BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

10. (110.) évfolyam 1—32 oldal

BUDAPEST, 1977. JANUÁR HÓ

1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

KAPOLYI LÁSZLÓ — Az OBMKE feladatai a bányászat V. ötéves tervének megvalósításában 1

KISS ISTVÁN—ŐSZ ÁRPÁD—TORNYI LAJOS — Haböblítéses fúrás üzemi kísérlete Algyőn 6

GIMPL ELVIRA — Az ütközéses nyírás hatása gyenge minőségű bentonitból készült fúróiszapra 11

TAKÁCS GÁBOR — Kétfázisú függőleges áramlási elméletek alkalmazhatóságának vizsgálata 16

BALIKÓ SÁNDOR — Hőcserélő-méretezés 21

MARSCHALL BÉLA—SIMON PÉTER — Finomítói kén-hidrogén-tartalmú gázok feldolgozása elemi kénné 23

Személyi hírek. *Scselkacsov* professzor látogatása hazánkban 31

Szakosztályi hírek. A Vízfúrási Szakcsoport kirándulása Kelet-Szlovákiába 20

Hírek az üzemekből
- Kútszerelvény-fejlesztés az OGIL nagykanizsai eszközfejlesztési osztályán 10
- Az NKFV számítástechnikai tevékenysége 10
- Az algyői kőolaj csővezetéki szállítása 22
- 25 éves a nagylengyeli olajmező 30

Az iparág köréből. Területhelyesbítő faktorok számíthatósága és alkalmazása gázkromatográfiás elemzéseknél 31

Hazai műszaki lapszemle 5

Pályázati felhívás B-4

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 31

A SZÁM SZERZŐI:

BALIKÓ SÁNDOR okl. gépészmérnök, okl. vegyipari rendszertechnikai szakmérnök, számítástechnikai munkatárs (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); GIMPL ELVIRA okl. vegyészmérnök, tud. munkatárs (Bányászati Kutató Intézet, Budapest); KAPOLYI LÁSZLÓ dr. okl. bányamérnök, okl. közgazda, a műszaki tudományok doktora, nehézipari miniszterhelyettes (Nehézipari Minisztérium, Budapest); KISS ISTVÁN okl. olajmérnök, technológus (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); MARSCHALL BÉLA okl. vegyésztechnikus, szakértő (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); ŐSZ ÁRPÁD okl. olajmérnök, osztályvezető (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); SIMON PÉTER okl. vegyészmérnök, irányító tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); TAKÁCS GÁBOR dr. okl. olajmérnök, egyetemi tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); TORNYI LAJOS okl. olajmérnök, területi főmérnök (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

Minden kedves olvasónknak

BOLDOG ÚJ ESZTENDŐT

kíván a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szerkesztősége!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-4909 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.
Index: 25 154

2000-1040
2000 ÁPR 8.

A szerkesztésért felelős:
BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

10. (110.) évf. 1. szám 1977. január

Az OMBKE feladatai a bányászat V. ötéves tervének megvalósításában*

KAPOLYI LÁSZLÓ

A világgazdasági helyzet alakulása, a nyersanyag- és energiagazdálkodás szerepének rohamos növekedése a hazai bányászat súlyának, népgazdasági jelentőségének növekedését is eredményezte. Az előadás a magyar bányászat fejlesztésének lehetőségeit vizsgálva méltatja az OMBKE ez irányban folytatott tevékenységét és — felhívva a figyelmet a megváltozott idők megváltozott követelményeire — megvilágítja a tennivalókat. Többek között rámutat a közgazdasági szemléletmódnak, a felhasználó iparágakkal való szakmai-gazdasági kapcsolatok mélyebb kiépítésének és — nem utolsósorban — a következő szakembernemzedék képzésének, nevelésének jelentőségére.

Örömmel teszek eleget Egyesületünk vezetősége megtisztelő felkérésének, hogy kibővített elnökségi ülésen ismertessem „A bányászat ötödik ötéves tervi feladatai"-t. Mindjárt előre szeretném bocsátani, hogy a meghívóból idézett cím nem fedi teljesen mondanivalómat. Ennél egyrészt kevesebbet, másrészt többet kellene itt ma megbeszélnünk.

Kevesebbet azért, mert magáról az ötödik ötéves terv tartalmáról ebben a körben — tudományos, ipari, társadalmi vezetők előtt — aligha lehet újat mondani. A jelenlevők valamennyien, adott területükön folyamatosan tevékenykednek az ötéves terv megvalósításán, és munkakörüknél, műszaki-gazdasági látókörüknél fogva áttekintésük van a társterületek ötödik ötéves tervéről. Meg azután az öt évből az elsőnek a vége felé járunk, a tervszámok egy része átkerül a statisztika lapjaira. Ennélfogva rövid előadásomban nem törekszem a bányászat ötéves tervének részletes bemutatására.

Másrészt azonban szeretnék élni az alkalommal, hogy a jelenlevő vezetői testületben elmondjak néhány gondolatot. Javaslatot szeretnék tenni és segítséget kérni a tennivalókra vonatkozóan a bányászat újabb fellendülésének korszakában. Gondolatébresztő előadásom alcíme tehát így szólna: „Az Egyesület feladatai a bányászat V. ötéves tervének megvalósításában". De ne is határoljuk le vizsgálódásunkat az ötödik ötéves tervvel, hiszen a bányászatban ma már 1990, sőt az ezredforduló is eléggé kézzelfogható időpont.

Az előbb említettem a bányászat fellendülését. Beszéljünk erről kissé részletesebben, mert a fellendülés önmagában évek óta közismert, sokszor említett folyamat, de mértékéről, tartalmáról többféle megítélés is forog a köztudatban. Abban a köztudatban, amely 1973-at, a közel-keleti háború évét a világ nyersanyaggazdálkodása, ezen belül energiagazdasága korszakváltó évének tekinti, amellyel lezárult az olcsó nyersanyag korszaka, és újra kellett rendezni a sorokat.

A világ közgazdászai tartósnak minősítik azt a folyamatot, hogy minden országban ugrásszerűen megnőtt a nyersanyag-politika, ezen belül az energiapolitika súlya. A forrás megteremtése, bővítése vagy megszerzése a gazdaságnövekedés meghatározó tényezőjévé vált. A viszonylag szűkös források és az igények közti olló nyílásának megfelelően, a kereslet-kínálat törvényének engedelmeskedve, a világpiacon megdrágultak a nyersanyagok, és ezáltal értékesebbé váltak a belföldi források. Ez a folyamat minden országot — bennünket is — érintett, és elindította a kitermelő ipar, a bányászat súlyának visszaállítását. A bányászat súlyának megnövekedése természetesen elválaszthatatlan az ipar művelői, a bányászok szerepének, egyben felelősségének és feladatainak megnövekedésétől.

Mindezek a jelenségek és az azok alapján szükségessé vált tennivalók pontosan, szabatosan kifejezésre jutottak az MSZMP XI. kongresszusának határozatában. Idézve: „A nyersanyagok, az energiahordozók növekvő felhasználása és a nehezebb beszerzési feltételek miatt

* Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület kibővített elnökségi ülésén 1976. október 19-én elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*

fokozott gondot kell fordítani a takarékosságra, a hazai természeti források — köztük a szénvagyon — teljesebb, jobb, gazdaságosabb kiaknázására."

A határozatnak ez a mondata az ötödik ötéves tervtörvényben bontakozik ki. A törvény alapján elkészültek az üzemi, vállalati, iparági tervek, és tizedik hónapja azok megvalósításán dolgoznak. Vajon jól dolgoznak-e, és jók-e a tervek, megfelelően rögzítették-e azokat a célokat, amelyeket az előbb idézett kongresszusi határozat kitűzött?

Természetesen nem szónoki kérdést tettem fel, hanem egy napjainkban nagyon időszerű feladatra utaltam. Néhány fő vonásban bemutatom, mit tudunk jelenteni másfél év után a kongresszusi határozat bányászati célkitűzéseinek megvalósításáról, és mit javasolunk a feladat folytatásához.

Számításaink szerint népgazdaságunk ásványianyagigénye a század végére éppen megkétszereződik. Jelenleg a felhasználás fele-fele származik hazai termelésből, illetve importból, és olyan gazdaságos bányászatfejlesztési koncepción dolgozunk, amely ezt az arányt 2000-re is megtartja. Számokban: az építőipari nyersanyagok nélküli bányászati össztermelés a mai 40 millióról 80 millió tonnára növekszik. Törekvésünk, hogy ez a koncepció ne szűküljön a szorosan vett bányászatra, szemlélete ne számoljon le az előkészítő művek surrantóinál. A szén, a bauxit vagy bármely más ásványi nyersanyag — talán a sót kivéve, de ilyet mi úgysem termelünk — nem eredeti állagában, hanem valamilyen végtermék, mint villamos energia, alumínium szerkezet formájában kerül a fogyasztóhoz. Sok tudományág — geológia, bányaművelés, előkészítéstan, matematika, közgazdaságtan stb. — ismereteinek mozgósításával vizsgálatokat folytatunk. Ezek a vizsgálatok abból a felismerésből indulnak ki, hogy a népgazdaságnak szükséges végtermékek egy része hazai nyersanyagokra telepített, korszerű technológiákkal működő vertikumokban termelhető. Így megvalósítható a hazai nyersanyagbázis komplex hasznosítása olyan mértékig, illetve azokon a területeken, amelyeken adottságaink a bányászatban komparatív előnyöket nyújtanak, és ezt az előnyt a vertikum minden további lépcsőjében megtartjuk vagy fokozzuk. Ezeket a vizsgálatokat természetesen dinamizálva végezzük, tehát a népgazdaság más szektorainak várható fejlődését is figyelembe vesszük. A kooperációs lehetőségek közül külön kiemeljük a KGST keretében — az integrációs politika jegyében — megvalósítható együttműködést.

Természetesen a bányászat a legtöbb országban — nálunk is — olyan gyűjtőfogalom, amelyen belül a sokféle ásványi előfordulás palettájának megfelelően a fejlesztési lehetőségek változatos képet mutatnak. Hogy tervezőmunkánkban rendet teremtsünk, ismérveket határoztunk meg, és ezek alapján a fejlesztési lehetőségeket három kategóriába csoportosítottuk.

Elsőként sorolhatók azok a területek, amelyeknek érvényes távlati célkitűzései nem szorulnak rekonstrukcióra, „csupán" a végrehajtás eszközeit igénylik. Elsősorban a jóváhagyott központi fejlesztési programmal rendelkező iparágaink futnak ilyen jól lerakott síneken.

Bauxittermelésünk távlata világos. A jelenlegi évi 3 millió tonnás termeléssel szemben új bányatelepítésekkel, a földtani kutatás folytatásával a KGST-célprogramban 1990-re némi növekedést, 3,3 millió tonnás szintet irányoztunk elő.

Szénhidrogéniparunk jelenlegi évi 7 millió tonnás kőolaj-egyenértékű termelésének szinttartásával számolunk századunk végéig. Ehhez intenzív kutatásra, másod- és harmadlagos termelési eljárások alkalmazására lesz feltétlenül szükség.

Meghatározottnak tekintjük oxidos mangánércvagyonunk jövőjét is évi félmillió tonnára való fejlesztéssel a tervezett ferromangánüzem ellátására. Igaz, hogy addig készletezéssel kell Úrkutat „takaréklángon tartani".

Másodikként olyan csoportot képezhetünk, amelynél a távlati fejlesztés meghatározásához a fogyasztókkal való összehangolás szükséges. Nem kétséges, hogy ennek a „csoportnak" fő képviselője a szénbányászat, és a feladatot a fő fogyasztó villamosenergia-iparral való összehangolás jelenti.

A szénbányászat ma alternatívákat tesz az asztalra, amelyek bázisa a viszonylag bőséges szénvagyon. A jelenlegi évi 25 millió tonnás, 70 petakalóriás (10^{12} kcal-ás) termeléssel szemben reálisan elérhető felső határként az ezredfordulóra 125 Pcal körüli szint tűzhető ki. Ez a mai termelésnek csaknem a megduplázását jelenti.

Egy pillantás a földtani térképre: a Dunántúli Gyűjtőerőmű után a 2000 MW-os Bükki Energetikai Kombinát következik, amelynek a lehetséges üzembe helyezése a jövő évtized végére várható. A következő erőmű—bánya súlypontot a nyugat-dunántúli lignitterületre helyezzük. A Bakony előtere eocén barnaszenének és az észak-magyarországi lignitvonulatnak továbbkutatása is célunk. Végeredményben arra készülünk, hogy a század utolsó másfél évtizedében szükséges új erőművi kapacitás mintegy egyharmada-fele hazai szénbázison létesülhessen.

Egy mondat a bőséges szénvagyonú liász medencénk jövőjéről. Az elhatározott — tehát „első csoportbeli" — évi 0,67 millió tonnás kokszolható koncentrátum a kihozatal fokozásával és a nyerszéntermelés bővítésével 1 millió tonnára növelhető, összhangban a kohászat és a féltermékek eltüzelésére az erőművek igényeivel.

Harmadik csoportba azokat a fejlesztési lehetőségeket soroltuk, amelyeknek van ugyan adott programjuk, de azt műszakilag lehetséges és gazdaságilag előnyös meggyorsítani. Ilyen az ásványbányászat több terméke: a dolomit, kovaföld, perlit, üveghomok. Minőségjavító eljárásokat sürget a kerámiai alapanyagok és a bentonit bányászata. Tokaj-Hegyalján megkezdtük egy fejlesztésgyorsító program kidolgozását.

A csoport legnagyobb súlyú létesítménye Recsk. Vizsgáljuk az itt telepíthető vertikumlétesítés meggyorsításának lehetőségeit.

Csak címszavakban sorolom fel azokat a legfőbb feltételeket, amelyek szükségesek a vázolt fejlesztéshez:

— Fokozni kell a földtani kutatást, korszerűsítve a kutatás eszközeit.
— Külföldi segítséget is igénybe véve bővíteni kell a tervezői és a tudományos kutatói apparátust.
— Az összes gép- és alkatrészszükséglet egyharmadát fedezni képes bányagépgyári és nagyműhelyi állományunk terhelése mellett a tárcán kívüli

gépgyártásra és a nemzetközi együttműködésre kell támaszkodni.

— Növelni kell a szakvállalat — a BAV — és az érdekelt széntermelő vállalatok bányaépítési kapacitását.

A bányászat termelésének megkétszerezése kétségkívül a hazai természeti források teljesebb kiaknázását, a bányászat fellendülését jelenti. Az anyagi feltételek mellett azonban egy másik fajta feltételről is beszéljünk, arról, amelynek megteremtésében Egyesületünknek igen nagy szerepet kell vállalnia. Nevezzük ezt a feltételt — és az azt kielégítő feladatot — összefoglalóan szakmai tudatformálásnak.

Itt is egy kis visszapillantással kezdem, amely egyben köszönet és elismerés mindazért, amit Egyesületünk tett a bányászat — főképpen a szénbányászat — hullámvölgyből való kiemeléséért. Lapjaink hasábjai, az egyesületi tanácskozások szakmán belül és kívül fórumot adtak annak kifejtésére, bizonyítására, hogy a bányászat gazdaságosan nagyobb szerepet tud vállalni a nyersanyagellátásban az energiamérleg forrásoldalán. Csak példaként említem a tavaly megtartott tatabányai konferenciát ásványi nyersanyagaink igénybevételének alapvető kérdéseiről, amely társadalmi, tudományos, műszaki és gazdasági életünk széles körének érdeklődését váltotta ki. Szívesen utalok a „Bemutatjuk..." sorozatra is, amely tájékoztató értékén túl az egyes szénmedencékben fekvő potenciális fejlesztési lehetőségekre is ráirányította — mintegy ébren tartotta — a figyelmet.

A Bányászati Szakosztály Bányagazdasági Munkabizottsága csaknem tíz éves múltra tekinthet vissza, és ma már az elnökségi határozattal alapított és az Elnökség mellett működő Ipargazdasági Bizottságban fejti ki tevékenységét. Abban az Ipargazdasági Bizottságban amelynek elnöke dr. *Trethon Ferenc* tagtársunk, és amelynek alapvető célja, hogy a széles skálán mozgó szakosztályi témákat célorientáltan irányítsa, a szellemi erőket koncentrálja, a szakosztályokon belüli ágazati sajátosságokat a népgazdasági érdekekkel egyezően szintetizálja, és mint végkövetkeztetést — az állami vezetéshez való eljuttatás után — a Lapokban hozza egyesületünk tagjainak tudomására.

Az ilyen céllal végzett egyesületi munkák (rendezvények, előadások) közül — csak bányászati szakosztályi vonatkozásban — kiemelten kell szólni

az 1968-ban Oroszlányban megrendezett és az új gazdasági mechanizmussal összefüggő vitaankétról;
az 1971-ben Salgótarjánban rendezett és a vállalatok belső mechanizmusával foglalkozó szimpozionról, ahol első ízben történt nyilvános állásfoglalás egy szénbányászati tröszt létrehozását illetően;
az 1973-ban rendezett balatonfüredi Nemzetközi Bányagazdasági Konferenciáról;
az 1974-ben, az Elnökség elé terjesztett azon javaslatunkról, amelyet a közgazdasági szabályozó rendszer módosításának végrehajtása során ítéltünk érvényesítendőnek;
az 1976-ban, ez időpontra már befejeződött területi vitaankét-sorozatról (Pécs, Alsóörs, Miskolc), amelynek folytatására — mint a vállalati törvényt előkészítő országos vita-összefoglaló konferenciára — ez év végén kerül sor Oroszlányban.

Őszintén köszönöm az Egyesületnek, minden aktívájának, vezetőjének, amit a bányászat változó megítélésének éveiben a szakmáért tett. Magam is régi egyesületi tag vagyok, belülről látom mindezt, ezért további méltatás helyett hadd folytassam a mával és a holnappal, mert a feladat nem lesz sem kevesebb, sem egyszerűbb a fellendülés szakaszában, mint volt a visszafejlesztéskor. A hullámvölgy nemcsak a statisztikában és a gazdaságtörténelemben hagyott nyomot, hanem szakmai-emberi tudatunkban is, és ennek helyretételéről, formálásáról szeretnék néhány gondolatot elmondani.

Egyesületünknek segítenie kell feloldani azt az ellentmondást, ami a tegnap és a ma bányamérnökének funkciójában fennáll. Bányásznapi ünnepi beszédekben sokszor elmondtuk, hogy a modern vájár keze már nem a csákány és a lapát nyelét szorítja, hanem a kombájn kapcsolóit működteti. Nem sok szó esett arról, hogy miként változik ugyanakkor a modern bányamérnök. Egy biztos: a régi vágású „all round" üzemvezető-típus kiveszőben van, akinek egyénisége — szerencsésen vagy előnytelenül — rányomta bélyegét egész környezetére, nemcsak az üzemre, de még kolóniai perpatvarok patrimoniális helyretételére is. Nem ironikusan, hanem tisztelettel említem ezt, a jelenlevő bányász kollégák beosztott mérnök korukban valószínűleg sokat tanultak az akkori üzemvezetőktől, akik — a szénbányászatban vagy százan — vállukon hordták az iparágat. A kontraszt kedvéért — csak hallomásból — felidézem, hogy a régi idők üzemvezetőjének saját elhatározásán kívül legfeljebb néhány soros vagy telefoni bejelentésre volt szüksége, hogy a kis mélységű üzem lejtősaknájából kiinduló alapvágatot ne hosszabbítsa tovább csapásirányban, hanem a külszínről új lejtaknát hajtson. Már csak egy külön léggurító kellett, és házi kezelésben megszületett egy önálló, főfeltárással és légvezetéssel rendelkező termelőegység — tehát egy új bánya.

Ma — évtizedes szünet után — ismét telepítünk bányákat. Nemcsak a méretek teljesen mások a csupán illusztrációnak szánt, mondjuk 20 vagon és a Márkushegy 600 vagonja között, hanem a beruházás előkészítése is. Egyéni vagy szűk körű elhatározás helyett ez is testületi, illetve gazdaságpolitikai szintre emelkedett. A fejlesztési célt, majd a beruházási programot a kormány szerve elé terjesztjük, ha többszörös egyeztetéssel partnereinkkel egyetértésre sikerült jutnunk.

Ezt nem azért mondom, hogy visszasírjam a „régi jó időket", amikor gyors elhatározások után gyors — és többé-kevésbé sikerült — telepítések következtek. De ahhoz, hogy olyan terveket dolgozzon ki a bányamérnökgárda, és azt úgy tudjuk védeni egy kormányfórum előtt, hogy számokkal, érvekkel bizonyítsuk a terv helytállóságát, ehhez a régi típusú szemlélet és felkészültség nem elegendő, sőt a tegnap ismeretanyaga is kevés. Annál inkább így van ez, mert az évtizedes szénbányászati hullámvölgyben kényszerűen kiestünk a fejlődés áramából, és most olyan tervezőknek és építőknek kell a jövő bányáit Komárom megyében megalkotniuk, akik átmenetileg nyomvonalas létesítményekkel vagy éppen közműcsatornázással foglalkoztak.

Egyesületünknek éppen ezért folytatnia, még inkább fokoznia kell az interdiszciplináris képzés előmozdítását. Nem is érdeklődőknek, hanem rászorulóknak ne-

vezem mindnyájunkat, akiknek lépést kell tartanunk a bányászat és társtudományainak fejlődésével. A formákat — előadások, cikkek, ankétok — nem sorolom fel, ezek megvannak és jól beváltak. A tartalomnak kell állandóan frissnek és hozzáférhetőnek lennie. Sikeres kezdet után azt hiszem, érdemes lenne tovább folytatni a társegyesületekkel az energiagazdálkodás, a villamosenergia-ipar, a közgazdaságtudomány, a közös lobogó alatt összetartozó kohászat, az építőanyagipar egyesületeivel, az azokba tömörült szakemberekkel az együttműködést. Nekünk, bányászoknak, egyre inkább meg kell tanulnunk végtermékekben, vertikumokban gondolkodni. Régi elődeink is ezt tették, akik maguk voltak kohászok, később mészégetők, sőt erőművesek is. Nem a polihisztorság tér vissza egyre inkább szakosodó korunkban, hanem az a kötelező szemléletmód, hogy a bányásznak úgy kell kitermelnie a föld hasznos ásványait, hogy számoljon azok útjával, gazdasági környezetével, egészen a fogyasztóig. Lehet — néha nem is baj —, hogy a munkában ütközik a bányász és az erőműves. De éppen a műszaki-természettudományos egyesületek kerek asztalai — ha nem is kandallói — hozzák össze a szakembereket olyan szervezett vagy közvetlen eszmecserére, amely segít a közös gondokat a láthatatlan, de néha mégis mindnyájunkat szorító mundér nélkül tisztázni. Kérem, hogy az OMBKE — mint eddig is — kezdeményezzen ilyen együttes vitákat, találkozókat. Ennek néhány területét ki is szeretném emelni. Feltétlenül fokoznunk kell a közgazdasági tartalom részarányát. Szándékosan nem így fogalmaztam, hogy több közgazdasági témával foglalkoznának az Egyesület „rendezvényei", hanem arra gondoltam, hogy törekednünk kell minden terítékre kerülő témában a közgazdasági szemüvegen át való szemléletre, ahol ennek tartalma van.

Módszeresen vizsgálnunk kell egyesületi tevékenységünkben társegyesületi kapcsolataink gyümölcsöztetésével a struktúrapolitika bányászati vonzatait. A fellendülő bányászat megmozgatja a társiparágak struktúráját, hiszen fellendíti pl. a gépgyártást, kábelgyártást. Ugyanakkor saját vertikumaink kibocsátandó termékei is hatnak az iparstruktúrára. Az optimumkeresés nem bányászati belügy, hanem népgazdasági feladat. Kérjük és várjuk az együttműködést. Ennek az együttműködésnek a kezdeményezéséhez, szervezéséhez kitünő vezérfonalul szolgál a termelési folyamat, az anyagáramlás törzsfája. A kokszszén—nyersvas, barnaszén—villamos energia, bauxit—alumínium vonal mentén eljutunk együttműködő partnereinkhez, ha következetesen kézben tartjuk ezeket a vonalakat, amelyek összekötnek bennünket.

Mondanivalóm visszatérő témája a vertikumban való gondolkodás, amely fokozatosan elfoglalja a korábbi, ma már nem kielégítő szemléletet, amely csak bányatermékekben gondolkodott. Egyesületünk érdeme, hogy fórumot adott ennek a szemléletváltozásnak, hiszen lapjaink hasábjain láttak napvilágot a hazai bányagazdasági iskola egymást követő, egymásra épülő tudományos eredményei. E tudományterület alapjait a szelektív iparpolitika érvényesítésével, az egyes ásványi nyersanyagok világpiaci árakból levezetett költséghatárainak elemzésével rakták le. A BÁNYÁSZAT publikálta elsőnek — az előbbihez kapcsolódva, azt továbbfejlesztve és alkalmazva — az adott ásványvagyon-előfordulások optimális kiaknázására vonatkozó analitikai kutatások eredményeit, a költségminimumokat levezető összefüggéseket.

Ezekre az alapokra épül, illetve ezek folytatásaként bontakozott ki és hódít tért a bányászati tudományban és gyakorlatban a rendszerszemlélet. A vájvégtől, illetve a fejtési homloktól követve az anyagáramot, ma már tudatosan tervezzük és megvalósítjuk azt a kritériumot, hogy a bányatermék — az ásványi nyersanyag — a feldolgozás egyes szakaszaiban és a belőle készülő végtermékekben a struktúrapolitika irányelveinek megfelelően a legkedvezőbben, leghatékonyabban kapcsolódjék a népgazdaság vérkeringésébe.

„A jó bányász holtig tanul" kötelezettség szerint az interdiszciplináris képzés nincs korhoz kötve, és az Egyesület ebbeli ismeretközlő és szervező munkájának mindnyájan aktív és passzív részesei vagyunk pályafutásunk egész folyamán. Mégis abból a 4—5 évtizedből, amely egy ember átlagos alkotó korszaka, ki szeretném emelni az elsőt, a pályakezdés korszakát. Számos cikkben, megnyilatkozásban elhangzott, és rövid előadásomban — a tervezésről szólva — ma is utaltam arra a szinte már elkoptatott követelményre, hogy az új bányáinkat korszerűen kell tervezni, építeni, üzemben tartani. Ennek a nem könnyű feladatnak a megoldására, a szénbánya-telepítési folyamatban beállt kényszerű, évtizedes szünetből eredő ismeretkiesés pótlására segítséget jelent a kérésünkre kibontakozott szovjet közreműködés az eocénprogram megvalósításában. Segít az a lehetőség is, hogy nem prospektusból dolgozunk. Donyecktól Franciaországig járnak a kollégák látni és hazahozni azt, amit a mai világ technikájából Márkus-hegyen vagy Nagyegyházán használni tudunk. De azoktól a fiataloktól, akik ma még az egyetem padjaiban tanulnak, vagy pályájuk elején állnak, és az ezredforduló után fogják alkotni a magyar bányászat vezető testületének derékhadát, többet várunk. Az, amit — szintén gyakran — a bányászati technika forradalmasításának szoktunk nevezni, több és más lesz, mint önjáró, maróhenger, függősínes szállítás. Szakmai futurológusaink már felvázolták a jövő bányájának többféle képét hidraulikus jövesztéssel és szállítással, nukleáris robbantással, fúrólyukas érckilúgzással, föld alatti elgázosítással. Már köztünk élnek és talán elmúltak húszévesek azok a fiatal kollégák vagy jelöltek, akik a forradalmasított bányatechnikát elsajátítani és alkalmazni fogják. Keressük és neveljük közülük a kiemelkedő tehetségeket, a jövő bányászatának jövő vezetőit. Nem részletezem a tehetségkutatás egyesületi módszereit — pályázatokat, publikálásra késztetést, a KISZ-szel közösségi alkotásra való felhívást —, csak erre a kötelezettségünkre szerettem volna a figyelmet ráirányítani.

Befejezésül még egy gondolat. Talán az eddig elmondottakból úgy tűnik — és ezt szeretném elkerülni —, mintha az Egyesület valami szuperklub lenne, amely csak az energetika magas koncepcióival, az új bányák — eocénban, Recsken — modernül való megépítésével, aféle „kitűnőek iskolája" szervezésével foglalkozna, nem véve tudomást a ma dolgozó tagságunk sokaságának mindennapi feladatairól, a ma működő üzemekben folyó munkáról, a megoldott — tehát közzétételt érdemlő — vagy megoldandó — tehát szintén közzétételt igénylő — problémákról. Ellenkezőleg!

Nemcsak a differenciálegyenletek, hanem például az önjáró léptetésének mesterfogásai alkotják a bányászat mai ismeretkörét, aminek kicserélésére, továbbadására, vitatására Egyesületünk fórumai hivatottak. „Amiből élünk" — az a termelés és ennek szó szerint a frontjaihoz közel, a bányamedencék szervezeteiben folyó egyesületi élet, az elméletet és a gyakorlatot okosan, a tényleges igényeknek megfelelően ötvözi. Segítse az Elnökség ezt tovább fejleszteni.

Ha egy táblára próbálnám felrajzolni azt a több szintes, több irányú működést, amelyet ki kell fejtenünk, ennek vektorai részben horizontálisak, a társszervek felé, részben vertikálisak. Felfelé mutat pl. az MTESZ-hez fűződő vonal, és csak a szemléltetés kedvéért, de semmi esetre sem a valóságban: „lefelé" mutat az az élő kapcsolat, amely a bányamedencékben, egyetemen, intézetekben működő egyesületi csoportokkal összefűz bennünket.

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Bányászat** különszáma a Bányászati Kutató Intézet közleményeit (XX. évf. 1. szám) tartalmazza. Ezek közül emeljük ki *Hajas Gy.* **A sújtólég- és robbanásbiztos villamos berendezéseket vizsgáló állomás feladatköre** c. írását. A BKI keretében, jogszabály alapján szervezett és működő vizsgálóállomás a robbanásbiztos gyártmányok vizsgálata mellett új vizsgálóeszközök fejlesztésével, a témakörrel összefüggő kutatómunkával, a robbanásveszélyes üzemekben telepített robbanásbiztos berendezésekkel összefüggő szakértői tevékenységgel foglalkozik. A cikk kiegészítő — *Simonyi F.* és *Brunn Gy.* által összeállított — része a tervezők és a felhasználók számára ad gyakorlati szempontból hasznos információt: a hazai robbanásbiztos villamos gyártmányok jogosítványainak és az import villamos készülékek és motorok behozatali nyilatkozatainak jegyzékét tartalmazza.

Az **Energiagazdálkodás** 9. száma beszámol a VIII. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferencia szekcióüléseiről, és közli az elhangzott előadások címeit.

Az **Energia és Atomtechnika** júniusi számában *Szili G.* **Új utakon a világ energiagazdálkodása** c. írása felvázolja az energetika nemzetközi fejlődésének fő irányait. Utal a szocialista országok eddigi energiagazdálkodási gyakorlatára, és rámutat a magyar energetika és távlati energiapolitika fő célkitűzéseinek alapelveire.

Az **Ipargazdaság** májusi száma közli *Poros T.* **A vállalati érdekeltségi rendszer és az üzemi demokrácia,** *dr. Dormán L.* **A vállalaton belüli információ és az üzemi demokrácia,** *Komlósi J.* **Vállalati szervezet és munkamegoszlás hatásköri kérdései** c. „A vállalati vezetés és az üzemi demokrácia" címmel megtartott konferencián elhangzott előadását. A júniusi számban találjuk dr. *Denke G.* **A vállalatok szociális terve** c. tanulmányát, és dr. *Bujtás L.* **A munkafolyamatokba épített belső ellenőrzés** című írása számol be a „Vezetés-ellenőrzés '75" konferencia munkájáról. A júliusi szám közli dr. *Gáti M.* **Ipari beruházások tervezésének logikai modellje** c. tanulmányát. A szerző a komplex vállalati tervezéssel foglalkozik, érintve a vállalati politika, stratégia és taktika kérdéseit. Bemutatjuk a beruházások tervezésében a műszaki-gazdasági időtervezés egységét és a szociális tervezés helyét a rendszerben.

A most megjelenő **Földtani Kutatás** 2. száma „fúrós" szám. Dr. *Hingl. J.*—dr. *Szabó Gy.* **A mélyfúrási technológia helyzete, fejlődésének irányvonalai** c. közlemény hangsúlyozza — elsősorban az Egyesült Államok eredményeire figyelve — a fúrási eszközök és technológia rohamos fejlődésének tartósnak ígérkező tendenciáját. Értékeli a tengeri fúrási tevékenység jótékony hatását ezen fejlődésre. *Sinóros Szabó L.* **A kutató magfúrás fejlődési irányai** c. tanulmánya széles körű tájékoztatást ad a magfúrás fúróberendezéseiről és eszközeiről, foglalkozik a magfúrási technológia legfontosabb kérdéseivel. Dr. *Szabó Gy.* **A hazai mélyfúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányai** címmel részletesen ismerteti azokat a technológiai jellemzőket — a legfontosabb fúrási műveletek figyelembevételével —, amelyek meghatározzák a fúróberendezések kiválasztási szempontjait. Dr. *Vándorfi R.* **A szénhidrogén-kutatás földtani adatszerzésének lehetőségei a fúrás közben végzett mérések útján** c. cikk a földtani és fúrástechnikai információigény kielégítését célzó felszíni és a lyuktalpról érkező információk mérő-, regisztráló- és adatfeldolgozó eszközeiről ad rövid, csak a fejlődési tendenciákat vázoló összefoglalást. *Csaba J.* **Túlnyomásos formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai** címmel a túlnyomásos formációk előrejelzésének rövid módszertani ismertetése után a legújabb hazai tapasztalatokat foglalja össze. Dr. *Somfai A.* **Kőolaj-földtani újdonságok a 9. Kőolaj-Világkongresszus előadásaiból** c. összeállítása érdekes körképet nyújt a világ kőolaj- és földgáz-előfordulásairól, a globális tektonika és a szénhidrogén-előfordulások kapcsolatairól, a szénhidrogének keletkezéséről. *Jesch. A.* **A mélyfúrási geofizikai információszerzés és a fúrástechnika kapcsolatairól** c. tanulmány elsősorban a geofizikai mérések útján nyerhető kőzetmechanikai jellemzők felhasználási lehetőségeiről szól. *Vargha Nóra* **Agyagásványok szerepe a lyukfalstabilitásban** c. cikke a márga kémiai összetételének vizsgálatával és elemzésével közelíti meg a lyukfalstabilitás problémáit.

A **Korróziós Figyelő** 4. számában találjuk *Krivián L.—Tóth L.* **Közművesített területen talajba fektetett csővezeték katódos védelme** c. cikkét, amelyben a katódos védelem tervezésének szempontjait, a csővezeték közelében levő közművek korrózióvédelmét, a katódos védőállomások üzemeltetésének tapasztalatait írják le a szerzők. Dr. *Kovács Klára*—dr. *Mészáros L.* **Korróziós jelenségek értékelései matematikai statisztikai módszerekkel** c. kétrészes tanulmánya (a II. rész az 5. számban található) megállapítja, hogy a korróziós folyamatok és jelenségek értékelésére a valószínűségszámítási módszerek alkalmasak.

A **Magyar Kémikusok Lapja** júniusi számának *Csikós R.—Farkas L. P.* **A pirolízisolaj komplex hasznosítása I. A pirolízisolaj mint potenciális vegyipari nyersanyagforrás** c. cikkében a szerzők a MÁFKI-ban folytatott kutatások és irodalmi adatok alapján ismertetik a pirolízisolajban rejlő potenciális nyersanyagforrási lehetőségeket egyedi kondenzált aromás szénhidrogének és egyéb vegyipari termékek előállítására.

A **Mérés és Automatika** augusztusi száma közli *Hrotkó G.* **Számítógép-rendszerek jellemzői** c. tanulmányát, amelyben részletes leírást találunk általános, hardware, software komponensek jellemzőire, valamint a programok működési és gazdasági jellemzőire.

A **Magyar Geofizika** 4. száma *Engelmann, D.—Hochstrate, K.—Förster, K.—Fricke, S.—Rummel, K.—Thiele, G.* **Olaj- és gáztermelő kutak szelvényezési adatainak számítógépes feldolgozása** c., 1976. szeptember 16—19-én Szentendrén elhangzott előadását közli. Az előadás egy modul-programrendszer elveit ismerteti, és a rendszer input, illetve output szempontjából legfontosabb komponenseit, a réteghatár meghatározását, a kőzetfizikai, földtani és rezervoárparamétereket tárgyalja.

A **Villamosság** júliusi számában *Szomjas G.* **Kisfeszültségű, műanyag szigetelésű kábelek szerelvényeinek érintésvédelme** c. tanulmánya a négyvezetős, kisfeszültségű hálózatokon alkalmazott három-, illetve négyerű, műanyag szigetelésű kábelek szerelésével és szerelvényeivel kapcsolatos tudnivalókra hívja fel a figyelmet, különös tekintettel az érintésvédelmi szempontokra.

Budapest, 1976. október hó

Csaba József

Haböblítéses fúrás üzemi kísérlete Algyőn

KISS ISTVÁN—
ŐSZ ÁRPÁD—
TORNYI LAJOS

Algyőn először került sor rossz kifejlődésű, előnytelen rezervoármechanikai tulajdonságú tárolóréteg védelme céljából olyan fúrási mód gyakorlati kipróbálására, amelynek során az öblítőfolyadékot hab helyettesítette. E módszer a termelés alatt álló mezőben a hagyományos öblítésnél létrejövő rétegszennyeződés elkerülésére jöhet számításba.

A Szihalom-1., valamint a Bajcsa-37. és 38. jelű fúrások tapasztalatai alapján tervezett és kivitelezett Algyő-536. jelű fúrás is megerősítette, hogy a hazai fúrási ipar képes a haböblítéses technológiával történő feladatok megoldására.

Bevezetés

A moszkvai Össz-szövetségi Fúrástechnikai Kutató Intézet (VNIIBT) és az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt között az 1975. évre kötött tudományos-műszaki együttműködés keretén belül került sor az *Algyő-536.* jelű fúrásban az Alsópannon—13/b telep haböblítéses átfúrására.

A haböblítéses fúrási munkálatok célja

— az olajtároló réteg haböblítéses átfúrásának technológiai kísérlete;
— a haböblítéses fúrás eszközeinek és gépi egységeinek üzemi kipróbálása, valamint
— az olajtároló réteg tulajdonságainak és termelőképességének megóvása volt.

A fúrás geoműszaki tervéhez „Az *Algyő-536.* jelű haböblítéses fúrás műszaki-technológiai terve" című mellékletet az NKFÜ és az OGIL közösen készítette. A VNIIBT szakemberei a műszaki-technológiai tervet javaslataikkal kiegészítették, a felszíni vezetékrendszer kiépítésénél is jelen voltak, azonban a fúrás előre nem látható időbeli eltolódása miatt az üzemi kísérletben nem vehettek részt. A haböblítéses fúrás műszaki irányítását az NKFÜ és az OGIL együttesen végezte.

A fúrási munkálatok során nagy segítséget jelentettek a DKFÜ által 1973-ban mélyített *Bajcsa-37.* és *38.* jelű gázöblítéses fúrásoknál szerzett technológiai tapasztalatok.

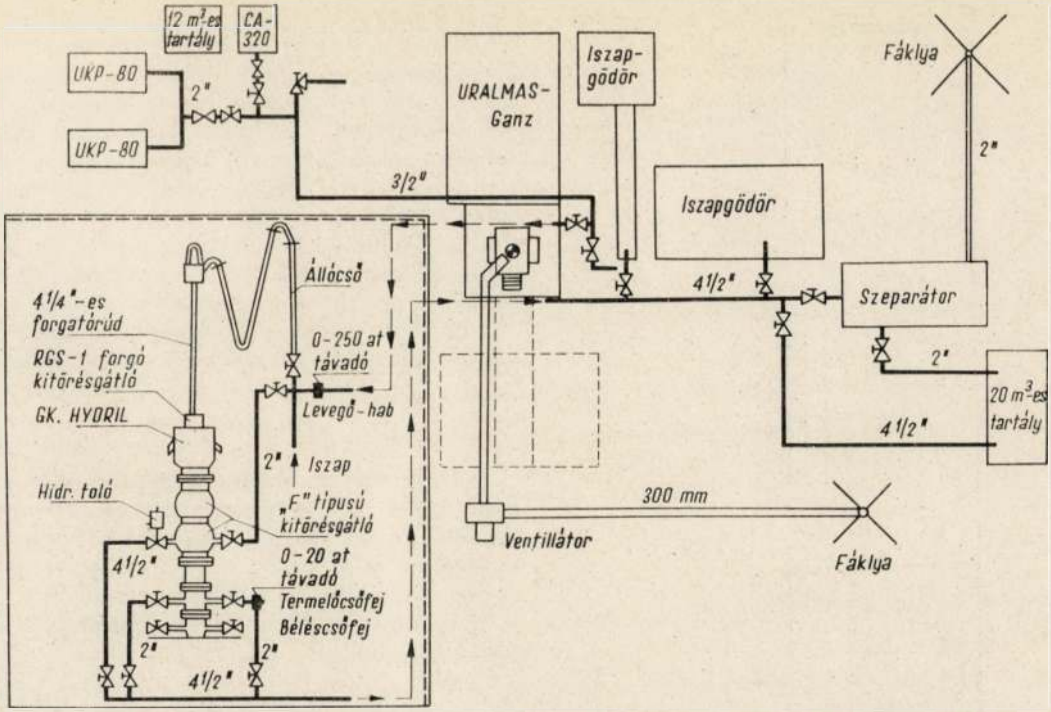
Lyukszerkezet

A haböblítéses fúrás alkalmazására csak az Alsópannon—13/b telep átfúrása során került sor. A telep fedőkőzetéig a fúrólyuk mélyítése iszapöblítéssel történt, a használt öblítőiszap sűrűsége 1,08—1,18 kg/dm³ volt. Annak érdekében, hogy a tárolóréteg haböblítéses átfúrásakor a fúrólyuk száraz legyen, a felső nyitott szakasz víz- és szénhidrogén-tároló rétegeit 7″-es béléscsőoszloppal ki kellett zárni. A béléscsőoszlop saruját közvetlenül a tároló fölötti agyagmárga rétegbe helyezték el, és a lehető legtökéletesebb gáztömörzárás végett 1600 m-ig VAM-menetű béléscsöveket építettek be. A 7″-es béléscsőoszlop szilárdsági számítása és a béléscsövek kiválasztása a béléscsőoszlop teljes leürítésére történt.

A hagyományos algyői lyukszerkezetnél a termelési béléscsőoszlop végig 7″-es. A haböblítéses fúrásnál a 7″-es béléscső beépítése a jelenlegi technikai felszereltség mellett nem lehetséges végig, ezért a tárolóréteg előtt $4^1/_2$″-es, előre perforált betétcsövet kellett elhelyezni. A betétcsövet nem szükséges cementezni, ugyanis az csak omlás ellen biztosítja a tárolóréteget. A fúrás fontosabb technikai jellemzőit az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Lyukszakaszok m	A fúró típusa	A béléscső					Cementezés		
		mérete hüvelyk	minősége	falvastagsága mm	menettípusa	sarualása m	cementmennyiség zsák	cementtető a csőben m	cementpalást m
0—35	17½″ háromélű	$13^3/_8$	J—55	9,65	RM	34	80	31	felszínig
35—810	12¼″ AO görgős	$9^5/_8$	J—55	7,95	HM	800	800	712	felszínig
			J—55	8,94	HM				
			J—55	10,03	HM				
810—2430	8¾″ AO görgős	7	J—55	10,36	HM	2427	550	2356	1575
			J—55	9,19	HM				
			J—55	8,05	HM				
			K—55	8,05	VAM				
2430—2450	6″ R2 görgős	4½	J—55	7,37	HM	2450	Betétcsőtömítő 2412,51 m-ben		



1. ábra
A haböblítéses fúráshoz használt kiegészítő berendezések bekötési vázlata

Fúróberendezés, öblítőkör

Az *Algyő-536.* jelű kutat az RD—60. számú fúróberendezés mélyítette. A haböblítéses fúráshoz azonban ezt az Uralmas—Ganz típusú berendezést néhány különleges egységgel kellett kiegészíteni, amelyeknek elhelyezési és bekötési vázlata az *1. ábrán* látható.

A fúráshoz szükséges 16 nm³/min mennyiségű levegőt két UKP—80 típusú kompresszor szolgáltatta. A levegőáramba a vizes habképző anyagot egy CA—320-as cementezőegység nyomta. A kompresszor- és cementezőegység után a levegő-hab vezetékbe egy 100 kp/cm² nyomásnál nyitó SAPAG biztonsági szelepet helyeztek el. A levegő-hab innét az állócsőbe került, majd az öblítőközeg ezután a következő szerelvényeken keresztül jutott a lyuktalpra: rotaritömlő, öblítőfej, hatszögletes forgatórúd, visszacsapó szelep, $3^1/_2$″-es termelőcsőoszlop (fúrószár), két visszacsapó szelep, fúró. A forgatórúd alatti visszacsapó szelep nyitására, azaz a fúrószár lefúvatására szelepnyitó szerkezet szolgál [1]. A szelepnyitó gyorscsatlakozójához 2″-es cementezőegység-vezetéket kapcsolva lehetett a felső és az alsó visszacsapó szelepek közötti nyomást a fúrószárról leengedni. Ezt a műveletet csak a kiépítés megkezdésekor kellett elvégezni.

A gyűrűs térben felfelé áramló öblítőközegnek a munkapadra történő kiáramlását HYDRIL gyártmányú univerzális és RGS—1 típusú forgó kitörésgátló akadályozta meg. A hab elvezetése CAMERON „F" típusú kettős kitörésgátló kifolyóvezetékén keresztül történt. A kifolyóvezetékbe csatlakozott a $3^1/_2$″-es termelőcsőfej kivezetése is. A CAMERON „F" típusú kitörésgátló másik kivezetésén keresztül az iszapszivattyúval kötötték össze a gyűrűs teret.

A kifolyóvezetéken keresztül az öblítőközeg az iszapcsatornába, a tartalék iszapgödörbe, a szeparátorba vagy pedig egy 20 m³-es tartályba távozhatott. A szeparátor után a légnemű közeget fáklyán lehetett a szabadba engedni.

Az üzemi kísérlet alatt a TOTCO (fúróhaladás), a MARTIN—DECKER (szerszámsúly) és a MIKI által kifejlesztett műszerek mérték és rögzítették a fúrás legfontosabb paramétereit (szerszámsúlyt, fordulatszámot, ki- és bemenőnyomást).

A gázkoncentráció folyamatos mérésére a SIEGER 1300 típusú gázjelző berendezés 3 csatornája szolgált, melyekhez a munkapad alatt és fölött, valamint a műszerbódé előtt elhelyezett érzékelőfej és egy 3 mérőhelyes pontíró csatlakozott. A gázjelző az alsó gyulladási határ 20%-ánál kürtjelzést adott, és a bejelzett csatornát lámpafelvillantással mutatta. A vezetékek gáztömörségének ellenőrzésére GAS-TEC rendszerű hordozható, lángionizációs műszert, a habbal kiáramló gáz vagy gőz mérésére pedig SIEGER gázdetektort alkalmaztak.

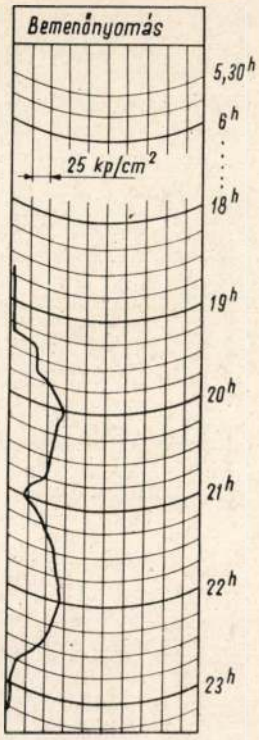
A haböblítéses fúrás során a habbal kiáramló gáz koncentrációja a hordozható műszerekkel végzett mérések szerint csak az alsó gyulladási határ 2,5%-át (1250 ppm) érte el. A forgó kitörésgátlón kiszivárgó gáz- vagy gőznyomok az érzékelőfejeknél a folyamatosan regisztrált mérésen nem mutatkoztak [2].

A fúróberendezést még egy 6000 nm³/h teljesítményű ventillátor egészítette, ki, amelynek az lett volna a feladata, hogy a lyukszájnál esetlegesen jelentkező kis mennyiségű földgázt elszívja a munkapad környezetéből.

A kísérlet lefolyása

Lyukleürítés

A fúrólyukat feltöltő folyadék — a cementfúráshoz használt víz — leürítése az NKFÜ 3/1973. sz. techno-



2. ábra
Habbal történő lyukleürítés jellemző nyomásértékei

lógiai utasítása („Habbal történő kútleürítés") szerint két lépcsőben történt. Az első lépcsőben két UKP—80 típusú kompresszor 14—16 nm³/min mennyiségű levegőt és egy CA—320-as cementezőegység 300 dm³/min mennyiségű felületaktív anyaggal kezelt vizet nyomott a fúrólyukba. A második lépcsőben csak a két kompresszor dolgozott, amelyek a folyadékot és a habot teljesen eltávolították a lyukból. Az első lépcső 100, a második pedig 128 percig tartott, így a fúrólyuk leürítéséhez szükséges idő 3,8 óra volt. Mindkét lépcsőnél 73 kp/cm²-re emelkedett a nyomás.

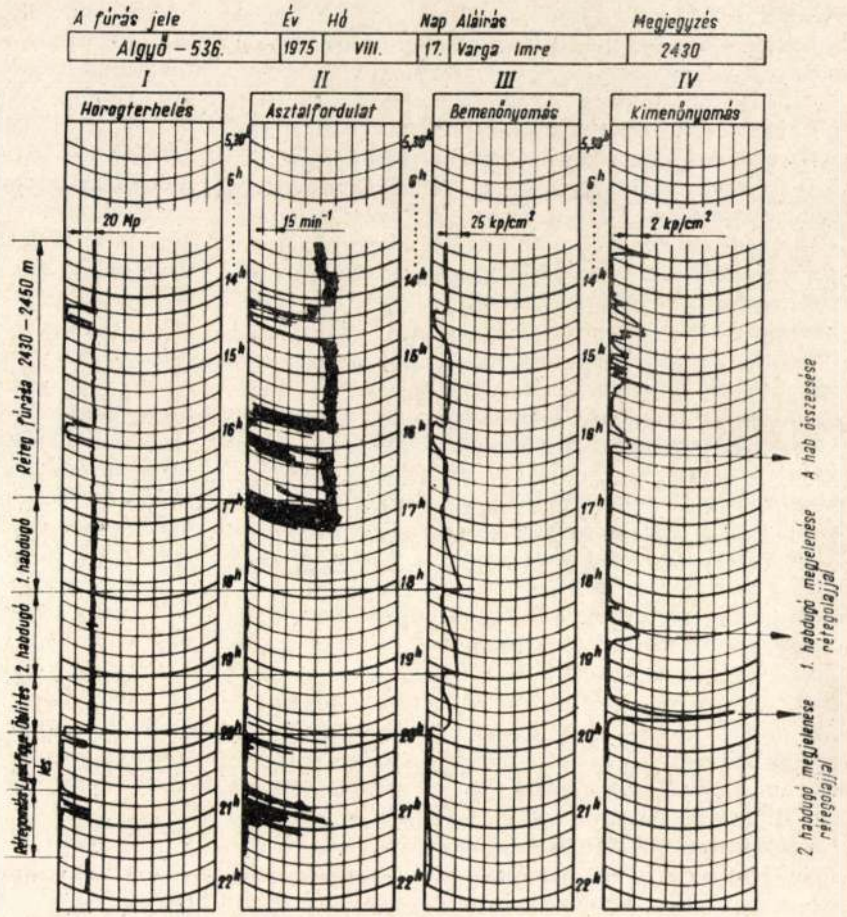
A habbal történt lyukleürítés diagramja (az állócső nyomásának változása) a *2. ábrán* látható.

Haböblítéses fúrás

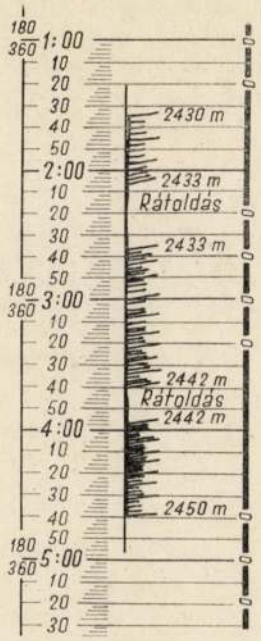
A 7″-es béléscsőoszlop cementezése után a cementdugó tetejét 2356 m-ben találták, és 2376 m-ig vízöblítéssel kifúrták, majd a maradék cementdugó és a tárolóréteg átfúrása a 2450 m végleges talpmélységig egy fúrómenetben haböblítéssel történt.

Szerszám-összeállítás a lyukleürítéshez és a haböblítéses fúráshoz:

6″-es R2 fúró	1 db;
$3^1/_2$″ REG—$3^1/_2$″ IF fúróátmenet	1 db;
$3^1/_2$″ IF rudazat-visszacsapó szelep	2 db;
$3^1/_2$″ IF—$3^1/_2$″ API-átmenet	1 db;
$3^1/_2$″-es API külső végvastagítású termelőcsőoszlop (fúrószár);	



3. ábra
Haböblítéses fúrás közben változó paraméterek



4. ábra
Fúróhaladási diagram

$3^1/_2''$ API—$3^1/_2''$ IF átmenet 1 db;
$3^1/_2''$ IF rudazat-visszacsapó szelep 1 db;
$4^1/_4''$-es forgatórúd.

A cementfúrás során a két UKP—80-as kompresszor 14—16 nm³/min mennyiségű levegőt, míg a cementezőegység 30—40 dm³/min mennyiségű Evamin CC felületaktív anyag 1,5%-os vizes oldatát nyomta a fúrólyukba. A cementdugó kifúrása 4,27 h-tól 13,18 h-ig tartott hét rátoldással.

A réteg fúrása alatt továbbra is két kompresszor 14—16 nm³/min mennyiségű levegőt, míg a cementezőegység 50—60 dm³/min mennyiségű 2%-os Evamin CC oldatot szállított. A terhelés 2—3 Mp, a fúró fordulatszáma 75—90 min^{-1} között változott. A 2430—2450 m közötti szakasz fúrási időszükséglete 4 min/m és 9 min/m között mozgott, az átlag 6,7 min/m; vagyis a mechanikai sebesség 8,95 m/h volt. A fúrás során a *3.* és *4. ábrán* látható regisztrátumokat nyertük. A fúróhaladási diagramon jól látható az olajtároló réteg fúrása; e lyukszakaszban a fúrási sebesség megnőtt.

Az *5. ábrán* olyan összehasonlítás látható (*Algyő-538.* és *536.* jelű kutak), mely mutatja, hogy a hagyományos öblítéssel mélyített kút fúróhaladása — a nagyobb fajlagos terhelés ellenére is — alatta marad a haböblítéses fúrás fúróhaladásának. Érdekes megfigyelni, hogy a két fúrásnál a tárolóréteg átharántolásakor miként változik a fúrási sebesség.

Az olajtároló réteg megütésekor a rétegből beáramló olaj hatására a habos öblítőközeg összébb esett, ezt abból lehetett megállapítani, hogy a kifolyón hosszabb időn keresztül nem volt kiáramlás. A végleges talpmélység elérése után két — egyenként 1 m³ mennyiségű és 5%-os koncentrációjú Evamin CC vizes oldatából készült — habdugóval kísérelték meg a fúrólyuk kitisztítását. A habdugó hatására megjelenő öblítőközeg a megnyitott tárolóból származó olajat hozott magával.

A fúrólyuk kitisztítására tett kísérletek a nyitott réteg omlása miatt meghiúsultak. Az öblítés során a fúrószerszám a talp fölött egyre följebb ült fel. Így a fúrólyukat először algyői olajjal, majd a további omlások miatt 1,12 kp/dm³ fajsúlyú öblítőiszappal töltötték föl.

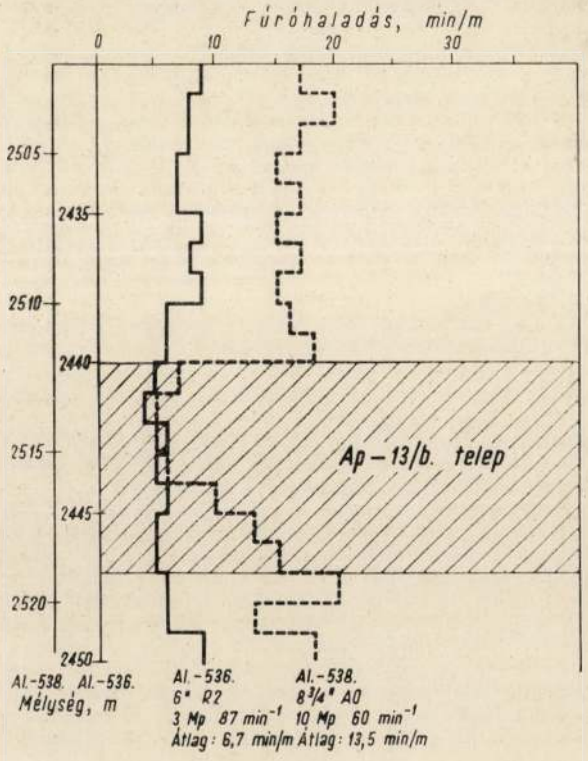
A fúrólyuk öblítőiszappal történt feltöltése után a $6''$-es szakasz biztosítására $4^1/_2''$-es béléscsövet építettek be.

Következtetések, javaslatok

1. A haböblítéses fúrási munkálatok céljaiból
— az olajtároló réteg haböblítéses átfúrásának technológiai kísérlete, illetve
— a haböblítéses fúrás eszközeinek és gépi egységeinek üzemi kipróbálása sikeresnek mondható, azonban
— az olajtároló réteg tulajdonságainak és termelőképességének objektív kiértékelése a lyukfalstabilitási problémák miatt meghiúsult.

2. A további hab- és gázöblítéses fúrások teljes sikerességének érdekében megbízható információkat kell szerezni az átfúrandó rétegek lyukfalstabilitására vonatkozóan, különös tekintettel a nagymérvű depresszióra.

3. Az elvégzett sikeres laboratóriumi vizsgálatok ellenére az Evamin CC-ből készült hab a rétegolajjal történt érintkezéskor összébb esett, továbbá a fúrólyukból kijövő hab — mint öblítőközeg — folyamatosságát nem lehetett biztosítani (ezt a gyűrűs tér nyomásai áttekinthetően szemléltetik). Ezért további feladatként kell megjelölni olyan stabil hab kialakítását, amely az olajjal történő érint-



5. ábra
Fúróhaladás összehasonlítása

kezéskor nem esik össze, illetve a folyamatos öblítőkört biztosítja.

4. A haböblítéses fúrásra kialakított felszíni szerelvények ezen technológiához megfelelnek. Azonban az ÁBBSZ XVII. fejezet és az érvényben levő kitörésvédelmi utasítások előírásait alaposabban egyeztetni kell ezen technológia lyukfejszerelvényeihez, illetve biztonságtechnikai előírásaihoz.
5. A jövőben a hab-, illetve a gázöblítéses technológiával a tárolóréteg átfúrását csak ott alkalmazzák, ahol

— a tárolóréteg védelme,
— a földtani kifejlődés, valamint
— a beáramlási viszonyok indokolják, és ha
— a lyukfalstabilitás biztonsága megengedi.

IRODALOM

[1] *Lopatin, Ju. Sz.—Elmanov, J. P.—Karlov, R. G.—Pap I.—Rezsőfi A.:* Kísérleti légöblítéses fúrások Bajcsán. Kőolaj és Földgáz *3* 65—73 (1974).
[2] OKGT Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás: Jelentés az *Algyő-536.* fúráspont levegő-, haböblítéses fúrásnál végzett gázjelzésről. Ny. sz. 688/75. Bp. 1975. szeptember 17.
[3] Mélyfúrások napi jelentései és kútkönyvei. OKGT NKFÜ, 1975.
[4] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Kútszerelvény-fejlesztés az OGIL nagykanizsai Eszközfejlesztési osztályán

Mint már arról lapunk hasábjain korábban hírt adtunk, az OGIL nagykanizsai Eszközfejlesztési osztályán az utóbbi évek folyamán intenzív tevékenységet folytattak annak érdekében, hogy az egyre nagyobb mértékben terjedő másodlagos, harmadlagos művelési módszerek bevezetéséhez, az olaj- és gáztermelő kutak üzembiztos működtetéséhez szükséges rétegelválasztó pakkertípusokat kialakítsák.

Az 1972-ben megindult munka eredményeként ma már a hazai technológiai igényeket kielégítő pakkertípusok — a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár sorozatgyártmányaként — az ipar rendelkezésére állnak.

Így lehetővé vált az eddig kizárólag nyugati importból beszerezhető készülékek hazai gyártmányokkal való kiváltása, ami jelentős dollármegtakarítást is jelent a népgazdaságnak.

A fejlesztési munka ilyen szokatlanul gyors realizálódása annak a kollektív tevékenységnek az eredménye, amelynek során a tervezők, gyártók, felhasználók és üzemeltetők, valamint az OKGT illetékes vezetői és műszaki osztályai fontos közös feladatuknak tekintették a probléma mielőbbi megoldását. A fentiek között folyamatos munkakapcsolat alakult ki, amelynek során a tervezői modellkísérletek, üzemi kísérletek megfelelő szervezettségét, azok folyamatos értékelését sikerült lehetővé tenni.

A Dunántúli Kőolajipari Gépgyár 1975-ben a hidraulikus-manipulációs (HM típusjelű), 1976-ban a fúrható-permanens (FP) és a hidraulikus-tömítő (HT) típusainak sorozatgyártását kezdte meg. Ez év végéig összesen mintegy 300 különböző típusú és hazai viszonylatban járatos méretű szerelvény legyártására kerül sor; ezek egy részét elsősorban a DKFV CO_2-besajtolásos programja, más részét pedig a NKFV szelektív, illetve gáztermelő kútkiképzési tervei szerint építik be.

Az FP-pakker elnyerte az idei Budapesti Nemzetközi Vásár díját. Komoly érdeklődés nyilvánult meg a gyártmányok iránt a szovjet, csehszlovák és jugoszláv szakemberek részéről, aminek eredményeként a brünni találmányi kiállításon levő készülékeket Szlovákiában szakembereink irányításával beépítik november folyamán. A szlovák olajipar jelentős tételű rendelést adott fel 1977. évi szállításra.

Az OKGT és az Össz-szövetségi Kőolaj-bányászati Kutató Intézet (VNII) közvetlen együttműködési szerződése alapján a közelmúltban történt megállapodás szerint 1977-ben a Szovjetunióban is kiképezik az első kutakat az OGIL-pakkerekkel.

Horváth Róbert
(OGIL, Nagykanizsa)

Az NKFV számítástechnikai tevékenysége

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat 1971 óta alkalmaz különböző feladatok megoldására számítógépet. Számítógéppel dolgoztat fel több, hosszadalmas mérnöki munkát jelentő műszaki-matematikai számítást és gazdálkodási-nyilvántartási rendszert.

A vállalat adatfeldolgozási rendszerei egymásra épülnek; azonos kódszámrendszereket használnak, közös törzsadatállománnyal dolgoznak, felhasználják a többi rendszer által előállított adathalmazt.

A feldolgozott témák nagy részét a vállalat a NIM IGÜSZI ICL 1903/A számítógépén üzemelteti. Egyre szélesedő körben veszi azonban igénybe a szolnoki SZÜV R—20 számítógépét is.

Bevezetett, rendszeresen üzemeltetett témái közé tartoznak:
— az anyagkészlet és anyagforgalom nyilvántartási rendszere, amely anyaggazdálkodáshoz szükséges információkat is szolgáltat;
— a munkahelyi fogyóeszközkészlet nyilvántartási rendszere;
— a gépjárművek karbantartási, javítási mutatóit és teljesítményadatait figyelő információs rendszer;
— a kutak napi termelési adatait feldolgozó termeléselszámolási rendszer;
— a műszaki célú (rezervoármechanikai, geodéziai, termelési stb.) számítások.

Az elmúlt években a vállalati szakemberek — külső szakértők bevonásával — újabb témák számítógépes szervezését kezdték meg. 1976—77-ben vezetik be a vállalatnál a számítógépes állóeszköz-gazdálkodási és állóeszköz-nyilvántartási rendszert; az állóeszközök karbantartására, javítására fordított munkaórák, anyagok, költségek állóeszköztípusonkénti figyelését biztosító tmk-információs rendszert, valamint a SZEAK (Szegedi Adatgyűjtő és Feldolgozó Központ) mérésadatgyűjtő rendszert. 1978-ban tervezik a béradat-feldolgozási rendszer, a számítógépes személyzeti, munkaügyi adattár és adatfeldolgozási rendszer bevezetését.

A számítástechnikai fejlesztésekről készített távlati tervek szerint a vállalat számítástechnikai szervezetére egyre nagyobb feladatok hárulnak:
— a felhasználók igényei alapján újabb rendszereket kell bekapcsolni a számítógépes feldolgozásba;
— az OKGT egységes irányítási rendszerének kialakítása a vállalati rendszerek módosítását teszi szükségessé;
— el kell végezni az ICL 1903/A számítógépen üzemelő rendszerek ESZR-sorozatú számítógépre való átszervezését és átprogramozását;

(Folytatás a 15. oldalon!)

Az ütközéses nyírás hatása gyenge minőségű bentonitból készült fúróiszapra

GIMPL ELVIRA

Az olajiparban használt ún. fúrós bentonit ütközéses nyírással történő mechanikai feltárására vonatkozó kísérleteinket gyenge minőségű bentonittal végeztük. A mechanikai aktiválás hatására a bentonitiszap diszperzitásfoka megnövekedett, vízleadása a reológiai tulajdonságok egyidejű növekedése mellett csökkent. A minőségjavulás következtében a felhasznált bentonit mennyisége mintegy 20—25 s%-kal csökkenthető. Az adalék anyagok mennyisége nyírás hatására ugyancsak mintegy 20—30 s%-kal csökkenthető. Az emulziós iszapoknál a fokozott minőségjavulás a nyírógép emulgeáló hatásának következtében lépett fel.

A kőolajipari mélyfúrásokhoz használt öblítőiszapokkal szemben támasztott követelmények — a fúrástechnika rohamos fejlődése következtében — egyre növekednek. A kezdetben alkalmazott, természetes agyagásványokból álló öblítőiszapokhoz képest a ma használatosak igen bonyolult kolloid rendszerek. Az öblítőiszap kolloidtulajdonságait átlalában a bentonit, a szükséges fajsúlyt, szilárdanyag-tartalmat, valamint az optimális reológiai tulajdonságokat adalék anyagok biztosítják.

A bentonitcsoportba tartozó agyagásványok — rácsszerkezetükből kifolyólag — erősen hidrofil tulajdonságúak, vizes közegben jelentősen duzzadnak. Térfogatváltozásuk felhasználásuk folyamán lehet igen kedvező, de bizonyos körülmények között kifejezetten káros következményekkel is járhat, pl. a viszkozitás növekedése egy már nem kívánatos értéken túl.

Az öblítőiszap fajsúlyát a folyadékfázisba diszpergált szilárd részek mennyisége adja meg. A szükséges fajsúly beállítását általában barittal végzik.

Igen lényeges az öblítőiszapok szilárdanyag-tartalma, ui. minél kisebb, fúrástechnikai szempontból annál kedvezőbb. A szilárd anyag kellő mértékű diszpergálása a szilárdanyag-tartalom csökkentését teszi lehetővé. Ennek érdekében az iszapokhoz különféle diszpergálószereket adagolnak.

A víztartó képesség az öblítőiszapok egyik jellemző tulajdonsága. Fúráshoz a nagy víztartó képességű iszap a kedvező. A diszperzitásfok növelésével a víztartó képesség általában növekedik, így a diszpergálószerek egyben mint vízleadást gátló szerek is hatnak.

A reológiai tulajdonságok közül fúrástechnikai szempontból a viszkozitásnak van nagy jelentősége. Az iszapokhoz általában viszkozitáscsökkentőket adagolnak.

Az előbb említett adalék anyagokon kívül az emulziós öblítőiszapokhoz gázolajat adagolnak.

A felsorolt adalék anyagokon kívül — fúrástechnikai és számos más szempont figyelembevétele mellett — még sok egyéb adalék anyag szolgál az iszap „optimális" paramétereinek biztosítására.

A Bányászati Kutató Intézetben 1973-ban végzett kutatások tulajdonképpen két irányba terjedtek ki:

1. a gyenge minőségű bentonit reológiai tulajdonságainak javítása úgy, hogy az előkészített bentonitból előállított öblítőiszap a felhasználás folyamán reológiai tulajdonságait egyáltalán ne, vagy csak olyan mértékben változtassa, hogy az a felhasználás folyamán üzemzavarokat ne okozzon;
2. a bentonitnak és a fúróiszapokhoz használt legfontosabb adalék anyagoknak együttes előkészítése által egy fúrástechnikai szempontból jobb minőségű öblítőiszap előállítása.

Az öblítőiszap minőségjavítását a BKI kollektívája által kidolgozott és szabadalmaztatott négylépcsős nyírógéppel, vagyis ütközéses nyírással kívántuk biztosítani.

Bentonitvizsgálatok

Kísérleteinkhez az alábbi minőségi vizsgálati eredményekkel rendelkező bentonitot használtuk:

Nedvesség (140 C°), %	6,3
Iszapolási maradék (DIN 100), %	1,8
Peptizálható rész, %	44,2
Duzzadás (2 g bentonit/100 ml víz)	
kezdeti térfogat, ml	14
24 óra múlva, ml	18
Ásványi összetétel:	
Montmorillonit, %	50
Kaolinit, %	8
Kvarc, %	38
Földpát, %	4

(Megjegyezzük, hogy jelenleg érvényes magyar szabvány a bentonitvizsgálatokra nincs, vizsgálatainkat az MNOSZ 17 746—53R előírásai szerint végeztük.)

A 6 s%-os bentonitdiszperzió jellemzői:

Vízleadás (30′), ml	23,5
Látszólagos viszkozítás (FANN), cP	5,4

A bemutatott vizsgálati eredmények alapján a bentonitot igen gyenge minőségűnek mondhatjuk, ui. a bentonitok haszonásványa: a montmorillonit — a röntgenderivatográfos meghatározás szerint — az ásványi anyagnak csak a fele. Az egyéb vizsgálatok is ezt támasztják alá, mivel a 6 s%-os diszperzió minősége a hivatkozott előírás maximálisan megadott vízleadás- és minimálisviszkozítás-értékeit nem éri el (a megengedett maximális vízleadás 16 ml, a minimális viszkozítás 10 cP).

1. táblázat

Megnevezés	Bentonitdiszperzió s%-ban					
	5		6		8	
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
Előírás szerint	4,5	25,1	5,4	23,5	10,6	20,9
Nyírási idő 6 perc	5,9	24,6	8,1	22,6	15,2	18,9
10 s%-os konc. 3 perc híg konc. nyírás 3 perc	6,6	23,0	9,1	20,7	18,0	17,1
15 s%-os konc. 3 perc híg konc. nyírás 3 perc	7,0	21,4	10,0	19,5	17,1	16,8
20 s%-os konc. 3 perc híg konc. nyírás 3 perc	7,2	20,9	8,9	19,4	15,0	17,1

A bentonitkoncentráció növelésével a vízleadás ugyan csökkenthető, de még a 8 s%-os diszperzió 20,8 ml-es vízleadása sem éri el a maximálisan megengedett értéket; viszkozitása 10,6 cP, már az előírásnak megfelel. A szilárdanyag-tartalom további növelésével természetesen a maximálisan megengedett vízleadást el lehetett érni, de a koncentráció növelése a viszkozitás olyan mértékű növekedéséhez vezetett, mely már fúrástechnikai szempontból nem kívánatos.

Ezek a vizsgálati adatok feladatunkat is lehatárolták. Ütközéses nyírással az 5—8 s% közötti szilárdanyag-tartalmú diszperziók minőségét kell javítanunk, legalább olyan mértékben, hogy az előírt maximális vízleadás és minimális viszkozitás értéknek megfeleljen.

Az előzőkben megadott szilárdanyag-intervallumon belül a bentonitiszapra vonatkozó kutatómunka három irányba terjedt ki:

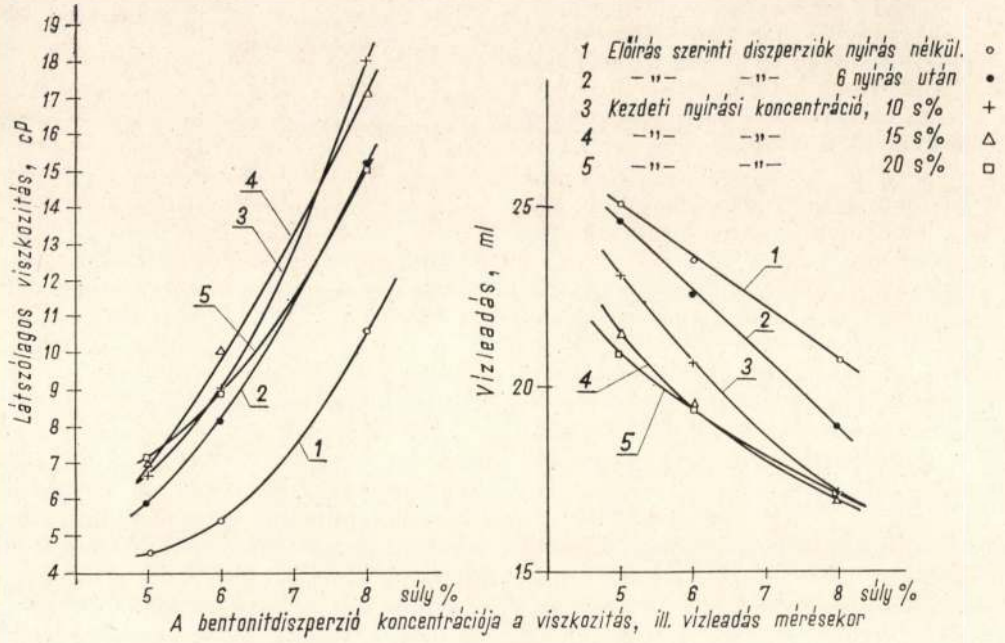
a) változó szilárdanyag-tartalmú iszapok vizsgálata azonos nyírási idő mellett;

b) azonos szilárdanyag-tartalmú iszapok vizsgálata változó nyírási idő mellett;

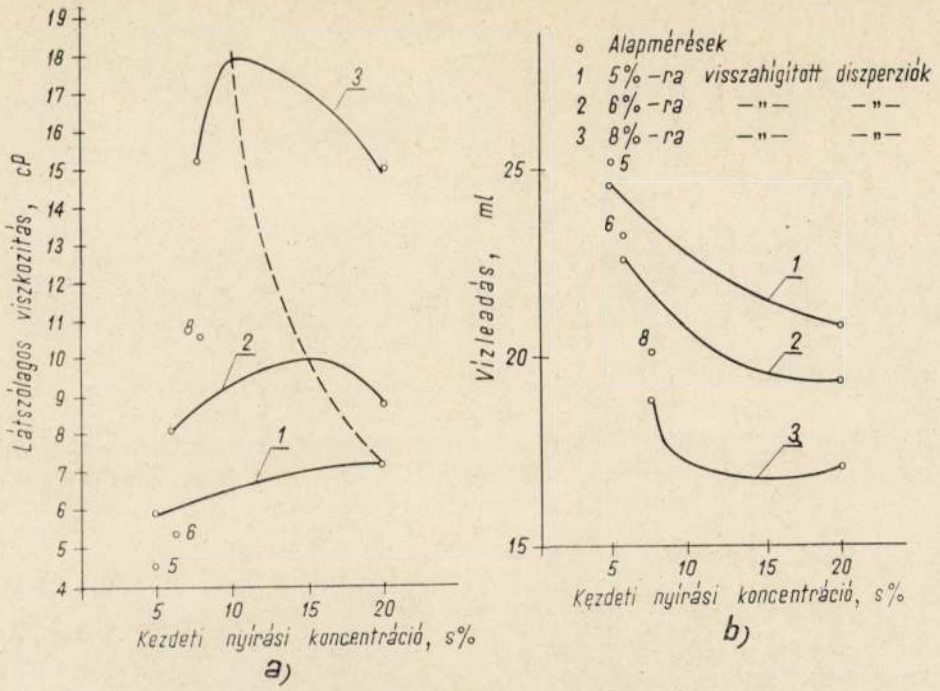
c) a reológiai tulajdonságok vizsgálata az iszap tárolási idejének függvényében.

Első kísérletsorozatunknál a nyírási idő állandó, 6 perc volt. Ebből 3 percig nagyobb koncentrációban kezeltük az iszapot, és 3 percig a megfelelő hígításban „utónyírtuk" a diszperziókat. A kezdeti koncentráció 10, 15, illetőleg 20 s% volt (nagyobb koncentrációban a nyírógép jelenlegi konstrukciója mellett nem tudtunk dolgozni), a visszahígítás mindig 5, 6, illetőleg 8 s%-ra történt. Természetesen az 5, 6, és 8 s% szilárdanyag-tartalmú iszapok 6 perces nyírását is elvégeztük. A kisérleti eredmények értékelésének megkönnyítésére szolgálnak az 5, 6 és 8 s% szilárdanyag-tartalmú diszperziók előírás szerinti vizsgálataiból származó adatok. Az értékelést a vizleadás és a látszólagos viszkozitás alapján végezzük *(1. táblázat)*.

Az eredeti 5, 6 és 8 s%-os diszperziók viszkozítása a 6 perces nyírás hatására rendre 1,4—2,7—4,6 cP-zal növekszik, vízleadása rendre 0,5—0,9—1,9 ml-rel csökken. Ennél kedvezőbb értékeket mutat a kezdetben 10—15—20 s% koncentrációban nyírt, majd megfelelően visszahígított iszapok viszkozitása és vízleadása *(1. ábra)*.



1. ábra
A látszólagos viszkozitás és a vízleadás változása különböző kezdeti nyírási koncentrációknál a visszahígítás függvényében



2. ábra
a) — a látszólagos viszkozitás optimális értéke a kezdeti nyírási koncentráció függvényében;
b) — vízleadás a kezdeti nyírási koncentráció függvényében

A vizsgálati eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy egy adott s%-ú diszperzió viszkozítása 1,6—1,8-szeresére növelhető, vízleadása 0,84—0,81-szorosára csökkenthető előzetes, optimális körülmények között végzett nyírással. Az optimumok — a *2. ábrán* bemutatott maximum-, illetve minimumgörbékről is leolvashatóan — az alábbiak szerint alakulnak:

Előállítandó diszperzió, súly%	5	6	8
Kezdeti optimális nyírási koncentráció, súly%	20	15	10

A viszkozitás és vízleadás értéke ugyanis nemcsak a kezdeti nyírásnál alkalmazott nagyobb koncentrációnak, hanem a visszahígítás mértékének is függvénye.

A nyírási idő változásának hatását a viszkozitás és vízleadás értékeire, 15 s%-os koncentrációban 3, 5 és 10 perces nyírási idők mellett, majd a megfelelő töménységre — 5, 6 és 8 s%-ra — hígítva 3 perces utónyírás mellett vizsgáltuk. A nyírási idő növelésével a vízleadás azonban csökkent, a látszólagos viszkozitás csak a 8 s%-ra visszahígított bentonitiszapnál változott *(2. táblázat)*.

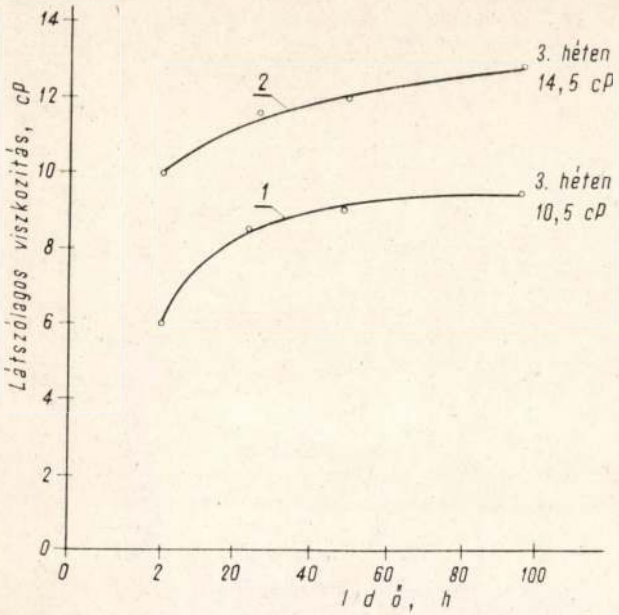
A nyírási idő növelése a nyírógép teljesítménycsökkenéséhez vezet. A teljesítménycsökkenés árán elérhető minőségjavítás gazdaságosságát a felhasználás körülményei szabják meg.

A bemutatott vizsgálati adatokból jól látható, hogy a 15 s%-os koncentrációban 10′-ig nyírt, majd 6 s%-ra visszahígított és további 3′-ig nyírt bentonitiszap viszkozitásának és vízleadásának optimális értékei megfelelnek a hivatkozott előírás szerint készített 8 s%-os iszap viszkozitás- és vízleadásértékeinek. Ez 25 s%-os szilárdanyag-tartalom csökkenést jelent, mely a nyírás következtében létrejövő diszperzitásnövekedés következménye. A kitűzött, maximálisan 16 ml-es vízleadásértéket azonban csak 8 s%-os szilárdanyag-tartalom és 17,5 cP viszkozitás mellett értük el.

Az ütközéses nyírásnak kitett valamennyi iszapot, illetőleg az iszapok reológiai tulajdonságainak változását vizsgáltuk a tárolási idő függvényében. Mind az előírás szerint készített, mind a nyírt iszapok viszkozitása 3 hétig változott, majd ezután egy stabil értékre beállt. A *3. ábrán* bemutatott *1* jelzésű görbe egy 6 s%-os koncentrációban ugyancsak 3 percig nyírt ben-

2. táblázat

Megnevezés	Bentonitdiszperzió s%-ban					
	5		6		8	
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
15 s%-os konc. 3 perc híg konc. 3 perc nyírás	7,0	21,4	10,0	19,5	17,1	16,8
15 s%-os konc. 5 perc híg konc. 3 perc nyírás	6,8	20,4	7,3	18,9	17,5	16,1
15 s%-os konc. 10 perc híg konc. 3 perc nyírás	7,0	19,6	9,8	17,3	18,4	14,8



3. ábra
A látszólagos viszkozitás változása az idő függvényében

tonitiszap viszkozitásértékeinek változását adja a tárolási idő függvényében. A 6 cP-ról induló, nyírás nélküli bentonitiszap viszkozitása 48 óra múlva 9 cP volt, a harmadik héten elérte a maximális 10,5 cP értéket, majd tovább nem változott. A nyírt bentonitiszap viszkozitása 10 cP-ról indult, 48 óra múlva 12 cP-ra, majd a harmadik héten 14,5 cP-ra növekedett. Ez azt bizonyítja, hogy az iszap időbeli változásának sem nagyságát, sem időtartamát ütközéses nyírással befolyásolni nem lehet; nem pedig azért, mert a diszperzió reológiai tulajdonságainak időbeli változása az anyagszerkezet időbeli változásának következménye. A bentonitban levő montmorillonit ui. lemezes szerkezetű; vizes közegben a lemezek közé vízmolekulák hatolnak be, és ez okozza a duzzadást. A vízmolekulák behatolása a szerkezetbe azonban időbeli folyamat, melyet ütközéses nyírással — mint már említettük — befolyásolni nem lehet.

Adalék anyagok hatása a bentonitiszapra

Az adalék anyagokat 6 s%-os bentonitiszaphoz adagoltuk. Súly%-os mennyiségük mindig a bentonitra vonatkozik. Valamennyi kísérletnél 15 s%-os koncentrációban 3 percig nyírtuk az iszapokat az adalék anyagokkal együtt.

Kísérleteinkhez az alábbi adalék anyagokat használtuk:

CC—16 (humáttartalmú adalék),
ferrokróm-lignoszulfonát,
karboxi-metil-cellulóz (CMC),
bárium-szulfát.

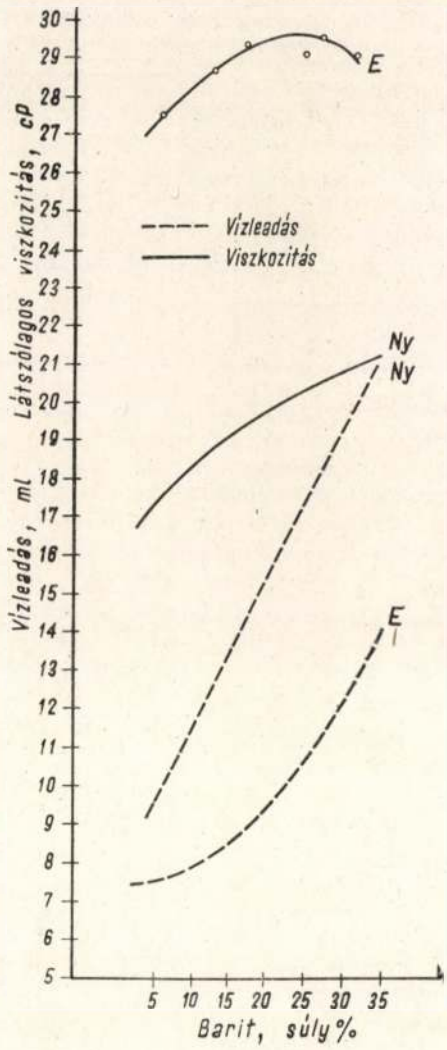
A felsorolt adalékokon kívül az emulziós iszapokhoz még gázolajat is használtunk.

Kísérleti eredményeink értékelési alapjául a látszólagos viszkozitás és a vízleadás mért értékei szolgálnak. Az adalék anyagok hatását külön-külön, majd együttesen is vizsgáltuk.

3. táblázat

Adalék anyag megnevezése és mennyisége súly %	Előírás szerint		Nyírás után	
	vizsgálva			
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
CC-16-adagolás				
0,2	3,5	22,8	4,5	17,4
0,4	3,5	25,2	4,5	17,6
0,8	3,6	28,8	3,5	19,2
Ferrokróm-lignoszulfonát				
0,2	3,0	25,6	4,0	16,0
0,4	3,0	25,6	3,0	16,0
0,8	2,5	25,2	2,5	16,6
Karboxi-metil-cellulóz				
0,2	7,0	15,6	10,0	12,2
0,4	7,5	12,0	11,5	11,4
0,8	8,5	8,6	12,5	8,8

A viszkozitás csökkentő CC—16-ot és a ferrokróm-lignoszulfonátot, valamint CMC-t 0,2, 0,4 és 0,8 s% mennyiségben adagoltuk. A viszkozitáscsökkentők a



4. ábra
A vízleadás és a viszkozitás változása a baritadagolás függvényében

bentonitiszap 5,4 cP értékű látszólagos viszkozitását 2,5—3,5 cP-ra csökkentik, de a 23,5 ml-es vízleadás értékét 25—29 ml-re növelik *(3. táblázat)*. Ha a diszperziót az adalékkal együtt nyírjuk, akkor a viszkozitás 2,5—4,5 cP közötti értéket vesz fel, a vízleadás azonban az előző növekedéshez képest az előírt minimális 16 ml-re csökken. A két viszkozitáscsökkentő közül a ferrokróm-lignoszulfonát valamivel talán hatásosabb, mert már 0,2 s%-ban történő adagolással is jelentős minőségjavulást okoz. A viszkozitáscsökkentők mennyiségi növelésével a minőségjavulás nincs arányban.

A CMC-adagolás hatására a viszkozitás 5,4 cP-ról 7—8,5 cP-ra növekedik, a vízleadás 23,5 ml-ről az előírt 16 ml alá csökken. Nyírás hatására a viszkozitás 10—12,5 cP-ra növekedik a vízleadás kis mértékű csökkenése mellett.

Két adalék anyag együttes adagolása mellett, nyírás hatására a viszkozitás növekedik, a vízleadás csökken *(4. táblázat)*. Például 10 ml-es vízleadás eléréshez — ha az iszapot nyírjuk — 0,2 s% viszkozitáscsökkentő és 0,4 s% CMC adagolása szükséges. Nyírás nélkül ezt a vízleadást csak 0,6 s% CMC adagolása mellett érjük el. A 0,2 s%-os CMC-mennyiség, mellyel csökkenteni lehetett az adagolást, kicsinek tűnik, de m^3 iszapra vonatkoztatva már 2 kg mennyiséget jelent.

4. táblázat

Adalék anyag megnevezése és mennyisége súly %	Előírás szerint		Nyírás után	
	vizsgálva			
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
CC-16+CMC				
0,2+0,2	4,5	15,0	6,5	11,8
0,2+0,4	5,5	12,6	7,0	9,6
0,2+0,8	8,0	8,6	9,0	8,6
0,4+0,2	4,5	17,6	5,5	13,6
0,4+0,4	4,5	12,4	6,0	9,8
0,4+0,8	6,5	9,6	7,5	8,6
0,8+0,2	3,5	14,8	4,5	13,0
0,8+0,4	4,0	11,6	4,5	11,2
0,8+0,8	6,0	8,4	6,5	8,0
Ferrokróm-lignoszulfonát+CMC				
0,2+0,2	4,0	13,2	5,0	12,2
0,2+0,4	5,0	12,0	6,0	10,0
0,2+0,8	6,5	9,2	8,5	8,2
0,4+0,2	4,0	14,8	4,0	12,6
0,4+0,4	4,5	13,8	4,5	10,6
0,4+0,8	6,0	9,8	6,0	8,0
0,8+0,2	3,5	15,4	3,5	13,6
0,8+0,4	4,0	12,2	4,0	10,6
0,8+0,8	5,5	9,2	6,0	7,6

A barit és a gázolaj bentonitiszapra gyakorolt hatását önmagában, minden egyéb adalék anyag nélkül vizsgáltuk. Bárium-szulfát-adagolás hatására a 6 s%-os bentonitiszap 23,5 ml-es vízleadása megnő, mégpedig kb. 25 s% $BaSO_4$ mennyiségig növekvő mértékben, majd a fölött a mennyiség fölött egy kissé csökkenő értékkel. A viszkozitás 5,4 cP-ról az adagolási mennyiséggel egyenes arányban növekedik *(5. táblázat* és

5. táblázat

$BaSO_4$-adagolás s%-ban	Előírás szerint		Nyírás után	
	vizsgálva			
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
5	7,5	27,2	9,4	17,4
10	7,8	28,2	11,9	18,4
15	8,4	29,0	13,4	19,2
20	9,3	29,5	15,3	19,8
25	10,5	29,6	17,3	20,3
30	12,0	29,3	19,2	20,8

4. ábra). Nyíráskor a vízleadás mintegy 10 ml-t csökken, majd a $BaSO_4$ növekvő adagolási mennyiségével kismértékben fokozatosan növekedik. Az előírás szerint készített iszaphoz képest a nyírt bárium-szulfátos iszap viszkozitása nagymértékben megnövekedett.

A gázolajjal együtt nyírt iszap *(6. táblázat)* mind

6. táblázat

Gázolaj-adagolás tf%-ban	Előírás szerint		Nyírás után	
	vizsgálva			
	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml	Látszólagos viszkozitás cP	Vízleadás ml
6	6,0	21,8	10,0	16,0
8	6,5	23,4	10,0	15,0
10	7,0	24,2	11,0	15,6

vízleadás, mind viszkozitás szempontjából nagymértékű javulást mutatott az előírás szerint készített iszap vizsgálati adataihoz viszonyítva. Valószínű, hogy a nyírógép ebben az esetben a nyíróhatáson túl mint emulgeátor is működött, és ez okozta a fokozott minőségjavulást.

A bemutatott kísérleti adatok egyértelműen bizonyítják, hogy öblítőiszapoknak a minőségjavítását ütközéses nyírással el lehet érni. Az általunk használt igen gyenge minőségű iszap esetében is az öblítőiszap bentonittartalmát 25 s%-kal csökkenteni lehetett. Az adalék anyagok mennyisége is csökkenthető a nyírás következtében fellépő diszperziónövekedés folytán.

Folytatás a 10. oldalról!)

— korszerűsítésre szorul a vállalat központja és az üzemek közötti adatforgalom;
— fel kell készülni egy 1980-ban felszerelendő R—22 típusú saját számítógép fogadására és leterhelésére.

A fenti feladatok szervezési és programozási részét a vállalat saját számítástechnikai szervezetével kívánja megoldani. A megvalósításhoz a személyi feltételek biztosítva vannak. A számítástechnikai területen foglalkoztatott 36 dolgozó közül 31 rendelkezik számítástechnikai végzettséggel. Ezenkívül csaknem ugyanennyi — más munkaterületen foglalkoztatott — dolgozónak van számítástechnikai végzettsége.

A technikai feltételeket az elkövetkezendő években teremti meg a vállalat. A gépi háttér kialakítása, az adatrögzítő berendezések tervszerű kiváltása, a távadat-átviteli hálózat kialakítása az előre meghatározott ütemben valósul meg.

Czibulka Péterné
okl. közgazda
(NKFV, Szolnok)

Kétfázisú függőleges áramlási elméletek alkalmazhatóságának vizsgálata

TAKÁCS GÁBOR

A cikk a függőleges, kétfázisú áramlás nyomásveszteségének számítására világszerte alkalmazott módszerek alkalmazhatóságát elemzi. A korrelációk rövid ismertetése és a felhasznált alapadatok bemutatása alapján megállapítja, hogy az egyes számítási módszerek pontossága különböző áramlási viszonyok között eltérő. Az eddig publikált irodalmi összehasonlító vizsgálatok bemutatott adatai is ezt igazolják, így adott feladat megoldásához ezek eredményei közvetlenül nem hasznosíthatók.

Konkrét termeléstechnológiai feladat megoldására az optimális függőleges kétfázisú áramlási elmélet kiválasztásának két alapvető feltétele van: 1. a módszerek számítógépi programja; 2. jelentős mérési adatbázis. Ennek érdekében a szerző 10 áramlási elmélet számítógépi programját készítette el, és egy mérési adatbankot állított fel. Egy konkrét alkalmazhatósági vizsgálat eredményeinek ismertetése után javaslatot tesz az optimális áramlási elmélet kiválasztására bemutatott módszer továbbfejlesztésére.

Bevezetés

A kutakból történő folyadékkiemeléssel foglalkozó olajmérnök szinte minden műszaki problémájánál előforduló feladat a függőleges csőben áramló kétfázisú keverék nyomásveszteségének meghatározása. Csupán a nyomásveszteség, illetve a cső menti nyomáseloszlás ismeretében lehet a folyadékkiemelés paramétereit meghatározni, az üzemviszonyokat előre tervezni, valamint optimalizálni. Ily módon a függőleges áramlás nyomásveszteségének meghatározása nemcsak műszaki szempontból fontos, hanem jelentős gazdasági hatása is van az egyes kutak, illetve teljes mezők termelési életére.

A nyomásveszteség-számítás lehetséges alkalmazási területeit nem részletezve, csupán felsorolásban ezek közül a legfontosabbak a következők: a felszálló termelés megszűnésének meghatározása; a felszálló termelés optimalizálása; a segédgázos termelés szinte minden műszaki számítása.

A vázolt problémák jelentősége miatt a megfelelően pontos nyomásveszteség-számítási módszerek meghatározására az olajipar világszerte jelentős energiát fordított. A több évtizedre visszatekintő, ma sem lezárt folyamat eredményeként ez idő szerint a korrelációk száma egy tucat körül van. A kezdeti, sok elhanyagolást és feltételezést alkalmazó, egyszerű fizikai modelleken alapuló módszereket a 60-as évektől egyre bonyolultabb, szélesebb körben alkalmazható eljárások követték. A jelenleg korszerűnek tekintett módszerek az áramlási jelenségek fizikai törvényszerűségeit meszszemenőleg figyelembe veszik Alapvető jellemzőjük, hogy a gázfázis előresiklásának hatását egzakt mó-

Sorszám	Szerző	Év	Csoport	Adatok	Cső-hossz m	Névleges csőátmérő 1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	Cső-köz	Víz-tartalom %	Összes mérés
1.	Moore – Wilde	1931	II.	Laboratórium	20,7				X		X	X	X	X			0,0 és 100,0	144
2.	Krilov	1949	II.	— " —	20					X		X			X		100,0	
3.	Poettmann – Carpenter	1952	I.	Üzemadatok	316 ÷ 3240						X	X	X				0,0 ÷ 98,0	49
4.	Gilbert	1954		— " —					X	X	X	X	X				0,0	
5.	Baxendell	1958	I.	— " —												X		50
6.	Baxendell – Thomas	1961	I.	Üzemi kísérl.	1800							X	X				0,0	25
7.	Ros	1961	III.	Laboratórium	10	3,2; 8,02 és 14,23 cm belső átmérőjű csövek										X	0,0 és 100,0	4000
8.	Griffith – Wallis	1961		— " —	5,4	X	X	X									100,0	33
9.	Fancher – Brown	1962	I.	Üzemi kísérl.	2400						X						95,0	106
10.	Gaither és társai	1963	I.	— " —	300			X	X							X	100,0	139
11.	Hagedorn – Brown I.	1964	I.	— " —	450				X								0,0 és 100,0	175
12.	Hagedorn – Brown II.	1965	II.	— " —	450	Felhasználta 9. és 11. adatait											0,0 és 100,0	581
								X	X	X	X							
13.	Orkiszewski	1967	III.	Üzemadatok	820 ÷ 1430	Felhasználta 11. adatait											0,0 és 100,0	195
									X					X				
14.	Olajtermelési Tsz.	1969	II.	— " —	1800							X					0,0	47
15.	Aziz és társai	1972	III.	Laboratórium				X									100,0	
16.	Beggs – Brill	1973	III.	Üzemi kísérl.	13,5			X		X							100,0	584

1. ábra
A függőleges kétfázisú áramlási elméletek kidolgozásához felhasznált mérési alapadatok főbb jellemzői

don számítják, amit a korábbi módszerekben csupán közelítőleg vagy egyáltalán nem tudtak leírni.

Az előzőekben vázolt fejlődési folyamat követhető a korrelációk csoportosítási kritériumaiban is, amelyek a következők:

I. csoport: *1.* Nem különböztet meg áramlási rendszereket.
2. A siklás hatását nem veszi figyelembe.
3. A veszteségeket egyetlen empirikus veszteségtényezővel írja le.

II. csoport: *1.* Nem különböztet meg áramlási rendszereket.
2. A siklást figyelembe veszi az áramlási sűrűség számításakor.
3. A súrlódási veszteségeket a keverék jellemzői alapján számítja.

III. csoport: *1.* Az áramlási rendszereket megkülönbözteti.
2. A siklást figyelembe veszi.
3. A súrlódási veszteségeket általában a folyamatos fázis jellemzői alapján határozza meg.

A fontosabb elméletek beosztása ezen csoportokba a később részletesen ismertetendő *1. ábrán* látható.

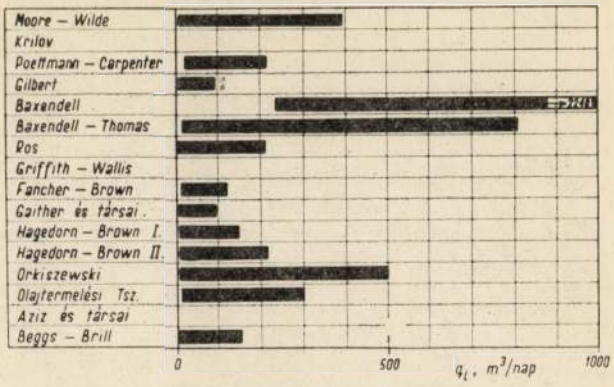
A nyomásveszteség-számítás pontosságának elemzése

A mért és a számított nyomásveszteség eltérésének lehetséges okai

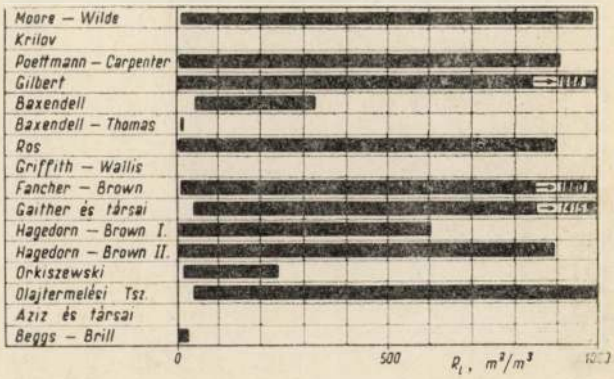
Egy üzemelő olajkútban mért nyomásveszteség és a valamely áramlási elmélettel számítható érték általában különbözik. Az eltérések számos lehetséges oka közül a részletes elemzés előtt jelentősége miatt ki kell emelni annak hatását, hogy az elméleteket egymástól eltérő fizikai feltételek mellett fejlesztették ki.

Az ismertebb függőleges kétfázisú áramlási elméletek kísérleti alapadatainak főbb jellemzőit az *1. ábra* mutatja. Az adatok három típusúak lehetnek: laboratóriumi vagy üzemi méretű kísérletek eredményei, vagy pedig üzemi rutinmérések adatai. A vizsgált csőhosszak, átmérők, valamint folyadékok jellemzőin kívül az ábra tartalmazza még a mért összes nyomásváltozási görbe számát is. Mint az *1. ábrából* kitűnik, a különböző elméleteknél felhasznált alapadatok rendkívül eltérő fizikai viszonyokat tükröznek. Az adatok különbözőségét két további oldalról világítja meg a *2.* és *3. ábra.* Ezeken a különböző elméletek esetében a vizsgált q_l folyadékhozam és R_l gáz—folyadék viszony tartományai láthatók.

Az előzőekből egyértelműen belátható, hogy a különböző korrelációk egymástól jelentősen eltérő viszonyokon (átmérők, hozam-, gáz—folyadék viszony tartományok stb.) alapulnak. Az eredeti tartományokon kívül alkalmazva, az elméletek ezért gyakran jelentősen hibás eredményeket adnak. Ennek ellenére általában minden módszert szélesebb tartományokban használnak, mint amelyre készült. Jól mutatja ezt a tendenciát a *Duns—Ros*-elmélet használata, amelyet laboratóriumi viszonyok között dolgoztak ki. Hasonló módon a *Hagedorn—Brown* II.-módszer alkalmazása is elterjedt minden termelőcsőméretbe, bár eredetileg kis csőátmérőkre fejlesztették ki.



2. ábra
A különböző áramlási elméletek alapadatainak folyadékhozam-tartományai



3. ábra
A különböző áramlási elméletek alapadatainak gáz—folyadékviszony tartományai

Mint korábban megállapítottuk, a mért és számított nyomásveszteség eltérésének számos oka lehet, amelyeket részletes elemzés alapján a következő csoportokra lehet felosztani.

a) Az elmélet fizikai modelljének jellegzetességei:

(i) A siklás figyelembevétele bizonyos áramlási viszonyok között rendkívül fontos. Ilyen esetekben a homogén áramlási modellen alapuló elméletek (pl. *Poettmann—Carpenter* és továbbfejlesztései) jelentős hibát adhatnak.

(ii) Az áramlás fizikai folyamatai a különböző áramlási rendszerekben alapvetően eltérhetnek, ezt a számítási módszerekben is figyelembe kell venni.

b) Korrelációs módszerek alkalmazásából eredő hibák:

A szinte minden elméletben alkalmazott empirikus összefüggések csak az eredeti viszonyok mellett érvényesek, eltérő áramlási viszonyoknál a leírás pontossága csökken. Például az *Orkiszewski* által a siklási sebesség meghatározására használt *Griffith—Wallis*-összefüggést $^1/_2''$—1″ átmérőkhöz, víz—levegő rendszerre fejlesztették ki.

c) A fluidumok termodinamikai paramétereinek meghatározására használt módszerek hibái:

(i) Rendelkezésre álló mérések hiányában a gáz, olaj és víz termodinamikai paramétereit gyakran az olajiparban általánosan használt korrelációkkal határozzák meg. Ez a megoldás feltétlenül növeli a számítási hibát, sőt egyes szerzők szreint [1] döntő hatású lehet.

(ii) Vizes olaj termelésekor a folyadékfázis paramétereinek meghatározására közelítő módszereket alkalmaznak pontosabb eljárások hiányában.

d) Figyelembe nem vett viszonyok hatása:
Rendkívüli körülmények: emulzióképződés, paraffinosodás hatását egyik módszer sem tudja leírni, ilyen esetekben a számítások megbízhatósága általában jelentősen csökken

e) Az összehasonlításhoz felvett mérési adatok hibái:
Az áramlási elméleteket ellenőrzött, pontos mérések felhasználásával dolgozták ki. Ha a számításhoz szükséges paraméterek (nyomás-, hozam-, hőmérséklet- stb. értékek) pontossága adott esetben jelentősen eltér az eredetitől, a számított nyomásveszteség hibáját részben a pontatlan adatok okozzák.

A fenti körülmények részletes elemzése alapján a függőleges kétfázisú áramlás nyomásveszteség-számítási pontosságának növelésére számos fontos következtetést lehet levonni, amelyek ismertetésére azonban itt nem térünk ki.

Publikált összehasonlító vizsgálatok eredményei

A nyomásveszteség-számítási módszerek alkalmazhatóságát, pontosságát számos szerző vizsgálta különböző viszonyok között. Az itt közölt *1. táblázat* az ismertebb vizsgálatok eredményeit tartalmazza. Az irodalmi források hiányos adatközlése miatt az egyes módszerek pontosságának a következő statisztikai jellemzőit lehetett reprodukálni:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{N} d_i}{N} 100 \quad \text{átlagos eltérés;}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (d_i - d)^2}{N-1}} 100 \quad \text{tapasztalati szórás;}$$

ahol N a vizsgált esetek száma.

A nyomásveszteség-számítás hibáját az alább definiált módon számított eltéréssel jellemeztük:

$$d_i = \frac{\Delta p_m - \Delta p_{sz}}{\Delta p_m} 100,$$

ahol

Δp_m a mért nyomásveszteség a kútban;
Δp_{sz} az adott módszerrel számított nyomásveszteség.

1. táblázat

A függőleges kétfázisú áramlási elméletek pontossági jellemzői irodalmi források szerint

Áramlási elméletek		Irodalmi források						
		[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Poettmann—Carpenter	*d*				6,3	−107,3		
	σ				9,4	195,7		
	N				76	726		
Baxendell—Thomas	*d*				1,8	−108,3		
	σ				6,4	195,1		
	N				76	726		
Fancher—Brown	*d*					−5,5		
	σ					36,1		
	N					726		
Hagedorn—Brown II.	*d*	0,7	17,8	16,2	3,9	−1,3		
	σ	24,2	25,9	26,6	17,7	26,1		
	N	148	44	38	76	726		
Duns—Ros	*d*	2,4	−0,61	2,1		−15,4		
	σ	27,0	21,7	19,9		50,2		
	N	148	44	38		427		
Orkiszewski	*d*	−0,8	−2,6	−2,1	0,1	−8,6		−2,4
	σ	10,8	21,1	19,8	9,7	35,7		16,2
	N	148	44	47	65	726		35
Aziz és társai	*d*			−4,4			8,2	−9,9
	σ			19,6			34,7	13,9
	N			48			726	35
Chierici és társai	*d*						−42,8	
	σ						43,9	
	N						726	
Beggs—Brill	*d*						−17,8	−3,4
	σ						27,6	7,4
	N						726	35

2. táblázat

A függőleges kétfázisú áramlási elméletek pontossági jellemzői az algyői olajmező viszonyai mellett

Áramlási elméletek	[9]; $N=17$			[10]; $N=10$		
	d	d_a	σ	d	d_a	σ
Poettmann—Carpenter	−7,6	10,6	17,9	6,1	7,2	7,5
Baxendell—Thomas	−6,9	10,2	17,3			
Fancher—Brown	−4,4	10,9	17,4			
Hagedorn—Brown II.	11,9	17,4	21,8			
Olajtermelési Tanszék	−12,2	13,4	22,2	−2,3	4,4	4,5
Duns—Ros	−5,0	7,2	12,9	3,5	4,0	4,9
Orkiszewski	−7,8	10,8	19,3	4,5	6,7	6,8
Aziz és társai	−9,9	11,1	19,2	−1,0	4,0	4,8
Chierici és társai	−8,6	10,9	22,3	−3,0	5,2	5,5
Beggs—Brill	−5,7	9,9	17,6			

A bemutatott táblázat az összehasonlításokat végző szerzők szerint tartalmazza a vizsgált korrelációkkal elért százalékos átlagos eltéréseket, szórásokat és a vizsgált esetek számát is. Pozitív hiba a mértnél kisebb számított nyomásveszteséget jelent, negatív hiba a számítási eljárás túlbecslését jelzi.

Az *1. táblázatból* kitűnik, hogy a különböző szerzők az egyes módszerek pontosságára jelentősen eltérő eredményeket adnak meg. Ennek okai a vizsgált áramlási viszonyok eltérősége, a fluidumok termodinamikai paramétereinek szerzőnként esetleg eltérő számítása, programozási sajátságok stb. lehetnek. Mindezek miatt a közölt pontossági jellemzőket kellő kritikával kell fogadni. Az általánosítások veszélyét jól mutatja a [6] és [7] szerinti elemzés, amelyben az összehasonlítás céljára felvett 726 mérési adatból 346 *Hagedorn—Brown* kísérleteiből származik. Minthogy az alapadatoknak csaknem fele korábban a *Hagedorn—Brown* II. korreláció kidolgozására volt felhasználva, a szerzők (előre látható módon) legpontosabbnak a *Hagedorn—Brown* II.-módszert találták (lásd még a [6] utáni hozzászólást).

Az adott viszonyoknál legpontosabb elmélet kiválasztása

Az előzőek alapján egyértelműen megállapítható, hogy nincs olyan nyomásveszteség-számítási korreláció, amely az összes előforduló viszonyok mellett általánosan alkalmazható lenne. Nincs értelme tehát azt állítani, hogy egyik vagy másik módszer pontosabb valamelyiknél, ha nem közöljük, hogy milyen áramlási viszonyok között. Mivel nincs „legpontosabb" elmélet, ezért egy konkrét üzemi feladat megoldásakor azt kell meghatározni, hogy *adott tartományokban* melyik módszer adja a legkisebb számítási hibát. Ezt az eljárást a vizsgált viszonyoknál optimálisnak lehet tekinteni. A gyakorló olajmérnök viszonyát a függőleges kétfázisú áramlási elméletekhez ennek a megfontolásnak kell meghatározni.

Az áramlási elméletekben alkalmazott komplex számítási módszerek gyakorlatilag feltételezik az elektronikus digitális számítógépek használatát. A különböző módszerek alkalmazhatósági vizsgálatának ezért alapvető feltétele a korszerű elméletek számítógépi programja. Ebből a célból a szerző FORTRAN-programokat készített [9] a következő számítási módszerekre:

1. *Poettmann—Carpenter,*
2. *Baxendell—Thomas,*
3. *Fancher—Brown,*
4. *Hagedorn—Brown II.,*
5. Olajtermelési Tanszék,
6. *Duns—Ros,*
7. *Orkiszewski,*
8. *Aziz* és társai,
9. *Chierici* és társai,
10. *Beggs—Brill.*

A számítógépi programok birtokában az optimális elmélet kiválasztásához ezután olyan mérési adatbázis szükséges, mely a későbbi alkalmazásnak megfelelő tartományokat fedi. Megfelelő számú és pontosságú ilyen adat felhasználásával a különböző elméletekkel számított pontossági jellemzők statisztikai elemzése után kiválasztható az optimális nyomásveszteség-számítási módszer.

Az áramlási elméletek vizsgálata céljából az NME Olajtermelési Tanszékén függőleges áramlási mérési adatbankot állítottunk fel. Az adatbankban csaknem 400, irodalmi forrásból eredő nyomásveszteség-mérés szerepel, hazai adatokkal való kiegészítése folyamatban van. A megfelelően pontos adatokkal végzett számos elemzés közül egy vizsgálat főbb eredményeit a következőkben ismertetjük.

Ezen vizsgálat célja az algyői olajmező viszonyai között az áramlási elméletek vizsgálata volt. A megoldás során először az adatbankból egy kiválasztóprogrammal azokat a mérési adatokat vettük ki, amelyek a mező tényleges viszonyait legjobban megközelítették. Az ezeken elvégzett számítások eredményeit a különböző áramlási elméletek esetében a *2. táblázat* mutatja be. A közölt statisztikai jellemzők a korábban bemutatott összefüggésekkel számított átlagos eltérés, átlagos abszolút eltérés és szórás értékei.

A *2. táblázat* tartalmazza továbbá a [10] szerinti összehasonlító vizsgálat eredményeit is. Ezeket az algyői mező 10 kútjában végzett kísérleti adatok felhasználásával határozták meg.

A két vizsgálat eredményei alapján úyy tűnik, hogy a *Duns—Ros*-módszer alkalmazása adja a legponto-

sabb eredményeket. A számítási pontosságok azonban számos elméletnél csaknem azonosak, ezért az optimális áramlási elmélet kiválasztását nem lehet kellő biztonsággal elvégezni. Az egyértelmű állásfoglalás érdekében a mérési adatok számának növelése feltétlenül szükségesnek látszik. Ezenkívül az ugyanazon módszereknél a két vizsgálatban elért átlagos hibák eltérése arra is rámutat, hogy az összehasonlítási adatokat az adott mezőből célszerű választani. Az algyői olajmezőben közvetlenül használható eredmények elérése tehát további vizsgálatokat igényel, amelyek alapfeltétele a vizsgált áramlási viszonyok közül származó jelentősebb számú, megfelelően pontos nyomásveszteség-számítási adat meghatározása és felhasználása.

Következtetések

1. A jelenleg ismert egyik függőleges áramlási elmélet sem alkalmazható általánosan, a számítási pontosság különböző üzemiparaméter-tartományokban jelentősen eltérhet.

2. Az adott mezőben, adott termelési paraméterek mellett legpontosabb eredménnyel használható függőleges kétfázisú áramlási elmélet meghatározásának jelentős műszaki és gazdasági hatása lehet. A meghatározás két alapfeltétele a megfelelően széles mérési adatbázis és az ismert elméletek számítógépi programja.

3. A függőleges kétfázisú áramlási elméletek alkalmazhatóságának a cikkben bemutatott elemzési módszerét az algyői mezőből származó nagyobb számú mérési adat felhasználása mellett alkalmazva, konkrét üzemi feladatokra az optimális nyomásveszteség-számítási módszer kiválasztható.

IRODALOM

[1] *Chierici, G. L.—Ciucci, G. M.—Sclocchi, G.:* Two-phase vertical flow in oil wells — prediction of pressure drop. J. Pet. Tech. *8* 927—38 (1974).

[2] *Orkiszewski, J.:* Predicting two-phase pressure drops in vertical pipe. J. Pet. Tech. *6* 829—38 (1967).

[3] *Espanol, J. H.—Holmes, C. S.—Brown, K. E.:* A comparison of existing multiphase flow methods for the calculation of pressure drop in vertical wells. SPE 2553 (1969).

[4] *Aziz, K.—Govier, G. W.—Fogarasi, M.:* Pressure drop in wells producing oil and gas. J. Can Pet. Tech. July—Sept. 38—48 (1972).

[5] *McLeod, W. E.—Anderson, D. L.—Day, J. J.:* A comparison of vertical two-phase computation techniques. ASME Paper 72-Pet-38 (1972).

[6] *Lawson, J. D.—Brill, J. P.:* A statistical evaluation of methods used to predict pressure losses for multiphase flow in oilwell tubing. J. Pet. Tech. *8* 903—14 (1974).

[7] *Vohra, I. R.—Robinson, J. R.—Brill, J. P.:* Evaluation of three new methods for predicting pressure losses in vertical oilwell tubing. J. Pet. Tech. *8* 829—32 (1974).

[8] *Browne, E. J. P.:* Practical aspects of predicting errors in two-phase pressure-loss calculations. J. Pet. Tech. *4* 515—22 (1975).

[9] *Takács G.:* Optimális függőleges kétfázisú áramlási elmélet kiválasztása számítógéppel. Doktori értekezés. NME Bányamérnöki Kar, 1975.

[10] *Víncze T:* A két- (három-) fázisú függőleges csőbeli áramlási elméletek összehasonlítása az algyői mezőben. OGIL kutatási jelentés, 1973.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

A Vízfúrási Szakcsoport kirándulása Kelet-Szlovákiába

1976. augusztus 19—21.

AZ OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Vízfúrási Szakcsoportja 1976. augusztus 19—21. között kirándulást rendezett Kelet-Szlovákiába. A kiránduláson résztvevők között első ízben találhattuk a *Zsigmondy Béla*-klub tagjait is.

Utunk első állomása Kassa volt, ahol a rendelkezésre álló idő alatt a belvárost tekintettük meg, majd az IGHP Kassai Üzemének főkönyvelője ismertette az üzem szervezeti felépítését, tevékenykedési területüket, a működő berendezéseket, és megnéztük az üzem telepét is. Ezt követően, a Hernád völgyén haladva északra, Eperjesre értünk. Ez a város — ha kisebb is mint Kassa — városképi szépségével, műemlékeivel nem marad mögötte. Rövid idő állt rendelkezésre a nevezetességek megtekintésére, majd utunkat pontosan nyugati irányban folytattuk a poprád—zsolnai műúton; ezen a több éles kanyarral kiépített úton értünk fel a 758 m magas Branyiszkó-hágóra, amely már a Szepességben van. Átfutva néhány kisebb szepesi falun, Szepesváralja keleti felén a 614 m magas hegyen emelkedő impozáns Szepes várának romjait láthattuk.

A Görgeyek egyik ősi fészkét — Szepesgörgőt — elhagyva szürkületben értünk Lőcsére, majd a városon keresztülhaladva első szálláshelyünkre, Harrihovcére érkeztünk. Elhelyezkedés után vacsorázni átrándultunk a szomszédos Iglóra. Itt találkoztunk az IGHP kassai vállalat vezetőivel és a Szlovák Tudományos Műszaki Egyesület kassai elnökével, valamint az Egyesület több tagjával, akikkel a két szakcsoport jövőbeli kapcsolatának kibővítéséről tárgyaltunk.

A program szerint másnap délelőtt Lőcse városának műemléki szépségeinek megismerésére került sor, melynek keretében a „Fekete város" című filmből ismert városházát és a benne elhelyezett Szepesi Múzeumot, a főtér legkiemelkedőbb épületét: a különleges műtörténeti jelentőségű Szent Jakab templomot (itt *Lőcsei Pál* mester 18,62 cm magas szárnyas főoltárában, e nemben a világ egyik legnagyobb és legszebb gótikus műemlékében gyönyörködhettünk), a városháza előtti téren álló ún. szégyenketrecet, a főtér patríciusházai közül többek között az impozáns *Thurzó*-házat — melynek attikája tipikusan szepesi csúcsíves homlokzat — s egyéb híres épületeket, templomoka tekintettünk meg.

Az E 85. sz. úton haladva Lőcséről Poprád felé mind impozánsabban tűnt fel előttünk a Magas-Tátra központi tömege. Áthaladva a Szepesség legélénkebb, legforgalmasabb városán, az ipari tekintetben is jelentős Poprádon, utunkat észak felé irányítva, mintegy 12-15 km-t megtéve befutottunk az 1010 méter magasságban épült Ótátrafüredre, a Magas-Tátra idegenforgalmi központjába. A délutáni indulásig a szabad program keretében egyesek a Tátra legmagasabban fekvő, korszerű szállodákkal, szanatóriumokkal felszerelt, élénk idegenforgalmi üdülőhelyére, a Csorba-tóhoz rándultak ki, mások a Hrebienokig felvezető siklóvasutat vették igénybe, hogy a Zerge-menedékházig feljutva a gyors vizű, egyesült Kis- és Nagytarpatak völgyében, a tarpataki zuhatagokban gyönyörködve térjenek vissza a siklóvasút végállomásához.

Másnapi utunk hátralevő szakasza (Ótátrafüred—Poprád—Vernár) az 1056 méter magas Popova-hágón át a Szlovák-paradicsom szélén a Dobsinai-jégbarlangig tartott, ahol az egyik turistaházban töltöttük az éjszakát.

Utolsó napunk első nevezetessége — Rozsnyó felé haladva — a Gölnic folyót hatalmas, 85 hektáros tóvá duzzasztó Dedinky-tó megtekintése volt. A tó partját nagyszerű üdülőteleppé építették ki. Nyitási időre értünk a betléri múzeumhoz, mely gondozott szökőkúttal és különleges fákkal díszített 70 hektáros parkban található, és régebben *Andrássy*-kastély volt. A nagy turistaforgalomnak örvendő Krasznahorka várát csak a kora délutáni órákban tudtuk megtekinteni; idegenvezetőnk a városjárás során ismertette a vár történetét és annak nevezetességeit.

Bánrévénél léptük át a határt, és a nemzetközi autóbuszútvonalon érkeztünk Budapestre.

A kirándulás — csakúgy mint a tavalyi — ismét sok élménnyel gazdagította a résztvevőket.

Csath Béla
szakcsoporttitkár

Hőcserélő-méretezés

BALIKÓ SÁNDOR

A tervezői gyakorlatban a hőcserélőket általában a technológiai paraméterekre méretezik, és a hidraulikai számításokat csak a rendszerbe való beillesztés céljából végzik el.

A szerző egy példával rámutat arra, hogy a hőcserélő gazdaságosságát két, egymással ellentétesen ható tényező: a beruházási költség és az energiaár szabja meg. Ennek megfelelően a készüléket a maximális hőátbocsátási tényező helyett a minimális összköltségre kell méretezni.

Iparágunkban nagyon sok olyan hőcserélési feladat van, ahol a készülékekben áramló közegeket valamilyen nyomásfokozó berendezés (kompresszor, szivattyú) szállítja

Ismeretes, hogy — a fázisváltozással járó hőcserélési feladatok kivételével — mind a hőátbocsátási tényező, mind pedig a készülék hidraulikai ellenállása az áramlási sebességek növelésével fokozódik. A hőátbocsátási tényező növekedése gazdaságilag előnyös, hiszen kisebb készülékméret adódik, az ellenállás növekedése azonban a nyomásfokozó berendezéstől többletteljesítményt igényel. Ebből már érzékelhető, hogy kell lennie egy olyan optimális sebességnek (ami egy optimális geometriai kialakítást jelent), amelynél a készülékméretekből adódó beruházási költségek és az energiaveszteségből adódó üzemi költségek együttesen alkotnak minimumot.

A hőcserélők optimalizálására *Lohrisch* és *Jennsen* dolgozott ki módszereket. Mindkét szerző azonban olyan feltételekből indul ki, melyek adott esetben félrevezethetők lehetnek; nevezetesen:

a) a hőcserélő ára a beépített felülettel arányos;
b) a veszteségenergia azzal az energiával egyenlő, amelyet a nyomásveszteségek leküzdésére szolgáló külön nyomásfokozó berendezés igényelne.

Az *a)* feltétel különösen nagynyomású berendezéseknél nem minden esetben teljesülhet, mert ugyanolyan felületű hőcserélő nagyobb köpenyátmérő mellett a nagyobb falvastagságok miatt drágább, mint a kisebb átmérőjű.

A *b)* feltételnél pedig nem egy fiktív nyomásfokozó berendezést kell figyelembe venni, hanem a rendszerben ténylegesen meglevő nyomásfokozóknak az ellenállás miatti többletenergiáját.

A felsorolt szempontok figyelembevételével *Lohrisch* módszerét módosítva láttunk hozzá a Kardoskúti Dúsgázüzemben újonnan létesítendő gáz-gáz hőcserélők méretezéséhez.

A hőcserélő *elvi* kapcsolását az *1. ábra* szemlélteti.

A számítás célfüggvényét

$$C = \alpha B + U \qquad \text{E FT/év} \qquad (1)$$

alakban definiáltuk, ahol

B a hőcserélő ára, E Ft;
U a teljesítményveszteségből adódó energiaár, E Ft/év;
α amortizációs kulcs; értékét 0,2-nek vettük fel.

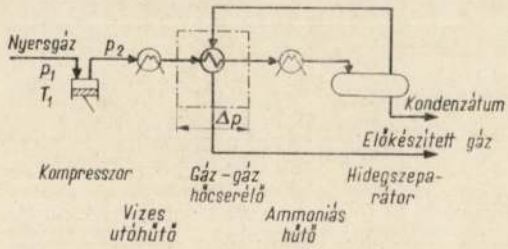
A készüléket akkor tekintjük optimálisnak, ha az (1) függvény értéke minimális.

A készülék ára közelítőleg annak súlyával *(G)* arányos:

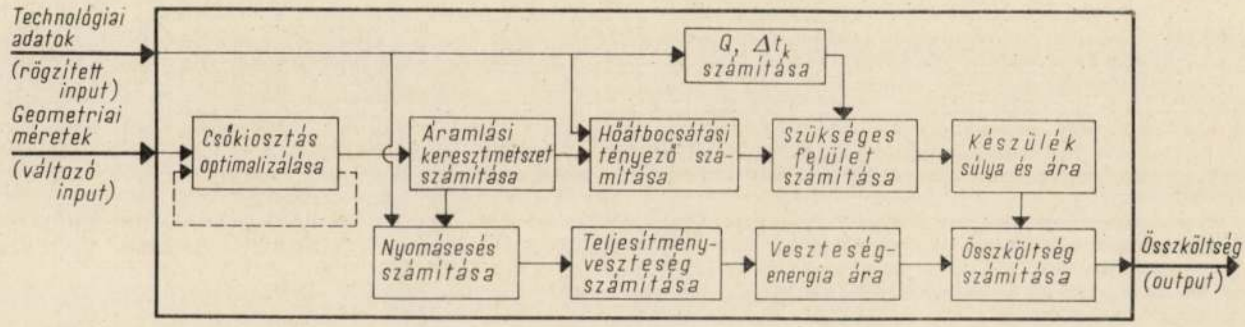
$$B = 96 \cdot G \qquad \text{E Ft.} \qquad (2)$$

A veszteségenergia árát pedig az energia-egységárból és az éves kihasználási óraszámból számítottuk:

$$U = a \Delta P \tau \qquad \text{E Ft/év,} \qquad (3)$$



1. ábra



2. ábra

ahol

a 0,5 Ft/kWh a fajlagos energiaár;
$\tau = 8500$ h/év a kihasználási óraszám.

A kompresszornak a hőcserélő ellenállásából adódó teljesítménynövekedését *(ΔP)* közelítőleg a

$$\Delta P = \frac{\partial P}{\partial p_2} \Delta p 10^{-3} \quad \text{kW} \tag{4}$$

formula határozza meg, ahol

P a kompresszor névleges teljesítménye, W;
p_2 a kompresszor nyomóoldali nyomása, N/m²;
Δp a hőcserélő nyomásvesztesége, N/m².

A parciális derivált képletben kifejezve:

$$\frac{\partial P}{\partial p_2} = \frac{\partial}{\partial p_2} \left\{ m Z R T_1 G \frac{n}{n-1} \frac{1}{\eta} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{nm}} - 1 \right] \right\} = \tag{5}$$

$$= Z R T_1 G \frac{1}{\eta} \frac{1}{p_2} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{nm}}, \; W/N/m^2,$$

ahol

m a fokozatok száma;
Z kompresszibilitási tényező;
R gázállandó, J/kg/K;
T_1 a szívási hőmérséklet, K;
G a szállított közeg mennyisége, kg/h;
n politrop kitevő;
η az összhatásfok;
p_2 a nyomóoldali nyomás, N/m²;
p_1 a szívási nyomás, N/m².

1. táblázat

Sorszám		1. változat	2. változat	3. változat
1.	Köpenyátmérő, mm	400	500	600
2.	Hajtűcsövek száma	85	141	210
3.	Sorbakapcsolt készüléktestek száma	2	2	2
4.	Hőátadó felület, m²	188	258	337
5.	Készüléksúly, kg	5115	6965	9129
6.	Hőátbocsátási tényező, kcal/m² h C°	327,7	238,8	183,2
7.	Teljes nyomásesés, $10^5 \cdot N/m^2$ (kp/cm²)	0,757	0,244	0,101
8.	Teljesítményveszteség, kW	15,61	5,03	2,07
9.	A készülék ára: E Ft	491	669	876
10.	A veszteségenergia ára: E Ft/év	66,36	21,38	8,83
11.	Éves összköltség, E Ft/év	164,6	155,1	184,1

A fentiek figyelembevételével elkészítettük a hőcserélő matematikai modelljét, amelynek rögzített input adatai az előírt technológiai paraméterek; szabadon felvehető input adatai a geometriai jellemzők; outputja pedig az összköltség *(2. ábra)*.

A számításokat *Hewlett—Packard*-gépen különböző geometriai méretekkel elvégezve az *1. táblázatban* összefoglalt eredményeket kaptuk.

Az optimális hőcserélő tehát a 2. változat szerint alakítható ki.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Az algyői kőolaj csővezetéki szállítása

1970 decemberében helyezték üzembe az Algyő—Százhalombatta NÁ 300-as kőolajvezetéket. 1972 novemberéig U8—3 típusú dugattyús szivattyúk szállították a kőolajat Algyőről Százhalombattára.

A növekvő termelés miatt a szállítási kapacitást is növelni kellett. Ennek érdekében az algyői szivattyúállomáson 1972 novemberére provizórikus jellegű centrifugálszivattyú-egységet építettek be. A szivattyú típusa *8 ND 10×5*, a hajtómotor típusa ARP 500/6000. A próbaüzem során kiderült, hogy a kapacitás nem nőtt a kívánt mértékben. Az áramlás állandósulása után 190 m³/h szállítási teljesítményt értünk el.

A szivattyúállomás végleges kiépítéséig szükségessé vált a szállítási teljesítmény növelési lehetőségeinek kutatása. A vizsgálat során megállapítható volt, hogy az algyői kőolaj nagy paraffintartalma (7—9 súly%) fokozatosan lerakódik a csőfalra, így a cső belső keresztmetszetét csökkenti.

Közismert, hogy tisztítások a kőolajvezetékek kapacitását megnövelik. Ezért az Algyő—Százhalombatta vezetéken is megvizsgáltuk, hogy a csőgörényezést követő időszakban hogyan változik a szállítási teljesítmény. E kísérletek azt mutatták, hogy csupán a 161 km hosszú vezeték első (Algyő—Kecskemét) szakaszának tisztítási gyakoriságát érdemes növelni. Az optimális gyakoriságot a mindenkori szállítási igények, a kőolajba kevert gazolin mennyisége, a talajhőmérséklet, az indító-hőmérséklet, az indítónyomás és a villamosenergia-fogyasztás befolyásolhatja. Egy-egy csőgörényezés után elért óránkénti szállítási maximumok 238—240 m³/h.

Természetesen ezek a maximumok a csőgörényezést követően nem állandósulnak, hiszen a paraffinlerakódás a cső belső falára újra elkezdődik. A vezetéktisztítás optimális gyakorisága az 1973. évi vizsgálatok alapján 10 nap. A 10 naponkénti vezetéktisztítással megközelítőleg 215 m³/h átlagos szállítási teljesítmény érhető el. Ez a 190 m³/h szállítási teljesítményhez képest 13,2%-os kapacitásnövekedést jelent.

A vizsgálatok nemcsak az algyő—százhalombattai vezetékre korlátozódtak, mivel 1974-ben a kőolaj-feldolgozó ipar időszakosan Szőnyben is igényelt algyői kőolajat. Csővezetéken Százhalombattán és Kápolnásnyéken keresztül szállítottunk a Komáromi Kőolajipari Vállalatnak algyői kőolajat. Ezt a szállítási technológiát bonyolította az, hogy a Százhalombatta—Szőny közötti csővezetéken szovjet import kőolajat is kellett szállítani az algyői olajtól elválasztva.

A fentiek miatt módosítottuk a szállítási technológiai utasításokat, pontos szállítási menetrendet dolgozva ki. Erre a menetrendre azért volt szükség, mert a Szőnybe szállítandó algyői kőolajat a dermedés veszélye miatt elő kellett készíteni szállításra az algyői szivattyúállomáson. Az előkészítés abból állt, hogy 15 ppm ECA 841 adalék anyagot megfelelő mennyiségű gázolajba oldva bekevertek a Szőnybe szállítandó kőolajadagba 20 súly% gazolinnal együtt az algyői főgyűjtőn. Így biztosítva volt a dermedésveszély elkerülése a kápolnásnyéki tranzit tartályparkban, amelyben az időszakos tárolás a rendelkezésre álló technológiai berendezések mellett elkerülhetetlen. Egy-egy dugóban a KKV megközelítőleg 3000 t algyői kőolajat fogadott.

Az optimális csőgörényezési gyakoriság megállapítása többletszállítás révén a Gáz- és Olajszállító Vállalatnál árbevételtöbbletet jelentett, OKGT-szinten pedig kevesebb vasúti tartálykocsit kellett bérelni, a szállítási díj alacsonyabbá vált a vasúti szállításéhoz képest. A Szőnybe való szállításnál is jelentős számú vasúti tartálykocsi takarítható meg.

Az ismertetett szállítástechnológiai megoldásokra jelenleg is szükség van, ezeket a GOV 04. sz. Távvezetéki Üzeme rendszeresen alkalmazza.

Borissza József
okl. olajmérnök,
osztályvezető

Lukácsy Béla
okl. olajipari technikus,
ter. referens

Finomítói kén-hidrogén-tartalmú gázok feldolgozása elemi kénné

MARSCHALL BÉLA—
SIMON PÉTER

A kőolaj-feldolgozás kéntelenítő eljárásai folyamán keletkező kén-hidrogén-tartalmú gázokból történő elemikén-kinyerés technológiáinak fontosságát nemcsak a kénnek mint ipari alapanyagnak a kinyerése, hanem a környezetvédelmi szempontok is meghatározzák.

A hazai kőolaj-feldolgozó iparnak két működő kénkinyerő üzeme van, újabb két üzem tervezés alatt áll. A fentiek indokolják a kénkinyerő technológiák és berendezések, valamint az eljárások javításának áttekintését.

Ugyanakkor a környezetvédelmi előírások szigorú követelményeket szabnak a kénkinyerő technológiák véggázainak kéntartalmára is, és ez a körülmény a véggáztisztító technológiák kifejlesztéséhez vezetett. A közlemény második részében a hazai körülmények között is számításba vehető véggáztisztító eljárásokat ismertetjük.

Bevezetés

A kőolaj-feldolgozás mennyiségi növekedésével a minőségi igények is együtt növekednek, így kerülnek mindinkább előtérbe a termékkéntelenítő eljárások. A termékkéntelenítő eljárások során kinyert kén-hidrogén feldolgozása nemcsak környezetvédelmi követelmény, a kinyert elemi kén jól értékesíthető ipari alapanyag.

A kőolaj-feldolgozó üzemekben elsősorban a gázolaj-kénmentesítés során keletkezik feldolgozásra alkalmas kén-hidrogén-tartalmú gáz, amelyre jellemző a nagy (92—98%-os) kén-hidrogén-tartalom, kisebb kén-hidrogén-tartalmú gázok (5—30% H_2S) keletkeznek katalitikus reformáló, termikus és fluid krakkoló üzemekben is.

Hazai körülmények között a gázolaj-kénmentesítés során keletkező kén-hidrogén feldolgozásának van jelentősége — két működő, egy tervezett és egy tervezés alatt álló kénkinyerő üzeme van a kőolaj-feldolgozó iparnak —, így ismertetésünk ezek technológiáit, ill. a környezetvédelmi előírások miatt szükségessé váló új technológiákat tárgyalja.

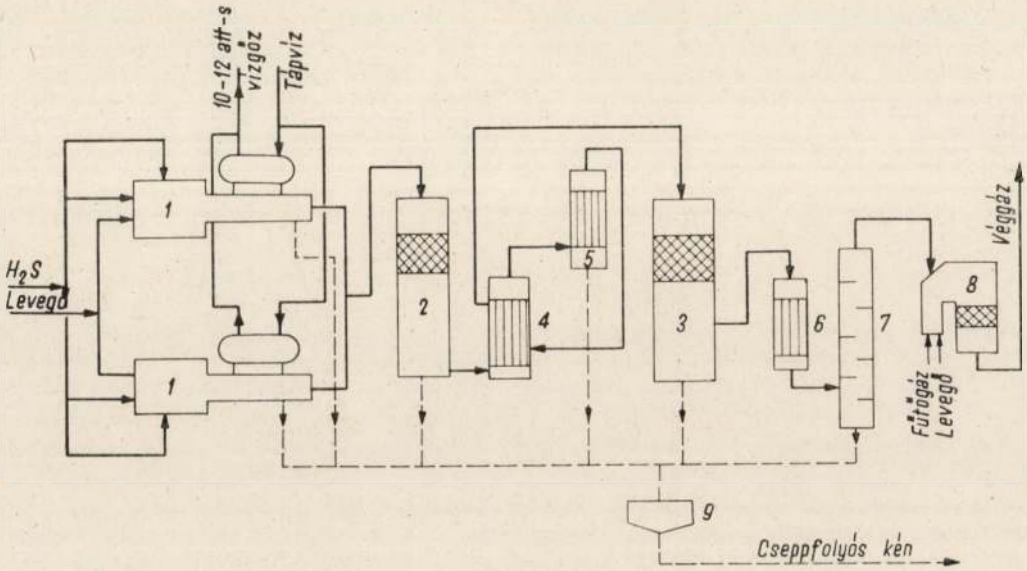
A technológiák ismertetése

A kén-hidrogén feldolgozása elemi kénné az ismert *Claus*-reakción alapul:

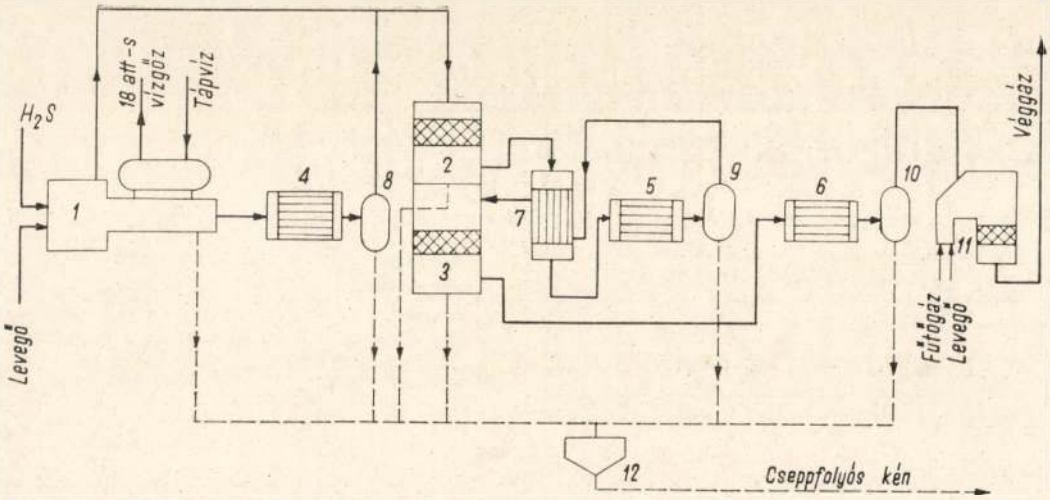
$$2\,H_2S + SO_2 \rightleftarrows \frac{3}{n} S_n + 2\,H_2O. \qquad (1)$$

Az ipari üzemek csak kevés eltérést mutatnak; a hazai két működő üzem, a 4000 t/év teljesítményű (Komáromi Kőolajipari Vállalat), 1970 óta dolgozó és a 7000 t/év teljesítményű (Dunai Kőolajipari Vállalat), 1971 óta termelő *Claus*-üzeme az Ingenieurtechnisches Zentralbüro (IZ) Böhlen-technológiát alkalmazza.

Az IZ Böhlen-technológiai sémáját az *1. ábra* mutatja. Az alapanyag (H_2S-tartalmú gáz) cseppleválasztón és előtéttartályon keresztül két párhuzamos ágban kerül a *Claus*-kazánokhoz *1*, ahol a teljes mennyiség $^1/_3$-át égetik el a levegővel 1:1,1 keverési arány mellett. Az alapanyaggáz $^2/_3$-ához légfúvókkal sztöchiometrikus mennyiségben (arányszabályozással) levegőt juttatnak, és az égőn részlegesen elégetik. A keletkező reakciótermék hőtartalmát a kazán csőköteges részében hőcserélés útján hasznosítják, és 10—12 att-s vízgőzt termelnek. A kazánok tápvizét 100 C°-ra előmelegítik, szintjét szabályozzák.



1. ábra
1 — Claus-kazánok; 2 — Claus-kemence, I. fokozat; 3 — Claus-kemence, II. fokozat; 4 — hőcserélő; 5, 6 — kondenzátor; 7 — kénleválasztó oszlop; 8 — utóégető kemence; 9 — kéngyűjtő tartály



2. ábra
1 — Claus-kazán; 2 — Claus-kemence, I.; 3 — Claus-kemence, II.; 4, 5, 6 — kondenzátor; 7 — hőcserélő; 8, 9, 10 — kénleválasztó; 11 — utóégető; 12 — kéngyűjtő tartály

A *Claus*-kazánokban a H_2S és a SO_2 egy része átalakul elemi kénné, amely a kazán csőkötegeiben cseppfolyós állapotban kiválik, és kénzáron keresztül gyűjtővezetékbe jut.

A reakciógáz 285 C° hőmérsékleten a *Claus*-kemence I. fokozatába *2* lép, ahol a kontakt rétegen (aktivált Al_2O_3) felülről lefelé áthaladva a H_2S és SO_2 újabb része alakul át elemi kénné, miközben a hőtermelő reakció folytán a reakciógáz 360 C° hőmérsékletre melegszik fel. A reakciógáz a *4* hőcserélőben 280 C°-ra, majd az *5* kondenzátorban 145 C°-ra lehűl, miközben mindkét készülékben cseppfolyós halmazállapotban kén válik le. A 145 C° hőmérsékletű reakciógáz a *4* hőcserélőben 260 C° hőmérsékletre felmelegedve a *Claus*-kemence II. fokozatába *3* lép, ahol az I. fokozathoz hasonlóan kénkiválás közben lejátszódó reakció során a reakciógáz hőmérséklete 360 C°-ra emelkedik. A reakciógázt ezután 145 C°-ra hűtik a *6* kénkondenzátorban, ahonnan a *7* kénleválasztó oszlopba jut. A kénleválasztó oszlop vályús tálcáin a gázáramból kiválik a cseppfolyós kén, amely a gyűjtővezetékbe kerül. A maradék reakciógázt a *8* utóégető kemencében fűtőgázzal, levegőfelesleg mellett elégetik. Az utóégető kemence 350 C° hőmérsékletű véggázai kéményen távoznak.

A folyamat során az egyes készülékekben leválasztott cseppfolyós kén a kéngyűjtő tartályban gyűjtik össze, ahonnan szivattyú tárolja ki a kénbunkerbe. A cseppfolyós kén lassú fordulatú hűtődobokon hűtik, amelyekből megszilárdítva, pikkelyes kén formában kerül a tárolókba. A fenti IZ Böhlen-technológiának egy továbbfejlesztett változata jelenleg tervezési állapotban van, és a DKV további bővítésének keretében kerül megvalósításra. A technológiát a *2. ábra* mutatja.

A *Claus*-kazánokban sztöchiometrikus mennyiségű levegővel elégetik a H_2S-t, a képződött SO_2 a maradék H_2S-nel reagálva elemi ként eredményez. A kivált kén a gyűjtővezetékbe kerül. A reakciógáz mintegy $^2/_3$-át a *4* kénkondenzátoron keresztül a *8* kénleválasztóba vezetik, a másik $^1/_3$ mennyiséget 600 C° hőmérsékleten vezetik el a kazánból, és a két gázáram egyesítve lép a *2 Claus*-kemence I fokozatába. A mennyiségeket úgy szabályozzák, hogy az átalakulási hőmérséklet a *Claus*-kemencében biztosítva legyen. A technológia előnye, előbbihez képest, hogy a katalitikus reakció előtt nagyobb mennyiségű ként von ki a reakciógázokból. A *Claus*-kemence I. fokozatából a *7* hőcserélőn, *5* kénkondenzátoron keresztül jut vissza a gázáram a II. fokozatba *3*, majd a *6* kondenzátoron és a *10* kénleválasztón keresztülhaladva a gázelegyben levő teljes kénmennyiség kiválik.

A *Claus*-kazánban az előző technológiához hasonlóan vízgőztermelésre fordítják az elvont hőmennyiséget. A technológia további előnyei:

— a *Claus*-kemence előtt lehetőség van hőmérsékletszabályozásra;
— az egybeépített *Claus*-kemencék miatt kisebbek a hőveszteségek;
— a maradék kén utóleválasztását kénkondenzátorokkal oldja meg, így elmarad a nedves kénleválasztó oszlop.

Hasonlóan száraz utóleválasztást alkalmaz a GIPROGAZOOCSISZTKA moszkvai tervezőintézet által kidolgozott technológia, amelyet a Tiszai Kőolajipari Vállalat alkalmaz. A 7000 t/év teljesítményű üzem terveit a fentnevezett tervezőintézet készítette, és — hasonlóan a két működő IZ Böhlen által tervezett üzemekhez — az OLAJTERV honosította.

A GIPROGAZOOCSISZTKA technológiáját a *3. ábra* mutatja. Az alapanyag (H_2S-tartalmú gáz) megosztva kerül a kétkazános rendszerbe, amely teljesen hasonló az IZ Böhlen kétkazános technológiájához. A kilépő reakciógáz az I. fokozatú kemencébe *2* kerül, majd a *4* hőcserélő csőterében 340 C°-ról 260—280 C° hőmérsékletre lehűlve az *5* hőhasznosító kazán első fokozatában tovább hűlve, a termikus és katalitikus folyamatokban keletkezett elemi kén kondenzálódik. A hőhasznosítóból 155—150 C° hőmérsékleten kilépő gázok a *4* hőcserélő köpenyterében hőcsere révén az átalakítás hőmérsékletére (220—230 C°) melegednek fel, és a II. fokozatú kemencébe *3* kerülnek. A hőtermelő $H_2S + SO_2$ reakció következtében képződött kén a gázokból a hőhasznosító *5* második fokozatában válik ki, ahol a gázelegy 155—160 C° hőmérsékletre hűl le. A hőhasznosítóból a gázelegy a *6* utóleválasztóba

jut, ahol a kerámia tölteten a gázok által elragadott cseppfolyós kéncseppek is leválnak. A maradék gázokat a 7 utóégetőben égetik el. A *Claus*-kazánokban 10—12 att-s, a hőhasznosító kazánban 4 att-s vízgőzt termelnek.

A fenti technológiának ismeretes másik változata, ahol a kisnyomású hőhasznosító kazán helyett a kén utóleválasztására kondenzátorokat alkalmaznak, hasonlóan az IZ Böhlen egykazános eljárásához.

A berendezések ismertetése

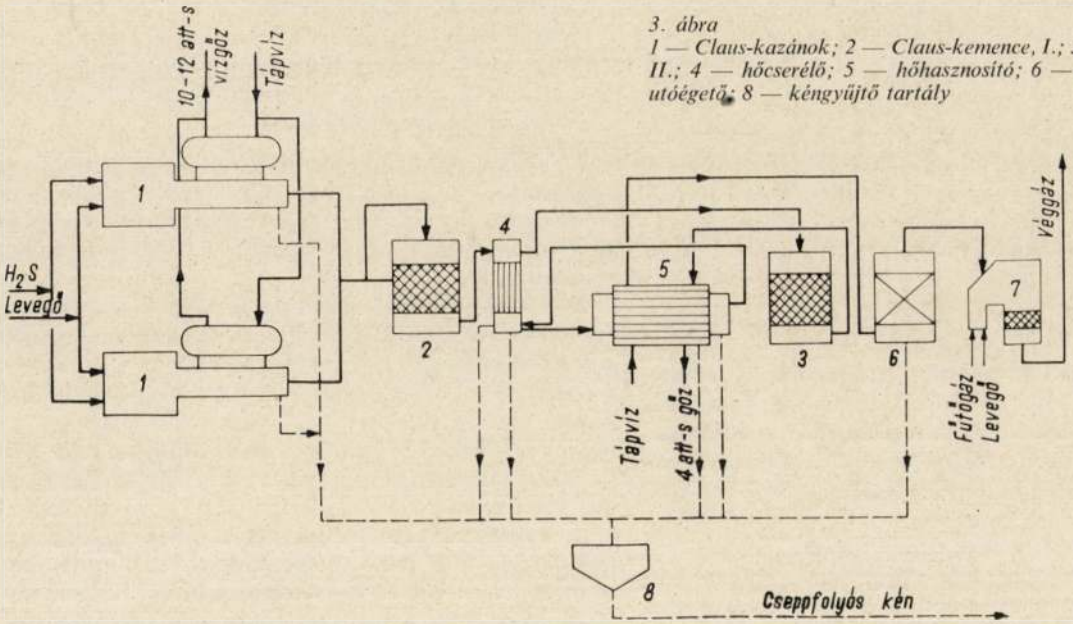
A kénkinyerő technológia készülékei közül a *Claus*-kazánt és a *Claus*-kemencét kell kiemelni, mivel ezek jelentős mértékben eltérnek az egyéb olajipari készülékektől. A *Claus*-kazánt vázlatosan a *4. ábra* mutatja. A készülék fő részei: az égetőkamra (első fokozat) és a hőhasznosító kazánrész (második fokozat). A *Claus*-kazán első fokozata is részekre osztott, az első részben történik az alapanyag (H_2S-tartalmú gáz) egyharmadának elégetése mintegy 1000—1300 C° hőmérsékleten, majd a második részben (C_3 és C_4 csonkokon) lép be a többi kén-hidrogén, amelyet szabályozott mennyiségű levegővel égetnek el. A reakciógázokat a második fokozatban hűtik, a kiszélesedő kazándobrész csöveiben 100 C° hőmérsékletre előmelegített tápvizet táplálnak be. A kemence harmadik részében a lehűlt, kb. 300 C° hőmérsékletű reakciógázokból kiválik a cseppfolyós kén, amelyet elvezetnek. A beépített tolattyúval mód nyílik a gázmennyiség, ill. ily módon a kilépő-hőmérséklet kézi szabályozására is. A tűzálló falazatú készülék üzembe helyezése fokozatosan felfűtéssel történik, a felfűtés 2—3 napot vesz igénybe.

A *Claus*-kemence tulajdonképpen reaktornak fogható fel, katalizátorként krómaktivált Al_2O_3-ot tartalmaz. A katalizátor mennyisége mintegy 3,5-4 m³.

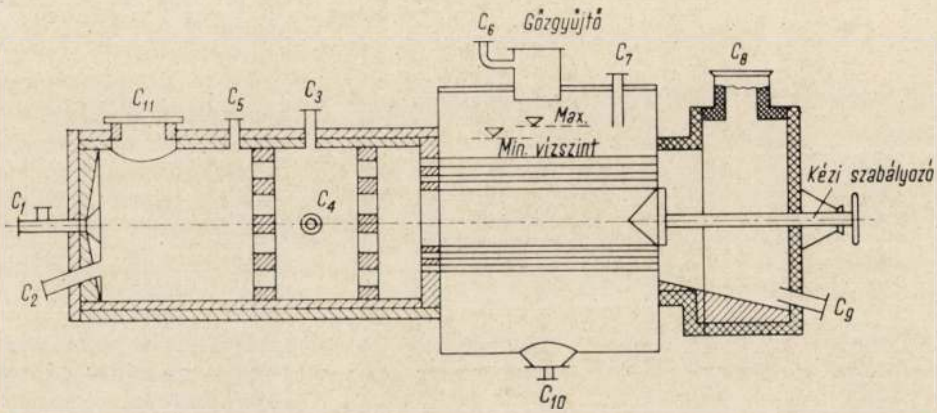
Az utóégető kemence — a *Claus*-kazánhoz hasonlóan — tűzálló falazattal ellátott készülék, kilépője közvetlenül a kéményben csatlakozik. A *Claus*-üzem összes készülékei szénacélból készülnek. Az üzem többi készülékei nem vagy csak igen kis mértékben térnek el a szokványos kőolajipari készülékektől.

A lejátszódó reakciók és mellékreakciók

A *Claus*-üzemi alapanyaggáz H_2S-tartalmának 90 térf.% felett kell lennie. Általában 94—96 térf.% H_2S-tartalmú gázzal dolgoznak szénhidrogének és vízgőz mellett. A jól működő üzem kénhozama 94—



3. ábra
1 — Claus-kazánok; 2 — Claus-kemence, I.; 3 — Claus-kemence, II.; 4 — hőcserélő; 5 — hőhasznosító; 6 — utóleválasztó; 7 — utóégető; 8 — kéngyűjtő tartály



4. ábra
C_2 — fűtőgázbelépő; C_1, C_3, C_4 — H_2S-belépők; C_5 — inertgázbelépő; C_6 — 10—12 att vízgőzkilépő; C_7 — tápvízbelépő; C_8 reakciógáz-kilépő; C_9 — cseppfolyóskén-kilépő; C_{10} — kazánleiszapoló; C_{11} — túlnyomás-biztosító

96% között mozog, a cseppfolyós kén tisztasága eléri a 99,98%-ot, az üzemből kilépő füstgázok H_2S-nyomokat és 0,6—1,2 térf.% SO_2-ot tartalmaznak.

A *Claus*-kemencében a reakciók a következők szerint játszódnak le: az égéskamra első részébe belépő kén-hidrogén és a szénhidrogének a

$$H_2S + 1{,}5\,O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O \qquad (2)$$

$$C_nH_m + \left(n + \frac{m}{4}\right) O_2 \rightarrow n\,CO_2 + \frac{m}{2}\,H_2O \qquad (3)$$

hőtermelő reakciók szerint oxidálódnak; az égéskamra másik felében a $^2/_3$ rész kén-hidrogén a

$$2\,H_2S + SO_2 \rightarrow \frac{3}{n}\,S_n + 2\,H_2O \qquad (4)$$

szerint lép reakcióba az első részből kapott égéstermékkel (S_n jelenti a különböző formákban — S_2, S_4, S_6 és S_8 — jelenlevő elemi ként).

A fenti reakciókon kívül az égéskamra második részében, a rövid tartózkodási idő — 0,2 másodperc — ellenére a következő mellékreakciók játszódnak le:

$$C_nH_m + \left(n + \frac{m}{4}\right) SO_2 \rightarrow n\,CO_2 + \frac{m}{2}\,H_2O + \left(\frac{n + \frac{m}{2}}{2}\right) S_2 \qquad (5)$$

$$C_nH_m + (n + 0{,}5)\,SO_2 \rightarrow n\,COS + \frac{n}{2}\,H_2O + 0{,}25\,S_2 \qquad (6)$$

$$C_nH_m + \left(n + \frac{m}{4}\right) S_2 \rightarrow \frac{m}{2}\,H_2S + n\,CS_2 \qquad (7)$$

$$CO_2 + H_2S \rightarrow COS + H_2O. \qquad (8)$$

A mellékreakciók a H_2S/SO_2 arányt megváltoztatják, ez azonban kiküszöbölhető a levegőmennyiség korrekciójával, azaz annyi levegőt kell a rendszerbe adni, hogy az elegendő legyen az összes szénhidrogén tökéletes oxidációjához. Az elégetlen levegőmennyiség a szénhidrogének termikus bomlásához vezethet; a keletkezett korom a kén színét rontja.

A *Claus*-kemencékbe lépő reakciógáz mintegy 1% mennyiségben tartalmaz át nem alakult kén-hidrogént.

1. táblázat

Megnevezés	Alapanyag	Reakciógáz		
		kazán után	I. kemence után	II. kemence után
H_2S	94,6	0,8	0,15	0,2
SO_2	—	0,8	0,15	0,0
COS	—		nincs mérve	
CS_2	—	0,3	—	—
CO_2	—	3,7	4,2	4,6
CH_4	3,0	—	—	—
C_2H_6	0,9	—	—	—
C_3H_8	0,8	—	—	—
C_4H_{10}	0,3	—	—	—
C_5H_{12}	0,4	—	—	—

A kemencékben a katalizátor jelenlétében a (4) reakció játszódik le. A kb. 300 C° hőmérsékleten a következők szerinti hidrolízis is lejátszódik:

$$CS_2 + 2\,H_2O \rightleftharpoons 2\,H_2S + CO_2 \qquad (9)$$

$$COS + H_2O \rightleftharpoons H_2S + CO_2. \qquad (10)$$

A hidrolízis a kemencék hőmérsékletének megfelelő egyensúlyi feltételek és a kén jelenléte miatt csak a kemencék II. fokozatában megy végbe teljesen.

A fentieket jól szemlélteti az IZ Böhlen üzemi kísérleti eredményeit bemutató *1. táblázat*. (Az elemzési értékek térfogatszázalékban értendők.)

A Claus-technológiák javítása

A reverzibilis *Claus*-reakciót nem lehet teljesen véghezvinni, mivel a reakció során keletkező vízgőz és a képződött kén korlátozza az átalakulást, a szén-dioxid pedig ellentétes irányban tolja el az egyensúlyt. A szénhidrogének okozta nehézségek a mellékreakciók ismertetése során kitűntek, üzemzavar esetén a katalizátor kokszosodását is okozhatják.

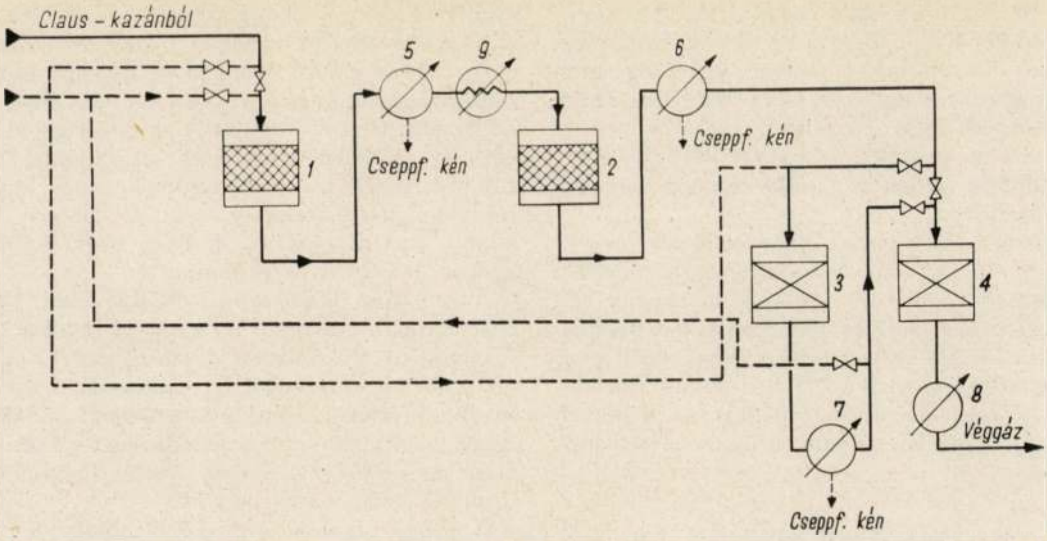
Az elméleti kénkitermelést a működő üzemek a következő okok miatt nem érhetik el:

- fokozatosan csökken a katalizátoraktivitás;
- a lejátszódó mellékreakciók;
- a kondenzátorkilépőket a kéngőz elárasztja;
- a pontos H_2S/levegő folyamatos arányszabályozása a H_2S mennyiségi és minőségi (összetétel) változásai miatt megvalósíthatatlan.

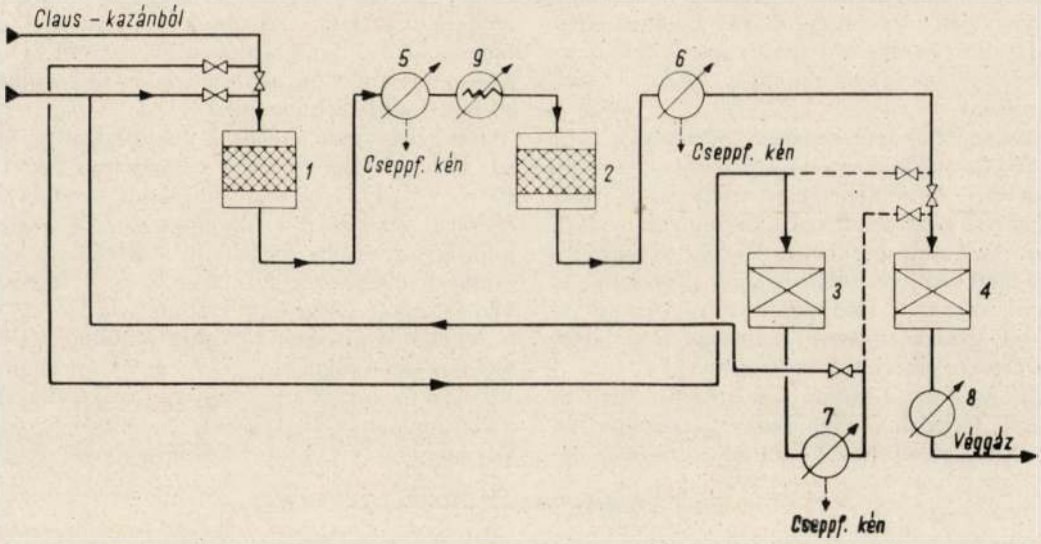
A leggondosabban üzemeltetett *Claus*-berendezés kihozatalai 0,5—1%-kal az elméleti kihozatal alatt vannak még az indulást követő periódusban is, és ez az érték évi 0,5%-kal csökken a katalizátoraktivitás romlása miatt.

Az elmondottakból következik, hogy a technológia egyik kulcskérdése a jól kiválasztott és az üzemeltetés során gondosan karbantartott H_2S/levegő arányszabályozó, a másik pedig a rendszer hőegyensúlyának biztosítása. A hőveszteségek kiküszöbölésére a jól méretezett hőcserélő-rendszer és az aránylag zárt telepítés szolgál. Fentiekre jó példa az IZ Bühlen egykazános rendszere.

A GIPROGAZOOCSISZTKA által kidolgozott technológia a *3. ábrán* ismertetett eljárást módosítja. A módosított technológia szerint a belépő H_2S mennyiségének 7,5%-át a kazán után kapcsolt közbenső égetőben elégetik, ezáltal a kemence I fokozatába belépő reakciógáz hőmérsékletét biztosítják. A kemence II fokozata elé ugyancsak közbenső égetőt építenek, ahol a H_2S gáz 5,5%-át égetik el hasonló célból. A két beépített közbenső égető a biztonságos hőmérséklettartás mellett azt is lehetővé teszi, hogy a *Claus*-kazán után kénleválasztót építsenek be, ill. a hőhasznosítóban nagyobb mennyiségű cseppfolyós kén váljon le, mivel az alacsony hőmérséklet (kb. 150 C°) kedvez a kénleválásnak. A kénkinyerést lehet növelni a *Claus*-kemencék (reaktorok) számának növelésével is. A *2. táblázat* a 80 és 90% H_2S-tartalmú száraz gáz esetén a beépített reaktorok számának függvényében tünteti fel a kénkihozatal nagyságát. (Az adatok 1 mól% szénhidrogén-szennyezés mellett, az ismeretes mellékreakciók figyelembevételével, szokványos hő-



5. ábra
Regenerálási ciklus
1 — Claus-kemence, I.; 2 — Claus-kemence, II.; 3 — CBA-reaktor, I.; 4 — CBA-reaktor, II.; 5, 6, 7, 8 — kénkondenzátorok; 9 — hőcserélő



6. ábra
Hűtési ciklus
1 — Claus-kemence, I.; 2 — Claus-kemence, II.; 3 — CBA-reaktor, I.; 4 — CBA-reaktor, II.; 5, 6, 7, 8 — kénkondenzátorok; 9 — hőcserélő

mérsékleten, újramelegített reakciógázos *Claus*-technológiára vonatkoznak.)

A *Claus*-technológiák javítására újabban az AMOCO cég (USA) dolgozott ki eljárást (CBA), amely *Claus*-üzemhez kapcsolt hidegágyas adszorpcióval növeli a kénkinyerés hatásfokát. Az eljárás (Cold Bed Adsorption) részben ismert elvet valósít meg: a reakció-hőmérsékletet a kénleválás hőmérséklete alatt tartja, így a kén leválik a katalizátorra. Újszerű megoldásként a katalizátort viszonylag alacsony hőmérsékletű reakciógázzal regenerálja.

2. táblázat

Alapanyag H_2S-tart. térf. %	Kitermelés, %		
	2 reaktor	3 reaktor	4 reaktor
80	95,0	96,4	97,0
90	95,3	96,6	97,1

Az eljárás sémáját az *5.* és *6. ábra* mutatja. A *Claus*-üzemhez két CBA-reaktort kapcsolnak — a hozzájuk tartozó kénkondenzátorokkal —, amelyeknek üzemeltetése felváltva történik: az egyik reaktor rendes *Claus*-kemenceként működik, a másik hűl vagy regenerálódik. A regenerálási ciklus az *5. ábrán* követhető: a *4* CBA-reaktorba belépő 130 C° hőmérsékletű reakciógázból a kén teljes mennyiségben adszorbeálódik a katalizátoron, majd a véggáz az utóégetőbe kerül. A *3* CBA-reaktort ugyanekkor 230—260 C° hőmérsékletű reakciógázzal regenerálják. A hideg reaktor felmelegedését a reakciógáz hőtartalma mellett a lejátszódó *Claus*-reakció termelt hője is biztosítja. A reaktor felmelegedése során a kilépő gáz hőmérséklete 320—370 C°-ig növekszik, és a kén zöme a reakciógázzal távozik. A *7* kénkondenzátoron leválasztják a ként, majd a reakciógáz visszajut a *Claus*-kemence I. fokozatába.

A hűtési periódust a *6. ábra* tünteti fel. A *6* kénkondenzátorból kilépő reakciógáz a *3* CBA-reaktorba lép, ahol alacsony hőmérsékleten történő kénleválás után a *Claus*-kemenceként működő CBA-reaktorba kerül.

A hűtési-regenerálási periódusok után a *3* és *4* CBA-reaktorokat átváltják, így a *4* CBA-reaktor regenerálása-hűtése mellett a *3* CBA-reaktor működik *Claus*-kemenceként.

Az eljárással a kénkinyerés hatásfokát 98—99,5%-ossá lehet tenni, alacsony energiafogyasztás mellett. A fenti hatásfoknövelés 94—96%-os hozammal termelő kétkemencés *Claus*-üzemhez kapcsolt CBA-eljárásra vonatkozik, jól kézben tartott arányszabályozás és $H_2S:SO_2$ sztöchiometrikus (2,0) mólarány mellett. Az eljárást kísérleti üzemben próbálták ki; a becsült beruházási érték a *Claus*-üzem beruházási értékének mintegy 50%-a.

A Claus-véggázok tisztítása

Az eddigi ismertetésekből kiderül, hogy a *Claus*-technológiák a legjobban vezetett üzemekben is mintegy 94—96%-os hatásfokkal dolgoznak, a maradék 4—6% kénvegyületet az utóégető kemencében kéndioxiddá alakítják át, így a *Claus*-üzem véggázai jelentős mennyiségű kénvegyületet (SO_2, H_2S, S, COS, CS_2) tartalmaznak.

A környezetvédelmi intézkedések, amelyek a kéndioxid- és kén-hidrogén-emisszió korlátozását minden államban törvény, ill. rendeletek formájában előírják, a *Claus*-véggázok tisztításának a kifejlesztését vonták maguk után. Az utóbbi években a füstgáz-kéntelenítő eljárások mellett számos technológiát dolgoztak ki a *Claus*-üzemi véggázok tisztítására is, ezekkel az eljárásokkal az összkénemissziót mintegy 250—1000 ppm körüli értékre sikerült csökkenteni.

A fenti eljárásoknak a puszta felsorolása is meghaladná cikkünk terjedelmét, így csak a legfontosabb, üzemszerűen megvalósítottak közül említünk meg néhányat, különös tekintettel azokra, amelyek közvetlenül kapcsolhatók meglevő *Claus*-üzemekhez.

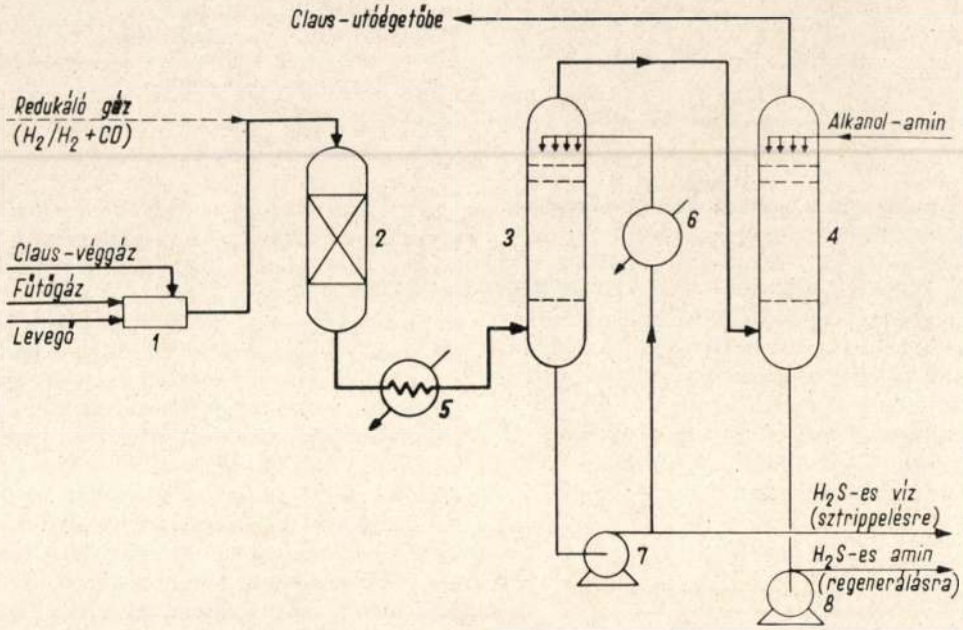
A *Beavon*-eljárás katalitikus hidrogénezéssel kénhidrogénné alakítja az összes kénvegyületeket, majd nátrium-hidroxidos oxidatív mosással elemi ként választ ki. Jóllehet a maradék gázok összkéntartalma 250 ppm érték alatti, a viszonylag nagy készülék- és műveletigény költségessé teszi az eljárást. 1975. évi adatok szerint mintegy 30 ilyen üzem működik, főként az USA-ban és Japánban.

Az Institut Français du Pétrole által kifejlesztett IFP-eljárás abszorpciós technológia, ahol a H_2S+SO_2 reakció folyadékfázisban (polietilénglikol) játszódik le 130—150 C° hőmérsékleten, miközben elemi kén válik ki. A maradék gázokat utóégetőben semmisítik meg. Az összkéntartalom az utóégető véggázaiban 1000 ppm alatt van. 1975. évi adatok szerint 16 működő üzem mellett 8 üzem építés alatt áll.

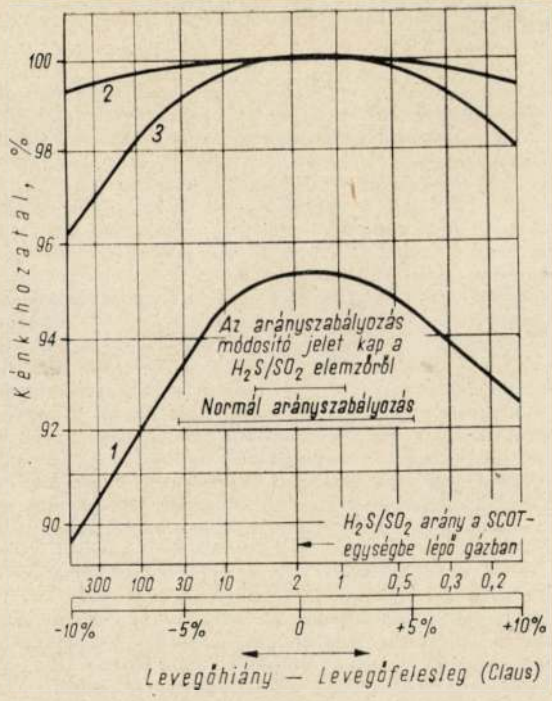
A Lurgi cég által kidolgozott *Sulfreen*-eljárás adszorpciós technológia termikus regenerálással, amelynek során elemi ként nyernek ki. Az eredetileg adszorbensként használt aktív szenet a későbbiek során Al_2O_3-dal cserélték fel. A véggázok összkéntartalma 1000 ppm alatti. Hátránya — az IFP-eljáráshoz hasonlóan —, hogy kismértékű a COS és a CS_2 átalakulása. 1975. évi adatok szerint az 5 működő üzem mellett újabb 5 üzem épül.

Részletesebben érdemes foglalkozni a Shell által az 1972—73-as években kifejlesztett SCOT- (Shell Claus Offgas Treating) eljárással. A SCOT-eljárás a jelenleg alkalmazott véggáztisztító eljárások közül a legegyszerűbben, legjobban illeszkedik a szokványos kőolaj-feldolgozó eljárásokhoz, és a véggázok összkéntartalmát 250 ppm érték alatt tartja.

Az eljárás vázlatát a *7. ábra* mutatja. A *Claus*-üzem technológiai véggázait az *1* égetőkamrában fűtőgázzal elégetik, majd a gázelegy a *2* reaktorba kerül, ahol a kénvegyületeket (H_2S, SO_2, S, COS, CS_2) atmoszferikus nyomáson, 300 C° hőmérsékleten, Al_2O_3-ra fel-



7. ábra
1 — gázégető; 2 — reaktor; 3 — hűtőtorony; 4 — abszorpciós torony; 5, 6 — hőcserélő; 7 — H_2S-es vízszivattyú; 8 — telítettamin-szivattyú



8. ábra

1 — Claus-üzem (2 kemence); 2 — Claus (2 kemence) + SCOT H_2S/SO_2 arányszabályozás-elemzővel; 3 — Claus (2 kemence) + SCOT H_2S/SO_2 arányszabályozás-elemző nélkül

vitt Co-Mo katalizátor jelenlétében H_2 vagy H_2+CO gázeleggyel kén-hidrogénné redukálják. A redukált gázelegy az *5* hőcserélőn keresztül a *3* vizes hűtőtoronyba lép, ahol 40 C° hőmérsékletre hűl le. A kénhidrogén-tartalmú hűtővizet a *7* szivattyú az üzemi kén-hidrogénes szennyvízrendszerbe táplálja, ahol a többivel együtt feldolgozzák. A lehűlt gázelegyet a *4* abszorpciós toronyba vezetik, ahol ellenáramban betáplált alkanol-aminnal abszorbeálják a kén-hidrogént. A telített alkanol-amin oldatot a *8* szivattyú szállítja a regenerálóba, ahonnan a kinyert kén-hidrogén alapanyagként a *Claus*-üzembe kerül vissza, az aminoldat pedig a körfolyamatba. A *4* torony csúcsán kilépő maradék gázelegyet a *Claus*-üzem utóégető kemencéjében megsemmisítik.

Az eljárással a *Claus*-alapanyagra vonatkoztatott kénkitermelés 99,8%-ra növelhető. Az eljárás rendkívül flexibilis: a betáplált gázmennyiség 20—100% között változhat, a *Claus*-technológiai véggázok összetétel-változása csak kismértékben befolyásolja a kénkitermelést. A *8. ábra* szemlélteti, hogy a *Claus*-üzem H_2S:levegő arányeltolódása alig befolyásolja a kénkihozatalt. (Itt kell megjegyezni, hogy az újabb *Claus*-technológiáknál, a H_2S:levegő arányszabályozó vezérlést (módosító jelet) kap a technológiai véggázok $H_2S:SO_2$ arányelemző műszerétől, így a levegőmennyiség sztöchiometrikus aránya folyamatosan pontosítható.)

3. táblázat

Megnevezés	*Claus*-alapanyag	*Claus*-véggáz	SCOT-véggáz	Utóégető SCOT-véggáz
H_2S	89,9	0,85	0,03	10 ppm
SO_2	—	0,42	—	0,02
S_8 (gőz)	—	0,05	—	—
COS	—	0,05	10 ppm	—
CS_2	—	0,04	1 ppm	—
CO	—	0,22	—	—
CO_2	4,6	2,37	3,05	4,42
CH (Ms=30)	0,5	—	—	—
H_2	—	1,60	0,96	—
H_2O	5,0	33,10	7,00	9,84
N_2	—	61,30	88,96	83,94
O_2	—	—	—	1,78
Összesen	100,0	100,00	100,00	100,00

A SCOT-egységgel összekapcsolt *Claus*-üzem gázáramainak összetételét a *3. táblázat* tünteti fel (a tf.%-ban megadott összetételek 94% kihozatalú, kétreaktoros *Claus*-üzemre vonatkoznak).

A SCOT-eljárás alkalmazása — a már említett előnyei miatt — gyorsan terjed. Egyedül az USA-ban 1975. évi adatok szerint 13 üzem működik 10—2100 t/nap (*Claus*-üzemre vonatkoztatott) kapacitással; több üzem működik, ill. áll építés alatt Európában.

Az előzőekben felsorolt *Claus*-technológiai véggáztisztító eljárások elsősorban ott terjedtek el, ahol a kőolaj-feldolgozó üzemek lakott terület mellett vagy azokhoz közel települtek. Hazai környezetvédelmi eljárásoknak a 80—100 m-es magas kémény (utóégető kemence füstgázai) építésével eleget lehet tenni.

IRODALOM

[1] *Seidel, M.—Rauer, H.—Schlief, E.:* Einige Probleme der Inbetriebnahme neuer Claus-Anlagen. Chem. Technik Febr. (1972).

[2] *Melsen, A.—Benett, H. A.:* Consider all Claus reactions. Hydr. Processing November (1974).

[3] *Goar, G. B.:* Impure feeds cause Claus plant problem. Hydr. Processing July (1974).

[4] *Fischer, H.:* Burner fire box design improves sulfur recovery. Hydr. Processing October (1974).

[5] *Barry, Ch. B.:* Reduce Claus sulfur emission. Hydr. Processing April (1972).

[6] *Godding, C. S.—Hunt, E. B.—Palm, J. W.:* CBA process ups Claus recovery. Hydr. Processing October (1974).

[7] *Hyne, J. B.:* Methods for desulfurisation of effluent gas streams. Oil a. Gas J. August 28. (1972).

[8] Gas processing handbook, Sulfur. Hydr. Processing April (1975).

[9] *Naber, J. E.—Wesselingh, J. A.—Groenendaal, W.:* New Shell process treats Claus off-gas. Chem. Eng. Progr. December (1973).

[10] Cleaning up Claus off-gas. Chem. Eng. September 30. (1974).

[11] *Fischer, H.:* Reduktion des Aufwurfs von Schwefelbindungen aus Schwefelrückgewinnungsanlagen. Erdöl u. Kohle Juni (1974).

[12] *Groenendaal, W.—Kock, G. A.:* Shell-Verfahren zur Reinigung von Claus-Abgasen. Chem. Ing. Technik *24* (1973).

25 éves a nagylengyeli olajmező

A nagylengyeli olajmező termelésbe állításának negyedszázados jubileuma alkalmából a fenti címmel igen érdekes, és a korábban Nagylengyelben dolgozók emlékezetét jólesően felelevenítő, a jelenlegieknek pedig reményt és perspektívát adó színes kiadvány jelent meg.

A Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat igazgatójának, *Trombitás Istvánnak* előszavát követően a kutatás, feltárás, termelés történetét és szociális-kommunális körképét a népes szerzőgárda — *Molnár János, Szeles János, Dávid László, Gergály Gyula,* dr. *Bencze Géza, Németh Géza, Pach Ferenc* — és a *Király László* vezette szerkesztő bizottság olyan formában állította össze, hogy olvasásakor jogos büszkeséget éreznek azok, akik tevékeny részesei voltak vagy cselekvő alkotói jelenleg is a nagylengyeli olajmezőnek.

A nagylengyeli olajmező gazdasági jelentőségét értékelve, a bevezető szavaival együtt hangsúlyozzuk: „Abban található tehát a Nagylengyelben eddig kitermelt mintegy 18 millió tonna kőolaj legnagyobb népgazdasági jelentősége, hogy a szocialista iparosítás időszakában a nehézipar fejlesztéséhez kiemelten hozzájárult, és az ország energiaellátásában a 25 év alatt fontos szerepet játszott." Az ország energiaellátásában pedig egyre növekvő a szénhidrogének részesedése: a felszabadulás előtt 4%, 1950-ben 11%, 1970-ben 43%, 1975-ben már 57% és 1980-ban 64—66% lesz. Ez a növekvő energiahányad a nagylengyeli olajmezőnek jelenleg is rangot ad, és garantálja — a hatékony másodlagos művelési módok alkalmazása mellett — a további szénhidrogén-bányászati tevékenységet. A nagylengyeli kőolajból — kedvező összetétele miatt — világviszonylatban is igen jó minőségű bitumen állítható elő. Joggal állítja a kiadvány, hogy „a hazai igények kielégítése mellett a nagylengyeli bitumen rövid idő alatt jó hírnevet szerzett a külföldi piacokon és úgyszólván a világ minden táján ismert és keresett cikk lett."

A nagylengyeli olajmező kutatás-, feltárás- és termeléstörténete jól követhető a kiadványban leírtak szerint. Az „első évek" (1951—1955) feltárási (fúrási) tevékenységére jellemző a szárnyas jet-fúrók használata, a fúrótípus miatt az aktív paraméterek (terhelés, fordulatszám) alacsony értékei, a mai szemmel nézve kis teljesítményű fúróberendezések, szivattyúk és mindezek eredményeképpen az átlagos 3 m/h fúrási sebesség. Ebben az időszakban „tisztázódtak a rétegtani viszonyok, kirajzolódtak a tároló körvonalai, s bebizonyosodott, hogy gazdaságilag jelentős kőolaj-felhalmozódás a felsőkréta korú rudistás mészkőösszletben és kisebb hányadban a triász dolomitban van." A kutak termelésében és a távvezetéki szállításban kezdettől fogva problémát jelentett a „nagy viszkozitású, magas dermedéspontú, paraffin-intermedier jellegű nehézolaj." A távvezeték több pontján melegíteni kellett az olajat, mely először a baki ideiglenes vasúti töltőállomásra, s 1952. november 7-e óta a Zalaegerszegen létrehozott kőolaj-finomítóba került.

A mező történetének második szakaszát „a termelés visszaesése" (1955—1957) jellemezte. A termelés jelentős fokozása miatt egyes kutak elvizesedtek. „A mező teljes termelésének csökkentését, mely alapvetően meggátolta volna a vízkúpképződéseket, nem lehetett megvalósítani. A népgazdaság növekvő olajszükségletének kielégítése érdekében a termelést a vizesedések ellenére tovább kellett növelni." A termeléskiesések pótlására megélénkült a fúrási tevékenység is. A szárnyas fúrókat a talpöblítésű görgős fúrók, a kis teljesítményű Diesel- és gőzüzemű berendezéseket a nagyobb teljesítményű Uralmas—5D fúróberendezések, a 4½″-es fúrószárat az 5″-es XH fúrócsövek váltották fel a kőzetroncsolás aktív paramétereinek növekedésével egyidejűleg.

Az 1956—57-es kényszerszünet után a kutak ésszerűen mérsékelt hozamú termelésbe állítása, a megélénkült fúrási tevékenység hatására új területek bekapcsolódása a nagylengyeli olajmező történetének harmadik „újabb fellendülés" (1958—1965) szakaszát jelentette.

Nagylengyelben és közvetlen környékén ez időben 31 fúróberendezés dolgozott. A kútmélyítési technológia fejlődése, a kőzetroncsolásra fordított teljesítmény növekedése 6 m/h feletti átlagos fúrási sebességet eredményezett. A nagyarányú fúrási tevékenység a mező kiterjedését megháromszorozta. Az új területekkel bővült olajmező termelését már művelési terv alapján, az olaj—víz határ mozgásának megfigyelésére alkalmas kúthálózat segítségével, korszerű rétegkezelési technológia alkalmazásával irányították és tudták fokozni. Ebben az időszakban jelentősen növekedett az olajtermelés, de növekedett a kitermelt víz mennyisége is.

Az „utolsó előtti fejezet" a mező történetében az 1966—1975 közötti 10 év. Erre az időszakra az „olajtermelés egyenletes csökkenése és a kitermelt folyadék egyre nagyobb átlagos víztartalma a jellemző." A kiadvány szerint az olajtermelés csökkenését új területek bekapcsolásával, egyes blokkok intenzív megcsapolásával, rétegkezelések fejlesztésével próbálták ellensúlyozni. A fúrási tevékenység csökkent, de a korszerűsödő fúrástechnológia alkalmazása terén jelentős eredmények születtek. Az impulzusmaximumra törekedve és a fokozott fúrási tényezőket alkalmazva 12—14 m/h átlagsebességeket értek el.

A kiadvány bizakodva hangsúlyozza, hogy a „mélyben rejtőző kőolajkészletek számításaink szerint még hosszú ideig biztosítják a mező fennmaradását", ha hatékony másodlagos eljárásokat vezetnek be. Olyan művelési eljárásokat kell meghonosítani, melyek az olajtároló kihozatali tényezőjének növelésére alkalmasak. Így a ma már ismert másodlagos művelési módok közül számításba jöhet a felületaktív anyagos művelési eljárás, a szervetlen lúgok, illetve ammónia alkalmazása, gázsapkás művelés vagy a szén-dioxidos művelési eljárás.

„A gazdasági jelentőségen túl műszaki-tudományos szerepe is volt és van a nagylengyeli olajmezőnek." A hatalmas erőfeszítés, mely a termelés felfutását, majd szinten tartását és csökkenésének mérséklését volt hivatott elősegíteni, számos műszaki probléma megoldását, új módszerek és technológiák bevezetését eredményezte. Fúrástechnikai problémát jelentett a repedezett, nagyméretű kavernákat tartalmazó mészkő tárolóréteg, a felsőtriász korú „pergő márga" átfúrása. A nagylengyeli olajmezőn alkalmazták üzemi méretekben a szovjet gyártmányú fúróturbinákat, tömegesen a jet-fúrókat, a fokozott paraméterű fúrásmódot. A nagylengyeli terület tekinthető a hazai gyémántfúrás és gyémántmagfúrás bölcsőjének is. Számos korszerű és sajátos rétegmegnyitási és kezelési mód honosodott meg. A fúrási tevékenység nyomán számos kőolajföldtani tudományos eredmény született. Mindezek leművelési tervek és műszaki programok kidolgozását tették lehetővé, és a „kétféle porozitással rendelkező tárolók leművelése, a különleges termeléstechnikai és szállítási feladatok megoldása, a zalai bitumen gyártásának megvalósítása, a termelési-művelési módszerek folyamatban levő kísérletei mind, mind számtalan területen gazdagították és gazdagítják a kőolajbányászat gyakorlatát és elméletét."

A kiadvány joggal hangsúlyozza, hogy Zala megyének társadalmi, politikai, szociális és kulturális szempontból is nagyon sokat adott az olajmező. „Negyedszázad alatt a régi, elmaradott gondolkodásmódú vidéken, a mozgalmi hagyományok nélküli munkásságnak egy új bázisa alakult ki, mely egyre erősödő mozgalmi életével, kommunistáinak helytállásával és példamutatásával nemcsak közvetlen környezetében, de a közeli Zalaegerszeg, valamint a megye életében is kiemelkedő szerepet játszik." Túlmenően azon, hogy a nagylengyeli olajmező jelentősen növelte Zala megye munkásbázisát, az üzemek dolgozói nagyban hozzájárultak a környék termelőszövetkezeteinek megszervezéséhez és a továbbiakban azok megerősítéséhez. Így vált politikai tényezővé és az olajipar egyik káderiskolájává is. A negyedszázados megemlékezés méltányolja az oktatás, művelődés és a sportélet terén elért eredményeket, külön kiemelve a Bartók Béla Művelődési Otthon szerepét, melynek „Jelentős hagyományai vannak a közművelődési feladatok ellátásában, az ismeretterjesztésben..." és hatása sokszor serkentően hatott Zala megye kulturális életére.

A jubileumi kiadvány ismertetésének méltó befejezéseül *Trombitás István* szavait idézzük: „Köszönetet mondunk mindazoknak, akik valamely módon segítették a mező kutatását, feltárását, termelését, a kőolaj feldolgozását, sikerrel küzdöttek a természet sokszor legyőzhetetlennek látszó erői ellen. Ezeknek az embereknek a tapasztalatai, tudással párosult munkaszeretete, áldozatkészsége, új iránti fogékonysága a legnagyobb biztosíték arra, hogy a most kibontakozásban levő másodlagos termelési módok is sikeres megvalósítást nyerjenek a nagylengyeli mezőben."

Csaba József

SZEMÉLYI HÍREK

Scselkacsov professzor látogatása hazánkban

Ez év szeptember közepén hazánkban tartózkodott *dr. V. N. Scselkacsov* professzor, a moszkvai *Gubkin* Egyetem tanszékvezető tanára. A látogatás a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékének meghívására jött létre. Itt dr. *Szilas A. Pál* tv. egyetemi tanár fogadta a neves szakembert, aki ezután az OGIL-ba látogatott, majd két napig a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat vendége volt. Gellénházán *Trombitás István* igazgató és *Németh Géza* műszaki igazgatóhelyettes kalauzolta a szovjet vendéget, aki több órás kötetlen konzultáció során ismerkedett meg a budafai és lovászi szén-dioxidos másodlagos művelés problémáival, eredményeivel, valamint a nagylengyeli repedezett tároló művelési tapasztalataival, majd szépszámú hallgatóság előtt előadást tartott a kihozatalt növelő eljárások hatékonyságáról, számos statisztikai adattal hasonlítva össze az Egyesült Államok és a Szovjetunió kőolaj-termelési módszereit. Az előadás után megtekintette a Zalaegerszegi Olajipari Múzeumot és a Göcseji Falumúzeumot.

Scselkacsov professzor körútjának következő állomása az OLAJTERV volt; utána néhány napos miskolci tartózkodása alatt két előadást tartott az egyetemi hallgatóknak és az érdeklődőknek.

Szeles János
osztályvezető
(DKFV Nagylengyel)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Területhelyesbítő faktorok számíthatósága és alkalmazása gázkromatográfiás elemzéseknél*

Bevezetés

A kőolaj- és földgáziparban kiterjedten alkalmazzák a különböző gyártmányú és működésű gázkromatográfokat szénhidrogénelegyek komponensenkénti mennyiségi meghatározására. A felhasználók között jó egyetértés alakult ki a mérési és értékelési módszerek tekintetében, és a kisebb metodikai eltérések mellett a megadott eredmények jól egyeznek. Időről időre felvetődik a szakemberek körében az iparágon belül jelenleg használt értelmezési rendszer elvi helyességének kérdése. Legtöbbet vitatott a lángionizációs detektor, mert a lángban lejátszódó bonyolult folyamatok ellenére a műszer által adott jel értelmezése (felhasználása) meglepő egyszerűen történik.

A mérés és értékelés rövid ismertetése

Egy megfelelően kialakított kolonnán keresztül szabályozottan egyenletes vivőgőz áramlik. Ha a vizsgálandó szénhidrogénelegyet a kolonna elején a vivőgázba juttatjuk, a másik végén a komponensek egymástól jól elkülönítve jelennek meg. Az érzékelést a kolonna kilépő oldalán biztosítani kell. Éghető gázok esetén erre szolgálhat az egyszerű felépítésű lángionizációs detektor. Ebben egy hidrogénláng ég, és ezt két elektród fogja közre. Az elektródok olyan elektronikus rendszer részei, mely rendszer alkalmas arra, hogy a láng vezetőképességét regisztrálja. Amíg csak a tiszta hidrogén ég, addig a műszer egy ún. alapvonalat húz. Amint a lángba bekerül a kolonnából távozó szénhidrogén-komponens, a vezetőképesség megnő, és a vonalíró egy csúcsot rajzol. Ez minden komponensnél megismétlődik. A jelenlegi értelmezés szerint — függetlenül az anyagi minőségtől — úgy tekintjük, hogy egységnyi csúcsterület ugyanazon éghető anyagmennyiségnek felel meg tömegdimenzióban. Ezt felhasználva, a számítás a csúcsok alatti területből változó módon folyik, attól függően, hogy milyen mértékegységben kell megadni az eredményt.

A helyesbítő faktorok számítása

Az egyes éghető anyagok között a homológ soron belül is olyan különbségeket találunk, amelyek kétségessé teszik a fenti egyszerű értelmezés helyességét. Célszerűnek látszik a területeknek egy komponensenként jellemző adattal való helyesbítése. Erre vannak is javaslatok gyakorlati kimérések alapján. Az elméleti meghatározás abból indul ki, hogy az égés során annak egy fázisában a szénhidrogénekből kialakul egy töltéshordozó töredék, amely megnöveli a láng vezetőképességét. Ez a részecske mindig ugyanolyan, bármilyen szénhidrogén-molekulából keletkezett. Az elmélet szerint ez az univerzális töltéshordozó szénhidrogénion. Töltését nem sikerült meghatározni, de a felhasználáshoz ez nem is szükséges. Az egyes komponensek elégésekor mutatkozó csúcs területe tehát nemcsak a komponens tömegétől, hanem a belőle létrejött szénhidrogénionok számától is függ.

Így ha ismerjük a vizsgált molekulát, abból kiszámítható a helyesbítő faktor. Ez nem más, mint a tömegegységre vonatkoztatott szénhidrogénion tömege. Felhasználva az atom- és molekulasúlyokat (kerekítve), szénhidrogének esetében képletszerűen:

$$R_i = \frac{13i}{M_i},$$

ahol R_i az i-edik komponens faktora;
i a szénatomszám;
M_i az i-edik komponens mólsúlya;
13 a szénhidrogén mólsúlya.

Az egyes területeket ezzel a módszerrel számolt faktorokkal elosztva, korrigált területeket kapunk. A számítás további menete megegyezik a jelenlegivel.

Következtetések

Az így kapott faktorok jól egyeznek az irodalmi értékekkel. Szénhidrogén-származékok esetében is van lehetőség az R számolására, de figyelembe kell venni az idegen atomok szerepét, amelyek minden esetben csökkentő tényezőként hatnak. A faktorok alkalmazása homológ soron belül a hagyományos számítások eredményét hibahatáron túl nem befolyásolja. Alkalmazása az elvi helyesség miatt célszerű. Ezen túlmenően a rutinszámításokat jóval egyszerűbbé és gyorsabbá teszi.

Váci Ferenc
okl. vegyészmérnök
(NKFV, Hajdúszoboszló)

* Az „Alkotó Ifjúság" 76 pályázatra benyújtott dolgozat.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *Л. Капольи*, горный инженер, экономист, канд. тех. наук: **Задачи Венгерского общества горной и металлургической промышленности (ОМБКЕ) в выполнении 5-й пятилетки горной промышленности** ..... **Стр. 1**

Изменение мировой экономики, стремительный рост роли сырьевого и энергетического хозяйства привели к повышению удельного веса и народнохозяйственного значения отечественной горной промышленности. Рассматривая возможности развития горного дела в Венгрии, автор отмечает деятельность ОМБКЕ в этой области, обращает внимание читателей на изменившиеся требования нашего времени и указывает на предстоящие задачи. Среди прочего, подчеркивается значение экономического подхода, углубления хозяйственно-деловых связей с потребляющими отраслями промышленности — и не в последнюю очередь — подготовки и воспитания подрастающего поколения специалистов.

И. Киш, инж.-нефтяник—*А. Ёс*, инж.-нефтяник—*Л. Торни*, инж.-нефтяник: **Промышленный эксперимент по бурению скважины с очисткой забоя пеной в районе Альдьё** ..... **Стр. 6**

В районе Альдьё впервые был проведен промышленный эксперимент бурения скважины с очисткой забоя пеной вместо промывочной жидкости для охраны коллекторских пластов со слабыми коллекторскими и ме-

ханическими свойствами. Применением данного метода на разрабатываемом месторождении может быть предупреждено загрязнение пластов, имеющее место при обычном способе промывки.
Скважина *Альдьё-536*, запроектированная и пробуренная на основании опыта, полученного при проводке скважин *Сихалом-I.*, *Байча-37.* и *38.*, подтвердила способность венгерских нефтяников решать задачи, связанные с технологией бурения скважин с очисткой забоя пеной.

Эльвира Гимпл, инж.-химик: **Влияние ударного сдвига на буровой раствор, приготовленный с применением бентонита низкого качества** ..... **Стр. 11**

При экспериментах по механической подготовке т. н. бурового бентонита ударным сдвигом применялся бентонит низкого качества. В результате механической активации степень дисперсности бентонитового раствора увеличивалась, а его водоотдача — при одновременном улучшении реологических свойств — снижалась. В связи с улучшением качества расход бентонита может быть снижен примерно на 20—25%, а расход химреагентов в результате влияния сдвига также может быть снижен примерно на 20—30%. Более интенсивное улучшение качества при эмульсионных буровых растворах можно объяснить эмульгирующим эффектом дезагрегатора с ударным сдвигом для подготовки бентонита.

Д-р *Г. Такач*, инж.-нефтяник: **Исследование применяемости теорий двухфазного течения потоков в вертикальных трубах** ..... **Стр. 16**

В статье анализируется применяемость методов расчета потерь сопротивления движению двухфазных вертикальных потоков, применяемых во всем мире. На основании краткого изложения корреляций и приведения использованных исходных данных устанавливается, что точность отдельных методов расчета при разных условиях движения различна. Это подтверждается и данными, приведенными по сопоставительным исследованиям, опубликованным до сих пор в литературе; таким образом непосредственно использовать их результаты для решения данной задачи не представляется возможным.
Выбор оптимальной теории вертикального движения двухфазных потоков для решения конкретной задачи по технологии добычи основывается на двух основных условиях: I. программировании методов для ЭВМ; 2. значительной базе данных измерения. В интересах этого автором были составлены программы расчета для ЭВМ для 10 теорий движения и был создан банк данных измерения. После приведения результатов конкретного исследования применяемости дается рекомендация на развитие приведенного метода выбора оптимальной теории движения двухфазных потоков.

Ш. Балико, инж.-механик, спец. инж. системной техники по хим. промышленности: **Одна из задач по расчету теплообменников** ..... **Стр. 21**

На практике проектирования теплообменники обычно рассчитываются только по технологическим параметрам, и гидравлические расчеты производятся только с целью подключения их в систему.
Приведением одного примера автор указывает на то, что экономичность теплообменника определяется двумя противоречащим друг другу факторами: капитальными затратами и стоимостью энергии (топлива). В соответствии с этим расчет аппарата следует произвести на основе минимальных общих затрат вместо использования максимального коэффициента теплопроводности.

Б. Маршал, техник-химик—*П. Шимон*, инж.-химик: **Получение элементарной серы из отходящих газов, содержащих сероводород, на нефтеперерабатывающих заводах** ..... **Стр. 23**

Важнось технологии извлечения элементарной серы из отходящих газов обессеривающей установки нефтеперерабатывающего завода определяется не только ролью серы как промышленного сырья, но и требованиями охраны окружающей среды.
Отечественная нефтеперерабатывающая промышленность располагает двумя установками для извлечения серы, дальнейшее две установки находятся в стадии проектирования. Вышеуказанным обосновывается обзор технологий и оборудования, а также возможности улучшения способов извлечения серы. В то же время мероприятиями по охране окружающей среды предъявляется строгие требования к содержанию серы в отходящих газах обессеривающих установок, и это условие привело к необходимости разработки технологии очистки отходящих газов. Во второй части статьи описываются методы очистки отходящих газов, которые могут быть приняты в расчет и внутри страны.

*

Dr.-Ing., Dipl-Ökonom *László Kapolyi*, Doktor der technischen Wissenschaften, stellv. Minister für die Schwerindustrie: **Aufgaben des Vereins Ungarischer Berg- und Hüttenleute (OMBKE) in der Realisierung des 5. Fünfjahrplans des Bergbaus** ..... **S. 1**

Die Gestaltung der weltwirtschaftlichen Lage, die rapide Zunahme der Rolle der Rohstoff- und Energiewirtschaft haben eine Erhöhung der volkswirtschaftlichen Bedeutung des einheimischen Bergbaus zur Folge. Die Entwicklungsmöglichkeiten des ungarischen Bergbaus überblickend wird OMBKEs diesbezügliche Tätigkeit gewürdigt und, auf die veränderten Anforderungen der veränderten Zeiten hindeutend, werden die Aufgaben erörtert. Unter anderen weist der Vortrag auf die Bedeutung der volkswirtschaftlichen Anschauung, des Zustandebringens von tieferen technisch-ökonomischen Beziehungen mit den anwendenden Industriezweigen und — nicht zuallerletzt — der Erziehung einer Fachmannsgeneration für die Zukunft hin.

Dipl.-Ing. *István Kiss*—Dipl.-Ing. *Árpád Ősz*—Dipl.-Ing. *Lajos Tornyi:* **Feldversuch des Schaumbohrens in Algyő** .. **S. 6**

In Algyő wurde zum erstenmal zwecks Schutzes einer Formation schlechter Entwicklung mit nachteiligen reservoirmechanischen Eigenschaften eine Bohrmethode in der Praxis erprobt, wobei die Spülflüssigkeit durch Schaum ersetzt wurde. Diese Methode kann in fördernden Feldern zur Vermeidung der bei herkömmlicher Spülung entstehenden Schichtverunreinigung in Anschlag kommen.
Auch die Bohrung *Algyő-536.*, die aufgrund der bei den Bohrungen *Szihalom-1.*, *Bajcsa-37.* und *38.* gemachten Erfahrungen geplant und niedergebracht worden ist, bestätigte, dass die einheimische Bohrindustrie imstande ist, Aufgaben mittels der Schaumspülungstechnologie zu lösen.

Dipl.-Ing. *Elvira Gimpl:* **Über die Wirkung des Stossschubes auf die aus Bentonit schlechter Qualität hergestellten Spülung** ..... **S. 11**

Versuche über die mechanische Aufschliessung des in der Erdölindustrie eingesetzten sog. Bohrbentonits wurden mit Bentonit niedriger Qualität durchgeführt. Durch die mechanische Aktivierung angeregt wurde der Dispersitätsgrad der Bentonitspülung erhöht, und ihre Wasserabgabe unter einer gleichzeitigen Verbesserung der rheologischen Eingenschaften vermindert. Infolge der Qualitätsverbesserung kann die Menge des eingesetzten Bentonits um etwa 20—25% verringert werden. Die Menge der Zusätze kann durch den Schub ebenfalls um etwa 20—30% vermindert werden. Die erhöhte Qualitätsverbesserung trat bei den Emulsionsspülungen infolge des Emulgiereffektes des Schubes auf.

Dr.-Ing. *Gábor Takács:* **Untersuchung der Anwendbarkeit von Theorien der zweiphasigen, vertikalen Strömung** .... **S. 16**

Der Beitrag analysiert die Anwendbarkeit der für die Berechnung des Druckverlustes der vertikalen zweiphasigen Strömung in aller Welt angewandten Methoden. Nach einer kurzen Darlegung der Korrelationen und nach einer Vorführung der angewandten Grunddaten stellt der Verfasser fest, dass die Genauigkeit der einzelnen Berechnungsmethoden bei verschiedenen Strömungsverhältnissen verschieden ist. Diese Tatsache wird auch durch die vorgeführten Angaben der in der Fachliteratur veröffentlichten Vergleichsuntersuchungen bewiesen. Deshalb

können die Ergebinsse dieser Untersuchungen nicht unmittelbar für die Lösung einer gegebenen Aufgabe benützt werden.
Zur Lösung einer konkreten fördertechnologischen Aufgabe hat die Wahl einer optimalen Theorie der vertikalen, zweiphasigen Strömung zwei grundlegende Bedingungen: *1.* ein rechenmaschinelles Programm für die Methoden; *2.* eine bedeutende Messdatenbasis. Dafür hat der Verfasser das Computerprogramm von 10 Strömungstheorien erarbeitet und eine Messdatenbank aufgestellt. Nach Schilderung der Resultate einer konkreten Anwendbarkeitsuntersuchung wird ein Vorschlag für die Weiterentwicklung der zur Wahl einer optimalen Strömungstheorie vorgeführten Methode gemacht.

Dipl.-Ing. *Sándor Baliko:* **Dimensionierung von Wärmeaustauschern** ..... S. 21

In der Projektierungspraxis werden Wärmeaustauscher im allgemeinen nach technogischen Parametern dimensioniert und hydraulische Berechnungen werden nur zwecks Einfügung derselben in Systeme durchgeführt.
Der Verfasser weist anhand eines Beispiels darauf hin, dass die Wirtschaftlichkeit eines Wärmeaustauschers durch zwei entgegengesetzt wirkende Faktoren, d. h. durch die Investitionskosten und den Energiepreis bestimmt wird. Dementsprechend soll sie Einrichtung statt des maximalen Wärmedurchlässigkeitsfaktors aufgrund minimaler Gesamtkosten dimensioniert werden.

Chem. Techn. *Béla Marschall*—Dipl.-Ing. *Péter Simon:* **Verarbeitung schwefelwasserstoffhaltiger Raffineriegase zu Elementarschwefel** ..... S. 23

Die Wichtigkeit der Technologien der Elementarschwefelgewinnung aus schwefelwasserstoffhaltigen Gasen, die im Laufe von Entschwefelungsprozessen der Erdölverarbeitung anfallen, wird nicht nur durch die Gewinnung des Schwefels als industriellen Grundstoffes bestimmt, sondern auch durch Umweltschutzaspekte.
Die ungarische Erdölverarbeitungsindustrie hat zwei Schwefelgewinnungsanlagen im Betrieb und weitere zwei Anlagen im Projektierungsstadium. Obige rechtfertigen einen Überblick der Technologien und Einrichtungen der Schwefelgewinnung, sowie der Verbesserung der Verfahren.
Gleichzeitig stellen die Umweltschutzvorschriften auch bezüglich des Schwefelgehalts der Endgase der Schwefelgewinnungstechnologien strenge Forderungen und dieser Umstand führte zur Entwicklung von Endgasreinigungstechnologien. Im 2. Teil des Beitrags werden Erdgasreinigungsverfahren behandelt, die auch in ungarischen Verhältnissen in Anbetracht genommen werden können.

*

Dr. *László Kapolyi*, Mining Eng., Economist, Doctor of Technical Sciences, Deputy Minister of Heavy Industries: **Tasks of the Hungarian Mining and Metallurgical Association (OMBKE) in fulfilling the 5th Five Year Plan of the Mining Industry** ..... p. 1
The development of the world's economic situation, the rapidly growing role of raw material and energy utilization have resulted in an increased significance of the domestic mining industry within the people's economy. Examining the possibilities of developing the Hungarian mining industry, the paper appreciates OMBKE's activity in this domain and elucidates the tasks to be done and draws attention to the altered requirements of the changed times. Among others, the importance of the economic attitude, of creating deeper technical and economical relations with the utilizing industry branches and, last but not least, of educating and training the future generation of specialists is stressed.

István Kiss, Petroleum Eng.—*Árpád Ősz*, Petroleum Eng.—*Lajos Tornyi*, Petroleum Eng.: **Field test of foam-drilling at Algyő** ..... p. 6

In order to protect badly developed formations showing unfavourable reservoir mechanics, a practical test of drilling method substituting drilling mud by foam was first carried out at Algyő. This method can be applied in producing fields to prevent layer contamination when using conventional muds.
The *Algyő-536* well planned and drilled on the basis of experience gained at the *Szihalom-1* as well as *Bajcsa-37* and *38* wells has also proved that the domestic drilling industry is able to fulfil tasks by means of the foam technology.

Elvira Gimpl, Chemical Eng.: **Effect of impact shear on muds prepared of poor-quality bentonits** ..... p. 11

Experiments for a mechanical development of the so-called drilling bentonite used in the petroleum industry by impact shear have been carried out using a poor-quality bentonite. As a result of mechanical activation, the grade of dispersity of the bentonite mud has increased, its water discharge diminished with a simultaneous improvement of rheological properties. In consequence of the quality improvement, the amount of the bentonite used can be reduced by some 20—25 per cent. The amount of additives can also be reduced by about 20—30 per cent under the influence of shear. In emulsion muds, the increased quality improvement was due to the emulsifying effect of shear.

Dr. *Gábor Takács*, Petroleum Eng.: **Applicability examination of theories on two-phase vertical flow** ..... p. 16

The applicability of methods used all over the world for calculating pressure losses in vertical two-phase flows is analyzed. On the basis of a short description of correlations and of the presentation of the basic data used, the author claims that the accuracy of the individual calculating methods is different under various flow conditions. This is also proved by the demonstrated data of comparative examinations published so far. Thus, the results of these examinations cannot directly be utilized for fulfilling the tasks given.
There are two basic conditions for selecting an optimal theory on vertical two-phase flow for accomplishing a concrete task of production technology: *1.* a computer program for the methods; *2.* a considerable measuring data basis. With a view to this, the author has prepared computer programs for 10 flow theories and set up a measuring data bank. Having outlined the results of a concrete applicability examination, a suggestion is made for further developing a method demonstrated for selecting an optimal flow theory.

Sándor Balikó, Mechanical Eng., Chemical System Technical Eng.: **Heat exchanger dimensioning** ..... p. 21

In design practice heat exchangers are generally dimensioned according to technological parameters and hydraulic calceulations are only performed when installing them into systems.
Quoting an example the author claims that the rentability of heat exchangers is governed by two factors woorking in opposite directions, i. e. by investment costs and by energy prices. Accordingly, the apparatus should be dimensioned on the basis of minimum total costs rather than of the maximum overall heat transfer rate.

Béla Marschall, Chemical Technician — *Péter Simon*, Chemical Eng.: **Processing refinery gases containing hydrogen sulfide into elementary sulfur** ..... p. 23

The importance of technologies of elementary sulfur recovery from gases containing hydrogen sulfide obtained by desulfuration at petroleum processing plants is underlined not only by the sulfur output as an industrial base stock but also by environment protection aspects.
The Hungarian petroleum processing industry has two desulfurizing units in operation and two more under projection. That is why it is justified to survey the technologies and equipment for sulfur recovery as well as the improvement of the processes.
At the same time, environment protection regulations include strict requirements concerning the sulfur content of the final gases of sulfur recovering technologies and this circumstance has led to the development of technologies for final gas cleaning. In the second part of the paper, final gas cleaning processes are outlined that can be taken into account also in Hungarian relations.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

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

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

Beküldési határidő: 1977. május 31.

Pályadíjak

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,

II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,

III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

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

Budapest, 1977. január hó.

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.

Hangyál János
a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos
a pályázati ügyek felelőse

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

10. (110.) évfolyam 33—64 oldal BUDAPEST, 1977. FEBRUÁR HÓ

2

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

NAGY ZOLTÁN — Expanziós munkagépek; a kőolaj- és földgázipar új gépei 1. r. 33
MUNKA MARGIT — A koordináta-rendszer irányának hatása a szimulációs vizsgálatok pontosságára 39
ZOLTÁN GYŐZŐ — A Szőreg 1. telep nedvesíthetőségvizsgálata, és a vizsgálati módszerek kritikája 44
SZEPESI JÓZSEF — A kútszerkezet tervezésének határvonalai 51
BALLA IMRE — A ferdeségcsökkentés meghatározása irányított ferdefúrások gyakorlati kivitelezéséhez..... 54
Személyi hírek. Új akadémiai doktor, kandidátus és egyetemi doktorok 58

Egyesületi és szakosztályi hírek
- Az OMBKE 65. Küldöttközgyűlése. Miskolc—NME 1977. 03. 11..... B-3
- Elnökségi ülés. 1976. 12. 21. 43
- Szakosztály-vezetőségi ülés. Az 1976. évi pályázatok eredményei. 1976. 11. 29. 43
- Az Ipargazdasági Szakcsoport tisztújítása 59
- Az effektivitás szerepe a szénhidrogén-bányászat fejlesztésében. *(Pogány László—Móricz Pálné)*..... 59
- OMBKE szakmai nap az Egri Üzemben. 1976. 09. 17. 60
- Jól sikerült szakmai nap a Szovjet Technika és Tudomány Házában. 1976. 10. 12—14. 60
- Olasz szakemberek tanulmányútja az Alföldön..... 61
- A Nuovo Pignone ismertetője 61
- Külföldi vendégek előadásai Budapesten 61

Hírek az üzemekből
- Adalékolt elégetéses olajtermelési módszer üzemi alkalmazásának előkészítése..... 57
- Próbariadó a GOV távvezetéki hibaelhárító szervezete hatékonyságának felmérésére..... 57

Az iparág köréből
- Kiváló szovjet közgazdasági szakember véleménye az OKGT Évkönyvéről 62
- A XII. Dunántúli Analitikai Kémiai Konferencia. Nagykanizsa, 1976. 08. 30.—09. 01. 62

Hazai műszaki lapszemle 58
Olvasóinkhoz 63
Pályázati felhívás B-4
A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1976. évi Tartalommutatója
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 64

A SZÁM SZERZŐI:

BALLA IMRE okl. bányamérnök, főosztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); MUNKA MARGIT okl. gázmérnök, tud. segédmunkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); NAGY ZOLTÁN okl. bányagépészmérnök, tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); SZEPESI JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); ZOLTÁN GYŐZŐ dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tud. osztályvezető (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-5305 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.
Index: 25 154
HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

10. (110.) évf. 2. szám 1977. február

Expanziós munkagépek; a kőolaj- és földgázipar új gépei 1. r.

NAGY ZOLTÁN

Az utóbbi években egyre inkább tért hódított a hidegszeparációs gázelőkészítő eljárás, s ennek következtében a gázipar jelentős hidegenergia-fogyasztóvá lépett elő. Ez a tény teszi indokolttá az egyik legperspektivikusabb hűtőberendezés alapegységének: az expanziós munkagépeknek, az ún. detandereknek az ismertetését.

A tanulmány első részében a szerző a detanderek általános jellemzése és csoportosítása után részletesebben ismerteti a turbódetanderekben lejátszódó termodinamikai folyamatokat, mivel ez a géptípus ma a legelterjedtebb.

Bevezetés

A műszaki gyakorlatban a nagynyomású gázok nyomáscsökkentésének két alapesetével találkozhatunk:

a) a gáz fojtásával (így legjobb esetben a hidegenergia hasznosítása biztosítható) és

b) a gáz expanziójával (ez esetben a hidegenergianyerés mellett már effektív külső munkavégzés is nyerhető).

A fojtással történő nyomásejtésnél lejátszódó gázkiterjedést változatlan entalpia jellemzi, és a folyamat termodinamikailag irreverzibilis.

A gázexpanzió külső munkavégzés mellett speciális expanziós munkagépben, az úgynevezett detanderben játszódik le. Ez a folyamat elméletileg állandó entrópia mellett is lefolyhat, vagyis termodinamikailag reverzibilis. A detander elnevezés a francia „detandre" szóból származik, és szó szerint lefordítva „komprimált expanziót" jelent.

I. Az expanziós munkagépek csoportosítása

A gyakorlati változatok alapján az expanziós munkagépeket két alaptípus szerint szokás csoportosítani:

1. Térfogatváltozásos vagy statikus működésű munkagépekre, amelyekben a gáz tágulása változó térfogat mellett folyik le, a dugattyú egyenes vonalú vagy forgó mozgása közben. Ezekben a gépekben a gáz nyomásenergiája közvetlenül alakul át munkává a dugattyúra ható erő által.

2. Áramlásos vagy dinamikus működésű gépekre, amelyekben a gáz tágulása az álló vezetőlapát-rendszeren, valamint a forgólapátok közötti áramlás során valósul meg. A hűtőtechnikában ezeket a gépeket szokás *turbódetandereknek* nevezni. Az angol irodalom alapján előszeretettel alkalmazzák az „expansion turbine" elnevezést is.

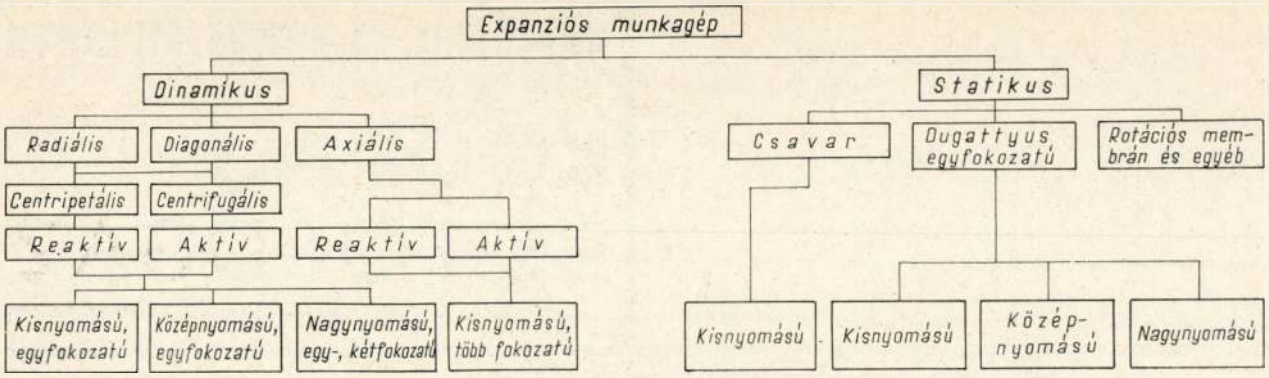
A turbódetanderekben a munkavégzés a gázáram és a forgástengely körül szimmetrikusan elhelyezett lapátok (járókerekek) közötti kölcsönhatás eredménye. A járókerekek feladata a gázenergia nagyságának a csökkentése. Az ekkor keletkező és a járókerékre ható nyomatéki erő tulajdonképpen egyértelműen meg is határozza a külső testnek átadandó munkát. A vezetőlapát-rendszer célja a gáz potenciális energiájának kinetikus energiává történő teljes vagy részleges átalakítása, amely energia a járókerékben mechanikai munkává alakul. Ennek alapján a turbódetandert aktív működésűnek nevezzük akkor, ha a nyomáscsökkenés csak az álló vezetőlapát-rendszerben folyik le, és a járókerekeken a nyomás változatlan marad. Reaktív működésről van szó akkor, ha a nyomáscsökkenés az álló vezetőlapát-rendszerben és a járókerekeken egyaránt végbemegy.

A kifejlesztett különféle géptípusoknak az egyes paraméterek és konstrukciós megoldások szerinti csoportosítását az *1. ábra* foglalja össze.

II. Az expanziós munkagépek jellegzetességei

Az általános csoportosítás szerint a gáz potenciális energiáját mechanikai munkává átalakító gépeket — mint pl. a detandereket is — a munkagépek motorcsoportjába soroljuk. Ha megvizsgáljuk az egyik leginkább elterjedt expanziós munkagép, a turbódetander példáján, mit is jelent ez a fent említett meghatározás, világossá válik: miért is kell külön foglalkozni ezzel a géptípussal.

A turbódetandert lehetne turbinának vagy átalakított turbókompresszornak is nevezni. Külön meg-



1. ábra
Expanziós munkagépek csoportosítása

nevezését azonban specifikus alkalmazási területe teszi szükségessé. Míg a turbináknál a cél külső munkavégzés a gáz hőszintcsökkentésének segítségével, addig a turbódetanderek rendeltetése mechanikai munka nyerése mellett kisebb hőfokú közeg előállítása. A két géptípusban lejátszódó folyamat között a környezet hőmérséklete szabja meg a határt. Ideális esetben a gépekben lejátszódó izentrop expanzió esetén az áramló gáz nyomásesésének munkája egyenlő az entalpiacsökkenéssel, azzal a munkával, amit a gáz végez a külső testen, azaz a mechanikai munkával. Egyenletben kifejezve:

$$\int vdp = \Delta I_s = L_s.$$

Annak ellenére, hogy első látásra úgy tűnik, mintha a mechanikus munka előállítása éppen a közeg entalpiacsökkenése következtében jönne létre, és így nem lenne szükség különbséget tenni a turbódetander és a turbina között, éppen a két géptípus pontos elhatárolása nyújthat segítséget, ad lehetőséget az egyes gyakorlati paraméterek jobb meghatározására.

Ez a kérdés különösen akkor kap gyakorlati jelentőséget, amikor a nem adiabatikus expanziós folyamat befolyását vizsgáljuk. Ebben az esetben az entalpiaváltozás (ΔI) és a nyomásesés munkája ($\int vdp$) nem egyenlő, mivel a hőcsere a környezettel a két géptípusnál éppen ellentétes jellegű. Ennek alapján már egyértelmű, hogy a két géptípus — még ha hasonló feltételek között alakítja is át a gáz nyomásenergiáját — nem jellemezhető egy és ugyanazon paraméterrel. Míg a turbináknál a cél a mechanikai teljesítmény, addig a turbódetandereknél a fő paraméter a hűtőteljesítmény.

III. Az expanziós munkagépekben lejátszódó folyamatok termodinamikai vizsgálata

A további elemzés céljából először vizsgálandó a termodinamika első főtétele. Az abszolút mozgásban levő gázáramra jellemző (külső közeggel való hőcserét feltételezve):

$$dQ = dI + d\left(\frac{c^2}{2}\right) + dL_k + dL_f, \qquad (1)$$

ahol

$d\left(\frac{c^2}{2}\right)$ a kinetikus energiaváltozás;

dL_k a fajlagos külső munka;

dL_f a fajlagos ellenállási munka.

Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban tételezzük fel, hogy a gáz külső testnek átadott munkája, a gázhoz vezetett hő és az entalpiacsökkenés pozitív. Így bármely két tetszőlegesen vizsgált keresztmetszet (I – II) között felírható:

$$Q_{\mathrm{I-II}} = L_k + L_f + I_{\mathrm{II}} - I_{\mathrm{I}} + \frac{C_{\mathrm{II}}^2 - C_{\mathrm{I}}^2}{2}, \qquad (2)$$

ahol

L_f az ellenállási munka, amely magába foglalja az összes veszteséget a külső hőcsere kivételével, azaz a hidraulikus (L_h) és a mechanikus veszteség (ΔL) munkáját. Így

$$L_f = L_h + \Delta L. \qquad (3)$$

A (2) egyenlet bal oldalának meghatározása céljából meg kell vizsgálni a gáz és a környezet között lejátszódó hőcserefolyamatokat.

Esetünkben a hő gázhoz való áramlásának két formája különböztethető meg:

1. *környezetből* hőcsere következtében a környező közegtől és más testtől felvett (Q_k) hőmennyiség és
2. *belső*, súrlódási munka hővé való átalakulásának következtében fellépő hőmennyiség (Q_f).

Így

$$Q_{\mathrm{I-II}} = Q_k + Q_f = \int_{\mathrm{I}}^{\mathrm{II}} TdS. \qquad (4)$$

Visszatérve a termodinamikai folyamatok vizsgálatára: ha a gáz expanziója a detanderben és részeiben a környező közeggel való hőcsere nélkül ($Q_k = 0$) folyik le, akkor a folyamatot *adiabatikusnak* nevezzük.

Izentrop folyamatról beszélünk, ha nincs súrlódási veszteség, és nincs hőcsere a környező közeggel, valamint más külső testtel, azaz

$$Q_k = 0 \quad \text{és} \quad Q_f = 0.$$

Így az adiabatikus folyamatra a (2) egyenlet alapján felírható:

$$I_{\mathrm{I}} - I_{\mathrm{II}} = L_k + \frac{C_{\mathrm{II}}^2 - C_{\mathrm{I}}^2}{2}. \qquad (5)$$

A szakirodalomban gyakran használatos a következő meghatározás:

$$I+\frac{C^2}{2}=I_0, \qquad (6)$$

ahol az

I_0-t a fékezett áramlás entalpiájának vagy teljes entalpiának is nevezik.

Az (5) egyenlet így felírva:

$$I_{0I}-I_{0II}=L_k. \qquad (7)$$

Az egyenletből látható, hogy adiabatikus állapotot feltételezve a gáz teljes entalpiájának különbsége egyenlő a gáz által végzett munkával. Ha nincs külső munkavégzés ($L_k=0$), a gáz teljes entalpiája állandó marad:

$$I_{0I}=I_{0II}=I_0, \qquad (8)$$

ami ideális gáz esetén kizárja a hőmérséklet-csökkentést. Ez utóbbi jelenséggel részletekben a későbbiekben indokolt foglalkozni, amikor a fojtás jelenségét vizsgáljuk, mivel ez az egyenlet már a fojtóeffektus alapegyenlete. Felhasználva a termodinamika első főtételét és a már korábban kapott összefüggéseket, az adiabatikus folyamatra felírható:

$$I_I-I_{II}=\int_{p_{II}}^{p_I}\frac{dp}{\varrho}-L_f, \qquad (9)$$

amiből látszik, hogy a gáz entalpiaváltozása egyenlő a nyomásesés munkájának különbségével, valamint a súrlódási munkával. Azonos sebességet feltételezve a vizsgált I és II keresztmetszetben a nyomásesés munkája egyenlő a külső és a súrlódási munka összegével:

$$\int_{p_{II}}^{p_I}\frac{dp}{\varrho}=L_k+L_f. \qquad (10)$$

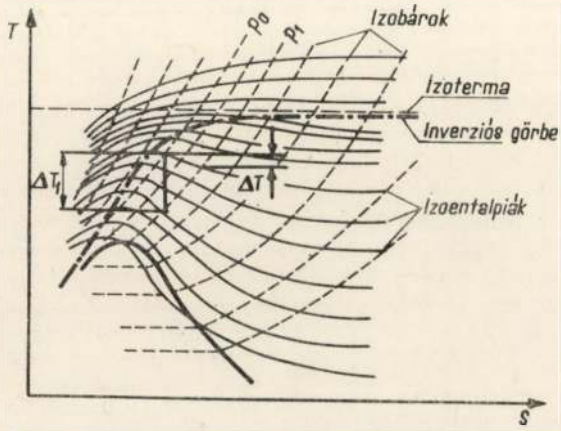
Általános esetben a (2) átalakítása után:

$$I_I-I_{II}=\frac{C_{II}^2-C_I^2}{2}+L_k-Q_k \qquad (11)$$

vagy

$$I_{0I}-I_{0II}=L_k-Q_k. \qquad (11a)$$

Megállapítható, hogy nem adiabatikus, politropikus áramlás esetén a gáz teljes entalpiaváltozása kisebb a külső munkavégzésnél a környezettől felvett hővel.



2. ábra
Reális gáz T—S diagramja

Az expanziós munkagép szempontjából döntőnek számító entalpiaváltozásra is a (11) egyenletből vonhatók le a legfontosabb következtetések, nevezetesen:

a gáz entalpiacsökkenése expanzió esetén külső munkavégzés mellett annál nagyobb, minél nagyobb a gáz sebességnövekedése és a külső munkavégzése, valamint annál kisebb ez az entalpiacsökkenés, minél nagyobb a kívülről való hőáramlás a gázhoz.

IV. A fojtóeffektus

A gáznak fojtással való expanziója a műszaki gyakorlatban széles körben elterjedt eljárás. Egyes esetekben mint hűtőfolyamatot alkalmazzák, mivel egyszerű fojtószeleppel vagy más konstrukciós megoldással minden különösebb berendezésigény nélkül csökkenthető a gáz hőmérséklete.

A folyamat termodinamikai effektivitása igen alacsony az expanziós munkagépekhez viszonyítva. Ami mégis szükségessé teszi ennek a folyamatnak a vizsgálatát, az a tény, hogy minden működő expanziós munkagépben tulajdonképpen találkozhatunk ezzel a folyamattal, miután gyakorlatilag elkerülhetetlen a be- és kiömlőnyílások olyan kialakítása, amely kiküszöbölné a fojtóeffektust; a résveszteségeket is tulajdonképpen ez a folyamat jellemzi.

Termodinamikailag ez a folyamat teljes mélységében ismert, így ennek elméleti részével különösebben nem szükséges foglalkozni, csupán a T—S diagram bemutatásával indokolt megvilágítani a folyamat lefolyásának esetleges változatait.

Már az előzőekben utalás történt arra, hogy a folyamat állandó entalpián folyik le, az egyszerűség kedvéért adiabatikus áramlást tételezve fel.

Mint ismeretes, a gáz entalpiája a hőmérséklet és a nyomás függvénye:

$$I=I(p;T).$$

A reális gázt — ellentétben az ideálissal — azonos entalpián különböző hőmérsékletszint jellemzi nyomásváltozás közben. Ennek a hőmérséklet-változásnak a jellegét a *2. ábra* szemlélteti, amelyben a $T-S$ diagram segítségével vizsgálható az izoentalpikus folyamat, mint a fojtóeffektus alapesete. Ez a diagram jellemző a reális gázok többségére.

Megvizsgálva az izoentalpikus görbék jellegét, a diagram ebből a szempontból két részre osztható:

1. negatív fojtóeffektus esetén a gáz hőmérséklete növekszik:

$$\Delta T=T_0-T_1<0, \quad \text{míg}$$

2. pozitív fojtóeffektus esetén a gáz hőmérséklete csökken:

$$\Delta T=T_0-T_1>0.$$

A diagramot az alapesetnek megfelelő területre az inverziós görbe osztja ketté. Ez a görbe határolja le egyben azt a területet is, amit fel lehet használni a gázok hűtésére a fojtás segítségével. A negatív fojtóeffektushoz tartozó görbéknél jól látható, hogy bármilyen nyomásesés esetén a gáz hőmérséklete

monoton nő, míg a pozitív fojtóeffektus-csoporthoz tartozó állapotok az inverziós görbe alatt helyezkednek el, és ezek szolgálnak alapul a gáz hőmérsékletének csökkentésére. Megfigyelhető, hogy az izoentalpikus görbék az entrópia növekedésével kiegyenesednek, s közelednek az izotermikus görbékhez, ami csökkenti az elérhető hőmérséklet-változást mind a negatív, mind a pozitív fojtóeffektushoz tartozó állapotoknál.

A továbbiakban már csak a pozitív fojtóeffektus jelenségéhez tartozó állapotváltozásokkal indokolt foglalkozni, mivel a gyakorlat számára csak ezeknek a folyamatoknak van műszaki-gazdasági jelentőségük. A T—S diagramnak ilyen jellegű felosztása egyébként matematikailag is felírható a differenciáljellemzők segítségével, azok előjelének vizsgálatával [3].

Ezen görbék segítségével meghatározhatók a fojtóeffektus közben kapott gázhőmérséklet-csökkenések. Általános esetben megállapítható, hogy hőmérséklet-csökkenés csak kis nyomásokon érhető el, ahol a felső határ az inverziós görbe.

Ez a ΔT csak az inverziós görbe közelében számottevő, mivel a nagyobb entrópiaértékeknél közeledik az izotermákhoz. Az ábrából megállapítható, hogy azonos nyomásesést feltételezve a ΔT annál nagyobb, minél kisebb a T_0 belépő hőmérséklet, és azonos kezdő hőmérsékletet feltételezve minél kisebb a kezdeti nyomás.

Az ábrán bejelölhető egy p_0-ról p_1 nyomásra expandáló gáz hőmérséklet-csökkenését jellemző ΔT, amely a fojtáshoz tartozik. A szemléletesség kedvéért berajzolható egy izentrop folyamatban elérhető hőmérséklet-csökkenés is azonos nyomásesés mellett (ΔT_1), amely az ideális expanziós munkagépek munkafolyamatára jellemző. Ebből is látható a két folyamat közötti termodinamikai különbözőség. Az *1. táblázatban* bemutatott CO_2-gáz valós hőmérséklet-csökkenése 3 MN/m² (30 att) nyomásesés esetén szemléletesen mutatja be az előzőekben elmondottakat [1].

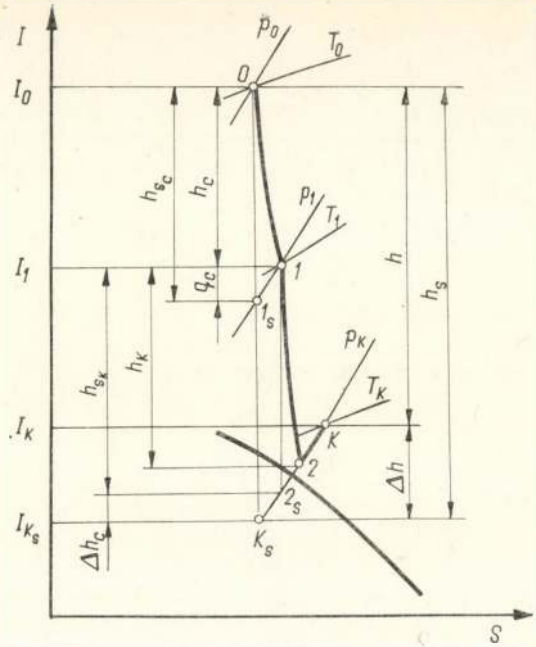
1. táblázat

Belépő hőmérséklet C°		Fojtás			Izoentropikus expanzió		
		Belépőnyomás, MN/m²					
		10	7	4	10	7	4
CO_2	100	13,5	15,5	18,0	28	43	98
	50	21,5	25,5	31,0	22	41	91

A táblázat adatai szemléletesen bizonyítják, hogy termodinamikailag az expanziós munkagépeké a jövő. A következőkben éppen ezt figyelembe véve vizsgáljuk meg egy turbódetanderben lejátszódó termodinamikai folyamatot.

V. A gázexpanzió vázlatos munkafolyamatának áttekintése az egyfokozatú turbódetanderben

A turbódetanderben lejátszódó termodinamikai folyamatokat az I—S és T—S diagramok felhasználásával lehet a legszemléletesebben bemutatni. Az itt meghatározható hőmennyiségek a gép méretezésénél is döntőek lehetnek.



3. ábra
Reaktív turbódetanderben lejátszódó gázexpanzió I—S diagramja

A turbódetander egyes jellemző pontjait megfelelő indexszel kell jelölni az egyértelműség kedvéért:

0 — a turbódetander előtti keresztmetszet paraméterei;
1 — a vezetőlapát-rendszerről kilépő és egyben a turbódetander járókerekére belépő gáz jellemzői;
2 — a járókerékről kilépő gáz jellemzői;
K — a turbódetanderből kilépő gáz paraméterei.

Ezek után nézzük meg a turbódetanderben lejátszódó ideális és reális folyamatokat.

Először egy reaktív működésű turbódetander termodinamikai munkafolyamatát vizsgáljuk meg, mivel ez jellemzi legjobban a folyamatot.

A gáz izoentróp expanziója esetén az ideális turbódetanderből kilépő gázt egy K_s ponttal tudjuk jellemezni *(3. ábra)*. Ezt a pontot a kilépő gáz paraméterei határozzák meg, esetünkben a p_K nyomás és az S_0=konst. görbék metszéspontja. Hasonlóképpen kapjuk meg az ideális turbódetander járókerekére belépő gázt jellemző pontot is.

Reális turbódetanderben a vezetőlapát-rendszerről kilépő gázt az *1* pont jellemzi, amely a p_1 izobár- és a T_1 izotermagörbék metszéspontját jelenti.

Az *1* ponttól induló gázexpanzió a járókerékben ideális esetben a 2_s pontban végződne, amelyet a p_K izobár határol le. Ez reális esetben a *2* pontba tolódik el; a *2* és *K* pontok közötti görbeszakasz a gáz áramlását jellemzi a kiömlőnyílásban (diffúzoron). Ezt a folyamatot izobárnak tekintjük, ami tulajdonképpen entalpia- és entrópianövekedéssel jár. Amint azt korábban már megállapítottuk, ez energiaveszteség, mivel a cél e géptípusnál a minél nagyobb entalpiacsökkenés elérése.

A járókerék nagy igénybevételnek van kitéve. *Általában* nem engedhető meg a járókeréken a kon-

denzátumkiválás, így fokozott gondot kell fordítani a végparaméterek meghatározásakor arra, hogy a gáz hőmérséklete az adott p_K nyomáson mindig 2—3 C°-kal nagyobb legyen a kondenzáció hőmérsékleténél. (Ez a követelmény a földgázok esetén gyakorlatilag megvalósíthatatlan.)

VI. A turbódetander termodinamikai jellemzése az *I—S* diagramban

Az előbbiek alapján az entalpiakülönbség a valós gázexpanzió végen az izentropikus folyamathoz viszonyítva — ugyanazokat a nyomásszinteket feltételezve — jellemzi a hőesés veszteségét.

Ha a meghatározott hőesésveszteséghez tartozó nyomás nagyobb az expanzió végnyomásánál, akkor ennek a veszteségnek egy része még átalakulhat munkává, miközben expandál a p_K végnyomásig. A p_K nyomáshoz tartozó hőesés vesztesége már nem nyerhető vissza, és így jellemző a hidegenergia-veszteségre. A továbbiakban a hőveszteséget q-val, a hidegenergia-veszteséget pedig Δh-val jelöljük.

Ezek után vizsgáljuk meg az *I—S* diagram segítségével az egyes folyamatokat.

— Izentropikus hőesés a turbódetanderben: $h_s = I_0 - I_{K_s}$. (12)

— Izentropikus hőesés a vezetőlapát-rendszerben: $h_{s_c} = I_0 - I_{1_s}$. (13)

— Izentropikus hőesés a járókerékben: $h_{s_K} = I_1 - I_{2_s}$. (14)

— Reális hőesés a turbódetanderben: $h = I_0 - I_K$. (15)

— Reális hőesés a vezetőlapát-rendszerben: $h_c = I_0 - I_1$. (16)

— Reális hőesés a járókerékben: $h_K = I_1 - I_2$. (17)

— Reális hőesés a járókerékben és a kiömlőnyílásban: $h_{1-K} = I_1 - I_K$. (18)

Ezek alapján

— a hőesés vesztesége a vezetőlapát-rendszerben: $I_1 - I_{1_s} = q_c$; (19)

— hidegenergia-veszteség a vezetőlapát-rendszerben: $I_{2_s} - I_{K_s} = \Delta h_c$; (20)

— hidegenergia-veszteség a járókerékben: $I_2 - I_{2_s} = q_K = \Delta h_K$; (21)

— hidegenergia-veszteség a kiömlőnyílásban: $I_K - I_2 = q_{2-K} = \Delta h_{2-K}$. (22)

A vezetőlapát-rendszer hőveszteségének egy részét visszanyerhetjük, ami azzal magyarázható, hogy a T_1 kezdeti hőmérséklethez tartozó nyomásesés munkája a járókerékben $\left(\int_{p_K}^{p_1} vdp\right)$ nagyobb, mint a T_{1_s} hőmérsékletű nyomáseséshez tartozó munka.

Ez a hőesésveszteség az α_a koefficienssel jellemezhető:

$$\alpha_a = \frac{q_c - \Delta h_c}{h_s} = \frac{h_{s_K} - (I_{1_s} - I_{K_s})}{h_s}. \quad (23)$$

A gyakorlati életben a turbódetander effektivitása az izentrop (adiabatikus) hatásfokkal jellemezhető:

$$\eta_s = \frac{h_s - \Delta h}{h_s} = \frac{h}{h_s} = \frac{I_0 - I_K}{I_0 - I_{K_s}} = \frac{\text{reális entalpiacsökkenés}}{\text{ideális entalpiacsökkenés}}. \quad (24)$$

A járókerék izentrop hőesését a fokozat hőeséséhez viszonyítva kaphatjuk a fokozat reaktivitását:

$$t = \frac{h_{s_K}}{h_s}. \quad (25)$$

Optimális esetben ez a hányados $t = 0{,}4 - 0{,}5$.

A reális hőesés nem más, mint a gép fajlagos hűtőteljesítménye, amely egységnyi tömegre vonatkoztatható munkában mérhető.

Így a turbódetander hűtőteljesítménye:

$$Q_x = hm\eta_v, \quad (26)$$

ahol

m a tömegkapacitás;

η_v a külső gázveszteségek tényezője.

A turbódetander tengelyéről levehető teljesítmény:

$$N = Q_x \eta_m, \quad (27)$$

ahol

η_m a mechanikai hatásfok.

VII. A turbódetander termodinamikai jellemzése *T—S* diagramban

A folyamatot a *4. ábrán* mutatjuk be, és a következőkben az ábra jelöléseire hivatkozunk.

A *T—S* diagramban a görbe alatti terület, amely kétoldalt izentroppal van határolva, egyben jellemzi, hogy egyenértékű azzal a hőmennyiséggel, amelyet az egységnyi gázzal közlünk az adott folyamatban. Ezek alapján

— az S_0—K_s—2—3—S_3 pontokkal határolt terület egyenértékű, illetve arányos a turbódetanderben bekövetkező izentropikus hőeséssel;

$$h_s = I_0 - I_{K_s} = I_3 - I_{K_s};$$

— az S_K—K—3—S_3 pontokkal lehatárolt terület egyenértékű, illetve arányos a turbódetanderben bekövetkező reális hőeséssel;

— az S_0—K_s—2—K—S_K pontokkal meghatározható terület arányos, illetve egyenértékű a turbódetander hidegveszteségével:

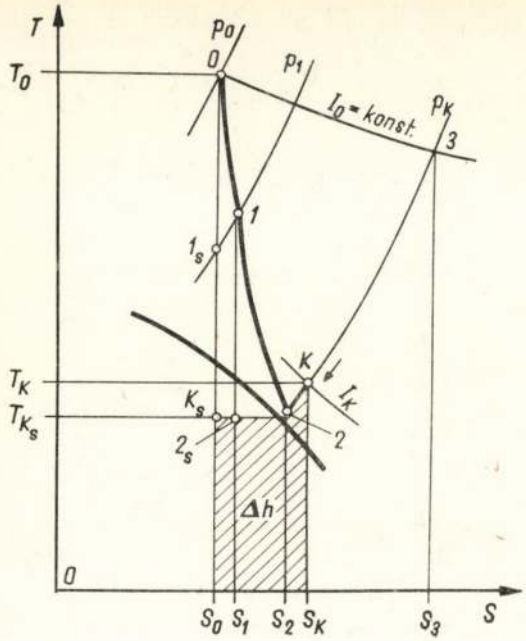
$$\Delta h = h_s - h = I_K - I_{K_s};$$

— az S_0—I_s—1—S_1 pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű a vezetőlapát-rendszerben jelentkező hőesés veszteségével:

$$q_c = I_1 - I_{1_s};$$

— az S_0—K_s—2_s—S_1 pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű a vezetőlapát-rendszerben bekövetkező hidegenergia-veszteséggel:

$$\Delta h_c = I_{2_s} - T_K;$$



4. ábra
Reaktív turbódetanderben lejátszódó gázexpanzió T—S diagramja

— a K_s—1_s—1—2_s pontokkal határolt terület arányos, illetve egyenértékű az *1—2* pontok közötti expanzió során a vezetőlapát-rendszer hőveszteségével, amely munka formájában visszanyerhető:

$$q_c - \Delta h_c = \alpha_a h_s;$$

— az 1_s—0—1—1_s pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű a *0—1* pontok közötti expanzió során munka formájában visszanyert hőmennyiséggel (Q_c);

— az S_1—1—2—S_2 pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű azzal a hőmennyiséggel, amelyet a gázzal közlünk az expanzió folyamán a járókerékben (Q_K);

— az S_1—2_s—2—S_2 pontoknak megfelelő terület arányos, illetve egyenértékű a járókerékben bekövetkező hidegenergia-veszteséggel:

$$\Delta h_K = q_K;$$

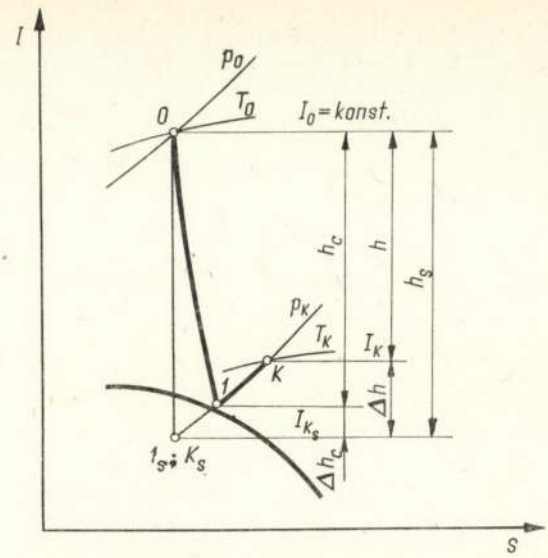
— a 2_s—1—2—2_s pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű a munka formájában visszanyert hővel, mint a Q_K hőmennyiség egy része;

— az S_2—2—K—S_K pontokkal határolt terület arányos, illetve egyenértékű azzal a hőmennyiséggel, amely a gázhoz vezetődik a járókerékből való kilépése után, és ez egyben megfelel a hidegenergia-veszteségnek is a kiömlőnyílásban:

$$Q_{2-K} = I_K - I_2 = q_{2-K} = \Delta h_{2-K};$$

— az S_0—0—1—2—K—S_K pontokhoz tartozó terület arányos, illetve egyenértékű azzal a hőmennyiséggel, amely a gázhoz vezetődött az expanzió folyamán:

$$(0-1-2-K, \quad \text{azaz} \quad Q_{0-K});$$



5. ábra
Aktív turbódetanderben lejátszódó gázexpanzió I—S diagramja

— a K_s—0—1—2—K_s pontoknak megfelelő terület arányos, illetve egyenértékű azzal a munka formájában visszanyert hőmennyiséggel, amely a gázhoz vezetődött a *0—1—2—K* expanzió folyamán; megfelel a (Q_{0-K}) egy részének.

VIII. Aktív működésű turbódetander

Az eddigi vizsgálatok-elemzések termodinamikailag bonyolultabb reaktív turbódetanderre vonatkoztak. A korábbi megállapításokból következik, hogy az aktív turbódetander *I—S* diagramja csupán egy expanziós lépcsőből áll. Magát a folyamatot az *5. ábra* segítségével mutatjuk be.

Ez esetben a vezetőlapát-rendszer után a gáz nyomása (p_1) gyakorlatilag megegyezhet a p_K végnyomással. Hasonlóan a korábban alkalmazott elnevezésekhez, megállapítható, hogy az izentrop ideális gázexpanzió az 1—K_s pontok között folyik le, míg a reális gázoknál a folyamat a *0—1—K* pontokhoz tartozó görbe szerint játszódik le.

Az aktív turbódetandernél is lényeges, hogy a T_1 hőmérséklet nagyobb legyen (általános esetben), mint a kondenzáció hőmérséklete p_K nyomáson.

E rövid elméleti alapokon nyugvó összefoglaló célja volt a témakörhöz tartozó szórványos — ritka — irodalom áttekintése, amely kiindulási alapot, érvényt adhat a részletesebb elemzésekhez.

IRODALOM

[1] *Épifanova, V. I.:* Nizkotemperaturnie radiál'nüe turbodetanderi. Masinosztroenie, Moszkva, 1974.

[2] *Sztrahovics, K. I.* és társai: Raszsiritelnüe masini. Masinosztroenie, Leningrad, 1966.

[3] *Zajdal, R. R.:* Turbodetandera kiszlorodnüh usztanovok. Masgiz, Moszkva, 1960.

[4] *Épifanova, V. I.—Akszelroda, L. Sz.:* Razdelenie vozduha metodom glubokogo ohlazsdenija. Masinosztroenie, Moszkva, 1973.

[5] *Arharov, A. M.* és mások: Kriogennüe porsnevüe detanderi. Masinosztroenie, Moszkva, 1974.

A koordináta-rendszer irányának hatása a szimulációs vizsgálatok pontosságára

MUNKA MARGIT

Az elvégzett vizsgálatok bizonyítják, hogy a rácsháló-irányítás az áttörés idejét és ebből következően a termelőkút talpnyomását, valamint a vízfront alakját jelentősen befolyásolja. A számításokból kitűnik, hogy területi hatásfok tekintetében legpontatlanabb eredményt a három variáció közül paralel rács esetén kapunk. Az eltérés csaknem 25% is lehet. Különböző irányokban a besajtoló kúttól mért fronttávolság értékét is jelentősen befolyásolja a rácsháló irányítása. Mivel a gyakorlatban a rácsháló-irányítás érdemi megválasztására nincs mód, a szénhidrogéntelepek számítógépes szimulációjakor, a termelési múlt illesztésekor a vizsgálatainkból adódott hibákat figyelembe kell venni.

Bevezetés

A matematikai szimuláció a műveléstervezésnek ma már alapvető eszköze. Segítségével vizsgálhatók a tárolóban, termelés alatt lejátszódó hidrodinamikai és termodinamikai folyamatok.

Három nem elegyedő fázis porózus közegbeli áramlását a következő differenciálegyenlet-rendszer írja le:

$$\nabla\left[\frac{kk_{rw}}{B_w\mu_w}(\nabla p_w+\varrho_w g\nabla D)\right]-q_w=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\phi S_w}{B_w}\right) \quad (1)$$

$$\nabla\left[\frac{kk_{r0}}{B_0\mu_0}(\nabla p_0+\varrho_0 g\nabla D)\right]-q_0=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\phi S_0}{B_0}\right) \quad (2)$$

$$\nabla\left[\frac{kk_{rg}}{B_g\mu_g}(\nabla p_g+\varrho_g g\nabla D+\frac{R_s kk_{r0}}{B_0\mu_0}(\nabla p_0+\varrho_0 g\nabla D)\right]-$$

$$-q_g=\frac{\partial}{\partial t}\left[\phi\left(\frac{S_g}{B_g}+\frac{R_s S_0}{B_0}\right)\right] \quad (3)$$

ahol:

D a viszonyítási síktól való távolság;
q a felületi forrás teljesítménye;
g a nehézségi gyorsulás,

a többi tényező API-standard.

Az egyenletrendszer megoldási módjairól — beleértve a hozzá kapcsolódó matematikai és rezervoármechanikai alapokat — részletes ismertetést ad *Heinemann* és *Vincze* [9] átfogó tanulmánya.

A szimuláció alkalmazásának egyik fő kérdése a szimuláció pontossága. Ezt azonban igen nehéz definiálni. Végeredményben csak annyit mondhatunk, hogy a szimuláció annyira pontos, amennyire hűen képes leírni az adott objektum viselkedését. Ezen belül azonban vizsgálható, hogy

— milyen pontosan írhatják le a szimuláció fenti egyenletei a fizikai valóságot;
— milyen mértékben közelítik a véges differencia-egyenletek a differenciálegyenlet-rendszert;
— milyen pontos az egyenletrendszer megoldási eljárása;
— milyen pontosak a tárolóra vonatkozó ismereteink.

E problémakörben eddig számos vizsgálatot publikáltak. *Blair—Peaceman* [1], valamint *Welge* és *Weber* [17] megvizsgálták, hogy a matematikai modell mennyire pontosan írja le a valóságot. *Blair—Peaceman* egy lineáris gázkiszorítás, *Welge—Weber* pedig *Sobocinsky* és *Cornelius* [15] kúpmodelljének laboratóriumi és numerikus szimulációs eredményeit vetette össze. A véges differencia-módszer pontosságára vonatkozó vizsgálatok közül jelentősek *Perry—Herron* [12] és *Snyder* [14] közleményei, akik a rácstávolság és az időlépcső optimális nagyságával foglalkoztak. *Settari—Aziz* [13] a változó rácstávolság hatását vizsgálta, *Hirashaki—O'Dell* [10] pedig a descartesi koordináta-rendszer helyett görbe vonalú koordináta-rendszerek alkalmazását ajánlották. A megoldási módszerek pontosságával és stabilitásával többek között *Briggs—Dixon* [3], *Bjordammen—Coats* [2] foglalkozott részletesen. A telepre vonatkozó paraméterek hibájának a szimulációs eredményre gyakorolt hatását többek között *Coats* [4] vizsgálta meg, a probléma részletes elemzését pedig *Kuhn—Vincze* [11] végezte el.

A nagyszámú hibaforrás miatt e problémakör a vizsgálati lehetőségek széles skáláját kínálja. Ezek közül azokat tekinthetjük a gyakorlat számára fontosnak, amelyek vagy az adott feladatra legalkalmasabb szimulációs modell felállításához, vagy egy adott modell és a valóság közötti eltérés értelmezéséhez nyújtanak lényegi segítséget. Ilyen problémának ítéljük a rácsháló-irányítás kérdését is, elsősorban a másodiknak említett szempontból. Valóságos esetekben ugyanis nincs mód a rácsháló-irányítás érdemi megválasztására. A fázishatárok és a kutak, vagy a termelő- és besajtolókutak egymáshoz viszonyított helyzete ugyanis bármilyen irányítás esetén igen különböző lesz. Lényeges viszont, hogy becsülni tudjuk, mekkora ennek az eredményre gyakorolt hatása. A továbbiakban ezt a kérdést vizsgáljuk meg részletesen.

A rácsháló-irányítás hatásának problémájával gőzelárasztás szimulációja esetén már *Todd* és társai [16] foglalkoztak. Vizsgálati módszerük az volt, hogy egy 5 pontos elárasztási rendszert kétféle rácshálóval fedtek le. Első esetben a rácsháló a termelő- és besajtolókutat összekötő egyenessel párhuzamos (paralel rács) volt, a második esetben az egyenessel 45°-os szöget zárt be (diagonális rács). A kétféle rácshálóval számolt áttörési idők között háromszorosnál nagyobb eltérést tapasztaltak. A front alakját illetően úgy tűnt, hogy a kétféle rácshálóval kapott eredmények igen különbözőek. A vizsgálatokból *Todd* azt a következtetést

vonta le, hogy a vizsgált 10-es mobilitási arányig a diagonális rács a front előrehaladásának számításában pontosabb eredményeket ad.

Ezeken a megfigyeléseken alapszik *Coats* és társainak [5] vizsgálata is. Szerintük — a mobilitási arányok helyett — a viszkozitási arányok használata sokkal jellemzőbb paraméter. Egy laboratóriumi vízelárasztást mindkét ráccsal megvizsgáltak, a paralel rács esetében kapott eredmények pontosabbnak bizonyultak. Tanulmányukban hangsúlyozzák, hogy megfigyeléseik nem dönthetik el egyértelműen azt a kérdést, hogy milyen rácsháló-irányítás ad pontos értéket. Ez csak többféle rács együttes vizsgálatával határozható meg.

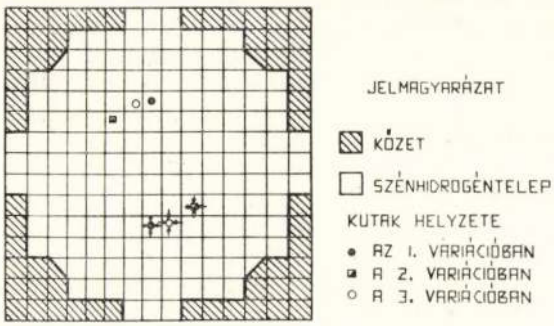
A telepmodell leírása

A telepmodellt 50 m-es négyzetes, 15×15 számú rácselemből alakítottuk ki. A modell területén egy termelő- és egy besajtolókutat helyeztünk el a feltételezett tároló középpontjára szimmetrikusan. A vizsgált telepmodell az *1. ábrán* látható, a főbb paramétereket az *1. táblázat* foglalja össze. A telep külső kontúrján

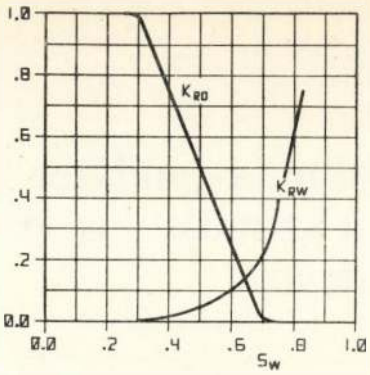
1. táblázat

A paraméter neve	A paraméter értéke
A telep vastagsága	10 m
porozitása	0,2
áteresztőképessége	0,1 D
víztelítettsége	0,3
olajtelítettsége	0,7
A víz viszkozitása	1 cP
Az olaj viszkozitása	1 cP
A termelt olaj mennyisége	175 m³/nap
A besajtolt víz mennyisége	175 m³/nap

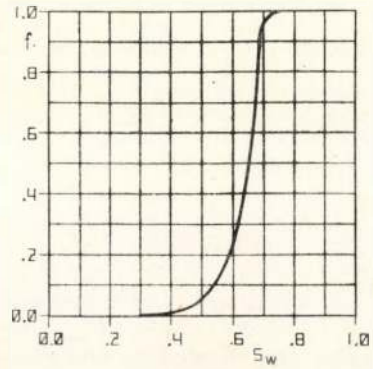
zárt, a telítettség vertikális eloszlása homogén, a gravitációs erőt és a kapilláris erőt elhanyagoltuk. A vizsgálathoz használt kétfázisú relatív permeabilitási függvények a *2. ábrán* láthatók. Az ezekből megszerkesztett frakciós görbét a *3. ábra* adja meg. A görbéről megállapítható, hogy a kiszorításnak alárendelt fázisa nincs — a permeabilitásgörbéket az adatok egyszerűbb kiértékelése miatt vettük így fel —, a kiszorítás végig frontális. A számításokat az áttörési időig végeztük úgy, hogy a termelőkút hozama 175 m³/nap volt ugyanekkora besajtolt vízmennyiség hatására. Az időlépések nagyságát úgy választottuk meg, hogy a rács-



1. ábra
A vizsgált telepmodell



2. ábra
Relatívpermeabilitás-görbék



3. ábra
Frakciós görbe

elemekben 3—4%-osnál nagyobb telítettségváltozás ne következzen be.

Mivel a vizsgált telepmodell a középpontra nézve szimmetrikus, a különböző rácsháló-irányításokat a kutak helyzetének megváltoztatásával értük el, ügyelve arra, hogy a kutak közötti távolság minden esetben azonos maradjon. A kutakat egy szabályos 16 szög 2—2 átellenes csúcsában helyeztük el. Így a következő három variációt kaptuk:

1. variáció: a termelő- és besajtolókutat összekötő egyenes a rácsháló irányába esik (paralel rács);
2. variáció: a termelő- és besajtolókutat összekötő egyenes a rácshálóval 45°-os szöget zárt be (diagonális rács);
3. variáció: a termelő- és besajtolókutat összekötő egyenes 22,5°, ill. 67,5°-ot zár be a koordinátatengelyekkel.

Az *1.* variáció esetében a kutak a rácselemek középpontjában, a másik két esetben pedig attól eltérően helyezkednek el.

A számításokat *Heinemann* [7, 8] kétdimenziós, háromfázisú szimulációs programjával végeztük. A programot többek között az algyői szénhidrogénmező leművelésének a tervezésére sikerrel alkalmazzák, így az a hazai szakkörökben jól ismert.

A számítási eredmények kiértékelése

A kiértékelés során első lépésként mind a három esetben kiszámítottuk az áttörésig elárasztott terület nagyságát *(2. táblázat)*. A terület számítása a rács-

2. táblázat

A rácsháló típusa	Áttörési idő	Elárasztott terület	Területi hatásfok
1. variáció (paralel rács)	15,5 hónap	107 250 m²	62,61%
2. variáció (diagonális rács)	17 hónap	121 510 m²	86,26%
3. variáció	18,5 hónap	132 080 m²	87,67%

elemek víztelítettség értékeiből történt az

$$A = \frac{S_w - S_{wr}}{S_{wf} - S_{wr}} \Delta A \qquad (4)$$

képlet segítségével, ahol

A az elárasztott terület;
S_w a rácselem víztelítettsége;
S_{wr} a maradék víztelítettség;
S_{wf} a front víztelítettsége;
ΔA a rácselem területe.

A [4] szerinti átszámításra azért van szükség, mert a kiértékelés időpontjában egyes rácselemek elárasztása csak részleges. Az átszámítást az teszi lehetővé, hogy esetünkben nincs alárendelt fázis. A *2. táblázat* tartalmazza a területi hatásfokot is, amelynek kiszámításához vizsgálati modellünk 2 kútját egy lineáris elárasztási rendszer szekciójának tekintettük. Az eredmények mutatják, hogy az elárasztott terület nagysága és ezért a területi hatásfok értéke is erősen függ a koordinátarendszer irányától. Az elárasztási hatásfok közötti különbséget elsősorban az okozza, hogy *Todd* megfigyeléseihez hasonlóan, az áttörés ideje a három esetben jelentősen különbözik. Erre az elárasztási rendszerre a mobilitási arány és a területi hatásfok közötti függések jól ismertek [6], ezért könnyen eldönthető, hogy melyik variációban kapjuk a valósághoz legközelebb álló értéket. Esetünkben a fronttelítettségre vonatkozó mozgékonysági arány:

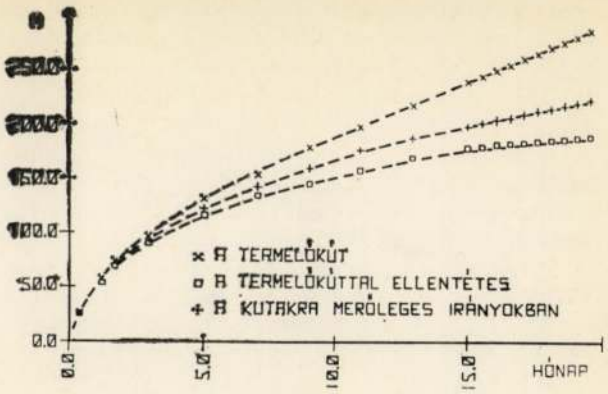
$$M = \frac{k_w u_0}{k_0 u_w} = 4.0,$$

Az említett munka szerint lineáris besajtolási rendszerekre ezen mozgékonysági arány esetén a területi hatásfok 81%. Ettől a pontos értéktől a *2.* és *3.* variációban kapott területi hatásfok 6%, ill. 8%-kal, az *1.* variációban kapott érték azonban 23%-kal tér el. Ez azt jelzi, hogy paralel rács esetén a két kutat összekötő egyenes mentén a folyadék a valóságosnál gyorsabban halad, és ezért kisebb területi hatásfokkal hamarabb következik be az áttörés.

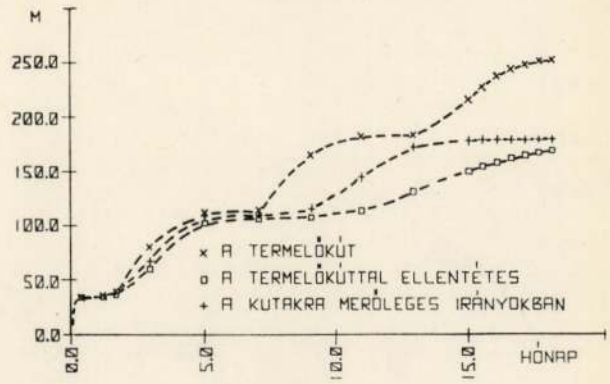
A számítási eredmények kiértékelése során következő lépésként a vízfront alakját és sebességét vizsgáltuk meg. Mindhárom variáció esetében kiszámoltuk a front távolságát a besajtolókúttól:

a) a termelőkút irányában;
b) a termelőkúttal ellentétes irányban;
c) a kutakat összekötő egyenesre merőlegesen mindkét irányban.

A számítást a (4) képlet segítségével végeztük, a rácselem területe helyett az adott irányban a rácselemben megtehető úthosszat használva szorzótényezőként.



4. ábra
A fronttávolság időbeli változása
1. variáció



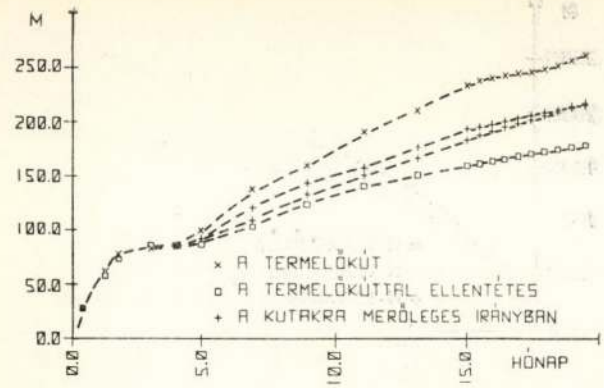
5. ábra
A fronttávolság időbeli változása
2. variáció

Mindhárom esetben ábrázoltuk a besajtolókúttól mért fronttávolság időbeli változását.

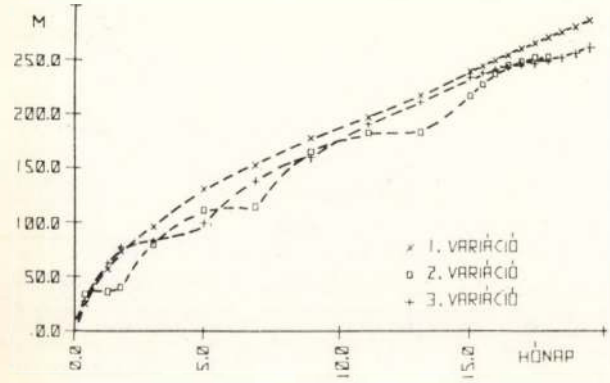
Az *1.* variáció esetében *(4. ábra)* a front a kutakat összekötő egyenesre nézve szimmetrikus. A besajtolókúttól mért fronttávolság a termelőkút irányában a legnagyobb, ami a vízfront alakjának a termelőkút irányába való elnyúlását jelzi. A front távolsága a besajtolókúttól — és ebből következően a front sebessége — a termelőkúttal ellentétes irányban a legkisebb.

A front a *2.* variáció esetében is szimmetrikus. A besajtolókúttól mért fronttávolság időbeli változását megrajzolva *(5. ábra)*, a termelőkút irányában felvett függvénynek négy töréspontja van. Ennek oka, hogy a szimuláció során a folyadék csak a koordinátatengelyekkel párhuzamos irányban tud áramlani. A telítettségváltozás ezért először mindig az adott rácselemmel közös oldalú rácselemekben érezhető, és csak ezekből tud a folyadék az adott rácselemmel közös rácspontban érintkező rácselembe átlépni. Mivel a *2.* variációban a termelő- és besajtolókutat összekötő egyenes négy rácspontot érintve a rácselemeket átlósan szeli át, ez a függvény menetében négy töréspontot okoz. Ezek a töréspontok a másik két irányban felvett görbén is megfigyelhetők.

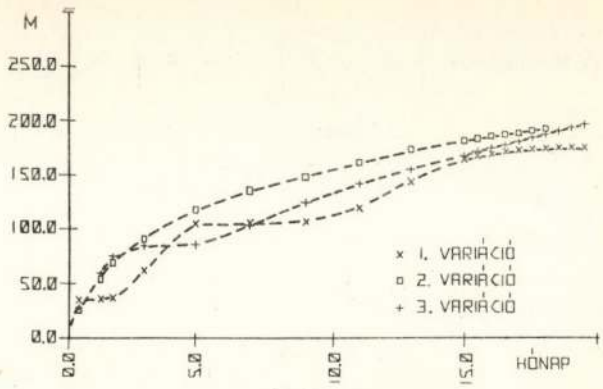
A *3.* variációban *(6. ábra)* a vízfront alakja nem szimmetrikus, de a kutakat összekötő egyenesre merőleges irányokban kapott értékek közötti eltérés az idővel egyre csökken. Ebben a variációban a kutakat összekötő egyenes két rácspontot érint, ezért a termelőkút irányában felvett görbén két töréspont van.



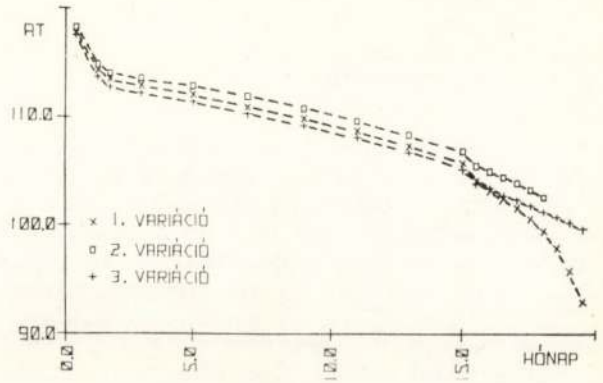
6. ábra
A fronttávolság időbeli változása
3. variáció



7. ábra
A fronttávolság időbeli változása a termelőkút irányában



8. ábra
A fronttávolság időbeli változása a kutakat összekötő egyenessel 45°-os szöget bezáró, a termelőkúttal ellentétes irányban



9. ábra
A termelőkút talpnyomásának időbeli változása

Különböző irányokban, a besajtolókúttól mért fronttávolságértékek között a különbség az előző variációkhoz hasonló. Annak eldöntésére, hogy a különböző variációkból kapott értékek mennyire térnek el egymástól, összehasonlítottuk a három variációnak a besajtolókúttól mért fronttávolságértékeit a következő két irányba:

a) a termelőkút irányába;

b) a kutakat összekötő egyenessel 45°-os szöget bezáró, a termelőkúttal ellentétes irányban.

Egy adott időponthoz tartozó, a termelőkút irányába számított fronttávolságértékek között *(7. ábra)* ott a legnagyobb az eltérés, ahol az egyes variációkra felvett görbéknek töréspontjuk van. Egy adott időpontban a három variációból kapott érték számtani átlagától való eltérések átlaga (szórása) az *1.* és *3.* variációban 7%, a *2.* variációban 9%. Az *1.* és *3.* variáció értékei az 5. hónapban térnek el legjobban az adott időpontbeli átlagértéktől 21%, ill. 26%-kal. A *2.* variáció legnagyobb eltérése 37,5%, 1,75 hónapnál. A három görbe közül a *2.* variációra érvényes görbének van a legtöbb töréspontja is, ami azt jelenti, hogy a termelőkút irányába áramló folyadék a *2.* variációban érinti a legtöbb rácspontot.

A kutakat összekötő egyenessel 45°-os szöget bezáró, a termelőkúttal ellentétes irányban megrajzolva a fronttávolság időbeli változását *(8. ábra)*, a fentiekben leírt átlagos értékektől való eltérések átlaga az *1.* variáció esetében lesz a legnagyobb: 12%, a másik két esetben 7%. A legtöbb töréspontja most az *1.* variációra felvett görbének van.

Ez a két példa bizonyítja, hogy egy adott irányban a besajtolókúttól mért fronttávolság értéke a szimuláció során annál pontatlanabb, minél több rácspontot érint az adott irányban áramló folyadék.

Megvizsgáltuk a telep átlagos nyomásának, a termelő- és besajtolókút talpnyomásának a változását. A telep átlagos nyomását és a besajtolókút talpnyomását a rácsháló-irányítás csak elhanyagolható mértékben befolyásolja. A termelőkút talpnyomásváltozását az idő függvényében mind a három variációra ábrázoltuk *(9. ábra)*. A három görbe között az eltérés addig az időpontig elhanyagolható, míg paralel rács esetén az áttörés bekövetkezik. Ekkor ugyanis az *1.* variációban számolt talpnyomás rohamosan csökken. A másik két variációban ez a csökkenés csak később — az áttörési idő után — tapasztalható.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond dr. *Heinemann Zoltánnak*, hogy a háromfázisú szimulációs programját rendelkezésére bocsátotta, és munkájában tanácsaival segítette.

IRODALOM

[1] *Blair P. M.—Peaceman P. W.:* An experimental verification of a two-dimensional technique for computing performance of gas-drive reservoirs. SPEJ 1963. p. 19—27.

[2] *Bjordammen J.—Coats K. H.:* Comparison of alternating-direction and successive overelaxion techniques in simulation of reservoir fluid flow. SPEJ 1969. p. 47—58.

[3] *Briggs J. E.—Dixon T. N.:* Some partical considerations in the numerical solution of two-dimensional reservoir problems. SPEJ 1968. p. 185—194.
[4] *Coats K. H.:* Use and misuse of reservoir simulation models. JPT 1969. p. 1391—98.
[5] *Coats K. H.—Chieh Chu—Marcum B.: E.* Three dimensional simulation of Steemflooding. SPEJ 1974. p. 573—92.
[6] *Frick T.:* Petroleum Production Handbook. SPE of AIME 1962. Vol. 2. p. 41—5.
[7] *Heinemann Z.:* Eljárás és számítógépi program szénhidrogéntelepek kétdimenziós háromfázisú szimulációjára. 1973, kézirat.
[8] *Heinemann Z.:* Szénhidrogéntelepek kétdimenziós háromfázisú numerikus modellje. KF. 1972 p. 1—9.
[9] *Heinemann Z.—Vincze T.:* Szénhidrogéntelepek szimulációja. NIMDOK 1974. Budapest.
[10] *Hirashaki G. J.—O'Dell P. M.:* Representation of reservoir geometry for numerical simulation. SPEJ 1970 p. 393—404.
[11] *Kuhn T.—Vincze T.:* A megbízhatósági vizsgálatok alkalmazásának lehetőségei a szénhidrogéntelepek numerikus szimulációjában. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei 1973. Szénhidrogéntermelés, 10. sz.
[12] *Peery J. H.—Herron E. H. jr.:* Three-phase reservoir simulation. JPT. 1969. p. 211—20.
[13] *Settari A.—Aziz K.:* Use of irregular grid in reservoir simulation. SPEJ. 1972 p. 103—44.
[14] *Snyder L. J.:* Two-phase reservoir flow calculations. SPEJ 1969. p. 170—82.
[15] *Sobocinsky D. P.—Cornelius A. J.:* A correlation for predicting water coning time. JPT. 1965. p. 594—600.
[16] *Todd M. R.—O'Dell P. M.—Hirashaki G. J.:* Methods for increased accuracy in numerical reservoir simulators. SPEJ. 1972. p. 515—30.
[17] *Welge H. J.—Weber A. G.:* Use of two-dimensional methods for calculating well coning behavior. SPEJ. 1964 p. 345—55.

EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége 1976. december 21-én az MTESZ Anker közi székházában — *Kreffly Gábor* egyesületi elnök vezetésével — elnökségi ülést tartott.

1. Az Egyesület már többszörösen megtárgyalt **középtávú munkaprogramját** — a legutóbbi elnökségi ülésen javasolt kisebb módosításokkal — *Kreffly Gábor* elnök **elfogadottnak nyilvánította.**

2. Dr. *Nagy Zoltán* főtitkár ismertette, hogy a nyolc elnökségi bizottság közül ötnek vezetőjét az elnökség már jóváhagyta. A **további három bizottság vezetőjéül a következőket javasolja:** *Ifjúsági bizottság,* vezetője: ifj. dr. *Gagyi-Pálffy András; Szakosztályközi és rendezvénybizottság,* vezetője: *Serfőző Iván; Energetikai és környezetvédelmi bizottság,* vezetője: dr. *Tóth Miklós.* Ez utóbbi — az elnökség mellett működő — munkabizottságnak hat szakosztályi albizottsága lenne. Az elnökség a tervezetet elfogadta.

3. Dr. *Heinemann Zoltán* főtitkárhelyettes rövid **tájékoztatót adott az MTESZ legutóbbi országos elnökségi és főtitkári értekezleteről.** Immár 84 éves Egyesületünk érdekeit és haladó hagyományait mindenképpen össze kell hangolni az MTESZ célkitűzéseivel; a hagyományos és új típusú problémákat csak az országos érdekek mindenek elé helyezésével lehet megoldani. Az Egyesület — miként eddig is — mindenképpen elősegíti a tagok informálását országos ügyekben, továbbá a tagság szakmai képzését. Az elnökség tudomásul vette az MTESZ négyéves munkaprogramjában az Egyesületre kirótt feladatokat.

4. A Nemzetközi kapcsolatok bizottságának vezetője, *Böszörményi Béla* szerint **a külföldi kiutaztatásoknál „értelmes takarékosságra" kell törekedni.** Ez mindenekelőtt azt jelenti, hogy elsősorban aktív résztvevőket kell kiküldeni, s meg kell követelni a szakmai beszámoltatást. Redukálni kell a tőkés országokba való kiküldetéseket.

5. **A közgyűléseken adható kitüntetésekről** az Érembizottság vezetője, *Éles László* távolléte miatt dr. *Nagy Zoltán* főtitkár **adott tájékoztatót.** Az új Alapszabály Függeléke szabályozza e kérdést, s ennek alapján az utolsó 8—10 év gyakorlatánál mérsékeltebb számú egyesületi érem kiadását javasolja a legközelebbi, 1977. március 11-én tartandó közgyűlésen. Az évi közgyűléseken 8; a négyévenként tartandó tisztújító közgyűléseken max. 15 egyesületi érem kiadását fogadta el az elnökség, az érmekkel együtt járó pénzjutalmak kérdésében is döntve.

6. *Kreffly Gábor* elnök bejelenti, hogy a **következőkben évi rendes közgyűlésünket minden év márciusának második péntekjén** tartjuk; az ez évi hely még bizonytalan. **Az egyes szakosztályok 1977. január 31-ig adják be évi munkaprogramjaikat** és jelentéseiket. **Az 1977. évi** MTESZ-közgyűlésen kiadandó **MTESZ-díjra** az Egyesület *Podányi Tibor* bányamérnököt és dr. *Pilissy Lajos* kohómérnököt javasolja. Az elnöki bejelentéseket az elnökség jóváhagyólag tudomásul vette.

B. B.

Szakosztály-vezetőségi ülés

Az 1976. évi pályázatok eredményei

Egyesületünk Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának vezetősége 1976. november 29-én az OKGT székházában ülést tartott; az ülést *Rácz Dániel* szakosztályi alelnök vezette. Jelen voltak még: dr. *Alliquander Ödön* (egyesületi alelnök); *Antal Lajos; Csath Béla; Hajdú Lajos;* dr. *Kókai János; Pollok László; Solti Károlyné;* dr. *Szabó György* (szakosztálytitkár) és *Tihanyi Gábor.*

1. Az 1976. évi pályázatra 16 pályamű érkezett be. A dolgozatok mindegyikét két-két szaklektor bírálta; a díjak odaítélésénél a bíráló bizottság, valamint a szakosztály-vezetőség a szaklektorok véleményét vette alapul.

A bizottság egyhangúlag megállapította, hogy valamennyi pályamű egészében vagy részleteiben az iparban jól hasznosítható.

Mivel azonban a kiírás értelmében csupán az eredményhirdetés napjáig fel nem dolgozott tárgyú, máshol nem ismertetett, nyilvánosságra nem hozott vagy közlésre át nem adott pályaművek jöhettek számításba, s mert az elbírálás kritériuma a titkosság, az *„Ingersoll"*, a *„Bodri"*, a *„Tusnád"*, valamint a *„Creek"* jeligéjű pályázatokat — értékességük hangsúlyozása mellett — a díjazásból ki kellett rekeszteni.

E megváltozott helyzetben a bíráló bizottság és a szakosztályvezetőség döntése alapján az 1976. évi pályázatok eredménye a következőképpen alakult.

I. díjban (5000 Ft) részesült **A kardoskúti földgázelőkészítőüzem optimalizálása** tárgyú pályamű; szerzője: *Balikó Sándor.*

II. díjat (3500 Ft) kapott az **Új eljárás az olajos szennyvizek tisztítására** tárgyú pályamű; szerzők: *Farkas Györgyi* és *Kiss Imre.*

III. díjban (egyenként 2000 Ft) részesült a következő három pályamű: **Inhomogén tárolók fizikai modellkészítési irányelvei a laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok végzéséhez** (szerző: *Pál Tibor*); **A segédgázos termelés tervezésében alkalmazható nomogramok kidolgozása** (szerző: dr. *Takács Gábor*), valamint a **Vízpermetezéssel javított léghűtés legújabb számítási módszere** (szerző: *Tamás János*).

Egyenként 1000 Ft jutalmat szavazott meg az elbíráló fórum a következő öt pályamű beküldőjének: *Balla László:* **Egyfázisú gázkutakban fellépő nyomásveszteség új számítási módszere;** *Kiss Imre* és *Farkas Györgyi:* **Az algyői szénhidrogénmező környezetvédelmének helyzete**; *Sasvári Judit* és *Csaba József:* **Raktárgazdálkodás számítógép segítségével;** dr. *Soproni Lajos* és dr. *Zalányi Sámuel:* **Az NKFV Szank és Szeged üzemeinek táppénzes morbiditása az 1971—1975. években,** továbbá dr. *Zalányi Sámuel* és dr. *Soproni Lajos:* **Az NKFV üzemeinek 1975. évi táppénzes morbiditása.**

A szakosztály-vezetőség állásfoglalása értelmében a szakosztály elnöke az OKGT vezérigazgatójával egyetértésben intézkedik a pályaművek ipari hasznosításáról.

A díjazott pályaművek szerzőinek ezúttal is gratulálunk!

2. Az 1977 szeptemberében Balatonfüreden tartandó **XVI. Vándorgyűlés** szervező bizottságának elnöke, *Pollok László* előterjesztése alapján a szakosztály-vezetőség döntött bizonyos előkészületi kérdésekben.

Tihanyi Gábor

A Szőreg 1. telep nedvesíthetőség-vizsgálata, és a vizsgálati módszerek kritikája

ZOLTÁN GYŐZŐ

Az [1, 2, 3] tanulmány ismertet egy módszert, amelyet a szerző alkalmasnak vél tárolókőzetek nedvesíthetőségi állapotának telepfolyadékaik jelenlétében, rétegállapoton történő meghatározására. Matematikailag leírható geometriával bíró porózus rendszerek esetében bizonyíthatóan fennáll annak lehetősége, hogy a nedvesíthetőségi állapotot kifejező tényezőt az őt implicite magában foglaló kapillárisnyomás-telítettség összefüggés alapján határozzuk meg. Kérdés, ha ugyanezt az elvet követjük szemcseközti porozitással bíró kapillárisrendszernél, az eredmények elfogadhatók lesznek-e a nedvesíthetőségi állapot megközelítésére.

Ismeretes, hogy a nedvesítési szög értékét a

$$\cos\Theta = -\frac{1}{1-S_{wr}}\frac{\tau}{\sigma}\sqrt{\frac{2\varkappa}{\varphi}}\int_{1}^{S_{wr}} p_c(S)ds$$

összefüggésből számítjuk, mely összefüggést illetően a tárolókőzetre s a telepfolyadékokra jellemző állandókat laboratóriumi mérésekkel nehézség nélkül meghatározhatjuk. Gondot az átlagos kapillárisnyomás, a $\bar{p}_c$ értékének megválasztása jelent, amely, mint az a fenti összefüggésből is kitűnik, az integrálás határaival változik. Függően attól, hogy e határokkal milyen telítettségintervallumban vizsgáljuk a nedvesíthetőséget, Θ-ra nézve eltérő értékeket kapunk. Korábban már utaltunk arra, hogy a nedvesítő fázis teljes telítettségváltozásának figyelembevétele egy látszólag jobban nedvesítő állapot felé tolja el a peremszög értékét. Ezt elkerülendő úgy véltük, a telítettségváltozást illetően célszerű csak azt a telítettségintervallumot figyelembe venni, amelyhez a p_c-nek viszonylag kis értékű megváltozása tartozik.

Ezt a telítettségintervallumot a $p_c(S)$ függvény alakjának felhasználásával jelölhetjük ki, s e telítettséghatárokon belül így csak arra a pórustérfogatra vagyunk figyelemmel, amelynek viszonylag homogén porózus struktúrája van. Az átlagos kapillárisnyomásnak ilyen módon való meghatározása több oldalról azt az aggályt vetette fel, hogy szubjektív hibával terhelt lehet a peremszög értéke, mert a telítettséghatárok megválasztása egyszerűen a $p_c(S)$ görbe alakjának megítéléséből történik, s ha itt hibát vétünk, az elkerülhetetlenül terheli az így számított peremszög értékét. Egyrészt, hogy tájékozódásunk legyen a hibalehetőség befolyásáról, másrészt a felmerült kétségek eloszlatására újból vizsgáltuk az eljárást, s ennek eredményeit összehasonlítottuk a korábban leírt módszer szerint nyert eredményekkel, remélve, hogy a különböző módszerek megerősítik azt az álláspontunkat, hogy bár a szubjektív hiba lehetősége fennáll, de ha megfelelő gondossággal járunk el, a peremszög legvalószínűbb átlagértékétől nem távolodunk el olyan mértékben, hogy az a gyakorlat megkívánta pontosságot sértené.

Eljárásunk lényege abban áll, hogy a $p_c(S)$ függvény segítségével kijelöljük a két szélső — S_1 és S_2 — telítettséghatárt, s a fentebbi összefüggéssel számoltuk e telítettségintervallumból adódott átlagos peremszögértéket. Ezt követően ugyanezt a telítettségintervallumot hat egyenlő részre osztva vizsgáltuk a nedvesíthetőségi tényező értékét olyanképpen, hogy fokozatosan nagyobb telítettségváltozás-értékeket vettünk figyelembe. A Θ-ra kapott értékek így ΔS-enként kis

1. táblázat

A peremszög számított értékei

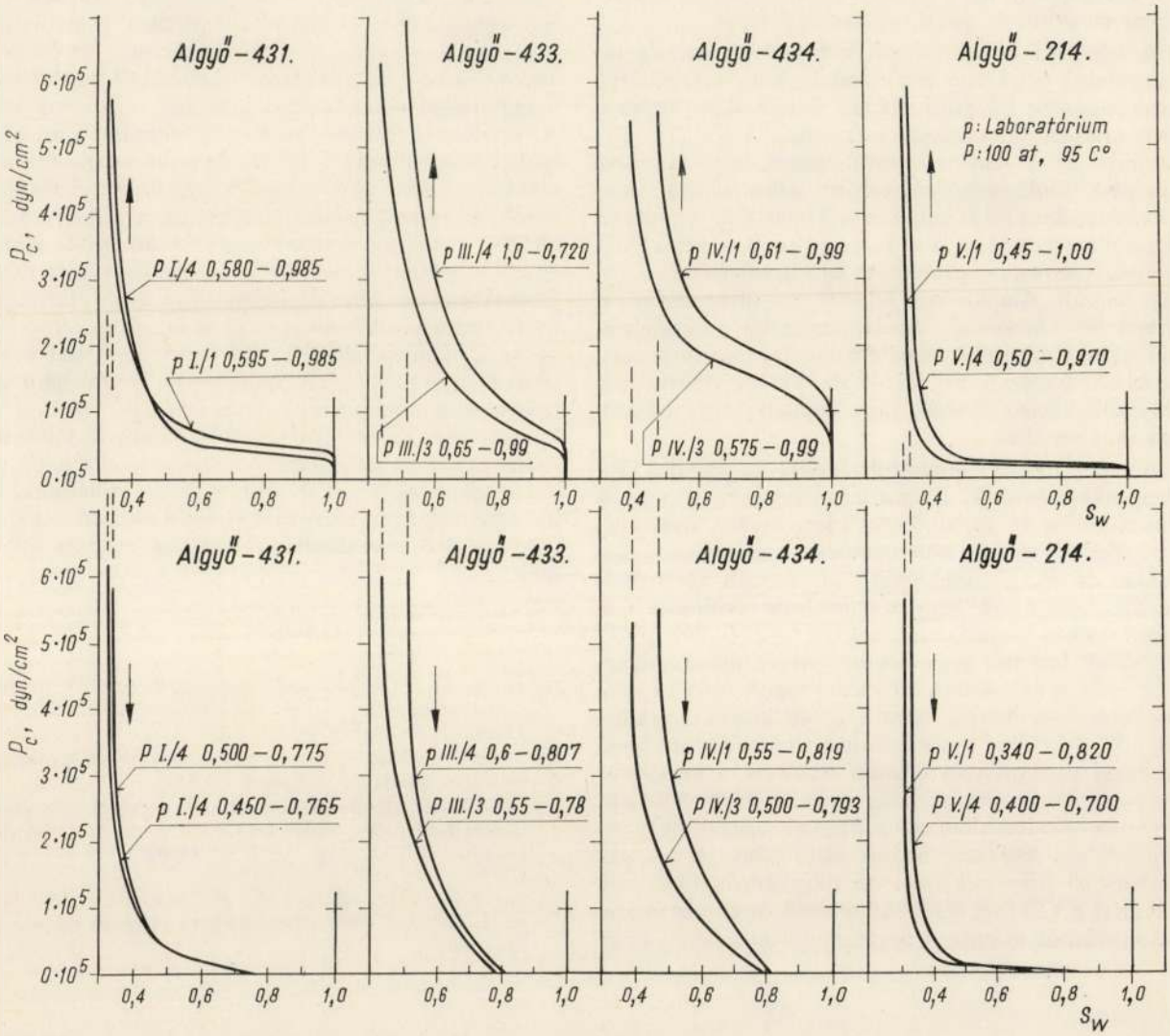
Θ_v/Θ_e (laboratóriumi és) / Θ_v/Θ_e (telepállapoton)

Kőzet- és telepfolyadék-minta	Θ^{-0} Θ_v^o/Θ_e^o / Θ_v^o/Θ_e^o	$\sum_1^i \Delta S$ \ i	1	2	3	4	5	6
Algyő-431.	77/85 / 72/79		79/— / 76/—	79/— / 75/—	78/— / 75/—	78/— / 74/—	77/— / 73/—	77/85 / 72/79
Algyő-433.	82/85 / 79/80		86/— / 84/—	85/— / 83/—	85/— / 82/—	84/— / 81/—	83/— / 80/—	82/85 / 79/80
Algyő-434.	84/87 / 81/86		85/— / 84/—	85/— / 83/—	85/— / 83/—	84/— / 82/—	84/— / 81/—	84/87 / 81/86
Algyő-214.	82/84 / 72/81		84/— / 75/—	83/— / 75/—	83/— / 74/—	82/— / 74/—	82/— / 73/—	82/84 / 72/81

értékű változásokon keresztül közelednek az első módszerrel számított átlagérték felé. A számszerű eredményeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatból kitűnik, hogy Θ értékében a ΔS növekedésével mutatkozó különbség az *Algyő-433.* jelű fúrásból vett kőzetmintánál a legnagyobb, de ez az eltérés is olyan kis értékű, hogy a magfúrásból a laboratóriumi feldolgozásig a kőzetminta nedvesíthetőségét befolyásoló tényezők sokkal nagyobb hatásúak lehetnek, mint itt a ΔS sáv kijelöléséből származó hibahatás. Észre kell venni, hogy bár az egyes kőzetminták $p_c(S)$ függvényei között lényeges alakbeli különbség van, a nedvesíthetőség értékében mégis csaknem azonos nedvesíthetőségi karakter mutatkozik meg. Az a tény, hogy az így meghatározott peremszögértékek a tárolónak nedvesíthetőség szempontjából majdnem intermedier jellegét hangsúlyozzák, önkéntelenül is további meggondolásokhoz vezet. A nedvesítési hiszterézis miatt az előnyomuló vízben mért peremszög még közelebb esik a semleges állapotot jelző 90°-hoz, ami egyenlő azzal a ténnyel, hogy alig írható valami a víz nedvesítőkészségének javára az olajkiszorítás munkájából. A fáziscserével járó új határfelületek étrejötte önmagától rendkívül lassan megy végbe, aminek egyenes következménye, hogy a nedvesíthetőség javítása — külső energia a határfelület-képzésben — számottevően kedvezőbb irányba tolhatja el a kapilláriserők kiszorításbeli szerepét. Ennek a kérdésnek kísérleti úton való megvilágítása több, mint alapkutatási érdeklődés, jelentősége a gyakorlat szempontjából is figyelmet érdemel.

Az előbbiek — úgy tűnik — az eljárásnak kőzetnedvesíthetőség meghatározására alkalmas voltát igazolják abban a folyamatban, amikor a pórustérben felhalmozódó olaj maga előtt kiszorítja a pórusteret eredetileg telítő primer telepfolyadékot, a rétegvizet. A folyamat hű utánzásának laboratóriumi módszere elfogadható módon megoldott, s ha a módszer hord is magában hibalehetőséget, ennek hatása sokkal kisebb, mint ami a mintavétel körülményeinek elégtelen voltából adódik.

A telítettségváltozás kétirányú jelenségének a szénhidrogén-bányászat számára kevésbé a szénhidrogének felhalmozódása, mint inkább azoknak a pórustérből való kiszorítási folyamata a fontos. A nedvesíthetőség jelentősége itt csúcsosodik ki, s mértéke segítője vagy gátja a jó hatásfokú kiszorításnak. E bonyolult jelenség laboratóriumi megközelítése a



1. ábra

peremszög értékének meghatározása az előnyomuló kiszorítófázisban. Elvben ugyanúgy járunk el, mint vízvisszahúzódáskor tettük, a számított érték megbízhatósága azonban itt már csökken. Ismert, hogy a hiszterézis miatt a kapillárisnyomás csökkentése mellett a telítettségváltozás késik, az esetek többségében a víz felszívódása — az olaj kiszorítása — az ellenkező folyamatban mért kapillárisnyomáshoz viszonyítva kis értékű nyomáskülönbség mellett indul meg. A kapillárisnyomás folytonos csökkenésével a kiszorítás sebessége egyre inkább lassul, és néhányszor tízezer dyn/cm^2 nyomáskülönbség mellett az egész folyamat már csaknem leáll. Ilyen körülmények között a laboratóriumi művelet szinte vég nélkül meghosszabbodik, s mivel az időtényezőt a rezervoármechanikai információszerzésben általában redukálni kell, itt is, hogy végére érjünk a $p_c(S)$ függvény felvételének, a $p_c=0$-hoz tartozó telítettségértéket a függvénygörbe felszívási ágának az utolsó mért ponton túl történő extrapolációjával határoztuk meg. Attól függően, hogy a $p_c(S)$ görbe meredeken vagy laposan, ún. éles metszéssel közeledik az abszcisszához, az extrapoláció több-kevesebb hibát okoz a $p_c=0$-hoz tartozó telítettségérték kijelölésében. De mert az alkalmazott matematikai összefüggésben a figyelembe vett telítettségkülönbség a nevezőben szerepel, hibája érzékenyen érinti a $\cos \Theta$, illetve Θ értékét.

A jelenlegi laboratóriumi technikával szerzett tapasztalatok általában arra intenek, hogy a kapillárisnyomás-görbe felszívási ágának felvételekor, illetve a mért értékek értelmezésekor óvatosan kell eljárni. Ezt nemcsak az a tény teszi szükségessé, hogy az utolsó nyomáskülönbség-értékek kicsiny volta miatt a folyamat lelassulása hibát rejtő beavatkozást igényel, hanem az az ellentmondás is, ami a „disk"-módszernél a féligáteresztő lemez permeabilitása és küszöbnyomása között fennáll. Alapkutatási feladat egy olyan technikai elrendezés kialakítása, amely megtartja a kétségtelenül legmegbízhatóbb féligáteresztő lemezes módszert, de lehetővé teszi a fent vázolt bizonytalanságot okozó tényezők kiküszöbölését, vagy legalább azok hatásának csökkentését.

A mért, illetve számított értékeket összegyűjtő táblázatunkból kitűnik, hogy a laboratóriumi viszonyok (kis nyomás és szobahőmérséklet) mellett nyert peremszögértékek alig különböznek a telepviszonyokat (100 at és 95 C°) megközelítő állapotban nyert értékektől. Arra nézve, hogy ez a jelenség törvényszerű-e, még közelítő utalást sem tehetünk. Az *1. ábra* $p_c(S)$ görbéiből látható, hogy éles különbség nincs a réteg-állapoton és laboratóriumi viszonyokon mért kapillárisnyomás—telítettség összefüggések között. Irodalmi adatokkal kritikai összehasonlítást tenni nem tudunk. A hazai gyakorlatból teljesen hiányzik a kapillárisnyomás-görbék rétegviszonyokon történő felvétele, a nemzetközi irodalom sem sokkal gazdagabb. A problémakörhöz legközelebb álló tanulmány [4] is csak különböző hőmérsékleten, de nagyobb nyomás nélkül mért $p_c(S)$ függvényeket hasonlít össze. Az összehasonlításból levonható egyetlen következtetés, hogy a hőmérséklet növekedésével nő az ugyanazon nyomáskülönbséghez — kapillárisnyomáshoz — tartozó telítettség. Ez a jelenség a mi vizsgálatainkban csak a nagyobb áteresztőképességgel bíró kőzetmintáknál mutatkozott meg, a kis áteresztőképességű kőzeteknél éppen ennek az ellenkezője adódott. Ez az összehasonlítás azonban nem lehet bizonyosság sem a hasonló, sem az eltérő esetre nézve. A $p_c(S)$ görbe alakját sok tényező formálja, s az, hogy más fizikai feltételek között és nem azonos anyagi rendszerben eltérő eredmények is adódnak, nem bizonyíték és nem ellenbizonyíték. A nagyon is heterogén és anizotrop porózus rendszer nedvesítési viszonyainak $p_c(S)$ függvényeken keresztül történő megközelítése terén sincs irodalmi adatokkal való összehasonlítási lehetőség. A saját, e területen végzett vizsgálataink is csak igen szerény kezdeményezések. A Szőreg 1. telepre vonatkozó vizsgálatok az elsők, amelyeket konszolidált kőzeteken úgy végeztünk, hogy a kőzetminta előkészítése nem ment túl a geometriai méretre történő formáláson.

Összefoglalásként mértéktartó fogalmazásban az eljárásról azt mondhatjuk: A laboratóriumi eredmények a porózus kőzet és annak pórustérfogatát telítő telepfolyadékok kölcsönös határfelületi viszonyának legjobban kifejezett, a kapilláris-alapkaraktert a legmegbízhatóbban megmutató vonásai. E tekintetben pillanatnyilag nincs más laboratóriumi módszer és eszköz, amely a „rendszer" belsejéből határfelületi magatartásra vonatkozóan jobb információkat adna. Az értelmezés útjának lehetnek ki nem járt vagy aggályokat ébresztő szakaszai, táblázatunk adatai azonban arról győznek meg, hogy a tárolókra vonatkozó egyéb bizonytalanságok mellett az a néhány fokos eltérés — akár ugyanazon kőzetmintán belül, akár az egyes kőzetminták között — a számított peremszögértékekben nem lehet dezinformáló a gyakorlat számára. Erőssége az alkalmazott eljárásnak, hogy rétegviszonyokon, mindkét telepfolyadék tartós jelenlétében, statikus állapotokat rögzít, és ez növeli megbízhatóságát más, e kívánalmakat felmutatni nem tudó módszerekkel szemben. Kiinduló lépcsőfoka lehet a kapilláriskarakter egy olyan jellegű értékelésének, ahol a határfelületi magatartás — akár szénhidrogén-felhalmozódás, akár szénhidrogén-kiszorítás esetéről lesz szó — a fáziscserével járó energiaállapot-változás alapján ítélhető meg.

IRODALOM

[1] *Zoltán Gy.:* Tárolókőzetek nedvesíthetőségének meghatározása rétegnyomáson és réteghőmérsékleten. Kőolaj és Földgáz *9* 271—5 (1974).

[2] *Zoltán Gy.:* Még egyszer a kőzetnedvesíthetőség meghatározásáról. Kőolaj és Földgáz *6* 171 (1975).

[3] *Zoltán Gy.:* Determination of the wettability of hydrocarbon formations under field conditions. Acta Geodact., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. **10** (*1—2*) 137—46 (1975).

[4] *Sinnokrot, A. A.—Ramey, H. Z.—Marsden, S. S.:* Effect of temperature level upon capillary pressure curves. SPE 2517 (1969).

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976. ÉVI

TARTALOMMUTATÓJA

I. ÖNÁLLÓ SZAKCIKKEK, TÉMAKÖRÖK SZERINT

KUTATÁS, GEOLÓGIA, GEOFIZIKA

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

FÚRÁS

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

TERMELÉS

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

FELDOLGOZÁS

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

SZÁLLÍTÁS

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

GÁZIPAR

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

BIZTONSÁGTECHNIKA

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

GAZDASÁGI ÉS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

	Folyó-iratsz.	Oldalsz.
ALLIQUANDER Ö.: Mérnöktovábbképzés a kőolaj- és földgázbányászatban	12	360
BENCZE G.: Az olajipari munkásság helyzete és szerepe Zala megyében	3	90
BERECZ E.: A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen	1	22
CSÓKÁS J.: Negyedszázados a geofizikusmérnökképzés	12	357
DÁVID L.: A lovászi mező szénhidrogén-termelésének gazdasági értékelése; időszerű feladatok	4	106
GÁLOS M.—TÓTH ANDRÁSNÉ: Acélszerkezetű kezelőjárdák kialakítási előírás-gyűjteménye	6	186
GYULAY Z.: Az Olajtermelési és Geofizikai Tanszékek megalakulásának előzményei	12	354
GYULAY Z.: Általános információk. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	146
HOVÁNYI L.—KOLOZSVÁRI G.—SZARKA Z.: Nagyméretű olajtartályok deformációinak mérései	8	225
KASSAI F.: Néhány gondolat a vízről	10	315
LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA: Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata	12	370
MACHÁCS M.—POGÁNY L.: A szénhidrogénipar fejlesztésének kérdései az V. ötéves tervidőszakban	8	239
POGÁNY L.—VÁGÓ ERZSÉBET: A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében	11	340
RÁCZ D.: A szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés nemzetközi és hazai sajátosságai	1	24
ROMVÁRI P.—BÉRES L.: Hegesztett csőkötések korróziójának vizsgálata	7	213
RÓNAY D.: Nagy hőmérsékletű tartályfelületek korrózióvédelme	5	149
SÓLYOM J.—KÁLDOR M.: Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata	7	216
SZILAS A. P.: Az olajmérnökképzés 25 éve	12	358
SZUROVY G.: Megjegyzések Csath Bélának a *Kőolaj és Földgáz* 1975. 7. sz. 207. oldalán megjelent cikkéhez	5	156
TOMOR L.: Kiemelt környezetvédelmi intézkedések a TIFO I. ütem beruházásában	10	302
TÓTH J.: Az egyetemi (tanszéki) kutatások lehetőségei és eredményei	12	363
WAGNERNÉ WEBER MÁRTA: Ellenőrző mérések a katódosan védett szerkezeteken	3	86

II. NÉVMUTATÓ

Oldalsz.

ACSAI ANTAL ... 137
ALLIQUANDER ÖDÖN DR. ... 116, 321, 360, 373, klsz. 5
ANDRÉ SÁNDOR ... 41
ANGYALFFY GYÖRGY ... 31
ANTAL LAJOS ... 368
ARNOLD, WERNER DR.-ING ... klsz. 50
ÁRPÁSI MIKLÓS ... 21
ASZTALOS JÓZSEF ... 295
BÁLINT VALÉR DR. ... 102, 223
BALOGH ALAJOS ... 185
BÁNDI JÓZSEF ... 12, 219
BÁNYÁSZ VINCE ... 319
BARABÁS LÁSZLÓ ... 108, 129
BARKA VILMOS ... 275
BARTA SÁNDOR ... 253
BENCZE GÉZA DR. ... 90, 123, 8. sz. B-3
BENKÓCZY PÉTER ... 316
BERECZ ENDRE DR. ... 22
BÉRES DEÁK LÁSZLÓ ... 197, 317
BÉRES LAJOS DR. ... 213
BERKES ZOLTÁN ... 382
BINDER BÉLA ... 23, 26, 59, 95, 97, 123, 4. sz. B-3 156, 161, 185, 221, 223, 350, 351, 353, 377, 378
BÍRÓ ZOLTÁN ... 102
BOZÓKI GÉZA DR. ... 138
BÖGI ISTVÁN ... 51
BÖRCSÖK ANDRÁS ... 58, 158, 342
BUDA ERNŐ ... 108
BUDA ISTVÁN ... 220
CSABA JÓZSEF 1. sz. B-3, 116, 6. sz. B-3, 198, 287, 301, 314, 349, 379
CSÁKÓ DÉNES ... 41, 138, 8. sz. B-3
CSATH BÉLA ... 12, 31, 222, 276
CSETE JENŐ DR. ... 379
CSIKY GÁBOR DR. ... 157
CSÓKÁS JÁNOS DR. ... 357
DALLOS FERENC ... 94
DALLOS FERENCNÉ ... 30, 97, 381
DANK VIKTOR DR. ... 159
DARÁS ISTVÁN ... 30
DÁVID LÁSZLÓ ... 106
DEÁK GYULA DR. ... 273
DORMÁN JÓZSEF DR. ... 89, 124, 179, 263
ELŐ VENDEL ... 148
FALAKY JÓZSEF ... 33
FALUVÉGI LAJOS ... 219
FARKAS ISTVÁN ... 212
FINASIN, V. N. DR. ... 153
FRIEDRICH LAMBERT ... 249
FÜLÖP MIKLÓS ... 198, 229

Oldalsz.

GÁLOS MIKLÓS DR. ... 186, 374
GELENCSÉR LÁSZLÓ ... 249
GELLÉRT TAMÁS ... 257
GOMBOS ZOLTÁN ... 71, 233
GUN, R. B. DR. ... 153
GYIVICSÁN PÁL ... 381
GYŐRY GYULA ... 365
GYULAY ZOLTÁN DR. ... 285, 321, 350, 354, klsz., 79, 146
HAJDÚ LAJOS ... 1. sz. B-4, 2. sz. B-4, 3. sz. B-4
HANGYÁL JÁNOS ... 1. sz. B-4, 2. sz. B-4, 3. sz. B-4, 100
HASZNOS IRÉN ... 124
HATALA SÁNDOR ... 85
HINGL JÓZSEF DR. ... 365
HOFFMANN JÓZSEF ... 33
HOLLANDAY JÓZSEF ... 286
HOVÁNYI LEHEL DR. ... 225
HOZNEK ISTVÁN ... 10, 248
IHAROS MIKLÓS ... 276
IMRE MIHÁLY ... 376
JESCH ALADÁR ... 171, 321, 375, klsz. 59
KÁLDOR MIHÁLY DR. ... 216
KÁNTOR ISTVÁN ... 178
KÁNTOR LÁSZLÓ ... 319
KASSAI FERENC DR. ... 315
KASSAI LAJOS ... 129
KASSAY ÁRPÁD ... 380
KATONA JÁNOS ... 137
KISS LÁSZLÓ (KÖGÁZ) ... 215
KISS LÁSZLÓ (NKFÜ) ... 76
KISS LÁSZLÓ DR. ... 122
KLÁRIS LÁSZLÓ ... 347
KLOPP GÁBOR ... 245
KOLOZSVÁRI GÁBOR DR. ... 225
KÖRÖSI ZOLTÁN ... 197
KREFFLY GÁBOR ... 384
LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA DR. ... 370
MACHÁCS MIKLÓS ... 239
MAJOR FERENC ... 318
MÁNDI TAMÁS ... 245
MARJAS KORNÉL ... 283
MARKÓ LÁSZLÓ ... 257
MEGYERI MIHÁLY DR. ... 129, 296
MÉSZÁROS IMRE ... 343
MIKA GYÖRGY ... 51
MOLNÁR JÁNOS ... 286
MOLNÁR JENŐ ... 124, 218
NAGYNÉ ZENGŐ LÍVIA ... 347
ÓVÁRI ANTAL ... 161
ŐRI VIKTOR ... 233
ŐSZ ÁRPÁD ... 30, 148, 272

Oldalsz.

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

Oldalsz.

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

III. HÍREK, KÖZLEMÉNYEK, NEKROLÓGOK

SZEMÉLYI HÍREK

Oldalszám: 350, 351, 377

EGYESÜLETI, SZAKOSZTÁLYI, SZERKESZTŐ BIZOTTSÁGI HÍREK

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

EGYETEMI HÍREK

Oldalszám: 76, 379

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

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

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

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

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Oldalszám: 137, 178, 319

MÚZEUMI HÍREK

Oldalszám: 123, 8. sz. B-3

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Oldalszám: 287, 301, 314, 349, 379

KÖNYVISMERTETÉS

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

KÜLFÖLDI HÍREK

Oldalszám: 21

KÖZLEMÉNYEK

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

NEKROLÓGOK

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

MEGEMLÉKEZÉSEK

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

A kútszerkezet tervezésének határvonalai

SZEPESI JÓZSEF

A fúrási műveletekkel keltett nyomásoknak megbízhatóan két határvonal között kell maradniuk.

Az alsó határ a pórusnyomás-gradiens görbéjéhez a területi adottságok szerinti mértékben simuló öblítőfolyadék-nyomás, a felső határ pedig a kőzetrepesztési nyomásgradiens görbéje; az utóbbi helyett a biztonság érdekében a kőzet felrepedése utáni besajtolási nyomás, sőt még ennek is a gyűrűs tér öblítési nyomásveszteségének megfelelő biztonsági sávval csökkentett nyomásgradiens-vonalát szokás választani.

A biztonsági sávok mértéke mindkét határvonal esetében konvencionális; szerepük, mértékük vitatható. A konvenciókat csak széles körben végzett kutatások, adatgyűjtések, adatfeldolgozások igazolhatják vagy cáfolhatják.

Az ezen cél érdekében kifejtett munka és felhasznált pénz bőségesen megtérül az ezen az úton elért egyszerűbb és biztonságosabb kútszerkezetek alkalmazásával.

A különféle kőzetekből álló földkéreg nyugalmi állapotát a fúrólyuk megbontja. Az öblítéses rotari fúrás a fúrólyukkal megbontott egyensúly tényezőit az öblítőközeggel helyettesíti, hogy ezzel a fúrás idejére, a végleges kútkiképzésig újra egyensúlyt teremtsen.

Bár a fúrás tervezőjének s végrehajtójának egyre több módszer áll rendelkezésére, hogy előre felkészüljön az egyensúly minél biztosabb fenntartására, valamint a helyettesítő tényezők méretezésére, mégis, ha fel is használ minden lehetőséget, akkor is a nyomások, hőmérséklet stb. bizonytalanságai váratlan nehézségeket okozhatnak.

Az viszont, hogy az egyensúlyban levő kőzetből a fúróval felaprított és az öblítéssel eltávolított, vagyis felszínre szállított kőzethenger helyére megfelelően méretezett acélcsövet helyeznek (építenek be) a fúrólyukba, s azt cementezéssel rögzítik, általában nem okoz nehézséget (kivéve a rosszul cementezett vagy egyéb hatások miatt használhatatlanná vált béléscsőrakatokat); az egyensúly fennmarad, sőt konzerválódhat, legalábbis a belátható közvetlen jövőre, mert az még nem eléggé tisztázott, hogy mit jelent ez a beavatkozás a távoli jövőre nézve.

Kritikus periódus a fúrás időszaka, amikor a szilárd kőzetanyag helyett öblítőfolyadék tartja fenn az egyensúlyt, amely öblítőfolyadékot áramlása közben ráadásul még különböző fizikai és kémiai hatások érnek, s annak ellenére változtatják tulajdonságait, hogy költséges beavatkozásokkal éppen ezt kívánják megelőzni.

A fúrólyuk telepítőjének, tervezőjének és irányítójának különös figyelmet kell fordítania a fúrólyukban fellépő nyomásviszonyokra.

A fúrólyukban kialakuló mindenkori nyomásnak két határvonal — a pórusnyomás és kőzetrepesztési nyomás — között kell maradnia, bármilyen beavatkozás történjen is a fúrási műveletek során, legyen az akár kitörésveszély elhárítása vagy egyensúly-helyreállítási művelet.

E két határvonalat, ezek megközelíthetőségét különböző szerzők különbözőképpen értelmezik, vagyis más és más megoldásokat ajánlanak a megengedhető nyomáshatárokra. A határvonalak ábrázolása célszerűbb az iszapsűrűség-egyenértékben (*1. ábra b)* ábrarész), mint a nyomásban *a)* ábrarész), mert jobban áttekinthetővé teszi a helyzetet és pontosabb tervezési lehetőségeket nyújt: kedvezőbb metszéspontokat eredményezve.

A tervezés alsó határvonala

A tervezés alsó határvonala elvileg a kőzetek szemcséi közötti teret kitöltő fluidumnyomás, az ún. pórusnyomás (rétegnyomás, telepnyomás) vonala, amelynek kiegyensúlyozása megakadályozza a réteg-fluidum beáramlását a fúrólyukba, vagyis többek között a fúrási műveletet megszakító legsúlyosabb üzemzavarnak, a kitörésnek kifejlődését. Ennek a mélység függvényében — célszerűen öblítőfolyadék, vagyis iszapsűrűség-egyenértékben — kifejezett nyomásvonalnak ismeretében mindig meg lehet adni azt az iszapsűrűséget, amely a pórusnyomást statikus körülmények között ellensúlyozza. Ez a statikus állapot azonban nagyon ritkán tételezhető fel, esetleg csak geofizikai mérések során (bár a kábel mozgása is kelt dinamikus nyomáshullámzást), tehát a gyakoribb — dinamikus — viszonyokkal kell számolni. Fúrás közben a lyuktalpon a statikus nyomásokat megnöveli a gyűrűs tér áramlási ellenállásának nyomásértéke. Ez sok tényezőtől függ, de leglényegesebb, hogy nagysága a mélységgel egyenesen arányos, és mértékét a korszerű öblítőfolyadékok használatával jelentősen lehet csökkenteni. Szokásos lyukátmérő—fúrószerszám-méret, ill. öblítési viszonyok között pl. 5″XH fúrószár, $8^1/_2$″ fúrólyukátmérő, 30 l/s öblítési folyadékáram esetén a gyűrűs tér súrlódási nyomásveszteségének nagysága kb. 0,5 bar/100 m, melyhez a 200 m hosszú súlyosbítóoszlop gyűrűs terének kb. 6 bar-nyi konstans nyomásértéke járul. Tehát 4000 m mélységben a súrlódási nyomásveszteség kb. 20—25 bar gyűrűs téri nyomástöbbletet jelent, vagyis fúrás közben ennek a nyomásértéknek megfelelő sűrűségcsökkentés (0,06 g/cm^3) volna megengedhető a fluidumbeáramlás kockázata nélkül.

A fúrás közben azonban öblítési szünetek vannak, toldás közben negatív nyomáshullámok kísérik a szivattyú leállítását és a szerszám megemelését, ami az egyensúly megbomlásához vezetne.

A kiépítés alatt már szükség van a pórusnyomás teljes kiegyensúlyozásán túlmenően a fúrószár mozgatása okozta negatív nyomáshullámok kiegyenlítésére is. Ezért szükséges egy biztonsági többlet a sűrűségben.

A tervezés alsó határát ilyeténképpen a pórusnyomás görbéjéhez a kutatási terület sajátosságait figyelembe vevő fúrási technológia által előírt mértékben simuló iszapnyomás (sűrűség-) változási görbe jelenti *(2. ábra)*.

A tervezés felső határvonala

A fúrólyukakban megengedhető nyomások felső határát a kőzetrepesztési nyomás vonala jelenti; ennek túllépése esetén a kőzetben hasadék képződik, amelybe, ill. amelyen keresztül tekintélyes mennyiségű öblítőfolyadék léphet ki a fúrólyukból a formációba. Az igaz, hogy a repedést keltő nyomás megszűnésével, kitámasztás hiányában a keletkezett hasadék összezárul, a kilépett iszap nagy része — ha nem nyílt út valamilyen irányban az elfolyásra (pl. kavernába) — visszaáramlik a fúrólyukba, de a kőzet *Moore* szerint [1] eredeti felrepesztési szilárdságának csak kb. 70%-át nyeri vissza, felborítva az eddigi tervezés adatait, ezenfelül mérhetetlen károkat okozva a felrepesztett formációban, főleg ha az érzékeny szénhidrogén-tároló. Újabb kutatási eredmények szerint [2] a Kárpát-medence vizsgált területein kíméletes kőzetrepesztéseknél ez a szilárdságcsökkenés nem következik be.

Zavarmentes fúrás során nem jelent nagy gondot ennek a felső határnak a betartása, vagyis el nem érése, azonban az egyensúly megbomlása esetén, vagyis ha gáz áramlik a fúrólyukba, a fúrólyukat kitörésgátlóval lezárva, ebben a zárt rendszerben a nyomásinverzió következtében kialakulhatnak a kőzetrepesztési nyomást elérő nyomások is; úgyszintén az egyensúly-helyreállítási művelet során a helytelen ellennyomás-szabályozás is ébreszthet igen nagy nyomásokat. Egyszerűbb esetekben is keletkezhet a repesztési nyomást meghaladó nyomásérték, pl. a gyors beépítés (túlméretes súlyosbítóval, eldugult fúróval, béléscsőrakat vigyázatlan beépítése stb.) hatására.

A kőzetrepesztési nyomás változásának előrejelzése még bizonytalan. A célratörő szervezett vizsgálat azonban egyre megbízhatóbb módszereket és adatokat eredményez. Elég nagy a bizonytalanság a pórusnyomás, a fedőkőzet terheléséből adódó nyomás előrejelzésében, bár a fúrással egyidejű jelzés hasznos és segít az adatok korrekciójában, de a fúrás tulajdonképpeni megtervezéséhez ezek az adatok nem állnak rendelkezésre.

Hubbert és *Willis* [3] alapvető kutatásai alapján ismert, hogy a kőzetrepesztési nyomás

$$\operatorname{grad} p_{\mathrm{rep}(D)} = (\operatorname{grad} S_{(D)} - \operatorname{grad} p_{p(D)}) \frac{\nu(D)}{1-\nu(D)} + \\ + \operatorname{grad} p_{p(D)},$$

ahol S a fedőkőzet nyomása;
p_p a pórusnyomás és
ν a *Poisson*-tényező.

Mindhárom tényező általában területenként változó függvény szerint a mélységgel változik.

Ezen tényezők közül a kifejlesztett előrejelzési módszerek alapján legkönnyebben a pórusnyomás állhat rendelkezésre, amit a szeizmikus mérések megfelelő értékelésén kívül a környező fúrások adataiból és geológiai megfontolások alapján is valószínűsíteni lehet. A fedőkőzet nyomása a kőzetek közvetlen sűrűségméréseivel vagy geofizikai fúrólyuk-szelvényezéssel megbízhatóan meghatározható. A mélybeli körülmények között érvényes *Poisson*-tényező meghatározásához azonban csak tényleges kőzetrepesztési adatok feldolgozása vezet, melyhez sok ténylegesen mért kőzetrepesztési adatra van szükség, s ezek feldolgozása igazolhatja csak területenként a *Poisson*-tényező állandó értékét vagy függését a mélységtől. Az eddigi vizsgálatok a legfontosabb kutatási területünkre, a Dél-Alföldre 0,4—0,44 közötti, a mélységgel enyhén változó *Poisson*-tényezőt eredményeztek [2].

Ezek alapján megrajzolható egy valószínű kőzetrepesztési nyomásgörbe, amely a mélység szerint változik, hisz a fedőkőzet nyomása és a *Poisson*-tényező is a mélységgel változik. Ez a Dél-Alföldre elég megbízhatóan igazolódott *(3. ábra)*.

Ez a görbesereg azonban biztosan nem érvényes a kilazult felsőpannon rétegsorra. A felsőpannon rétegek kilazult — vagyis húzófeszültség alatti — állapotát sok iszapveszteségi, sőt kitörési adat igazolta.

A felsőpannon rétegsorra sokkal inkább érvényesnek tekinthető a *Hubbert—Willis*-féle egyszerűsített összefüggés:

$$\operatorname{grad} p_{\mathrm{rep}} = {}^1/_3(0{,}233 + 2 \operatorname{grad} p_p),$$

illetve ennek a hazai viszonyokra (hazai közepes *Poisson*-tényezőre) módosított formája:

$$\operatorname{grad} p_{\mathrm{rep}} = {}^1/_3(2\, S/D + p_p/D).$$

Ebbe az összefüggésbe behelyettesíthető a felsőpannonra általánosítható grad S=0,18 bar/m átlagérték és a felsőpannonra általánosítható a hidrosztatikus pórusnyomás is, mely szerint

$$\operatorname{grad} p_{\mathrm{rep}} = 0{,}153—0{,}156 \text{ bar/m},$$

ami szintén számos adattal igazolható *(3. ábra)*.

Az előzőekben elmondottak igazolják azt a feltevést, hogy a kőzetrepesztési nyomás a felsőpannonban lineárisan (p_{rep}), majd a mélyebb alsópannóniai, miocén stb. szintekben a telepnyomástól függően valamilyen parabolikus függvény szerint (p_{rep}) változik. A két függvény közötti átmenet még nem tisztázott, megismerése még sok mérést és azok kiértékelését kívánja, valószínűsíthető egy hirtelen lépcsős átmenet is *(3. ábra)*.

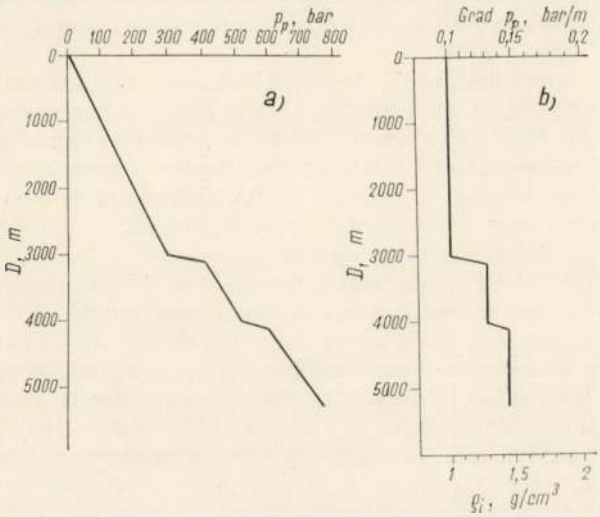
Bizonyos esetekben a vázolt bizonytalanságok, valamint *Moore* megállapításai [1] miatt felső határként nem is a kőzetrepesztési nyomást, hanem a felrepedés utáni, ennél kisebb besajtolási nyomást veszik figyelembe, ill. ennek még egy a gyűrűs tér áramlási, nyomásveszteségének megfelelő biztonsági sávval csökkentett (p'_{rep}) vonalát [4]. Ez a konvenció további biztonságot jelent a pozitív nyomáshullámok elviselésére, hisz a besajtolási nyomás elérése még nem okoz jóvátehetetlen károkat a fúrólyukban.

A fenti megfontolások szerint a béléscsőrakatok beépítési mélységét ezen két nyomáshatárhoz igazodva kell kijelölni.

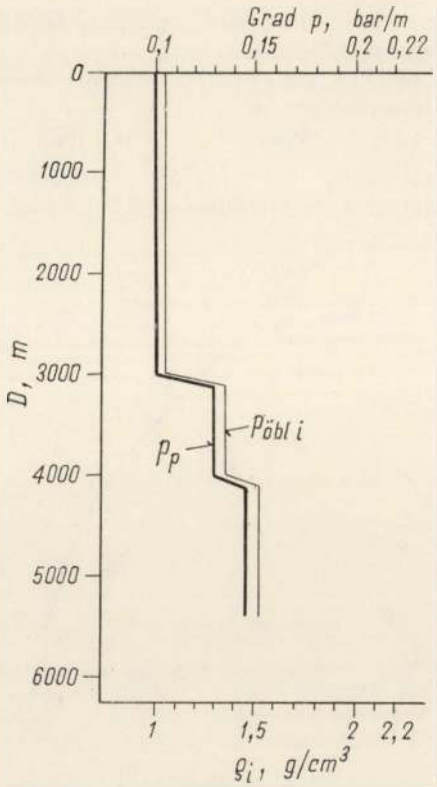
Következtetések

A vázolt tervezési módszer a legbiztosabb alapot nyújtja a fúrások gazdaságos tervezéséhez. Vitatható a biztonsági sávok létjogosultsága és mértéke. A biztonság túlzott érvényesítése éppúgy káros és költséges, mint annak elhanyagolása. Ezt az elvet támasztja alá annak a felismerése, hogy mennyire káros volt az a szemlélet, amely a túlzottan nagy iszapsűrűség alkalmazásában látta a kitörésvédelem legfontosabb eszközét. Jelenlegi álláspont szerint a tervezés *alsó határául* legkedvezőbb a pórusnyomás görbéjéhez a kutatási terület sajátosságait figyelembe vevő fúrási technológia által előírt mértékben simuló iszapnyomásgörbe *felső határként* pedig az egyre pontosabban előre jelzet kőzetrepesztési (besajtolási) nyomást célszerű elfogadni, melyet a gyűrűs tér nyomásveszteségének megfelelő, a mélységgel növekvő biztonsági sávval szűkítenek. A módszer azonban a pórusnyomás minél pontosabb ismeretére épül, és feltételezi az öblítőfolyadékjellemzők szigorú ellenőrzését és kézbentartását, a felesleges sűrűségnövekedés és viszkozitásnövekedés feltétlen megakadályozását. A kőzetrepesztési nyomás változását egyre megbízhatóbban meg kell ismerni, ami sok mérést, számítógépes adatfeldolgozást, adatbank felállítását, s ezekre épülő kutatást feltételez. Az így értelmezett előkészítésen és a jó előrejelzésen felül az alapadatokat folyamatosan ki kell egészíteni, pontosítani a fúrás közben mért értékekkel, és a pontosított adatok alapján természetesen módosítani kell a béléscsövezési tervet.

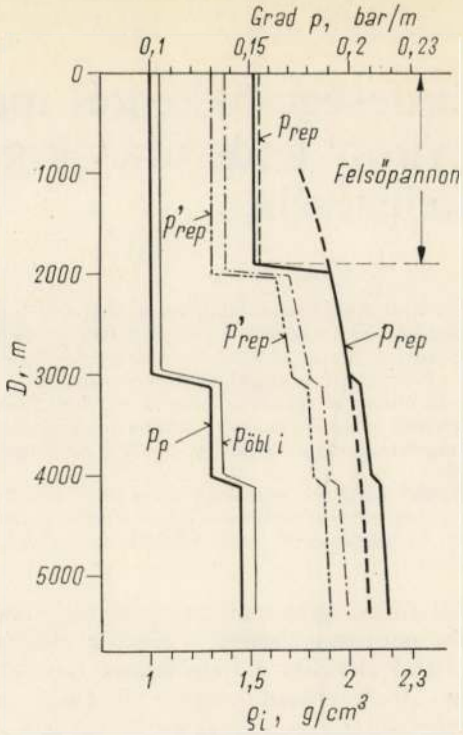
A körvonalazott módszer bevezetésébe fektetett fáradtság és pénz bőségesen megtérül a fölöslegesen beépítésre szánt béléscsövek árából és a fúrási kockázat csökkentéséből adódó, pénzben ki sem fejezhető megtakarításból.



1. ábra
A pórusnyomás-változás ábrázolási lehetőségei



2. ábra
A pórusnyomás gradiensvonalához simuló iszapsűrűség-görbe



3. ábra
Adott pórusnyomáshoz tartozó kőzetrepesztési nyomás görbéje és ennek biztonsági sávval csökkentett vonala

IRODALOM

[1] *Moore, P.:* Here's the how and why of casing-seat testing. Petroleum a. Petrochemical Int. *11* 61—4 (1973).

[2] *Szabó M.:* Béléscsőoszlopok saruállásának meghatározásához szükséges nyomásgradiens-vonalak kidolgozása tényleges fúrásokban mért adatok alapján. Doktori értekezés, 1976.

[3] *Hubbert, M.—Willis, D. C.:* Mechanics of hydraulic fracturing. AIME Trans. 1957. 153—64.

[4] Telepnyomás és kőzetrepesztési nyomás gradiensvonalai előrejelzésének hazai lehetőségei. Az NME Olajtermelési Tanszékén készült tanulmány, 1974.

A ferdeségcsökkentés meghatározása irányított ferdefúrások gyakorlati kivitelezéséhez

BALLA IMRE

Az irányított ferdefúrások általában az iránystabilizálás után, a ferdeségcsökkenési szakaszban érik el a kitűzött mélybeli célhelyet. E szakasz pontos, szakszerű kivitelezése különösen jelentős feltétele a kitűzött cél megfelelő pontosságú elérésének.

A gyakorlatban a ferdefúrás eltér a tervezett lyukprofiltól, ezért a ferditést irányító vezetőnek mindig a kialakult helyzet alapján kell meghatároznia a stabilizálás, illetve a ferdeségcsökkentés szakaszát.

A felvetődő kérdések meghatározására analitikus és grafikus módszer kidolgozását ismerteti a leírás, segítséget nyújtva ezzel a gyakorlati kivitelezés egyik fontos feladatának megfelelő műszaki megoldására.

A mélyfúrási gyakorlatban egyre fokozódik a kivitelezési pontosság igénye a célréteg megfelelő helyen történő elérésére a függőlegesre tervezett és az irányított ferdefúrással mélyítendő kutak esetében egyaránt.

Az általános pontossági követelményeken (kutatási terv, művelési hálózat szerinti kúttelepítés betartása stb.) túlmenően vannak különleges esetek, pl. mentő jellegű irányított ferdefúrások, nagy kútsűrűség miatti fokozott követelmények stb. A mélybeli célpont megfelelő helyen történő elérésére az irányított ferdefúrások mélyítéséhez jól kidolgozott ferdítési technológiára alapuló ferdítési tervek készülnek. A ferdítési terv szabatosan meghatározza a lyukmélyítés térbeli lefutását, melyet a lyukprofilterv tartalmaz. Mégis a kivitelezés gyakorlatában előfordul, hogy a tényleges lyuktengely többé-kevésbé eltér a tervezettől. Annak érdekében, hogy a fúrás a menet közben bekövetkező eltérések ellenére minél jobban megközelítse a tervezett helyet, a lyukferdeség korrekciójára van szükség. Ennek végrehajtása a mélybeli célhoz való közelítéssel egyre nehezebb és egyre felelősségteljesebb feladattá válik.

Az irányított ferdefúrások általában egy hosszabb stabilizált lyukszakasz mélyítése után ferdeségcsökkentéssel érik el a mélybeli célpontot. Ennek megfelelően rendkívül fontos a fúrás kivitelezése folyamán pontosan meghatározni, hogy egy bizonyos mélységben a stabilizált szakaszon mért térbeli helyzet alapján ténylegesen meddig folytatandó a stabilizálás (az azimut és a lyukferdeség állandó értéken tartása), illetve honnan és milyen intenzitással célszerű megkezdeni a lyukferdeség csökkentését.

A feladat megoldására jelenleg a kereső-közelítő módszert alkalmazzuk, amely meglehetősen nehézkes és hosszadalmas. További problémát jelent, hogy az operatív irányító személyzetnek általában kevés idő áll rendelkezésére a döntéshez, úgyhogy a fúróberendezésnek ezalatt ne legyen várakozása, időkiesése. Indokolt tehát, hogy a ferdítési gyakorlatban felmerülő ilyen irányítási feladatok megoldására egy elméletileg jobb és gyakorlatilag gyorsabb döntést adó módszert dolgozzunk ki.

Analitikai megoldási módszer

A probléma megoldására vizsgáljuk meg egy irányított ferdefúrás síkbeli lyuktengelyének helyzetét az *1. ábra* szerint.

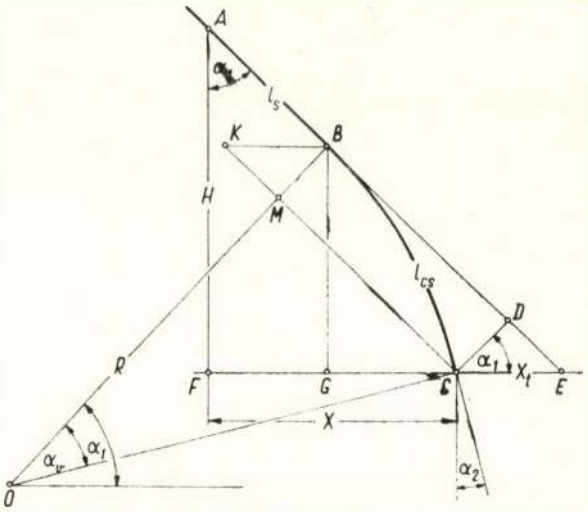
Kiindulásképpen tételezzük fel, hogy egy bizonyos mélységben, ahol jelenleg a stabil ferde szakasz mélyítése folyik, a tervezettől eltérés tapasztalható az adott ponthoz tartozó vízszintes kitérésben. Ugyancsak eltérés lehet a lyuktengely stabil szakaszára tervezett maximális lyukferdeségben is. A kérdés: a jelenlegi helyzetből kiindulva meddig folytatandó a stabilizált szakasz mélyítése, mely mélységből és milyen mértékben kell elvégezni a lyukferdeség csökkentését. Vizsgálatunkhoz feltételezzük, hogy a lyukmélyítés azimutja a célpontra mutat (ettől jelentékeny mértékben eltérő esetben ferdítőeszköz beépítésével azimutkorrekciót kellene végrehajtani a megfelelő módon, ami lényegében nem érinti jelenlegi fejtegetéseinket). A lyuktalp tehát jelenleg az *1. ábrán* látható *A* pontban van, amelyre vonatkozólag feladatunk meghatározásához szükséges a következő adatok ismerete (az előzőleg elvégzett ferdeségmérés adatai, ill. az azok alapján elvégzett számításokból):

H — az A ponttól a célréteg szintjéig terjedő függőleges mélység, m;

X — a további lyukmélyítés folyamán elérendő vízszintes kitérés, m;

α_1 — a fúrólyuk ferdesége az A pontban, fok.

A továbbiakra vonatkozólag mindenekelőtt meg kell határozni a lyukferdeség csökkenésének intenzi-



1. ábra
Ferdeségcsökkentés állandó ferdeségcsökkenési ütem esetén ($\Delta\alpha$=konst.)

tását ($\Delta\alpha$), ami általában a ferdítési tervben adott, illetve azzal megegyező (a ferdítés kivitelezése folyamán a ferdeségcsökkentés szakaszának helye és hossza változik). Tételezzük fel, hogy az egész ferdeségcsökkenés szakaszában $\Delta\alpha$ állandó értékű. Így az *1. ábrának* megfelelően a ferdeségcsökkentés szakasza egy meghatározott tízméterenkénti ferdeségcsökkenésű körívet tesz ki.

Az *1. ábra* szerint tehát a fúrást tovább kell mélyíteni az A pontból egy bizonyos szakaszon tovább stabilizálva a B pontig, majd innen $\Delta\alpha$ 10 m-enkénti ferdeségcsökkenéssel folytatva történik a C célpont elérése.

Az $AF=H$ távolság megfelel a további függőleges mélyítésnek a célréteg mélységéig, az FC távolság pedig azonos a célpont eléréséhez szükséges további vízszintes kitéréssel. A ferdeségcsökkenés a BC körív szerint történik, melynek R sugara az OB pontok közötti távolság.

Ha az A pontból a célréteg függőleges mélységszintjéig stabilizálva α_1 állandó ferdeségi érték mellett mélyülne a fúrás, akkor az E pontba jutna el. Ez esetben a vízszintes kitérés $X_t=CE$ távolsággal túlhaladná a tervezettet. Hogy ez ne következzék be, a B pontban meg kell kezdeni az α_1 ferdeség $\Delta\alpha$ ütemű csökkentését, minek eredményeként a görbe lyuktengely α_2 ferdeségűre csökkenve a tervezett C pontban éri el a mélybeli kitűzött célhelyet.

X_t nagysága az alábbi képletből határozható meg:

$$X_t = H \operatorname{tg} \alpha_1 - X. \tag{1}$$

Lényegében ennek a ledolgozása történik azáltal, hogy a fúrás a B pontból nem a BE egyenes, hanem a BC körív szerint folytatódik a C pontig.

Meg kell tehát határozni a α_2 értékét. Ehhez a C pontból merőlegest emelve az AE egyenesre, kapjuk a D pontot és a CDE háromszöget, melynek C csúcsánál α_1 a bezárt szög nagysága.

Így a CD távolság:

$$CD=X_t \cos \alpha_1. \tag{2}$$

Ha a C pontból az AD egyenessel párhuzamost húzunk az OB pontok közötti R sugárra, kapjuk az M pontot, és

$$BM=CD.$$

A BC körívhez tartozó központi szög (α_v) megfelel a ferdeségcsökkenés folyamán elért szögváltozásnak, azaz

$$\alpha_v = \alpha_1 - \alpha_2. \tag{3}$$

Mivel az AD egyenes a B pontban érintője a körívnek,

$$BM = R(1-\cos \alpha_v). \tag{4}$$

Így a (2) és (4) egyenletek összevonásával

$$X_t \cos \alpha_1 = R(1-\cos \alpha_v).$$

Innen

$$\cos \alpha_v = 1 - \frac{X_t \cos \alpha_1}{R}.$$

A ferdeségcsökkenés nagysága fokban kifejezve

$$\alpha_v = \arccos \left(1 - \frac{X_t \cos \alpha_1}{R}\right).$$

Az R sugár és a 10 m-enkénti ferdeségváltozás összefüggése a kör kerülete, illetve annak egy szakasza, és a hozzájuk tartozó középponti szögek arányában

$$2\pi R:10 = 360:\Delta\alpha,$$

és így

$$R = \frac{573}{\Delta\alpha}.$$

Ezt az előző képletbe helyettesítve, kapjuk

$$\alpha_v = \arccos \left(1 - \frac{\Delta\alpha X_t \cos \alpha_1}{573}\right). \tag{5}$$

Mivel az (5) egyenlet jobb oldalán minden tényező ismert, a megfelelő értékeket behelyettesítve megkapjuk a szükséges ferdeségcsökkentés nagyságát.

A célréteg elérésének tényleges ferdeségi szöge pedig a (3) egyenletből adódik:

$$\alpha_2 = \alpha_1 - \alpha_v.$$

Az *1. ábra* szerint az A ponttól a B pontig terjedő, továbbstabilizálandó szakasz hossza (l_s):

$$AB = AE - BD - DE. \tag{6}$$

Meghatározva a következő távolságokat:

$$AE = \frac{H}{\cos \alpha_1},$$

$$BD = \frac{573 \sin \alpha_v}{\Delta\alpha},$$

$$DE = X_t \sin \alpha_1$$

és behelyettesítve a (6) egyenletbe:

$$l_s = \frac{H}{\cos \alpha_1} - \frac{573 \sin \alpha_v}{\Delta\alpha} - X_t \sin \alpha_1. \tag{7}$$

A fenti egyenlet segítségével (minthogy valamennyi jobb oldali tényezőt ismerjük) választ kapunk arra a kérdésre, hogy az A helyzetből meddig kell folytatni az irányított ferdefúrás stabilizálását, illetve hány méter előrefúrása után kell a ferdeségcsökkentést megkezdeni.

A célpont eléréséhez meg kell még határoznunk a ferdeségcsökkenés mellett fúrandó lyukszakasz l_{cs} hosszát, mely megfelel a BC körívnek, így

$$l_{cs} = \frac{10\alpha_v}{\Delta\alpha}. \tag{8}$$

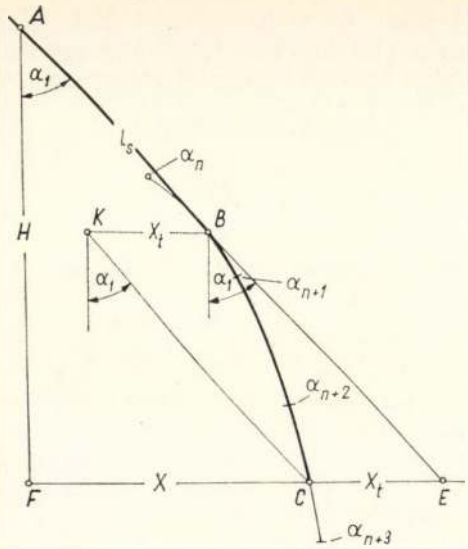
A fenti (7) és (8) egyenlet adja tehát a felvetett probléma megoldását, melyhez a gyakorlati számítások során előzetesen az (1) és (5) képlet meghatározása szükséges.

Grafikus megoldási módszer

A gyakorlati ferdítésirányítás számára is jól alkalmazható a grafikus megoldási módszerünk.

1. Az ismert kiindulási adatok alapján (H, X, α_1, $\Delta\alpha$=konst.) megfelelő léptékben történik a szerkesztés, amit az *1. ábra* szerint mutatunk be.

A szerkesztés két részből áll. Előzetesen meghatározzuk az X_t értékeket *(2. ábra)* úgy, hogy derékszögű



2. ábra
Ferdeségcsökkentés nélkül a fúrás X_t távolsággal túlhaladna a célon

háromszöget szerkesztünk megfelelő léptékben H (az egyik befogó) és α (a mellette fekvő szög) ismeretében. Ez egybevágó lesz az AEF háromszöggel. A háromszög EF befogóján kivonjuk az $X=CF$ értéket, és így megkapjuk az X_t különbözetet. Második lépésben szerkesztjük meg tulajdonképpen az *1. ábrának* megfelelő rajzot a következő módon. Egy vízszintes egyenes O pontjából az előzőleg választott léptékkel

$$R = \frac{573}{\Delta\alpha}$$

sugarú körívet szerkesztünk, melynek középponti szöge α_1. Az R sugár B végpontjában érintőt húzunk (ez az AE pontokon átmenő egyenes, melynek a függőlegessel bezárt szöge ugyancsak α_1), majd a B pontból vízszintest rajzolunk és erre rámérve az X_t távolságot, kapjuk a K pontot.

A K pontból (α_1 szög alatt) párhuzamost húzunk a B pontot érintő egyenessel, mely a köríven kimetszi a C pontot, ami a ferdítés mélybeli célpontjának felel meg. A kapott C ponthoz tartozó érintő függőlegessel bezárt szöge adja az α_2 értéket.

A kapott C ponton átmenő vízszintes egyenesre felmérjük az $X=CF$ távolságot, majd az F pontban függőlegest rajzolva, ez a B ponton átmenő érintő egyenesen kimetszi az A pontot. Ezzel a szerkesztés befejezett: az A pont a lyuktengely jelenlegi helyzetének, az AB egyenes a további stabilizálás, a BC körív a ferdeségcsökkenés szakaszának felel meg a kiválasztott lépték szerint. A körív hosszát a korábbi (8) képlet szerint határozzuk meg.

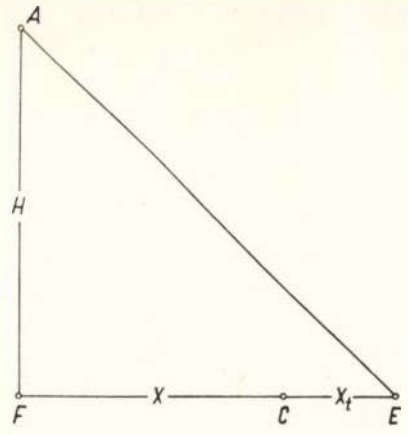
2. Ferdítési gyakorlatunkban általában a természetes ferdeségcsökkenés útján hajtjuk végre a lyukferdeség csökkentését, megfelelő szerszám-összeállításokat alkalmazva. Ez a megoldás igen ésszerű, fúrási időmegtakarítást és lyukgörbületek szempontjából kedvezőbb lyukprofil-kialakítást eredményez (aminek számos előnye van mind a továbbfúrás, mind a kút későbbi üzemeltetése során). Emellett viszont bonyolultabbá válik a tervezés és a kivitelezés, különösen pedig a ferdeségcsökkentési műveletek meghatározása és végrehajtása.

A természetes ferdeségcsökkenés esetén a lyukferdeség változása nem állandó, hanem csökkenő intenzitású ($\Delta\alpha \neq$ konst.).

Mégis azon esetekben amikor a lyukferdeség nem nagy, és viszonylag rövid a ferdeségcsökkenés szakasza, az esetben a szakasz kezdetének és hosszának meghatározásához megközelítő számításként használhatjuk a korábban tárgyalt analitikus módszert, egy jól megválasztott közepes ferdeségcsökkenési ütemmel számolva.

Nagyobb ferdeség és hosszabb ferdeségcsökkentési szakasz esetén az előzőekben tárgyalt grafikus módszernek a természetes ferdeségcsökkenés esetére átdolgozott változata alkalmazható a következő módon.

A természetes ferdeségcsökkenés révén a kialakuló lyukszakasz profilja gyakorlati adatok feldolgozása és megfelelő számítások révén ismert, és a ferdítési tervben adott. Ez a lefutási görbe, mely a *3. ábrán* látható, ugyancsak megfelelő léptékben készül úgy, hogy rajta 50—100 m ponttávolságban meg van adva a görbéhez tartozó lyukferdeség. A ferdeségcsökkenés görbéjén meg kell keresni az α_1 lyukferdeségnek megfelelő B pontot, és megrajzolni a hozzá tartozó érintőt (α_1 szög alatt). Majd a B pontból vízszintest húzva, erre felmérjük az X_t távolságot (ennek nagysága az (1) képlet vagy a *2. ábra* szerint határozható meg). Azután a K pontból párhuzamost húzva a B pont érintőjével (vagy a vízszintessel $90° - \alpha_1$ szöget bezáró egyenessel), metszve a görbét kapjuk a C pontot. A rajta átmenő vízszintes egyenesre felmérve az X távolságot, adódik az F pont, ahonnan a függőlegest húzva az érintő egyenes metszésével megkapjuk a lyuktengely jelenlegi talppontját jelölő A pontot. Pontos szerkesztést feltételezve az AF távolság megfelel a még megvalósítandó függőleges mélyülésnek (ellenőrzés). A megoldás tehát: A-tól a B pontig l_s távolságon kell folytatni a stabilizálást megfelelő szerszám-összeállítással. A B pontban elkezdve hajtjuk végre a ferdeségcsökkenést a C végpontig (l_{cs} szakasz) ugyancsak megfelelő szerszám-összeállítással. A ferdeségcsökkentés szakaszának hosszát (BC görbeszakaszt) és a C ponthoz tartozó α_2 lyukferdeségi értékeket interpolálással kapjuk.



3. ábra
Ferdeségcsökkentés változó (csökkenő) ütemmel ($\Delta\alpha \neq$ konst.)

JELÖLÉSEK

H	a további lyukmélyítés függőleges vetülete a célréteg mélységéig	m
X	a további lyukmélyítés folyamán elérendő vízszintes kitérés	m
X_t	a vízszintes kitérés csökkenése a ferdeségcsökkentés következtében	m
α_1	lyukferdeség az elért mélységben	fok
α_2	lyukferdeség a célréteg mélységében	fok
α_v	ferdeségváltozás a ferdeségcsökkentés folyamán	fok
$\Delta\alpha$	a ferdeségcsökkenés üteme	fok/10 m
l_s	a stabilizálás mellett tovább mélyülő lyukszakasz hossza	m
l_{cs}	a ferdeségcsökkentés szakaszának hossza a célréteg eléréséig	m

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Adalékolt elégetéses olajtermelési módszer üzemi alkalmazásának előkészítése

Az OGIL-ban 1969-ben kezdődtek meg azok a laboratóriumi vizsgálatok, amelyek célja az elégetéses leművelési eljárás hazai viszonyoknak megfelelő módszerének kidolgozása volt.

A fizikai modellkísérletek Nagykanizsán folytak, itt alakult ki az a kutatócsoport, amely a téma vezetőjének — *Rácz Dániel* igazgatónak — irányításával, több éves kutatómunka eredményeként kidolgozta az adalékolt elégetéses módszert (ADE-módszert), amely a vizsgálati eredmények szerint lehetővé teszi ennek az egyik legkorszerűbb és leghatékonyabb eljárásnak gazdaságos alkalmazását eddig in situ elégetéssel nem művelhető, könnyűolajat tartalmazó olajtárolók esetében is.

A kutatómunkába számos hazai kutatóintézmény (KKKI-t, VVE-t, BME-t, MKI-t) is bevontunk, a szénhidrogének alacsony hőmérsékletű oxidációs viselkedésének modellezése, az oxidációs reakciók hőkinetikai jellemzőinek vizsgálata és az adalék anyag hazai ipari előállításának előkészítése érdekében. Nagyon hatékony és eredményes munkakapcsolatot sikerült kialakítanunk az OKGT—VNII közvetlen együttműködési szerződés alapján azokkal a szovjet szakemberekkel, akik a termikus módszerek alkalmazásával kapcsolatban már széles körű kutatási és gyakorlati tapasztalatokkal rendelkeznek.

A kutatási munkát előbb csak a NIM Műszaki Fejlesztési Főosztálya, majd az OMFB, az OKGT és a NIM együttesen finanszírozta.

1975 elején tettük meg javaslatunkat az OKGT illetékes vezetőinek üzemi kísérlet megszervezésére a könnyűolajat tartalmazó Demjén-Kelet olajtároló erre a célra alkalmas egyik területén.

Az illetékes szervek 1975. II. negyedévében fogadták el javaslatunkat. Ezt követően folyamatos munkakapcsolatot alakítottunk ki az OKGT, az NKFV és az NKFÜ kijelölt szakembereivel. Megtörtént az általunk javasolt 5 kút lemélyítése, kiképzése, a fúrásokból kapott információk alapján kidolgoztuk a kísérleti területre vonatkozó technológiai utasítást, amely tartalmazza az üzemi kísérlet lefolytatásának ellenőrzésének módját, valamint azon megfigyelési igényeket, amelyekre az értékeléshez szükségünk lesz.

A technológiai tervezéssel párhuzamosan, de azzal összhangban megterveztük a kísérlet lefolytatásához szükséges külszíni létesítményeket, amelyek alapján az NKFV Egri üzeme kidolgozta a kiviteli terveket és megkezdte a kivitelezést.

A begyújtási technológiát az OKGT—VNII közvetlen együttműködés alapján szovjet szakemberekkel közösen alakítottuk ki azoknak az eszközöknek a figyelembevételével, amelyeket a szovjet fél bocsátott rendelkezésünkre.

Megszereztük az üzem részére a kísérlet lefolytatásához szükséges biztonságtechnikai előírásokat és az illetékes Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség engedélyét.

A sok nehézség ellenére a kutató és üzemi szakemberek közös munkájának eredményeként a javaslat jóváhagyásától számított alig több mint egy év alatt sikerült az üzemi kísérletet előkészítenünk, és 1976 novemberében megkezdjük a tároló előkészítését, elvégezzük a begyújtást.

A várhatóan 1977-ben befejeződő üzemi kísérleti eredmények felhasználásával kívánjuk az eljárást bővíteni és kiterjeszteni a DK-tároló egyéb részeire.

A hazai üzemi kísérletre való felkészüléssel párhuzamosan megkezdtük egy — a Szovjetunióban — 1977—78-ban beindítandó ADE-üzemi kísérlet előkészítését is.

Mind a hazai, mind a szovjetunióbeli kísérletek technológiai levezetését kutató szakembereink fogják végezni szoros együttműködésben az üzemi szakemberekkel. Így megvalósulhat a laboratóriumi és üzemi eredmények folyamatos egybevetése, az alkalmazási technológia rugalmas módosításának lehetősége.

Horváth Róbert
okl. bányamérnök
(OGIL, Nagykanizsa)

*

Próbariadó a GOV távvezetéki hibaelhárító szervezete hatékonyságának felmérésére

Az országos nagynyomású földgázvezeték-rendszer üzemzavar-elhárítására alakult „Hibaelhárító szervezet" hatékonyságának felmérésére a Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, a Gáz- és Olajszállító Vállalat részvételével hibaelhárítási gyakorlatot rendeltek el egy képzeletbeli vezetéktörés elhárítására.

A feltételezett hibát az Algyő—Városföld közötti 600 mm átmérőjű távvezetéken jelezték.

A hibaelhárításban részt vettek:

— a GOV 03 sz. Kecskeméti üzeme és a
— 02 sz. Vecsési üzem hibaelhárító csoportjai;
— a társvállalatok részéről az NKFV, valamint a KVV gépkocsival és földgéppel segítette a hibaelhárítást;
— a hibaelhárítás központi irányítását a GOV, a gázszállítás átszervezését, a korlátozásokat, a társvállalatok aktivizálását a GOV Országos Diszpécser Központja irányította.

A feltételezett hiba elhárításának helyszínén a KBF, az OKGT és GOV illetékesei regisztrálták a hibaelhárítás menetét, a felvonulás szervezettségét. A hibaelhárítási gyakorlatnak az illetékes szervek a délutáni órákban vetettek véget. A próbariadó eseményei alapján a hibaelhárítási szervezet működéséről az alábbi következtetések vonhatók le:

— A GOV földgépeinek száma nem elegendő, a meglevők szállítása üzemtől üzemig és a helyszínre nehézkes és lassú. A GOV távvezetéki üzemeinek megfelelő gépparkkal való ellátása szükséges a hatékony hibaelhárítás érdekében.
— A hibaelhárítás egyéb szakcsoportjai megfelelő felkészültséggel és kellő időben jelentkeztek, de a földgépek késése miatt a távvezeték feltárását nem lehetett idejében megkezdeni.
— A hibaelhárításban részt vevő NKFV megfelelően végezte el feladatát, a KVV részéről a hibaelhárításhoz irányított földgép szállításában nehézségek mutatkoztak.
— Javítani kell a távközlés jelenlegi felkészültségét hibaelhárítás esetén. A hibaelhárítás irányító szervei és a hibahely között közvetlen kapcsolat nem létesült. Az operatív beavatkozást és a hibaelhárítás kezdetén szükséges szervezési feladatok megoldását gátolják az Országos Diszpécser Központ telefon-összeköttetésében mutatkozó hiányosságok. Felszámolásukat a jövőben el kell végezni, és lehetőséget kell találni a hiba helye és az irányító apparátus közvetlen összeköttetésének megoldására.
— A hibaelhárítás irányító apparátusa a lehetőségeihez képest megfelelően látta el feladatát.

A fentieket összefoglalva: a hibaelhárítási gyakorlat a jelenlegi felkészültségnek és a lehetőségeknek megfelelően feltárta azokat a hiányosságokat, amelyek megszüntetése alapvetően szükséges a hatékony távvezetéki hibaelhárító szervezet létrehozásához.

Benkóczy Péter
okl. olajmérnök
okl. gázipari szakmérnök

SZEMÉLYI HÍREK

Új akadémiai doktor, kandidátus és egyetemi doktorok

A Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottságának elnöke, *Kónya Albert* akadémikus 1976. november 23-án az Akadémia felolvasó termében adta át DR. SZILAS A. PÁL-nak, Szakosztályunk volt elnökének, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kara Olajtermelési Tanszéke tv. egyetemi tanárának a *„műszaki tudományok doktora"*, valamint DR. GILICZ BÉLA tagtársunknak, a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem műszakigazdasági tanácsadójának a *„műszaki tudományok kandidátusa" cím használatára jogosító oklevelet.*

DR. SZILAS A. PÁL a „Production and transport of oil and gas" (Olaj és gáz termelése és szállítása) c., az 1975. évben az Akadémiai Kiadó és az Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam közös kiadásában (méltatását l. KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1976. p. 223.) megjelent könyvből leszűrt tézisek megvédése alapján nyerte el a „műszaki tudományok doktora" címet.

DR. GILICZ BÉLA „Untersuchung der rheologischen Parameter von Bohrspülungen zur Erzielung minimaler Strömungswiderstände und der damit sich gestaltenden Detailung und Verhältnisse der Viskositäten in der Ringräumen von Tiefbohrungen" (Az öblítőiszapok minimális. áramlási ellenállását biztosító reológiai paraméterek, valamint az ezáltal előálló viszkozitáseloszlási viszonyok vizsgálata a mélyfúrások gyűrűs terében) című disszertációját, illetve annak téziseit a Bergakademie Freiberg Tudományos Tanácsa Doktori Szigorlati Bizottsága előtt sikeresen védte meg, és nyerte el elmúlt év júniusában a „Doktor des Wissenschaftzweiges" tudományos fokozatot és az ezzel járó Dr.-Ing. címet; ezt honosította a Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága a „műszaki tudományok kandidátusa" fokozattá.

Mindkét jól megérdemelt, szép tudományos teljesítményhez „jó szerencsét" kíván Szakosztályunk tagsága.

1976. november 5-én a Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa rendkívüli nyilvános ülésen 10 bányamérnököt avatott doktorrá. A 10 frissen szerzett doktori címből a fele Szakosztályunk tagjainak:

BOGNÁR JÁNOS okl. bányakutató-mérnöknek,
GILICZ BÉLA okl. bányamérnöknek,
HOVÁNYI KATALIN okl. olajmérnöknek,
SZABÓ MÁTYÁS okl. olajmérnöknek és
TIHANYI LÁSZLÓ okl. bányamérnöknek (olajmérnök) jutott.

Az újonnan avatott műszaki doktorok az avatást megelőző sikeresen letett doktori szigorlatukhoz az alábbi disszertációkat dolgozták ki:

DR. BOGNÁR JÁNOS: „Nagy viszkozitású olaj nem izotermikus szállítása csővezetékben."

DR. GILICZ BÉLA: „Az öblítőiszapok minimális áramlási ellenállását biztosító reológiai paraméterek, valamint az ezáltal előálló viszkozitáseloszlási viszonyok vizsgálata a mélyfúrások gyűrűs terében" (német nyelven, a doktori szigorlat ill. kandidátusi disszertáció védése a Bergakademie Freiberg Tudományos Bizottsága előtt, l. az előzőekben, valamint a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1976. 9. p. 285.)

DR. HOVÁNYI KATALIN: „Szénhidrogéntelepek statikus modellezése geostatisztikai és grafoanalitikai módszerei."

DR. SZABÓ MÁTYÁS: „Béléscsőoszlopok saruállásának meghatározásához szükséges nyomásgradiens-vonalak kidolgozása tényleges fúrásokban mért adatok alapján" (l. KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1976. 11. op. 330—339.)

DR. TIHANYI LÁSZLÓ: „Gáztávvezeték-rendszer tranziens működésének digitális szimulációja."

Az új műszaki doktorokat Szakosztályunk tagsága őszinte elismeréssel köszönti.

A. Ö.

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Energia és Atomtechnika** augusztusi száma közli *Dankó Gy.* **Folyadék távvezeték tranziens vizsgálata mátrixoperátorral** c. tanulmányát. A szerző hosszú csővezetékek hidraulikai vizsgálatával foglalkozik. A téma matematikai tárgyalása gondolatában és formájában is újszerű.

Az októberi számban találjuk dr. *Fülöp J.* **Ásványinyersanyag-szükségletünk alakulása és a kielégítés forrásai** c. cikkét. Az energiahordozók és egyéb ásványi nyersanyagok világméretű és hazai termelésének rövid történeti áttekintése után a fejlődést és a kialakult helyzet értékelését, majd néhány következtetést találunk a nyersanyagszükségletek jövőbeli kielégítésére vonatkozóan. Dr. *Bognár J.* **Energiahordozók és ásványi nyersanyagok világgazdasági kérdései** címmel az átalakulóban levő világgazdasági rendszer energia- és nyersanyagtermelés feltételeit tárgyalja és levonja a szükséges következtetéseket népgazdaságunk egyensúlyának biztosítása végett. Dr. *Harmatha A.* **Termálvizek metántartalmának csökkentéséről** szóló tanulmánya az alföldi termálvizek tűz- és robbanásveszélyt jelentő gáztartalmával foglalkozik. Gyakorlati megvalósítási módokat ajánl a termálvíz metán- és egyéb éghető gáztartalmának csökkentésére.

Az **Energiagazdálkodás** októberi számában találjuk *Tarján R.* **Energiagazdálkodásunk helyzete** c. írását. A szerző az energiagazdálkodás jelenlegi helyzetével, az V. ötéves tervben várható energiahelyzettel és végül az energiatakarékossági feladatokkal foglalkozik. *Pláveczky Gy.* **Szénhidrogénlángok néhány zajproblémája** c. cikke az alacsony zajszintű égőkonstrukciók kialakíthatósága érdekében foglalkozik a lángok akusztikus tulajdonságaival. Dr. *Szűcs M.—Gyalog. Á.* **A földgázra átállás műszaki problémáival és azok megoldási módozatai** címmel tárgyálják a háztartási és kommunális fogyasztókészülékek városi gázról földgázra való átállításának problémakörét. *Göncz I.—Zárdai L.* **Műanyagcsövek gázipari alkalmazásának alapjai** c. közleménye ismerteti, hogy a műanyag csövek alkalmazása az egész világon növekvőben van (a növekedés üteme a gáziparban különösen nagy). A növekedés a műanyag cső egynéhány különleges tulajdonságának és gazdaságosságának köszönhető. *Pogány L.* **Propán—bután ellátás az 1975—1990. évi időszakban** c. tanulmánya leírja azt a szemléleti változást, mely a PB-gázellátás megítélése terén napjainkban folyamatban van. Körvonalazza a várható szükségletet, és a termelés alakulását, foglalkozik az elosztás és tárolás problémáival.

A **Mérés és Automatika** októberi száma az IMEKO (Nemzetközi Mérés- és Műszertechnikai Szövetség) londoni kongresszusán elhangzott szekcióelőadások rövid tartalmát ismerteti. Az előadások villamos és nem villamos mennyiségek méréseivel és számos méréstechnikai ipari alkalmazással — köztük olajipari alkalmazást is találunk — foglalkoztak.

A **Magyar Kémikusok Lapjának** 7. számában találjuk *Csikós R.—Farkas L. P.* **A pirolizisolaj komplex hasznosítása II. A pirolizisolaj feldolgozása** c. tanulmányát. A szerzők ismertetik a MÁFKI-ban kidolgozott, a pirolizisolaj termikus oxidativ kezelésén alapuló eljárást. Az üzemi kísérleti eredmények alapján bemutatják az oxidáció műveleti paramétereinek hatását a termékek főbb jellemzőire. *Farády L.—Bencze L.* **Módszerek folyadékok hővezetési tényezőjének mérésére és számítására I. Mérési módszerek** c. cikk áttekintést ad a folyadékok hővezetési tényezőjének meghatározására alkalmas módszerekről és készülékekről. *Vámos E.* **A kenőanyagok fejlődésének irányvonalai** címmel ismerteti az ipari kenőolajok, gépzsírok és szintetikus olajok legfontosabb csoportjait. Különösen részletesen tárgyalja a közlemény a kenőanyagok teljesítményszint szerinti csoportosításait. *Mizsey P.* **Kenőolajtartályok tisztítása kémiai módszerekkel** c. írása a kevés mechanikai szennyeződést tartalmazó kőolaj üledékének szolvent naftával történő eltávolíthatóságát tárgyalja.

1976. december hó.

Csaba József

Az Ipargazdasági Szakcsoport tisztújítása

A Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály Ipargazdasági Szakcsoportja a helyi csoportok ipargazdasági szakcsoportjának újjáválasztása után küldöttek útján 1976. július 5-én tisztújító küldöttülést tartott.

A küldöttgyűlést *Bándi József*, az Ipargazdasági Szakcsoport elnöke nyitotta meg; üdvözölte a küldötteket és a szakosztály vezetősége nevében megjelent dr. *Szabó György* szakosztálytitkárt. Ismertette a helyi csoportok szakbizottságainak választási eredményeit. Ezt követően a korábban már a vezetőség által felkért jelölő bizottságot felszólította a tisztújítási jelölések megejtésére.

A küldöttülés a továbbiakban meghallgatta dr. *Láposi Sándor* szakcsoporttitkár beszámolóját. A beszámoló méltatta a szakcsoport hétéves tevékenységét. Kiemelte azt a pozitívumot, hogy a szakcsoport a szakosztály tevékenységének gazdasági kiegészítője lett, és bővítette a műszaki és gazdasági kérdések közös, egymástól elválaszthatatlan egységét. Pótolta azt a lemaradást, amely a közgazdasági témák kidolgozása, a műszaki fejlesztési, termelési feladatok terén nem tartott lépést a magyar olajbányászat dinamikus fejlődésével. Lehetőséget nyújtott arra, hogy egyesületi szinten az ipargazdasági kérdések felszínre kerüljenek, és fórumot adott ezeknek a kérdéseknek, amelyek a népgazdaságnak és az iparágnak egyaránt hasznára váltak. A szakcsoport legjelentősebbnek minősített rendezvényei voltak:

— a kőolajbányászat árrendszeréről,
— a földgázárakról,
— a kőolajbányászat anyagellátási problémáiról,
— a népgazdaság energiamérlegéről,
— a Barátság I. kőolajvezeték 10 éves fennállásának műszaki-gazdasági értékeléséről,
— tanulmányúti beszámolókról szóló előadások.

Nagyobb rendezvények:

— az algyői beruházások értékelése,
— a bányavállalatok belső mechanizmusának fejlesztési problémáiról című szimpozion.

E központi rendezvényeken kívül a helyi szakbizottságok számos rendezvényt tartottak.

A szakcsoport az iparág közgazdászai számára lehetőséget teremtett a szakosztály szervezetében lebonyolított és a DITNAFTAPLIN-nal fennálló cserekapcsolat keretében közgazdászoknak tanulmányúton való részvételre. Ez a szervezeti keret a közgazdászok számára nagyon fontos volt, mert ez tette lehetővé, hogy a szakcsoport azon tagjai, akik hivatalos minőségben nem jutottak külföldi kiküldetéshez, ez úton kiutazást nyerjenek külföldi tapasztalat megszerzésére. Műszaki vonatkozásban a tapasztalatcsere fogalma és gyakorlata már korábban is hagyományos volt, de a közgazdászok számára csak ez a szervezeti keret teremtette meg a tapasztalatcserék megvalósítását.

Az elért eredmények értékelésekor kritikusan vizsgálni kell a munka minőségének javítását. Az aktivitást fokozni kell és egyenletesebbé kell tenni. Ebben nagy segítséget nyújt a szakcsoportoknak az Egyesület már második éve működő Ipargazdasági Bizottsága. Az Ipargazdasági Szakcsoport támaszkodhat a Bizottság munkájára, elvi és gyakorlati irányítására; ez különösen nagy segítséget jelent, mivel a bizottság elnöke dr. *Trethon Ferenc* pénzügyminiszter-helyettes. A szakcsoportnak fokozott módon kell támaszkodnia a bizottság munkaprogramjára és az eddigieknél nagyobb aktivitással kell kapcsolódnia ehhez a munkához, hasonlóan az Egyesület más szakosztályainak ipargazdasági szakcsoportjaihoz.

A beszámoló végül az Ipargazdasági Szakcsoport további feladatait, megtárgyalandó témáit ismertette.

A beszámolót vita követte; a hozzászólók a beszámolóval egyetértettek. A vita lezárását követően a vezetőség lemondott, és a küldöttértekezlet további vezetését dr. *Sipőtz István* korelnök vette át, aki a tisztújítást levezette.

A szakcsoport jelenlevő 28 küldöttje egyhangúan az alábbi vezetőséget választotta meg.

Elnök: *Lajer László;* titkár: dr. *Láposi Sándor;* vezetőségi tagok: *Barta Endre, Chityil László, Haraszti Kálmán, Pogány László, Szőke Imre* és dr. *Zakó Vilmos.*

Lajer László elnök a vezetőség nevében megköszönte a bizalmat, és felkérte *Pogány László* tagtársat, hogy tartsa meg a *Móricz Pálnéval* közösen írt, és a következőkben kivonatosan ismertetett előadást.

Dr. *Láposi Sándor*

Az effektivitás szerepe a szénhidrogén-bányászat fejlesztésében

A kutatás effektivitása (eredményessége) — a fúrt méterhez vagy az összes kutatási költséghez viszonyított, újonnan felfedezett szénhidrogénvagyon mennyisége — összekötő kapocs a kutatás és a termelés között. A termelés fenntartásának legfontosabb előfeltétele, hogy az előirányzott termelési szintnek megfelelő készlet a kutatások révén folyamatosan rendelkezésre álljon.

Mennyiségi vonatkozásban vizsgáltuk a fúrt méterre eső készletnövekedést az 1935—1975 közötti időszakban, az OKGT-vel egyeztetett adatok alapján. Ismertettük a szénhidrogénvagyon növekményének, valamint az összes fúrt méter s azon belül a kutató és a feltáró fúrások méterszámának éves idősorát, továbbá az összes fúrt méterre és a kutatófúrások méterszámára vonatkoztatott éves, kumulált (a fúrások megkezdésétől számított átlagos) és ötéves időtartamokra számított effektivitást a vizsgált időszakban. Elemzéseink eredményeként bemutattuk az összes fúrt méterre és a kutatófúrások méterszámára számított éves és ötéves effektivitásértékek gyakoriságát, továbbá példaként az ötéves effektivitás sűrűségfüggvényét az összes fúrt méterre és a kutatófúrásokra számítva. A sűrűségfüggvényeknek megfelelő eloszlásfüggvényekből számított legvalószínűbb érték és lehetséges hiba — 68% valószínűséggel — a következő:

Az effektivitás naturális mutatója	Effektivitás, t kőolaj-egyenérték/m	
	az összes fúrt méterre	a kutatófúrások méterszámára
	vonatkoztatva	
Éves effektivitás	9±20	11±28
Ötéves effektivitás	14±10	18±14

Az effektivitás kilátásai — a matematikai statisztikai értékelés szerint — ötéves időtartamban az évesnél jóval kedvezőbbek. A lehetséges hiba számértéke arra utal, hogy egyes években számítani lehet a kutatások eredménytelenségére, öt év alatt viszont jóval kisebb az eredménytelenség lehetősége.

Megjegyezzük, hogy az összes fúrt méterre és a kutatófúrások méterszámára vonatkoztatott effektivitás alapján — a számszerű eltérés ellenére — gyakorlatilag azonos végkövetkeztetésre jutottunk. Az elemzés során felmerült kérdések közül megemlítjük a következőket: a fúrások minősítésének technikai és finanszírozási szemlélete; a vagyonbecslés és a készletnyilvántartás hibája, a folyamatos korrekciók szükségessége, a számbavételi kör (pl. a szabad területek készleteinek) változása; a vagyon területi megoszlása, a vagyonmegoszlás kapcsolata az eredményes és eredménytelen kutatások minősítésével, a különböző fázisszintű kutatási programokkal, a megkutatottsággal és a prognosztikus vagyonbecsléssel. Az eddigi eredmények és tapasztalatok lehetőséget nyújtanak arra, hogy a felsorolt és hozzájuk hasonló kérdésekben, a geomúszaki számításokkal párhuzamosan, a matematikai statisztika előrejelzéseit is igénybe vegyük.

Gazdasági oldalról vizsgáltuk továbbá a kutatási költség alakulását, visszamenőleg az elmúlt 25 esztendő tényszámai alapján, és előrejelzés formájában az ezredfordulóig. Az elemzések során szerzett tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy a felszíni geofizika és a fúrás (kutatás, feltárás, szelvényezés) együttes — abszolút és fajlagos — költségének az elmúlt másfél évtizedre jellemző gyors növekedése csökkenthető. A költségalakulást befolyásoló tényezőket a következőkben foglaljuk össze:

— a kutatási koncepció és a prognosztikus vagyonbecslés összhangja a kutatástervezéssel;
— a kutatást megelőző előkutatás teljesítményének növelése és értékelési módszereinek fejlesztése megalapozott fúrási programok készítése és a fúrási méterszámmal való takarékosság céljából;
— a fúrási idő és a teljes munkaidőn belül különösen a rotációs idő arányának növelése, a szükséges információk fúrás közbeni megszerzését lehetővé tevő új eljárások bevezetése;

— a műszaki teljesítmények növelése a fúrási, illetve a rotációs tevékenység során lehetőleg egyenlítse ki a természeti adottságok nehezedésével várható teljesítménycsökkenést;
— mérséklődjék a nemzetközi és a hazai objektív gazdasági-pénzügyi folyamatok költségnövelő hatása. A finanszírozás oldaláról is álljanak rendelkezésre a korszerűsítéshez és a teljesítménynöveléshez szükséges anyagi eszközök; s végül
— az új felfedezések üteme megközelítően egyenletes legyen, a nagyságeloszlás, a választék, a minőség az eddigieknek megfelelően alakuljon. Az utóbbi téren a véletlennek is igen nagy szerepe van.

Matematikai statisztika alkalmazásával a felsorolt tényezők gazdasági hatása nyomon követhető, szétválasztható. Az elemzések lehetővé teszik a kutatási költségek előrejelzését, és a fúrásoptimalizálással párhuzamosan információt adhatnak a fejlesztési célok kialakításához.

Vizsgáltuk végül a hazai szénhidrogén-termelés költségalakulását hosszú távon, a kutatás effektivitásának függvényében, ismert és új (reménybeli) készletekre. Legkisebb fajlagos költség új készleteknél várható, kedvező effektivitás esetén. Előreláthatólag közepes lesz a fajlagos költség az ismert készletekre; kedvező effektivitás esetén az átlagosnál nagyobb fajlagos költség várható, mivel kedvezőtlen effektivitás esetén előtérbe kerülhet a költséges és jelenleg még viszonylag kis termelési többlettel járó, kihozatalt növelő eljárások alkalmazása. A korszerű másodlagos és harmadlagos eljárások gazdaságossága nagymértékben növelhető lenne, ha azokat a kőolaj-leművelésnek kezdeti szakaszától alkalmaznák. A legnagyobb fajlagos költség új készleteknél, kedvezőtlen effektivitás esetén várható. A távlati fajlagos költségben mutatkozó eltéréseket nagyrészt a kutatás-feltárás költségeinek különbözősége okozza. A felszíni berendezések létesítési költségében, valamint az üzemi költségben várható különbségek jóval kisebbek. Az effektivitásnak tehát közvetve a termelési költségekben is meghatározó a szerepe.

A hazai szénhidrogének gazdasági előnye az import szénhidrogénekhez viszonyítva — az energiaválság nyomán kialakult nemzetközi árszínvonal és a beszerzési feltételekben végbement egyéb változások hatására — nagymértékben emelkedett. Egyidejűleg bővültek a hazai szénhidrogén-bányászat feladatai, és fokozottabban előtérbe kerültek a hazai bányászat gazdaságosságának kérdései. Az elemzések ebben a szemléletben arra a végkövetkeztetésre vezetnek, hogy a hazai szénhidrogén-bányászat népgazdasági akkumulációjának (bányajáradékának) mértéke, a hazai szénhidrogének viszonylagos helyzete a hazai és az import energiahordozók költségrangsorában, valamint a hazai szénhidrogének részesedése és jelentősége a belföldi energiaellátásban elsősorban a további kutatások eredményességétől függ.

*

OMBKE szakmai nap az Egri Üzemben

1976. szeptember 17-én az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály Alföldi Termelési Szakcsoportjának Egri üzemi csoportja a demjéni mezőben 20 éve folyó tervszerű olajtermelés jegyében tartotta meg az ez évi Szakmai Napot. A Szakmai Napot szakcsoportunk elnökének: *Pápa Aladár* igazgatónak képviseletében *Szurmai Tibor* műszaki igazgatóhelyettes nyitotta meg, aki az ülés elnöki tisztjét is ellátta. Javaslatára a jelenlevők egy perces néma felállással emlékeztek meg az elhunyt dolgozókról.

Az elnökségben helyet foglaltak az Ipargazdasági Szakcsoport elnöke: dr. *Zakó Vilmos* gazdasági igazgatóhelyettes, valamint az üzemi szakcsoportok elnökei: *Juratovics Aladár* szegedi és *Hanyecz Ernő* orosházi üzemvezető.

Szép számmal képviselték vállalatunk központját és az üzemek OMBKE-szakcsoportjait is. Részt vett a szakmai ülésen az OGIL képviseletében az Egri Üzemben a termikus kísérleteket irányító *Kassai Lajos* műszaki igazgatóhelyettes és *Augusztin János* főosztályvezető is.

A megnyitó előadást *Dienes Mihály*, az üzemi csoport elnöke tartotta, aki előadásában összefoglalta az üzemmel kapcsolatos 20 éves tevékenység legfőbb mozzanatait. Az előadást *Juratovics Aladár* egészítette ki az Egerből elkerült szakemberek nevében; meleg szavakkal emlékezett vissza az itt eltöltött időre, és méltatta az új, kihozatalt növelő eljárások üzemi kísérleteit, valamint azokat a műszaki fejlesztési tevékenységeket, amelyeket az üzem az utóbbi időben sikeresen végzett.

Ezekkel a kérdésekkel foglalkozott a következő két előadás is, amelyekben *Csajtai Géza* és *Kerékgyártó Árpád* az adalékolt föld alatti elégetéses kísérlet technológiáját és annak létesítményeit ismertette, *Fodor Attila* és *Süle Ferenc* pedig az üzem automatizálási és műszerezési helyzetéről adott képet.

Az élénk figyelemmel és érdeklődéssel kísért előadásokat zárszavában az elnök is értékesnek minősítette, és fölvetette a kihozatalt növelő eljárás más területeken való alkalmazásának lehetőségét is.

A Szakmai Nap végén Dienes Mihály a vendéglátó üzem nevében közös vacsorára hívta meg a résztvevőket. A vacsora a zord időjárás ellenére igen meleg baráti légkörben folyt le. A vacsorát követő baráti beszélgetés közben felelevenítették a most már az idők távlatában megszépülő emlékeket, amelyekben sok szó esett az akkor igen nehéz körülmények között végzett munkákról, problémákról és a vidám percekről is.

A Szakmai Nap a visszaemlékezésen és az ismeretek bővítésén kívül jó alkalom volt az OMBKE-tagok baráti találkozására is.

Dienes Mihály
okl. olajmérnök
(NKFV, Eger)

*

Jól sikerült szakmai nap a Szovjet Technika és Tudomány Házában

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Budapesti Szakcsoportja a MATE-vel és a Szovjet Technika és Tudomány Házának főelőadójával, *J. I. Fagyejevvel* együttműködve 1976. október 12—14. között hasznos szakmai tanácskozásokat rendezett, amelyeket az OLAJTERV-ben, valamint Siófokon (a GOV-nél és a KVV-nél) tett látogatásokkal egészítettek ki. A rendezvény keretében a Szovjet Technika és Tudomány Házában szakmai napot tartottak, amelynek középpontjában *V. M. Kolesnyikov*nak, a moszkvai Gubkin Egyetem professzorának előadása állott.

Az előadásban *Kolesnyikov* professzor ismertette bevezetőként a szovjet gázipar előtt álló nagyobb feladatokat és érzékeltette a jelenlegi szállítórendszer méreteit, melynek irányítását a Szovjetunió Gázipari Minisztériumának diszpécserközpontjából végzik.

Az egységes gázellátó rendszerbe mintegy 100 ezer km vezetékhossz tartozik, melyet 19 nagyobb forrás táplál. 1957-ben 80, 1965-ben 150, 1976-ban 200 milliárd m³ a szállított földgáz mennyisége.

A hálózat jelentősége megköveteli az automatizálás megvalósítását a következő területeken:
— A technológiai paraméterek ellenőrzése, az adatok feldolgozása és értékelése.
— Üzemzavar-megelőzés és az üzemzavarhelyzetek áthidalásához való effektív segítségnyújtás a rendszertartalékok kihasználása révén.
— A szabályozási feladat ellátása.
— Minőségi mutatók optimalizálása.
— Kompresszor- és szivattyúállomások üzemelésének optimalizálása, és az itt fokozottan jelentkező biztonsági követelmények kielégítése.

Az automatikus irányítórendszer funkcionális alrendszerei lehetővé teszik a helyi és körzeti termelő-, valamint szállítórendszerek ellenőrzését és vezérlését.

Az információs rendszer felépítését, kapcsolódását az információs modell határozza meg. Az alrendszerek és az ágazati automatizált vezérlőrendszerek integrált egységet alkotnak, és ezekkel szemben az alábbi követelmények támaszthatók:
— a szállítás optimalizálása;
— teljesítménymaximálás;
— minimális energiaveszteség;
— a szállítási, termelési programtól való eltérés minimálása;
— a tevékenységi idők csökkentése.

Az információs modell felépítéséhez és kialakításához az alábbi szempontok érvényesítése szükséges:
— a rendszerszemlélet érvényesítése;
— a dinamikus állapot figyelembevétele;
— a vezérléssel és a számítástechnikával kapcsolatos új módszerek, elvi eredmények felhasználása és alkalmazása;
— modellek alkalmazása;
— a be- és kimenő jellemzők és üzemeltetési feltételek figyelembevételével és elemzésével való modellkialakítás, vagyis az identifikációs módszer alkalmazása;
— folyamatirányítók fokozottabb alkalmazására való törekvés.

A rendszer kialakításához rendkívül fontosak a szervezeti, gazdasági, ember—objektum kérdések, melyek elhanyagolása a rendszer funkcionálását is meggátolhatja.

Az irányítástechnika eszközeit illetően a szovjet gáz- és olajiparban jelenleg folyik az áttérés a pneumatikus analóg műszerekről az elektronikus műszerek alkalmazására.

A TM 100-as telemechanika-berendezés 20 külső állomás vezérlését, a TM—200-as berendezés pedig 60 objektum irányítását, elemzését látja el.

A központi feladatok ellátására R—10 kisszámítógépet használnak. A primer adatfeldolgozás gyűjtőközpontokban történik, és innen kerülnek az adatok 3 óránként a moszkvai diszpécserközpontba.

Az olajszállító rendszerek egyik legnagyobb problémája a nyomáshullámok következtében fellépő csőtörések megelőzése. A megelőzés lehetőségei:

— a megelőző szivattyúállomásról ellenfázisban indított nyomáshullám;
— kiegyenlítő tartályok alkalmazása.

Mindkét megoldás előfeltétele a megfelelő irányító—ellenőrző rendszer. Az ellenfázisú nyomáshullámú védelem esetére a VOLNA-rendszert alkalmazzák, amely üzemzavar esetén az előző szivattyúállomás megfelelő vezérlését biztosítja, míg a kiegyenlítő tartályos megoldással a helyi riasztó- és ellenőrző automatika végzi a túlnyomás-határolást.

720 mm átmérő fölött a fokozott veszély miatt elő van írva védőberendezés beépítése, mely berendezés a legkritikusabb helyzet paramétereinek figyelembevételére van méretezve.

A jól sikerült szakmai napon az OKGT, OLAJTERV, NKFV, DKFV, GOV, KVV, OGIL 42 szakembere vett részt és szerzett hasznos tapasztalatokat.

Csákó Dénes
okl. olajmérnök
szakcsoporttitkár

Kedves Gyula
okl. villamosmérnök

*

Olasz szakemberek tanulmányútja az Alföldön

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Budapesti Csoportja az Alföldi Termelési Szakcsoporttal és a Vízbányászati Szakcsoporttal közösen sikeres tapasztalatcserét szervezett az ENI részére 1976 októberében.

Ennek keretében az olasz szakemberek megismerkedtek a Szentesi Termál Tsz-ben a termálvíz mezőgazdasági komplex hasznosításával, az algyői termálvíztermelő és visszasajtoló rendszerrel, a hajdúszoboszlói termálfürdő komplex gyógyvízhasznosítási módszereivel, az SZKFL-Gázüzemekkel, valamint a Hajdúszoboszlói Földgázüzemmel.

A tájékoztatók és szakmai programok lebonyolításában aktív szerepet vállalt *Csath Béla, Lékay Gusztáv, Széplaky Zoltán* és *Kis Imre*.

Az olasz szakemberek elismerően nyilatkoztak a látottakról, és tanulmányútjukat igen hasznosnak, értékesnek minősítették.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

*

A Nuovo Pignone ismertetője

1976. október 26-án az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Budapesti Szakcsoportjának szervezésében jól sikerült szakmai tájékoztató napot tartottak az olasz Nuovo Pignone cég szakemberei.

Roberto Chellini az „5000 és 65 000 LE teljesítmény közötti turbókompresszor-egységek a gázvezetékek üzemeltetéséhez" című előadásában ismertette az egységek portábilis jellegét és a General Electric, valamint a British Gas Corporation cégekkel való kooperációt. Részletes tájékoztatót adott az MS típusú gázturbinákról, valamint az ehhez kapcsolódó centrifugálkompresszorokról. Elmondotta a turbókompresszor-egységek üzemeltetési tapasztalatait és azt, hogy milyen egységekből lehet azokat rendelni, szállítani. Tájékoztatást adott a turbóegységek szállítását és üzembe helyezését megelőző ellenőrzésekről, majd a szállításról és az üzembe helyezésről. Ismertette a turbóegységek és az azokból kialakított kompresszorállomás automatizáltságát, az egységek karbantartását.

Lucio Sangiovanni „Gázturbina—centrifugálkompresszor egységek alkalmazása a nagynyomású földgázvezetékeknél" című tájékoztatójában ismertette az ilyen egységek alkalmazási lehetőségét a gáztávvezetékeknél, a cseppfolyósítottföldgázrendszereknél az egységek jellemző tulajdonságait (gyors szerelhetőség, távvezérlésre való kedvező lehetőség, nagy egyedi teljesítmény, kis karbantartási igény, könnyű, egyszerű indítás!); főbb konstrukciós szempontokat (a rotor dinamikus stabilitását, az axiális nyomás kiegyenlítését, az alkalmazott olajtömítőket, a fokozatok helyes megválasztását). Tájékoztatót adott a szabványos gázturbina—kompresszor egységek nagynyomású távvezetéki földgázszállításra való alkalmazhatóságáról, és példákon ismertette a legjellemzőbb alkalmazási területeket és az itt szerzett tapasztalatokat.

Az előadások előtt igen érdekes és hasznos színes filmmel ismertették meg a jelenlevőket, bemutatva a Nuovo Pignone cég tevékenységét, gyártási és ellenőrzési technológiáját.

Az előadásokat követően *Subai József, Várhegyi Péter, Vasvári Vilmos, Borkó Rezső, Györgyei János, Tóth András* és még számos hallgató tett fel kérdéseket és kapott értékes válaszokat, amelyek segítettek jobban megismerni a cég gyártmányait.

Az előadáson a GOV, OLAJTERV, Ganz-MÁVAG, NKFV, OKGT, DKFV és az I. C. E. olasz Kereskedelmi Iroda 48 szakembere vett részt, és örömmel láttuk a hallgatók között dr. *Aba Ivánt*, a Műszaki Élet főszerkesztőjét is.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

*

Külföldi vendégek előadásai Budapesten

1976. november 8-án az MTESZ Kossuth Lajos téri székházában a VNIIBT kutatói dr. *Hingl József* kandidátus, főosztályvezető elnökletével fúrástechnológiai kérdésekről tartottak előadásokat.

A. A. Gajvaronszkij az olaj-, gáz- és vízrétegek elválasztásának technológiájáról beszélt, és ismertette a Szovjetunióban sikerrel alkalmazott hidraulikus rétegtömítőket. A gyakorlatban is előfordult elrendezésváltozatokkal szemléltette a hidraulikus rétegtömítők használhatóságának széles skáláját.

A. V. Orlov előadásában a gazdaságos fúrólyukmélyítés alapelveivel és a tervezés módszerével foglalkozott. A fúrási sebességet befolyásoló tényezők közül részletesen vizsgálta az aktív paraméterek (fúróterhelés és fordulatszám) fúrómenethosszt, fúrócsapágy-élettartamot befolyásoló hatását. Különbséget tett a lokális és globális optimalizáció során alkalmazható aktivparaméter-értékek közt.

A. Sz. Szaveljev a kiegyensúlyozott nyomású fúrásmód alkalmazásakor a lyukmélyítés biztonságát szolgáló rétegnyomáselőrejelzés Szovjetunióban használatos módszeriről tartott előadást. Hangsúlyozta, hogy a témával foglalkozó nagy létszámú kutatógárda elsősorban a túlnyomás keletkezésének különböző okait vizsgálja; lényeges eredményeket értek el a geofizikai módszerek alkalmazása terén, és biztató kilátásaik vannak a szeizmikus módszerek e téren való hasznosítására.

*

1976. november 9. és 10-én a Budavári Palotában az ARMCO—NATIONAL és a RUCKER—SHAFFER cégek műszaki-technológiai ismertető előadásokat tartottak.

A. J. Otte az ARMCO—NATIONAL nagy teljesítményű fúróberendezéseit és fúrási eszközeit ismertette. A színesfilm- és diavetítéssel illusztrált előadás bemutatta a cégnél kapható fúróberendezések főbb egységeit (emelőműveket, motorokat, nyomatékváltókat, iszaptartály-rendszert stb.). Az előadó részletesen ismertette a fúróberendezésekhez tartozó kéthatású duplex és a legmodernebbnek tartott egyhatású triplex szivattyúkat, azok üzemviszonyait.

G. Berry a RUCKER—SHAFFER kitörésgátlók legújabb típusait mutatta be. Előadásában a különböző nyomáshatású betétes, gyűrűs és forgó kitörésgátlók szerkezetével és működési elveivel foglalkozott. Különösen érdekes volt a végszükség esetén fúrócsövet is elvágó és egyben teljes szelvényt tömítő kitörésgátló-betétek működési mechanizmusa és az üzemi tapasztalatok ismertetése.

Az előadások után a személyes beszélgetések és a rendelkezésre álló színvonalas kivitelű gyártmányismertető katalógusok tették maradandóbbá a hallottakat.

Csaba József

Kiváló szovjet közgazdasági szakember véleménye az OKGT Évkönyvéről

Mark Ivanovics Brenner professzor, a közgazdasági tudományok doktora, az Orosz Szocialista Köztársaság kiváló közgazdásza. a Geológiai és Tüzelőanyagok Kutató Intézetének osztályvezetője 1976. június 24-én Szakosztályunk Ipargazdasági Szakcsoportjának ülésén „A jelenkori fűtőanyagmérlegek és ezek közgazdasági problémái" címmel nagy érdeklődést keltő előadást tartott.

Brenner professzor ez alkalommal megkapta az OKGT orosz nyelven is megjelent Évkönyvét. Mindenképpen érdekes és értékes az Évkönyvvel kapcsolatos — magyar nyelvre lefordított — véleménye, amelyet a következőkben maradéktalanul közlünk.

„Az Évkönyv eredetien felépített grafikonrendszere a magyar kőolaj- és gázipar műszaki és gazdasági mutatóinak komplexumát tükrözi (felelős kiadó dr. *Bán Ákos*).

Az Évkönyv bő adatokat tartalmaz az ország szénhidrogénkutatás szempontjából perspektivikus területeiről, a potenciális lehetőségek és a földtani szénhidrogénkészletek arányáról, bemutatja az ország területének földrajzi és rétegtani megoszlását, szemlélteti a mélységi térképeket és a szeizmikus tevékenység adatait. Különösen érdekesek a szeizmikus méréseknél a termelékenység színvonalának alakulásáról eredetien felépített grafikonok.

Az Évkönyv jelentős fejezetet szentel a főbb tevékenységi területek — a fúrás és a kőolajtermelés — grafikus elemzésének. A szerzők sikeresen összpontosították az elemzést a legfontosabb fajlagos mutatókra, azok dinamikus változásának bemutatásával.

Ebben a vonatkozásban kiemelkedő a fúrási volumen növekedése és az önköltségszint közötti arány, valamint a fúróberendezések tevékenységének időmérlege.

Bő anyag mutatja be a mennyiségi és minőségi arányokat a kőolaj- és földgázelőfordulások művelésében. A kőolajtermelés területi és mennyiségi megoszlása mellett a szerzők grafikonokon mutatták be a műszaki fejlődésnek a kőolaj-előfordulások művelési hatékonyságára gyakorolt hatását, ami a műszaki-gazdasági elemzésben rendszerint a legnehezebb. Érdeklődést keltően szemléltetik a gázipart, a földgázkészletek alakulását, a földgázelőkészítő üzemek területi és kapacitás szerinti megoszlását.

Az olajkutak kihasználásának hatékonyságával kapcsolatos kérdéseket szakszerűen mutatják be a kutak szám szerinti és termelési módonkénti megoszlására, termelékenységükre, a hozamok arányaira, valamint a másodlagos kőolajtermelés fajlagos mutatóira vonatkozó grafikonok.

Szélesebb népgazdasági aspektusból az Évkönyvben különösen iránymutató a földgázfelhasználás megvilágítása, annak szociális és gazdasági oldala. Az alaposan átgondolt és jól elkészített diagramok meggyőző képet adnak arról, milyen hatalmas jelentősége van a Magyar Népköztársaságban a földgázipar fejlődésének. Szintetizált adatokat közöl az ipar és a lakosság gázenergia-felhasználásáról, a gázfajtánkénti gázenergia-felhasználásról, a felhasznált földgázmennyiség területi és fogyasztói kategóriák szerinti megoszlásáról, a gázellátási rendszerekről stb., és természetesen a háztartási gázellátás fejlődéséről. Ez abban jutott kifejezésre, hogy 1973-ban a gázzal ellátott háztartások száma 250 ezer fölé emelkedett, nem számítva azt a 80 ezer háztartást, amely távfűtőművektől kapta a hőenergiát.

Az Évkönyv komplex jellege lehetőséget ad arra, hogy részletesen és nagy érdeklődéssel ismerkedhessünk meg az ország kőolaj-feldolgozó iparával, kapacitásával, a kőolaj-behozatal alakulásával, a feldolgozással és fogyasztással, a céltermékek összetételével, a főbb olajtermékek értékesítésével, a nagy oktánszámú benzinek részarányának növekedésével, az értékesítő hálózattal stb.

Az Évkönyvet ízléses kivitelű összesített ábra zárja le, amely Magyarország teljes olajipari komplexumát — a szénhidrogéntermelést, a behozatalt, a feldolgozást és a felhasználást — mutatja be az 1973. évre vonatkozóan. Nemcsak mennyiségi arányok szerepelnek itt, hanem gazdasági adatok is az összegzett hatékonyságról, a munkatermelékenység növekedéséről, a beruházások szerkezetéről, a nyereségekről, az árakról, a munkabérről és a reáljövedelmekről.

Az Évkönyv a legmagasabb elismerést érdemli mind a tárgyalt kérdések aránya, feldolgozásuk mélysége, mind pedig a grafikus ábrázolás eredetisége tekintetében, amely élénk és egészen közérthető rajzokban és színekben mutatja be az anyagi termelés fontos szféráját.

A szerzőknek és a kiadónak azt ajánlanám, hogy ezt a legnagyobb mértékben hasznos munkát szélesebb, hosszabb időszakot átfogó összefoglalások irányába fejlesszék tovább.

Úgy véljük, némileg bővíteni kellene a szénhidrogén-kutatásra és -feltárásra vonatkozó fejezetet, kiegészítve azt a hatékonyságra, a készletekre vonatkozó adatokkal. Érdekes lenne ismerni a befejezett kutak számát, mélységét, költségét és eredményességét.

Célszerűnek látszik a beruházásokra vonatkozó fejezet bővítése, kiegészítve azt a hatékonyságra vonatkozó adatokkal (pl. fajlagos beruházások egy tonna kőolajra és egy m³ földgázra vetítve). Kiemeltebben kellene megvilágítani a munkabér és reáljövedelem kérdéseit.

A magyar kőolaj- és gázipar hatalmas hozzájárulása a népköztársaság gazdaságának fejlesztéséhez világosan kitűnik az Évkönyvben feltüntetett számos összefüggésből. Ez a hozzájárulás mindenképpen megérdemli, hogy az Évkönyvben lerögzített adatok széles körben bemutatásra kerüljenek.

Úgy gondolom, hogy a KGST tagországoknak az Évkönyvvel való megismertetése igen hasznos lenne."

Bándi József

*

A XII. Dunántúli Analitikai Kémiai Konferencia
Nagykanizsa, 1976. augusztus 30.— szeptember 1.

A Magyar Kémikusok Egyesületének Dunántúli Területi Szervezete által kezdeményezett Dunántúli Analitikai Konferenciák közül sorrendben a XII. megrendezésére az MKE Zala megyei Csoportja vállalkozott. A konferencia hagyományainak megfelelően a fő témakör az analitikai kémia volt. A Dunántúli Területi Szervezet javaslata alapján már a második alkalommal kapcsoltak ehhez a témakörhöz olyan tudományterületeket, amelyek jellemzőek a rendező egyesületi csoport ipari hátterére, valamilyen kapcsolatban állnak az analitikai kémiával, így a választott tudományterület és az analitikai kémia szakembereinek együttes tanácskozása mindkét tudományterület számára jelentős haszonnal járhat.

A Zala megyei Csoport ipari hátterét a kőolajipar alkotja, ennek alapján került sor augusztus 30. és szeptember 1. között Nagykanizsán a Dunántúli XII. Analitikai, I. Kőolaj-bányászati és Feldolgozóipari Kémiai Konferenciára. A konferenciát a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem Nagykanizsai Agronómiai Főiskolai Karának előadótermében rendezték meg.

A konferencia egyúttal az évenként megrendezésre kerülő Kanizsai Műszaki Napok rendezvénysorozat megnyitója is volt. A megnyitóra 1976. augusztus 30-án került sor. A plenáris ülésen, amelyet az MTESZ Nagykanizsai Intéző Bizottságának elnöke, *Dénes János* vezetett le, *Mózes Pál*, a Nagykanizsai Városi Tanács VB-elnöke méltatta a Kanizsai Műszaki Napok keretében sorra kerülő konferencia jelentőségét. Külön kiemelte, hogy a hazai kőolajipar bölcsőjének számító Nagykanizsán kerül sor először ilyen nagy, tudományos jelentőségű rendezvényre. A Városi Tanács nevében kívánt a konferencia mintegy 250 résztvevőjének sikeres munkát és jó társadalmi programokat.

Ezután a Magyar Kémikusok Egyesülete Elnöksége nevében dr. *Inczédy János*, az Egyesület alelnöke nyitotta meg a konferenciát.

A résztvevőket *Gál Róbert*, az MSZMP Nagykanizsai Városi Bizottságának első titkára, *Trombitás István*, az MTESZ Zala megyei Szervezetének elnöke, valamint dr. *Upor Endre*, az MKE Dunántúli Területi Szervezetének elnöke üdvözölte.

Az ezután következő ünnepélyes percekben dr. *Inczédy János*, az Analitikai Díjbizottság elnöke méltatta az 1976. évi Dunántúli Analitikai Díjjal jutalmazott kollégáink érdemeit. Először dr. *Maleczki Emil*, a Veszprémi Vegyipari Egyetem Radiokémia Tanszéke adjunktusának munkásságát ismertette, átadva a díszes oklevelet és a pénzjutalmat; a másik Analitikai Díjat dr. *Bélafiné Thély Katalin* csoportvezető, a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet Analitikai Osztályának tudományos főmunkatársa kapta.

A szünet utáni plenáris előadáson dr. *Vajta László* műszaki vezérigazgató-helyettes megbízásából *Péceli Béla*, az OKGT Kőolaj-feldolgozási Igazgatóságának igazgatója tartotta meg „A kemizálás feladatai a magyar kőolajiparban az V. ötéves tervben" c., igen nagy érdeklődéssel kísért előadását. Ebben kitért egyrészt a kőolajbányászatban alkalmazandó ún. másodlagos termelési módszerek során használandó kémiai módszerekre, másrészt ismertette a kőolaj-feldolgozás kemizálási feladatait. Méltatta az analitikusok munkáját a fenti szakterületeken, ugyanakkor kiemelte, hogy a különböző szakterületeken dolgozó szakemberek együttműködése elengedhetetlen ahhoz, hogy az V. ötéves tervben meghatározott tervek megvalósuljanak.

Ezt követően a hagyományoknak megfelelően az előző évi Dunántúli Analitikai Díjas, dr. *Simon Ferencné*, a MÁFKI Kémiai-Fizikai Osztályának tudományos főmunkatársa „Korszerű eszközök a kőolajiparban alkalmazott gázkromatográfiás elemzési módszerek hibaforrásainak csökkentésére" c. előadása hangzott el. Véleménye szerint ma már a legjelentősebb hibaforrás magának a gázkromatográfiás elemzésnek a hibája, amelyhez a mintavételi szerelvények kialakításának, a mintavevő típusának, a mintavétel és a mintakezelés módjának hibái elhanyagolható mértékben járulnak hozzá. Vizsgálatai szerint ezek az elemzési hibaforrások már a legkisebb mértékű számítógépesítéssel is jelentősen csökkenthetők.

A plenáris ülés után kezdődtek meg a szekcióülések. Ezek beosztása és a szekciókénti előadások száma a következő volt:

A — ANALITIKAI KÉMIAI SZEKCIÓ	
A1 — Elektrokémia	11
A2 — Termikus analízis	4
A3 — Spektroszkópia	12
A4 — Kromatográfia	4
A5 — Fizikai kémiai elemző eljárások	5
A6 — Ioncsere-reakciók	3
A7 — Komplexkémia	2
B — KŐOLAJ-BÁNYÁSZATI KÉMIAI SZEKCIÓ	
B1 — Geokémia	6
B2 — Mélyfúrások kémiája	5
B3 — Másodlagos módszerek kémiája	17
C — FELDOLGOZÓIPARI KÉMIAI SZEKCIÓ	
C1 — Motorbenzingyártás	3
C2 — Bitumengyártás	5
C3 — Korrózióvédelem	4
C4 — Feldolgozóipari analitika	9

A 90 előadás három, illetve négy teremben párhuzamosan hangzott el.

Az első napon került sorra az elektrokémiai szekció, amelyben elsősorban váltóáramú voltametriával és amperometriával foglalkozó előadások hangzottak el, de ismertették a többi elektrokémiai területen elért kutatási eredményeket is. A másodlagos módszerek kémiája szekcióban két fő témakör előadásaira került sor. Az első a világ és hazánk kőolajtermelésében egyik legperspektivikusabbnak mutatkozó adalékolt elégetéses olajtermelési eljárás kutatási eredményeit, annak gyakorlati megvalósítását, a közeljövőben sorra kerülő kisüzemi kísérletet ismertette. Az előadások követendő példát állítottak az ipari kutatóintézetek, az egyetemi tanszékek, az akadémiai kutatóintézetek és az ipari gyakorlat között megvalósító szoros együttműködés, aktív kooperációs kapcsolat terén más területen dolgozó szakemberek elé is. Két előadás foglalkozott egy érdekes és új, szabadalmaztatás alatt álló eljárással, amelynek során ipari körülmények között csővezetékben áramló kőolaj víztartalmát mérik folyamatosan, a csővezeték megbontása nélkül, radiometrikus módszerrel.

A geokémiai szekcióban a szénhidrogén-genezis megközelítésétől kezdve geokémiai analitikai vizsgálatokig terjedt az ismertetett terület.

Az első napi munka után a résztvevők egy része a rendezők által biztosított kultúrprogramon vett rész. Ennek során autóbusszal látogatást tettek a keszthelyi *Festetich*-kastély felejthetetlen szépségű koncerttermében, *Szabó Csilla* művésznő nagysikerű zongoraestjén vettek részt.

A konferencia második napján az analitikai kémiai szekció a termikus analízissel kapcsolatos előadásokkal kezdődött, majd a spektroszkópia szekció előadásai zajlottak. A szekció előadásai a spektroszkópiai módszerek teljes skáláját felölelték a különböző fotometriás módszerektől az NMR-ig. A kőolajbányászati kémiai szekcióban folytatódott a másodlagos módszerekkel foglalkozó előadások sora. Bemutatták azokat a módszereket, amelyeket hazai gyakorlatban már vagy megvalósítottak, vagy ezután kerül sor üzemi bevezetésükre. A feldolgozóipari kémiai szekcióban a feldolgozóipar szakmai előadásai zajlottak, amelyben megtárgyalták a motorbenzin gyártásának, a feldolgozóipari üzemek korróziós feladatainak megoldási módszereit. Igen nagy érdeklődést váltott ki a Zala megyében különösen fontos bitumengyártási szekció, amelyben még külön korreferátumot is tartottak az érdekeltek.

A délután folyamán kezdődött meg a konferencia kőolajiparral kapcsolatos észrevételeinek megtárgyalására hivatott fórum, a „Kémia és kőolajipar" című kerekasztal-beszélgetés, amelyen kb. 120 fő vett részt. A vitaindító előadást *Rácz Dániel* az OGIL igazgatója tartotta „A kőolajipar jövője" címmel. Előadásában a közelmúltban bekövetkezett energiaválság okait kutatva kitért az energiahelyzet általános elemzésére is. Megállapította, hogy a konferencia a kőolajipar előtt álló feladatok megoldásához nagymértékben járulhat hozzá.

Az előadást követő vitában, amelyet a vegyészek képviseletében dr. *Tóth József*, az MTA Kőolaj-bányászati Kutató Laboratóriumának igazgatója, míg az olajipar részéről dr. *Bálint Valér*, az OLAJTERV igazgatója vezetett le, igen nagy érdeklődést kiváltó kérdésekről esett szó. A vita összefoglalásaképpen dr. *Tóth József* megállapította, hogy bármely szakterületen dolgozókról van is szó, a mai kor követelményei szerint végzett komplex munka komplex tudású embert kíván, mely tudást azonban csak egyéni érdeklődés, a szakma és az adott téma szeretete tudja biztosítani.

Nagy vitát váltott ki a kutatások irányításának és koordinálásának kérdése, amelynek megoldása vezető szerveink nagy feladata lesz a következő években.

Az este folyamán került sor a Nagykanizsától 18 km-re fekvő Zalakaros-fürdőn a konferencia résztvevői részére rendezett fogadásra, amelyet a fedett fürdő impozáns előcsarnokában tartottak. A rendezők részéről *Kassay Árpád* főrendező üdvözölte a résztvevőket, majd a fürdő igazgatósága tartott rövid ismertetést Zalakaros múltjáról és jövőjéről.

A harmadik napon kizárólag az analitikai kémia szekció előadásai folytak. Ekkor került sor a kromatográfiás szekció előadásaira, ahol igen érdekes és olajipari szempontból is fontos folyadékkromatográfiás elválasztási módszert is ismertettek. A fizikai kémiai elemző eljárások szekciójában egyrészt radiokémiai, másrészt olyan előadások kerültek sorra, amelyek különböző iparágakban elért eredményeket, módszereket ismertettek. Az ioncsere-reakciók szekcióban az ipari gyakorlat szempontjából fontos előadásokat hallhattak az érdeklődők. A komplexkémia szekcióban elsősorban analitikai szempontból fontos reakciók ismertetésére került sor.

A konferencia dr. *Upor Endre* zárszavával ért véget, aki kiemelte a konferencia hasznosságát, és bejelentette, hogy a következő évben a Dunántúli Analitikai Konferenciát Sopronban rendezik meg. Végül *Kassay Árpád* tolmácsolta a Nagykanizsai Városi Tanács és az MKE Zala megyei csoportjának köszönetét az aktív részvételért, amely az egyik legsikeresebb Dunántúli Analitikai Konferencia megrendezéséhez vezetett.

Kassay Árpád
önálló csoportvezető
az MKE Zala megyei Csoportjának titkára
a konferencia főrendezője
(OGIL, Nagykanizsa)

OLVASÓINKHOZ

A legújabb papírtakarékossági rendelkezések értelmében a folyóiratok évi tartalommutatója csak a lap oldalszámkeretének rovására nyomtatható ki, illetőleg illeszthető be a lapba.

Ezért az 1976. évi TARTALOMMUTATÓ-t ezúttal oldalszámozás nélkül e számunkhoz behúzva, de a lap oldalterjedelmébe beszámítva — annak 47—50. oldalaként — adjuk olvasóink kezébe.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

З. Надь, инженер-нефтяной механик: **Новые машины нефтяной и газовой промышленности — расширительные машины. Ч. I.** ..... **Стр. 33**

В последние годы все шире распространяется способ низкотемпературной подготовки природного газа, и вследствие этого газовая промышленность стала значительным потребителем охладительной энергии. Этим фактом обосновывается необходимость описания основного узла одного из самых перспективных холодильных аппаратов — детандеров.
В первой части статьи после изложения общей характеристик и группирования детандеров автором более детально излагаются термодинамические процессы, происходящие в турбодетандерах, так как в настоящее время этот тип машин получил самое широкое распространение.

М. Мунка, инж.-нефтяник: **Влияние ориентации системы координат на точность исследований моделированием** ..... **Стр. 39**

Проведенными исследованиями было доказано, что ориентация координатной сетки оказывает значительное влияние на время прорыва, и вследствие этого на забойное давление в эксплуатационных скважинах, далее на конфигурацию фронта воды. Расчеты показывают, что из трех вариаций самая низкая точность результатов по величине коэффициента охвата по площади получается припараллельной сетке. Отклонение может достигать около 25%. Ориентация сетки оказывает значительное влияние и на величину расстояния между фронтом воды и нагнетательной скважиной в разных направлениях. Так как на практике выбор ориентации сетки по существу не представляется возможным, ошибки, допускаемые при моделировании разработки залежей нефти и газа с помощью ЭВМ и при корреляции истории разработки, необходимо учитывать.

Д-р *Дь. Золтан,* горный инженер, канд. тех. наук: **Исследование смачиваемости коллекторских пород залежи Сёрег I. и критика метода исследования** ..... **Стр. 44**

В литературе [1, 2, 3] описывается метод, который автором считается подходящим для определения смачиваемости коллекторских пород в присутсвии содержимого пласта и в пластовых условиях. В случае пористых систем, имеющих математически описываемую геометрию, доказываемым образом имеется возможность определения коэффициента смачиваемости на основе её неявно охватывающей зависимости капиллярное давлени—насыщенность. Спрашивается, если руководствоваться этим же принципом в случае капиллярной системы, обладающей межзернистой пористостью, будут ли получаемые результаты приемлемыми для приближения состояния смачиваемости.

Д-р *Й. Сепеши,* инж.-нефтяник: **Пограничные линии проектирования конструкции скважин** ..... **Стр. 51**

Величины давления, вызываемого операциями бурения, должны надежно поддерживаться между двумя пограничными линиями. Нижним пределом является линия давления промывочной жидкости, повторяющая по мере условий данного района кривую градиента разрыва пород; взамен последней ради безопасности обычно выбирается величина давления закачки после разрыва пород, и даже линия градиента давления, уменьшенной полосой безопасности, соответствующей потерям давления промывочной жидкости в затрубном пространстве.
Размеры полос безопасности являются в случае обеих пограничных линий конвенциональными; их роль и размеры проблематичны. Конвенции могут подтверждаться или опровергаться только путем проведения исследований, сбора и обработки данных в широких масштабах.
Труд и деньги, затрачиваемые в интересах указанных целей, сторицею окупятся применением более простых и безопасных конструкций скважин.

И. Балла, горный инженер: **Определение интервала уменьшения угла кривизны при проводке наклонно-направленных скважин** ..... **Стр. 54**

Проектный забой в пространстве наклонно-направленными скважинами достигается, как правило, после стабилизации направления, в интервале уменьшения угла кривизны (искривления). Точная и надлежащая проводка этого интервала ствола скважины является особенно значительным условием достижения проектного забоя с соответствующей точностью.
На практике профиль ствола наклонной скважины всегда отклоняется от проектированного, поэтому специалисту, руководящему операциями по наклонно-направленному бурению всегда необходимо исходить из создавшегося положения при определении интервала стаибилазации или уменьшения угла кривизны.
В статье для решения поставленных вопросов дается описание разработки аналитического и графического методов, оказывая тем самым помощь в соответствующем техническом решении одной из важных задач выполнения операций на практике.

*

Dipl.-Ing. *Zoltán Nagy:* **Expansionsarbeitsmaschinen: neue Maschinen in der Erdöl- und Erdgasindustrie — 1. Teil** . **S. 33**

In den letzteren Jahren hat die Gasaufbereitungsmethode durch Kaltseparation immer mehr an Boden gewonnen und demzufolge wurde sie ein bedeutender Kalteenergieverbraucher der Gasindustrie. Diese Tatsache motiviert die Beschreibung der Grundeinheit der Expansionsarbeitsmaschinen, der sog. Detander, die eine der höchst perspektivischen Kühlanlagen darstellt.
Im 1. Teil des Beitrags werden nach einer allgemeinen Charakterisierung und Gruppierung der Detander die in den Turbodetandern vor sich gehenden thermodynamischen Vorgänge ausführlich dargelegt, da dieser Maschinentyp heute am meisten verbreitet ist.

Dipl.-Ing. *Margit Munka:* **Wirkung der Richtung des Koordinatensystems auf die Genauigkeit der Simulationsuntersuchungen** ..... **S. 39**

Durchgeführte Untersuchungen beweisen, dass die Gitternetz-Orientierung die Zeit des Durchbruchs und daraus den Bohrlochsohlendruck der Fördersonde, sowie die Form der Wasserfront wesentlich beeinflusst. Aus den Berechnungen geht hervor, dass man im Hinblick des Flächenwirkungsgrades das ungenaueste Ergebnis von den drei Variationen im Falle eines parallelen Gitters erhält. Die Abgeweichung kann auch beinahe 25% betragen. Die Orientierung des Gitternetzes beeinflusst auch den Wert des von der Einpresssonde gemessenen Frontabstandes bedeutend. Da es in der Praxis nicht möglich ist, die Gitternetz-Orientierung meritorisch zu wählen, müssen bei der Simulation von Kohlenwasserstofflagerstätten mittels Computer und bei der Anpassung der Fördervergangenheit die sich aus unseren Untersuchungen ergebenden Fehler in Betracht gezogen werden.

Dr.-Ing. *Győző Zoltán,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **Untersuchung der Benetzbarkeit in der Lagerstätte Szőreg 1. und Kritik der Untersuchungsmethode S. 44**

Die Beiträge [1, 2] und [3] erörtern eine Methode, die der Verfasser zur Bestimmung des Benetzbarkeitszustands von Speichergesteinen in Anwesenheit ihrer Formationsflüssigkeiten unter Formationsverhältnissen für geeignet erachtet. Im Falle poröser Systeme, die eine mathematisch beschreibbare Geometrie haben, besteht erweisbar die Möglichkeit, den den Benetzbarkeitszustand ausdrückenden Faktor anhand des Zusammenhangs Kapillardruck/Sättigung zu bestimmen, der diesen Faktor implizit enthält. Es ergibt sich die Frage, ob die Resultate zur Annäherung des Benetzbarkeitszustands angenommen werden könnten, wenn dasselbe Prinzip beim Kapillarsystem mit intergranularer Porosität befolgt wird.

Dr.-Ing. *József Szepesi:* **Grenzlinien der Projektierung der Bohrlochkonstruktion** ..... S. 51

Die durch Bohrvorgänge zustande gebrachten Drücke sollen zuverlässig zwischen zwei Grenzlinien bleiben.
Die untere Grenze bildet der Spülungsdruck, der die Kurve Porendruck-Gradient in einem von regionalen Gegebenheiten abhängigen Mass oskuliert; die obere Grenze ist die Kurve des Gesteinsspaltungsdruck Gradienten; es ist üblich, statt der Letzteren, im Interesse der Sicherheit den Einpressdruck nach dem Zerspringen des Gesteins, ja sogar die Druckgradientenlinie desselben, die um eine dem Spülverlust des Ringraums entsprechende Sicherheitszone vermindert wurde, zu wählen.
Das Mass der Sicherheitszonen ist im Falle beider Grenzlinien konventionell; ihre Rolle und ihr Ausmass sind jedoch bestreitbar. Die Konventionen können nur durch weitverbreitet durchgeführte Forschungen, Datensammlungen und Datenverarbeitungen bewiesen, bzw. widerlegt werden.
Die zu diesem Zweck geleistete Arbeit und die aufgewandten Kosten werden durch Anwendung der auf diese Weise realisierten einfacheren und sicheren Bohrlochkonstruktionen reichlich ersetzt.

Dipl.-Ing. *Imre Balla:* **Bestimmung der Schrägheitsverminderung für die praktische Ausführung von gerichtetem Bohren** ..... S. 54

Gerichteten Schrägbohrungen erreichen im allgemeinen das gesetzte Ziel nach Stabilisierung der Richtung im Abschnitt der Schrägheitsverminderung. Die genaue, fachgemässe Ausführung dieses Abschnittes ist eine besonders bedeutende Bedingung des Erreichens des gesetzten Zieles mit entsprechender Genauigkeit.
In der Praxis weicht das schräge Bohrloch vom geplanten Bohrlochprofil ab, darum muss der Leiter der Schrägbohrungsoperationen den Abschnitt der Stabilisierung, bzw. der Schrägheitsverminderung immer anhand der sich herausgebildeten Situation bestimmen.
Der Beitrag erörtert die Ausführung einer analytischen und einer graphischen Methode zur Bestimmung der aufgeworfenen Fragen und leistet damit Hilfe bei der entsprechenden technischen Lösung einer wichtigen Aufgabe der praktischen Ausführung.

Zoltán Nagy, Mining Mechanical Eng.: **Expansion machines: new machines for the petroleum and gas industry — Part 1.** ..... p. 33

The cold-separation processing method has gained ground in recent years and, as a result of this, the gas industry has become a big cold-energy consumer. This fact makes necessary to describe the basic unit of the most long-ranged refrigerant, i.e. expansion machines, the so-called detanders.
In Part 1, after a general description and grouping of the detanders, thermodynamic processes taking place in turbodetanders are discussed in detail since this machine type is most widely used today.

Margit Munka, Gas Eng.: **Influence of the direction of the co-ordinate system on the accuracy of simulation examinations** ..... p. 39

Examinations carried out prove that grid-net directioning considerably influences the time of the breakthrough and, as a result of this, the bottom-hole pressure of the producing well, as well as the shape of the water front. Calculations show that, considering areal efficiency, the most inaccurate result from among the three variations is obtained in case of a parallel grid. Deviation may almost amount to 25 per cent. The value of the front distance measured from the injection well in various directions is also considerably influenced by the direction of the grid-net. Since it is not possible to select the grid-net direction in its essentials when simulating hydrocarbon reservoirs by computers and when matching the production history, errors following from our examinations should be taken into account.

Dr. *Győző Zoltán*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: **Wettability tests in the Szőreg 1. reservoir and criticism on the testing method** ..... p. 44

A method is outlined in papers [1, 2, 3] which is considered by the author as suitable for determining rock wettability conditions in the presence of formation fluids under reservoir conditions. In case of porous systems having a mathematically describable geometry, there exists the possibilty of determining the factor expressing wettability conditions on the basis of capillary pressure/staturation relation including it implicitly. The point is whether the results will be acceptable for the approximation of wettability conditions if the same principle is put into practice for capillary sytems with intergranular porosity.

Dr. *József Szepesi*, Petroleum Eng.: **Boundary lines of bore-hole construction planning** ..... p. 51

The pressures arisen when drilling should reliably remain between two boundary lines.
The lower limit is mud pressure following the pore pressure-gradient curve to an extent determined by regional features; the upper limit is given by fracturing pressure gradient curves; for safety reasons, instead of the latter, it is customary to select the injection pressure after fracturing moreover, the pressure gradient line of this reduced by a suitable safety belt of the lost circulation in the annulus.
The measure of safety belts in both boundary line cases is conventional; their role and their measure are disputable. The conventions can only be proved or denied by research, data collection and data processing carried out to a great extent.
Work and money used for this purpose is abundantly reimbursed by employing simpler and safer bore-hole constructions obtained in this way.

Imre Balla, Mining Eng.: **Determination of reducing bore hole slantness for the practical implementation of directional well drilling** ..... p. 54

Directional wells generally reach the deep target after the direction having been stabilized in the section of slantness reduction. Accurate and suitable drilling of this section is an especially important condition of reaching the set target with appropriate accuracy.
In practice, directional wells deviate from the planned bore hole profile that is why the specialist leading directional drilling operations should specify the the section of stabilization, and/or slantness reduction based upon the situation developed.
For specifying the problems arisen, analytical and graphic methods are discussed rendering help for a suitable technical solution of this important problem.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

65. KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSÉT

1977. március 11-én 10 órakor tartja, Miskolc-Egyetemvárosban

Napirend:
1. Elnöki megnyitó
2. Üdvözlések
3. Bánya- és kohómérnökképzésünk aktuális kérdései

Szünet

4. Főtitkári beszámoló
5. Az OMBKE középtávú munkaprogramja
6. Hozzászólások
7. Kitüntetések átadása
8. Közös ebéd

A küldöttek megfelelő időben meghívót kapnak

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

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

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

Beküldési határidő: 1977. május 31.

Pályadíjak

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,

II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,

III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

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

Budapest, 1977. január hó.

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.

Hangyál János
a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos
a pályázati ügyek felelőse

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVA

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 65—96 oldal
BUDAPEST, 1977. MÁRCIUS HÓ
3

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

Bányásznapi ünnepség a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat 25 éves fennállása alkalmából. Szolnok, 1976. szeptember 4. 65

JUHÁSZ ÁDÁM — Ünnepi beszéd 66

VARGHA NÓRA—SASVÁRI JUDIT — Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában 70

DOLESCHALL SÁNDOR — A számítástechnika tárolómérnöki alkalmazásának helyzete 76

NAGY ZOLTÁN — Expanziós munkagépek kőolaj- és földgázipari alkalmazása 2. r. 80

LELKESI JÓZSEF — A Tiszai Kőolajipari Vállalat tervezett vízgazdálkodási rendszere 85

GYULAY ZOLTÁN 96

BOZIDAR NIKOLIČ 93

Személyi hírek. Dr. Falk Richárd és dr. Gyulay Zoltán 25 éve professzorok 90

A Munka Érdemrend arany fokozata — BÁNDI JÓZSEF-nek 90

Szakosztályi hírek. Előzetes értesítés a XVI. Vándorgyűlésről 88

Egyetemi hírek. Díszdoktoravatás a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 89

Felhívás az NME Áramlás- és hőtechnikai gépek tanszéke II. Áramlásmérési Kollokviumán való részvételre 92

Az iparág köréből. Rezervoármérnöki szakmai nap 75

A számítástechnika alkalmazása az OLAJTERV-ben 75

Helyzetkép az orenburgi gázvezeték magyar szakaszának építéséről 91

TPA I típusú számítógép felhasználása tüzelőgázok gázkromatográfiás elemzéséhez 92

II. Gázipari vitaülés 92

A kőolaj-feldolgozás hírei. A TIFO irányítástechnikai rendszerének kialakítása 94

Hazai műszaki lapszemle 94

Külföldi hírek. Nagymélységű fúrási tevékenység a Szovjetunióban 95

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 96

A SZÁM SZERZŐI:

DOLESCHALL SÁNDOR dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgatóhelyettes (Központi Fizikai Kutatóintézet, Budapest); JUHÁSZ ÁDÁM dr. okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, nehézipari minisztériumi államtitkár (Nehézipari Minisztérium, Budapest); LELKESI JÓZSEF okl. vegyészmérnök, üzemvezető (Tiszai Kőolajipari Vállalat, Leninváros); NAGY ZOLTÁN okl. bányagépészmérnök, tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); SASVÁRI JUDIT okl. fizikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); VARGHA NÓRA okl. vegyészmérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

77-236 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

10. (110.) évf. 3. szám 1977. március

Bányásznapi ünnepség a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat 25 éves fennállása alkalmából

Szolnok, 1976. szeptember 4.

Az 1976. szeptember 4-én Szolnokon megtartott XXVI. Bányásznapi ünnepségnek különösen nagy jelentőséget adott a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat fennállása 25 éves jubileumának megünneplése.

A Nagyalföldön, illetve a Dunától keletre eső országrészben a szénhidrogén-kutatás hosszú múltra tekinthet vissza; már a XVIII. század közepéről származó iratok is utalnak kőolaj- és földgáz-előfordulásokra. Az első ipari méretű eredmény az 1800-as évek végén a Recsk környéki Miklós-völgyben jelentkezett.

Az ezt követő időszakban 1944 közepéig a magyar kincstár, továbbá különféle idegen érdekeltségű (német, olasz stb.) vállalkozások kutatásai voltak a jellemzők, azonban komolyabb feltárásokra nem került sor.

A felszabaduláskor ismert kis körösszegapáti és bükkszéki mezők gyakorlatilag termelésre alkalmatlanok voltak. 1944/45 telének súlyos tüzelőanyag-ellátási problémái ezeket az előfordulásokat újra termelésbe állították, azonban 1947-re Bükkszéket az Iparügyi Minisztérium — mint termelésre alkalmatlan lelőhelyet — kénytelen volt lezáratni. Körösszegapáti sem adott érdemi eredményt, és 1946 márciusában a *K-5.*, majd a csövezetlen *K-1.* jelű kutak gyakorlatilag ipari termelést nem voltak képesek szolgáltatni.

A kutatás 1946. április 8-án a Magyar—Szovjet Nyersolaj Rt. (MASZOVOL) létrehozásával új lendülettel indult meg ezen az országrészen. E munka eredményeként volt ismét termelésbe állítható Körösszegapáti, továbbá Biharnagybajom és Kaba; 1947-ben a területek már 154 t kőolajat és 604 Egnm³ földgázt szolgáltattak. A termelés ettől kezdve fokozatosan és rohamosan növekedett.

1949. december 31-én a magyar és a szovjet kormány képviselői az alföldi olajkutatás átszervezése mellett döntöttek, és a Magyar—Szovjet Olajművek Rt. (MASZOLAJ) létrehozásával — amely az egész országra kiterjesztette működését — új, lendületes kutatótevékenység indult meg. Az országos hatáskörű részvénytársaságnak az Alföldön MASZOLAJ Rt. Biharnagybajomi Fúrási Vállalat néven alakult, szerveződött vállalata; majd ennek központját 1951-ben Mezőkeresztesre áttelepítve, MASZOLAJ Rt. Mezőkeresztesi Fúrási Vállalat néven működött tovább.

1951. október 1-e fordulópontot jelent a magyar — és ezen belül az alföldi — kőolaj- és földgázbányászatban. Ekkor döntött az új részvénytársaság úgy, hogy a fúrási és termelési tevékenységet — annak rohamosan növekvő volumene miatt — szétválasztja. Így alakult meg ezen a napon a MASZOLAJ Rt. Mezőkeresztesi Nyersolajtermelő Vállalat, a mai NKFV jogelődje!

Az ezt követő időszak eredményei ismertek; ma ez a vállalat — a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat — adja a hazai kőolajtermelés kb. 90%-át, a földgáztermelés 99%-át, a pb-termelés 55—60%-át, a pentán és stabilgazolin-féleségek termelésének 100%-át.

A 25 éves jubileumi ünnepség így méltó eredményekkel dicsekedhetett, bizonyítva az itt dolgozók áldozatkész munkáját és erőfeszítéseit.

Az ünnepi ülés előtt koszorúzásra került sor, majd a Szolnoki Szigligeti Színházban DR. JUHÁSZ ÁDÁM nehézipari államtitkár ünnepi beszéde hangzott el, ezt követően került sor a kitüntetések átadására.

JUHÁSZ ÁDÁM államtitkárnak a bányásznapot is méltató beszédét a következőkben közöljük.

Cs. D.

Az ünnepség elnöksége
Dr. Juhász Ádám nehézipari államtitkár ünnepi beszédét tartja

A jubileumi ünnepség résztvevői
a szolnoki Szigligeti Színházban a Himnuszt hallgatják

Kedves Elvtársnők, Elvtársak!

Tisztelettel és meleg szeretettel köszöntöm a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat valamennyi dolgozóját. A jelenlevőkön túl köszöntöm mindazokat, akik az alföldi kőolaj- és földgázbányászat úttörői voltak, akik áldozatos munkájukkal megalapozták az alföldi kőolaj- és földgázbányászat jelenét, jövőjét, akik lehetővé tették, hogy ma méltó munkasikerekkel ünnepelhessük a XXVI. szabad Magyar Bányásznapot és ezzel egy időben a Termelő Vállalat megalapításának 25 éves évfordulóját is.

Ezen az ünnepnapon az 1919. szeptember 6-i csendőrsortűz áldozataira emlékezve, a bányászokat köszönti az ország; azokat, akik a föld mélyéből felszínre hozzák az energiahordozókat, a szenet, a kőolajat, a földgázt, valamint az ipar legfontosabb ásványi nyersanyagait. Azokat köszöntjük, akiknek elődei a felszabadulás előtt, majd azt követően is a forradalmi munkásmozgalom élén küzdöttek a magyar nép boldogabb jövőjéért.

A felszabadulás utáni évek széncsatáira ma is büszkén emlékezünk, mert a szénbányászat eredményei, a szénbányászok emberfeletti erőfeszítései tették lehetővé a hároméves terv sikeres befejezését, a felszabadulás adta lehetőségek között az élet megindulásán túlmenően a termelés, az építés és közlekedés nagyarányú fejlesztését.

Negyed századdal ezelőtt Magyarország teljes energiaszükségletének háromnegyed részét még szilárd tüzelőanyagokkal fedeztük. Az MSZMP Gazdaságpolitikai Bizottsága — ismerve a szénhidrogének energetikai hatásfokából kiaknázható hatalmas előnyöket — 1957-ben határozatot hozott a szénhidrogén-bányászat kiemelt fejlesztésére, a szovjet kőolajimport fokozására. E határozat alapozta meg a hazai energiaszerkezet átalakítására irányuló programot.

A színvonalában egyre fejlődő, következetes geológiai és geofizikai kutatások, a lemélyített fúrások a Dunától keletre eső területen is eredményre vezettek, és reális alapot nyújtottak a IX. és X. pártkongresszus irányelveinek megvalósításához, melyek a kőolaj és földgáz részarányának jelentős mértékű növekedését írták elő a hazai energiafelhasználásban.

A konkretizált irányelvek, a feltárt új hazai szénhidrogénkészletre és a szovjet kőolajimport-lehetőségekre alapozott energiapolitikai határozatok — mint pl. a 3141/1970. sz. MT határozat a földgázfelhasználás központi fejlesztési programja — eredményeképpen a kőolaj és földgáz 1970-ben már 43%-os, 1975-ben pedig 56%-os részaránytot képviselt az országos energiamérlegben.

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat termelése a hazai energiafelhasználásnak jelenleg mintegy egynegyedét fedezi. A hazai kőolajtermelés 85%-a, a földgáznak csaknem 100%-a az alföldi termelőmezőkből származik.

Tisztelet és elismerés illeti meg ezért a munkáshétköznapok névtelen hőseit, a munkásokat, a szénhidrogén-bányászat minden dolgozóját a kimagasló termelési eredmények elérése érdekében végzett odaadó, becsületes munkájáért. Köszönetet mondok a kutatás és fúrás dolgozóinak az alföldi termelő mezők felkutatásáért és feltárásáért, a tervezőknek és kivite-

Dr. Juhász Ádám államtitkár átadja
a Munka Érdemrend arany fokozatát
a magyar olajbányászat egyik legrégibb dolgozójának,
a még Bázakerettyén 1941. szeptember 1-én
kezdett Hári Sándor osztályvezetőnek

lezőknek a létesítmények megtervezéséért, létrehozásáért, szovjet és NDK-beli barátainknak a szocialista együttműködés keretében nyújtott segítségéért.

Külön tisztelettel adózunk azoknak a szénhidrogén-bányászoknak, akik már nem vehetnek részt az ünneplésben és nem örülhetnek velünk együtt a XXVI. szabad Magyar Bányásznapnak.

Kedves Elvtársnők, Elvtársak!

Ma, amikor a XXVI. szabad Magyar Bányásznap ünneplésével egy időben a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat alapításának 25 éves évfordulójára is emlékezünk, érdemes visszapillantani a negyed százados tevékenységre, melynek során a vállalat népgazdaságunk egyik legjelentősebb energetikai bázisává fejlődött.

Az alföldi szénhidrogén-kutatás első nagyobb jelentőségű eredménye a mezőkeresztesi mező felfedezése volt 1951 májusában. 1951. október 1-én a Fúrási Vállalattól levált termelőrész a MASZOLAJ Rt. Mezőkeresztesi Nyersolajtermelő Vállalat néven működött mint a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat jogelődje. Szervezett kőolaj- és földgáztermelésről tulajdonképpen ezen idő óta beszélhetünk az Alföldön.

1954. október 1-én a Szovjetunió lemondott a tulajdonában levő részvényekről. Az önálló magyar vállalat „Nagyalföldi Kőolajtermelő Vállalat" elnevezéssel továbbra is mezőkeresztesi székhellyel teljesítette feladatát.

A kőolajtermelés az 50-es évek második feléig alacsony szinten maradt: a földgáz termelése és értékesítése a kőolaj mellett háttérbe szorult.

A mezőkeresztesi mező gyors elvizesedése miatt, a szolnoki, demjéni mezők termelésbe állítása ellenére, az Alföld még nem játszott ebben az időben jelentős szerepet a hazai szénhidrogén-termelésben. Nem rendelkezett a vállalat korszerű eszközökkel, műszerekkel, szakképzett dolgozókkal. Az iparág egyes vezetői még az alföldi olajbányászat létjogosultságát is kétségbe vonták.

Szerencsére voltak olyanok, akiket a pillanatnyi kudarcok sem rendítettek meg, és tovább folytatták az alföldi szénhidrogénkincs felkutatására irányuló munkát.

1959—1960 táján a kutatási-fúrási, valamint a termelési tevékenység már csaknem az egész Alföldre kiterjedt. A békési szénhidrogén-medencében a pusztaföldvári és battonyai mezők megkutatása már biztos alapot jelentett a további fejlődéshez. Az újabb területek bekapcsolása indokolttá tette, hogy a vállalat központja 1960 szeptemberében a centrális fekvésű Szolnokra települjön.

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat történetének 1961—1967. évek közötti szakaszát már a gyors fejlődés és a földgázprofil kialakulása jellemezte. A jelentős nagyságú hajdúszoboszlói gázkészletek feltárása 1961-ben a hazai földgázipar fordulópontja is volt. Debrecent követően 1963-tól kezdve a hajdúszoboszlói gáz a Borsodi Iparvidékre is eljutott.

1965-ben kapott először Budapest is alföldi gázt, ami rendkívüli fejlesztési perspektívát nyitott meg a főváros előtt. Szolnokot és Szegedet is bekapcsolták a földgázfogyasztók sorába. Új ipari körzet alakult ki a hagyományosan csak mezőgazdasági múltú Orosháza—Battonya környékén, ahol a CO_2-os gázok hasznosítására célfogyasztóként az ország legnagyobb üveggyári komplexuma épült és épül tovább.

Az 1962—1965. évek között fetárt szandaszőlősi, üllési majd szanki mezők új földgáz-, részben pedig kőolajtermelési kapacitást biztosítottak.

Az 1965-ös esztendő nemcsak a vállalat, de az egész magyar szénhidrogén-bányászat történetének egyik legnevezetesebb dátuma. Ekkor fedezték fel hazánk eddig ismert legnagyobb szénhidrogén-előfordulását, az algyői mezőt. Az Alföldön ekkor már 12 területen folyt termelőtevékenység, melyek közül a legjelentősebbek Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár és Szank voltak. Az 1965—1968 között üzembe helyezett hajdúszoboszlói, a tatárülés—berekfürdői és a békési földgázüzemek együttesen 7—8 Mm^3/nap gázüzemi kapacitást biztosítottak.

A kőolaj- és földgáztermelés súlypontja a Dunántúlról fokozatosan áttolódott az Alföldre. 1968-ban a termelőtevékenységben elfoglalt helyének és szerepének növekedésével a földgáztermelés méltán követelt és kapott helyet a vállalat elnevezésében is. A rohamos fejlődés szükségszerűen megnövelte a termelési tevékenység irányításának decentralizálását. Az önálló üzemvezetőségek kialakítása 1968-ban fejeződött be.

Az algyői mező biztosítja jelenleg az ország kőolaj- és földgáztermelésének felét.

Az itt megvalósuló ipari komplexum, a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények a magyar szénhidrogén-bányászat büszkesége. Méltóan képviseli azt a szellemi kapacitást, amely tervező, gyártó kivitelező és üzemeltető szakembereinkben rejlik, de jól reprezentálja a KGST elevenen ható erejét is.

A Szovjetunió segítő támogatása végigkíséri az algyői mező termelésbe állításának minden fázisát. A mező művelési terve a Szovjetunió Olajipari Kutató Intézetével együttműködve készült el. Nemcsak szakembereket képeztek ki az általuk szállított berendezések, gázfeldolgozó üzemek kezelésére, hanem széles körű támogatást nyújtottak a tervezői, kivitelezői és művezetői feladatok teljesítéséhez is. A beépített NDK-kompresszorok, hűtőberendezések korszerű színvonalon, üzembiztosan szolgálják a technológiai folyamatok zavartalanságát. A szegedi gázüzemek megépítésével földgáz-előkészítő üzemeink együttes kapacitása 1975 végén 18 Mm^3/nap szintet ért el. Algyő lett a hazai pébé- és egyéb gáztermektermelés legfontosabb bázisa is.

Az algyői mező felfedezését követően a Dél-Alföldön még további szénhidrogén-előfordulásokat kutattak fel. Ezek közül a Szeged város alatti kőolaj- és földgázkészletek feltárása jelentett új feladatokat, mert első ízben kellett és sikerült megvalósítani szénhidrogén-termelést lakott területen belül az ott lakók háborgatása és veszélyeztetése nélkül.

Az Alföldön feltárt új mezők között vannak olyanok is, melyek részben a szomszédos országok területe alá esnek. Ezek az adottságok újszerű feladatokat hoznak magukkal. Dicséretes együttműködés alakult ki jugoszláv barátainkkal a Kelebia-Dél mező művelését illetően. Az újabban feltárt Ferencszállás-Kelet—Kiszombor, valamint Battonya-Kelet mezők egy részének eredményes művelése érdekében fejleszteni

kell az ilyen együttműködést a Romániával közös mezőink tervszerű kiaknázására is.

Az Alföldön jelenleg 67 produktív szerkezetet (szénhidrogénmezőt) ismerünk. Ebből 15 tekinthető hazai viszonylatban közepes vagy nagy előfordulásnak. Ezek együttes földtani ásványvagyona meghaladja a 250 milliárd m³ szénhidrogéngáz-egyenértéket. Az Alföldön eddig feltárt olajkészlet felét művelik vízbesajtolással. Ezeknél a telepeknél 40% körüli kihozatali tényezőt fognak elérni. A készletek egynegyedénél a természetes vízbeáramlást hasznosítva, 35% körüli kihozatali tényezőt várnak.

Az olajkészlet fennmaradó egynegyede rendkívül kedvezőtlen adottságú telepeken található. A földgáztelepek kihozatala a termelési ütemtől és telepadottságoktól függően 50—85%.

Az alföldi szénhidrogéntelepek művelését magas színvonalú technológiai irányítással végzik. Számítógépes modellezéssel történik az optimális kúthozam, kútszám megállapítása, a művelés előrejelzése. Az algyői bázistelepeknél eredményesen bevezetett kétoldali vízbesajtolásos művelési módszert Magyarországon eddig még nem alkalmazták, de világszerte is csak néhány hasonló eljárásról tudunk. Itt valósították meg először tömeges méretekben a kétszintes kútkiképzéseket. A mezőben összesen 300 kétszintes kút lesz, ezzel 300 kút lefúrását takarítják meg.

A kőolajtermelő berendezések műszerezése és automatizálási szintje az újonnan épült gyűjtőállomásoknál nemzetközi viszonylatban is kielégítő. A földgázüzemek műszerezettsége eléri a KGST szintjét.

Algyőn folyik a kutak, gyűjtőállomások és technológiai üzemek adatgyűjtő rendszerének építése. Megindult a korszerűen műszerezett portábilis kőolaj- és földgáztermelő kezelőegységek alkalmazása is. Jelentős előrehaladás történt a korrózióvédelem és biztonságtechnika fejlesztése terén is.

A technológiai és technikai színvonal fejlesztésében, a termelés mennyiségi növelésében elért eredmények azt bizonyítják, hogy a vállalat szakemberei felnőttek mind a beruházással, mind a termeléssel kapcsolatos feladatok ellátásához. A dolgozók összefogásának, a szovjet szakemberek segítségének erejét bizonyította az iparág története eddigi legnagyobb égő kútkitörésének, az *Algyő-168.* jelű kútnak az elfojtása.

A vállalat 25 éves tevékenysége során napjainkig — 1976 közepéig — 14,4 Mt kőolajat, 41,5 milliárd m³ földgázt, 831 Et propán-butánt, 587 Et stabilgazolint termelt. Ugyanezen időpontig az országban kezdettől fogva 44,7 Mt kőolajat, 52,7 milliárd m³ földgázt termeltünk. Az összes eddigi hazai kőolajtermelés egyharmada, a földgáztermelésnek pedig 79%-a, a pébétermelés 55%-a az alföldi szénhidrogéntelepekről származott.

Az utóbbi évek fejlődésére jellemző, hogy a teljes termelés több mint fele a IV. ötéves tervidőszakra esik. Az elmúlt 25 évet vázlatosan áttekintve, az eredmények szinte maguktól értetődőnek tűnnek. Ezek mögött azonban nagyon sok türelem, kitartás és áldozatos munka húzódik meg, melyet néha kudarcok is kísértek.

Családtól távol töltött sok időt, néha embertelen körülmények között végzett munkát követelt meg, amíg a mezőkeresztesi kezdetleges termelőberendezésektől a hajdúszoboszlói vagy algyői modern földgázüzem felépítéséig eljutottak.

1951 végén *Jermolajev* elvtárs, a MASZOLAJ vállalat szovjet vezetője még azt írta jelentésében:

„A dolgozók egyáltalán nem rendelkeznek védőöltözékkel és a szó szoros értelmében mezítláb dolgoznak." Dolgozóink ma már minden igényt kielégítő munka- és védőruházattal vannak ellátva. Korszerű munkásszállók, üzem-egészségügyi létesítmények, a mozgó és telepített területen kívüli munkahelyeken öltöző-, fürdőhelyiségek, korszerű szállítóeszközök állnak rendelkezésére. Hazánkban elsőnek oldották meg a nem telepített területen dolgozók konzerves üzemi étkeztetését.

Ez idő szerint a vállalat négy üzemében működik munkásszálló, majdnem 200 férőhellyel. A szakemberek végleges letelepítéséhez a 25 év alatt a vállalat 858 lakást adott dolgozóinak részben építés, részben kiutalási jog megszerzése révén. 1975-ben már hat, saját kezelésű üdülője volt a vállalatnak. Mindezek az adatok bizonyítják, hogy a gyors ütemű termelésnövekedés mellett, milyen fontos feladatnak tekintették a vállalatnál az emberről való gondoskodást.

A szénhidrogénipar megjelenése az egész Alföld — elsősorban Csongrád megye — arculatának megváltozására is kihatott. A már említett városokon kívül számos más város, község, ipari és mezőgazdasági fogyasztó kapcsolódott be az országos gázrendszerbe. Új ipari üzemek jöttek létre, új bekötő utak épültek. Mind a szénhidrogén-bányászat, mind a megjelenésük révén létrejött új ipari bázisok felszívták a mezőgazdaságtól felszabaduló létszámot, és e dolgozókon keresztül formálták a vonzáskörükbe tartozó területek lakosságának gondolkodásmódját, szemléletét.

A mezőgazdaságból felvett dolgozók ipari munkássá válásához, a vállalati törzsgárda kialakulásához feltétlenül nagymértékben hozzájárult e nagyfokú szociális és kulturális fellendülés, de nem elhanyagolható annak a politikai, tudati nevelőmunkának a hatása sem, amelyet a politikai és társadalmi szervek kifejtettek.

Az adottságokat figyelembe véve érthető, hogy a kezdeti években a vállalat dolgozóinak nagy többsége nem rendelkezett szakmai képesítéssel. Szervezett olajipari szakmunkásképzés az országban nem folyt. A vállalat saját erőből megoldotta az olajipari szakmunkásképzést, melynek eredményeként az elmúlt 15 év alatt csaknem 700 dolgozó szerzett szakmunkásképesítést a vállalatnál. 1975-re a munkásállományú dolgozóknak több mint 50%-a szakmunkás- és technikusi képesítéssel rendelkezik.

A vállalat 25 éves története során a gazdasági eredmények, a tudatformálásban elért sikerek egyik forrása az ötvenes években szárnyait bontogató, hatvanas években egyre céltudatosabbá váló és szélesedő szocialista munkaverseny-mozgalom volt. A szocialista brigádmozgalom a IV. ötéves terv időszakában már a munkavégzés eredményességét erőteljesen befolyásoló tényezővé vált. Sikeresnek bizonyult a vállalat politikai, gazdasági vezetőinek azon törekvése, hogy a mozgalmat a gazdálkodás eredményességének fokozása, a dolgozók politikai nevelése, szakmai képzése, a törzsgárda további erősítése és a tulajdonosi szemlélet elmélyítése szolgálatába állítsa.

A szocialista brigádoknak nagy részük van abban, hogy a vállalat kollektíváját 1955-től négy ízben „Élüzem" címmel, két ízben „A Minisztertanács és a SZOT Vörös Vándorzászlójával", az 1971. évben az „MSZMP Központi Bizottsága Kongresszusi Zászlójával", ezt követően három ízben „Kiváló Vállalat" kitüntetéssel és a IV. ötéves terv során elért kimagasló eredmények elismeréseként a „Minisztertanács és a SZOT elnöksége Vörös Zászlójával" tüntették ki.

Kedves Elvtársnők, Elvtársak!

A vállalat 25 éves tevékenysége során elért eredmények kötelezik a vállalat minden dolgozóját arra, hogy a XI. pártkongresszus által megszabott és az 1976. IV. törvény alapján az V. ötéves tervidőszakra meghatározott feladatoknak is maradéktalanul eleget tegyen. A hazai és a nemzetközi lehetőségekre figyelemmel, korábbi elhatározásainkkal összhangban, de valamelyest lassúbb ütemben tovább kell korszerűsítenünk az energiaszerkezetet. 1980-ban a belföldi energiafelhasználásban el kell érnünk a kőolaj és földgáz 64—66%-os részarányát. Az egyre növekvő import kőolaj- és földgázmennyiségek mellett kőolajból csaknem 5%-kal, földgázból 28%-kal kell többet termelnünk hazai előfordulásainkból, mint amit a IV. ötéves tervidőszakban elértünk.

A hazai kőolajtermelés 85—88%-át, a földgáztermelés gyakorlatilag teljes mennyiségét az alföldi szénhidrogénmezőkről kell biztosítani. Az 1980-ban tervezett 10 milliárd m³ földgázfelhasználásból legalább 6 milliárd m³-t hazai termelésből kell fedezni, és 2 millió t kőolajnak kell legalább a hazai termelésből származnia.

Be kell fejezni az 1968-ban megkezdett Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények 6,5 milliárd Ft-os nagyberuházását, a második szegedi nagy gázfeldolgozó üzem, a kardoskúti föld alatti gáztároló, a szegedi Adatgyűjtő és Feldolgozó Központ építését.

Ugyancsak e tervidőszakban kell befejezni a „Hazai kőolaj- és földgáztermelés növelése az 1976—77. években" elnevezésű beruházást is, a Szeged—Móraváros, a Ferencszállás térségi szénhidrogénmezők, az Algyő alsópannon szint termelő és szállító létesítményeit.

A szénhidrogén-termelés szinten tartása érdekében fel kell készülni az újonnan felfedezett előfordulások termelésbe állítására, új termelőszintek termelésbe kapcsolására az algyői mezőben. Az új területek közül legjelentősebb a kiskunhalasi mező. A termelésbe állítás során számos újszerű feladat is jelentkezik, melyeket a vállalat komoly felkészültségű szakembergárdája minden bizonnyal megold.

Igen fontos feladat a szénhidrogéntelepek kihozatalát növelő, vízelárasztásnál hatékonyabb másodlagos művelési módszerek mielőbbi bevezetése. Demjénben föld alatti elégetéses, Algyőn polimerekkel és micellás oldatokkal történő olajkiszorítási kísérletekkel kell előkészíteni a módszerek nagyüzemi alkalmazását.

Az V. ötéves tervidőszakban jelentős mennyiségű szovjet gázt is importálnak a hazai gázigények kielégítésére. Az egész évben egyenletesen érkező földgáz és ezek közismerten szezonálisan változó felhasználása, tehát a forrás és felhasználási oldal összhangba hozása miatt Hajdúszoboszlón föld alatti gáztárolót kell létrehozni. A lakossági igények jobb kielégítése érdekében 1980-ig Algyőn 30 ezer m³ propán-bután tárolására alkalmas atmoszferikus tárolót kell építeni.

A népgazdaság helyzete megköveteli, hogy ezek a beruházások a lehető leggazdaságosabban és határidőre valósuljanak meg.

A hazai szénhidrogén-termelés fejlesztésének kérdése nem választható el a világgazdaságban kialakult helyzettől. Az elmúlt két-három évben a tőkés piacon lényeges változások mentek végbe. Felgyorsult az inflációs folyamat. Számolnunk kell a szükséges nyers- és alapanyagok, energiahordozók, egyéb olajipari eszközök megnövekedett világpiaci árával.

A megváltozott nemzetközi gazdasági helyzet arra késztet minket, hogy fokozottabb mértékben támaszkodjunk a hazai lehetőségekre, növeljük az energiahordozók kitermelésének gazdaságosságát, fokozzuk az új szénhidrogéntelepek megkutatását, nagyobb gondot fordítsunk a létszámmal, anyaggal, energiahordozókkal való takarékosságra.

Az energiamegtakarítás népgazdasági jelentőségét az mutatja, hogy az energiafelhasználás minden %-os értékének csökkentése több mint 400 millió Ft megtakarítást jelent az országnak.

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatnak a párt- és kormányhatározatokkal összhangban további erőteljes szervezési intézkedéseket kell tennie, hogy az új területek termelésbe állításához szükséges munkaerőket ne extenzív fejlesztéssel, hanem elsősorban saját erőből, a műszaki színvonal növelésével, a termelőberendezések nagyobb fokú műszerezése, automatizálása, a dolgozók szakmai képzettségének további növelése révén tudja megoldani.

Maradéktalanul végre kell hajtani a vállalat tervidőszakra kitűzött szociálpolitikai célkitűzéseit is, hogy a dolgozók ne csak jövedelemnövekedésükön keresztül kötődjenek az olaj- és földgáziparhoz.

Kedves Elvtársnők, Elvtársak!

Az elmúlt 25 év alatt nagy utat tett meg a vállalat, és eredményei méltán emelik a kiemelt vállalatok sorába. Dolgozói büszkék lehetnek a negyedszázad során elért eredményekre.

A vállalat dinamikus fejlődése a jubileummal nem zárul le, tovább folytatódik, perspektívája biztató. A feladatok nagyok és felelősségteljes munkát követelnek a vállalat minden dolgozójától.

Biztos vagyok abban, hogy azok a munkasikerek és eredmények, melyeket ennek a vállalatnak a kollektívája mondhat magáénak, újabb lendületet adnak az elkövetkezendő ötéves tervi célkitűzések maradéktalan megvalósításához, a fejlett szocialista társadalom felépítéséhez szükséges anyagi-technikai bázis magasabb szintre való emeléséhez, népgazdaságunk töretlen fejlődéséhez, életszínvonalunk további szolid, de megalapozott javításához és szeretett hazánk építéséhez.

Ezen célok megvalósításához, a szép és nemes feladatok végrehajtásához kívánok a vállalat és itt, ezen helyről az egész magyar szénhidrogén-bányászat valamennyi dolgozójának újabb munkasikereket, családi és magánéletükben egészséget, boldogságot és hagyományos bányászköszöntéssel: jó szerencsét!

Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában

VARGHA NÓRA—
SASVÁRI JUDIT

A szénhidrogénkutak fúrásakor gyakran harántolnak olyan márgaréteget, amely omlást okozhat.

Az omlás okainak vizsgálatában az anyagásványoknak jelentős szerepük van. A tanulmány szerzői hazai omlós márgák nagyszámú vizsgálatát végezték el abból a célból, hogy a márgák ásványos összetételének ismeretében az omlások okaira felvilágosítást nyerjenek. Röntgendiffrakciós módszerrel meghatározták a márgák ásványos összetételét, amorftartalmát, duzzadó- és beépültmontmorillonit-tartalmát. Az ásványok morfológiai megjelenését scanning-elektronmikroszkóppal vizsgálták. Termikus vizsgálatot végeztek nagy hőmérsékletű röntgendiffrakcióval a röntgenamorf fázis összetételének megközelítése céljából.

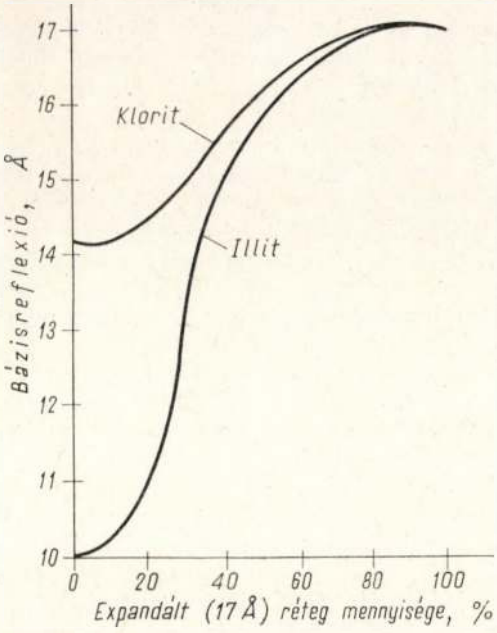
Megállapították, hogy az omló márgák amorftartalma lehet üveges szilikátömledék vagy szerkezet nélküli agyagásvány; mindkettő jelenléte omláshoz vezethet.

A közép- és nagymélységű fúrásokban gyakori probléma az instabil lyukfal, amely omlást, szerszámmegszorulást és sok egyéb fúrástechnológiai nehézséget okoz.

Magyarországon az omlások főleg a márgarétegek átharántolásakor jelentkeznek duzzadás vagy pergés formájában.

Az utóbbi években a tudományos kutatók világszerte egyre gyakrabban foglalkoznak az instabil lyukfal elvi és gyakorlati kérdéseivel, amelyeket három fő probléma köré csoportosítanak:

— a lyukfalstabilitás statikus és dinamikus körülmények közti vizsgálata;
— iszaptípusok hatása a lyukfalra;
— az agyagásványok szerepe.



1. ábra
Hendricks—Teller-formula

Hazánkban is széles körű kutatómunka folyik az omlás okainak felderítésére és a technológiai nehézségek elhárítására. A feladat megoldása ugyanis alapvető feltétele a hazai mélyfúrások mélyítésének.

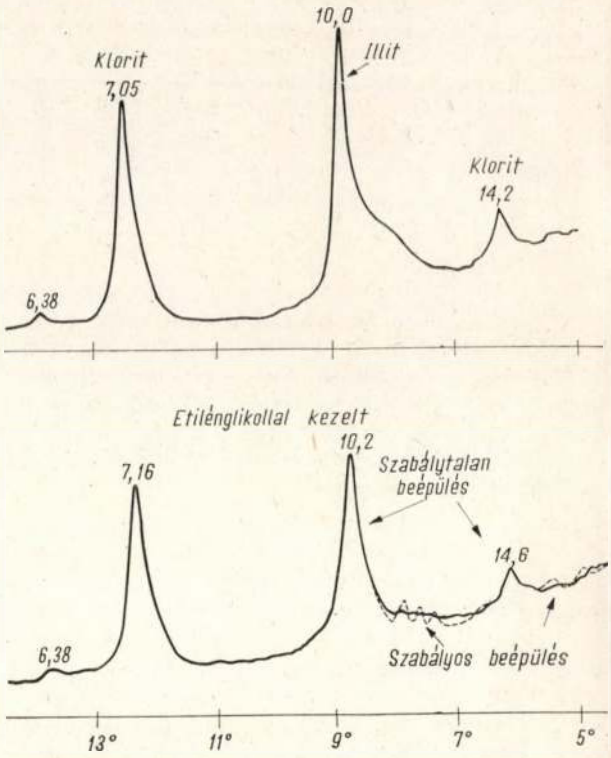
Az omló márgák stabilitásának statikus és dinamikus vizsgálatai *Hingl József* és *Tóth Béla* [2] publikációiból ismeretesek. Saját munkánkat az ő kutatási eredményeik alapján, azok kiegészítése céljából folytatjuk.

Kutatásunk magának az omlást okozó márgának mint ásványos anyagnak a vizsgálatára terjed ki.

Az irodalomban közölt elméleti összefüggések és azok kísérleti bizonyítása olyan ideális esetekre vonatkoznak, amelyeknél az anyagi állandó, vagyis a fúrás közege nincs definiálva.

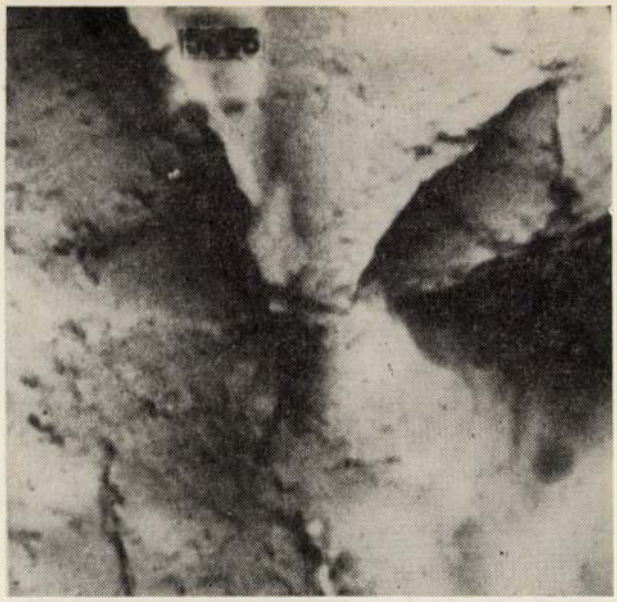
A fúrási tapasztalat pedig éppen azt mutatja, hogy azonos fúrási paraméterek mellett a márgaréteg egyszer.jól fúrható, máskor duzzad vagy pereg.

Az omlás okainak felderítésekor tehát ezt az anyagi jellemzőt kell meghatározni ahhoz, hogy az elméleti összefüggéseket az ideális körülményekből a reális viszonyokba át lehessen ültetni. A márgát tehát mint diszkontinuumot vizsgáltuk, vagyis az ásvány olyan anyagi tulajdonságait állapítottuk meg, amely:



2. ábra
Közberétegzett montmorillonit meghatározása

3. ábra
Omló márga pásztázó elektronmikroszkópos felvétele



4. ábra
Omló márga pásztázó elektronmikroszkópos felvétele

— szilárd halmazállapotú fázisként kristályos és amorf alkotókból áll;
— folyékony halmazállapotú pórusfolyadékot tartalmaz és
— makroszkopikus és mikroszkopikus repedéseiben levegő vagy gáz lehet jelen.

A márgák ásványos alkotóit röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk. Mintáink általában különböző mélységekből, olyan fúrásokból származnak, amelyekben omlás fordult elő. Több száz vizsgálati eredményből néhány jellemző példán mutatjuk be a hazai omló márgák ásványos összetételét (*1.* és *2. táblázat*).

Viszonylag egyszerű az agyagásványok szerepének meghatározása, ha az instabilitást csupán duzzadás okozza. Ezt a kérdést több szerző tárgyalja; a legújabb eredmények *Darley* [4], *Gugucskin* [5], *Karcev—Vagin* [6], *Long-Neglia, Ali-Zade* és *Daidbekova* publikációiból ismeretesek.

Duzzadó agyagásvány elsősorban a montmorillonit, amelynek kristályrácsába 4 rétegben összesen 32 molekula víz adszorbeálódhat, és így a kristály *c* tengelyét 20 Å-ra növelheti. Ezt a tulajdonságát használjuk az azonosításra, de víz helyett etilénglikollal kezeljük a mintát.

A montmorillonit rácsparaméter-változását abban az esetben is mérni lehet, ha illitrácsban, közberétegezetten fordul elő [3].

A közberétegezett montmorillonit mennyiségének ismerete abból a szempontból lényeges, hogy a duzza-

1. táblázat

Hazai omló márgák kristályos fázisának összetétele %-ban

Származási hely	Mélység m	Kvarc	Kalcit	Dolomit	Illit	Kaolinit	Klorit	Albit	NaCl	Rel. krist.-tart.
B-II.	3928,5—3932,5	72,0	1,3	1,2	3,8	—	10,6	10,9	0,3	157
	4074,5—4076,5	51,9	19,3	6,0	9,2	—	8,0	5,1	0,5	148
	4243,5—4261,5	5,6	78,8	13,4	1,2	—	—	—	1,0	184
Komádi-1.	1205—1211	67,4	2,4	0,7	14,3	1,1	6,3	7,5	0,4	257
	1864—1876	62,7	0,6	0,4	9,3	2,2	7,8	16,7	0,3	229
	1915—1925	67,4	1,1	0,5	7,5	4,6	10,7	8,0	0,3	149
Komádi-2.	1315—1321	38,9	3,4	1,9	19,7	2,7	8,0	7,6	1,77	94
	1953—1956	67,8	3,4	0,3	9,5	4,4	7,8	6,4	0,3	170
	2037—2041	69,9	1,0	0,4	8,7	2,9	7,9	8,8	0,4	210
	2400—2416	9,5	82,4	0,5	3,9	0,7	1,8	0,8	0,5	184
Komádi-3.	2132,0—2136,0	15,5	71,2	0,6	6,1	1,0	2,3	2,6	0,6	142
	2482,5—2486,5	15,1	78,2	0,4	0,7	1,3	2,5	1,2	0,6	120
Komádi-5.	1990—2008	62,6	1,5	1,6	12,1	2,2	8,0	10,4	1,5	203
	2083—2100	40,4	37,3	0,6	4,2	3,2	6,6	4,6	3,2	75
	2157—2175	11,0	72,5	0,3	5,6	0,5	2,1	7,4	0,7	125
	2188—2206	14,7	72,2	2,7	4,5	0,6	1,8	2,6	0,9	150
	2330—2332	55,0	9,8	0,6	13,6	1,3	6,1	13,0	0,4	212
	2397—2399	42,5	6,4	0,4	28,5	1,6	8,5	11,5	0,6	175

dás okozóját és annak mértékét is meg tudjuk határozni *(3. táblázat)*.

A közberétegzett agyagásványok mennyiségét a *Hendricks—Teller*-formulával határoztuk meg *(1. ábra)*.

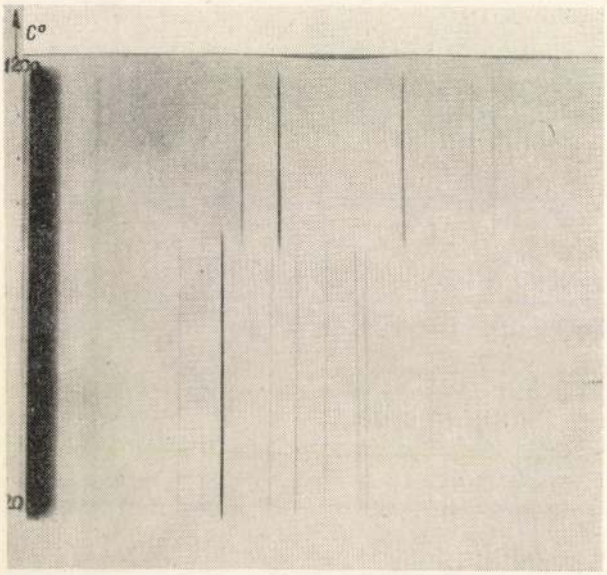
Külön meg lehet mérni a szabályos és szabálytalan periodicitásban beépült rétegek mennyiségét. Szabálytalan közberétegződés esetében az etilénglikollal kezelt mintáról készített röntgendiffraktogramon az illit (001) reflexiója eltolódik. A szabályosan váltakozó beépülésnél a montmorillonitsíkok a valódi illit mellett jelennek meg *(2. ábra)*.

Kisebb mértékben duzzadó agyagásvány nem vezet feltételenül szerszámmegszoruláshoz, főleg, ha az átharántolt réteg ásványos összetételének ismeretében a fúróiszap minőségét is helyesen választjuk meg.

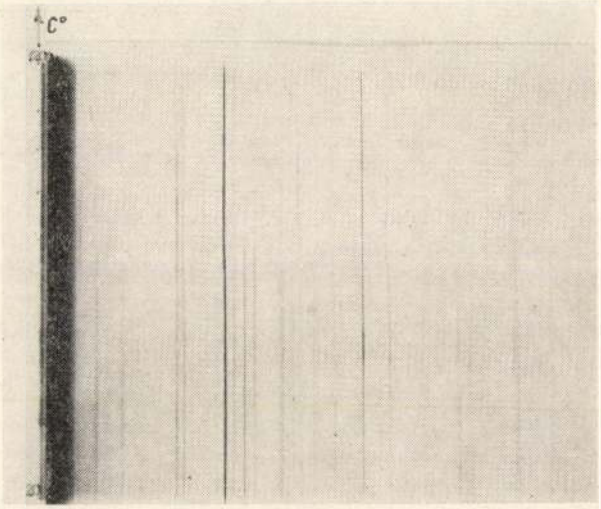
Ha vizes közegű iszapot használunk montmorillonitos agyagpalák fúrásához, a felületi hidratáció következtében a montmorillonit térfogata nagymértékben megnő. Ez a térfogatnövekedés vagy duzzadás fiatalabb montmorillonitos agyagpalák esetében sokkal nagyobb, mint idősebb korúaknál [4]. Ennek oka a nagyobb hőmérséklet és nyomás, valamint az ezzel összefüggő K-ion-kiszorítás, amit duzzadást stabilizáló Ca-ion helyettesít.

Abban az esetben, amikor a márga nem tartalmaz duzzadó agyagásványt, sokkal nehezebb az omlás vagy pergés okozóját megtalálni és a lyukfalat stabilizálni.

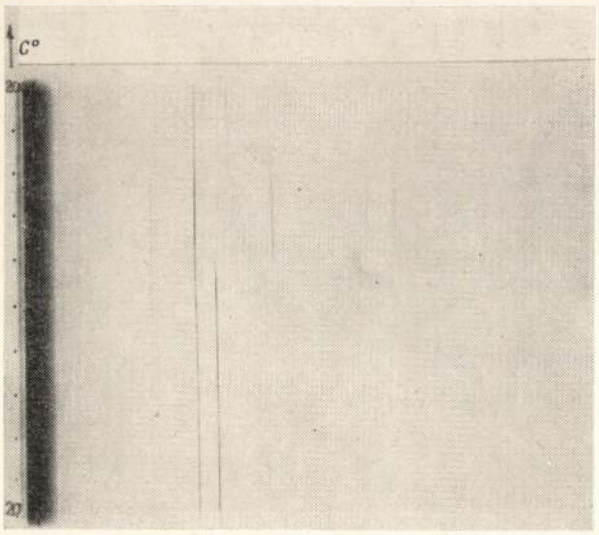
Ha az omló márgák ásványos összetételét megfigyeljük *(2. ábra)*, szembetűnik a magas röntgenamorf-tartalom.



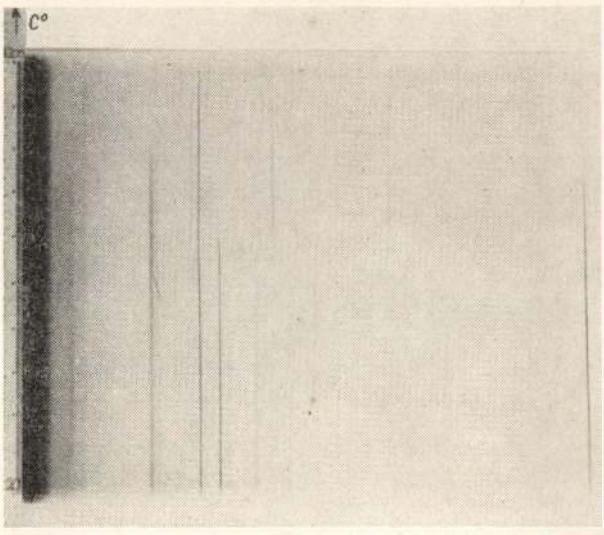
5. ábra
Nl-358., 3426—3430 m
CuKα, 40 kV, 25 mA; fűtés 20 C°→1200 C°/6 h; filmsebesség 20 mm/h; rés 5 mm



6. ábra
Tiszaroff, 3095 m
CuKα, 40 kV, 25 mA; fűtés 20 C°→1200 C°/6 h; filmsebesség 20 mm/h; rés 5 nm



7. ábra
Endrőd-4., 2248—2265 m
CuKα, 40 kV, 25 mA; fűtés 20 C°→1200 C°/6 h; filmsebesség 20 mm/h; rés 5 mm



8. ábra
Nl-500., 3185—3187 m
CuKα, 40 kV, 25 mA; fűtés 20 C°→1200 C°/6 h; filmsebesség 20 mm/h; rés 5 mm

2. táblázat

Hazai omló márgák ásványos összetétele és röntgenamorf-tartalma %-ban

Származási hely	Mélység m	SiO_2	Kalcit	Dolomit	Illit	Kaolinit	Klorit	Földpát	Amorf
B-II.	3928—3932	26,71	0,5	0,4	1,4	—	3,9	4,1	62,9
	4074—4076	18,1	6,7	2,0	3,2	—	3,0	1,8	65,1
	4243—4261	2,4	34,3	5,8	0,5	—	0,4	—	56,5
Komádi-1.	1205—1211	40,5	1,4	0,4	8,6	0,7	4,0	4,5	40,0
	1864—1876	34,0	0,3	0,2	5,0	1,2	4,3	9,0	45,0
	1915—1925	23,7	0,4	0,2	2,6	1,6	3,9	2,8	64,8
Komádi-2.	1315—1321	8,6	0,8	0,4	4,4	0,6	2,0	1,8	87,8
	1953—1956	27,3	1,4	0,1	3,8	1,8	3,3	2,6	59,8
	2037—2041	34,7	0,5	0,2	4,3	1,4	4,1	4,4	50,4
	2400—2416	4,1	35,9	0,2	1,7	0,3	1,0	0,4	56,5
Komádi-3.	2132—2136	5,2	24,0	0,2	2,0	0,3	1,0	0,9	66,4
	2482—2486	4,3	22,2	0,1	0,2	0,4	0,8	0,3	71,6
Komádi-5.	1990—2008	26,3	0,6	0,7	5,1	0,9	4,0	4,4	58,0
	2083—2100	7,1	6,6	0,1	0,7	0,6	1,2	1,3	82,3
	2157—2175	3,2	21,4	0,1	1,6	0,1	0,8	2,2	70,5
	2188—2206	5,2	25,6	1,0	1,6	0,2	0,9	1,0	64,5
	2330—2332	27,5	4,9	0,3	6,8	0,6	3,3	6,5	49,9
	2397—2399	17,6	2,6	0,2	11,8	0,7	3,8	4,8	58,6

3. táblázat

Illitben és kloritban közberétegzett montmorillonit mennyisége %-ban

Származási hely	Mélység	Összes illit	Összes klorit	Szabályosan közberétegzett *illit* montm.	Szabálytalanul közberétegzett			
					nem duzzadó		duzzadó	
					illit montm.	*klorit* montm.	*illit* montm.	*klorit* montm.
B-II.	3405,0—3408,0	2,8	3,1	0,3	0,5	0,0	0,1	0,2
	3617,0—3619,0	3,4	2,2	0,7	0,1	0,2	0,0	0,0
	3860,0—3863,5	0,8	1,6	0,8	0,0	0,1	0,2	0,0
	3928,5—3932,5	1,2	3,3	1,2	0,0	0,0	0,3	0,1
	4074,5—4076,5	2,7	2,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	4243,5—4261,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Komádi-1.	1205—1211	7,4	3,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	1864—1876	4,3	3,6	1,1	0,9	0,0	0,2	0,0
	1915—1925	2,2	3,2	0,6	0,0	0,5	0,0	0,0
Komádi-2.	1315—1321	3,7	1,5	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0
	1953—1956	3,2	2,7	1,1	0,6	0,9	0,0	0,0
	2037—2041	3,7	3,3	0,9	0,4	0,7	0,0	0,0
	2400—2416	1,4	0,7	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
Komádi-3.	2132,0—2136,0	1,7	1,7	0,4	0,3	0,0	0,0	0,3
	2482,5—2486,5	0,2	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Komádi-5.	1990—2008	4,9	3,2	0,8	1,0	0,5	0,0	0,0
	2083—2100	0,6	1,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1
	2157—2175	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Scanning-elektronmikroszkópos felvételeken jól látható, ahogy az amorf fázis beteríti a kristályokat (*3.* és *4. ábra*). Feltételezésünk szerint az amorf fázis vagy rosszul kristályosodott, vagy éppen átalakulóban levő agyagásvány. Ennek igazolására nagy hőmérsékletű röntgendiffrakciós felvételeket készítettünk *(5.—10. ábra)*.

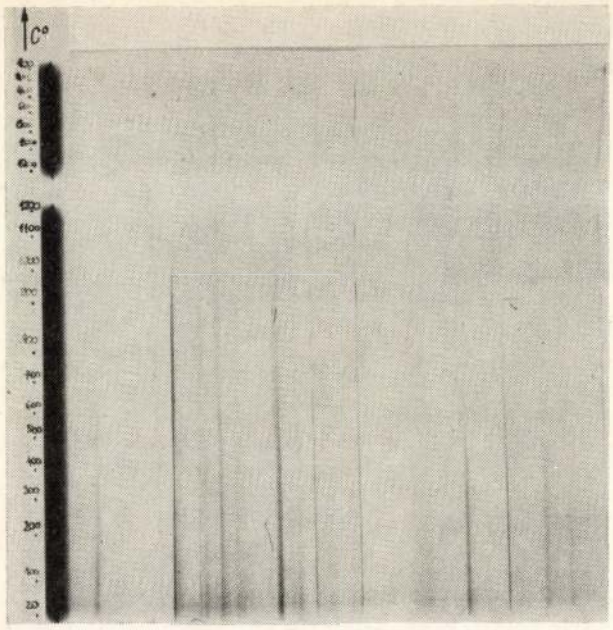
Felvételeink 4 kiválasztott mintáról készültek, amelyekben az amorftartalom 4,6%, 28%, 45% és 62%-os *(4. táblázat)*.

A hőmérséklet hatására a kristályszerkezetben jelentős változások mennek végbe, amelyek a táblázatból jól láthatók.

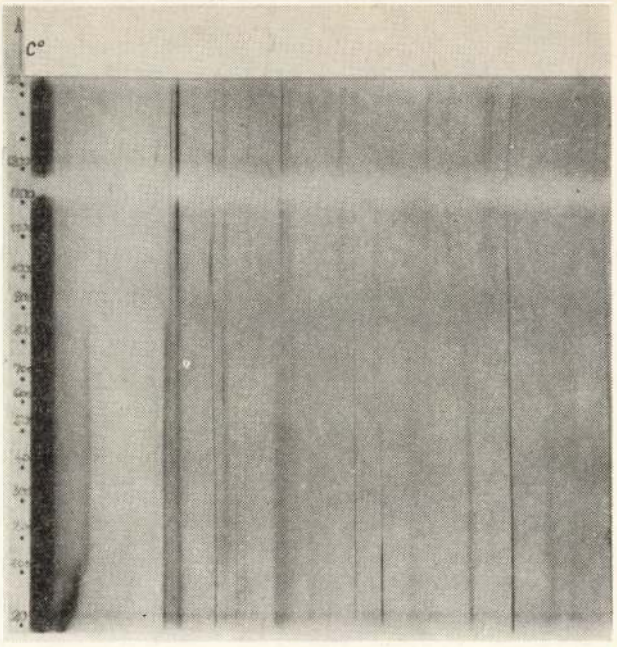
A legkisebb (4,6%) amorftartalmú mintában agyagásvány nincs, legnagyobb részét kalcit alkotja. A hőmérséklet hatására a kalcit 640 C°-on CaO-ra bomlik, a dolomitból NMg-spinell képződik, ez valószínűleg az olvadékban van.

A 28%-os amorfminta 14% agyagásványt tartalmaz klorit formájában, és muszkovit is van a mintában a táblázat szerint. A „Tiszaroff" jelű fúrás 3095 méteréből vett minta felfűtése után azonban kiderült, hogy a szobahőmérsékleten kloritként azonosított fázis kaolinit, mivel 600 C°-on a 7,1 Å-nál jelenlevő vonal megszűnik. Ez a kristályrács összeomlására, a kaolinitnak metakaolinittá történő átalakulására utal. Bizonyítja a kaolinit jelenlétét a 920 C°-on megjelenő mullitfázis is.

920 C°-on ebben a mintában akermanit (2 CaO.MgO.2 SiO_2), rankinit (3 CaO.2 SiO_2)



9. ábra
Illit
fűtés 20 C° → 1200 C° → 20 C°; filmsebesség 10 mm/h; rés 5 mm



10. ábra
Ca-bentonit (istenmezejei)
CuKα, 40 kV, 25 mA; fűtés 20 C° → 1200 C°/12 h; hűtés 1200 C° → 20 C°/3 h; filmsebesség 10 mm/h; rés 5 mm

és gehlenit (2 $CaO.Al_2O_3.SiO_2$) is képződik. Ezen fázisok megjelenése arra utal, hogy eredetileg sokkal több agyagásvány van a mintában, mint amit a szobahőfokú röntgendiffrakciós analízissel meg lehet határozni. Ez az agyagásvány, ami a rendszerben amorf állapotban jelentkezik, és biztosan Mg-atomot is tartalmaz, tehát vagy mint illit, vagy mint montmorillonit lehet jelen.

Megvizsgáltunk tiszta, szabályos illitet is a termikus átalakulások összehasonlítása céljából. Az 1080 C°-on

4. táblázat

Nagy hőmérsékletű röntgendiffrakciós felvételek értékelése

A minta jele	Amorf %	Stabilitási hőfoktartomány, C°		
		20–640	640–920	920–1200
N-358. 3426 m	4,6	β-kvarc 1,8% Kalcit 88,0% Dolomit 5,6%	α-kvarc CaO	α-kvarc CaO
Tiszaroff	28	Muszkovit 7,8% Kaolinit 14,0% Kalcit 29,8% Dolomit 6,2% β-kvarc	Muszkovit — CaO α-kvarc	Akermanit (2 $CaO.MgO.2\ SiO_2$) Mullit (3 $Al_2O_3.2\ SiO_2$) Gehlenit (2 $CaO.Al_2O_3.SiO_2$) Rankinit (3 $CaO.2\ SiO_2$) α-kvarc
Endrőd-4. 2248 m	45	Illit 7,8% Klorit 21,4% β-kvarc 11,9% Kalcit 8,0% Dolomit 5,2%	Illit Klorit α-kvarc CaO	Leucit ($K_2O.Al_2O_3.SiO_2$) β-kvarc Akermanit (2 $CaO.MgO.2\ SiO_2$)
Nl-500 3185 m	62	Muszkovit 7,4% β-kvarc 5,9% Kalcit 18 0% Dolomit 6,2%	Muszkovit α-kvarc CaO	α-kvarc CaO
Illit		20—1030	1080—1200	
		Illit (mikrolin)	Andaluzit ($Al_2O_3.SiO_2$) Leucit ($K_2O.Al_2O_3.SiO_2$)	
	20—100	100—880	980—1100	1050—1200
Ca-bentonit	Montmorillonit Krisztobalit Tridimit (SiO_2)	Montm. vízvesztés Krisztobalit Tridimit	Kvarc Krisztobalit (2 $MgO.4\ Al_2O_3.$ $.5\ SiO_2$) Krisztobalit	Kvarc Krisztobalit Anortit ($CaO.Al_2O_3.2\ SiO_2$)

történő fázisátalakuláskor andaluzit ($Al_2O_3.SiO_2$) és leucit ($K_2O.Al_2O_3.SiO_2$) keletkezik. Az illit kristályrácsában K van. Ha az illit keletkezési helyén dehidratáció következtében K-ionjait részben elveszti, duzzadóvá válik. A K-vesztés következtében az illit montmorillonittá alakul, ami az illitrácsba szabályos vagy szabálytalan periodicitásban beépül, és ott vízfelvétel következtében erős duzzadást okoz.

Hasonlóképpen a montmorillonit termikus bomlási folyamatát is megvizsgáltuk egy Ca-bentonit mintán. A montmorillonit 880 C°-ig csak vizet veszít, de ezután előbb $2\,MgO.4\,Al_2O_3.5\,SiO_2$-dá, majd 1050 C°-tól anortittá ($CaO.Al_2O_3.2\,SiO_2$) alakul át. Az anortit jelenléte tehát utalhat az eredeti montmorillonittartalomra.

Azokban a mintákban tehát, amelyekben a termikus reakciók során 1200 C°-on is szilikátok vannak jelen. ott az amorftartalom minden bizonnyal agyagásvány jellegű volt.

Az *Nl-500.* jelű fúrás 3186 m-ből vett mintájában azonban, amelyben 62% az amorf fázis és 1200 C°-on is csak α-kvarc és CaO mutatható ki, az amorf fázis nem lehet agyagásvány, hanem csak amorf SiO_2, ami rendszerint üvegfázisban van.

Az omló márgák amorftartalma tehát nem egyetlen fogalom, hanem lehet üvegesen amorf szilikátüveg vagy átalakulóban levő agyagásvány. Mindkettő okozhat omlást.

Az agyagásványok a nagy kristályos kalcitszemcsék közét foglalják el, víz hatására térfogatuk megnő, és a márgát szétfeszítik.

A szilikátömledék viszont, üvegesen rideg anyag lévén, sem a fúrás okozta mechanikai, sem pedig a hőmérsékleti változásokat nem tudja elviselni, hanem széttöredezik. Előbbinél az iszaptípus, utóbbinál a fúrási paraméterek gondos megválasztásával az omlás elkerülhető.

IRODALOM

[1] *Cheatam, J. M.—Gnick, P. F.:* A kőzetdeformáció és -alakváltozás alapvető elképzeléseinek összefoglalása. 7th World Pet. Cong. 3 Drilling a. Prod. Anglia, 1967.

[2] *Hingl J.—Tóth B.:* A lyukfalstabilitás kérdései. Kőolaj és földgáz *10* 293 (1971).

[3] *Nemecz E.:* Agyagásványok. Akadémiai Kiadó, Bp., 1973.

[4] *Darley, H. C.:* A laboratory investigation of borehole stability. J. Pet. Tech. 883—93 (1969).

[5] *Gugucskin, A. A.—Leonov, E. G.:* Deformacija glinisztüh porod, szlagajuscsih sztenki szkvazsinü. Burenie *5* (1970).

[6] *Karcev, A. A.—Vagin, Sz. B.:* O roli „mezsszloevüh" vod glinisztüh mineralov v formirovanii podzemnüh vod. Izv. VUZ Geol. i Razv. *3* 64—6 (1973).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Rezervoármérnöki szakmai nap
Budapest, 1976. október 18.

1976. október 18-án a hazánkban tartózkodó *I. D. Umrihin* kandidátus és *A. G. Kovaljov* laboratóriumvezető hivatalos tárgyalásaik befejeztével az OMBKE-KFVSZ Budapesti Csoportjának felkérésére tájékoztatót adtak az OKGT és a VNII együttműködés területén elért eddigi eredményekről, amelyet követően értékes szakmai vitára került sor.

I. D. Umrihin kandidátus „A repedezett porózus tárolókban levő kutak és rétegek hidrodinamikai vizsgálata során szerzett tapasztalatok összefoglalása" című témával kapcsolatosan ismertette a nyomásemelkedési görbéken és interferenciaméréseken alapuló kútvizsgálatok módszertanát, valamint az üzemi kísérletek eredményeit.

A nyomásemelkedési görbék VNII-módszerrel való értékelése lehetővé tette, hogy egyes mezőkre vonatkozóan meghatározzák az $r_b^2/\varkappa_2$ paramétert, ahol r_b — a blokk térfogatával azonos térfogatú gömb sugara; $\varkappa_2$ — a blokk piezovezetőképessége. A $\varkappa$ (cm²/s) piezovezetőképesség azt fejezi ki, hogy milyen gyorsan megy végbe a nyomásváltozás összenyomható (rugalmas) folyadékkal telített összenyomható (rugalmas) kőzetben. (A fordító megjegyzése.)

Kidolgozták az interferenciagörbék értékelésének metodikáját is (legteljesebb egyezés módszere).

Ez a módszer módot ad arra, hogy a hidraulikus vezetőképesség és a piezovezetőképesség ismeretében meghatározható legyen a blokkok és repedések rugalmassági tényezőjének, valamint áteresztőképességének aránya.

Az *Ocs-3.* és *Ocs.-8* kutak interferenciagörbéinek a fenti módszerekkel való elsődleges értékelése révén az alábbi paraméterértékeket lehetett meghatározni:

$$\frac{k_1 h}{\mu} = 624\,\frac{\text{darcy}\cdot\text{cm}}{\text{cP}}; \quad \varkappa_1 = 16\,715\ \text{cm}^2/\text{s},$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\beta_1^*}{\beta_2^*} = 0{,}076; \quad \varepsilon_2 = \frac{k_2}{k_1} = 0{,}002.$$

A. G. Kovaljov laboratóriumvezető „A fázisáteresztő képességek meghatározásának módszertani sajátosságairól, a víz és kőolaj rétegviszonyokhoz közeli feltételek közötti együttes áramlása esetén" témakörről elmondotta, hogy a víz és kőolaj rétegviszonyok közötti együttes áramlásának folyamatát jellemző fázisáteresztő képességek görbéinek (magokból nyert) meghatározásához természetes kőzetek mintáival kell kísérleteket végezni, gázzal telített rétegvíz és kőolaj felhasználásával. A szűrődési ellenállások mérését a minta közepén kell végrehajtani, mert ily módon kizárható a mintavégek effektusainak befolyása.

A kísérletek rámutattak arra, hogy ugyanazon kőolaj- és gáztelítettségi értékek mellett az elegy stacionárius és nem stacionárius áramlása esetén az egyik folyadéknak a másik folyadék általi kiszorítása folyamán a szűrődésiellenállások hasonlóak.

A szakmai napon az OGIL, az OKGT, az NKFV, a DKFV és az OLAJTERV szakemberei közül 27-en vettek részt.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

A számítástechnika alkalmazása az OLAJTERV-ben

Az 1976 májusában üzembe helyezett R—10 számítógépet az OLAJTERV dolgozói hamarosan „birtokukba vették", és széles körű programozási munka indult meg. Az azóta elkészült műszaki és gazdasági programok közül most három fiziko-kémiai számítást ismertetünk.

1. Egyensúlyi állandók számítása. A program szénhidrogénelegyekben a C_1—C_{10}, valamint a CO_2 és N_2 komponensek egyensúlyi állandóinak meghatározásához szükséges állandókat számítja. Ezen állandókkal számított egyensúlyi állandók pontossága megegyezik az NGÁA által készített diagramokból leolvasott egyensúlyi állandókkal.

2. Szénhidrogénelegyek szeparálása. Tetszés szerinti szeparálási sorozat számítására alkalmas. A szeparálási folyamatgráfnak faszerkezetűnek kell lennie. Adatként a folyamat szomszédossági mátrixát, valamint a szögpontokban a nyomás- és hőmérsékletértékeket kell megadni. A számítás eredménye minden szögpontban az elegy folyadék- és gőzfázisának mennyisége és mólszázalékos összetétele, valamint komponensenként és összesen a mennyiségek mólban és kp-ban kifejezve.

3. Desztillációs előszámítás. A program használható desztillációs oszlopok önálló, közelítő méretezésére, valamint bonyolultabb desztillációs számítások adat-előkészítésére. A programmal számítható a közelítő fej- és fenéktermék összetétele, mennyisége, a kondenzátor és a kiforraló hőmérséklete, a refluxarány, az elméleti tányérszám és a betáplálás helye.

Csomós Sándor
okl. vegyészmérnök,
okl. gépészmérnök,
szakosztályvezető
(OLAJTERV)

A számítástechnika tárolómérnöki alkalmazásának helyzete*

DOLESCHALL SÁNDOR

A tárolómérnöki munka jelentős része ma már nem valósítható meg a megkövetelt szinten számítógép használata nélkül.

A számítógép tárolómérnöki alkalmazásának több fokozata van: a tároló és a fluidumok leírása, a modellalkotás és végül az optimalizációs vizsgálatok. A szerző ismerteti a tároló, a fluidumok leírásának, valamint a modellalkotásnak elvi és gyakorlati kérdéseit.

A tárolómérnöki munka egyik legfontosabb — külső — jellemzője a nagy felelősség: a tárolómérnökök munkájuk eredményeképpen olyan döntéseket hoznak, amelyeknek mind műszaki, mind gazdasági hatása kiemelkedő jelentőségű. Ezért is alapvető követelmény a tárolómérnöki munkával szemben az, hogy a rendelkezésükre álló adatok és ismeretek alapján, lehetőségeik figyelembevételével maximális hűséggel írják le, jelezzék előre a tárolóban lezajló folyamatokat.

Kiinduló adat azonban kevés van, a folyamatok pedig rendkívül bonyolultak, és teljesen nem is minden részletükben ismertek. Ezenkívül pedig azok a folyamatok is, amelyekről azt hisszük, hogy ismerjük azokat, csak olyan bonyolult matematikai apparátussal írhatók le, hogy a konkrét esetekre vonatkozó megoldások analitikusan soha nem állíthatók elő, sőt a numerikus megoldások keresése is egy sor, gyakran alig vagy egyáltalán nem leküzdhető problémához vezet.

Az utóbbi 15 évben viharos gyorsaságú fejlődés játszódott le. Ha 15 évvel ezelőtt a tárolómérnöki gyakorlatban a számítástechnika alkalmazása kuriózumként volt kezelhető, ma színvonalas tárolómérnöki gyakorlatot számítástechnika alkalmazása nélkül csak teljesen fejletlen ipar mellett lehet elképzelni; ahhoz, hogy a tárolómérnökök választ tudjanak adni azokra a kérdésekre, amelyeket nekik feltesznek, elengedhetetlenül szükséges, hogy korszerű számítógépek segítségével modellezzék a tárolóban zajló folyamatokat, és így próbáljanak választ kapni gyakran még a legelemibb kérdésekre is. Távol áll tőlünk azt állítani, hogy ezek a válaszok minden esetben teljesen helyesek, pontosan írják le a kérdéses folyamatokat, azonban ez tulajdonképpen nem is várható el. A válaszok nem lehetnek pontosabbak, mint a kiinduló adatok, valamint a folyamatról rendelkezésünkre álló információk. Azonban egy sor esetben akkor is, ha a kvantitatív eredmények pontossága nem is haladja meg a nemzetközi mércével jónak elfogadott 20—25%-ot (legalábbis ami az előrejelzést illeti), az eredményekből gyakran olyan kvalitatív következtetések vonhatók le, amelyek számítástechnika alkalmazása nélkül elképzelhetetlenek.

A tárolómérnöki gyakorlat azt követeli, hogy korszerű számítógépek segítségével több, nemlineáris parciális differenciálegyenletből álló rendszert oldjunk meg 2, 3 vagy gyakran 4 dimenzióban. Ez az utóbbi időben egyre inkább lehetségessé válik, mivel manapság — sajnos nem nálunk — nem különlegesség a több millió byte operatív memóriájú, kiemelkedően nagy sebességű számítógépek használata. Mivel ebből a szempontból a Magyarországon dolgozó tárolómérnökök helyzete kifejezetten kedvezőtlen, akkor, amikor a számítástechnika tárolómérnöki alkalmazásáról beszélünk, meg kell különböztetnünk a magyarországi helyzetet az olyan országokban tapasztalhatótól, amelyekben számítástechnikailag lényegesen jobb eszközök állnak a mérnökök, kutatók rendelkezésére.

A fent vázolt helyzet egyik leghátrányosabb következménye az, hogy Magyarországon az elméletileg megvizsgált, előkészített modelleket nem mindig tudjuk számítógépeken realizálni. Így a Magyarországon dolgozó szakemberek külföldi kollégáikkal szemben kifejezetten hátrányba kerültek. És ekkor eddig arról még nem is beszéltünk, hogy mennyi többletmunkát jelent a magyar tárolómérnököknek, kutatóknak az, hogy modelljeik számítógépi megvalósításához lényegesen több energiát, indokolatlan energiát kell felhasználniuk csak azért, mert a számítógépek kis kapacitása különböző, normális viszonyok között manapság tulajdonképpen már teljesen feleslegesnek tekinthető fortélyok, úgynevezett szellemes megoldások kidolgozását követeli meg.

Ezen problémák ellenére hazánkban egy sor, a gyakorlatban is alkalmazott eredményt értek el.

Ez után a rövid bevezető után vizsgáljuk meg részletesebben, de azért összefoglaló elvi síkon, hogy milyen jelenleg a számítástechnika tárolómérnöki alkalmazásának helyzete.

A tárolómérnöki alkalmazásokat — bizonyára önkényesen — három nagyobb csoportba osztva kívánjuk vizsgálni. Ezek a következők:

1. A tároló és a benne található fluidum tulajdonságainak, paramétereinek vizsgálata, leírása.
2. A modellalkotás.
3. Optimalizációs vizsgálatok.

A tárolómérnök a számítógépet csak abban az esetben tudja alkalmazni, ha megfelelő, a számítógépre alkalmas modell áll rendelkezésére. Ez a modell jelenleg az esetek többségében valamilyen parciális differenciálegyenlet-rendszer. Ezen rendszer megoldásához feltétlenül szükség van a differenciálegyenletek paramétereinek ismeretére. Ezen paraméterek azonban nem mások, mint a tárolót és a benne található fluidumot leíró függvények. Általánosságban igaz, hogy a szénhidrogén-tároló egy több paraméterrel meghatározott összetett rendszer, amelyben a paraméterek a tér, az idő, valamint a nyomás és az összetétel függvényei. Ezen paraméterek változásai hozzák létre a réteg- és

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

folyadékrendszer heterogenitását, amelyek megfelelő leírása a további modellezés alapja.

Röviden összefoglalva: különböző alapvető heterogenitástípusokat különítünk el.

1. A tárolókőzet paramétereinek változása a térben és a termelés megkezdése után részben az időben is.
2. A rétegekben található fluidumok tulajdonságainak, egyensúlyi állapotának, összetételének változása a térben és az időben.
3. A tárolókőzet és a fluidumok kölcsönhatásának változása térben és az időben.

A tárolómérnöki — számítástechnikai — munka első feladata az egzakt követelmények alapján az lenne, hogy ezt a heterogenitást megfelelő függvénykapcsolatokkal jellemezze. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a folyamatokat leíró differenciálegyenletek pontos megoldását csak abban az esetben kaphatjuk meg, ha ismerjük a differenciálegyenletek paramétereit, vagy ami ugyanaz: a réteg és a fluidumok tulajdonságait leíró különböző függvényeket. Ezek pontos meghatározására azonban nincs lehetőség. Ebből, úgy tűnik, az következik, hogy ezek után nincs reményünk arra, hogy a folyamatot leíró modellt megfelelő pontossággal hozzuk létre. Szerencsére azonban a helyzet nem ennyire kedvezőtlen. A tárolómérnököt ugyanis elsősorban három alapvető, az időtől függő paramétercsalád érdekli: a kutak nyomása, hozama és ennek összetétele. Ezen mennyiségek meghatározásakor viszont a tároló és a benne áramló fluidum kölcsönhatása oly módon jelentkezik, hogy a különböző paraméterek tér- és időbeli integráljai a meghatározóak. Ez viszont azt jelenti, hogy a véletlen jellegű — és a tároló heterogenitását alapjában véve ez határozza meg — paraméterváltozások kiátlagolódnak, és a várható értékük lesz a meghatározó.

A probléma az, hogy természetesen ezeket a várható értékeket sem ismerjük megfelelően, arról nem is beszélve, hogy ezen értékek a térben és az időben szintén változhatnak.

Tárolóparaméterekként a jelenleg ismert módszerekkel az esetek többségében — gyakran a szerzők akaratán és tudtán kívül — ezen várható értéktől függő, valamilyen mennyiséget határoznak meg minden olyan esetben, amikor a kísérletekben áramlástani összefüggéseket használnak fel. A kérdés ilyenkor csak az, hogy a nyert várható érték milyen lineáris mértékhez kapcsolódik. Például laboratóriumi áteresztőképesség-mérések esetében ez a méret centiméter nagyságrendű, nyomásemelkedési görbe értékelése esetén több tíz vagy száz méter is lehet.

A jelenlegi gyakorlat három különböző módszert használ a tárolók paramétereinek leírására.

Az első módszer, amit feltételesen statikus módszernek neveznénk, a mezőre jellemző paraméterek várható értékeinek — vagy azzal kapcsolatban levő értékek — eloszlását adja meg (ismételjük: anélkül, hogy ezt gyakran tudatosan felismernék). Ilyen rendszerek például a legkülönbözőbb egyenlő mennyiségek helyét összekötő vonalakat ábrázoló térképek. Bár ezen térképek rajzolásakor gyakran szubjektív vélemények is érvényesülnek, azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy sokszor megfelelő pontossággal képesek a paramétereloszlást ábrázolni. Ennek elsősorban az az oka, hogy a fluidum szivárgásával jellemezhető rendszer csillapítása nagyon nagy.

A második módszert — szintén önkényesen — statisztikus módszernek nevezzük. Ez a módszer kísérletet tesz arra, hogy figyelembe vegye a tárolóparaméterek véletlenszerű eloszlását, statisztikai feldolgozás alapján határozza meg a telepet jellemző átlagos paramétereket, várható értékeket. Ez a módszer — véleményünk szerint sajnos — egyelőre még nem terjedt el eléggé széles körben, azonban az irodalmi adatok arra utalnak, hogy egyre gyakrabban és egyre többen vizsgálják a tároló leírásának ezt a lehetőségét. Úgy tűnik, hogy a jövő egyik lehetséges útja ez lesz.

A harmadik, és egyre szélesebb körben elterjedő módszer az, hogy a korábbi termeléstörténet alapján határozzák meg a tárolót leíró rétegparamétereket, illetve fluidumtulajdonságot [1]. Szigorúan véve ez a módszer, megfelelő alkalmazás esetén, a kibernetikában gyakran alkalmazott „fekete doboz" módszerrel ekvivalens. E módszert nem érdekli a tároló tulajdonságainak tényleges eloszlása, hanem egy olyan mesterséges modellt kíván létrehozni, amellyel szemben az egyetlen követelmény az, hogy a modell kimenőparaméterei valamilyen matematikai norma értelmében a lehető legjobban megegyezzenek a ténylegesen mért eredményekkel. Az ezen típusú modellek különleges jellegzetessége az, hogy adaptív modellnek tekinthetők, mivel minden újabb kút lefúrása, üzembe helyezése olyan újabb információkat juttat a rendszernek, amelyeknek alapján a tároló leírása pontosabbá tehető. Elméletileg, elég sok kút esetén a tároló pontosan le is írható.

A számítástechnika tárolómérnöki alkalmazási perspektívájának egyik kulcskérdése lesz a megfelelő paraméterek megadása. Ez a kérdés legalább olyan fontos, mint a modellalkotás többi kérdése. A kérdést tovább bonyolítja az a helyzet, hogy mind gyakrabban kívánunk térbeli modelleket vizsgálni az egyes folyamatok leírására. Ezen folyamatok esetén pedig a paraméterek eloszlását nemcsak a tároló horizontális kiterjedése mentén kell megadni, hanem a függőleges irányban is. Ez nagy problémát jelent egyrészt azért, mert a szükséges adatok száma megsokszorozódik, másrészt pedig azért, mert a függőleges irányban való paramétermérés kérdése még kevésbé megoldott, mint a tároló síkjában. A helyzetet tovább bonyolítja az is, hogy a tényleges jellemző méretek a vízszintes és függőleges irányban nagyságrendileg eltérnek egymástól.

Térjünk rá a modellalkotás vizsgálatára.

A modellalkotás alapvető kérdése a tárolókban végbemenő folyamatok helyes értékelése a fizika, a fizikokémia alapján, majd matematikai leírása. Ezen a területen az utóbbi időben nagy fejlődés volt megfigyelhető. Ezen fejlődés legfontosabb jellemzője az, hogy míg korábban kizárólagosan a folyamat fizikai jellemzőit (áramlást stb.) vizsgálták, addig jelenleg a vizsgálat kiterjedt egy sor fiziko-kémiai folyamatra is.

Nagy általánosságban azt mondhatjuk, hogy a tároló és a benne található fluidumok kezdetben egyensúlyi állapotban voltak, majd több fázisú áramlással, több, nem egyensúlyban levő komponensű rendszerrel jellemezhető nem izotermikus folyamat indult meg. Az esetek túlnyomó többségében azonban — szerencsénkre — ezen általános folyamat speciális eseteit vizsgáljuk, ami lényegesen egyszerűbb modellekhez vezet.

A legegyszerűbb modell az egyfázisú, egykompo-

nensű áramlás. Kezdetben csak ezt vizsgálták, sőt erre az esetre bizonyos alapproblémák megoldásához analitikus út is vezetett.

A későbbiekben a fejlődés során, a két- majd több fázisú áramlást vizsgálták, de úgy, hogy még mindig nem vették figyelembe azt, hogy a rendszer több komponens kölcsönhatásával jellemezhető. Jelenleg ez a hozzáállás tekinthető a legáltalánosabban elterjedtnek.

Egyre gyakrabban jelentkezik azonban az az igény, hogy a rendszerek pontosabb leírásához vegyük figyelembe azt is, hogy a tárolóban található fluidumrendszer több komponensből áll, és ezek kölcsönhatása nem elhanyagolható: pl. gáz-csapadékos mező esetén, különösen abban az esetben, ha szárazgáz-visszasajtolást is alkalmazunk, eléggé nagy pontatlansághoz vezet az, ha a rendszert egykomponensűnek tételezzük fel. Az igények kielégítésére megjelentek a több komponensű egyensúlyi rendszerek leírását bemutató modellek [2, 3].

Az elvégzett számítások igazolják ezen rendszerek létjogosultságát; például az olyan klasszikusan egykomponensűnek tekintett esetben, mint a kimerüléses olajtermelés, lényeges eltérés mutatkozik a számítás eredménye között akkor, ha a rendszert egykomponensűnek vagy több komponensűnek választjuk.

A korszerű művelési eljárások megjelenése szükségessé tette a keveredő típusú kiszorítás matematikai modellezését, valamint olyan folyamatok vizsgálatát is, amikor az áramlásra nem érvényes a Darcy-törvény.

A fent ismertetett eseteknél lényegesen általánosabb az az eset, amikor nem tételezzük fel azt, hogy az áramló rendszer különböző komponensei egyensúlyban vannak. Ezen a területen az eredmények még nagyon kezdetlegesek; Magyarországon történt ilyen jellegű vizsgálat, amikor figyelembe vettük azt, hogy egy szén-dioxidos kiszorítás folyamán a szén-dioxid és az olaj különböző komponensei nincsenek egyensúlyban [4].

A modellezés folyamán komoly nehézséget jelentett, hogy nincsenek megbízható adataink arra vonatkozóan, hogy a fázisok közötti tömegcsere milyen sebességgel történik. Az elvégzett számítások ennek ellenére igazolták azt, hogy a jelenleg ismert matematikai apparátussal, számítógép segítségével reális ezen kérdés megoldása is.

A fenti eseteknél alapvető feltételezés volt, hogy a folyamat izotermikus körülmények között megy végbe. Egy sor művelési eljárásnál azonban ez a feltételezés nem fogadható el (termikus eljárások). Ezen eljárások matematikai modellezése számítógép segítségével szintén megoldottnak tekinthető [5].

A modellalkotás egyik oldaláról beszéltünk eddig: a folyamatok fizikájának, fiziko-kémiájának pontosabb leírásáról. Modellalkotáskor azonban más problémákat is meg kell oldani; pl. alapvető fontosságú az, hogyan ábrázoljuk a termelő- és a besajtolókutakat a tároló számítógépes modelljében. A matematikailag pontos meghatározás értelmében ezeket a kutakat peremfeltételként kell figyelembe venni. Elterjedt azonban az a közelítő megoldás, amely a kutakat elosztott forrásként vagy nyelőként kezeli. Ennek a módszernek a hiányossága, hogy a kút környezetében a termelésre lényegesen kiható folyamatokat nem tudja megfelelő pontossággal tárgyalni. A megoldás útján komoly nehézség volt az is, hogy elsősorban több fázisú, több komponensű áramlás esetében nem volt egyértelmű az, hogyan kell meghatározni a kúton a pontos peremfeltételeket. Ezen a téren is haladás volt megfigyelhető az utóbbi két évben: megfogalmazást nyertek a kútra vonatkozó pontos peremfeltételek [6].

A folyamatokat leíró, fizikai-matematikai modell azonban még csak az első lépés a megoldás útján. Szükség van arra, hogy a nyert differenciálegyenleteket számítógépi megoldásra alkalmas modellé fejlesszük át. Az első idők gyakorlata, amely a feladatok végesdifferencia-módszerrel történő megoldását tartotta gyakorlatilag egyedül üdvözítőnek és lehetségesnek, véget ért, és az utóbbi időben több más módszer is széles körű alkalmazást nyert az egyenletek megoldására [7].

Az egyik — bár régóta ismert, de csak ritkán alkalmazott — módszer az úgynevezett Galerkin-módszer. Ennek kétségtelen előnye az, hogy lehetőséget ad mind a kutak környezetében, mind a frontok közelében lezajló folyamatok relatíve pontos ábrázolására, azonban a többi módszernél lényegesen bonyolultabb számolást igényel, és ezért elterjedése csak lassú ütemben várható.

A fenti elv egyik speciális esete a véges elemek módszere. Ez a módszer sok szempontból kedvezőbb lehetőséget nyújt a numerikus megoldásra, mint a végesdifferencia-módszer, azonban a módszer bonyolultsága miatt az elterjedés kezdeti szakaszában vagyunk még csak.

A módszerek értékelésekor egy alapvető problémával találjuk magunkat szemben: milyen pontossággal kell a tárolóban lezajló egyes fizikai folyamatokat matematikailag is tükrözni. Ez vonatkozik pl. a frontok kérdésére is. Közismert, hogy több fázisú áramlás esetében a különböző fázisok között éles, majdnem szakadásszerűen elválasztódó térrészek figyelhetők meg. A probléma lényege az, hogy a frontok méretei méteres nagyságrendű tartományba tartoznak, míg az elfogadható sebességű számítógépi modellezés több tíz, illetve száz méter nagyságrendű távolságokkal dolgozik. Ez alapvető ellentmondáshoz vezet: ilyen rácstávolságok mellett a frontok leírása klasszikus módszerekkel lehetetlen. Persze nem eldöntött kérdés még az sem, hogy milyen mértékben szükséges a frontok pontosabb leírása. Egy sor esetben úgy tűnik, hogy különösen abban az esetben, ha a fázisok között akár egyensúlyi, akár nem egyensúlyi anyagcsere történik, akkor a frontok ezt alapvetően befolyásolják, és legalább ezekben az esetekben a frontok leírása lényegi követelmény. Ilyen esetekben tehát létjogosultságuk van az olyan módszereknek, amelyek, bár bonyolultabbak, de lehetőséget adnak ilyen kérdések pontosabb leírására is.

A számítástechnika más területekre való kiterjesztésekor olyan módszereket is alkalmaznak, amelyeket egyelőre az olajiparban még nem, vagy csak alig használnak. Egyre inkább terjed pl. a legkisebb négyzetek elvén alapuló differenciálegyenlet-megoldási módszer, továbbá az a módszer, amelyet elsősorban a magnetohidrodinamikai kutatásban és a plazmakutatásban alkalmaznak, és amely módszer az Euler- és Lagrange-féle koordináta-rendszer alkalmazásának kombinációjából származik [8]. Ezen módszer előnye, hogy eléggé nagy időlépések mellett kis részletek is pontosan leírhatók: sűrű, mozgórácspont-rendszert

alkalmaz azon helyeken, ahol a folyamat ezt igényli, míg nagy rácstávolságokkal dolgozik azokban az esetekben, amikor a változás üteme lassú. Ez utóbbi módszer első olajipari alkalmazása szintén hazai kutatás eredménye.

Nagyon lényegesnek tartjuk azokat a kezdeményezéseket is, amelyek a véges differencia módszerének pontosítását célozzák. Egyfázisú esetekre sikerült magasabb pontossági rendű közelítéseket kidolgozni, ezek általánosítása azonban egyelőre még nem megoldott. Ugyancsak fontos és perspektivikus módszernek tekinthető az is, amelyben a végesdifferenciamódszer következményeként fellépő numerikus diszperzió kiküszöbölésére fiktív diffúziós tényező alkalmazását javasolják [9]. Ezek a módszerek lehetővé teszik a kiinduló matematikai egyenletek korrektebb, kisebb számítógépi hibát tartalmazó megoldását.

Ugyancsak fontos és széles körű tevékenységet fejtenek ki abban az irányban, hogy a lényegesen nemlineáris egyenletek megoldásakor a nemlineáris elemeket a lehető legpontosabban vegyék figyelembe [10]. Erre egy sor iteratív módszert dolgoztak ki, mely módszerek nem túlságosan sok iterációs lépés után a nemlineáris tagokat helyesen veszik figyelembe.

Külön meg kell még említeni azokat a törekvéseket, amelyek a végesdifferencia- vagy más módszerrel nyert — gyakorlatilag majdnem mindig lineáris — egyenletrendszer megoldásának gyorsabbá és egyszerűbbé tételére vonatkoznak. Ezen a téren a nagyobb kapacitású gépek megjelenése bizonyos változásokat eredményezett: egyre gyakrabban találni utalást arra, hogy a régtől ismert direkt módszer alkalmazása egy sor esetben előnyösebb azon módszerek alkalmazásánál, amelyeket gyakran kényszerhelyzetben dolgoztak ki [11]. Korábban a gépek kapacitása nem tette lehetővé hasonlóan sok egyenletet tartalmazó rendszerek direkt megoldását.

A fentieket összefoglalva alapjában véve megállapíthatjuk, hogy abban az esetben, ha sem a kút környékét, sem a frontok pontos mozgását, helyzetét és alakját nem kívánjuk részletesen vizsgálni, az irodalmi adatok alapján bármely, a gyakorlatban felmerülő kérdésre lehet megoldási módszert találni. A hazai gyakorlatban leggyakrabban a problémát nem is a megfelelő módszer kiválasztása, kidolgozása jelenti, hanem a következő két tényező:

1. Nem rendelkezünk megfelelő nagyságú számítógépekkel, ezért egy sor probléma megoldásában nagyon erős korlátozásokat vagyunk kénytelenek bevezetni.

2. A folyamat leírásához szükséges különböző fizikai paraméterek, függvénykapcsolatok nem minden esetben ismertek.

Mivel eléggé nyilvánvalónak tűnik az, hogy a tárolómérnöki gyakorlat továbbra is komoly mértékben igényelni fogja a számítógépi modellezést, alapvető fontosságúak a megfelelő intézkedések arra vonatkozóan, hogy a különböző folyamatok leírásához szükséges paramétereket megfelelő pontossággal, megbízhatósággal megmérjék.

A tárolókban lezajló folyamatok modellezése azonban nem végcél, hanem csak eszköz. A cél mindig az, hogy egy adott tárolót a legjobb hatásfokkal és a lehető leggazdaságosabban műveljünk le. Ezen kérdések megoldásához elengedhetetlenül szükséges eszköz a matematikai modell, azonban további munkára van szükség arra vonatkozóan, hogy a hatékonyság és a gazdasági mutatók szempontjából optimális terveket lehessen kidolgozni.

Ebben az irányban újból egy alapvető problémába ütközünk, de ez nem új: a nagyszámítógép hiánya. Ugyanis a megfelelő optimalizációs módszer alkalmazása szükségessé teszi, hogy a tároló modellezését meglehetősen sokszor, egymás után, megfelelően változtatott paraméterekkel megismételjük. Jelenlegi számítógép-kapacitásunk ezt még nem teszi lehetővé, ezért ebben az irányban még csak a kezdeti lépések történtek meg.

A külföldi gyakorlat, a publikációk arra utalnak, hogy ennek a kérdésnek a fontosságát felismerték. Több olyan tanulmány jelent meg, amelyekben a tárolómodell alapján gazdasági kritériumok szempontjából vizsgálják a szénhidrogéntelepet.

Az elmondottak alapján — véleményünk szerint — egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a tárolómérnöki alkalmazások szempontjából a számítástechnikai módszerek az egész világon és Magyarországon is igen perspektivikusak.

A jelenlegi helyzetről azt mondhatjuk, hogy elméleti vonalon nem vagyunk elmaradva, a gyakorlati realizálás területén azonban eléggé érezhető lemaradással küzdünk. Ennek oka elsősorban az, hogy nem áll rendelkezésünkre megfelelő eszköz, amelynek mind a sebessége, mind az operatív memóriája lehetővé tenné a tárolómérnöki feladatok precíz megoldását. További probléma az is, hogy nem elegendő számú kutató foglalkozik ezekkel a kérdésekkel. Ez azonban nagyrészt annak a következménye is, hogy a hozzáférhető számítógép-kapacitás nem is nagyon teszi lehetővé ezt.

IRODALOM

[1] *Carter, R. D.—Kemp, L. F., Jr.—Pierce, A. C. —Williams, D. L.:* Performance matching with constrains. SPEJ Apr. 187—96 (1974).

[2] *Roebick, I. F., Jr.—Henderson, G. E.—Douglas, J., Jr.—Ford, W. T.:* The compositional reservoir simulator; Case 1 — The linear model. SPEJ March (1968).

[3] *Culham W. E.—Farouq Ali, S. M.—Stahl. C. D.:* Experimental and numerical simulation of two-phase flow with interphase mass transfer in one and two dimensions. SPEJ Sep. (1969).

[4] *Doleschall S.:* Szénhidrogén-bányászat mint több komponensű folyadék áramlása. Előadás. Krakkó, 1969.

[5] *Ferrer, J. C.:* Three-dimensional, three-phase, multicomponent, thermal, compositional simulation of steam injection process. Ph. D. disszertáció, The Pennsylvania State University, 1975.

[6] *Sonier, F.—Besset, P.—Ombret, O.:* A numerical model of multiphase flow around a well. SPEJ Dec. (1973).

[7] SPE—AIME Fourth symposium of numerical simulation of reservoir performance. 1976. Feb. 19. (Variációs módszerek szekciója és a véges differencia módszerek szekciója.)

[8] *Brackbill, J. U.—Pracht, W. E.:* An implicit almost-Lagrangian algorithm for magnetohydrodynamics. J. Computational Physics **13** 455—82 (1973).

[9] *Lantz, R. B.:* Quantitative evaluation of numerical diffusion. SPEJ Sep. (1971).

[10] *Blair, B. M.—Weinaug, C. F.:* Solution of two-phase flow problems using implicit difference equations. SPEJ Dec. (1969).

[11] *Price, H. S.—Coats, K. H.:* Direct methods in reservoir simulation. SPEJ June (1974).

Expanziós munkagépek kőolaj- és földgázipari alkalmazása 2. r.

NAGY ZOLTÁN

A cikkben az expanziós munkagépek kőolaj- és földgáziparbeli jelenlegi elterjedtségét, az egyes országokban e téren végzett munkákat, valamint a mai technikai feltételek mellett alkalmazott géptípusokat és azok főbb paramétereit mutatja be a szerző. Ennek keretében különös figyelemmel emlékezik meg a Szovjetunióban elért eredményekről és a főbb kutatási elképzelésekről. Vizsgálja továbbá a gépeknek a népgazdaság más területein való alkalmazhatóságát-használhatóságát.

I. Különféle expanziós munkagéptípusok elterjedése

A tanulmány első része alapján e géptípusok
a) effektív munkavégzésre és
b) a munkát végző közeg hőmérsékletének csökkentésére szolgálnak.

E két alapvető felhasználási területnek megfelelően alakultak ki e géptípusok konstrukciói.

— A konkrét munkavégzésre használatos expanziós-munkagép-változatok a jelenlegi gyakorlatban kevésbé elterjedtek, és csak ritkán, speciális esetekben alkalmazzák őket. Ennek oka elsősorban az alacsony hatásfokban kereshető, így ezzel a géptípussal — annak kisebb gyakorlati jelentősége miatt — a továbbiakban részletesen nem foglalkozunk. A teljesség kedvéért azonban indokolt erre is néhány példát ismertetni; így pl. a nagy gépegységek — elsősorban gázturbinák — indításához az indítónyomaték kifejtésére, vagy ilyen gépegységek hatásfokának javítására újabban egyre elterjedtebben alkalmazzák a csavar- és turbódetanderek különböző típusait [1].

— A hőmérséklet-csökkentésre szolgáló expanziós munkagépek első ízben a kriogéntechnikában nyertek egyre szélesebb körű alkalmazást. Már a múlt században történtek kísérletek a levegő cseppfolyósítására ilyen expanziós munkagépekkel, de pozitív eredményt csak a századforduló hozott. A cseppfolyósítást dugattyús expanziós munkagépben végezték el, és sokáig ennek a géptípusnak a fejlesztése jellemezte a gépcsalád további alkalmazási területének bővítését.

Az egyre gyorsuló technikai fejlődés eredményeként az iparnak egyre több cseppfolyós oxigénre, argonra, héliumra és különféle inert gázra volt szüksége — ez az igény speciális hűtőtechnikai igényeket támasztott —, és ekkor kezdték el intenzíven fejleszteni a turbódetanderek különböző fajtáit, amelyek biztosították a fokozott igények kielégítését.

Ma már ezeknek a géptípusoknak a sorozatgyártása a kriogéntechnika számára megoldottnak tekinthető.

Ennek bemutatásaként jegyezzük meg, hogy pl. egyes új, nagynyomású dugattyúsdetander-típusnál sikerült elérni az

$\eta_{ad}=0{,}83$—$0{,}84$, sőt a hélium cseppfolyósításánál az $\eta_{ad}=0{,}9$—$0{,}92$ [2] hatásfokot, ugyanakkor az alsó hőmérséklet már megközelíti az abszolút hőmérséklet határát ($T=15$—25 K).

A turbódetanderek is lényeges változásokon mentek keresztül. Amit néhány évvel ezelőtt csak elképzelni tudtak, ma már iparilag megoldott. Például a fordulatszám eléri a 300 000 min^{-1} értéket is: a belépőnyomás 150—200 att, és a hagyományosnak számító radiális turbódetanderek mellett egyre több axiális konstrukcióval is találkozunk. A kisnyomású turbódetanderek mellett kezdenek elterjedni a közép- és nagynyomású típusok is [3].

II. Expanziós munkagépek a gáziparban

Az 1950-es évektől kezdődően a gázipar egyre fokozódó figyelemmel fordult a különféle mélyhűtéses gáztechnológiák felé. Így először a kedvezőbb üzemviteli feltételeket biztosító gázfeldolgozó üzemekben merült fel a gazdaságosabb hűtőberendezések iránti igény, és azok alkalmazásának problémája. Speciális feladatként jelentkezett a földgáziparban általában potenciálisan meglevő nagy nyomások optimális hasznosítása e feladatra.

E célra éppen az expanziós munkagépek felhasználását biztosító berendezések bizonyultak a legalkalmasabbaknak. Ebben az időben elsősorban az USA-ban kezdődött el az intenzív fejlődési-fejlesztési időszaka azoknak a technológiáknak és berendezéseknek, amelyek alapegységeként a turbódetandereket alkalmazták.

Az USA-ban még ma is ezt az irányt követik, és elsősorban a már előkészített gáz hőmérsékletét csökkentik a technológiai követelményeknek megfelelően −40 és −100 C° alá, a kinyerendő célkomponens kondenzációs hőmérsékletére. Ezzel az eljárással például a propánnak több mint 90%-át lehet kinyerni a gázból. Elterjedten alkalmazzák a turbódetandereket a már meglevő hideg mosóolajos abszorpciós berendezések, valamint a különféle etánkinyerő technológiák intenzifikálására, amelyek során már a −162 C° hőmérséklet is elérhető [4], azaz a földgáz-cseppfolyósítás hőmérséklet-tartománya is biztosítható.

Az ilyen technológiákban alkalmazott turbódetanderek stabil állandó kapacitáson — elsősorban alacsonyabb hőmérsékleten és nagy fordulatszámon — üzemelnek. A szovjet gáziparban az 1960-as években kezdődtek el a kísérletek az expanziós munkagépekkel. A szovjet konstruktőrök — szakítva az amerikai gyakorlattal — megkezdték a konstrukciós szempontból lényegesen nehezebbnek tekinthető olyan turbódetander-típus kifejlesztését, amely típus nemcsak gázfeldolgozó üzemi feltételek mellett használható. A cél: mezőben, a kutaknál vagy a gázgyűjtő központokban

a kútáramok előkészítése −10 C°-os harmatpontra, hogy a továbbszállítás biztosítható legyen. A kezdeti nehézségek után — miközben tisztázódott, hogy mezőbeli berendezésként a centripetális turbódetanderek nem alkalmasak az intenzív eróziós jelenségek miatt, melyek meghaladják a még műszakilag megengedhető optimumot — az 1960-as évek végén az UKRNIIGAZ kidolgozta *V. V. Józik* vezetésével a T—3 típusú turbódetandert. Ez a gép változtatható kapacitású, axiális turbódetander, amelyben a tengelyirányú erők aszimmetrialitását egy vele közös tengelyen levő centrifugális turbókompresszor kompenzálja. A gép maximális teljesítménye 1100 kW 11 000 min^{-1} fordulatszámon. Kapacitás 2—4 Mnm^3/nap. A gáz kondenzátumtartalma 100—120 cm^3/m^3 tartományban gyakorlatilag nem befolyásolja a gép hatásfokát.

E rövid általános alkalmazástechnikai áttekintés után indokolt megvizsgálni azt a három fő alkalmazási területet, ahol a detanderek alkalmazásának igénye szélesebb körben jelentkezik.

E három fő terület:

— a gázfeldolgozó üzemekben az értékes gázkomponensek kinyerése;
— a gázelőkészítő üzemekben, azaz a mezőbeli berendezésekben a kútáramok olyan előkészítése, amely lehetővé teszi a gáz szállítását nagyobb távolságokról is a feldolgozó üzemekbe vagy a fogyasztókhoz, valamint az
— egyéb területen való felhasználás.

A felhasználási helyektől függően természetesen a technológiai és gépi alkalmazásuk is különböző. Vizsgáljuk meg egyenként ezeket a területeket.

Gázfeldolgozó üzemekben való alkalmazás

Feltételek

— a belépő nagynyomású gázáram előzetesen már elő van készítve, tehát víz- és kondenzátummentes;
— a belépő gázáram összetétele, nyomása és hőmérséklete, valamint mennyisége állandó, ill. csaknem állandónak tekinthető;
— a gáz lehet távvezetéki gáz is.

Cél

A gázáramból a metánnál nehezebb és a népgazdaság, a vegyipar részére értékesebb komponensek (etán, propán stb.) maximális kinyerése.

Hazánkban ilyen gázfeldolgozónak minősíthető például az SZKFL—E és SZKFL—EE üzem, de meg kell említeni, hogy ez esetben — miután a gáz nem az országos távvezetékről, hanem közvetlenül a mezőből kerül a feldolgozóba — a paraméterekben lényeges ingadozással kell adott esetben számolni.

Alkalmazás

A gázfeldolgozó üzem technológiai folyamatában az expanziós munkagép szerepe a gáz hőmérsékletének csökkentése — azaz hűtése — a kinyerendő célkomponens vagy komponensek kondenzációs hőmérsékleti értékére. Ez lényegében kondenzációs gáz-előkészítési technológiát jelent, amellyel a termékek kihozatali hatásfoka a legkedvezőbb.

E technológiai folyamatok, illetve az ezekhez alkalmazott expanziósgép-típusok a nyugati gyakorlatban és irodalomban elterjedtek, illetve ismertek, így velük e helyütt indokolatlan lenne részletesebben foglalkozni. *A. R. Valdes* a Hydrocarbon Processing 1974. decemberi számában [4] részletesen elemzi a gépeknek a gázfeldolgozásban való gazdaságos alkalmazási területeit, összehasonlítva a hideg mosóolajos—abszorpciós technológiákkal.

A gyakorlati alkalmazás legkézenfekvőbb példájaként lehet megemlíteni a Szovjetunióban az UKRNIIGAZ-nak a Kazanyi Kompresszorgyár és a LENINHIMMAS tervezőgárdájával az orenburgi mező gázelőkészítéséhez közösen kifejlesztett T—7 típusú turbódetanderét, amely gép 1,2—1,5 expanziós lépcsővel a gázt −70 és −100 C° közötti tartományra hűti le.

Gázelőkészítő üzemekben való alkalmazás

Feltételek

— A belépő gáz csak részben van előkészítve, azaz csak előszeparált;
— a belépő gázáram összetétele, hőmérséklete és mennyisége ingadozó, nyomása általában csökkenő, a mező leművelési ütemének megfelelően.

Cél

A vezetékbe való betáplálóshoz — azaz a vezetékes szállításhoz — szükséges előkészítés vagy a regionális fogyasztók ellátása gázzal. A gazolinkinyerés ez esetben alárendelt jelentőségű, nem fő cél.

Alkalmazás

E csoportba tartoznak a szanki, kardoskúti gázüzemek, valamint az SZKFL—D és —DD üzemek stb. Az üzemekben alkalmazott berendezések az időben változó nyomás-, mennyiségi és minőségi viszonyok miatt különbözők.

A leművelés kezdeti időszakában a rétegenergia általában elegendő arra, hogy fojtószelepes gázexpanziós technológiával biztosítsuk a gáz megfelelő előkészítését. A mező leművelésének előrehaladásával arányosan csökken a belépő gáz nyomása, és szükségessé válik a gáz mesterséges hűtése a kívánt szállítási paraméterek biztosítására. Általánosan elterjedt gyakorlat erre a célra ammóniás vagy propános hűtőkörök alkalmazása. Később a rétegnyomások további csökkenésével már nyomásfokozó kompresszorok is szükségesek a gáz távvezetéki táplálásához.

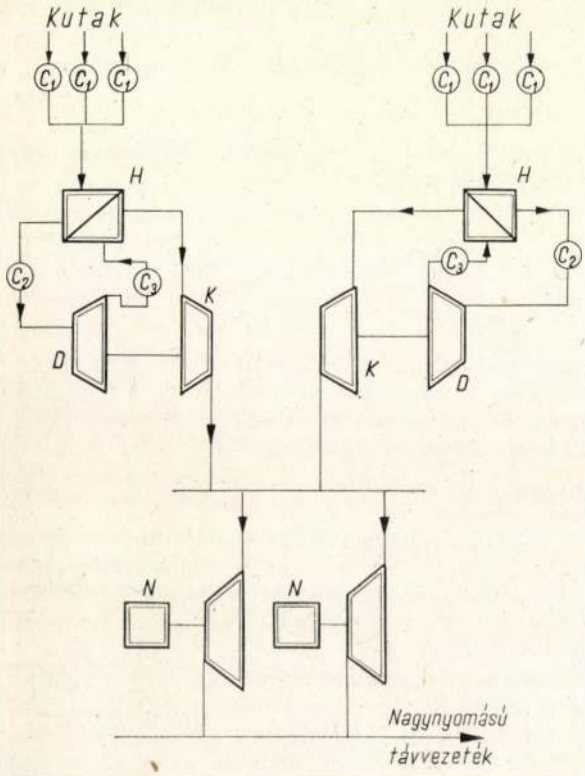
Az ismertetett gáz-előkészítési rendszer—folyamat kritikus pontjai: a mesterséges hűtőkörök megépítése, az azzal járó nagy tőkebefektetés, a terület- és létszámigény, valamint a jelentős üzemeltetési költségek, az energia- és vízigények.

Mindezek sürgetően vetették fel azt a kérdést, hogy e beruházási és üzemeltetési szempontból igen drága, bonyolult hűtőrendszerek helyett egyszerűbb és olcsóbb berendezések kialakíthatók-e, illetve használhatók-e? A szovjet gázipar szakemberei ezen az úton haladva jutottak el a hűtőkörökkel egyenértékű, de jóval egyszerűbb és gazdaságosabb expanziós munkagépek felhasználhatóságáig.

Megvizsgálva a detanderek különböző típusait, kiderült, hogy a legmegfelelőbbek erre a célra a már kísérleti stádiumban levő turbódetanderek. Ha a kezdeti időszakban sokan még kétségbe is vonták azt, hogy e

berendezések alkalmasak lehetnek teljesen helyettesíteni a mesterséges hűtőköröket [6], akkor a Sebelinka-mezőben végzett nagyüzemi kísérletek eredményei, sikerei minden ilyen kétséget eloszlattak [5].

A mező e kísérletekre kijelölt rétegének nyomása már oly mértékben lecsökkent, hogy a gázelőkészítéshez gépi hűtésre, a nagynyomású távvezetékbe való betáplálláshoz pedig nyomásfokozásra lett volna szükség a hagyományos technológiák alkalmazása esetén. A nagyüzemi kísérlet során a mesterséges hűtőkörök helyett a következő megoldást alkalmazták a gáz előkészítésére *(1. ábra)*.



1. ábra
A gáz előkészítése turbódetanderekkel. C_1, C_2, C_3 — szeparátorok; H — hőcserélők; D — turbódetanderek; N — nyomásfokozó kompresszorok

A belépő 48 att-s gázt előszeparálják *(C_1)*, majd gáz-gáz hőcserélőben előhűtik *(H)* a már előkészített hideg gázzal. Az így kiváló kondenzátumot szeparátorban *(C_2)* leválasztják, majd a gázt turbódetanderben *(D)* expandáltatják (expanziós viszony kb. 1,2), miközben a hőmérséklete adiabatikusan csökken −38 C°-ig. Az ennek során kiváló kondenzátumot szeparálják *(C_3)*, és a szállításra most már előkészített hideg gázt hőcserélés után a turbódetanderrel egy tengelyen levő nyomásfokozó kompresszorral *(N)* komprimálják a szükséges távvezetéki indítónyomás értékére.

Az ismertetett megoldás alapján végzett gazdasági számítások minden kétség nélkül igazolták a megoldás előnyeit [5]. Ennek bemutatására érdemes összehasonlítani a többlet-gazolinkihozatal szempontjából a különféle hidegenergiát igénylő technológiákat:

— ammóniás hűtőkör optimálisan akkor használható, ha a gáz kondenzátumtartalma minimálisan 3,9 g/gnm³;
— a propános hűtőköröknél ez az érték minimálisan 3,74 g/gnm³ kell hogy legyen, és a turbódetanderek alkalmazása esetén a határérték már 0,83 g/gnm³-ra csökkenhet,

vagyis kb. negyedannyi gazolintartalom esetén is versenyképesek, gazdaságosak a turbódetanderek az ammóniás hűtőkörökhöz viszonyítva, sokkal kedvezőbb beruházási, üzemeltetési és energiafelhasználási feltételek mellett.

Különös jelentőségű az átemelő—nyomásfokozó kompresszorok helyes kiválasztása. A vizsgálatok szerint [5] e célra a legmegfelelőbbek a repülőgép-hajtóműből átalakított gázturbinaegységgel hajtott turbókompresszorok.

Szemléletes képet kapunk erre, ha összehasonlítjuk az AGTU—6000 típusú gázturbinát — amelynek teljesítménye 6000 kW — az ugyancsak szovjet gyártmányú, ismert, 10 KGN típusú dugattyús gázmotorkompresszorral (amilyet pl. Kardoskúton építenek be); megállapítható, hogy a tőkebefektetés kilencszer, az üzemeltetési költség pedig másfélszer nagyobb a dugattyús gép esetén.

Az eddigieket összegezve elmondhatjuk, hogy ezeket a berendezéseket gázelőkészítő üzem hűtőegységeiként elsősorban akkor célszerű alkalmazni, amikor a gáz rétegenergiája már nem tudja biztosítani az egyszerűbb előkészítést, szükséges a gépi hűtés és a nyomásfokozás. Természetesen ezek az adatok ma még csak a már szériában gyártott T—3 M típusú berendezésre vonatkoznak. Az intenzív fejlesztés-kutatás alapján azonban várható, hogy a berendezések választéka, típuscsaládja tovább fog bővülni, így alkalmazhatóságuk kiterjeszthető a gáztermelés, -szállítás, -előkészítés, -feldolgozás teljes vertikumára.

Expanziós munkagépek alkalmazása egyéb területen

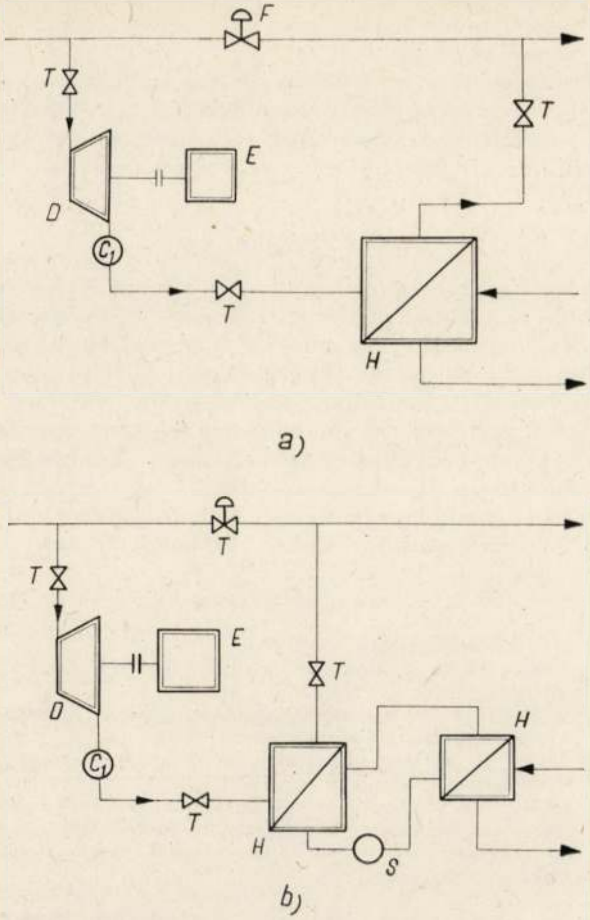
A felhasználási területhez tartozó géptípusokat elsősorban a gáz meglevő nyomási energiájának gazdaságosabb felhasználása jellemzi. Az alábbiakban ismertetett néhány példa jól megvilágítja az itt rejlő lehetőségeket.

a) Gázátadó állomások

Az állomásokra belépő nagynyomású, 20—40 att-s gázt detanderben expandáltatjuk a 6 att-s átadási nyomásra. Ennek során a gáz hőmérséklete lényegesen csökken. Az itt termelt hidegenergiát hőcserélőben közvetlenül *(2. ábra)* vagy egy közvetítő közeg segítségével lehet hasznosítani. Az alkalmazandó megoldást a hidegenergia-felhasználó üzembiztonsági követelményei határozzák meg.

Az expandáltatás során a detander által termelt mechanikai munka generátorban vagy más munkagépben (pl. kompresszorban, szivattyúban) hasznosítható. Üzemzavar esetén az átadó megfelelő tolózárának elzárásával biztosítható a fogyasztó zavartalan gázellátása. Az így termelt hidegenergiát például hűtőházakban vagy élelmiszeripari célokra, esetleg levegő, illetve víz hőmérsékletének csökkentésére lehet felhasználni [7]. Ilyen rendszer alkalmazása megköveteli, hogy a technológiai folyamat berendezései blokkos kivitelben készüljenek, amely biztosítja e berendezések

gyors üzembe helyezését és esetleges könnyű mozgathatóságát.



2. ábra
Gázátadó állomások expanziós nyomáslépcsőjének hasznosítása detanderrel. a) — közvetlen hűtés; b) — közvetett hűtés; T — tolózár; D — detander; C_1 — szeparátor; F — fojtószelep; E — energiaátalakító munkagép; H — hőcserélő; S — szivattyú

b) Portábilis gázelőkészítő technológiák

Különös figyelmet érdemel pl. a detanderek beépítése az OLAJTERV tervezte portábilis gázelőkészítő technológiákba, ami javíthatja a leválasztás-előkészítés hatásfokát, és pótolhatja-helyettesítheti az ide tervezett ammóniás hűtőkört [8].

c) Nagy inerttartalmú gázok hasznosítása

Jelentős szerepet játszhat a detanderek felhasználása például nagy CO_2-tartalmú gázok dúsításában. Magyarországon igen jelentős, nagy inerttartalmú gázkészletek vannak, így e problémakör megoldása rendkívül fontos feladata a hazai kőolaj- és gáziparnak [9]. E téren különös figyelmet érdemel a *csavardetander*, amely megfelelő konstrukciós kialakításban alkalmas lehet kisnyomású szén-dioxidos gázok szénhidrogénekben történő dúsítására.

A berendezés — egyszerűségéből adódóan — jelentős mértékben csökkentheti ilyen esetben a beruházási költségeket, és ennek megfelelően jelentősen lerövidítheti az üzembe helyezhetőség idejét, csökkentve az üzemeltetési költségeket is.

Az itt felsorolt lehetőségek is megfelelően utalnak az expanziós munkagépek előtt álló perspektívákra.

Pozitívan értékelhető e téren, hogy a Szovjetunióban az utóbbi évek jelentős anyagi-szellemi ráfordításait és erőfeszítéseit az elért eredmények igazolták.

Ma már a TKO 25/64 típusú berendezést — amelynek alapegysége a korábban már említett T—3 típusú turbódetander — már sorozatban gyártja és alkalmazza a szovjet ipar, annak ellenére, hogy néhány évvel ezelőtt az első turbódetanderek még csak kísérleti célokkal működtek a kijelölt mezőkben.

Expanziós munkagépek az olajkísérő gázok előkészítésében

A Szovjetunióban az 1960-as évek végén — az olajkísérő gázok hatékonyabb előkészítésére — egy új expanziós géptípussal kezdődtek meg az üzemi kísérletek.

A feladat különösen nehéz volt, mivel az olajkísérő gázok nagy mennyiségű — propán-butánnál nehezebb — szénhidrogént is tartalmaznak, így elkerülhetetlen az expanzió folyamán az intenzív kondenzátumkiválás. A feladat ennek megfelelően az alkalmazandó expanziós munkagép hatásfokának lényeges csökkenése nélkül biztosítani a forgórész szabad térfogataiban a kondenzátumkiválást, megőrizve a gép hosszabb idejű üzemeltethetőségét és megbízhatóságát. Erre a legmegfelelőbbnek mutatkozott egy új típus: a csavardetander, amelyet egy már sorozatban gyártott csavarkompresszorból fejlesztettek ki. A kezdeti kísérletekben vezető szerepet játszott a Krasznodari Műszaki Egyetem Alkalmazott Hőtechnikai Tanszéke, *G. E. Zarnyickij* professzor vezetésével.

A tanszék a kísérlet kezdeti fázisában levegő expanzióját vizsgálta egy 14 VK típusú csavarkompresszorból átalakított csavardetanderben. A sikeres laboratóriumi kísérletek alapján — amelyek megmutatták a géptípus alkalmasságát [12, 13] — kezdődtek meg egy Krasznodar melletti mezőben a nagyobb teljesítményű csavardetander ipari kísérletei [14].

Az üzemi kísérletekhez alkalmazott 7 VDG típusú csavardetandert kazanyi gyártmányú, 7 VKG 25/5 típusú olajfeltöltéses csavarkompresszorból alakították ki. A gép legfontosabb szerkezeti elemei:

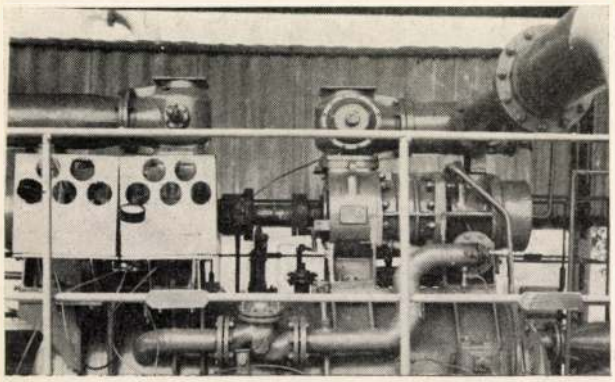
— a két rotor, amely konvex és konkáv profilú, nagy emelkedésű, több menetű (a 7 VDG típusnál 4—6), csavarmenetszerű profillal (esetünkben szimmetrikus, ún. körprofilú fogakkal) készült;
— a léghűtéses ház, valamint
— a gördülő-csapágyazás és
— a szinkronizáló fogaskerékpár, amely a két rotor profiljainak érintkezését akadályozza meg [15,16].

A 7 VDG típusú detander főbb paraméterei [11]:

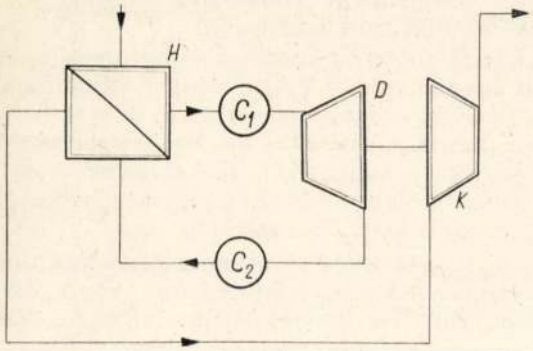
— a rotor átmérője	315 mm,
— a rotor hossza	285 mm,
— kapacitás	110 nm³/min, (158 Enm³/nap),
— optimális expanziós viszony	6,
— belépőnyomás	9 att,
— kilépőnyomás	1,5 att,
— hőmérsékletesés	70 C°,
— a kilépő gáz minimális hőmérséklete	−65 C°,
— a nyert hasznos munka	55 kW,

— a számításhoz alkalmazott belső hatásfok 65%,
— számított hűtőteljesítmény 150 000 kcal,
— fordulatszám 3000 min^{-1}.

A csavardetanderrel közös tengelyen egy azonos sorozatú, 7 VKG típusú csavarkompresszor üzemelt, amely a 7 VDG típusú csavardetander által termelt mechanikus munkát használta fel a már szeparált, kondenzátumtól mentes gáz visszakomprimálására. A 7 VDG 110/8 típusú csavardetandert a 7 VKG 25/5 típusú csavarkompresszor olajfelfogójára szerelték fel, így a gépegység teljes mérete: 2960×2130×2080 mm; ez az elrendezés kedvező a helykihasználás optimalizálására és a portábilis kivitelű sorozatgyártásra *(3. ábra)*.



3. ábra
7 VDG—7 VKG típusú csavardetander—kompresszor gépegység az olajfelfogó tartályra felszerelve



4. ábra
Olajkisérő gázok előkészítése csavardetanderes technológiával. H — hőcserélő; C_1, C_2 — szeparátorok; K — csavarkompresszor; D — csavardetander

A Krasznodar melletti Csernomorszkij NGDU Zibre lelőhelyén felszerelt kísérleti berendezés elvi sémáját a *4. ábra* mutatja.

Az egyszerűség kedvéért a séma nem tünteti fel a levált kondenzátum további útját, feltételezzük azonban, hogy e kondenzátum hidegenergiáját is hasznosítjuk a technológiai folyamatban.

A berendezésben kapott paraméterek a 600 órás folyamatos üzem után is jó megközelítéssel megegyeztek a számított értékkel, és a csavaron a jelentős mennyiségű kondenzátumkiválás ellenére sem volt tapasztalható semmiféle mérhető kopás vagy elváltozás. A technológiai folyamatra elvégzett [11] gazdaságossági számítások szerint egy 10 egységből álló (5 db 7 VDG és 5 db VDG 17 típusú csavardetander és csavarkompresszor) gázelőkészítő egység tőkebefektetése még a rendkívül alacsony belső szovjet kondenzátumárak esetén is kb. egy év alatt megtérül, és ez esetben még nincs figyelembe véve a csavardetander által termelt mechanikai munka sem, ami tovább növeli a gép gazdaságosságát.

Ennek alapján a kísérletek sikeres befejezésével a kísérleti berendezések már ipari fejlesztés alatt állnak, amit egyértelműen követni fog a csavardetanderek további intenzív fejlesztése és iparszerű alkalmazása.

Összefoglalás

Megállapítható, hogy az expanziós munkagépek a kőolaj- és gázipar legperspektivikusabb berendezései közé tartoznak [19, 20], amelyek progresszíven fogják befolyásolni az iparág energiamérlegét, növelve meglevő természeti kincseink gazdaságosabb felhasználását. A gyakorlati tapasztalatok és a fejlesztés irányai alapján a szabadgázos technológiákban — a nagyobb nyomásszintek figyelembevételével — elsősorban a *turbódetanderek*, a kísérőgázos technológiákban pedig a *csavardetanderek* intenzív elterjedése várható.

IRODALOM

[1] Kompresszorkatalógus, CKD, Prága.
[2] *Arharov, A. M.:* Kriogennüe porsnevüe detanderü. Masinosztroenie, Moszkva, 1974.
[3] *Épifanova, V. I.:* Nizkotemperaturnüe radial'nüe turbodetanderü. Masinosztroenie, Moszkva, 1974.
[4] *Valdes, A. R.:* Use expander cycles for LPG recovery. Hydrocarbon Processing Dec. (1974).
[5] *Jazük, V. V.:* Énergeticseszkaja szisztema gazokondenszatnüh mesztorozsdenij, obusztroennüh turboholodil'nümi usztanovkami v kompreszszornüj period ékszpluatacii. Doktori disszertáció, 1975.
[6] *Korotaev, J. P.—Gvozder, B. P.—Gricenko, A. I.—Szarkiszjan, L. M.:* Podgotovka gaza k transzportu. Nedra, Moszkva, 1973.
[7] *Zarnickij, G. E.:* Teoreticseszkie osznovü iszpol'zovanija énergii davlenija prirodnogo gaza. Nedra, Moszkva, 1968.
[8] Portábilis földgáz-előkészítő berendezéssor. Műszaki ismertető. OLAJTERV, Budapest.
[9] VEGYTERV-tanulmány.
[10] *Csernavölgyi L.:* A nagy inerttartalmú magyar földgázkészlet hasznosításának néhány változata. BME kézirat, Budapest, 1974.
[11] *Zarnickij, G. E. i dr.:* Primenenie vintovogo naszoszakompreszszora v szisztemah podgotovki neftjanogo gaza na promüszlah. VNIIOÉNG, Moszkva, 1974.
[12] *Zarnickij, G. E.—Repin, A. M.—Korneev, A. M.:* Vintovüe detanderü dlja iszpol'zovanija izbütocsnoj énergii davlenija prirodnogo gaza na promüszlah. VNIIGazprom, Moszkva, 1972.
[13] *Repin, L. A.:* Iszszledovanie vintovogo detandera dlja prirodnogo gaza. Kand. disszertáció, Krasznodár, 1972.
[14] *Zarnickij, G. E. i. dr.:* Razrabotka i iszszledovanie opütnopromüszlennoj usztanovki sz vintovümi detanderami i kompreszszorami dlja obrabotki poputnogo gaza na promüszlah. Otcset KPI, Krasznodár, 1972.
[15] *Szakun, J. A.:* Vintovüe kompreszszorü. Masinosztroenie, Moszkva, 1970.
[16] Insztrukcija po obszluzsivaniju vintovogo kompreszszora 7VKG25/5. SZKBK, Kazany.
[17] *Szmirnov, A. Sz.:* Szbor i podgotovka neftjanogo gaza na promüszle. Nedra, Moszkva, 1971.
[18] *Kaszparjanc, K. Sz.:* Promüszlovaj podgotovka nefti i gaza. Nedra, Moszkva, 1973.
[19] *Jakovlev, A. J.:* Voproszü tehnicseszkogo pereosznascsenija otraszli. Gazovaja Promüszlennoszt' **9** (1974).
[20] *Orudzsev, Sz. A.:* Zadacsi razvitija gazovoj promüszlennoszti v zaversajuscsem godu devjatoj pjatiletki. Gazovaja Promüszlennoszt' **1** (1975).
[21] *Nagy Z.:* Expanziós munkagépek — a kőolaj- és földgázipar új gépei. 1. r. Kőolaj és Földgáz **2** (1977).

A Tiszai Kőolajipari Vállalat tervezett vízgazdálkodási rendszere

LELKESI JÓZSEF

A TIFO vízgazdálkodási rendszerét a környezeti tényezők és a mai vízgazdálkodási követelmények figyelembevételével alakították ki. Többszörös vízhasználatot valósítanak meg.

Az egyes szennyvízféleségeket elkülönített vízelvezető rendszereken vezetik el. Mechanikai, kémiai és biológiai tisztítást terveznek, a keletkező iszapokat pedig elégetik.

A Tiszai Kőolajipari Vállalat (TIFO) vízgazdálkodási rendszerének kialakításában döntő jelentőségű volt az a tény, hogy a TIFO Leninváros térségében települt.

A Tiszai Vegyi Kombinát és a Tiszai Erőmű Vállalat közelsége a vízgazdálkodási rendszer vízellátási oldalát határozta meg, mivel külön csak a TIFO-t kiszolgáló vízkivételi műveket létesíteni nem volt célszerű. Így a szükséges ivóvizet a Tiszai Vegyi Kombinát, az ipari vizet pedig a Tiszai Erőmű Vállalat szolgáltatja. A TIFO keretátadással járult hozzá a meglevő vízellátó rendszerek bővítéséhez.

A talajvíz és a Tisza védelme érdekében hozott szigorú előírások meghatározták a szennyvízelvezetés módját, a szennyvíztisztítás technológiáját.

Mindezek mellett a vízgazdálkodási rendszer kialakításához figyelembe vettük a használt vizek újrafelhasználhatóságát (cirkulációs rendszerek kialakítását) a minél kisebb mennyiségű pótvíz felhasználása és a lehető legkevesebb szennyvíz kibocsátása érdekében *(1. ábra)*.

A finomító működéséhez háromféle minőségű víz szükséges:

— ivóvíz,
— előlágyított ipari víz,
— nyers Tisza-víz.

Az *ivóvíz* a TVK ivóvízhálózatáról érkezik. Az átvett víz maximális mennyisége 1000 m³/nap, átlagosan pedig 550 m³/nap, nyomása 5 att. A TVK—TIFO ivóvíz-szolgáltatási szerződésben az ivóvíz-felhasználás az 1000 m³/nap mennyiségen belül 50 m³/h max. értékben van rögzítve. A területen felállított 356 m³-es gombafejes víztorony biztosítja csúcsfogyasztás idején az 50 m³/h fölötti mennyiséget.

A kétféle minőségű iparivíz-pótvizet *(előlágyított és nyers Tisza-víz)* a Tiszai Erőmű Vállalat szolgáltatja. Az *előlágyított ipari vizet* a Tisza-víz meszes lágyításával állítják elő a következő minőségi jellemzőkkel:

lebegőanyag-tartalom	10—30 mg/l,
hőmérséklet	max. 30 C°,
pH	9,5—10,5,
összes keménység	2,3—8,4 nk°,
állandó keménység	0,3—4,4 nk°,
változó keménység	2—4 nk°,
sótartalom	100—150 mg/l.

A víz NA 300-as acélvezetéken, 6 att nyomáson érkezik. A recirkulációs vízmű pótvizeként 80—90 m³/h, a vízlágyítóban kazántápvíz előállítására 20—30 m³/h mennyiséget használnak fel.

Finomítói tűz esetén lehetőség van 400 m³/h intenzitással a tűzivíztartályok töltésére.

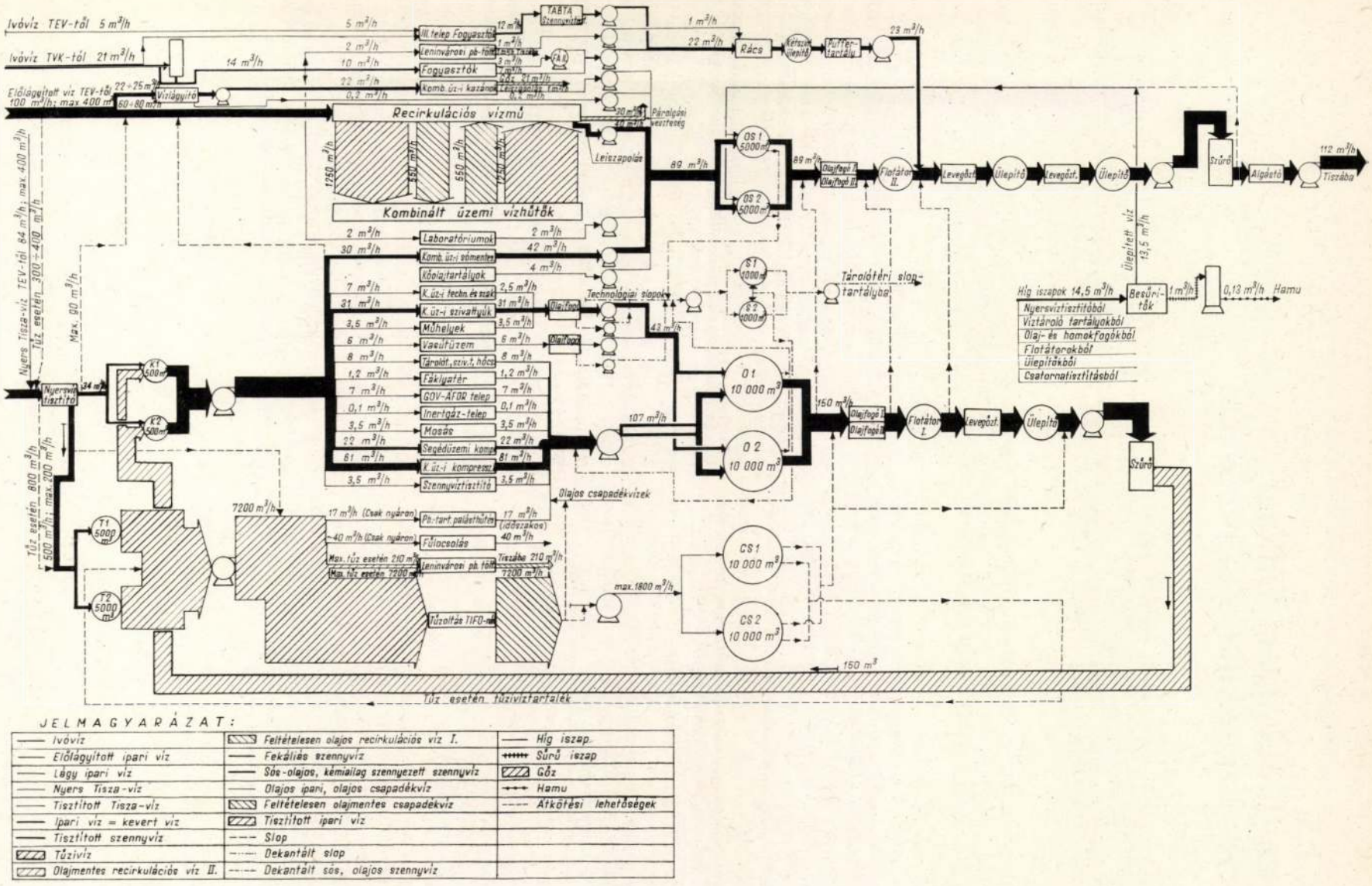
A recirkulációs vízmű feladata a technológiai kombinált üzem vizes hűtőinek, kondenzátorainak, szivattyúinak hűtővízzel való ellátása. A vízmű szivattyúi az 1700—1800 m³/h vízmennyiséget 4 att nyomáson szállítják. A kombinált üzemben két különálló hűtővízkört alakítottak ki. Az egyikben a hűtővíz nyomása kisebb a termékoldali nyomásnál, a másik ágon a hűtővíz nyomása nagyobb. A felmelegedett (kb. 38 C°-os) víz a szokásostól eltérő módon, nyomás alatt érkezik vissza a recirkulációs vízmű hűtőtornyaira. A tornyok alatti medencében lehetőség van olajlefölözésre, és innen történik a rendszer leiszapolása is. Amennyiben azon az ágon, melyen olajszennyezés előfordulhat, a szénhidrogén-érzékelők jeleznek, lehetőség van ezt a vízáramot először az olajfogóra és csak ezután a hűtőtoronyra irányítani. Ilyenkor 550 m³/h mennyiség kezeléséről van szó. A leiszapolás, a párolgási és egyéb veszteségek pótlása a szivattyúk szívóaknájában történik. A cirkuláltatott víz kezelésére nátrium-hipoklorid- és réz-szulfát-adagolás van tervezve.

A kombinált üzemi hőhasznosító kazán kazántápvizének előállítására 20 t/h kapacitású vízlágyító épül. Az előlágyított ipari víz kavicsszűrő után kation- és anioncserélő oszlopokon halad át, és jut egy kiegyenlítő lágyvíz-tartályba. Innen a finomítóból összegyűjtött tiszta kondenzvízzel együtt szivattyúk továbbítják a kombinált üzembe, ahol felhasználás előtt előmelegítik. Téli időszakban, amikor nagy mennyiségű kondenzvíz érkezik, a vízlágyító nem, vagy csak csökkentett kapacitással fog üzemelni.

A Tiszai Erőmű Vállalattól érkező *nyers Tisza-víz* eredeti állapotában üzemi felhasználásra nem alkalmas. A víz legfontosabb minőségi jellemzői:

pH	6,8—7,6,
sótartalom	165—225,
lúgosság	1,8—2,5 mgekv./l,
összes keménység	6—10 nk°,
változó keménység	5—7 nk°,
állandó keménység	0,9—2,7 nk°,
klorid	15—39 mg/l,
szulfát	26—34 mg/l,
lebegőanyag-tartalom	63—1714 mg/l.

A felhasználásra alkalmas 50 mg/l alatti lebegőanyag-tartalmú víz előállítása érdekében a nyers vizet



1. ábra
A TIFO I. ütem tervezett vízforgalmi folyamatábrája

tisztítani kell. Erre a célra a Tatabányai Szénbányák CIKLOFLOK-eljárását fogják alkalmazni. Az eljárás lényege az alumínium-szulfonáttal kezelt víz kvarchomok szemcsékkel gyorsított ülepítése.

A tisztításra kerülő víz mennyisége az igényektől függően változó, maximálisan 300 m³/h. A tisztított víz kettős célt szolgál:

— pótolja az iparivíz-hálózat veszteségeit,
— biztosítja a tűzivízhálózat vízfogyasztóinak vízigényét.

Az iparivíz-rendszer szintén cirkulációs vízrendszer, hűtésre és általános ipari célokra szolgál. Legfontosabb felhasználók:

— a kombinált technológiai üzem,
— a szennyvíztisztító (szűrőmosás stb.),
— a karbantartó műhelyek,
— a tárolótér,
— a kompresszorok,
— az ÁFOR-telep.

A cirkuláltatott víz mennyisége kb. 150 m³/h. A rendszer veszteségeinek pótlása a nyersvíz-tisztító mellett elhelyezett puffertartályokban történik. Ide érkezik a szennyvíztisztítóból a megtisztított ipari víz is. A hálózatot tápláló szivattyúk biztosítják a 6 att víznyomást.

A tisztított víz másik része a tűzoltóhálózatot táplálja normál üzemmódban. A finomító tűzvédelmét szolgálja a külön erre a célra épülő tűzivíz-szivattyúház, két 5000 m³-es tűzivíztartály és a minden létesítményt körülvevő tűzivízhálózat. Normál körülmények között a szivattyúházban elhelyezett kis kapacitású szivattyúk 6 att nyomáson tartják a hálózatot.

Ez a hálózat látja el a pb-tároló teret hűtővízzel, és erről történik a füvesített területek locsolása is.

Tűzvédelmi szempontból a TIFO területe négy részre osztható:

— üzemi terület,
— tárolótér,
— cseppfolyósgáz-tároló tér,
— igazgatási terület.

A 4/1974. sz. BM-rendelet alapján két tűzesettel kell számolni egyidejűleg, mely egyúttal a biztosítandó mértékadó vízmennyiséget is meghatározza. Nálunk ez 120 m³/min vízszállítási intenzitásnak felel meg. A hálózat méreteit is ennek megfelelően alakították ki.

Tűz esetén a két 5000 m³-es tartály vízmennyisége, valamint egy 10 000 m³-es feltételesen olajmentes csapadékvíztartály vízmennyisége áll rendelkezésre. Ebben az esetben a nyers ipari víz és az előlágyított ipari víz tápvezetéke a tisztító megkerülésével 800 m³/h intenzitással a tűzivíztartályokat táplálja.

A tűzivíz-szivattyúházban három, egyenként 60 m³/min szállítóképességű szivattyú biztosítja a hálózat 12 att nyomását és az oltóvízigényt. A tűzivízgerincvezetékekhez 3000 l/min vízmennyiség leadására alkalmas egyedi tűzcsapok csatlakoznak.

A tűzivíz-szivattyúház vízüzemi irányítói központjába futnak be az ivó-, ipari- és tűzivízrendszer, valamint a szennyvíztisztító jelzései, melyek segítségével a finomító vízgazdálkodása irányítható és szabályozható.

Röviden a talajvízvédelmi előírásokról

Az ÉVIZIG a terület alatt elhelyezkedő ivóvízkészlet megóvása érdekében a vízelvezetés megoldásait előírta. Így a fekáliás gravitációs csatornák anyaga azbesztcement nyomócső, míg a többi elvezető acélból készül. Olyan helyeken, ahol szénhidrogén-elfolyás, -csepegés előfordulhat, betontálcákat alakítanak ki. A talajvíz minőségének ellenőrzése céljából a vállalat köré tizenkét talajvízfigyelő kutat telepítettek. Az ÉVIZIG előírta, hogy a kutak vízminőségét az 1977. év végéig negyedévenként, azután pedig havonta vizsgálni kell.

A keletkező szennyvizeket minőségük szerint elkülönített rendszerek vezetik el.

Ennek megfelelően alakítottuk ki a

— fekáliás,
— a sós-olajos kémiailag szennyezett víz,
— az olajos ipari és olajos csapadékvíz
— és a feltételesen olajmentes csapadékvíz elvezetésére szolgáló rendszereket.

A *fekáliás szennyvíz* elvezetése gravitációs csatornákon, szennyvízátemelőkön és nyomóvezetékeken történik a szennyvíztisztító telepre.

A *sós-olajos, kémiailag szennyezett szennyvíz* keletkezési helyei:

— a technológiai kombinált üzem sómentesítője,
— a recirkulációs vízmű,
— a laboratóriumok,
— az etilező és
— a kőolajtároló tér.

A sómentesítő szennyvize nyomás alatt távozik. A többi szennyvizet külön erre a célra létesített szennyvízátemelő szivattyú továbbítja felszín fölött elhelyezett vezetéken a kiegyenlítő és vésztároló tartályokba. A 80—100 m³/h szennyvíz részére két 5000 m³-es, föld fölötti acéltartály épül. Feladata a szennyvíz minőségi, mennyiségi kiegyenlítése és vésztárolása. A tartályokban lehetőség van a felúszó olaj úszótányérokkal történő lefölözésére is.

Az iparivíz-rendszer fogyasztói által kibocsátott *olajos ipari szennyvizek* az olajos csapadékvizekkel együtt a tárolótéren gravitációs telt szelvényű acélcsatornákon a központi szennyvízátemelő olajos rekeszébe kerülnek, ahonnan szivattyú továbbítja az olajos ipari és olajos csapadékvíz két 10 000 m³-es tartályába. A kombinált üzem, vasútüzem, műhelyek olajos szennyvizei átemelő segítségével nyomóvezetéken érkeznek a kiegyenlítő és vésztárolótartályba. Hasonlóan az 5000 m³-es tartályhoz, itt is lehetőség van az olaj lefölözésére.

A *feltételesen olajmentes csapadékvíz* olyan területekről származik, amelyeken csak véletlenszerű szennyeződés lehetséges. A vízelvezető rendszer a központi szennyvízátemelőig gravitációs acélcsatorna. A csapadékvíz az átemelő úgynevezett „tiszta" rekeszéből két 10 000 m³-es csapadékvíztartályba kerül. Ebből az egyik tűzivíztartalékként állandóan töltött állapotban tartandó.

A föld fölötti kiegyenlítő és vésztárolótartályokból a lefölözött vizes slop gyűjtőzsompból két 1000 m³-es tartályba kerül. Ide érkeznek a finomítói slopok is. Víztelenítés után lehetőség van újrafelhasználásra

a kombinált üzemben, vagy az iszapégetőnél fűtőanyagként való hasznosítására.

A szennyvizek tisztítására létesülő szennyvíztisztító műnek a kibocsátandó szennyvízre vonatkozóan szigorú követelményeknek kell eleget tennie. Az olajos ipari és olajos csapadékvizek tisztítójának pedig biztosítania kell, hogy a tisztított víz újra felhasználható legyen.

A fekáliás szennyvíz tisztításának első állomása egy darálószivattyú, mely után a szennyvíz kétszintes ülepítőbe kerül.

Az ülepített víz puffertartályba jut, ahonnan egy szivattyú egyenletesen, 20—30 m³/h mennyiségben továbbítja a biológiai tisztító levegőztető medencéje elé. A kirothadt iszapot sűrítik, majd elégetik.

A sós-olajos, kémiailag szennyezett szennyvíz főbb minőségi jellemzői:

olajtartalom	200—1000	mg/l,
sótartalom	kb. 1500	mg/l,
KOI	500—700	mg/l,
kloridok	80—150	mg/l,
szulfid	max. 50	mg/l,
fenolok	3—5	mg/l,
merkaptánok	5—15	mg/l,
ammóniumion	kb. 20	mg/l,
pH	8,5—9,0	
hőmérséklet	40 C°.	

A tisztítás első fokozata egy olajfogó. A szennyvíz tartózkodási ideje két óra. A felúszó olajat és a kiülepedett iszapot kaparószerkezet távolítja el. A tisztított víz — mely ezután főleg emulziós olajokat tartalmaz — flotáló berendezésbe kerül. A pH beállítása és az alumínium-szulfát bekeverése a flotátor előtt történik. A flotálást nyomás alatt, levegővel telített vízzel végzik. Erre a célra a flotátorból távozó tisztított víznek kb. 40%-át használják föl. A flotátor után keveredik a víz az előtisztított fekáliás szennyvízzel, biogén adalékkal és a visszavezetett eleven iszappal, és jut a biológiai tisztító levegőztető medencéjébe. Az oxigénbevitelt függőleges tengelyű levegőztető rotorok biztosítják.

A tartózkodási idő 4 óra. Az eleveniszap elválasztása ülepítőben történik. A tisztított szennyvíz ekkor belép a biológiai tisztítás második fokozatának levegőztető medencéjébe, ahol 8 óra a tartózkodási ideje.

Ülepítés után a vizet szivattyú továbbítja kavicsszűrőn át az algás tórendszerbe. Szűrő után a szennyvíz garantált minősége:

olajtartalom	3—5	mg/l,
fenolok	0,1	mg/l,
foszfát	4,0	mg/l,
nitrát	20,0	mg/l,
BOI_5	20,0	mg/l,
KOI	75,0	mg/l,
sótartalom	2000	mg/l,
oldott oxigén	1—2	mg/l,
pH	8,5	
szulfid	0,1	mg/l.

Az algás tórendszer 4800 m³/nap szennyvízre van méretezve. Az átfolyás sorrendjében a tavak térfogata a következő:

algás tó	120 000 m³,
nádas tó	60 000 m³,
halastó	60 000 m³.

Az algás tórendszer után átemelő szivattyútelep továbbítja a tisztított szennyvizet a Tiszába. Az ÉVIZIG előírta a tisztított szennyvíz mennyiségének mérését és regisztrálását, minőségének mérését.

Az *olajos ipari és olajos csapadékvizek* a 10 000 m³-es kiegyenlítő és vésztárolótartályokból gravitációsan jutnak a tisztítóba. A szennyvíz minősége:

olajtartalom	400—1000	mg/l,
KOI	250—350	mg/l,
lebegőanyag-tartalom	100—200	mg/l,
sótartalom	800	mg/l,
klorid	80—100	mg/l,
szulfát	60—80	mg/l,
pH	6—7.	

A 200 m³/h kapacitásra tervezett tisztítósor olajfogóból, flotátorból, egylépcsős biológiai tisztítóból és kavicsszűrőből áll. A tisztított víz (olajtartalma 10 mg/l, lebegőanyag-tartalma 50 mg/l alatt lesz) visszakerül az üzemekbe újrafelhasználásra.

A *feltételesen olajmentes csapadékvíz* bevezethető mindkét említett tisztítósorra.

Az olajos ipari és olajos csapadékvíz tisztítósorán való felhasználás az erőműtől vételezett nyers Tisza-víz mennyiségének csökkentését eredményezi.

A szennyvíztisztítás és nyersvíztisztítás során keletkező mintegy 350 m³/nap híg iszapot sűrítik, majd elégetik.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Előzetes értesítés a XVI. Vándorgyűlésről

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya 1977. szeptember 24—27-e között rendezi meg soron következő XVI. Vándorgyűlését Balatonfüreden.

A vándorgyűlésen a *Hatékonyabb szénhidrogén-termelés* lehetőségeit fogjuk megvitatni a következő szekciókban:

Mélyfúrás, Rezervoármérnöki tudományok, Termelés, Szállítás, Tervezés-beruházás.

A szénhidrogén-energiahordozók hasznosításán kívül külön szekcióban fogjuk tárgyalni a hazánkban nagy jelentőségű termálvíz-kutatási, -termelési és -hasznosítási kérdéseket is.

A vándorgyűléssel kapcsolatban az alábbi tájékoztatást adjuk:

a résztvevők elhelyezése az Annabella Szállóban történik;

a fizetendő részvételi költség tartalmazza:

a kongresszus részvételi díját,

a szállodai elhelyezést 3 éjszakára,

félpanziós ellátást (reggelit és ebédet).

Kedvezményes vacsorajegyek a helyszínen kaphatók.

A részvételi díj az előadások helyszínen átadandó anyagát is tartalmazza.

Kívánságra a szállodai költségről külön számlát adunk.

A részvételi költségek:

— egyágyas elhelyezés esetén:	2100 Ft/fő
— kétágyas elhelyezés esetén:	1520 Ft/fő
— kísérő részére	850 Ft/fő.

Jó szerencsét!

Hangyál János
a Szakosztály elnöke

Pollok László
a Szervező Bizottság elnöke

Díszdoktoravatás a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen

1976. december 21-én a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, annak több mint negyedszázados fennállása óta ötödik alkalommal díszdoktoravatás volt. Az Egyetem Tanácsa ünnepi tanácsülés keretében tiszteletbeli doktorokká avatta:

Dr. VENDEL MIKLÓS *Kossuth*-díjas akadémikust, a Földtan-Teleptani Tanszék volt vezetőjét, a földtudományok terén elért kimagasló tudományos eredményei és a bányászati felsőoktatásban szerzett érdemei elismeréséül;

Dr. h. c. mult., dr. TÁRCZY-HORNOCH ANTAL *Kossuth*-díjas és Állami díjas akadémikust, a Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék volt vezetőjét, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének nyugalmazott igazgatóját, a geodéziai és geofizikai tudományok terén elért kimagasló tudományos eredményei, valamint a tudományszervezésben és a műszaki felsőoktatásban szerzett érdemei elismeréséül;

Dr. VERŐ JÓZSEF *Kossuth*-díjas akadémikust, a Metallográfiai Tanszék volt vezetőjét, a Vasipari Kutató Intézet nyugalmazott igazgatóját, aranydiplomás kohómérnököt, a kohászati tudományok, ezen belül is a vasötvözetek metallográfiája terén elért kimagasló tudományos eredményei, valamint a műszaki felsőoktatásban szerzett érdemei elismeréséül;

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem új díszdoktorai Vendel Miklós, Tárczy-Hornoch Antal, Mihail Fjedorovics Szemko és Verő József

MIHAIL FJEDOROVICS SZEMKO *Lenin*-renddel kitüntetett professzort, a műszaki tudományok doktorát, a forgácsolás elmélete tudományterületén kifejtett, nemzetközileg is kiemelkedő tudományos munkájáért, a gépészmérnökképzés terén folytatott egyetemszervező, oktatónevelő tevékenységéért, valamint a szocializmust építő országok együttműködését elősegítő politikai és társadalmi tevékenységéért.

Az ünnepségen jelen volt dr. *Bodnár Ferenc*, az MSZMP Központi Bizottságának tagja, a Borsod megyei pártbizottság első titkára; dr. *Garamvölgyi Károly* oktatási miniszterhelyettes; *Drótos László*, a Miskolc városi pártbizottság első titkára; dr. *Tok Miklós*, Miskolc város Tanácsa elnökhelyettese, valamint a nagyüzemek és a társadalmi szervezetek számos képviselője.

A Miskolc város szimfonikus zenekarának remek előadásában elhangzott *Beethoven* Prometheus nyitánya után dr. *Simon Sándor* rektor szívélyes ünnepi köszöntő szavai vezették be az ünnepélyes tiszteletbeli doktoravatás aktusát, majd rendre az illetékes bánya-, kohó- és gépészmérnökkari dékánok előterjesztései és a kitüntetendők érdemeinek rövid méltatásai hangzottak el.

VENDEL MIKLÓS professzor 1896-ban született Sopronban. 1914-től a budapesti Tudományegyetem ásványtani-földtani tanulmányokat folytatott. Szakmai pályafutását 1919-ben a Tudományegyetem Ásvány-Kőzettani Intézetében kezdte meg. 1923 végén vette át a Soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolán az akkori Ásvány-Földtani Tanszék vezetését. A budapesti Tudományegyetemen 1925-ben szerezte meg az egyetemi magántanári képesítést. 1926-tól főiskolai r. tanár, majd a főiskola egyetemi rangra emelése után egyetemi ny. r. tanár 1959-ig. Ezután a Bányászati Kutató Intézet Petrográfiai Osztályát vezette Sopronban 1972 végén történt nyugalomba vonulásáig.

DR. VENDEL MIKLÓS professzor mint oktató fáradhatatlanul dolgozott a tananyag állandó fejlesztésén és korszerűsítésén. Az ő érdeme, hogy témaköreiben a laboratóriumi oktatás, a műszeres mérések egyre fontosabb szerephez jutottak. Nevéhez fűződik az Ásvány-Kőzettani Tanszék gyűjteményének kialakítása, a Földtan-Teleptani Tanszék gyűjteményének első rekonstrukciója. Oktatásunk fejlesztésében jelentős eredménye a a geológusmérnök-képzés megszervezése és megindítása. Az 1938/39. tanévben a Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kar dékánja volt.

Földtani-kőzettani, ércgenetikai-geokémiai, hidrogeológiai és nem utolsósorban teleptani vizsgálatai nemcsak itthon, hanem külföldön is ismertté és elismertté tették munkásságát. Négy alapvető könyve, több könyvrészlete és mintegy 150 tudományos közleménye jelent meg különböző hazai és külföldi folyóiratban.

Tudományos eredményei elismeréséül a Magyar Tudományos Akadémia 1933-ban levelező, majd 1943-ban rendes tagjává választotta. Több hazai és külföldi tudományos testület tiszteletbeli, ill. rendes tagja. Az érctelepek rendszerezése terén kifejtett munkásságáért 1951-ben kormányzatunk *Kossuth*-díjjal tüntette ki. Ezenkívül még számos kitüntetés tulajdonosa.

VENDEL MIKLÓS akadémikus 37 éven át oktatta és nevelte a bányamérnökök generációit, megadva számukra a munkájukhoz nélkülözhetetlen földtani ismereteket. A bányászatot szolgálta egész életét betöltő intenzív tudományos tevékenysége is, mely még nyugalomba vonulásával sem szakadt meg. 1976 őszén 80. születésnapján a bányászok közössége nagy tisztelettel és szeretettel ünnepelte a ma is aktív tudóst, aki kiemelkedő eredményeket ért el a föld mélyében uralkodó törvényszerűségek felismerésében, hazánk földtani felépítésének, természeti kincseinek feltárásában, a földtani kutatás és a bányászat kapcsolatának elmélyítésében.

TÁRCZY-HORNOCH ANTAL professzor 1900-ban Oroszvég községben, Bereg megyében született. Felsőfokú tanulmányait 1919 őszén a leobeni Bányászati Főiskolán kezdte meg, ahol 1923-ban bányamérnöki, 1924-ben bányamérő-mérnöki oklevelet és ugyanezen évben doktorátust szerzett.

1926 szeptemberében a soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Geodéziai és Bányaméréstani Tanszékének vezetőjévé nevezték ki, és a tanszéket harminchárom éven keresztül, 1959 júniusáig vezette. Az 1942/43. tanévben a Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kar dékánja volt. A Magyar Tudományos Akadémia 1940-ben levelező és még ugyanezen évben rendes tagjává választotta. 1947-ben létrehozta a Geodéziai és Geofizikai Mun-

kaközösséget, amely az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének magja lett. Nyugállományba vonulásáig — 1972. január 1-ig — az intézet igazgatója volt.

Egytemi tanári működése alatt a geodézia és bányaméréstan oktatási keretét jelentősen kibővítette és már nagyon korán — 1933-ban — bevezette az alkalmazott geofizika oktatását. Javaslatára kezdődött el 1949-ben önálló szakként a földmérő- és 1951-ben a geofizikus-mérnökök képzése.

Kezdeményezője és első szerkesztője volt a Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola 1929-ben megindult idegen nyelvű Közleményeinek, és ezzel nagymértékben hozzájárult a főiskola nemzetközi tudományos kapcsolatainak fejlesztéséhez.

Tudományos munkásságát 6 könyve és 14 ország, mintegy 50 folyóiratában megjelent több mint 250 tanulmánya reprezentálja.

Rendkívüli tudományos eredményeit tükrözi munkásságának elismerése. A *Kossuth*-díj és Állami Díj mellett számos hazai és külföldi kitüntetésben részesült. Hazai és külföldi tudományos szervezetek, egyesületek és bizottságok egész sorában töltött és tölt be magas tisztségeket. Tagja a francia, a bolgár és az osztrák tudományos akadémiának. Tiszteletbeli doktora a freibergi Bányászati Akadémiának, a leobeni Bányászati Főiskolának, a bécsi és grazi Műegyetemnek.

Tevékenységének iskolateremtő ereje volt. Személyes példája tanítványait, munkatársait a szakma szeretetére, a közért végzett elmélyült, alapos munkára nevelte. Bátorítása, segítsége a követők egész sorát ösztönözte tudományos munkára. A Bányamérnöki Kar nyolc szaktanszéke közül hármat jelenleg is egykori közvetlen munkatársai vezetnek. TÁRCZI-HORNOCH ANTAL akadémikus egész élete, tudományos közéleti munkássága méltán szolgál példaképül a magyar geodéták és geofizikusok nagy családjának.

VERŐ JÓZSEF professzor 1904-ben született Sopronban, és ugyanitt szerzett vaskohómérnöki oklevelet 1926-ban.

1926-ban kezdte meg oktatói munkáját is a soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Fémtechnológiai Tanszékén. 1933-ban megszerezte a kohómérnöki tudományok doktora címet, s még ez évben egyetemi adjunktussá nevezték ki. Kiemelkedő oktatómunkájának elismeréseként 1940-ben intézeti tanár, 1947-ben pedig rendes tanári kinevezést kapott a Fémtechnológiai Tanszékre. 1949-ben az ez évben alapított Nehézipari Műszaki Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Kara még Sopronban levő részének dékánjává választották. A Kohómérnöki Kar Miskolcra történő végleges átköltözésével tanszéke is — a Metallográfiai Tanszék elnevezéssel — Miskolcra került, s ennek vezetését 1968-ig látta el. Részben a tanszékvezetéssel párhuzamosan 1952-től 1974-ben történt nyugalomba vonulásáig a Vasipari Kutató Intézet igazgatói tisztségét is betöltötte. DR. VERŐ JÓZSEF-et a Magyar Tudományos Akadémia 1948-ban levelező, majd 1949-ben rendes tagjává választotta. Társadalmunk elismerését számos kitüntetése jelzi: kétszer kapott *Kossuth*-díjat, három alkalommal tüntették ki Munka Érdemrenddel; megkapta a Népköztársasági Érdemrendet és az Oktatásügy Kiváló Dolgozója kitüntetéseket is.

VERŐ JÓZSEF-re mint tudományos kutatóra s mint egyetemi professzorra egyaránt jellemző, hogy munkájában minden probléma vizsgálata a nagy egészet, a kohászat egyetemes tudományát szolgálta, szolgálva ezzel egyben az egész társadalmat is. Ezzel a mentalitással vált a magyar kohászat vezető szakmai tekintélyévé, akit büszkén vallunk tanítómesterünknek.

MIHAIL FJEDOROVICS SZEMKO professzor több mint 20 éve rektora a Harkovi Műszaki Főiskolának, melyet a Szovjetunió Legfelső Tanácsa 1967-ben *Lenin*-renddel tüntetett ki a mérnökképzésben és a tudományos kutatómunka fejlesztésében elért kiemelkedő eredményeiért.

SZEMKO professzor e szerteágazó és sokrétű intézeti irányítószervező munkája mellett a Fémek Forgácsolása és a Fémforgácsoló Szerszámok Tanszékének vezetője. Irányításával több mint 20 kandidátusi disszertáció készült el.

Mint kutató gépészmérnök a forgácsolás hőjelenségei és a szerszámok élettartama közötti összefüggéseket vizsgálta. Publikációinak száma mintegy 100. A 60-as évek elejétől kezdve a szuperkemény szemcsézetű szerszámok alkalmazási feltételeinek meghatározásában és minősítésében szerzett érdemeket. Kidolgozta a gyorsacél- és keményfém-szerszámanyagok gyémántszemcsés koronggal történő köszörülésének és a gyémántszerszámmal végzett forgácsolásnak törvényeit.

SZEMKO professzor kiemelkedő szerepet játszott az NME és a Harkovi Műszaki Főiskola között 1964-ben létrejött együttműködés igazi szocialista tartalmú kapcsolatainak fejlesztésében.

Kimagasló érdemeinek elismeréséül számos kitüntetést kapott, többek között a Szocialista Munka Hőse és a Lenin-rend kitüntetéseket.

Az egyetem részéről adományozható legmagasabb kitüntetést, a tiszteletbeli doktori okleveleket a rektor az egyetem díszudvarát betöltő ünneplő, tisztelgő közönség lelkes tapsa közepette adta át a kitüntetetteknek, kiknek nevében TÁRCZY-HORNOCH ANTAL és MIHAIL FJEDOROVICS SZEMKO professzorok mondtak az ősi selmeci főiskola jogutódja eme legnagyobb megtiszteltetéséhez méltó köszönetet. A felemelő ünnepség a *Mura Péter* karmester által mesterien vezényelt városi szimfonikus zenekar *Liszt* Les Preludes c. szimfonikus költeményének szívet-lelket gyönyörködtető előadásával zárult.

F. R.

SZEMÉLYI HÍREK

DR. FALK RICHÁRD és DR. GYULAY ZOLTÁN 25 éve professzorok

Olajbányászatunk két „doyenje", dr. *Falk Richárd* és dr. *Gyulay Zoltán* egyetemi tanárok az elmúlt év végén nyerték el az egyetemi oktatásban eltöltött 25 esztendő alapján a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem 25 éves törzsgárdatagsággal járó oklevelét. Mindketten nyugdíjasan is fiatalosan aktívak és töretlen lelkesedéssel tanítják, nevelik az olajmérnök- és gázmérnökhallgatókat, magas fokon művelve a szakirodalmat is.

Munkásságuk jutalma, hogy az elhintett mag termő talajba hullott, és tanítványaik a magyar szénhidrogén-bányászatnak szerte a világon megbecsülést szereznek.

A. Ö.

A Munka Érdemrend arany fokozata — BÁNDI JÓZSEF-nek

A magyar olajipar egyik legrégibb és legtiszteletreméltóbb egyénisége, BÁNDI JÓZSEF, az OKGT gazdasági vezérigazgató-helyettese, ez év január 1-én történt nyugalomba vonulása alkalmával kapta meg — jól megérdemelten! — a Munka Érdemrend arany fokozata magas kitüntetést.

BÁNDI JÓZSEF 1941 tavaszán lépett az akkor mérföldes csizmákban előrelépő magyar olajipar — a MAORT — szolgálatába. Az alig huszonnégy éves fiatalember tudása, munkabírása, felelősségérzete töretlenül együtt nőtt az azóta az egész országban kiterebélyesedett magyar olajiparral; szinte Ő képviselte mindvégig az „első generációt", úgy, hogy vezetői kvalitásaival egyenrangú szerénysége, emberi magatartása egyre magasabb, átfogóbb pozícióba emelte. Mindig meglátta a lényeget, azt, hogy miért érdemes síkra szállni, mit érdemes támogatni. Részleteket is tökéletesen ismerő tudása mellett a nagy célok megvalósítását szolgálta elsősorban.

Szerkesztő bizottságunk egyik legstabilabb tagja; tanácsaival, segítségével jó ügyünket önzetlenül szolgálta — és — reméljük — továbbra is azt teszi.

Magas kitüntetéséhez szívből gratulálunk, és 36 év után — barátilag is — megérdemelt „aktív" pihenést kívánunk Neki!

B. B.

Helyzetkép az orenburgi gáztávvezeték magyar szakaszának építéséről

Az orenburgi gáztávvezeték építésével foglalkozó eddigi három beszámolónk telepenként rövid áttekintést adott a magyar építési szakasz helyéről, az elvégzendő munkákról és az építés során előfordult eredményekről és nehézségekről. Most az első munkáscsoportok kiérkezésétől eltelt mintegy $1^1/_2$ év után összefoglalásul el szeretnénk mondani, hogy

— gyakorlatilag elkészültek a távvezeték építését kiszolgáló, ún. ideiglenes létesítmények, amelyek keretén belül megépültek a dolgozók kulturált és komfortos elhelyezését biztosító lakótelepek — Huszton a végleges lakások ideiglenes használatba vételével — *(1. ábra)*, saját üzemeltetésű 1000 adagos konyhák *(2. ábra)* és éttermek, büfék, valamint a kompresszorállomások építését és szerelését kiszolgáló „ipari bázisok". E bázisokon állították föl a betonkeverő telepeket, a Magyar Alumínium Tröszt által gyártott ún. MAT-csarnokokból kialakított raktárakat, javító-, előregyártó és szervizműhelyeket, továbbá a lakások, irodahelyiségek és laboratóriumok elhelyezéséül szolgáló PRE-M-ISOL-épületeket *(3. ábra)*. Kialakították a vasúti kirakodókat MAT-raktárakkal, vasbeton térburkolattal, térvilágítással, tűzivíztárolóval, rámpával. Az ipari bázis nyílt területei szolgálnak az egyes telepeken dolgozó járművek és munkagépek műszak utáni tárolására.

— Elkészültek, ill. rövidesen elkészülnek a kompresszorállomás kezelőinek elhelyezését szolgáló lakóházak.

— Befejeződött a bogorodcsáni és guszjatyini óvoda-bölcsőde, a bogorodcsáni iskola panelszerelése.

1. ábra
32 lakásos lakóház

2. ábra
1000 adagos konyha és étterem

3. ábra
Ideiglenes lakótelep PRE-M-ISOL-házakkal és víztoronnyal

4. ábra
Kompresszortelep földmunkája Guszjatyinban

Megkezdődött és jó ütemben halad

a) a kompresszorállomások földmunkája; a megmozgatandó földtömeg mintegy 7-800 Em³ *(4. ábra)*;

b) a kompresszorállomások kiszolgáló és segédlétesítményeinek építése (javítóblokk, raktárak);

c) a bekötő autóutak építése;

d) a városi közműhálózatok építése;

e) a víztávvezetékek építése.

Az építési területen járt szovjet és magyar vezetők elismerően nyilatkoztak a magyar építők munkájáról. A kormánymeghatalmazottak orenburgi koordinációs értekezlete megállapította, hogy jó az V. szakaszon a magyar kivitelezésben épülő objektumok minősége.

Az elvégzett munka terjedelmének érzékeltetéséhez szolgáljanak a következő adatok:

— a Magyarországról kiszállított anyag, szerszám, gép stb. mennyisége mintegy 2200 kamionnyi (zömében pótkocsis) és kb. 2100 vasúti vagonnyi;

— a teher- és különleges gépjárművek, valamint a földmunkagépek száma 270;

— a három telepen dolgozók állományi létszáma 2100 fő, míg az 1976. I—III. negyedév átlagos állományi létszáma 1560 fő;

— az elvégzett munkák szovjet fél által elismert értéke az összes értéknek csaknem 25%-a;

— az építéshez felhasznált, ill. beépített homok, zúzott- és robbantottkő, valamint kavics mennyisége mintegy 250-280 Em³.

Duics József

TPA I típusú számítógép felhasználása tüzelőgázok gázkromatográfiás elemzéséhez

A Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomáson rendszeresen végezzük a tüzelőgázok (földgáz, városi gáz, pébégáz) gázkromatográfiás elemzését. A műszeres vizsgálat eredményeként kapott kromatogramból meghatározzuk a minta összetételét, majd ennek ismeretében kiszámoljuk a tüzeléstechnikai jellemzőket (égéshőt, fűtőértéket, Wobbe-számot, sűrűséget, elméleti levegőszükségletet, az elméleti száraz és nedves égéstermék mennyiségét, illetve összetételét, a $CO_{2\ max}$-ot).

A kromatogram kiértékelése és a paraméterek kiszámítása időigényes munka, ezért a TPA I számítógép megvásárlása után úgy döntöttünk, hogy a feladatot számítógépre visszük.

A megoldandó probléma a következő: A gázkromatográf elektronikus integrátora által megadott komponensek csúcs alatti területéből meg kell állapítani a gáz összetételét és tüzeléstechnikai jellemzőit.

Az elkészített FOKAL nyelvű program három részből áll. Az első részben a program az adatokat olvassa be, a másodikban a számításokat végzi el, a harmadikban az eredmények kiíratása történik meg. A program blokkdiagramja az alábbi:

A program futtatásához az adatokat lyukszalagra kell lyukasztani. Fontos, hogy a szükséges adatok megfelelő sorrendben legyenek lelyukasztva. A munka megkönnyítése érdekében a kromatográfiás elemzésekhez mérési jegyzőkönyvet készítettünk, és a számítógépes operátor a mérési lap jobb szélén olvasható számoszlopot teszi át lyukszalagra. A program a bemenő adatok közül a dátumok és a minta jelét írógépen kéri be, a mérési adatokat gyorsolvasóval olvastatjuk be.

A számítások elvégzéséhez szükséges anyagi állandók mátrixát az MI 5300-as számú irányelv és az MSZ 1601 számú szabvány alapján állítottuk össze.

A kidolgozott számítógépes program az alkalmazott elemzési módszerhez igazodik. A számítások során eltekintünk a C_7-nél magasabb szénhidrogének és azon nem szerves vegyületek jelenlététől, amelyek mennyisége a tüzelőgázban 0,2 tf%-nál kisebb. Ezzel a feltételezéssel a számolt extenziv jellemzők értékeiben ± 1%-nál nagyobb hibát nem követünk el. Lehetőség van a program olyan bővítésére, hogy egyéb tüzeléstechnikai jellemzők is meghatározhatók legyenek.

A kiszámolt összetételt és a tüzeléstechnikai jellemzőket sornyomtató írja ki. Az eredménylapon az alábbi értékek láthatók:

— minta jele;
— gázösszetétel, tf%;
— égéshő, kcal/m³ és MJ/m³/;
— fűtőérték, kcal/m³ és MJ/m³;
— Wobbe-szám, kcal/m³ és MJ/m³;
— sűrűség, kg/m³;
— elméleti levegőszükséglet, m³/m³;
— nedves égéstermék, m³/m³;
— száraz égéstermék, m³/m³;
— $CO_{2\ max}$, tf%;
— dátum.

A program futtatásához 8—16 K memóriakapacitású központi egység szükséges. A perifériák: sornyomtató, konzolírógép és gyorsolvasó.

A program az adatok beolvasása után egy percen belül megkezdi az eredmény kiírását. Az elemzés lefuttatásának teljes időigénye mintegy 5 perc, párhuzamos vagy nagyszámú elemzések esetén 1 óra alatt 40 kromatogram is kiértékelhető.

A számítógép hatékonysága forintban is kifejezhető. A GKVÁ-ban egy munkaóra 93 Ft-ot ér, a számítógép üzemóraköltsége 1300 Ft. Tapasztalatunk szerint egy kromatogram kiértékelése és a tüzeléstechnikai jellemzők kiszámítása 0,5 óra manuális munkát jelent, ez 46,50 Ft. A számítógéppel óránként 40 kromatogram értékelhető ki, azaz egy kromatogramra jutó számítógép-üzemköltség 1300/40 = 32,50 Ft. Ez azt jelenti, hogy egy elemzésnél a megtakarítás 46,50 − 32,50 = 14,00 Ft, azaz kb. 30%. Általában egy kromatográffal naponta 8—10 mérés végezhető (évenként ez mintegy 3000 vizsgálat), így kromatográfonként 40 000 Ft megtakarítás mutatkozik. Az üzemi laboratóriumokban gyakran 4-5 kromatográffal analizálnak folyamatosan, így az évenként jelentkező anyagi haszon jelentős.

Boschán Éva
vegyészmérnök
(Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás)

*

II. Gázipari vitaülés

Siófok, 1976. október 31.—november 2.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Siófoki és Budapesti Szakcsoportjának rendezésében került sor a hazai gázipari szakemberek találkozójára. A vitaülés jelentőségét fokozták az e tervidőszakban az olajtermelésre, a gáztermelésre s ezen energiahordozók szállítására kirótt feladatok.

A vitaülést — 120 résztvevővel — a GOV jól előkészített tanácstermében rendezték meg. Az ünnepélyes megnyitóülés dr. *Bálint Valér*, az OLAJTERV igazgatójának elnökletével kezdődött. *Hangyál János*, az OKGT bányászati igazgatója megnyitó beszédében felhívta a figyelmet a mintegy 60%-os fejlődésre a termelés, szállítás, értékesítés területén. (A gondok enyhítésére és a vitatható technológiai eljárások gazdaságos alkalmazására szólította fel a résztvevőket.) Ezt követően *Tuska Sándor*, a GOV műszaki igazgatóhelyettese ismertette vállalatának tevékenységét, hangsúlyozva a megépítendő egységes telemechanikai rendszer szükségszerűségét, s a vállalat kezelésébe került szállítóvezetékek korrózióvédelmének jelenlegi helyzetét. Ezt követően *Zábrák Sándor*, a KVV igazgatója beszélt vállalatának tevékenységéről, részletezve a szállítóvezetékek építése területén az utóbbi időben jelentkező eredményeket és a nehézségeket.

A vitaindító előadások sorát *Csákó Dénes*, az OKGT osztályvezetője „A magyar földgázbányászat fejlődése 1945—1975 között" c. tanulmányának ismertetésével kezdte meg. Rámutatott arra, hogy az előttünk álló feladatok elvégzésére csak jól képzett szakembergárda képes. Ehhez kapcsolódóan *Chityl László*, a GOV gazdasági igazgatóhelyettese „A szénhidrogénszállító rendszer üzemeltetésével kapcsolatos munkaerőgazdálkodási problémák az V. ötéves terv időszakában" címmel tartott előadást. „Hibaelhárítás rendszerének felépítése és fejlesztési kérdései" c. tanulmányában *Darás István*, a GOV főosztályvezetője a hibaelhárító komplex csoportok fontosságát, majd a hiba által okozott károk — olajtalanítás a talajban olajfaló baktériumokkal — megszüntetésének lehetőségeit ismertette. Ajánlotta néhány nagyon fontos célgép hazai gyártását. Az előadásokat követően a hozzászólásokban és a vitában többek között hivatkoztak az NME több tanszékének sikeres kutatási eredményeire a szállítás és a termelés területén.

Az első estén a rendező bizottság a résztvevők tiszteletére fogadást adott a helyi Delta étteremben.

November 1-én négy szekcióban folytatódott a vitaülés; az első *Csákó Dénes* elnökletével. Először *Szerényi Béla* és *Kriston József* (GOV) „A városföldi kompresszorállomás próbaüzemének tervezési kérdései" c. előadását hallgatták meg a résztvevők. A két fiatal szakember két gépegység üzemeltetésénél végzett

hidraulikai vizsgálatok eredményeit értékelte. Az SZKFL üzemeiben használható technológiákról először *Beliczay László* és *Németh Gyula* (OLAJTERV) „Célfrakciók nyerése a szegedi gázfeldolgozó üzemekben" és „A deszki kondenzátumok paraffinmentesítése az SZKFL üzemeiben" c. előadásai hangzottak el. *Török János* (OGIL) és *Balláné* dr. *Achs Márta* (NME) „Földgázok hidrátképződési viszonyai" című előadásukban ismertették a hidrátképződés vizsgálatára készített berendezés működését. A Szegedi Gázüzembe érkező kondenzátumoknak egy másik feldolgozási lehetőségét ismertette *Papp László, Valostyán Pál* és *Zambó Péter* (NKFV) „Az SZKFL cseppfolyósgáztermék-kihozatala növelésének lehetőségei" című előadása.

A második szekció ülése *Jeney Péter* (OBF) elnökletével kezdődött. *Gajer Ferenc* (OBF) „Hatósági tevékenység az olajipari korrózióvedelem területén" című előadásában a hatósági szabályokkal kialakított szervezeti életet s annak műszaki tartalmának szükségességét emelte ki. Az NME két tanszékének új eredményeiről dr. *Bozóki Géza* „Biztonsági szelepek bizonylatolása és vizsgálata", majd dr. *Romvári Pál*— dr. *Tóth László* „Statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a vezetéképítésnél és ellenőrzésnél" című előadása számolt be.

Antal Lajos (OKGT) elnök nyitotta meg a harmadik szekciót, amelynek első előadásaként „A gáz-csapadék rendszerek mintavételi és analitikai problémái" címmel *Oláh István, Egri László* és dr. *Balázs Ádám* (OGIL) tanulmánya hangzott el. Dr. *Megyeri Mihály* (OGIL) „A gázkutak vizsgálati problémája" című előadása az elméletben ismert módszerek gyakorlati alkalmazását elemezte. A hazai nagynyomású gázvezeték-hálózat magasabb szintű üzemeltetési lehetőségeit vizsgálta *Benkóczy Péter* (GOV) „Csúcsgazdálkodási kérdések a hazai gáztávvezeték-rendszeren" című előadásában. *Györgyei János* (NKFV) „Atmoszferikus propán-bután tároló létesítésének aktuális kérdései"-vel foglalkozott.

A második nap utolsó szekcióülésén *Gajer Ferenc* (OBF) elnökölt. *Stukovszky Ernő* (GOV) „Az OTR megvalósításának lehetőségei az V. ötéves terv időszakában" című előadásához szorosan kapcsolódott *Buday Rezső* (GOV) „Az országos olajipari hírközlő rendszer az iparági technológiák szolgálatában" című tanulmánya. *Csizinszky László* és *Barta Sándor* (GOV) „Csőtávvezetékek katódos védelmének üzemeltetési kérdései" című tanulmányukban a GOV-ra háruló egységes katódvédelmi rendszer megteremtésének feltételeit ismertették. *Kovács Mátyás* (NKFV) „Alacsony feldolgozási üzemmód alkalmazása a hajdúszoboszlói dúsgáz-feldolgozási technológián" című tanulmányában a mennyiségek csökkenése miatt az eredeti paraméterek változásából adódó, új üzemeltetési eljárásokat vázolta fel.

A vitaülés utolsó napján *Tuska Sándor* (GOV) elnökletével nyílt meg az első szekcióülés. Először a KVV szakemberei: *Bakó Béla* „A vezetéképítés és hazai csőgyártás összefüggései", majd *Scsaurszky Tamás* „A csőhegesztés technológiai fejlődésének iránya, lehetőségei" címmel tartották meg előadásukat. Őket követve *Kardos Jenő* (OLAJTERV) „Az atmoszferikus tárolás technológiai ismertetése; a nagynyomású és az atmoszferikus tárolási mód összehasonlítása" című tanulmányát adta elő, mely után eltérő vélemények hangzottak el a hazai atmoszferikus tárolók építésének lehetőségeiről.

Az utolsó szekcióülésen *Fecser Péter* (KVV) elnökölt. *Tóth Tamás* és *Bakos István* (OLAJTERV) „Gáz- és olaj-, valamint termékszállító vezetékek csőidomai" című előadása felvetette, hogy a hazai szabványokból hiányoznak a csőidomokra vonatkozó előírások. *Novotny László* (OLAJTERV) „Akusztikus emisszióvizsgálat alkalmazása nyomástartó edények biztonságos üzemeltetése érdekében" című tanulmánya élénk érdeklődést váltott ki. *Rutner László, Dorogi Miklósné* és *Tipary Gábor* (OLAJTERV) „Diszpécser-távbeszélők és telemechanikai áramkörök típusleágazásainak átviteltechnikai szempontjai" című előadása után a vitaülés utolsó, több hozzászólást kiváltó előadását *Borissza József* (GOV) „Csőtisztítással kapcsolatos tapasztalatok a hazai kőolajvezetékeken" címmel tartotta meg.

A vitaülés résztvevőinek több előadásanyaga előnyomatokban is rendelkezésre állt. Az előadásokat követő vitákban igen nagy számmal szólaltak fel a jelenlevők. A nagy érdeklődést jól jellemezte, hogy a rendező bizottság a bejelentett előadások mintegy felét — sajnos — nem tudta elfogadni az idő rövidségére való tekintettel, mert egy-egy előadónak csak 20 perc állt rendelkezésére. A rendező bizottság ezúton is kéri a szerzők megértését.

Az előadások és viták — melyek az elnöki összefoglaló után a szünetekben is folytatódtak — alapján a Siófoki és Budapesti Szakcsoport rendező bizottsága a megvalósítandó feladatokról írt ajánlásait az OKGT-hez és más szakintézmények vezetőségének eljuttatta.

Darás István
csoporttitkár

Komornoki László Péter

BOZIDAR NIKOLIČ

Súlyos veszteség érte a jugoszláv, s ezen belül is a horvát kőolajbányászatot: 1976 novemberében, férfikorának delén — 56. életévében — váratlanul elhunyt BOZIDAR NIKOLIČ bányamérnök, a DIT-NAFTAPLIN vállalat biztonsági osztályának vezetője.

Halála bennünket, az immáron egy évtizedet meghaladó jugoszláv—magyar szénhidrogén-bányászati együttműködés munkálóit is fájdalmasan érint, hiszen BOZO barátunkban ennek az együttes munkának egyik leglelkesebb, legértékesebb felkarolóját, mindig új, közös tervek elképzelőjét és szívós megvalósítóját, melegszívű jó kollégát és igaz embert veszítettünk el.

Már fiatal gimnazista korában csatlakozott a haladó ifjúsági mozgalomhoz, partizánként többször kitüntették, majd a szakszervezeti mozgalomba kapcsolódva a horvát Bánya-, Kohómérnök, Geológusok és Technikusok Szövetségének alelnöke lett.

Később mint a DIT-NAFTAPLIN vállalat biztonsági osztályvezetője nemcsak szólamnak tartotta, de tetteivel megvalósítani is igyekezett a „legfőbb érték az ember" elvet; ezt hirdette többek között 1975 őszén Balatonfüreden tartott előadásában is. A humánum vezérelte minden cselekedetében.

Emlékét szívünkbe zárva, mindvégig megőrizzük!

B. B.

EGYETEMI HÍREK

FELHÍVÁS

A NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM
Áramlás- és hőtechnikai gépek tanszéke
1977. szeptember 22—23-án rendezi meg a
II. Áramlásmérési Kollokviumot

A rendezvény helye: Miskolc—Egyetemváros

A kollokvium az áramlásmérés területén elért új eredményekkel kíván foglalkozni az alábbi tárgykörökben:

1. Csőben és csatornában áramló közegek mérési módszerei.
2. Az áramlásmérés eszközei, hitelesítési és kalibrálási problémái.

Előadásokkal *1977. március 15-ig* lehet jelentkezni a cím és 20 gépelt sor terjedelmű összefoglaló beküldésével.

Az előadások teljes terjedelemben a kollokvium különkiadványában megjelennek. A beküldés módjáról az elfogadó értesítésben tájékoztatja a szerzőt.

Az előadások fotózásra alkalmas kéziratát

1977. május 1-ig

kell beküldeni.

A Rendező Bizottság

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

A TIFO irányítástechnikai rendszerének kialakítása

Hazánkban először a Leninvárosban állami nagyberuházásként épülő Tiszai Kőolajipari Vállalatnál (TIFO) alakítanak ki blokkos kőolaj-feldolgozó üzemcsoportot. Az integrált üzemcsoport atmoszferikus és vákuumdesztillációs üzemből, gázolajkénmentesítő üzemből, kénkinyerő üzemből, könnyűbenzinkénmentesítő üzemrészből, pébé-kénmentesítő üzemrészből áll. A blokkos (kombinált) üzemet nagyméretű tárolótér és segédüzemek egészítik ki.

Az új típusú technológia alkalmazása új módszereket igényelt az irányítástechnikai rendszer kidolgozása során is. Nem volt megengedhető a részenkénti követelménymegfogalmazás sem a tervezés különböző fázisaiban, sem a beszerzésnél és kivitelezésnél.

Az egységesség elérése szükségessé tette a teljes TIFO—I. ütemre vonatkozóan érvényes elvek megfogalmazását, elfogadását. Erre irányuló törekvéseinkben nagyszerű partnereket találtunk a generáltervező OLAJTERV irányítástechnikai szakembereiben, akik a „Műszaki előterv" vonatkozó részében 1972-ben dolgozták ki részleteiben a tervezési elveket, majd „A TIFO irányítástechnikai rendszere (rövid, összefoglaló leírás)" c. munkájukat 1973-ban készítették el.

A két anyag megvitatása, elfogadása után került sor az átfogó ajánlati kiírás kidolgozására (OLAJTERV), az ajánlati tárgyalások lefolytatására, a kivitelező fővállalkozóval történő szerződéskötésre (VILATI).

A műszerezéssel szemben az alábbi főbb követelményeket támasztottuk:

— villamos segédenergia és jel alkalmazandó általában, a nagy távolságok, a pontossági, hajlékonysági és fenntartási szempontok miatt;
— pneumatikus segédenergia és jel alkalmazandó a beavatkozó szerveknél, valamint a helyi szabályozásoknál;
— gyújtószikramentes robbanásvédelmi mód alkalmazása;
— élőnullás, 4—20 mA jeltartomány, 2 vezetékes rendszer;
— a technológiai műszerezésnél alkalmazott körelemek pontatlansága 0,5—0,6% (alárendelt esetben 1%), elszámolási méréseknél 0,1—0,5%;
— az építőkocka elven alapuló, kisszámú alap-építőkockából, integrált áramköröket vagy más, nagy megbízhatóságú alkatrészeket tartalmazó elemekből felépülő műszercsalád;
— egységes beszerzés; az „egy funkcióra egy típus" elv betartása.

Alapelvként rögzítettük azt is, hogy a folyamatműszerezés villamos részének számítógéphez csatlakoztathatónak kell lennie, ezen belül a szabályozókba utólag beépíthető kell legyen a technológiai számítógépes irányítást lehetővé tevő DSC-, illetve DDC-bacup egység. (Digitális alapjelállítás, közvetlen digitális irányítás.)

A számítógépek alkalmazásában induló lépésként gyakorlatilag a gépi alapjelállítás és közvetlen beavatkozás nélküli „Felügyelő irányítás"-t határoztuk meg. (E fogalomról bővebben pl.: Mérés és Automatika 1973. 6. szám.)

A technológiai irányítási szinten 3 területen alkalmazunk számítógépet: a Kombinált Üzemben a K-központban, a Tárolótéren a T-központban és a nagy teljesítményű vasúti ponttöltőnél. (Az alkalmazás kiterjedtségének érzékeltetésére közöljük, hogy a tárolótérről mintegy 120 analóg és 1700 kétállapotú jel fut be a számítógép perifériáira.)

A K — és a T — központhoz a KFKI, a kivitelező fővállalkozó VILATI alvállalkozójaként, a ponttöltőhöz a technológiát szállító *Claudius—Peters* részszállítójaként adja TPA típusú kisgépeit.

A szorosan vett kőolajipari technológiához a folyamatirányító műszercsaládot versenytárgyalások alapján a *Taylor* cég szállítja, a „vizes" segédüzemekhez a GAMMA Művek szállít, a szennyvíztisztító komplex berendezés szovjet import.

Az elgondolások első megfogalmazása óta eltelt kb. 5 esztendő tapasztalatai hangsúlyozottan megerősítették, milyen fontossággal bír az alapelvek kellő időben történő rögzítése, következetes betartása. Enélkül gyakorlatilag lehetetlen lenne egy az objektív körülmények miatt ilyen hosszú átfutási idejű beruházás során rendszert létrehozni az irányítástechnikában, illetve csak jelentős többletráfordításokkal érhetnénk el a részek egymáshoz illeszthetőségét.

További terveink között szerepel, hogy a gyakorlati tapasztalatokat felhasználva továbblépünk, teljes „Felügyelő irányítás"-t valósítunk meg a technológia később meghatározandó részterületein.

Eredményeinkről az érdeklődő szakmai közvéleményt rendszeresen tájékoztatni kívánjuk.

Durucz István
okl. villamosmérnök, üzemvezető
(TIFO, Leninváros)

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Anyagmozgatás-Csomagolás** 10—11. számában *Varsányi J.* **A raktári folyamatok néhány műveletének számítógépi megoldása** c. közleménye a számítógép alkalmazását mutatja be a raktári folyamatok részműveleteinél, így a szállítási és vevői szerződés- és rendelésnyilvántartásnál, a készlet és a tárolóhelyek nyilvántartásnál, a számla és fuvarokmányok készítésénél stb. A közlemény értékes láncszeme lehet egy műszaki követelményeket, üzemi termelési tervet és raktárgazdálkodást összehangoló számítógépes rendszernek.

Az **Energiagazdálkodás** 11—12. száma a *20. Országos Gázkonferencia* (1976. június 16—18. Szombathely) előadásait foglalja össze, köztük részletesen is ismertetve *Machács M.* **A földgáz szerepe a népgazdaság V. ötéves tervében**; dr. *Bassa G.—Pogány F.* **Kísérleti tapasztalatok sugárzó gázégővel**; dr. *Fülöp Z.* **Nagy teljesítményű földgázmotorok elméleti és kísérleti vizsgálata**; dr. *Vida M.—Boros P.* **A gázelosztás időszerű kérdései**; *Pogány L.* **A földgáz és az egyéb energiahordozók kapcsolata**; dr. *Pati Nagy L.* **A földgáz fogyasztói terhelés gazdaságosságát értékelő módszer**; *Csonka E.* **A turistapalack-töltés műszaki-biztonságtechnikai és szervezési kérdései**; dr. *Szarka T.* **Az LKM energiagazdálkodási számítógépes rendszere**; *Majoros S.—Csekő Á.—Ficsor Z.* **Akusztikus dipolsugárzás kialakulása a gázüzemű tüzelőberendezésekben**; *Varga I. L.—Lovasi Beatrix—Bódis J.* **Kemény polietilén csővezeték alkalmazása városi gáz szolgáltatási területen**; *Felsővályi Gy.* **Gázmennyiségek nagy pontosságú mérése rezgőrendszerű sűrűségérzékelőkkel**; *Könczöl S.* **Gázüzemű infrasugárzó panelégők vizsgálata** című tanulmányokat. A szombathelyi gázkonferencia előadásai mellett még három közérdeklődésre is számot tartó cikk található a lapban: *Halgas K.—Tettav Gy.* **Gázhasznosítási lehetőségek elemzése a hazai gázos víz- és termálvíz-kutaknál** c. tanulmány a víztermelő kutak vizsgálatának eredményeit elemzi, foglalkozik a vízben oldott gázok leválasztási módszereivel, és példákat sorol fel a leválasztott gáz hasznosítására. Dr. *Szűcs M.—Szabó S.* **A földgázra átállítás műszaki problémái és azok megoldási módszerei** c. közlemény az ipari fogyasztók földgázra történő átállítása során alkalmazható korszerű műszaki megoldásokat ismerteti. Dr. *Szűcs S.—Ónodi A.* **Hőcserélő készülékek alapfogalmai** címmel a hőcserélő készülékek tárgyalásához szükséges alapfogalmaknak, valamint a gyakorlatban alkalmazott hőcserélőtípusoknak az összefoglalását adják néhány gyakorlati példán keresztül.

A **Villamosság** szeptemberi számában találjuk *Gál T.—Ipsits*

I. **Elektromágneses zavarvédelem** c. tanulmányát. A szerzők röviden összefoglalják az elektromágneses zavarok fajtáit, keletkezési módjaikat, az ellenük való védekezést és az ezzel kapcsolatos néhány nehézséget. *Neményi J.* **A benzinüzemű belsőégésű motorok hidegindításának feltételei és a megoldás módja** c. cikkben ismertetésre kerülnek az akkumulátor kapacitását meghatározó tényezők és a gyújtás egyik korszerű megoldási módja. *Schlager K.* **Elektronikus időrelék mint az automatizálás fontos készülékei** c. cikke az elektronikus készülékek felhasználásának bővítési lehetőségeivel foglalkozik, elemzi az ipari környezet hatását és végül kitér az alkalmazás technikai kérdéseire.

A **Mérés és Automatika** novemberi száma közli *Gaál L.* **Félvezető alapú gázérzékelő alkalmazási lehetőségei a környezetvédelemben** c. tanulmányát, melyben a szerző riasztókészülékként vagy üzemi mérőműszerként is alkalmazható gázérzékelőt ismertet. Az eszköz fémoxidokból álló érzékelője a levegőben előforduló éghető vagy redukálható gázok koncentrációjának függvényében ellenállását változtatja.

A **Műanyag és Gumi** októberi számában Dr. *Boros T.—Lengyel M.-né*—dr. *Szőr P.* **Szálbetétes tömlők belső nyomás hatására végbemenő deformációinak vizsgálata** címmel a szerzők bemutatják a szálbetétes tömlők deformációinak számítására kidolgozott módszert kétbetétes vastag falú tömlők példáján. Az egyensúlyi egyenleteket dimenzió nélküli relatív paraméterek bevezetésével általánosítani lehet.

Az **Ipargazdaság** 8—9. száma közli dr. *Kiefer Márta* **Az árváltozások és a vállalati nyereségtervezés problémái** c. írását, melyben a szerző foglalkozik a szocialista külkereskedelmi kapcsolatok újabb rendszerével, ezen belül a reagálási idő csökkentésének, az árinformációk és árprognózisok „naprakész" szükségességével. *Bodnárné* dr. *Karsai Éva* **A jövedelem- és bérszabályozási rendszer továbbfejlesztésének hatása a vezetői döntésekre** c. tanulmány a vezetői döntéseket optimistábban, a helyes és racionális hozzállás oldaláról közelíti meg. *Szabó S.* **Költségelemzés a gazdasági vezetés szolgálatában** c. tanulmánya felhívja a figyelmet, hogy a gyártmányfejlesztési feladat kijelölésétől az értékesítésig, a beruházási feladat elhatározásától az elavult telephelyek felszámolásáig a költségszámítás adatai mind nagyobb részt kérnek a vezetői gyakorlatban. A termelői tevékenység során egyre gyakrabban találkozunk a „mi mibe kerül" kérdéssel. A cikk erre próbál általánosítható jellegű választ adni. A lap októberi számában dr. *Tamás E.* **A részesedés és a bérszabályozás rendszerének vizsgálata a vállalati gazdálkodási rend szerint működő kutató és fejlesztő intézetekben** c. cikke az intézeteknél jelenleg érvényes nyereség- és bérszabályozási rendszer adózási előírásait matematikai algoritmusokba foglalja, és képleteket közöl, melyek segítségével kiszámítható, tervezhető a bértömeg, részesedési alap stb. A számításokkal a korlátozó tényezőket is figyelembe véve az optimumra való törekvés is megvalósítható

Budapest, 1977. január hó

Csaba József

KÜLFÖLDI HÍREK

Nagymélységű fúrási tevékenység a Szovjetunióban

A fúrásos kutatási tevékenység a Szovjetunióban az új területek felfúrására (Nyugat-Szibéria, Belorusszia), a nagy mélységben települt perspektivikus tárolószintek felfárására irányul.

A nagymélységű fúrások mélyítése a már feltárt mezők nagyobb mélységeiben települt szintek megkutatását célozza.

Ilyen, már hagyományosnak mondható terület a Kaukázus északi előtere, a krasznodari körzet, a Kaszpi-mélyföld, melyekhez az utóbbi években a szaratovi terület csatlakozott.

1. Kútszerkezet

Az észak-kaukázusi körzetben mélyített, 2800—5200 m talpmélységű fúrások általánosan használt béléscsőméretei:

$16''$, $12^3/_4''$, $9^5/_8''$, $5^1/_2''$ (ez utóbbi általában beakasztott cső).

Azerbajdzsánban a miocén tárolószintekre mélyülő nagymélységű fúrások esetében az alábbi méretű béléscsöveket építik be:

$10^3/_4''$, $8^5/_8''$, $6^5/_8''$, $5^1/_2''$.

Ha a $6^5/_8''$-es rakat saruja alatti nyitott lyukszakasz teszteres rétegvizsgálatakor nem mutatható ki tárolóréteg, akkor az $5^1/_2''$-es termelési rakat beépítése általában elmarad. A kútszerkezet egyszerűsítésének eredményeképpen csökkenthető a fajlagos fémfelhasználás. Az 5750 m-es végmélységű *Bulla-more 22.* fúrásban 230 Mp béléscső megtakarításával sikerült a fajlagos fémfelhasználást 61,3 kp/m-re mérsékelni.

A 7000 m-es mélységhatárt a Szovjetunióban először a *Sevcsenkovo—1.* mélyfúrásban lépték túl 1974-ben.

A 5522 m-es saruállású $9^5/_8''$-es béléscsőrakat saruja alatt, $8^1/_2''$-es szelvény 7022 m-ig nyitott szakaszába $7^5/_8''$-es beakasztott béléscsövet építettek. A béléscsövet francia gyártmányú VAM-menetes, P—110-es anyagfokozatú és 9,52 mm falvastagságú béléscsövekből állították össze. Az eredeti menetes végeket levágták, és a csővégekre a VNIIBT-ben kifejlesztett nagy szilárdságú, gáztömörzárású, OTTM típusú trapézmeneteket vágtak. A csövezést a 180 C°-os talphőmérséklet és az 1200 at-s rétegnyomás, valamint a béléscsövek és a lyukfal közötti kis hézag (10 mm) nehezítette.

Az összsúly csökkentése miatt a béléscsövet 2330 m hosszú könnyűfém fúrócsővel építették be.

A 41 órás időtartamú beépítés után a béléscsövet húzott állapotban cementezték el, majd 48 órás cementkötési szünet után a cementkőre ültették.

2. Fúrási tényezők

Az alkalmazott fúrási rendszerek tekintetében igen összetett a kép. Mintegy 3500 m-ig a turbinás fúrás volt az általános. A spindeles, több szekciós fúróturbinákat háromgörgős, „szlavutics" keményfémmel vértezett fúrókkal építették egybe. Az észak-kaukázusi területeken gyémántfúrókat is alkalmaztak.

A nagymélységű fúrások alsó, kisebb átmérőjű szelvényeit rotari fúrással mélyítették. A Kaszpi-mélyföld mélyfúrásaiban keményfém betétes fúrókat alkalmaztak. A kisebb ($6^3/_8''$) átmérőjű szelvények fúrásakor a 4500—6000 m-es intervallumban igen elterjedt a rotari fúrás és az egygörgős fúrók alkalmazása (Észak-Kaukázus, Krasznodar, Szaratov). Ilyen összeállítással átlagosan egy fúróra 50 m-es előhaladást és 1,5 m/h fúrási sebességet érnek el.

A jet-fúrók alkalmazása még nem általános, a krasznodari területen kísérletileg háromgörgős fúrókkal mélyítik a nagymélységű fúrásokat. A fúrási sebesség általában nagyobb, mint az egygörgős fúrók alkalmazásakor: átlag 2,1 m/h, de komoly problémát okoz a csapágykopás és a gyakori fúvókakiesés.

3. Iszaptechnológia

Az észak-kaukázusi területen a legnagyobb nehézséget a nagy vastagságú, duzzadásra, bepergésre hajlamos majkopi agyagsorozat jelenti. Itt kondenzált szulfitszennylúggal, ill. kromátos vegyületekkel kezelt iszapokat alkalmaznak. A fúrólyukmélyítés során igen intenzív (5—10 tf%) az olaj- és grafitadagolás.

Az agyagmentes öblítőfolyadékok közül Azerbajdzsánban magnéziumos hidrogélt alkalmaznak.

4. Nyitott rétegvizsgálatok

A Szovjetunióban a fúrószáras rétegvizsgálatok alaptípusát a grozniji és az ufai tervezőintézetek közös vállalkozásában kifejlesztett, hidraulikus időrelével rendelkező KLLGrozUfnii jelű tesztercsalád jelenti.

A nagy mélységekben végzett sikeres rétegvizsgálatokról számolnak be a szaratovi területen. Az egyik fúrás 5305—5620 m között nyitott, $5^1/_2''$-es fúrási szelvényében sikeres rétegvizsgálatot végeztek. A 95 mm ⌀-jű szabványos rétegvizsgáló eszköz tömítőjét az előző $6^5/_8''$-es béléscsőben ültették. Az éksorra ültetett pakkert a biztonság kedvéért horgonycsővel is megtámasztották; erre azért volt szükség, mert a tömítőre ható hidrosztatikus nyomás csaknem elérte a 800 at-t. A rétegparaméterek

megbízható mérése céljából 1200 at méréshatárú mélységi manométereket építettek be. Bár a kivizsgált összlet rossz permeabilitású volt, 90 at-s depresszió mellett értékelhető adatokat nyertek.

A Szovjetunióban széles körben elterjedt az ún. technológiai alapfúrások mélyítése, melyek során az adott területre optimális fúrási tényezőket, kútszerkezeteket, iszaptechnológiát stb. alakítanak ki. Az ilyen fúrások mélyítésének műszaki felügyeletét általában a VNIIBT végzi, a kísérletek során sor kerül több új eszköz, berendezés kipróbálására.

Végezetül felsorolásszerűen néhány szovjetunióbeli nagymélységű fúrás adatai:

A fúrás jele	Terület	Talpmélység, m
Sevcsenkovo-1.	Nyugat-Ukrajna	7022
Burunnaja-1.	Észak-Kaukázus	7198
—	Kola-félsziget	7263 (mélyítés alatt)

Árpási Miklós
okl. olajmérnök

Lapzártakor kaptuk a megdöbbentő hírt, hogy

GYULAY ZOLTÁN professzor

1977. február 9-én, 77 éves korában, Miskolcon tragikus baleset következtében elhunyt

---

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *А. Юхас*, инж.-металлург, канд. тех. наук, статс-секретарь тяжелой промышленности: **Торжественная речь, произнесенная в 4 сентября 1976 г. в г. Солноке, в День горняков, по случаю 25-летия Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat (Надьалфелдского нефтегазодобывающего предприятия)** ..... **Стр. 66**

Удельный вес работ по добыче нефти и газа, начатых в 1937 г. в районе Южной Залы, медленно, но постепенно перемещался в район Большой венгерской равнины: в настоящее время этот район дает 85% добчи нефти и почти 100% добычи газа страны. Среди месторождений нефти и газа самое большое значение имеет нефтегазовое месторождение Сегед-Альдё, открытое в 1965 г. Недра Большой венгерской равнины, по всей вероятности, ещё скривают в себе дальнейшие ресурсы нефти и газа, разведка и разработка которых является первоочередной задачей.

Нора Варга, инж.-химик—*Юдит Шашвари*, физик: **Роль глинистых минералов в стабильности стенок ствола скважин** ..... **Стр. 70**

В ходе бурения нефтяных и газовых скважин часто вскрываются склонные к обвалу пласты мергелей.
В исследованиях причин обвалообразования значительную роль играют глинистые материалы. Авторами проводился большой объем исследований отечественных неустойчивых мергелей с целью изучения причин обвалообразования при известном минералогическом составе мергелей. Рентгено-дифракционным методом определялся минералогический состав, содержание аморфных составляющих, набухающих и встроенных монтмориллонитов. Морфологический вид минералов исследовался при помощи сканирующего электронного микроскопа. Проводились термические исследования путем рентгенодифракции при высокий температуре с целью приблизительного определения состава рентгеноаморфной фазы.
Было установлено, что аморфное содержимое неустойчивых мергелей может быть представлено стекловидным силикатным расплавом или бесструктурным глинистым минералом; присуствие и того и другого можеть привести к обвалообразованию.

Д-р *Ш. Долешал*, инж.-нефтяник, канд. тех, наук. **Состояние применения вычислительной техники в области технологии разработки нефтегазовых месторождений** ..... **Стр 76**

Основная часть работ по технологии разработки нефтегазовых месторождений в настоящее время на требуемом уровне уже не осуществима без применения вычислительных машин.
В указанной области вычислительная техника может применяться на нескольких этапах работ, а именно в описании коллекторов и флюидов, создании модели и, наконец, в исследованиях по оптимизации. Автором излагаются принципиальные и практические вопросы описания коллекторов и содержащихся в них флюидов, а также создания моделей.

З. Надь, инженер — нефтяной механик: **Расширительные холодильные машины и их применение в нефтяной и газовой промышленности Часть II.** ..... **Стр. 80**

В статье автор показывает сегодняшюю распространенность расширительных холодильных машин в нефтяной и газовой промышленности, работы, проводимые в ряде стран в этой области, а также типы и основные параметры машин, применяемых в современных технических условиях. В рамках этого особое внимание уделяется результатам, достигнутым в Советском Союзе, и основным представлениям в области исследовательских работ. Далее рассматривается вопрос применимости детандеров в других областях народного хозяйства страны.

Й. Лелкеши, инж.-химик: **Система водного хозяйства Тиссайского нефтеперерабатывающего завода** ... **Стр. 85**

Система водного хозяйства Тиссайского нефтеперерабатывающего завода (венг. сокращение ТИФО) была разработана с учетом факторов окружающей среды и современных требований к ней. Будет осуществлено многократное использование воды.
Сточные воды различного происхождения сбрасываются по особым водоотливным системам. Предусмотрена механическая, химическая и биологическая очистка сточных вод и сжигание возникающихся осадков.

*

Dr.-Ing. *Ádám Juhász*, Kandidat der technischen Wissenschaften, Staatssekratär für die Schwerindustrieministerium: **Festrede am 4. September 1976, am XVI. Bergmannstag, an der 25. Jahreswende des NKFV, Erdöl- und Erdgasförderbetriebs der grossen ungarischen Tiefebene** ..... **S. 66**

Die im Jahre 1937 in Süd-Zala begonnene ungarische Kohlenwasserstoffproduktion wurde von 1951 langsam

aber stufenweise auf die grosse ungarische Tiefebene versetzt: heute entstehen 85% des Erdöls und beinahe 100% des Erdgases von hier. Das bedeutendste Vorkommen befindet sich im 1965 entdeckten Kohlenwasserstoff-Feld in Szeged-Algyő. Die grosse Tiefebene enthält noch wahrscheinlich weitere Erdöl- und Erdgasvorräte, deren Erkundung und Erschliessung unsere primäre Aufgabe ist.

Dipl.-Ing. *Nóra Vargha*—Dipl.-Phys. *Judit Sasvári:* **Über die Rolle von Tonmineralien bei der Bohrlochwandstabilität** ..... S. 70

Beim Niederbringen von Kohlenwasserstoffsonden werden oft Mergelschichten durchgebohrt, die Stürze verursachen können.
Bei der Untersuchung der Ursachen der Bohrlochwandinstürzung spielen die Tonmineralien eine bedeutende Rolle. Eine grosse Anzahl von Untersuchungen wurden an rollenden Mergeln durchgeführt mit dem Zweck, in Kenntnis der mineralischen Zusammensetzung der Mergel die Ursachen der Stürze zu beleuchten. Die mineralische Zusammensetzung, der Amorphgehalt, der Gehalt an schwellendem und eingebautem Montmorillonit der Mergel wurden nach der Röntgenstrahlbeugungsmethode bestimmt. Das morphologische Erscheinen der Mineralien wurde mit dem Scanning Elektronenmikroskop untersucht. Zwecks Annäherung der Zusammensetzung der Röntgenamorphphase wurden thermische Untersuchungen mittels Röntgenstrahlbeugung hoher Temperatur durchgeführt.
Es wurde festgestellt, dass der Amorphgehalt der rollenden Mergel aus glasigem Silikatfluss oder strukturlosem Tonmineral bestehen kann; die Anwesenheit beider kann zu Stürzen führen.

Dr.-Ing. *Sándor Doleschall*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Über die Lage der reservoirmechanischen Anwendung der Rechentechnik** ..... S. 76

Ein bedeutender Teil der reservoirmechanischen Arbeit kann heutzutage ohne Computer auf dem erforderlichen Niveau nicht mehr durchgeführt werden.
Die reservoirmechanische Anwendung des Computers hat mehrere Stufen: Beschreibung der Lagerstätten und Flüssigkeiten, Entwickeln des Modells und Optimierungsuntersuchungen. Prinzipielle und praktische Fragen der Beschreibung von Lagerstätten und Flüssigkeiten, sowie Entwickeln von Modellen werden behandelt.

Dipl.-Ing. *Zoltán Nagy:* **Über die Anwendung von Expansionsarbeitsmaschinen in der Erdöl- und Erdgasindustrie —2. Teil** ..... S. 80

Die gegenwärtige Verbreitung der Expansionsarbeitsmaschinen in der Erdöl- und Erdgasindustrie, die auf diesem Gebiet in den einzelnen Ländern geleistete Arbeit, sowie die unter den heutigen technischen Bedingungen eingesetzten Maschinentypen und die hauptsächlichen Parameter derselben werden vorgeführt. Besondere Aufmerksamkeit wird den in der Sowjetunion erzielten Ergebnissen und den hauptsächlichen Forschungskonzeptionen zugewandt. Die Anwendbarkeit dieser Maschinen auf anderen Gebieten der Volkswirtschaft wird untersucht.

Dipl.-Ing. *József Lelkesi:* **Über das geplante Wasserwirtschaftssystem für Tiszai Kőolajipari Vállalat (TIFO)** ... S. 85

Das Wasserwirtschaftssystem TIFO wurde unter Berücksichtigung von Umweltsfaktoren und modernen Anforderungen der Wasserwirtschaft entwickelt. Ein mehrfacher Wasserverbrauch wird verwirklicht.
Die einzelnen Abwassertypen werden durch gesonderte Wasserleitungssysteme abgeleitet. Mechanische, chemische und biologische Reinigung wird geplant und der entstehende Schlamm wird verbrannt.

Dr. *Ádám Juhász*, Metallurgical Eng., Candidate of Technical Sciences, Under-Secreatry for the Ministry of Heavy Industries: **Inaugural speech delivered on the 4th September, 1976, on the XVIth Miners' Day, on the occasion of the 25th anniversary of NKFV, Great Hungarian Plain Petroleum and Gas Producing Company** ..... p. 66

From 1951, hydrocarbon production — started in South-Zala County, Hungary in 1937 — has been shifted over slowly but gradually to the Great Hungarian Plain: today, 85 per cent of the oil and 100 per cent of gas produced in Hungary comes from here. The most important is the Szeged-Algyő hydrocarbon field discovered in 1965. The Great Hungarian Plain probably contains further petroleum and gas reserves and it is our principal task to explore and develop them.

Mrs. *Nóra Vargha*, Chemical Eng.—Mrs. *Judit Sasvári*, Physicist: **On the role of clay minerals in bore-hole stability** p. 70

When drilling hydrocarbon wells, marl layers are often penetrated that may give rise to failures.
In the examination of the causes of bore-hole failures clay minerals play a considerable role. Numerous examinations have been performed on friable marls in order to elucidate the causes of failures in full knowledge of the mineral compositions of the marls. Mineral compositions, amorphous content, swelling and built-in montmorillonite content of marls have been determined by the X-ray diffraction method. Morphological appearance of the minerals has been examined by the scanning electron microscope. For approximating the composition of the X-ray amorphous phase, thermal tests have been carried out by high-temperature X-ray diffraction.
It has been stated that the amorphous content of friable marls can be vitreous silicate melt or structureless clay minerals; the presence of both may lead to failures.

Dr. *Sándor Doleschall*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **Present state of using computer technique in the field of reservoir engineering** ..... p. 76

Today a considerable part of reservoir engineering work can no more be performed on the required level without using computers.
The application of computers for reservoir engineering has many stages, such as description of reservoirs and fluids; model shaping, optimization studies. Conceptual and practical problems of describing reservoirs and fluids as well as of developing models are discussed.

Zoltán Nagy, Mining Machine Eng.: **Expansion engines used in the petroleum and gas industry — Part 2** ..... p. 80

The present wide-spread use of expansion engines in the petroleum and gas industry, works performed with these in some of the countries, as well as engine types employed under today's technical conditions and their main parameters are shown. Results attained in the Soviet Union and principal research concepts are stressed. Applicability of these engines in some other fields of the people's economy is considered.

József Lelkesi, Chemical Eng.: **About the planned system of water supply management for Tiszai Kőolajipari Vállalat (TIFO)** ..... p. 85

The TIFO system of water supply management has been designed taking into account environmental factors and present water economy requirements. Multiple water-use has been realized.
The individual sewage types are removed through separated water pipe systems. Mechanical, chemical and biological treatment is planned and originating sludges will be incinerated.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

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

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

Beküldési határidő: 1977. május 31.

Pályadíjak

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,

II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,

III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

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

Budapest, 1977. január hó.

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.

Hangyál János
a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos
a pályázati ügyek felelőse

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 97—128 oldal BUDAPEST, 1977. ÁPRILIS HÓ 4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

DR. GYULAY ZOLTÁN 97

LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA — Petroporfirinek víz—olaj határfelületén mutatott határfelületi tulajdonságainak vizsgálata 101

ŐSZ ÁRPÁD — Fúrócsőoszlopok hosszváltozása kőolaj- és földgázkutak mélyítésekor 105

SZILÁGYI ZSOMBOR — Propán-bután palacktöltő üzemek 1. sz. tömörségvizsgáló eljárásainak elemzése 114

BORBÉLY PÁLNÉ—BALIKÓ SÁNDOR — Hidegszeparációs gázelőkészítés hűtőkör alkalmazásával 118

OVÁDI ZOLTÁN—TÖRÖK ERNŐ — Csővezetéki szállítások vizsgálata az áruminőség szempontjából 121

BINDER BÉLA 100

Szakosztályi hírek
- Megemlékezés *Zsigmondy Béla* sírjánál 126

Hírek az üzemekből
- Elkészült az első önkiszolgáló töltőállomás terve 117
- Az ÁFOR új létesítményei 117
- Adalékolt nedves elégetéses kísérlet az NKFV Egri Üzemében 124
- Beszámoló a kiskunhalasi országos kitöréselhárítási és olajkút-tűzoltási gyakorlatról ... 124

Az iparág köréből
- Mennyiségi adatok meghatározása geofizikai szelvényekből Hewlett—Packard 9100 A típusú asztali számítógéppel 120
- 10 éves a bolgár „OGIL" 126

Könyvismertetés 127

Hazai műszaki lapszemle 104

Hibakiigazítás 117

Egyetemi hírek
- Mérnöktovábbképző tanfolyamok B-4

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 128

A SZÁM SZERZŐI:

BALIKÓ SÁNDOR okl. gépészmérnök, okl. vegyipari rendszertechnikai szakmérnök, számítástechnikai munkatárs (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); BORBÉLY PÁLNÉ okl. gépészmérnök, irányító tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA dr. okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); OVÁDI ZOLTÁN okl. vegyészmérnök, meó-vezető (Ásványolajforgalmi Vállalat [ÁFOR], Budapest); ŐSZ ÁRPÁD okl. olajmérnök, osztályvezető (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); SZILÁGYI ZSOMBOR okl. bányamérnök, létesítményi főmérnök (Tiszántúli Gázszolgáltató és Szerelő Vállalat, Hajdúszoboszló); TÖRÖK ERNŐ okl. vegyész, laboratóriumvezető (Ásványolajforgalmi Vállalat [ÁFOR], 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: MUNKÁCSI ZOLTÁN

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

76-738 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

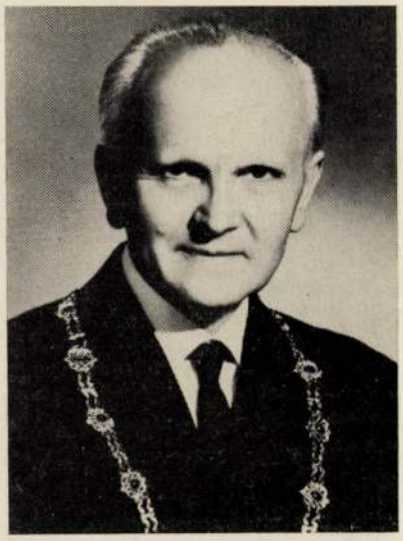
ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BANDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110.) évf. 4. szám 1977. április

DR. GYULAY ZOLTÁN 1900—1977



Váratlanul, halálos gázolás áldozataként — életének 77. évében, alkotóerejének teljében — vesztette életét 1977. február 9-én GYULAY ZOLTÁN *egyetemi tanár, a föld- és ásványtudományok kandidátusa, műszaki doktor, a Központi Bányászati Múzeum ny. igazgatója. A magyar bányászat és benne a magyar bányászati felsőoktatás egyik legkiválóbb egyéniségét, a hazai olajbányászat egyik úttörőjét, az olajmérnökképzés megteremtőjét veszítette el.*

Alighogy ezen a helyen a 70. és 75. születésnapja alkalmával gazdag életútjáról, nagy érdemeiről oly örömmel emlékeztünk meg, máris a váratlan búcsúhoz kell keresnünk vigasztaló szavakat.

1900-ban született Csáktornyán. A középiskolát Sopronban jeles érettségivel végezte, Sopronban szerezte kitüntetéses bányamérnöki oklevelét is. 1925 és 1934 között az alma mater mechanikai és bányaműveléstani tanszékén tanársegéd. 1935-ben eljegyezte életét az olajbányászattal. Az ekkor Dunántúlra koncessziót nyert EUROGASCO Mihályi-1. fúrásánál fúrómunkásként kezdte gyorsan felfele ívelő pályáját. Hamarosan üzemvezető, aztán központi műszaki előadó, majd a közben megalakult MAORT — a Magyar—Amerikai Olajipari Rt. — nagykanizsai tervezési és építési osztályának vezetője, később központi főfelügyelője, ügyvezető igazgatója, majd ezt követően a vállalat államosításáig vezérigazgatója. A MAORT államosítása után továbbra is vezető beosztásokat töltött be; 1950-ben a Dunántúli Ásványolaj Központ h. vezérigazgatója. Ekkor azonban már mindinkább az oktatás, a tudomány felé fordult az érdeklődése. 1950-ben már a Műszaki és Gazdasági Akadémia tanára, és csakhamar — 1951 májusában — a minisztertanács tanszékvezető egyetemi tanárrá nevezte ki alma materünkre. Itt megszervezi az olajmérnökképzést. Az Olajtermelési Tanszéknek 15 éven át vezetője, és élete végéig előadója az olajtermelési-rezervoármérnöki tudományágnak. Közben két ízben (1951—1955 és 1961—1964 között) a Bányamérnöki Kar dékánja. 1957-től az MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriumának igazgatója, 1970—1975 között a Központi Bányászati Múzeum igazgatója.

Oktatási tevékenysége túlterjedt határainkon, az ősi freibergi Bányászakadémiára is, ahol — vendégprofeszszori meghívást teljesítve — két féléven át adta elő a rezervoármechanika tárgyát; előadásait német nyelven is kiadták. Ez irányú érdemei elismeréséül 1965-ben ez az Akadémia — 200 éves jubileuma alkalmával — tiszteletbeli szenátorává választotta, és az ezzel járó ezüstlánccal tüntette ki.

Életútjának csak szűkszavú keretét tartalmazó méltatása nem lenne teljes, ha nem emlékeznénk meg e helyütt is sokoldalú, kivételes műveltségéről, a bányászati múlt és az ősi alma mater iránti szeretetéről és lenyűgöző technikatörténeti tudásából eredő kutatásairól. Ennek nagyszerű lecsapódása volt a Sopronban, a bányászati felsőoktatás 200 éves évfordulójának ünnepségén elhangzott remekbe szabott történeti eszmefuttatása.

Gazdag és változatos életpályáját igen sok maradandó ipari, tudományos alkotás és oktatási siker kíséri. Ilyen az ipariak között az első magyarországi rotari rendszerű kutatófúrások lemélyítése, az első nagyobb európai olajtávvezeték tervezése és építésének irányítása, a zalai olajmezők mintaszerű műszaki létesítményeinek, gazolintelepeinek tervezése. A tudományos teljesítmények közül kiemelhető a rezervoármérnöki tudomány alapjainak lerakása — hiszen e téren iskolát teremtett hazánkban —, az alapkutatások beindítása, a magyar nyelvű szakirodalom megalapozása. Emellett a legkiemelkedőbb alkotása — Ő maga is ennek tartotta — a világ szénhidrogén-bányászata irodalmának teljes spektrumát átfogó azon értékelő bibliográfia, amelynek egyik kezdeményezője, két fontos fejezetének szerzője, s amelyből a Lapunk különszámaként immár nyolcadik vaskos füzete jelent meg.

Életének minden szakaszában közéleti ember volt. Meghatározó volt a tevékenysége Egyesületünkre, arra az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületre is, amelynek 55 éven át tagja volt. Első alelnöke volt az 1941-ben alakult Dunántúli Olajvidéki Osztálynak, a ma Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának, majd felelős szerkesztője a Bányászati és Kohászati Lapoknak. Egyesületünknek több ízben választmányi tagja, alelnöke volt, majd 1966 és 1972 között elnöki tisztét viselte, 1972 óta tiszteleti tagja az OMBKE-nek, aminthogy tiszteleti tagja a Természettudományi Ismeretterjesztő Társulatnak is.

Csak hiányosan vázolt gazdag életművét, ipari-műszaki és tudományos működését számos kitüntetés és elismerés övezte: a már említett freibergi szenátori láncon kívül a Felsőoktatás Kiváló Dolgozója, a „Szocialista Munkáért" Érdemérem, a Munkaérdemrend, a Munka Érdemrend arany fokozata, valamint az OMBKE Wahlner Aladár-aranyérme, a Zorkóczy Samu-érem, a Zsigmondy Vilmos-érem és a Christoph Traugott Delius-érem első példánya.

Bányamérnök-generációk nagy tanítómesterét február 16-án — a Nehézipari Műszaki Egyetem halottjaként — családja, barátai, tisztelői és messze földről összesereglett hálás tanítványainak igen nagy tábora megtört szívvel kísérte utolsó útjára Miskolcon, a Mindszenti temetőben.

F. R.—A. Ö.

* * *

Ravatalánál az NME Tanácsa és a Bányamérnöki Kar nevében dr. *Takács Ernő* dékán mondott búcsúbeszédet.

Megrendülten búcsúzom DR. GYULAY ZOLTÁN professzortól a Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa, a Bányamérnöki Kar nevében.

Megdöbbenéssel értesültünk a lesújtó hírről, hogy a kegyetlen sors váratlanul, tragikus baleset következtében elszólította közülünk a szeretett családfőt, a szeretve tisztelt munkatársat, barátot, bányamérnök-generációk tanítómesterét.

Nehéz belenyugodnunk a veszteségbe, és elhinnünk, hogy a csodálatosan tevékeny, a rendkívüli testi és szellemi frisseségű, törékeny termetű GYULAY professzor kedves alakja többé nem jelenik meg az alma mater falai között, ahol szobájának sokszor még a vasárnapok késő estéjén is világos ablakai messzire hirdették lankadatlan, szenvedélyes munkakedvét és munkabírását.

A gyász fájó érzése túlterjed e temető falain; részvéttáviratok érkeztek külföldről és az ország minden részéből, mert szűkebb családi körén, jelenlevő tisztelőin, barátain, munkatársain és tanítványain kívül gyászol a bányászok nagy családja. Személyében a magyar bányászat és benne a bányászati felsőoktatás egyik legkiválóbb, legismertebb egyéniségét veszítette el.

Mindnyájunkat elönt a végleges elválás visszavonhatatlan tényéből fakadó mély fájdalom. Tudjuk, hogy nagyon sokáig kísér majd elvesztésének érzése, különösen ha olyan alkalmakra kerül sor, ahol eddig megszoktuk és természetesnek vettük GYULAY professzor jelenlétét. Sok terv, elképzelés fűtötte még, amiket már nem valósíthatott meg. GYULAY professzor azonban így is rendkívül gazdag örökséget hagyott ránk, és megadatott számára az is, hogy láthatta az általa elvetett mag kikelését és termésbe szökkenését.

GYULAY professzor 1900-ban Csáktornyán született. Középiskolai tanulmányait Sopronban végezte, és ott szerezte meg kitüntetéses bányamérnöki oklevelét is.

Szakmai életútja teljes egészében a magyar olajbányászattal fonódott össze. 1935-ben fúrómunkásként kezdte, majd meredeken ívelő pályáján egyre magasabb beosztásokba került. Volt üzemvezető, központi műszaki előadó, a Magyar—Amerikai Olajipari Rt. nagykanizsai Tervezési és Építési osztályának vezetője, később központi felügyelője, majd műszaki igazgatója. Másfél évtizedes gyakorlati tevékenységét sok maradandó ipari eredmény örökíti meg. Így az első magyarországi rotari rendszerű kutatófúrások lemélyítése, az első nagyobb európai olajvezeték tervezése és építésének irányítása, a zalai olajtelepek mintaszerű műszaki létesítményeinek, gazolintelepeinek tervezése.

A kőolaj- és földgázbányászat állami kezelésbe vétele után mind sürgetőbbé vált az olajmérnökök képzése. GYULAY ZOLTÁN vállalta az úttörő munka megszervezését és megvalósítását. Először a Műszaki Gazdasági Akadémián, majd 1950-től a Bányamérnöki Karon megkezdte az olajbányászat tárgykörének előadásait. Elkészítette az olajmérnökképzés tervezetét, aminek eredményeként 1951-ben megalakult az Olajtermelési Tanszék, és megkezdődött a képzés az olajmérnöki ágazaton. 1951-től 1966-ig az Olajtermelési Tanszék vezetője. Ez alatt az idő alatt a tanszék az olajipar számára nemcsak a felsőoktatás, hanem speciális területeken is a tudományos kutatás bázisává vált. GYULAY professzor az egyéniségéből fakadó alapossággal, rendszerességgel és szenvedéllyel a legutóbbi napokig a rezerváormérnöki tudományt művelte, és jogosan tekinthetjük e nagy fontosságú tudományág hazai megalapítójának.

Az Olajtermelési Tanszék tevékenysége nem maradt csupán hazai jelentőségű. Az oktatás korszerűségét és színvonalát jellemzi, hogy a tananyag főbb részeit átvette a freibergi Bányászati Akadémia is, ahol GYULAY professzor és munkatársai több szemeszteren keresztül előadtak, és jegyzeteik németül is megjelentek. Érdemeinek elismeréséül a freibergi Bányászati Akadémia tiszteletbeli szenátorává választotta.

Az 1950-es évek elején — a tanszék szellemi bázisára alapozva — megkezdte munkáját a Bányászati Kutató Intézet Olajosztálya, amely lényegében magját képezte az 1957-ben megalapított MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriumának. 1970-ig volt a laboratórium igazgatója, de kapcsolata az Olajtermelési Tanszékkel sohasem szakadt meg, és mindig ellátta a Rezervoármechanika előadásait. Az MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriuma ma Miskolc egyik jelentős tudományos létesítménye, és ennek elérésében nagy szerepe és érdeme volt GYULAY professzornak.

Közismert volt GYULAY professzor sokoldalúsága. Avatott értője volt a zenének, az irodalomnak, a történelemnek. Mindig szenvedélyesen kutatta a technika történetét, gyűjtötte a magyar bányászati múlt és az ősi alma mater emlékeit. Kiállítás keretében ezeket már Sopronban közkinccsé tette, és ezzel a Központi Bányászati Múzeum alapjait teremtette meg, amelynek megvalósítását javasolta, és tevékenyen támogatta. A bányászat múltja iránti áldozatvállaló szeretetét bizonyította, hogy 1971-től 1975-ig, amikor szükség volt rá, Sopronban elvállalta a múzeum igazgatói tisztét, oktatási feladatainak további teljesítése mellett. Csodáltuk és tiszteltük az örökké fiatal tudóst, aki erre a rendkívüli teljesítményre, a kettős feladat ellátására képes volt.

A könyvtárakban, levéltárakban, a Bányászati Múzeum patinás falai között végzett kutatómunkájának eredményeit írásaiban és olyan emlékezetes előadásokból ismertük meg, mint amilyeneket a bányászati felsőoktatás 200 éves évfordulója vagy a Geofizikai és Olajtermelési Tanszék megalakításának 25 éves évfordulója alkalmából rendezett ünnepségeken tartott.

GYULAY professzor életének minden szakaszában közéleti ember volt. Gyakran hallottuk szólni a legkülönbözőbb helyeken. Gazdag tapasztalatával, éleslátásával, rendkívüli műveltségével mindig a lényeget ragadta meg, és szellemes, sziporkázó előadásmódjával, egyéniségével sokakat meg tudott nyerni az általa képviselt ügy szolgálatának.

A közösséggel szemben mindenkor megnyilvánuló felelősségérzetével sokat tett a Bányamérnöki Karért, amikor 1951-től 1955-ig, majd 1961-től 1964-ig kétszer is a Bányamérnöki Kar dékánjává választották, ami kivételesen ritka a Kar történetében. Olyan időben volt a Kar élén, amikor különösen szükség volt széles látókörére, tájékozottságára.

Dékánsága idején alakult ki szakosítási rendünk, és fogalmazódtak meg új képzési céljaink. Az ipari igényekből indult ki, széles körű szakmai fórumokra támaszkodott, bevonva őket javaslatai kidolgozásába. Nagy jelentőségű volt munkája a felsőoktatási reformmal kapcsolatban, amikor a bányaipar jelene és jövője által koncepcióit bele tudta építeni a Kar tanterveibe és tantárgyprogramjaiba. Különös gondot fordított arra, és el is

érte, hogy az alapozó tantárgyak korszerű szinten és megfelelő súlyban legyenek részei tananyagunknak. Dékánságának, de egész oktató-nevelő tevékenységének maradandó eredménye, hogy a bányászati felsőoktatás múltjához való vonzódása folytán részese volt a diákélet maradó hagyományai újjáélesztésének. Mindig szívesen és aktívan vett részt a hallgatóság rendezvényein, csiszolta, alakította a formákat, a tartalmat és ezzel a résztvevőket is. Így a haladó hagyományok ápolása a szakmaszeretetre, hivatástudatra, közösségi életre való nevelés leghatásosabb eszközévé vált.

A közösségért vállalt kiemelkedő szerepet akkor is, amikor két cikluson át ellátta a Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöki tisztjét. Fáradhatatlanul dolgozott az egyesületi élet megújhodásáért, a színvonalas, tartalmas egyesületi munkáért, az egyesület és az ipar kapcsolatának szervesebbé tételéért.

GYULAY professzor avatott tollából több mint félszáz tanulmány jelent meg hazai és külföldi szaklapokban. Különösen nagyra értékelt kezdeményezése és alkotása a Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz című folyóirata különszámaként évente megjelenő, a világ szénhidrogén-bányászati irodalmának teljes spektrumát átfogó és értékelő bibliográfiai tanulmánykötete, amely a technikai fejlődés szemmel tartásának egyedülálló eszköze.

Ipari, műszaki, tudományos és oktatási tevékenységét számos kitüntetéssel ismerték el. A Felsőoktatás Kiváló Dolgozója, a Munkaérdemrend, a „Szocialista Munkáért" Érdemérem, a Munka Érdemrend arany fokozata kitüntetés, továbbá az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Wahlner Aladár-aranyérme, a Zorkóczy Samu-érem, a Zsigmondy Vilmos-érem és a Christoph Traugott Delius-érem első példányának tulajdonosa.

Kedves Gyászoló Család, tisztelt Gyászoló Résztvevők! A gazdag életmű, a maradandó tett és alkotás bemutatása enyhítheti fájdalmunkat, megnyugvást nyújthat. Azonban érzem és tudom, hogy szavaim nem tükrözhetik hűen a tetteket, és főleg nem az embert, Aki mögöttük van. Csupán arra vállalkozhatom, hogy köszönetet mondjak mindazért, amit GYULAY professzortól, a felejthetetlen Zoltán bácsitól kaptunk. Köszönjük gazdag élete minden alkotását, amiket továbbfejleszteni kötelességünk. Emlékét őszinte kegyelettel és hálás tisztelettel megőrizzük szívünkben.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében *Kreffly Gábor* elnök vett végső búcsút az elhunyttól.

Mély megrendüléssel állunk ravatalodnál DR. GYULAY ZOLTÁN professzor, kedves kollégánk, szeretett barátunk. A halál híre önmagában is mindig szomorú, de a Te tragikus halálod mélyen megrázott bennünket.

Tevékeny életed példája volt a sokoldalú emberi életnek. Munkahelyeiden mindig az élen álltál, vállaltad az úttörők nem mindig töretlen útját, példát mutatva munkatársaidnak és környezetednek. Szerteágazó tevékenységed felsorolása, méltatása lehetetlen. Született pedagógus, technikus, nagy tudású irodalmár, történész voltál. Életedet meghatározta az olajbányászat, ennek oktatása és az ezzel kapcsolatos minden társadalmi tevékenység.

Életed és munkásságod meghatározó volt az Országos Magyar Bányászati Egyesület életében is. Tragikus halálod bekövetkezéséig 55 éven át voltál tagja egyesületünknek. Első alelnöke voltál az 1941-ben alakult Dunántúli Olajvidéki Osztálynak, majd felelős szerkesztője a Bányászati és Kohászati Lapoknak. Több ízben választmányi tagja és alelnöke voltál az egyesületnek, 1966-tól 1972-ig pedig betöltötted egyesületünk elnöki tisztét. 1972 óta tiszteleti tagja voltál az OMBKE-nek.

Az egyesület célkitűzéseit önzetlenül mindig magadévá tetted, így a szakma tudományos, műszaki fejlesztését, annak társadalmi megbecsülését, az összetartozás erősítését, a szakmai nyelv ápolását és pallérozását. Ennek bizonyítéka a több egyesületi emlékérem, melyekkel az egyesület csekély mértékben honorálta munkádat. Az egyetemes magyar bányászat és a bányászati szakoktatás történetének szenvedélyes, lankadatlan, igényes és avatott tollú művelőjét veszítettük el Benned.

Ismerve Téged, sokoldalú tapasztalatodat és munkabírásodat, még nagyon sokat tettél volna családod, az egyetemi oktatás és az egyesület felvirágoztatásáért, gazdagításáért, gyarapításáért. Ezt félbeszakította az értelmetlen halál.

Megrendült lélekkel és lehajtott fejjel mondok az egyetemes magyar bányásztársadalom, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében utolsó

jó szerencsét!

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt részvétét *dr. Dank Viktor* főgeológus tolmácsolta.

Ha van, ami iszonyú tragédia sorsunkban, akkor az az értelmetlen halál. Az értelmetlené, a váratlan-hiábavalóé, a kiszámíthatatlané, az embertelenül kegyetlené. És ami e tragédiát még fokozni tudja, az alkotó értelem, az ezerműködésű agy halála, megszűnése visszavonhatatlanul, a kiművelt emberfő, egy alkotó egyéniség elmúlása, váratlanul, értelmetlenül.

A tudomány, a technika emberének halála a fékevesztett emberkézben gyilkoló technika által!

Feladatom szerint búcsúzni jöttem ide.

Búcsúztatnom kellene az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt bányászainak, dolgozóinak, vezetőinek, valamint a Magyarhoni Földtani Társulat tagságának, elnökségének nevé-DR. GYULAY ZOLTÁN-t, a volt munkatársat, főnököt, az egykori tanárt, egyesületi tagtársat. Valamennyiünk közszeretettel becézett Dodóját, Dodó bácsiját!

Kínlódva igyekszem eleget tenni fájó kötelességemnek, nemcsak a tragikusan hirtelen halála miatti döbbenetem miatt, hanem mert egyszerűen valahogy még nem tudom Őt halottnak elfogadni. Halála olyan veszteség, amely a fájdalom első szorító bénulatából is már arra eszméltet, hogy ki is volt Ő, mi volt a nyereség, amit adott.

Mit kaptunk Tőle, amit immár senki és semmi nem vehet el tőlünk. Mit adott nekünk ez az ember, akinek törékeny, de egészségesen szívós testi alkata dialektikusan összefonódó ellentmondásban volt szellemi nagyságával?

Bámultuk Benne a homo technicust, a művelt, széles skálájú egyéniséget. Tiszteltük Benne a befogadó receptív kapacitást és a környezetébe kisugárzó kreatív koponyát. Megtaláljuk sziporkázó műszaki és emberi szellemét a Mihályi-1. kutatófúrás gyöngybetűvel írt fúrómesteri jelentésében éppúgy, mint a későbbi üzemvezető több rétű feladatkörének ellátása nyomán maradt dokumentumokban. Átsugároz ez az ügyvezető igazgató, majd az egykori vezérigazgató sokrétű, felelősségteljes tevékenységén is.

Nevéhez az olajipar számos döntő intézkedése, műszaki teljesítménye és létesítménye fűződik. Mindig a korszerűt, az újat, a hasznosabbat kereste. Tántoríthatatlanul küzdött a műszaki haladásért, minden posztján az olajiparnak, ahova valaha is állították, a legalacsonyabbtól a legmagasabbig!

De nemcsak mint az OKGT egykori elődjének sok beosztásában tisztséget viselt vezető tevékenységét ismerhettük, hanem az olajbányászati egyetemi oktatás jeles megalapítóját, a rezervoármérnöki tudomány meghonosítóját és prominens művelőjét; az olajbányászok egész seregének képviselőjét tisztelhettük személyében.

A földtani tudományokkal is igen szoros kapcsolata volt. A Magyarhoni Földtani Társulatnak 1935 óta volt tagja. Sok dolgozatában és társszerzői értekezésében is fellelhető ez az együttműködés a földtani szakemberekkel.

Tudományos minősítését is a föld- és ásványtani tudományok tárgyköréből nyerte. De megnyilvánult ez a kapcsolat a földtannal az aktív bányamérnöki és oktatói tevékenységében, valamint az MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriumának igazgatójaként végzett munkájában is.

Folyamatosan ötvözte a földtani és műszaki tudományt egy olyan tudományos terrénumon, ahova az ember közvetlenül soha be nem lát, ahonnan ismereteit közvetett módszerekkel kénytelen szerezni.

A hazai szénhidrogén-bányászat úttörőinek, fél kézen megszámolható nagyjainak egyike száll most sírba előttünk személyében! A múlt hétig családjának, tanítványainak, munkatársainak szeretete, megbecsülése övezte, akiket mindig csodálattal töltött el lenyűgöző sokoldalúsága, szaktudása, csillogó, sziporkázó elméje.

Most, hogy ez a hetven felett is fiatalos alkat megszűnt létezni, rádöbbenhetünk, hogy mi mindent akart még mondani! A műszaki, földtani szakember, a pedagógus, a múlt bányatörténetének jeles kutatója, tudományának haláláig lankadatlan művelője elnémult. És ebben az a szörnyű, hogy Ő még szólni szeretett volna, s nem adatott meg Neki, hogy tovább mondhassa mondanivalóját, ontsa ismereteinek gazdag kincseit.

Most itt valamennyien végtisztességre gyűltünk össze. Búcsúzunk! És ez a búcsú egyúttal visszavonhatatlan egyoldalúságot is jelent: mi többé nem tudunk megszólítani Téged, kedves Barátunk — ezentúl már csak Te szólhatsz hozzánk írott műveiddel!

*

A tanítványok nevében *Bérczesi Zsolt* V. éves olajmérnökhallgató búcsúzott nagy tanítómesterüktől.

Szeretett Professzorunk, drága Dodó Bácsi!

Bekövetkezett, ami még oly távolinak tűnt. Derűs mosolyát, kedves humorát többé nem sugározza senkire. Vajon ki tudja ezt akár hónapok elteltével is felfogni? A halál az ember számára mindig megfoghatatlan, ha az eltávozó közel állt szívéhez.

Mi voltunk az utolsó évfolyam, akiket tanított. Tiszteltük, szerettük. Az a fagyos döbbenet, amit ez a szörnyű hír okozott, egyre erősebben szorítja szívünket, s ki tudja, melyik napon enged fel annyira, hogy a beletörődés nyugalmával, a kegyeletes emlék szorongó hangulata nélkül gondolunk Önre.

Hallgatói voltunk, és tudtuk, hogy alkotó idejéből vonja el azokat az órákat, amelyeket a mi oktatásunkra szánt. A szakma szeretetére nevelt minket óriási tekintélyének és hatalmas tudásának felhasználásával. Az emberek előtt tekintélyt szerezni nehéz. Dodó bácsinak ez a lényéből fakadt. Csak kaptunk Öntől, hisz szeretetét, humanitását bőkezűen osztotta, szinte pazarolta ránk.

Nem tudok hallgatóról, aki összeszoruló szívvel, reszkető térdekkel vizsgázott volna valaha is Önnél. Annál többről tudok, aki restelkedve jött el a vizsgáról, mert jobb osztályzatot kapott, mint érdemelt. Bölcs derűvel siklott át fiatal korunk hibáin, bár éreztette, hogy észrevette, de bízott benne, hogyha sor kerül rá, nem hozunk szégyent a fejére.

Mint mondottam, soha sem álltunk szorongva Ön előtt, de most nagyon üres a lelkünk, és a lábunk is nehezebben bírja a testünket, mint máskor. A végső, a legutolsó búcsú lélekbe markoló perceiben keresem a szavakat, melyek talán soha nem jutnak a nyelvemre. Sem társaim, sem én nem vagyunk a könnyű szavak mesterei. Bányászok vagyunk, akik a férfias, kemény élettel jegyeztük el magunkat. Lelkünk mégis sarkig nyitva van tiszta emlékének befogadására.

Tudjuk, hogy a veszteség, ami minket ért, pótolhatatlan. Nem is próbáljuk ezt az űrt valamivel kitölteni, ami távoztával bennünk keletkezett. Az idő minden bizonnyal enyhíteni fogja fájdalmunkat, de most még a fekete gyász az úr a szívünkben.

Emberi példája örök jelkép lesz előttünk, akik talán egy kicsit munkájának eredménye vagyunk. Talán közülünk kerül ki az, aki a terveit befejezi, vagy a kész terveket a gyakorlatban hasznosítja. Hagyatéka semmiképp nem lesz a feledésé, hiszen egész mérnöknemzedék került ki a keze alól.

A nagy embereket megillető halhatatlanság jut így teljesen megérdemelten osztályrészéül. Igaz, mi azt szerettük volna, ha inkább még hosszú éveken keresztül köztünk él, és munkásságát befejezve a nyugalom nyújtotta megérdemelt pihenés az osztályrésze.

Sajnos ez a tragédia megfosztotta Önt és Önnel együtt minket is ettől.

Drága Dodó Bácsi! Soha, míg élünk, nem feledjük el!

*

Az Olajtermelési Tanszék és a volt munkatársak nevében *dr. Szilas A. Pál* tanszékvezető egyetemi tanár vett végső búcsút.

Tisztelt Gyászoló Család, tisztelt Gyászoló Egybegyűltek!

Ha GYULAY professzor tragikus halálának híréről olyan valaki értesül, aki Őt személyesen nem ismerte, akkor is biztosan megdöbben a kérlelhetetlen sors gyarló eszközének ostobaságán, de a hetvenhét éves kor talán enyhíti a veszteségérzést, a természet vastörvényeit érzi a háttérben. Mi azonban, akik munkatársaiként mellette éltünk, Vele dolgoztunk, tudjuk, hogy Ő azok közé a ritka kivételes adottságú emberek közé tartozott, akinél az életkor az egyéniséget alig befolyásolja, akinek kimagasló műveltsége, világot átfogó és lenyűgöző tudása mellett éppen szellemének fiatalos lendülete és ennek kort felejtető ragyogása káprázttatta el mindinkább mindazokat, akik közelebbi kapcsolatba kerültek Vele. Mivel adminisztratív gondok az utóbbi években már nem terhelték, idejének és energiájának legnagyobb részét szakterületének művelésére fordította. Számos év értékformáló munkája állt még előtte, amikor sokat tudó szellemének lángja váratlanul kialudt.

GYULAY professzor tudományt művelő életének talán legjelentősebb alkotása a hazai olajmérnökképzés elindítása, abban iránymutatása, és ezen túlmenően a hazai rezervoármérnöki iskola megteremtése. Az olajmérnök-oktatás minden vonatkozásában csodálatra méltóan tájékozott és lényeglátó volt. Ennek köszönhető, hogy nagy múltú Karunk talán legcéltudatosabban haladó képzési szakirányát hozta létre. Kristálytiszta logikával tudta oktatási anyagunkba választani azt, amit régi bányászörökségünkből meg kellett tartanunk, és ugyanilyen határozottsággal jelölte ki alap-, alapozó és szaktárgyaknál azt az új tudomány-ismeretanyagot, amit magunkévá kell tennünk, azt az új utat, amin tovább kell haladnunk. Tanítványainak sikerei, hazai és nemzetközi elismerései igazolják elgondolásainak helyességét.

GYULAY ZOLTÁN egyéniségének varázsos sajátossága volt az a szinte egyedülálló nevelői készség, amit Ő távolról sem hétköznapi módon alkalmazott. A személyes példamutatás, néhány félmosollyal mondott és sokszor csak a nagyon belegondolók számára egyértelmű, de hajszálpontosan találó, szellemes mondat játszotta a fő szerepet. Az erőszakos akaratrákényszerítés minden formáját elítélte. Beszélgetései, vitái gyakran olyan mestervívásra emlékeztettek, ahol csak a találat, de sohasem az ütés volt a cél. Szakmai érdeklődése kimeríthetetlen, ismeretek szerzésében fáradhatatlan volt. Neki köszönhetjük, hogy munkatársainak vérévé vált: csak a világirodalom naprakész ismerete után szabad és érdemes továbblépni. Elsősorban magával szemben volt messze átlagon felül igényes. Előadásai, írásai fogalmazásukban is mesterművek.

Búcsúzni jöttünk GYULAY professzortól. Ha szólhatna, akkor most is a sokat tudók szerénységével mosolyogna ránk, és azt mondaná, hogy csak a halandó ember törvénye teljesült be. Mi azonban érezzük, hogy csak a test volt halandó, fáklyaként lobogó szelleme tanítványaiban, munkatársaiban sok-sok kis fénypontra oszolva, és új tüzek élesztésére képesen hirdeti az emberi halhatatlanságot.

Mélységes megrendüléssel vettük a szomoru hírt, hogy

BINDER BÉLA
okl. bányamérnök,

Lapunk alapításának egyik lelkes kezdeményezője és alapításától kezdve fáradhatatlan főszerkesztője 1977. március 3-án, 72 éves korában, súlyos betegség következtében elhunyt.

Petroporfirinek víz—olaj határfelületen mutatott határfelületi tulajdonságainak vizsgálata

LAKATOSNÉ
SZABÓ JULIANNA

A tanulmány a jellegzetes magyar kőolajokból elválasztott, porfirindús szénhidrogén-frakciók víz—benzol rendszerben mutatott határfelületi feszültségének alakulásával és filmképző hajlamának vizsgálatával foglalkozik. A szerző összefüggést keres ezen értékek, valamint a porfirin-, nitrogén-, heteroatomtartalom és a frakciók C/H aránya között. A laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítást nyert az a tendencia, hogy a határfelületi feszültség csökkentéséért a természetes szénhidrogének nagy heteroatomtartalmú vegyületei, ezen belül elsősorban a nagy oxigéntartalmú vegyületei a felelősek, míg a filmképző hajlam az erősen konjugált telítetlen szénhidrogének jelenlétének volt tulajdonítható. Mindkét határfelületi jellemző alakulása egybeesett a szénhidrogén-frakciók porfirintartalmának változásával.

Bevezetés

A kőolajokban található porfirinek geokémiai kérdések eldöntésében játszott szerepükön túl jelentőségüket annak köszönhetik, hogy mind a kőolaj termelése, mind a feldolgozás szempontjából minőségük és főleg mennyiségük számos probléma kiindulási pontja lehet.

Századunk első harmadában *Lottermoser* [1], *Morrel* [2], *Uren* [3] és munkatársaik állapították meg, hogy a „víz az olajban" típusú emulziók keletkezéséért a kőolaj aszfaltén típusú vegyületei, ezen belül pedig a heteroelemeket tartalmazó, nagy molekulasúlyú anyagok a felelősek. Később *Denekas* [4], *Dodd* [5] és *Dunning* [6] munkatársaikkal együtt úgy foglaltak állást, hogy ezen felületaktív anyagok egyes komponenseinek nagy fémtartalmuk is van, illetve fő alkotójuk vanadil,- illetve nikkel-porfirinkomplex. *Baker* [7], valamint *Hodgson* és *Hitchon* [8] vetették fel, hogy a porfirinkomplexek, más poláros vegyületek mellett éppen a porfirinek határfelületi aktivitása alapján a természetes szénhidrogének vizes fázisban való migrálását elősegítő anyagként viselkednek.

A kőolajok filmképző hajlamával *Dunning* [6] és *Denekas* [4] foglalkoztak először. *Reisberg* és *Doscher* [9] azt tapasztalta, hogy a kőolaj kiszorítási hatásfoka nagymértékben függ a víz—olaj határfelületen képződött merev hártyák jelenlététől. *Denekas* [10] és munkatársai igazolták például, hogy poláros vegyületeket nagy mennyiségben tartalmazó kőolajoknál a víz spontán felszívási sebessége is kisebb, mint egyébként. *Dodd* [11] bizonyította be, hogy az előnytelen hatás oka a víz—olaj határfelületen képződött merev film nagy viszkozitása, nem newtoni áramlási jellege, és az, hogy elzárja a szabad áramlási keresztmetszetet.

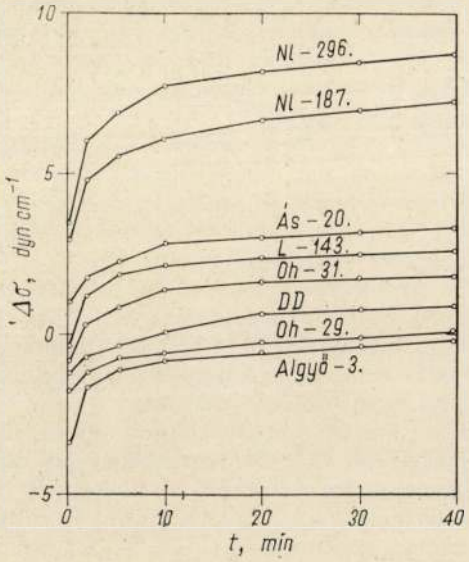
Kísérleti eredmények és értelmezésük

A vizsgálatok célja az, hogy összefüggést keressünk a kőolajok, kőolajfrakciók porfirintartalma és a határfelületi feszültség, illetve a filmképző hajlam között. Ezért mindenekelőtt meg kellett határozni a vizsgált anyagok porfirintartalmát minőségi és mennyiségi vonatkozásban egyaránt. Alkalmas elválasztási módszer segítségével a kőolajokban található porfirineket dúsítottuk, majd spektrofotometriás standard eljárással a komplexeket azonosítottuk [12, 13].

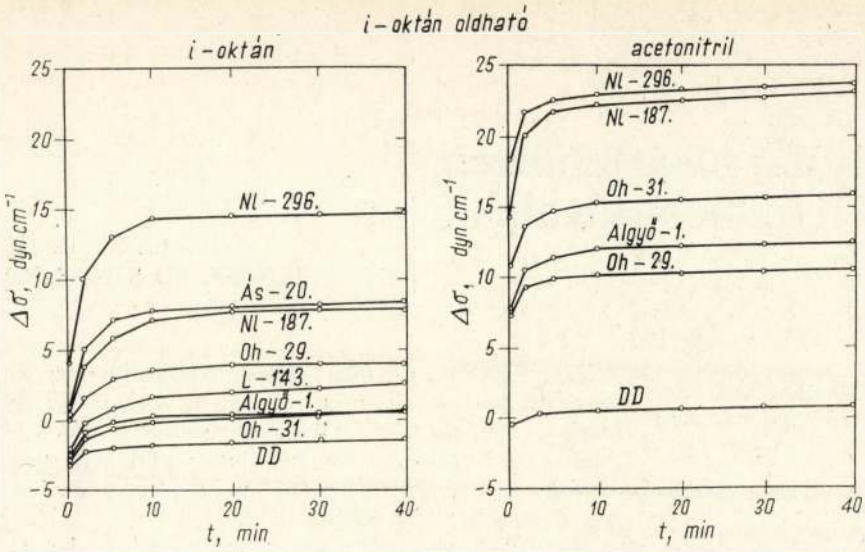
E tanulmány tárgyát is ugyanazok a kőolajok képezték, mint amelyek a fenti tanulmányban szerepeltek. Az ismétlések elkerülése érdekében ugyancsak utalunk e közlemény *1. ábrájára,* amely útmutatóul szolgál az egyes szénhidrogén-frakciók elválasztási rendszerben elfoglalt helyére, származására.

Az irodalmi adatok bizonyos mérvű ellentmondása alapján nem hagyhattuk figyelmen kívül, hogy a határfelületi feszültség csökkentéséért és a filmképző hajlamért a vizsgált szénhidrogén-frakciókban a porfirineken kívül minden bizonnyal más vegyületek is felelősek. Ezért az elválasztás folyamán kapott szénhidrogén-frakciókat még abban az esetben is vizsgálat tárgyává tettük, ha azok porfirinekben szegények voltak.

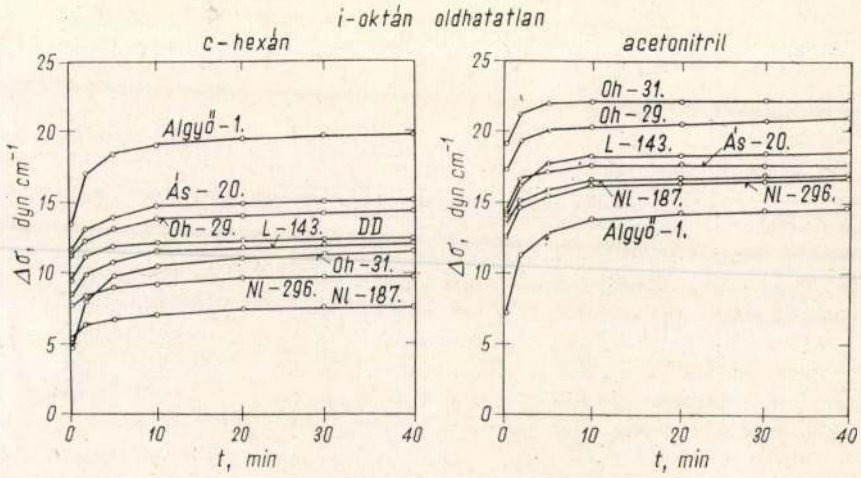
A különböző szénhidrogén-frakciók határfelületi feszültségének és filmképző hajlamának tanulmányozása a függőcsepp-módszer [14] segítségével történt. Mivel a szénhidrogén-frakciók konzisztenciája a víz—szénhidrogén rendszer közvetlen alkalmazását nem tette lehetővé, a határfelületi feszültség meghatározása vizes fázisban benzolos oldatból kialakított



1. ábra
A vizsgált kőolajokra mért Δσ alakulása az idő függvényében



2. ábra
Az acetonitriles kőolajextraktumok i-oktán oldható részének oszlopkromatográfiás frakcióira kapott Δσ alakulása az idő függvényében



3. ábra
Az acetonitriles kőolajextraktumok i-oktán aszfalténjének oszlopkromatográfiás frakcióira mért Δσ alakulása az idő függvényében

csepp alakváltozása alapján valósult meg. A benzolos oldatok szénhidrogén-koncentrációja minden esetben 5 gdm^{-3} volt. A vizsgálatok vonatkozási alapja tiszta benzol—víz rendszer σ_0-ja volt, illetve az eredményeket a két rendszer határfelületifeszültség-különbségének ($\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma_x$) időbeli lefutása alakjában adjuk meg. Az egyensúlyi értékek eléréséhez általában 40 perc időtartamra volt szükség.

Kiindulási alapként az eredeti kőolajminták, majd az extraktumok, az aszfalténmentesítéskor nyert szénhidrogén-frakciók és végül a kromatográfiás frakciók [13] benzolos oldatainak vízzel szemben mért határfelületi feszültségét határoztuk meg.

Mérési eredményeink közül kiragadott példaként az *1. ábra* a kiindulási kőolajmintákra, a *2.* és *3. ábra* az egyes kőolajmintákból nyert acetonitriles extraktumok aszfalténmentesített oszlopkromatográfiás frakcióra mért $\Delta\sigma$-görbéket tartalmazza.

A kapott adatok alapján minden olajra érvényes megállapítás nem tehető. Tendenciajellegű tapasztalatainkban egyaránt jelentkezik az olajspecifikum és a frakció- (csoport vagy vegyület típusú) specifikusság. Az általános megfigyelések a következőkben foglalhatók össze:

a) a vizsgált kőolajok közül a legnagyobb porfirintartalmú és aszfalténtartalmú nagylengyeli olajminták csökkentették legjobban a benzol—víz rendszer határfelületi feszültségét;

b) a többi kis porfirintartalmú kőolaj alig változtatta meg a benzol—víz rendszerre mért eredeti értéket;

c) az acetonitriles extraktumok követik az *1. ábrán* látható sorrendet;

d) az i-oktános aszfalténmentesítés után az aszfaltének határfelületi aktivitása mindig nagyobbnak adódott, mint az i-oktánban oldódó olajos részeké;

e) a kromatográfiás frakciók közül az acetonitriles frakciók aktivitása többnyire nagyobbnak adódott, mint a többi frakcióé.

Végeredményben az egyes elválasztási műveleteknél kapott szénhidrogén-frakciók közül minden esetben azok csökkentették legjobban a benzol—víz rendszer határfelületi feszültségét, amelyekben az elválasztás folyamán a porfirinek is dúsultak.

A határfelületi feszültség meghatározása után a filmképző hajlamról vizuálisan győződtünk meg. A vizsgált oldatcseppet a kapillárisba visszahúzva a filmképző hajlamot mutató anyagoknál egy bizonyos cseppméretnél a felület felvillan, és bőrredők jelennek meg rajta. Hogy ez milyen mértékű visszahúzásnál jelentkezik, az a kőolaj egyedi jellegétől és a filmképző anyagok koncentrációjától függ [15].

A vizsgált mintáknál a mutatott filmképző hajlammal kapcsolatos megállapításaink a következők:

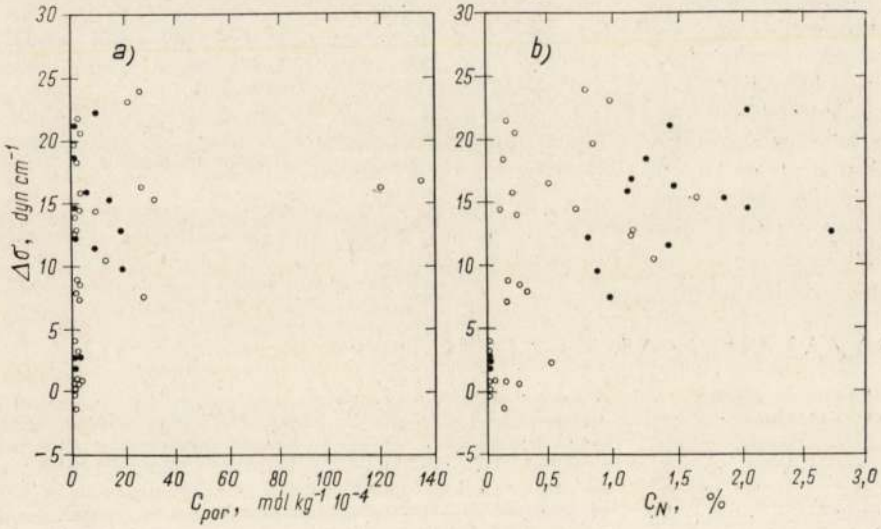
a) a vizsgált szénhidrogén-frakciók 35%-ánál tapasztaltunk filmképző hajlamot;
b) a kiindulási kőolajok közül egyetlen magyar kőolaj: az *L-143.* jelű és annak valamennyi frakciója adott pozitív eredményt;
c) az i-oktán-aszfaltének és azok oszlopkromatográfiás frakciói néhány eset kivételével erős filmképző hajlamot mutattak;
d) Az i-oktán oldható részei és azok oszlopkromatográfiás frakciói néhány esetben mutattak csak filmképző hajlamot.

A vizsgálatok további részében összefüggést kerestünk a filmképző hajlam, az egyensúlyi határfelületi feszültség és a porfirintartalom, valamint a frakciók elemi összetétele között. A kőolajok és a kőolajfrakciók elemi összetételét *Hewlett—Packard* 185 B típusú CHN-analizátorral határoztuk meg. Az összetartozó adatokat a *4.* és *5. ábra* tartalmazza, amelyeken teli pontokkal jelöltük azokat az anyagokat, amelyek filmképző hajlamot is mutattak.

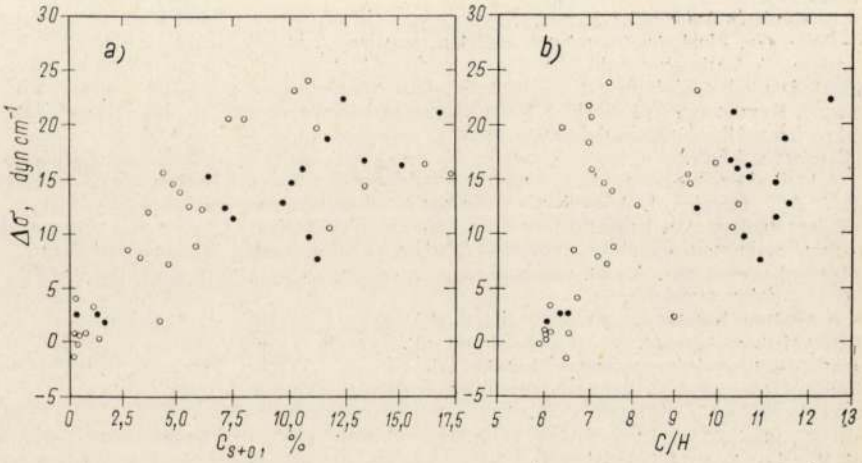
Az említett ábrákat 45 frakció figyelembevételével állítottuk össze. Az eredeti kőolajok és az elválasztás folyamán kapott szénhidrogén-frakciók egyaránt szerepelnek benne. Ezek az ábrák a következő általános képet tükrözik:

a) a határfelületi aktivitás és a filmképző hajlam, valamint a frakciók pofirintartalma között a vizsgált tartományban nem lehet számszerű összefüggést megállapítani;
b) a filmképző hajlam az erősen konjugált, telítetlen szénhidrogének (C/H arány 9,5—13) jelenlétének köszönhető, amelyeknek nagy a nitrogéntartalmuk (0,8—3%), és esetenként kén- és oxigéntartalmuk is van;
c) a határfelületi feszültség csökkentéséért a természetes szénhidrogének nagy oxigén- és kéntartalmú vegyületei a felelősek. Ezen belül minden bizonnyal a nagy oxigéntartalmú vegyületek játsszák a nagyobb szerepet.

A vizsgált frakciók porfirinekben dúsak voltak ugyan, de porfirintartalmuk viszonylag szűk tartományon belül mozgott. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a porfirintartalom és a határfelületi aktivitás között konkrét számszerű összefüggés nem adható meg. Az a tendencia viszont érvényesült, hogy egy olajon belül az elválasztás folyamán porfirinekben dúsuló szénhidrogén-frakciók csökkentették legjobban a határfelületi feszültséget, illetve az egyes kőolaj-



4. ábra
A Δσ és a filmképző hajlam függése a porfirin- (a) és a nitrogéntartalomtól (b)



5. ábra
A Δσ és a filmképző hajlam függése a frakciók kén-, oxigéntartalmától (a) és a C/H aránytól (b)

minták közül (az *L-143.* jelűt kivéve) a nagyobb porfirin- és aszfalténtartalmú frakciók mutattak nagyobb aktivitást és filmképző hajlamot.

Amennyiben a porfirinek lényeges szerepet játszanak a határfelületi feszültség csökkentésében, úgy azok csak karboxilezett pigmentek lehetnek. Szerkezeti vizsgálataink ezek jelenlétét nem mutatták, ki, ugyanis a hemin degradációs termékei tárolókörülmények között könnyen dekarboxileződnek és etioporfirinként stabilizálódnak [16]. Kézenfekvőbbnek tűnik a porfirintartalom és a filmképző hajlam összefüggése. A porfirinmag erősen konjugált, nagy heterogéntartalmú (8—10% nitrogén), konfigurációjára nézve planáris, nyolc periferikus csoporttal, amely víz határfelületen elfekvő orientációjú. Az ilyen típusú vegyületek jelenlétében nagyon valószínű, hogy a határfelületi réteg összenyomását (cseppméret csökkentését) irreverzibilis változás, merev hártya kialakulása kíséri. E feltételezés egyetlen ellentmondását a lovászi olaj képezi, amelynek porfirintartalma egyike a legkisebbnek, de mind az olaj, mind frakciói erős filmképző hajlamot mutatnak. Végeredményben e kísérletek eredményei egy helyen tükrözik azt az ellentmondást, miszerint egyes szerzők szerint a porfirinek határfelületi jelenségekben játszott szerepe meghatározó [4—6], mások szerint elhanyagolható [17].

Megállapításaink tendenciajellegűek, és pontos, minden szempontból elfogadható magyarázat a következő okok miatt sem adható. Egyrészt a víz—olaj rendszer határfelületi tulajdonságait meghatározó anyagok a vizsgált frakciók elenyésző hányadát alkotják. Így az adszorpcióval kialakuló határfelületi réteg és a belső fázis között igen nagy lehet az összetételbeli különbség. Másrészt a vizsgálatok atmoszferikus körülmények között történtek, és így nem lehet elkerülni az egyes szénhidrogén-komponensek oxidációját vagy oxidatív degradációját.

IRODALOM

[1] *Lottermoser, A.—Calantar, N.:* Die kolloidchemische Faktoren bei der Bildung und Entmischung der Rohölemulsionen. Kolloid Z. **48** 362—76 (1929).

[2] *Morrel, J. C.—Egloff, G.:* Colloidal chemistry of petroleum, in: *Alexander, J.:* Colloid Chemistry, Chemical Catalog Co., New York, 1931.

[3] *Uren, L. G.:* Petroleum production engineering, Oil field exploration. McGraw Hill, New York, 1939.

[4] *Denekas, M. O.—Carlson, F. T.—Moore, J. W.—Dodd, C. G.:* Materials adsorbed at crude petroleum-water interfaces. Ind. Eng. Chem., **43** 1165—8 (1951).

[5] *Dodd, C. G.—Moore, J. W.—Denekas, M. O.:* Metalliferous substances adsorbed at crude petroleum-water interfaces. Ind. Eng. Chem. **44** 2585—90 (1952).

[6] *Dunning, H. N.—Moore, J. W.—Denekas, M. O.:* Interfacial activites and porphyrin contens of petroleum extracts. Ind. Eng. Chem. **45** 1759—65 (1953).

[7] *Baker, E. G.:* B. AAPG **46** 76 (1962).

[8] *Hodgson, G. W.—Hitchon, B.:* Proc. Comm. Mining Cong. 8 th Publ. *5* 9 (1966).

[9] *Riesberg, J.—Doscher, T. M.:* Interfacial phenomena in crude oil-water systems. Producers Monthly **21** 43—50 (1956).

[10] *Denekas, M. O.—Mattax, C.—Davis, G. T.:* Effects of crude oil components on rock wettability. Trans. AIME **216** 1959. 330.

[11] *Dodd, C. G.:* The rheological properties of films at crude petroleum-water interfaces. J. Phys. Chem. **64** 544—50 (1960).

[12] *Lakatosné Szabó J.:* Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata. Műszaki doktori értekezés. VVE Veszprém, 1975.

[13] *Lakatosné Szabó J.:* Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata. Kőolaj és Földgáz *12* 370—3 (1976).

[14] *Fordham, S.:* Proc. Roy. Soc. (London) 194 A, 1 (1948).

[15] *Wagner O.:* MTA OBKL, Tanulmányok a rezervoármechanika tárgyköréből *1* 31 (1965).

[16] *Hodgson, G. W.—Baker, B. L.—Peake, E.:* Geochemistry of porphyrins, in: *Nagy, B.—Colombo, U.:* Fundamental aspect of petroleum geochemistry. Elsevier P. C., New York, 1967.

[17] *Bourgoyne, A. T.—Caudle, B. H.—Kimbler, O. K.:* The effect of interfacial films on the displacement of oil by water in porous media. Soc. Pet. Eng. J. *2* 60 (1974).

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Kohászat** októberi számában dr. *Horváth J.—Gárdonyi S.—Szűcs E.* **A termodinamikai függvények meghatározása a mátrixszámítás felhasználásával** c. tanulmány általános, mátrixalgebrai eszközökkel dolgozó módszert tárgyal elemek, vegyületek és kémiai reakciók entalpia-, entrópia- és szabadentalpiafüggvényeinek számítására. A cikkben megvilágosíttatnak a kísérleti adatok számítási apparátusba való beépítésének kérdései. A javasolt módszer igen alkalmas a számítógépen történő megvalósításra.

A **Mérés és Automatika** decemberi száma közli dr. *Marton J.—Palkó Gy.* **Fluid elosztó szelepek kísérleti vizsgálata** c. tanulmányát. A közlemény fluid elosztó szelepek működését, felhasználási lehetőségét és egy monostabil típus tulajdonságait elemzi. Részletesen foglalkozik a folyadékszint-szabályozási célokra használható típus tulajdonságaival, és gyakorlati tapasztalatokat is közöl.

A **Fizikai Szemle** szeptemberi száma igen érdekes cikket közöl *Dede M.—Demény A.* **A mechanika húszparancsolata** címmel. Közli a fizikaszakos hallgatók számára készített, illegális formában terjesztett segédletet, melynek feladata az utóvizsgák sikerének elősegítése. A cikk számunkra is hasznos és érdekes információkat tartalmaz.

A **Földtani Kutatás** 4. számában találjuk az Országos Földtani Ankét (Bp. 1976. márc. 29—31.) előadásait. Dr. *Dank V.* **A magyarországi szénhidrogén-földtani kutatás értékelése és perspektívái** c. közleménye a kőolajkutatás múltjának rövid áttekintése után részletesen foglalkozik a IV. ötéves tervidőszak operatív kutatásainak gyakorlati és elméleti eredményeivel, majd vázolja az V. ötéves terv földtani kutatási feladatait. Dr. *Somfai A.* **A Pannon-medence magyarországi területén feltárt csapdatípusok osztályozása, a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok kutatásának lehetőségei** c. cikke az eddigi csapdatípus-osztályozási rendszer bővített formájának ismertetését követően érdekes statisztikákat közöl az Alföldön feltárt szénhidrogénkészletek kor, képződmény és mélység szerinti megoszlásaira vonatkozóan. *Molnár K.* **A digitális szeizmika szerepe a korszerű szénhidrogénkutatásban** címmel az alkalmazott felszíni geofizikai módszerek lehetőségeit és problémáit elemezte Dr. *Kókai J.* **Fúrásból vett kőzetminták vizsgálata és szénhidrogén-földtani értékelése** c. cikke a kőzetmagok vizsgálata révén nyerhető információk és azok széles körű felhasználási területeivel foglalkozott, és szorgalmazta a magminták vételi, szétosztási, vizsgálati, kezelési és tárolási rendszerének kidolgozását és szabályozását. Dr. *Müller P.* **A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet feladatai a szénhidrogén-előkutatásában, valamint módszer- és műszerfejlesztésben** címmel az ELGI utóbbi évtizedben végzett munkáit foglalta össze.

A **Munkavédelem** 10—12. számában *Lukács Erzsébet* **A gépek villamos szabályzata** c. összeállítása hazánkban az elmúlt évvel bezárólag megjelent, villamos berendezésekre vonatkozó szabványokat ismerteti.

A **Műanyag és Gumi** novemberi számában olvashatjuk *Zeöld Ildikó—Kovács L.*—dr. *Szabó F.* **A műanyag- és gumiipar újdonságai az 1976. évi Budapesti Nemzetközi Vásáron** című érdekes összefoglalót.

Budapest, 1977. január hó

Csaba József

Fúrócsőoszlopok hosszváltozása kőolaj- és földgázkutak mélyítésekor

ŐSZ ÁRPÁD

A kőolaj- és földgázkutak mélyítése során alkalmazott fúrócsőoszlopokat a fúrás különböző fázisaiban jelentős hő- és mechanikai hatások érik. Ezek a hatások a fúrócsőoszlopok hosszváltozását okozzák, és így a mindenkori talpmélységet meghamisítják.

A hazai mély- és nagymélységű, nagy hőmérsékletű és nagynyomású fúrásokban a hosszváltozás fokozott mértékben jelentkezik. Ismerni kell a hosszváltozások nagyságát, hogy a lyukmélyítés bármely időszakában a valóságos talpmélység meghatározható legyen.

A kőolaj- és földgázkutak mélyítése folyamán a közbenső és a végmélység elérésekor végzett geofizikai szelvényezésekkel meghatározott talpmélységek többékevésbé eltérnek a fúrás által megadott talpmélységektől. Ezek az eltérések néhány centimétertől több tíz méterig terjednek. A kisebb eltéréseket pontosan meghatározni nem lehet, illetve a mérési pontatlanság hibahatárába beleesve ezeket nem veszik figyelembe. A vizsgálatokból kitűnik, hogy nincs olyan lemélyített fúrás, amelyben ne adódna valamely mélységben a két mérés között különbség.

A 2000 m-ig mélyített kutató- és feltárófúrásokban az eltérés általában a geofizika által meghatározott kábelmérési hibahatáron belül van. Ellenben a 2000 m-nél mélyebb, a mély- és nagymélységű fúrásokban az eltérés a mélység függvényében rohamosan nő.

A Nagyalföldön az elmúlt években lemélyített, 2500 m-nél mélyebb fúrások közül kiválasztva 25 mélyfúrást *(1. táblázat* és *1. ábra)* [1] a következő megállapítások tehetők:

a) a mélység függvényében a geofizika és a fúrás által megadott talpmélység közötti különbség nő;

b) az alkalmazott fúrócsőoszlop és geofizikai kábel méretétől és összetételétől, valamint ezek elhasználódottsági fokától mérten az adott mélységben mért talpeltérések különbözők;

c) a talpeltérés 2000 m-ig kicsi, azaz gyakorlatilag elhanyagolható;

d) 2000—3000 m-ig a különbség egyenletesen, lineárisan nő;

e) 3000 m alatt a különbség rohamosan, másodrendű függvény szerint változik;

f) az alkalmazott fúrócsőrakat és geofizikai kábel méretétől és összetételétől, valamint ezek elhasználódottsági fokától függetlenül a talpeltérés meghatározott sávhatárok közé esik.

A fúrás által megadott talpmélység helyesbítéséhez szükséges számítási módszer, amellyel a gyakorlati pontosságot kielégítve meghatározható a fúrócsőoszlopok hosszváltozása, a következőkben foglalható össze.

A fúrócsőoszlopok hosszváltozása

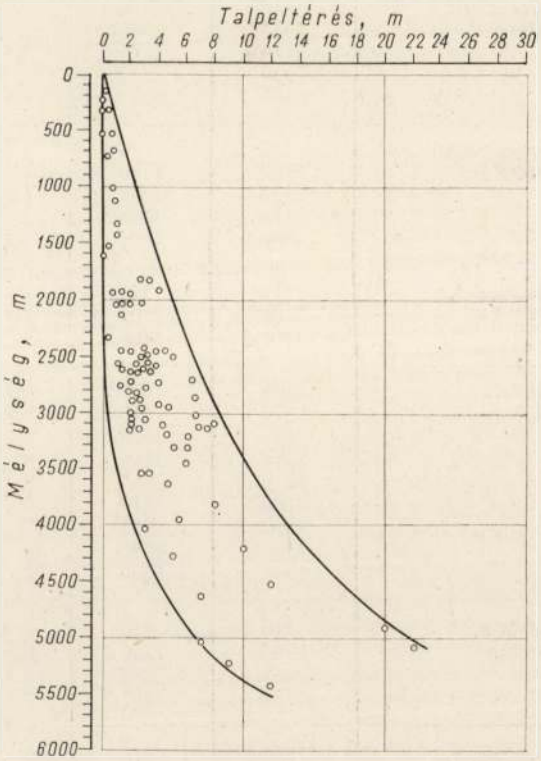
A kőolaj- és földgázkutak mélyítéséhez alkalmazott fúrócsőoszlopokat a fúrás különböző fázisaiban jelentős hatások érik, amelyek azonban a felszínen nem okoznak észlelhető változásokat. Ezek a hatások hosszváltozást hoznak létre, s így a mindenkori talpmélységet meghamisítják.

A hosszváltozás okai [2]:

a) a fúrócsőoszlop önsúlya
- a fúrócsőrakatok önsúlya,
- a súlyosbítórakatok önsúlya;

b) nyomásváltozások
- nyomásváltozás a fúrócsőoszlopban a fúrónál,
- nyomásváltozás a gyűrűs térben a fúrónál,
- nyomásváltozás a fúrócsőoszlopban a felszínen,
- nyomásváltozás a gyűrűs térben a felszínen;

c) fajsúlyváltozások
- fajsúlyváltozás a fúrócsőoszlopban,
- fajsúlyváltozás a gyűrűs térben;



1. ábra
A vizsgált 25 fúrás összesített talpeltérési diagramja

1. táblázat

Fúrás jele, mélysége m	Talp a fúrás szerint m	Talp a geofizika szerint m	Különbség m
Tiszagyenda-1. 3161 m	1309	1310	1
	2010	2012	2
	2410	2413	3
	2580	2581	1
	3059	3061	2
	3096	3098	2
	3161	3163	2
Tiszagyenda-2. 3065 m	1610	1610	0
	2650	2652	2
	2726	2728	2
	2845	2847,5	2,5
	3065	3068	3
Szarvas-4. 2845 m	310	310	0
	1910	1911,5	1,5
	2600	2601	1
	2811	2813	2
	2845	2847	2
Hódmezővásárhely-I. 5842,5 m	690	691,4	1,4
	3010	3012	2
	3527	3530,5	3,5
	4280	4285	5
	4611	4614	7
	5006	5013	7
	5328	5337	9
	5418	5430	12
Hunya-1. 3971 m	155	155,5	0,5
	1510	1510,5	0,5
	2350	2350,5	0,5
	2855	2858	3
	3510	3513,3	3,3
	3600	3604,5	4,5
	3965	3970,5	5,5
Tiszaroff-1. 3200 m	310	310,3	0,3
	1425	1426	1
	2574	2576,5	2,5
	2929	2932	3
	3200	3204,5	4,5
Nagyecsed-1. 4000,8 m	710	710,5	0,5
	1109	1110	1
	2130	2131,5	1,5
	3154	3156,5	2,5
	4000,8	4004	3,2
Tarnabod-1. 3101,5 m	510	511	1
	2100	2101,5	1,5
	3101,5	3104,5	3
Makó-2. 5038 m	305	305,5	0,5
	1510	1510,5	0,5
	2549	2552,5	3,5
	3300	3306	6
	3810	3818	8
	4200	4210	10
	4510	4522	12
	4900	4920	20
	5038	5060	22
Endrőd-6. 2765 m	510	510	0
	1510	1510,5	0,5
	2483	2484,5	1,5
	2765	2767,5	2,5
Dorozsma-6. 3146 m	510	510	0
	1910	1911,5	1,5
	2550	2553,5	3,5
	3146	3153	7

1. táblázat (folytatás)

Fúrás jele, mélysége m	Talp a fúrás szerint m	Talp a geofizika szerint m	Különbség m
Dorozsma-7. 3180,5 m	510	510,5	0,5
	1910	1914	4
	2500	2503	3
	3180,5	3188	7,5
Újszentiván-1. 3300 m	250	250	0
	1010	1011	1
	2044	2045	1
	2510	2512,5	2,5
	3300	3305	5
Szeged-1. 2756 m	210	210	0
	1538	1539,5	1,5
	2500	2505	5
	2616	2618,5	2,5
	2755,5	2762	6,5
Szeged-2. 3100 m	510	510	0
	2020	2021,5	1,5
	2457	2461,5	4,5
	2838	2841,75	3,75
	3100	3108	8
Szeged-3. 3146 m	510	510	0
	2014	2016	2
	2741	2744	3
	2752	2756	4
	3146	3154	8
Szeged-4. 3150 m	510	510	0
	1477	1479	2
	2247	2250	3
	3150	3156,5	6,5
Szeged-5. 3027 m	510	510,5	0,5
	1810	1813,5	3,5
	2600	2603	3
	2652	2655,5	3,5
	3027	3033,5	6,5
Szeged-6. 2848,3 m	510	510	0
	1920	1921,5	1,5
	2600	2603	3
	2848,3	2855	6,7
Szeged-7. 3136,5 m	510	510	0
	1830	1833	3
	2467	2471	4
	3136,5	3141	4,5
Szeged-8. 2960 m	510	510	0
	1940	1942	2
	2475	2477	2
	2960	2964,5	4,5
Szeged-9. 3471 m	510	510	0
	1928	1929,5	1,5
	2000	2003	3
	2600	2603,75	3,75
	3471	3477	6
Szeged-10. 2860 m	510	510	0
	1920	1921	1
	2798	2799,5	1,5
	2860	2862,5	2,5
Szeged-11. 2900 m	510	510	0
	1910	1912	2
	2500	2503	3
	2900	2904	4
Szeged-12. 3217 m	510	510	0
	1910	1912	2
	2843	2846,5	3,5
	3217	3223	6

d) hőmérséklet-változások
— hőmérséklet-változás a fúrócsőoszlopban,
— hőmérséklet-változás a gyűrűs térben.

A hosszváltozások eredője tehát négy fő komponensből tevődik össze. Az eredő hosszváltozás létrejöttében mind a négy tényező egyformán jelentős szerepet játszik, és kialakulásában való részarányukat az adott mélység, a fúrócsőoszlop mérete és összeállítása, valamint a fúrási műveletek pillanatnyi fennállása határozza meg.

Az első három tényező által okozott hosszváltozás — rövidülés vagy megnyúlás — meghatározása aránylag egyszerű, mert mechanikailag jól definiált és matematikailag könnyen kezelhető összefüggések írják le a jelenségeket. Csupán a fúrólyuk pillanatnyi állapotának elemzésével kell az éppen ható tényezőket meghatározni, utána a megfelelő összefüggésekből a résznyúlások és rövidülések kiszámíthatók, majd előjelesen összegezve az eredő hosszváltozást kapjuk [3, 4]. A hőmérséklet-változás okozta hosszváltozás összefüggése épp olyan jól ismert, mint a három másik tényező esetében, nehézséget az átlaghőmérséklet meghatározása jelent. Az átlaghőmérséklet meghatározása pedig olyan tényezők függvénye, mint a fúrócsőoszlopban és a gyűrűs térben levő folyadék hővezetési tényezője, a fúrócsőoszlop anyagának, valamint a kőzetek hővezetési tényezője, átlagos hőátadási tényező stb. [5, 6].

A fúrócsőoszlopok hosszváltozásánál a legnagyobb nyúlást vagy rövidülést az önsúly és a hőmérséklet-változások okozzák.

A fúrócsőoszlop önsúlya által okozott hosszváltozás (megnyúlás)

A fúrócsőoszlop két szakaszra osztható: a fúrócsőrakatokra és a súlyosbítórakatokra. E rakatok hossza a fúrólyukban a Hooke-törvény szerint változik *(2. ábra)*:

$$\Delta L_1 = f(L, F, A_s, \gamma_0).$$

Az önsúly okozta hosszváltozás három részre bontható:

a) súlyosbítórakatok hosszváltozása az önsúly miatt:

$$\Delta L_1' = \frac{W_{ss} - W_{os}}{A_{ss} E} \frac{L_s^2}{2}.$$

Ez a kifejezés a gyakorlati számítások megkönnyítésére a következőképpen alakítható át:

$$\Delta L_1' = \frac{1}{2A_{ss}E}(W_{ss} - W_{os}) L_s^2,$$

amiből $\frac{1}{2A_{ss}E} = C_{os}$ a súlyosbító méretétől és típusától függő állandó, így a kifejezés a következő alakban írható fel:

$$\Delta L_1' = C_{os}(W_{ss} - V_{kis}\gamma_0) L_s^2,$$

ahol a C_{os}, W_{ss} és V_{kis} táblázatban megadható, a súlyosbító méretétől és típusától függő állandó értékek.

b) fúrócsőrakatok hosszváltozása az önsúly miatt:

$$\Delta L_1'' = C_{of}(W_{sf} - V_{kif}\gamma_0) L_f^2,$$

ahol a C_{of}, W_{sf} és V_{kif} táblázatban megadható, a fúrócső típusától és méretétől függő állandó értékek.

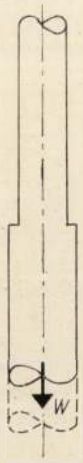
c) fúrócsőrakatok hosszváltozása a súlyosbítórakatok súlya miatt:

$$\Delta L_1''' = \frac{F_s L_f}{A_{sf} E}.$$

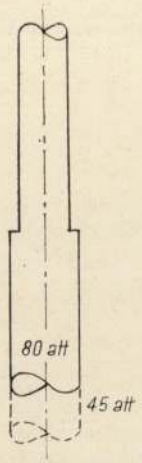
Ezen képletek levezetéséhez fel kell tételezni, hogy a fúrószár a csigasoron függesztett állapotban van, azaz a terhelésváltozás nulla ($\Delta G = 0$). Fúrás közben terheléskor, vagyis a fúrócsőoszlop egy részének nyomott állapotában $-\Delta G$, megszorulás esetén, vagyis a szerszám meghúzott állapotában $+\Delta G$ taggal a képleteket ki kell egészíteni, ugyanis a $\pm\Delta G$ a fúrócsőoszlop nyúlását csökkenti vagy növeli [7].

A fúrócsőoszlop önsúlya által okozott eredő hosszváltozás az összetevők összegezésével nyerhető:

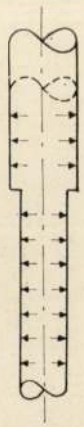
$$\Delta L_1 = \Delta L_1' + \Delta L_1'' + \Delta L_1'''.$$



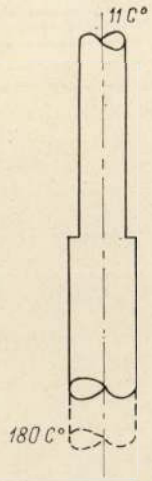
2. ábra
Az önsúly hatása



3. ábra
Dugattyúhatás



4. ábra
Ballonhatás



5. ábra
A hőmérséklet-változás hatása

Belső túlnyomás okozta hosszváltozás (dugattyúhatás)

A fúrócsőoszlop belsejében és a gyűrűs térben bekövetkező nyomás- és fajsúlyváltozások befolyásolják, illetve megváltoztatják a felhajtóerőket, és a változás hatására a fúrócsőoszlop a Hooke-törvény szerint hosszváltozást szenved *(3. ábra)* [8]:

$$\Delta L_2 = f(L, \Delta p_{if}, \Delta p_{of});$$

a levezetés és a helyettesítések után

$$\Delta L_2 = \frac{L}{A_s E}(A_i \Delta p_{if} - A_0 - \Delta p_{of});$$

egyszerűsített formában

$$\Delta L_2 = L(C_2 \Delta p_{if} - C_3 \Delta p_{of}),$$

amiből

$$C_1 = \frac{1}{A_s E},$$

$$C_2 = \frac{A_i}{A_s E} = C_1 A_i,$$

$$C_3 = \frac{A_0}{A_s E} = C_1 A_0,$$

$$C_4 = \frac{1}{E}.$$

A C_1, C_2 és C_3 állandók csak a cső méretétől függnek, ezért táblázatban előre megadhatók. A C_4 fizikai állandó.

Ballonhatás okozta hosszváltozás

A fúrócsőoszlopban és a gyűrűs térben levő folyadék fajsúlyának változása, továbbá a fúrócsőoszlopban és a gyűrűs térben, valamint a felszínen érvényesülő nyomásváltozások hatására a fúrócsőoszlop átmérője kismértékben megváltozik *(4. ábra)*. Ez a mikroszkopikus méretű átmérőváltozás a hosszú fúrócsőoszlopban némi hosszváltozást okoz [9]:

$$\Delta L_3 = f(\Delta\gamma_i, \Delta\gamma_0, g_s, L^2, R, L, \Delta p_i, \Delta p_0);$$

$$\Delta L_3 = -\frac{\nu}{E}\frac{\Delta\gamma_i - R^2 \Delta\gamma_0 - \frac{1+2\nu}{2\nu} g_s}{R^2-1} L^2 - \frac{2\nu}{E} \cdot$$

$$\cdot \frac{\Delta p_i - R^2 \Delta p_0}{R^2-1} L,$$

egyszerűbb alakban

$$\Delta L_3 = -C_5(\Delta\gamma_i - R^2 \Delta\gamma_0 - C_6 g_s) L^2 - 2C_5 \cdot$$

$$\cdot (\Delta p_i - R^2 \Delta p_0) L;$$

ahol

$$C_5 = \frac{\nu}{E(R^2-1)} \quad \text{és}$$

$$C_6 = \frac{1+2\nu}{2\nu} = 2{,}58.$$

A C_5 állandó csak a cső méretétől függ, ezért előre táblázatban megadható; a C_6 fizikai állandó.

A súrlódási nyomásveszteség hatása természetesen csak öblítőfolyadék áramlása esetén számottevő. Az egyenletben a $\Delta\gamma_i$, $\Delta\gamma_0$, g_s, Δp_0 és Δp_i 0 értéket is felvehet, s így a megfelelő tagok kiesnek. Statikus viszonyok esetén, valamint kis öblítési mennyiségeknél a g_s értéke s így a $C_6 g_s$ értéke elhanyagolhatóan kicsi. A fúrócsőoszlop zárásvizsgálatánál, ahol a $\Delta\gamma_i$, $\Delta\gamma_0$, g_s és Δp_0 értéke 0, az egyenlet a következő alakú lesz.

$$\Delta L_3 = -2C_5 \Delta p_i L.$$

Mély- és nagymélységű fúrások öblítési viszonyai között — egyensúlyi helyzetben — általában a $\Delta\gamma_i$ és $\Delta\gamma_0$ nulla, de a $C_5 C_6 g_s L^2$ már jelentős értékű lehet.

Hőmérséklet-változás okozta hosszváltozás (hőtágulás)

A lyuk mélyítésekor az iszappal feltöltött fúrólyukban a mélyfúrási tevékenység által megzavart, statikus és dinamikus körülmények közt kialakult hőmérsékleti viszonyok uralkodnak. Geotermikus egyensúly vagy legalábbis azt megközelítő helyzet csak a fúrólyuk hosszabb nyugalmi állapota után alakul ki. A műveletek során beszivattyúzott iszap, azaz az öblítés a rendszert hűti, s ezzel szemben a mélységgel a hőmérséklet fokozatosan nő, és így jelentős hosszváltozások jönnek létre *(5. ábra)*.

A kútkörnyék hőmérsékleti viszonyainak pontos meghatározására világszerte kísérletek folynak [5, 6, 10, 11, 12], amelyekből a fúrócsőoszlopok átlaghőmérséklete is meghatározható lenne. Ezek a törekvések nem mindig eredményesek, sokszor csak a lineáris közelítés vagy az adatok becslése válik lehetővé:

$$\Delta L_4 = f(L, \Delta t);$$

a levezetés és a behelyettesítések után

$$\Delta L_4 = \alpha L\left(\frac{t_t + t_0}{2} - t_m\right).$$

A fúrócsőoszlop eredő hosszváltozása

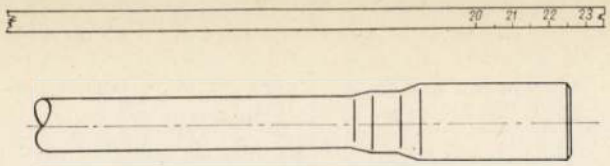
A fúrócsőoszlop eredő hosszváltozása az összetevők, azaz az értékek előjelhelyes összegezésével nyerhető:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 + \Delta L_4 = \sum_{i=0}^{4} \Delta L_i.$$

A megnyúlást +, a rövidülést pedig − előjellel kell figyelembe venni.

A fúrócsövek és súlyosbítók hosszmérésének hibaszámítása

A fúrócsőoszlopok hosszváltozásain kívül a fúrócsövek és súlyosbítók hosszának lemérésekor előforduló mérési hibák is megváltoztatják a fúrócsőoszlop valós hosszát. Több, egymástól független mérési eredményt összehasonlítva, ha 1 cm-nél nagyobb mérési különbség adódik, a mérést meg kell ismételni;



6. ábra
A csőhosszmérések hibája

azonban 1 cm eltérésnél a mérést nem ismétlik meg, hanem a mérési eredményt változatlanul hagyják. Miből adódik ez az 1 cm? Mérés folyamán a fúrócső vagy a súlyosbító hossza nem egész centiméterre, hanem két egész centiméter közé esik. A mérést végző lefelé vagy felfelé kerekíti a csőhosszt *(6. ábra)*. A kerekítés általában nem szisztematikus, és így mérési hiba keletkezik, amit nagyszámú mérés esetén már figyelembe kell venni.

A mérési eredmények elkerülhetetlen hibákat tartalmaznak. A mérési hibák véletlen hibáknak tekinthetők, amelyek minden egyes mérésnél másképpen hatnak [13]. A véletlen hibákat teljesen kiküszöbölni nem lehet; számításba venni csak középértékben (átlagban) lehetséges, ehhez pedig ismerni kell a rájuk vonatkozó törvényeket. Jelöljük a megmérendő menynyiséget n-nel, a méréskor fellépő véletlen hibát x-szel. Minthogy az x hiba bármely értéket felvehet, ezért x folytonos eloszlású valószínűségi változó, amelyet eloszlása teljesen jellemez.

A véletlen $f(x)$ valószínűségi sűrűségfüggvényének — mint azt a tapasztalat mutatja — az esetek túlnyomó többségében az alábbi tulajdonságai vannak:

a) $f(x)$ páros függvény; $f(-x)=f(x)$, azaz az ellentett hibák valószínűsége egyenlő;

b) $x>0$-ra $f(x)$ monoton csökkenő függvény, azaz nagyobb abszolút értékű hibák elkövetésének kisebb a valószínűsége;

2. táblázat

Alapadatok			Fúrócsövek			Súlyosbítók		
Megnevezés	Mértékegység	Jelölés	6″	5″	3½″	9⅝″	6¼″	4¾″
Névleges súly	font/láb	—	20	19,5	13	—	—	—
Külső átmérő	mm	D	152,4	127	88,9	244,5	171,4	120,6
Belső átmérő	mm	d	135,9	108,6	70,2	88,9	76,2	57,2
Falvastagság	mm	s	8,23	9,19	9,35	77,8	47,6	31,7
Csatlakozás	—	—	5½″ IF	4½″ IF	3½″ IF	7⅝″ REG	4½″ IF	3½″ IF
Duzzasztás kivitele	—	—	IEU	IEU	IEU	—	—	—
Fajlagos súly levegőben	kp/m	W_v	37,04	32,93	21,74	317,8	145,0	69,2
Kiszorítás zárt csővéggel	l/m	W_0	18,97	13,2	6,63	47,15	22,92	11,50
Kiszorítás nyitott csővéggel	l/m	V_{ki}	4,81	4,2	2,79	40,74	18,44	8,83
Űrtartalom	l/m	V	14,16	9,0	3,84	6,41	4,48	2,67
Fémes keresztmetszet	mm²	A_s	3727	3403	2777	40 740	18 440	8830
Belső átmérőhöz tartozó terület	mm²	A_i	14 542	9254	3868	6410	4480	2670
Külső átmérőhöz tartozó terület	mm²	A_0	18 269	12 657	6204	47 150	22 920	11 500
Átmérőarány	—	R	1,12	1,17	1,27	2,74	2,24	2,08
Csőtől függő állandó	1/kp	C_0	$6{,}51\cdot10^{-9}$	$6{,}82\cdot10^{-9}$	$8{,}40\cdot10^{-9}$	$5{,}71\cdot10^{-10}$	$1{,}26\cdot10^{-9}$	$2{,}67\cdot10^{-9}$
Csőtől függő állandó	1/kp	C_1	$1{,}25\cdot10^{-8}$	$1{,}36\cdot10^{-8}$	$1{,}67\cdot10^{-8}$	$1{,}14\cdot10^{-9}$	$2{,}52\cdot10^{-9}$	$5{,}27\cdot10^{-9}$
Csőtől függő állandó	mm²/kp	C_2	$1{,}82\cdot10^{-4}$	$1{,}26\cdot10^{-4}$	$6{,}88\cdot10^{-5}$	$7{,}31\cdot10^{-6}$	$1{,}13\cdot10^{-5}$	$1{,}41\cdot10^{-5}$
Csőtől függő állandó	mm²/kp	C_3	$2{,}28\cdot10^{-4}$	$1{,}72\cdot10^{-4}$	$1{,}04\cdot10^{-4}$	$5{,}29\cdot10^{-5}$	$5{,}77\cdot10^{-5}$	$5{,}92\cdot10^{-5}$
Csőtől függő állandó	1/kp/mm²	C_4	$4{,}65\cdot10^{-5}$					
Csőtől függő állandó	1/kp/mm²	C_5	$6{,}42\cdot10^{-4}$	$4{,}29\cdot10^{-4}$	$2{,}14\cdot10^{-4}$	$8{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}34\cdot10^{-6}$	$1{,}62\cdot10^{-5}$
Csőtől függő állandó	—	C_6	2,58					
Rugalmassági modulus	kp/mm²	E	21 500					
Poisson-szám	—	ν	0,3					
Lineáris hőtágulási együttható	1/C°	α	$1{,}22\cdot10^{-5}$					

c) a hiba várható abszolút értéke, azaz

$$2\int_0^\infty xf(x)dx \text{ véges mennyiség.}$$

További feltételek hozzávételével meghatározott eloszlásokat kaphatunk. A mérési valóságot többnyire elég pontosan írja le az ún. egyenletes eloszlás [14]. Az x valószínűségi változót a, b (ahol $-\infty < a < b < +\infty$) paraméterű, egyenletes eloszlású változónak nevezzük, ha sűrűségfüggvénye

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b-a} & \text{ha } a \leqq x \leqq b\\ 0 & \text{egyébként.}\end{cases}$$

Az egyenletes eloszlású valószínűségi változó várható értéke

$$M(x) = \frac{a+b}{2},$$

szórása

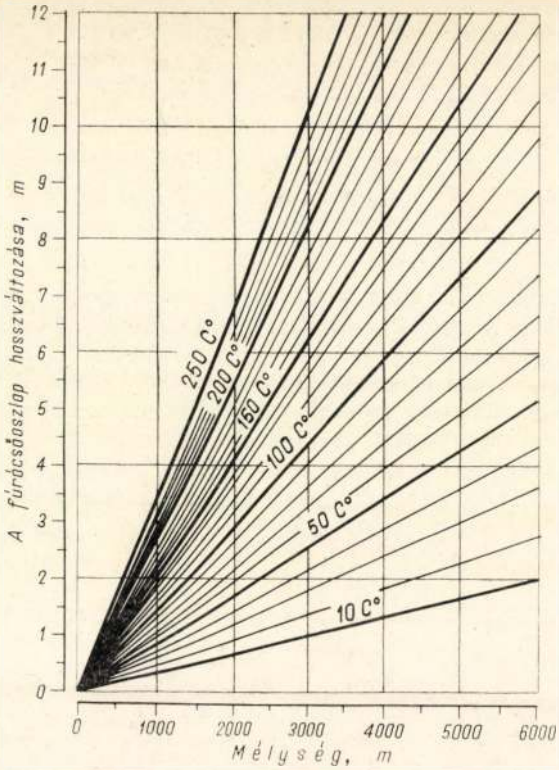
$$D(x) = \frac{b-a}{2\sqrt{3}},$$

a várható eltérés pedig

$$E(x) = \frac{\sqrt{b-a}}{2\sqrt{3}},$$

ami n megmérendő mennyiség esetén

$$E(x) = \pm\frac{\sqrt{n}}{2\sqrt{3}} \text{ lesz.}$$



7. ábra
A fúrócsőoszlopok hosszváltozása az átlagos hőmérséklet-változás hatására

Fúrócsőoszlopok hosszváltozásának számítása

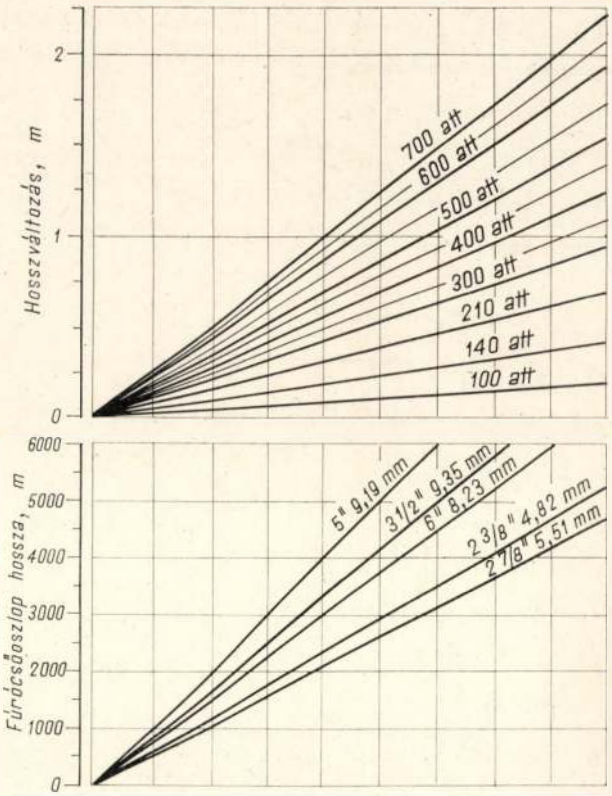
Adott szerkezetű fúrólyukak fúrócsőoszlopainak ellenőrzését az előzőekben leírt összefüggések segítségével lehet elvégezni.

Hosszváltozás számítása numerikus módszerrel

A módszer segítségével logarlécpontosságig meghatározható a különböző, éppen ható tényezők hatására az eredő hosszváltozás. Ennek a módszernek hátránya az időigényesség, valamint az, hogy a sok számítás nagyobb hibalehetőség forrása.

A hosszváltozások meghatározását a gyakorlati mérnök számára különböző táblázatok és diagramok használata egyszerűsítheti [15]. A *2. táblázat* a fúrási gyakorlatban leginkább használatos fúrócsövek és súlyosbítók, csőtől függő állandók és fizikai együtthatók összefoglalását tartalmazza. A gyakorlati számítások megkönnyítésére leegyszerűsített és átalakított kifejezések, illetve képletek kiszámításakor a táblázatban megadott értékek behelyettesítésével a számítás ideje csökkenthető, ugyancsak csökken a hibalehetőségek száma is. A hőmérséklet-változás okozta hosszváltozás bármely csőféleségre meghatározható a *7. ábra* felhasználásával.

Nagyobb mélységben, nagy nyomáson végzendő műveleteknél a ballonhatás játszhat még jelentős szerepet. A *8. ábra* a ballonhatás okozta hosszváltozás gyors meghatározását segíti.



8. ábra
A fúrócsőoszlopok ballonhatás okozta hosszváltozása

A hosszváltozás mértékét a fúrócsőoszlopban levő derék-igénybevétel, azaz a járulékos húzás vagy nyomás hatását a *9. ábra* szemlélteti.

Hosszváltozás számítása számítógépre készített programmal

Az időigényes számítássorozat elvégzését könnyíti meg a *Hewlett—Packard* 9100 A, illetve az EMG—666 típusú asztali számítógépre készített program *(10. ábra)*.

A fúrócsőoszlopok hosszváltozásait érdemes gyakorlati példákon megvizsgálni.

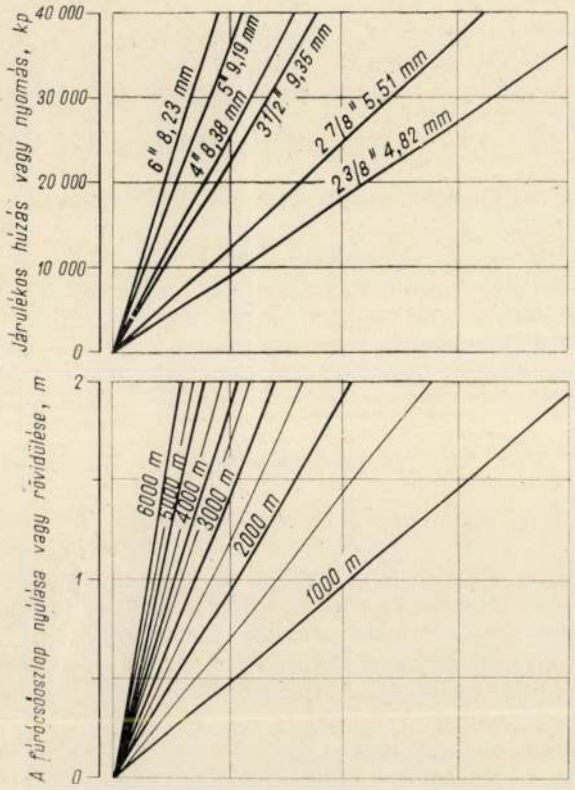
Makó-2.

A végleges talpmélység elérésekor végzett szelvényezések során észlelt talpmélység nem egyezett a fúrás által megadott mélységgel:

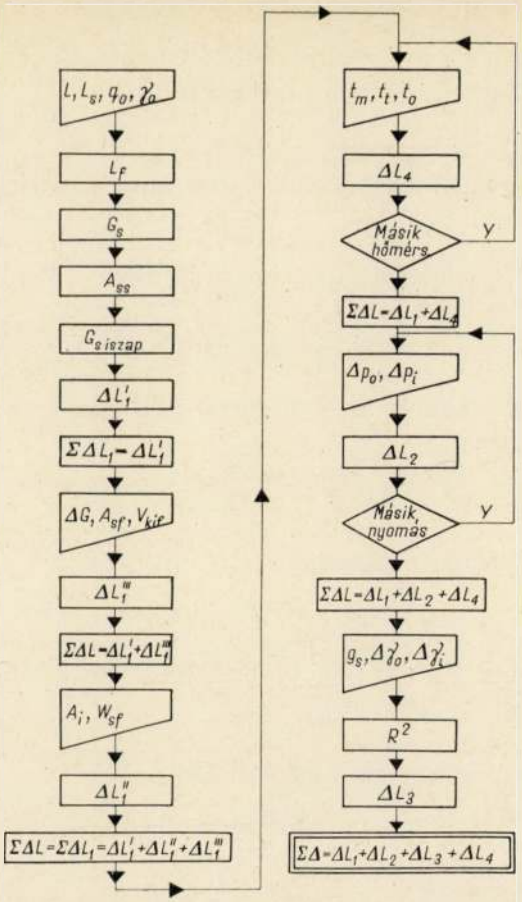
talp a fúrás szerint 5038 m;
talp a szelvényezés szerint 5060 m.

A fúrócsőoszlop hosszának ellenőrzésekor (ellenőrző mérés) mérési hibát és szerszámhossz-különbséget nem találtak, így a talpeltérés csak a fúrócsőoszlop hosszváltozásából adódhatott.
A számításhoz szükséges adatok:

Fúrócső: 5″ XH IEU 9,19 mm;
Súlyosbító: 6¾″ 47,6 mm;
Öblítési nyomás 1200 dm³/min ütemnél: 123 kp/cm²;
L = 5038 m;
L_s = 185 m;



9. ábra
A hosszváltozás mértéke a fúrócsőoszlopban levő derék-igénybevétellel



10. ábra

W_{ss} = 145 kp/m;
γ_0 = 1,82 kp/dm²;
ΔG = 0;
A_{sf} = 3,403 dm³/m;
V_{kif} = 4,2 dm³/m;
W_{sf} = 32,93 kp/m;
t_m = 11 C°;
t_t = 182 C°;
t_0 = 42 C°;
$\Delta\gamma_0$ = 0;
$\Delta\gamma_i$ = 0;
Δp_0 = 44 kp/cm²;
Δp_i = 79 kp/cm²;
g_s = 0,109 kp/cm²/10 m;

ezek alapján a hosszváltozások:

1. Önsúly okozta hosszváltozás

a) súlyosbítórakatok hosszváltozása az önsúly miatt

$$\Delta L_1' = 0{,}005 \text{ m};$$

b) fúrócsőrakatok hosszváltozása az önsúly miatt

$$\Delta L_1'' = 4{,}733 \text{ m};$$

c) fúrócsőrakatok hosszváltozása a súlyosbítórakatok súlya miatt

$$\Delta L_1''' = 1{,}368 \text{ m},$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_1' + \Delta L_1'' + \Delta L_1''',$$

$$\Delta L_1 = 6{,}106 \text{ m};$$

2. Belső túlnyomás okozta hosszváltozás:

$$\Delta L_2 = 0{,}116 \text{ m};$$

3. Ballonhatás okozta hosszváltozás:

$$\Delta L_3 = -0{,}228 \text{ m};$$

4. Hőmérséklet-változás okozta hosszváltozás:

$$\Delta L_4 = 5{,}980 \text{ m};$$

5. Fúrócsőoszlop eredő hosszváltozása:

$$\Delta L = \sum_{i=1}^{4} \Delta L_i = 11{,}974 \text{ m};$$

6. Fúrócsövek és súlyosbítók hosszmérésének hibája:

$$E = \pm\frac{\sqrt{n}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{630}}{2\sqrt{3}} = \pm 7{,}4 \text{ cm}.$$

Ezek alapján a talpeltérés:

$$\Delta L \pm E = 11{,}974 \pm 0{,}074 \text{ m}.$$

Azaz a gyakorlatilag elfogadható maximális talpeltérés:

$$\Delta L = 12 \text{ m}.$$

Így a tényleges talp a számítás alapján:

5050 m.

Sándorfalva-I.

A 13⅜″-es béléscsövezésnél történt műszaki baleset felszámolása folyamán alumínium vezető-, illetve központosító dugót kellett behelyezni a keletkezett ablakba. A 2⅞″-es termelőcsővel behelyezett alumínium dugó nem ment a helyére, ezért a 2⅞″-es termelőcső egy részét lecserélték 6″-es fúrócsőre, hogy így nagyobb terhelést adva az a helyére ugorjon.

Felmerült az a kérdés, hogy a kombinált szerszám — 6″-es fúrócső és 2⅞″-es termelőcső — mennyivel jobban nyúlik meg, mint a végig 2⅞″-es termelőcsőoszlop; jelentős-e ez a megnyúlás, és mennyivel előbb találják meg az alumínium dugót.

A számításhoz szükséges adatok:

Fúrócső: 6″ XH IEU 8,23 mm;
Termelőcső: 2⅞″ API külső végvastagítású 5,51 mm;

$L = 1195$ m;
$L_f = 222$ m;
$W_{sf} = 37{,}04$ kp/m;
$\gamma_0 = 1{,}16$ kp/dm³;
$\Delta G = 0$;
$A_{st} = 1{,}169$ dm³/m;
$V_{kit} = 1{,}23$ dm³/m;
$A_{it} = 3{,}03$ dm³/m;
$W_{st} = 9{,}58$ kp/m.

A többi adat nem szükséges, mert csak az önsúly által okozott hosszváltozást kell számítani; a belső túlnyomás — a ballonhatás — és a hőmérséklet-változás okozta hosszváltozást nem. Ugyanis öblítés, nyomás- és fajsúlyváltozás az alumínium dugó beépítése során a fúrólyukban nem történt, s a hőmérséklet is gyakorlatilag változatlan, azaz a kétfajta fúrócsőrakat hőmérséklet-változás okozta hosszváltozása azonos.

Ezek alapján a hosszváltozások:

1. 2⅞″-es termelőcsőoszlop önsúly okozta hosszváltozása:

$$\Delta L_{t_1} = 0{,}2323 \text{ m}.$$

2. Kombinált szerszám — 6″-es fúrócső és 2⅞″-es termelőcső — önsúly okozta hosszváltozása:

a) fúrócsőrakatok hosszváltozása az önsúly miatt

$$\Delta L'_{t_2} = 0{,}007 \text{ m};$$

b) termelőcsőrakatok hosszváltozása az önsúly miatt

$$\Delta L''_{t_2} = 0{,}1540 \text{ m};$$

c) termelőcsőrakatok hosszváltozása a fúrócsőrakatok súlya miatt

$$\Delta L'''_{t_2} = 0{,}2722 \text{ m},$$

$$\Delta L_{t_2} = \Delta L'_{t_2} + \Delta L''_{t_2} + \Delta L'''_{t_2},$$

$$\Delta L_{t_2} = 0{,}4339 \text{ m}.$$

3. A két rakat hosszváltozása közti különbség

$$\Delta L_t = \Delta L_{t_2} - \Delta L_{t_1},$$

$$\Delta L_t = 0{,}2016 \text{ m}.$$

4. Termelő- és fúrócsövek hosszmérésének hibája:

$$E = \pm\frac{\sqrt{n}}{2\sqrt{3}} = \pm\frac{\sqrt{150}}{2\sqrt{3}} = \pm 3{,}54 \text{ cm},$$

$$E = \pm 0{,}0354 \text{ m}.$$

Ezek alapján a két rakat hosszváltozása közti különbség

$$\Delta L_t = 0{,}2016 \pm 0{,}0354 \text{ m},$$

azaz az alumínium dugót ennyivel előbb találják — és találták is — meg a kombinált szerszámmal. Így a gyakorlatilag elfogadható érték 20 cm.

A fúrócsőoszlopok hosszváltozásának ezen számítási módszerével ilyen és ehhez hasonló feladatok, üzemi problémák megoldhatók, s a gyakorlatban elfogadható pontossággal a hosszváltozások megadhatók.

Összefoglalás

A fúrócsőoszlopok hosszváltozásának ily rövid leírása csak a gyakorlat számára legszükségesebb elvek említésére nyújt módot az elméleti alapok és a kellő részletesség lerövidítésével. Azonban rávilágít arra, hogy a magyarországi szénhidrogén-kutatás szempontjából egyre fontosabb ezzel a témakörrel behatóan foglalkozni. A nagymélységű és nagy hőmérsékletű kutak fúrásakor a pontos számítások rá fognak mutatni arra a tényre, hogy a 2000 m-nél mélyebb fúrásokban a fúrócsőoszlopok hosszváltozásai olyan jelentős nagyságot érnek el, amelyek megkövetelik a lyuktalpmélység számítással történő korrekcióját.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet *Ónodi Tibor* okl. olajmérnöknek, aki nagy lelkesedéssel és kiváló szakértelemmel készítette el az asztali számítógéppel való számolás programját.

JELÖLÉSEK

ΔL_1	a fúrócsőoszlop önsúlya által okozott hosszváltozás (megnyúlás)	m
L	a fúrócsőoszlop eredeti hossza (mélység)	m
F	a fúrócsőoszlop súlya	kp
A_s	a cső fémes keresztmetszete	mm²
γ_0	az alkalmazott iszap fajsúlya	kp/dm³
$\Delta L_1'$	a súlyosbítórakatok hosszváltozása az önsúly miatt	m
$\Delta L_1''$	a fúrócsőrakatok hosszváltozása az önsúly miatt	m
$\Delta L_1'''$	a fúrócsőrakatok hosszváltozása a súlyosbítórakatok súlya miatt	m
F_s	a súlyosbítórakatok súlya	kp
L_s	a súlyosbítórakatok hossza	m
A_{ss}	a súlyosbító fémes keresztmetszete	mm²
E	rugalmassági tényező	kp/mm²
W_{ss}	a súlyosbító levegőben mért méterenkénti súlya	kp/m
W_{sf}	a fúrócső levegőben mért méterenkénti súlya	kp/m
W_{os}	a súlyosbító által kiszorított folyadék súlya	kp/m
C_{os}	a súlyosbító méretétől és típusától függő állandó	1/kp
V_{kis}	a súlyosbító kiszorítása nyitott csővéggel	l/m
C_{of}	a fúrócső méretétől és típusától függő állandó	1/kp
V_{kif}	a fúrócső kiszorítása nyitott csővéggel	l/m
L_f	a fúrócsőrakatok hossza	m
A_{sf}	a fúrócső fémes keresztmetszete	mm²
ΔG	terhelésváltozás	kp
ΔL_2	belső túlnyomás okozta hosszváltozás (dugattyúhatás)	m
Δp_{if}	nyomásváltozás a fúrócsőoszlopban a fúrónál	kp/cm²
Δp_{of}	nyomásváltozás a gyűrűs térben a fúrónál	kp/cm²
A_i	a cső belső átmérőjéhez tartozó terület	mm²
A_o	a cső külső átmérőjéhez tartozó terület	mm²
C_1	a cső méretétől függő állandó	1/kp
C_2	a cső méretétől függő állandó	mm²/kp
C_3	a cső méretétől függő állandó	mm²/kp
C_4	fizikai állandó	1/kp/mm²
ΔL_3	a ballonhatás okozta hosszváltozás	m
$\Delta \gamma_i$	fajsúlyváltozás a fúrócsőoszlopban	kp/dm³
$\Delta \gamma_o$	fajsúlyváltozás a gyűrűs térben	kp/dm³
g_s	a súrlódási nyomásveszteség gradiensei	kp/cm²/m
R	csőátmérőarány	—
Δp_i	nyomásváltozás a fúrócsőoszlopban a felszínen	kp/cm²
Δp_o	nyomásváltozás a gyűrűs térben a felszínen	kp/cm²
ν	Poisson-szám	—
C_5	a cső méretétől függő állandó	1/kp/mm²
C_6	fizikai állandó	—
ΔL_4	a hőmérséklet-változás okozta hosszváltozás (hőtágulás)	m
Δ_t	a fúrócsőoszlop átlaghőmérsékletének változása	C°
α	lineáris hőtágulási együttható	1/C°
t_t	a fúrónál levő dinamikus hőmérséklet	C°
t_m	átlaghőmérséklet a cső lemérésekor	C°
t_o	a kifolyónál mért iszaphőmérséklet	C°
ΔL	a fúrócsőoszlop eredő hosszváltozása	m
E	várható eltérés	
n	megmérendő mennyiség	

IRODALOM

[1] Mélyfúrások napi jelentései és kútkönyvei. OKGT NKFÜ Szolnok, 1974.
[2] *Szepesi J.:* Termelőcsőrakatok hosszváltozásai kőolaj- és gázkutakban. Kőolaj és Földgáz *11* 336—9 (1972).
[3] *Szepesi J.:* Termelőcsőrakatok hosszváltozásai nagymélységű kőolaj- és gázkutakban. OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály XIII. Vándorgyűlés A—12, Hajdúszoboszló, 1972.
[4] Termelőcsőoszlopok önsúly, nyomás és hőmérséklet-változások okozta hosszváltozásai. Kézirat.
[5] *Szabó J.—Fülöp M.—Tóth Z.:* Hőmérsékletviszonyok alakulása mélyfúrásokban. Kőolaj és Földgáz *7* 205—11 (1971).
[6] *Fülöp M.:* Fúrólyukak hőmérsékletének numerikus analízise. Kőolaj és Földgáz *6* 169—73 (1974).
[7] *Falk R.:* A fúrórudazat kihajlása és stabilizátorok helyének meghatározása. Bányászati Lapok *4* 267—71 (1965).
[8] *Lindsey, H. E., Jr.:* Can your tubing take it? Drilling, March 23—6 (1973).
[9] *Lindsey, H. E., Jr.:* Deep gas well completion practices. TIW General Office and Main P. Houston, 1972.
[10] *Bálint V.—Megyeri M.—Pach F.:* Olajkutak rétegkezelés előtti hűthetőségének vizsgálata. Kőolaj és Földgáz *2* 33—44 (1970).
[11] *Németh F.—Csaba J.—Szabó J.:* A hőmérséklet meghatározása mélyfúrásokban. Kőolaj és Földgáz *1* 6—9 (1970).
[12] *Csaba J.—Szabó J.:* Megjegyzések a mélyfúrások hőmérsékletének meghatározásához. Kőolaj és Földgáz *1* 10—4 (1970).
[13] *Bronstejn, J. N.—Szemengyajev, K. A.:* Matematikai zsebkönyv mérnökök és mérnökhallgatók számára. 2., bővített kiadás. Műszaki Könyvkiadó, 1963.
[14] Matematikai kislexikon. Műszaki Könyvkiadó, 1972.
[15] CAMCO-segéddiagramok a kettős és gázkutak kiképzéséhez. OKGT NKFÜ Szolnok, 1974.

Propán-bután palacktöltő üzemek 1. sz. tömörségvizsgáló eljárásainak elemzése

SZILÁGYI ZSOMBOR

A tanulmány az egyre szélesebb körben használt pébépalackok szelepülésének tömörségi vizsgálatait elemzi. Részletesen ismerteti három vizsgálati mód technológiájának részfolyamatait és műszaki jellemzőit, a gazdaságossági vizsgálatok eredményeit, és kitér a technológiák ergonómiai kihatásaira. Fázisonként elemzi a technológiákhoz kapcsolódó fizikai munka energiaszükségletét, végül javaslatot tesz beruházási döntésekhez.

Bevezetés

A lakossági és a közületi palackos pébégázellátás alapjait a gázszolgáltató vállalatok kezelésében üzemelő palacktöltő üzemek jelentik. A fokozódó lakossági igények jobb kielégítésére a töltőüzemek kapacitását a műszakilag lehetséges legmagasabb szintre kell emelni. Az üzemek szalagszerű termelésének általában szűk keresztmetszete a palackok szelepülésének tömörségi vizsgálata, amely a lakossági felhasználás üzembiztonsága miatt elengedhetetlenül fontos.

A munkaszervezési veszteségek feltárásán túl ez a dolgozat a fő hangsúlyt a munkavégzés ergonómiájának elemzésére helyezi. A kapcsolt gazdaságossági vizsgálatok alapján további palacktöltő üzemek beruházási döntéséhez is szolgáltat néhány adalékot.

Tömörségvizsgálati technológiák

A hazai pébégáz-palackozó üzemek 11 kg-os palacktöltő sorain az 5/1975. OBF számú utasításban előírt szelepülés-tömörségvizsgálatot (1. sz. tömörségvizsgálatot) jelenleg öt technológiával végzik:

a) CRISPLANT-rendszerű, forgótárolós vizes buktatóval,
b) hazai gyártású, szakaszos üzemű vizes haranggal,
c) CRISPLANT-rendszerű folyadékcsöves vizsgálóval,
d) hazai rendszerű (DDGÁZ) folyadékcsöves vizsgálóharanggal,
e) egyedi buktató használatával.

A *c)* és *d)* technológia elvileg azonos, de elrendezésben és konstrukcióban eltérő rendszerű. A *d)* technológia hazai vizsgálása és üzemi kísérletei jelenleg még folyamatban vannak, így a bányahatósági engedély hiánya miatt az összehasonlító vizsgálatokba bevonni nem lehet.

Az *e)* technológia az egyedi töltésű, kis teljesítményű töltőüzemekben található meg, A dolgozó a palack nyakának és talpkarimájának megfogásával vizzel telt edénybe meríti a palack szelepét, s a szivárgást figyeli. Ugyanez kiegyensúlyozott buktatószékekkel is történhet. A technológia nem szalagszerű termeléshez kapcsolódik, a vizsgálatokat így nem folytattuk le.

A TIGÁZ palacktöltő üzemeiben végzett összehasonlító mérések, gazdaságossági elemzések arra irányulnak, hogy az V. ötéves tervidőszakban megépítendő új üzemek 1. sz. tömörségvizsgálatának módját és az ahhoz szükséges technológiát kiválaszthassuk.

A döntést a technológia kiválasztására az alábbi alapvető tényezők szabják meg:

— a technológia biztosítsa a vonatkozó szabályzatban előírt szivárgási érték kimutathatóságát;
— a technológia 10 éves összköltsége minimális legyen;
— a technológia minimális fizikai munkát vegyen igénybe.

A fenti három — nem fontossági sorrendbe állított — tényező kölcsönhatása ismert, mert

— ha az egyenlő fizikaimunka-igényt kívánjuk biztosítani, akkor a technológiák létszámigénye eltér, ami hat az összköltségre;
— a technológiákon belül a vizsgálatra fordított idő a szivárgási érték kimutathatóságával egyenes arányban áll;
— a beszerzési (beruházási) költségek, valamint a műszaki teljesítmény és megbízhatóság mutatói egyenes arányban állnak.

A technológiák részfolyamatai

a) CRISPLANT-rendszerű, forgótárolós vizes buktató

A berendezést a dán KOSAN-CRISPLANT cég szállítja. A láncpályán mozgatott 11 kg-os töltött palackokat számláló-adagoló automata nyolcas egységekben továbbítja a buktató nyitott rekeszébe. A négyrekeszes buktatót pneumatikus henger billenti a vízzel telt kádba a kezelő kapcsolására, aki a buktatókád mellett áll, és a derékmagasságban elhelyezett két pneumatikus kapcsoló egyidejű benyomásával működteti a berendezést.

A víz szintje alatt 5—15 cm-rel elhelyezkedő palack mignonszelepeinek szivárgása esetén a vízben buborékok jelentkeznek.

A kezelő a szivárgó palackokat gumikarika felhelyezésével jelöli meg.

A vízbe bukó palackok vizsgálatát a vízfelszín megnyugvásáig nem lehet végezni, eddig az ideig a kezelő a következő technológiai fázishoz (a vakanya-felcsavaráshoz) a palackok igazításával segít. Ehhez 80—100 cm-nyi úton el kell lépnie a kezelőhelyéről. A buktató rekeszének ürítéséhez a kezelő kézzel segít a továbbító hengerpárnak.

b) Hazai gyártású, szakaszos üzemű vizes harang

A mindkét végén nyitott üveghengert egyik végén gumigyűrű tömítéssel látták el. Ezt a gumigyűrűs tömítőfelületet kell rászorítani a palack nyakára, s a kezelő az üveghengerhez erősített csap, illetve a vízvezetékre kötött gumitömlő segítségével az üveghengert vízzel tölti meg. Az üveghenger fogantyúját a kezelő egy kézzel fogja, és ugyanezen kezének hüvelykujjával működteti a csapot is.

Ha a henger megtelt vízzel, a vízfelszín megnyugodott, a szelep tömörtelenségét buborékolás jelzi. A hengert a vizsgálat után meg kell emelni, ekkor a víz a palack oldalán lefolyik. A hibás palackot gumigyűrűvel kell megjelölni. (A készülék súlya 0,8 kp.)

c) CRISPLANT-rendszerű, folyadékcsöves vizsgáló

A láncpályán haladó 11 kp töltetsúlyú palackot a kezelő egyik kezével úgy fordítja, hogy a másik kezében tartott vizsgálókészülék gumi tömítőfelületét a palack mignonszelepének nyílására tudja szorítani. A szelep szivárgását a készülék folyadékcsöves vizsgálójában a vízszint emelkedése mutatja. A szivárgó palackot gumikarika felerősítésével megjelöli a kezelő. Ez idő alatt a vizsgálókészüléket kézben tarthatja. (A készülék súlya 0,5 kp.)

Műszaki jellemzők

Az *1. táblázatban* a műszaki minősítés néhány szempontját foglaltuk össze.

1. táblázat

Mutatók	Vizes buktató	Vizes harang	CRIS-PLANT-vizsgáló
Maximális teljesítmény db/h	1195	455	1010
Segédenergia-igény	Szellőztetés, víz	Víz	—
Műszaki biztonság	Megfelelő	Megfelelő	Megfelelő
Munkavédelmi biztonság	Megfelelő	Megfelelő	Megfelelő
Vizsgálati érzékenység	Megfelelő	Megfelelő	Megfelelő
Munkahelyi megvilágítás, lux	70—150	150—200	200—300
Maximális hibaszázalék	5	5	5

Az órateljesítmény meghatározásához egy készüléket és egy kezelőt vettünk figyelembe. Az órateljesítmény változik, ha a készülékek vagy a kezelők száma ettől eltér.

A *b)* és *c)* technológiával egy készülék és két kezelő esetében az órateljesítmény elérheti az 1000, illetve az 1200 db-ot is.

A vizes buktató segédenergia-igénye a telepítéstől adódóan szellőztetés (a töltőcsarnok padozatába süllyesztett, tehát elszívó szellőzéssel kell megakadályozni a pébégázdúsulást a munkahelyen) és a kád vizének óránkénti cseréléséből származóan ipari víz. A vizes harang a technológiából adódóan óránként mintegy 4 m³ ivóvizet vagy szűrt ipari vizet használ fel.

A technológiák a fenti órateljesítmények mellett az előírt tömörtelenséget 0—5% biztonsággal állapítják meg, tehát megfelelnek az előírásnak.

A technológiák a munkaköri leírások betartása és az előírt munkavédelmi eszközök használata mellett egészségi károsodást nem okoznak.

A szivárgások kiszűréséhez a *b)* és *c)* technológiák esetében erősebb megvilágítás szükséges, mint a töltőterem egyéb munkahelyein.

Gazdaságossági vizsgálatok

A költségelemzések részletezése helyett azokat a főbb adatokat emeljük ki, melyek a technológiák összevetésének egységes áttekintéséhez szükségesek.

A *b)* és *c)* technológiák egy kezelő esetében a töltőüzem szűk keresztmetszetét képezik, mivel a karusszeles CRISPLANT-berendezéssel óránként 1200 db 11 kp töltetsúlyú palackot lehet tölteni. Ezeknél a technológiáknál így két kezelőt veszünk figyelembe.

A technológiák gazdaságossági adatait a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

Mutatók	Vizes buktató	Vizes harang	CRIS-PLANT-vizsgáló
Beszerzési forrás	Tőkés imp.	Hazai	Tőkés imp.
Beszerzési ár* (vámmal), Ft	320 000	650	1 450
Amortizációs idő, év	10	2	5
Beszerzési bázisár 10 évre, Ft	320 000	3 250	2 900
Teljesítményegységre jutó bázisár, Ft/palack/h	278	7	3
Éves tmk-költség, Ft	1 450	50	20
Segédenergia-költség, Ft/h	14	29	—
Közműköltség, Ft/h	7	32	—
Beszerzési + üzemköltség 10 évre	363 450	125 300	2 920
Éves munkabérigény, Ft	24 000	48 000	48 000
Éves közterhek bér után, Ft	8 000	16 000	16 000
10 éves összköltség, Ft	683 450	765 300	642 900

* 1975. évi árszinten

Megállapíthatjuk, hogy a beruházási és üzemeltetési költségek közös időhorizontra vetített értéke alapján legkedvezőbb a CRISPLANT-rendszerű folyadékcsöves vizsgáló használata.

A technológiák ergonómiai környezete

A tömörségvizsgáló eljárások a palacktöltési folyamat részét képezik. A technológia a munkaközeg jellege miatt pneumatikus berendezések felhasználásával alakult ki. A töltőépületben a zajszint magas, intenzív nyomószellőzés és állandó mesterséges megvilágítás van.

A technológiák hatása a környezetre

a) *Vizes buktató.* A peumatikus rendszerű buktató a munkaterem hőmérsékleti, fényhatás-, megvilágítási, környezetszennyezési paramétereit nem befolyásolja.

A telepítésből adódóan a munkahely lesüllyesztése miatt külön légelszívó helyet létesítettek a munkahely mellett, de ez a töltőépület klímaviszonyait nem befolyásolja.

b) *Vizes harang.* A technológia a töltőterem hőmérsékleti, szellőztetési, zaj- és megvilágítási körülményeit nem befolyásolja. A technológiából adódóan fröccsenő víz szennyezést okoz a környezetben, ez azonban megfelelő terelőlemezekkel korlátozható. A vízszennyezés a töltőterem levegőjének relatív páratartalmát mérhetően nem befolyásolja.

c) *CRISPLANT-vizsgáló.* A technológia nem befolyásolja a környezetet az előbbi szempontok szerint.

A környezet hatása a technológiára

a) *Vizes buktató.* A technológiára ugyanúgy nincs eltérő hatással a környezet, mint a többi munkahelyre a töltőépületben. A munka a töltőteremben optimálisan kialakított megvilágítási, az előírásokban rögzítettnek megfelelő szellőzési és klímaviszonyok, a technológiából adódó zajszint mellett végezhető. A munkahely színdinamikai környezete adott.

b) *Vizes harang.* A technológiát a töltőterem környezeti tényezői nem befolyásolják hátrányosan, kivéve a megvilágítás erősségét. Az egyéb munkafolyamatok által igényelt 70—150 lux világítás erősség kevés, 150—200 lux szükséges.

c) *CRISPLANT-vizsgáló.* A munkavégzést a töltőépület átlagos klimatikus és környezeti tényezői nem befolyásolják hátrányosan. A megvilágítás erőssége 200—300 lux legyen.

A fizikaimunka-szükséglet számítása

A fizikai munka energiaszükségletét közelítő számítással, több mérési sorozat alapján határoztuk meg. A vizes buktató technológiai adottságából következően egy vizsgálati egységnek 104 db 11 kg-os palack 1. sz. tömörségvizsgálati időigényét tekintettük. Az energiaszükségletet folyamatosan mért 4—7 vizsgálati egység időadatainak felhasználásával számítottuk.

a) Vizes buktató. A technológia fázisokra bontását, a mérési eredményeket a *3. táblázat* tartalmazza (vizsgálati egység 104 palack).

3. táblázat

Munkafázis	Foly. idő s	Foly. idő h/egység	Testhelyzet		Munkavégzés		kcal/egység összesen
			egység	kcal/egység	egység	kcal/egység	
Kapcsol	42,9	0,0119	30	0,357	90	1,071	1,428
Igazításhoz megy	39,0	0,0108	110	1,188	—	—	1,188
Igazít	172,9	0,0480	30	1,440	140	6,720	8,160
Rásegít	33,8	0,0093	30	0,279	280	2,604	2,883
Hibát jelez	12,4	0,0034	30	0,102	280	0,952	1,054
Összesen							14,713

Látható, hogy a munkafázisok a technológiához nem sorolt feladatot is tartalmaznak: igazításhoz megy, igazít. Ezeknek a fázisoknak az értékelését a következő fejezetben részletezzük.

b) Vizes harang. A 104 db palack vizsgálatára vonatkozó adatokat a *4. táblázat* tartalmazza.

4. táblázat

Munkafázis	Foly. idő s	Foly. idő h/egység	Testhelyzet		Munkavégzés		kcal/egység összesen
			egység	kcal/egység	egység	kcal/egység	
Ráhelyez	72,8	0,0202	30	0,606	90	1,818	2,424
Igazít	239,2	0,0664	30	1,992	50	3,320	5,312
Feltölt	301,6	0,0837	30	2,511	50	4,185	6,696
Vizsgál	93,6	0,0260	30	0,780	170	4,42	5,200
Leemel	72,8	0,0202	30	0,606	280	5,656	6,262
Hibát jelez	16,6	0,0046	30	0,138	280	1,288	1,426
Összesen							27,320

c) CRISPLANT-vizsgáló. A fázisolás és a mérési eredmények az *5. táblázatban* találhatók.

5. táblázat

Munkafázis	Foly. idő s	Foly. idő h/egység	Testhelyzet		Munkavégzés		kcal/egység összesen
			egység	kcal/egység	egység	kcal/egység	
Igazít	83,6	0,0232	30	0,696	90	2,088	2,784
Illeszt	85,1	0,0236	30	0,708	50	1,180	1,888
Vizsgál	125,4	j0,0348	30	1,044	170	5,916	6,960
Leemel	52,1	0,0145	30	0,435	90	1,305	1,740
Hibát jelez	13,0	0,0036	30	0,108	280	1,008	1,116
Összesen							14,488

A vizsgálati egységek technológiai időigénye alapján fajlagos teljesítményként és energiaigényként a három technológiára az alábbiak adódnak:

	vizes buktató	vizes harang	CRISPLANT-vizsgáló
fajlagos teljesítmény, db/h	1195	455	1010
energiaigény, kcal/h	1760	1245	1460

Következtetések

Mivel óránként 960 kcal energiaértékű munkavégzés lehetséges oxigénadósság nélkül, a fenti technológiák túlfeszített fizikai munkaigényt jelentenek.

a) A vizes buktató technológiájánál az energiaigény jelentős részét (kb. 70%-ot) a más munkakörhöz tartozó munkavégzés adja. Ha a vakanya-felcsavaró munkakört úgy határoljuk le, hogy ne legyen szükség a buktató kezelőjének segítségére, akkor a feladat oxigénadósság nélkül végezhető tartósan.

A jelenlegi munkarend mellett erre a besegítésre szükség van, de kétóránként 20—40 perces leállás következik (120-ik, 260-ik és 400-ik munkapercben)

A kétórás munkavégzés alatt jelentkező oxigénadósság a munkaközi pihenőkben pótlódik.

b) A vizes harang technológiája oxigénadósság nélkül nem alkalmazható. Abban az esetben, ha a munkahelyet 2 fő alkalmazásával bővítjük, az óránkénti energiaigény 40%-kal csökken, vagyis 757 kcal lesz. Ez az igénybevétel tartósan nem veszélyezteti a munkaerőt.

c) A CRISPLANT-vizsgáló esetében két készülék és két dolgozó alkalmazásával az óránkénti energiaigény 876 kcal lesz. Ez az igénybevétel tartós teljesítményt tesz lehetővé.

A töltőüzem éves terve 800—1000 db/h teljesítmény mellett teljesíthető. Ennek megfelelően a vizes buktató és a CRISPLANT-vizsgáló technológiája vehető számításba. Az előbbihez az szükséges, hogy a vakanyafelcsavarozó munkahelyet úgy szervezzük meg, hogy a buktatókezelő besegítése ne legyen szükséges. Az utóbbi technológia kettőzött munkahellyel felel meg.

A műszaki adatok alapján mindkét technológia megfelel, az egyszemélyes munkahelyek költségelemzése alapján a vizes buktató beépítése célszerű.

A tőkés beszerzési nehézségek ellenére jelenleg a CRISPLANT-vizsgáló beszerzése látszik reálisnak.

IRODALOM

[1] *Hamar N.—Százados I.—Szerdahelyi J.:* Módszerek a munkatevékenységek energiaszükségletének meghatározására. Ergonómia *4* (1972).
[2] *Susánszky J.:* Munkaszervezés. Tankönyvkiadó, 1974.
[3] *Vaszkó M.:* Ergonómia. Tankönyvkiadó, 1971.
[4] *Bálint I.—Murányi M.:* Munkalélektan műszaki és gazdasági vezetők részére. Táncsics Könyvkiadó, 1973.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Elkészült az első önkiszolgáló töltőállomás terve

Az ÁFOR Ásványforgalmi Vállalat Műszaki Fejlesztési és Tervezési Főosztálya 1976. július 30-ára elkészítette az első önüzemanyagtöltő állomás kiviteli terveit. Az önkiszolgáló töltőállomást Budapesten, a Kerepesi úton üzemelő hagyományos közúti töltőállomásból alakítják ki.

A töltőállomást Chwelm—Strager-típusú osztrák önkiszolgáló kútoszlopokkal és egyéb berendezésekkel, műszerekkel szerelik fel. A távirányítással üzemelő, elektromos bizonylatnyomóval felszerelt kútoszlopok üzemelése felügyelettel történik (egy dolgozó van a pénztárhelyiségben, egy pedig a töltőállomáson).

Az önkiszolgáló rendszerben üzemanyagot vásárolni kívánó ügyfelek gépkocsijukkal a mindenkor szabad kútoszlophoz állnak. Zöld színű fény jelzi a szabad kútoszlopot, ahol üzemanyagfelvételre lehetőség van. Az üzemanyag-felvétel befejezése után az ügyfél az adagolótömlőt a helyére akasztja. A kútoszlop bizonylatnyomó szerkezetéből kiesik az alábbi ismérveket tartalmazó adatlap:

— a töltőállomás címe,
— a vásárolt anyag mennyisége, 0,01 liter pontossággal,
— a kimért üzemanyag ára 0,01 forint pontossággal,
— az üzemanyag-vásárlás keltezése.

A hitelesítés szavatosságának igényeit kielégítő adatlapot a bizonylatnyomó szerkezet egy tasakba kilöki, melyből az ügyfél a kitöltött lapot magához veszi, és gépkocsijával a kijáratnál levő pénztárablakhoz áll, ahol a nyomtatott bizonylaton feltüntett árat kifizeti.

Az önkiszolgálás és a racionalizálás bizonyos mértékben megváltoztatja a töltőállomások eddig megszokott képét. Az önkiszolgáló töltőállomás központja a pénztárhelyiségben lesz, ahonnan az üzemanyag felvételét, egész folyamatát ellenőrizhetik és irányíthatják. A távirányítás a kútoszlopokon levő zöld és piros jelzőlámpákon keresztül történik. A kútoszlopok számlálóit nem nullázzák, hanem távműködtetéssel, elektromos módszerrel lezárják. Az önkiszolgáló töltőállomások átbocsátóképessége nagyobb, létszámigénye kevesebb.

A több külföldi országban már működő, de nálunk mindenféleképp újszerű szolgáltatás mielőbbi megvalósítását, nem utolsósorban autós ügyfeleink véleményét érdeklődéssel várjuk.

Práda György
(ÁFOR)

Az ÁFOR új létesítményei

Üzembe helyezték az ÁFOR százhalombattai és szajoli nagy teljesítményű távvezetéki szivattyúállomásait. E két szivattyúállomást a Százhalombatta és Leninváros közötti vegyipari benzinvezetékre telepítették. A vegyipari benzinvezetéken a leninvárosi Olefinmű vegyiparibenzin-igényeinek kielégítése mellett más szállítási feladatokat is el kell végezni, nevezetesen, a távvezeték mentén települt tárolótelepeket, ill. azok fogyasztási körzetét el kell látni fehéráruval (gázolajjal, benzinekkel). A kőolajtermék-igények megnövekedése tette szükségessé az új, nagy teljesítményű indító és nyomásfokozó szivattyúállomás megépítését, az 1976—77-es téli csúcsigény jelentkezése pedig mielőbbi üzemindítást kívánt meg.

A villamos hajtómotorok Schorch, a szivattyúegységek Worthington gyártmányúak. Az indítóállomáson két, soros üzemű centrifugálszivattyúval a vezetéken 64 att indítónyomás érhető el, így az engedélyezett üzemnyomás 100%-ban kihasználható. A szivattyúállomások műszerezettsége korszerű. Az indítószivatytyúk szívóoldala védve van az anyagkimaradástól; ha a nyomásérték 1,5 att-ra csökkenne, akkor a védelmi rendszer előbb az egyik, majd a másik szivattyút üzemen kívül helyezi. A távvezeték nyomásvédelemmel van ellátva; a nyomásszabályozó rendszer nem engedi a kimenőnyomást 64 att fölé. Műszer méri és jelzi a meghajtómotorok csapágy- és sztátorhőmérsékletét is. Ha valamelyik érték 80 C° fölé emelkedik, a megfelelő szivattyú leáll. Szintén megtörténik a motorok áramtalanítása akkor, ha a szivattyútéren a szénhidrogén-koncentráció meghaladja az alsó robbanási határ 40%-át. Ugyancsak megtörténik más, a szivattyúk üzeme és a távvezetéki szállítás szempontjából fontos paraméterek műszeres érzékelése és műszertermi kijelzése (pl. szerelvények állásjelzése, tömeghozammérés stb.).

A szivattyúállomások üzembe helyezése a Worthington cég szerelőjének irányítása mellett történt. A szerelő jelenlétében lezajlott próbaüzemek alatt a kezelőszemélyzet tagjai felkészültek a szivattyúállomások üzemeltetésére.

Kőrösi Zoltán
okl. bányamérnök
(ÁFOR)

HIBAKIIGAZÍTÁS

Ez évi 2. számunk 56. oldalán *Balla Imre:* **A ferdeségcsökkentés meghatározása irányított ferdefurások gyakorlati kivitelezéséhez** c. cikkének 2. és 3. ábrája sajnálatos módon felcserélődött; az ábraaláírások változatlanok.

(A szerkesztő.)

Hidegszeparációs gázelőkészítés hűtőkör alkalmazásával

BORBÉLY PÁLNÉ—
BALIKÓ SÁNDOR

A hagyományos hidegszeparációs földgáz-előkészítő technológiáknál a szükséges hidegenergiát hűtőgéppel állítják elő. A szerzők egy olyan kapcsolási módot ismertetnek, amelyben a hűtőgép hűtőkörkapcsolásban működik. Ezzel az egész rendszer energiaigénye jelentősen csökkenthető.

A hagyományos hidegszeparációs földgáz-előkészítő technológiáknál — amikor a gáz potenciális energiája már nem elegendő a megfelelő hűtőhatás biztosítására — a szükséges hidegenergiát hűtőgéppel állítják elő. A hűtőgép az elpárologtató hűtőn keresztül elvont kis hőfokszintű hőenergiát nagyobb hőfokszintre emeli, és a kondenzátoron keresztül a környezetnek adja át. Ugyanakkor az előkészített földgáz a hőtranszportnak megfelelően a belépő gáznál kisebb hőfokszinten távozik a rendszerből, így a hidegenergia egy jelentős részét magával viszi.

A következőkben olyan technológiát ismertetünk, amely a kilépő előkészített gáz hidegenergiáját a hűtőgép-kondenzátorban hasznosítja, és ezáltal lényegesen csökkenti a rendszer energiaigényét.

A technológiai folyamat

Az elvi technológiai sémát az *1. ábra* szemlélteti.

A t_1 hőmérsékleten érkező nyersgáz a gáz-gáz hőcserélőben t_2 hőmérsékletűre hűl, majd a szeparáció $t_{szep}=t_3=t_4=t_7$ hőfokát az elpárologtató hűtő állítja be. A hidegszeparátorból kilépő előkészített gáz először a gáz-gáz hőcserélőbe jut vissza, ahol a nyersgáz előhűtését végzi, majd $t_5<t_1$ hőmérséklettel a hűtőgép kondenzátorába lép be. Megfelelően megválasztott hőtechnikai paraméterek mellett az előkészített gáz t_5 hőmérsékletű hidegenergiája biztosítani tudja a hűtőközeg teljes kondenzációját.

A rendszer hatásfokát javíthatjuk, ha az egyébként is felmelegítendő szénhidrogén-kondenzátumot a hűtőközeg utóhűtésére használjuk fel.

A rendszer matematikai modellje

Vizsgáljuk először a hűtőközeg körfolyamatát. A *2. ábra* jelöléseivel az elpárologtató fajlagos hűtőteljesítménye:

$$q_0=i_{11}-i_{16}=(i_{11}-i_{14})+(i_{14}-i_{16})=(i_{11}-i_{14})+q_u, \quad (1)$$

ahol

$q_u=i_{14}-i_{16}$ az utóhűtő fajlagos teljesítménye; (2)

$q=i_{12}-i_{14}$ a kondenzátorban elvonandó fajlagos hőmennyiség. (3)

Ezek után írjuk fel a szénhidrogénkör mérlegegyenleteit:

a gáz-gáz hőcserélőre: $W_{be}(t_1-t_2)=W_{gki}(t_5-t_4)$, (4)

az elpárologtatóra: $W_{be}(t_2-t_3)=G\cdot q_0$, (5)

a kondenzátorra: $W_{gki}(t_6-t_5)=G\cdot q$, (6)

az utóhűtőre: $W_{kond}(t_8-t_7)=G\cdot q_u$. (7)

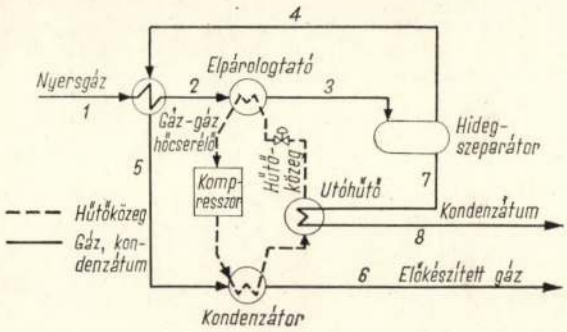
Az előbbi egyenletekben

W_{be} a belépő nyersgáz átlagos vízértékárama;
W_{gki} az előkészített gáz átlagos vízértékárama;
W_{kond} a kilépő szénhidrogén-kondenzátum átlagos vízértékárama;
G a hűtőközeg tömegárama.

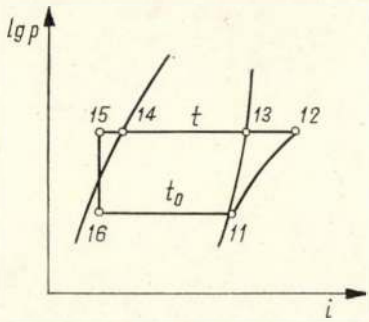
A mérlegegyenleteken túlmenően további megkötést jelent a gáz-gáz hőcserélő transzportegyenlete:

$$\vartheta=\frac{t_1-t_2}{t_1-t_4}, \quad (8)$$

ahol adott konstrukció és adott vízértékáramok mellett $\vartheta=$konst.



1. ábra
A javasolt kapcsolás sémája



2. ábra
Hűtőfolyamat lg p—i diagramja

Vezessük be az alábbi jelöléseket:

$$v = \frac{W_{g\,\mathrm{ki}}}{W_{\mathrm{be}}}, \quad (1-v) = \frac{W_{\mathrm{kond}}}{W_{\mathrm{be}}}, \quad g = \frac{G}{W_{\mathrm{be}}}$$

és $t_{\mathrm{szep}} = t_3 = t_4 = t_7$.

Ezeket a jelöléseket behelyettesítve a (4)—(8) egyenletekbe és rendszerre, megkapjuk a rendszer hőmérséklet-paramétereit leíró matematikai modellt:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -v & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ (1-\vartheta) & -1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_5 \\ t_6 \\ t_8 \end{bmatrix} = \tag{9}$$

$$= \begin{bmatrix} -v t_{\mathrm{szep}} \\ t_{\mathrm{szep}} + g q_0 \\ \frac{g}{v} q \\ t_{\mathrm{szep}} + \frac{g}{1-v} q_u \\ -\vartheta t_{\mathrm{szep}} \end{bmatrix}$$

A modell inputja:

t_{szep}	szeparátor-hőmérséklet;
q_0'	utóhűtés nélküli fajlagos hűtőteljesítmény ($q_0 = q_0' + q_u$);
q	a kondenzátor fajlagos hűtőteljesítménye;
v	vízértékarány;
ϑ	dimenzió nélküli kilépő hőmérséklet;
q_u	az utóhűtő fajlagos teljesítménye;
g	hűtőközegarány.

A modell outputja a rendszer további hőmérséklet-paraméterei; ezt a (9) egyenlet megoldásából kapjuk.

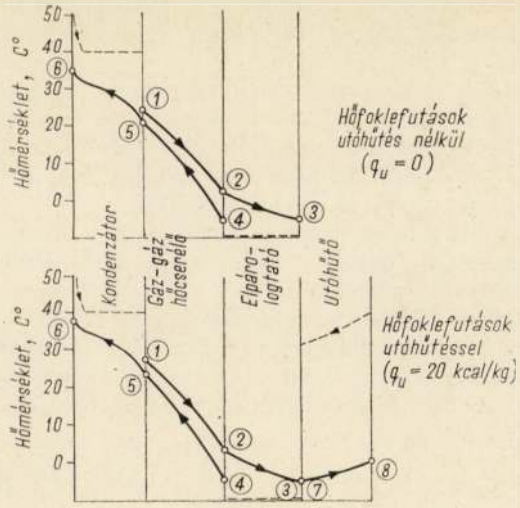
Korlátozó feltételek

A hőmérséklet-paraméterek egy részét az a fizikai törvény korlátozza, hogy egy hőcserélőben a különböző közegek összetartozó hőfokgörbéi nem keresztezhetik egymást. Ennek megfelelően:

$$t_5 < t_1, \tag{10}$$

$$t_6 < t_{\mathrm{kond}}, \tag{11}$$

$$t_3 > t_0. \tag{12}$$



3. ábra

Ezenkívül biztonságtechnikai korlátot jelent, hogy $t_6 < 50$ C°, továbbá elő lehet írva t_8 értékére is egy limit. Elvileg tetszőlegesen vehetjük fel a hűtőközeg elpárolgási és kondenzációs hőmérsékletét, kiválasztott gépnél azonban ezeket az értékeket is korlátozni szokták.

Példák

A folyamat számszerű illusztrálására az alábbi adatokkal végeztünk számításokat:

$t_{\mathrm{szep}} = -5$ C°;
$q_0' = 246$ kcal/kg (NH_3 -10 C°-on);
$q = 313$ kcal/kg (NH_3 $+40$ C°-on);
$v = 0{,}85$;
$\vartheta = 0{,}75$.

A hőmérséklet-paraméterek értékeit különböző g értékekhez az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

Az egyes hőcserélőkben fellépő hőmérséklet-változást $g = 0{,}04$ értéknél a *3. ábra* mutatja.

A hagyományos rendszerhez képest az energiamegtakarítás

$$E = P_{(\mathrm{vent.,\ szivattyú})} \cdot \tau, \tag{13}$$

ahol τ az éves kihasználási óraszám, P pedig a hagyományos kondenzációs hőelvonáshoz szükséges gép (ventillátor és/vagy szivattyú) teljesítményszükséglete.

1. táblázat

	Hőmérséklet C°	g					
		0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$q_u = 0$	t_8	−5	−5	−5	−5	−5	−5
	t_5	−0,48	2,66	8,93	15,21	21,48	27,75
	t_6	1,35	6,32	16,25	26,18	36,11	46,04
	t_2	−3,71	−2,83	−1,05	0,73	2,50	4,28
	t_1	0,13	3,68	10,79	17,90	25,01	32,12
$q_u = 20$ kcal/kg	t_8	−4,33	−3,67	−2,33	−1,00	0,33	1,67
	t_5	−0,22	3,17	9,95	16,74	23,51	30,30
	t_6	1,61	6,83	17,27	27,71	38,15	48,60
	t_2	−3,65	−2,69	−0,76	1,16	3,08	5,00
	t_1	0,42	4,26	11,95	19,63	27 32	39,01

Ez az érték egy 10 Enm³/h kapacitású, 8000 h/év kihasználású üzemnél léghűtéses kondenzációhoz viszonyítva kereken 60 MWh.

Ezen a megtakarításon túlmenően az új rendszer üzemviteli szempontból is biztonságosabb lehet, mivel a kondenzáció hőfokszintjét meghatározó gáz hőmérséklete egy adott üzemre vonatkoztatva jóval kevésbé ingadozik, mint a levegő-hőmérséklet.

További kedvező hatása pl. a léghűtéses kondenzációval szemben, hogy — mivel a gázoldali hőátadási tényező többszöröse a levegőoldalon elérhetőnek — lényegesen kisebb és fajlagosan is olcsóbb hőcserélőfelület beépítése szükséges, és a kondenzációs folyamat is kedvezőbb körülmények között megy végbe, minthogy az adott kapcsolásban fekvő, nyalábcsöves kondenzátorok alkalmazhatók, így a léghűtéses típusok 150—200 kcal/m²h hőterhelésével szemben 2000—4000 kcal/m²h hőterhelés érhető el.

JELÖLÉSEK

c_p	izobár fajhő
G	tömegáram
i	entalpia
p	nyomás
q	fajlagos hőmennyiség
t	hőmérséklet
W	vízértékáram ($W = Gc_p$)
ϑ	hőcserélő dimenzió nélküli kilépő hőmérséklete

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Mennyiségi adatok meghatározása geofizikai szelvényekből Hewlett—Packard 9100 A típusú asztali számítógéppel

Az NKFÜ 1974 óta használ számítógépet, és a rendelkezésre álló programok köre állandóan bővül.

A következőkben két programcsoportról részletesebben is szólunk.

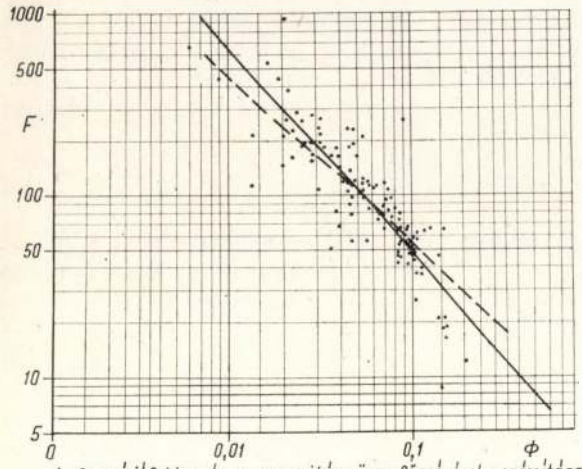
I. A statisztikus programoknak, közülük különösen a regressziónak, a magvizsgálati eredmények feldolgozásában és a különböző érzékenységű szelvények összevetésében („cross-plot" módszer) van nagy jelentőségük.

A legegyszerűbb eljárás a lineáris regresszió, ahol az adott (x_i; y_i) ponthalmaz közelítését keressük $y = ax + b$ formában. Ha az x_i; y_i változókat felcseréljük, akkor egy $x = a'y + b'$ alakú egyeneshez juthatunk. A két egyenes egy metsző egyenespárt alkot; az általuk bezárt szög a korreláció szorosságára utaló mennyiség: teljesül az $r = \sqrt{a \cdot a'}$ egyenlőség. Gyakorlati tapasztalatok alapján bebizonyosodott, hogy a szemre legjobb közelítést (amikor az egyenes egybeesik a ponthalmaz hosszirányú „szimmetriatengelyével") a metsző egyenespár szögfelező egyenese adja.

II. A neutronporozitások számítását a

$$\lg \phi_N = AI_N \lg d + BI_N + C \lg d + D$$

közelítő formulával végezzük, ha a $\phi = 0{,}05 + 0{,}4$.



A formációfaktor és a porozitás összefüggésének számítása szegedi magok laboratóriumi mérései alapján.

A telítőfolyadék 11,5 g/l sót tartalmaz.

$$F = \frac{a}{\Phi^m}$$

	$\lvert r \rvert$	a	m
1. Egyszerű korreláció		6,70	0,92
2. Szögfelező egyenes	0,811	3,64	1,13

A lg helyett természetes logaritmust írva, I_N-t FNE-re normálva, d-t cm-ben helyettesítve, A-, B-, C- és D-re a következő értékeket kaptuk lineáris regresszió segítségével:

A	−1,0404		−0,2066	
B	2,2647	NG (0,6 m)	0,4473	NN_{term} (0,5 m)
C	1,2199		0,3528	
D	−3,5415	—	−1,5100	

A vízértékeket (FNE) vizsgálva megállapítottuk, hogy állandó szondahossz esetén az alkalmazott neutronforrás erősségével lineáris kapcsolatban van. Ez utóbbi változását nagyon pontosan ki tudjuk számítani, s így egy szondakarakterisztikát kapunk.

A fenti törvényszerűség felismerése azt eredményezheti, hogy az összes neutronszonda karakterisztikáját ismerve ellenőrizhetjük a hitelesítések jóságát; csökkenthetjük a hitelesítések számát (kevesebb munka, kevesebb sugárveszély). Természetesen ez utóbbi csak a terepi hitelesítések (kis intenzitású, nagy felezési idejű etalonnal ellenőrizve a szonda detektáló oldalának működőképességét a fúrólyuknál) bevezetésével párhuzamosan történhet.

Két kutatási terület feldolgozásának adatait alaposabban megvizsgáltuk.

			I.	II.
1.	A feldolgozott nyers adatok száma		9000	12 000
2.	A feldolgozás időtartama, műszak		400	320
3.	A „digitalizálás" időtartama,	műszak	75	100
4. Egy	mélysége,	m	1000	2200
5. fúrás	teljes önköltsége,	MFt	3,2	11,2
6. átla-	lemélyítési költsége,	MFt	0,7	2,4
7. gos	geofizikai összköltsége,	MFt	0,2	0,4
8.	ue. az 5-re vonatkoztatva,	%	6,5	3,9

Ad 1. Mélységpontonként 8 adattal (pl. rétegvastagság; PS; TG; d; N; OL; 2 ML) számolva.
Ad 2. 3 mérnök és 1 technikus rajzoló munkaidejét számolva.
Ad 3. Egy ember egy műszak alatt kb. 120 adatot tud digitalizálni (bejelölni a mélységet és a szelvénykitérést, kiolvasni és leírni az adatot).

Két következtetést vonhattunk le a fenti adatok és az eddigi tapasztalatok alapján.

1. Az adatok kézi mozgatása (digitalizálása, betáplálása, kiírása) nemcsak fárasztó és lassú munka, hanem a feldolgozási lehetőségeket is leszűkíti. Ezért egy nagyobb memóriájú, nyomtatóval, rajzolóval és lyukszalagolvasóval felszerelt számítógép (mint pl. az EMG 666 teljes kiépítésben) beszerzése célszerű.
2. A fenti gép beszerzése minimális költségnövekedést okozna a fúrások költségeire vetítve; növelhetné a szénhidrogén-tárolók megtalálási valószínűségét, és hozzásegítene ahhoz, hogy meddő rétegek vagy meddő fúrások esetén minél nagyobb legyen a megtakarítás.

Komlósi Zsolt
geofizikusmérnök
(OGIL, Budapest)

Csővezetéki szállítások vizsgálata az áruminőség szempontjából

OVÁDI ZOLTÁN—
TÖRÖK ERNŐ

A Százhalombatta—Szajol közötti 6″-es vezetéken végzett ESZ-92 szuperbenzin-, illetve E-86 autóbenzin-szállítások során meghatároztuk a kevert fázis mennyiségét. Vizsgáltuk azt is, hogy 12″-es vezetékben miként alakul a kevert fázis mennyisége az egymást követő benzin- és gázolajszállítások során a csővezeték hosszának függvényében. Eredményeinket összehasonlítottuk az irodamomban közölt hasonló jellegű mérések adataival. Végezetül elemeztük a fázishatáron kialakult koncentráció—idő összefüggést olyan esetekre, amikor a szállítás objektív okok miatt bizonyos ideig szünetelt.

Az Ásványolajforgalmi Vállalat 1973. évi jubileumi konferenciáján beszámoltunk a csővezetéki termékszállítások során keletkező kevert fázis mennyiségének megállapíthatóságáról. Ismertettük a kétkomponensű rendszer koncentrációváltozásának nyomon követésére kidolgozott módszerünket. Vizsgáltuk a Százhalombatta—Csepel és —Szajol között 8″, illetve 6″-es vezetéken folyó benzin-, gázolajszállítások során fellépő termékkeveredés mértékét. Megállapítottuk, hogy 0,2—0,5 %-os szennyeződési érték mellett a termékminőség garantálható. Rámutattunk arra, hogy a kevert fázis egy része előre nem, illetve csak tág határok között kalkulálható.

Az elmúlt két év e témakörben további problémákat hozott, és a megoldások összefoglaló jellegű ismertetésére tanulmány keretén belül vállalkozunk.

1973 II. félévében már a 6″-es vezetéken a korábbi szállításoktól eltérően ESZ-92 szuperbenzin-szállítás is történt. Az *S*-görbe értékelésére kidolgozott módszerünk erre az esetre nem volt alkalmas, ugyanis a szállított komponensek törésmutatója lényegesen nem tér el egymástól. Ezért más műszeres analitikai módszert kellett keresni, amelynek alapja a színezéktartalom spektroszkópiai úton való mérése.

Felvettük a színezékek spektrumát, amelyből megállapítható volt, hogy a piros színezék maximális fényelnyelése 510 nm, a kék színezéké 610—640 nm hullámhosszon van. A mérési pontosság 510 nm hullámhossznál történt vizsgálat esetén megfelelő, különösen akkor, ha 40 mm rétegvastagságú küvettákat alkalmazunk. Az analitikai módszer kidolgozása után 6″-es vezetéken méréseket végeztünk a kevert fázis mennyiségének megállapítására. Az adatokat az *1. táblázat* rögzíti.

A vizsgálatok során „tiszta" vagy csaknem „tiszta" koncentráció—idő görbelefutásokat lehetett megállapítani elő-, illetve utóperiódus nélkül. Az *S*-görbe meredeksége lényegében nem tér el a benzin—gázolaj fázisváltások esetében tapasztaltaktól. Ezzel függ össze, hogy az össz-kevertfázis mennyisége illeszkedik a korábbiakban meghatározott benzin—gázolaj fázisváltások adataihoz.

1974-ben célul tűztük ki, hogy a keveredések mértékét a csővezeték hosszának függvényében vizsgáljuk.

A nemzetközi szakirodalomban számos összefüggés található a kevert fázis mennyiségének meghatározására. A kevert fázis mennyisége a Reynolds-szám *(Re)*, a súrlódási együttható (λ), a csőátmérő (D), illetve a csővezetékhossz (L) valamilyen hatványával függ össze. A *2. táblázat* rögzíti az irodalmi hivatkozás mellett azon hatványokat, amelyekkel a csővezeték hosszának változása a kevert fázis mennyiségét befolyásolja.

Az irodalmi adatok felhasználhatóságát hazai méréssorozat elvégzésével kívántuk megvizsgálni. A vizsgált csőszakasz a Százhalombatta—Szajol közötti 6″-es vezeték.

A százhalombattai 10 027. sz. tartályból az E-86 etilbenzinkészlet nyomatását a 10 002. sz. tartályból származó gázolajkészlet nyomatása követte. Az indítószivattyú gyakorlati átlagsebessége 70 m³/h, 1 m csőszakasz űrtartalma 18,6 l volt.

A törésmutató-mérés alapján felvett *S*-görbék értékelésekor a 2 és 98 %-os összetételű keverékeket tiszta anyagnak tekintettük. A *3. táblázatban* foglaltuk össze az értékeléshez szükséges adatokat, az *1. ábra* pedig a $V_K = f(L)$ függvénykapcsolatot rögzíti.

Az össz-kevertfázis mennyisége nemcsak a csővezeték hosszának, hanem a csőátmérőnek, valamint a súrlódási együtthatónak is függvénye: $V_K = f(L, D, \lambda)$.

D = konst.

λ = konst. esetén: $V_K = CL^x$; $\lg V_K = \lg C + x \lg L$.

1. táblázat

E-86 és ESZ-92 benzin szállítása során keletkező kevert fázis mennyisége ($L = 1{,}12 \cdot 10^5$ m; $D = 0{,}0380$ m)

Jellemzők	I. eset	II. eset
A fázisváltás módja	ESZ-92→ →E-86	ESZ-92→ →E-86
Áramlási sebesség, m³/min	1,3	1,55
E-86-ba került ESZ-92, m³	1,73	1,84
ESZ-92-be -került E86, m³	0,73	0,79
Összmennyiség, m³ V_{A+B}	2,46	2,63
Össz-kevertfázis mennyisége, V_K	9,5	10
V_K/V_{A+B}	3,9	3,8

2. táblázat

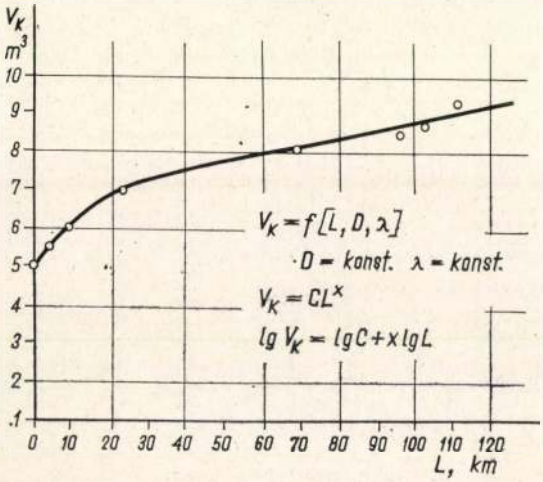
A kevert fázis mennyiségével összefüggő csővezetékhossz (L) hatványai

Irodalmi hivatkozás	A csővezetékhossz (L) hatványai
Plantation Pipeline Co I.	0,529
Plantation Pipeline Co II.	0,5
Shell Oil Co	0,62
TRAPIL	0,5
Fowler—Brown	0,6
Taylor	1,0
Lurje—Maron	0,5

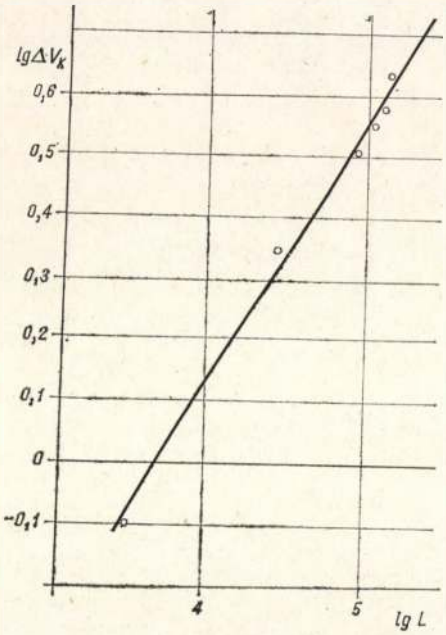
3. táblázat

Összefüggés a csővezetékhossz (L) és a kevert fázis mennyisége (V_K) között

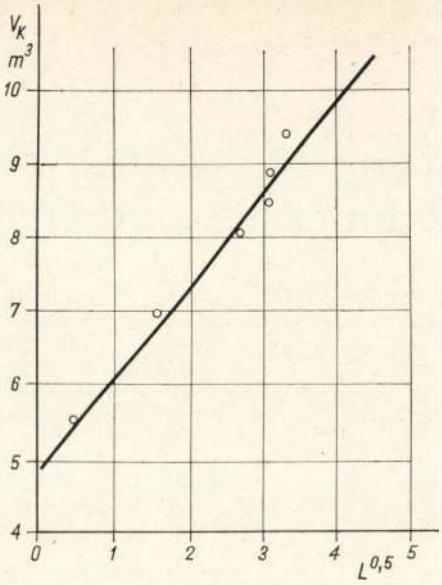
Csővezetékhossz L, m	lg L	$L^{0,5}$	Fázislefutás ideje, min	Kevert fázis V_K, m_3	ΔV_K	lg ΔV_K
$112{,}8 \cdot 10^3$	5,052	3,36	8,0	9,3	4,6	0,66
$103{,}2 \cdot 10^3$	5,014	3,21	7,5	8,8	4,1	0,60
$97{,}2 \cdot 10^3$	4,988	3,12	7,2	8,4	3,7	0,57
$71{,}2 \cdot 10^3$	4,853	2,67	6,9	8,1	3,4	0,53
$24{,}3 \cdot 10^3$	4,386	1,56	6,0	7,0	2,3	0,36
$2{,}8 \cdot 10^3$	3,447	0,53	4,7	5,5	0,8	−0,10
0	—	0	4,0	4,7	0	—



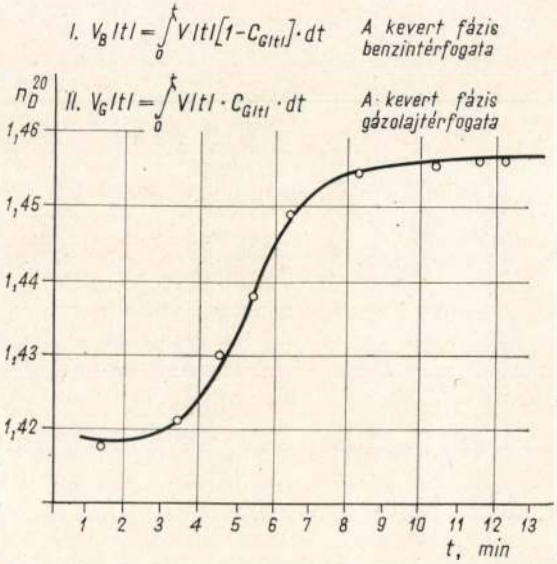
1. ábra
Összefüggés a csővezeték hossza (L) és a kevert fázis mennyisége (V_K) között



2. ábra
Összefüggés a csővezeték hossza (lg L) és az össz-kevertfázis növekedése (lg ΔV_K) között



3. ábra
Összefüggés a csővezeték hossza ($L^{0,5}$) és az össz-kevertfázis mennyisége (V_K) között



4. ábra
4 koncentráció változása az idő függvényében

A lg ΔV_K és a lg L közötti összefüggést a *2. ábra* szemlélteti.

A görbe meredeksége megadja azt a hatványkitevőt, amellyel a $V_K = f(L)$ összefüggés linearizálható. A *2. ábra* alapján meghatározott iránytangens 0,45. Ez az érték közel esik a *Maron* és munkatársai által megadott 0,5 értékhez, ami azt jelenti, hogy az össz-kevertfázis mennyisége a csővezeték hosszának 0,5-re emelt hatványával függ össze, s ez vonatkozik a Százhalombatta—Szajol közötti 6″-es csőszakaszra is. Ennek igazolására szolgál a *3. ábra.*

Vizsgálatainkkal bizonyítottuk, hogy a hazai vezetéknél is számolható a kevert fázis mennyisége, a szennyeződés mértékének megállapításakor azonban figyelembe kell venni a koncentrációelosztást is:

I. $V_B(t) = \int_0^t V_K(t)[1 - C_G(t)]\mathrm{d}t$ a kevert fázis benzintérfogata;

II. $V_G(t) = \int_0^t V_K(t) C_G(t)\mathrm{d}t$ gázolaj-térfogata.

Grafikus integrálással az egyenletek megoldhatók.

A vizsgált szajoli fázisváltás esetén az *S*-görbe lefutásában *(4. ábra)* elő-, illetve utóperiódus nem figyelhető meg. Éppen azért az 50%-os pontban a benzinbe került gázolaj (0,7 m³), illetve a gázolajba került benzin mennyisége (0,9 m³) nem teszi ki az össz-kevertfázis 20%-át.

1974-ben megindult a 12″-es vezetéken is az áruszállítás. Első ütemben a vezeték Szajolig, majd a TVK olefinüzemének beindulása előtt Leninvárosig épült meg. A korábban vizsgált vezetékekhez képest a paraméterek (csőhosszúság, csőátmérő, áramlási sebesség) lényegesen megváltoztak.

Emellett azonban más probléma is felmerült. Esetenként a folyamatos szállításnak akadályai voltak, így a csővezeték valamely pontján a kevert fázis megállt. A leállási idővel arányosan a kevert fázis mennyisége természetesen növekedett.

Szovjet kutatók *(Lurje, Maron* és *Galljanov)* már 1973-ban publikálták az erre vonatkozó elméleti összefüggéseket. Számítási módszerükhöz a Grashof-egyenlet archimedesi alakja szolgált alapul. A módszer azonban túlzottan általános esetekre vonatkozik. *Maron* és munkatársai nem térnek ki annak vizsgálatára, hogy a leállási hely milyen módon befolyásolja a keverékképződés mértékét. A szovjet kutatók nem vizsgálták a két komponens egymás utáni szállításakor a komponensek sorrendiségének befolyásoló szerepét. Az általános egyenlettel az össz-kevertfázis mennyisége (V_K) nem számítható. Éppen ezért mi vizsgáltuk a leállások körülményeit is; a leállási esetek jelleggörbéit az *5. ábrán* mutatjuk be.

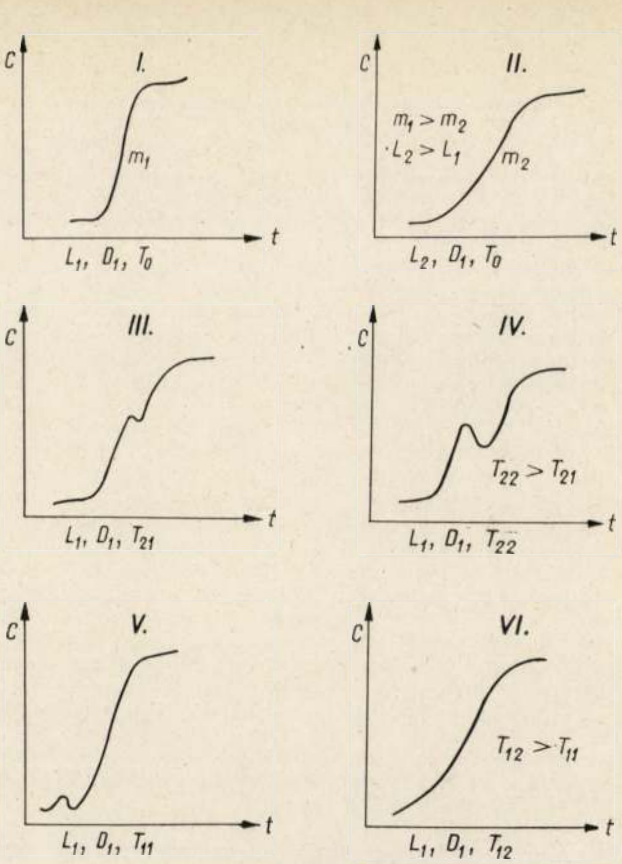
Az *I* és *II* görbe meredeksége (m) eltér egymástól, ez az érték a csővezeték hossz függvénye (D=konst., T=0, leállási idő). A kevert fázis mennyisége az *S*-görbe meredekségével és az előzőek értelmében a csőhosszal arányos.

A *III*, illetve *IV* görbe mutatja be a kiinduló ponttól azonos távolságra (a csővezeték végéhez közel eső pont), de különböző leállási idő esetén a koncentráció—fázislefutási idő összefüggését. A leállási idő növekedésével a kevert fázis mennyisége nő.

Az *V* és *VI* eset a kiindulópont közelében megállt kevert fázis jellegét szemlélteti. Az *V* görbénél az előperiódusban figyelhető meg az eltérés a tiszta *S*-görbe lefutásától. Hosszabb leállási idő esetén (VI görbe) ez az előperiódus eltűnhet. Három vizsgált leállási eset mérési adatait a *4. táblázat* rögzíti.

Megállapítható a számszerű adatokból is, hogy a leállási idő növeli a kevert fázis mennyiségét. A V_K, illetve V_{A+B} értékek növekedése azonban eltér egymástól. A leállási idő mellett tehát vizsgálni kell a szállítás módját, valamint ismerni kell a leállás helyét.

Végül ismertetésünk befejező részében szeretnénk módszert adni az irodalomban található összefüggések és méréseink alapján a kevert fázis mennyiségének számítására. A számítás menete a következő:



5. ábra
A koncentrációváltozás vizsgálata a leállási idő függvényében

4. táblázat

Vegyipari benzin és gázolaj szállítása során keletkező kevert fázis mennyiségének vizsgálata a leállási idő függvényében

Jellemzők	I. eset	II. eset	III. eset
Fázisváltás módja	Vegyipari benzin →		Go
Áramlási sebesség, m³/min	4,16	3,66	4,50
Leállási idő, h	23	6	22+6
Leállás helye a kiinduló-ponttól, km	98,5	a két leállás között 102,2	65*
Benzinbe került gázolaj, m³	2,0	2,27	6,58
Gázolajba került benzin, m³	10,0	8,76	5,65
Összmennyiség, m³	12,0	11,03	12,23
Össz-kevertfázis menny-nyisége, m³	54,0	45,8	77

* a két leállás közötti távolság, km

1. $\mathrm{Re} = \dfrac{Q10^3}{2{,}826\gamma^* D}$ — Q — áramlási sebesség, m³/h; D — csőátmérő, m; γ^* — kinematikai viszkozitás, cSt

2. $\lambda = \dfrac{0{,}3164}{4\sqrt{\mathrm{Re}}}$ (Blasius) — Re — Reynolds-szám

3. $\mathrm{Pe} = \dfrac{L}{5{,}05D\sqrt{\dfrac{\lambda}{8}}}$ — λ — súrlódási tényező; Pe — Peclet-szám; L — csővezeték hossza, m

4. $V_{A+B} = 0{,}885D^2 L\,\mathrm{Pe}^{-0{,}5}$ — V_{A+B} — A-ban levő B+ B-ben levő A, m³

5. $V_K \approx 5V_{A+B}$ — V_K — kevert fázis összmennyisége, m³

Adalékolt nedves elégetéses kísérlet az NKFV Egri Üzemében

1975 nyarán kezdődött meg Egerben az adalékolt nedves elégetéses (ADE) művelési mód kisüzemi alkalmazásának előkészítése, melyet előzőleg az OGIL Nagykanizsai Üzemegységében kísérleteztek ki.

Az OKGT Bányászati Igazgatósága — az ipari hátteret megvizsgálva — úgy döntött, hogy a kisüzemi kísérletet a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Egri Üzemének demjén-keleti olajmezőjében kell lefolytatni. A demjén-keleti tároló könnyűolajos rétegei közül a d_f és a d_a jelűekre egy-egy ötpontos rendszert alakítottak ki.

A Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem a terveknek megfelelően 1975 közepén megkezdte a 4 megfigyelő-termelő és 1 begyújtó-besajtoló kút lemélyítését és kiképzését. A kutak közül négy kettős kiképzésű lett, az ötödikben a két réteg nem választható szét (valószínűleg vető miatt).

A felszíni technológia létesítményeinek tervezését és teljes kivitelezését a rendkívül szűk határidő következtében (1975. májusi döntés és 1976. szeptemberi próbaüzem) külső vállalkozó nem vállalta el. Ezért a tervezést — az OGIL elvi szempontjait figyelembe véve — az NKFV Szerkesztési és tervezési osztályának szakmai irányításával az Egri Üzem szakemberei végezték el. A felszíni technológia határidőre történő szerelését az Egri Üzem kollektívája biztosította az alvállalkozók közreműködésével. A jól végzett munkához nagymértékben hozzájárult a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat egyik szerelőbrigádja is, mely a levegő-visszanyomó kompresszort szerelte. A kivitelezők lelkiismeretes és gyors munkája eredményeképpen a levegőbesajtolás 1976. október 29-én megindulhatott.

A jól szervezett munkát bizonyítja, hogy az 1976 áprilisára elkészült tervek alapján, a felszíni létesítmények építését májusban azonnal megkezdték. A nyelésvizsgálatot a *DK-419.* jelű begyújtókút d_f rétegére a terv szerint indította az üzem. Novemberben megkezdték a réteg nyomásának növelését, melynek során 145 000 nm³ levegőt juttattak a két rétegbe.

A leírtakhoz szorosan hozzátartozik, hogy a KGST gyakorlati segítségét is igénybe vették az üzemi kísérlet elvégzéséhez. Az OGIL tudományos együttműködési szerződést kötött a Szovjetunió VNII intézetével a különböző elégetéses rendszerek kidolgozására és gyakorlati megvalósítására. A begyújtó fűtőfejet és a fűtőkábelt a Szovjetunió díjmentesen bocsátotta rendelkezésünkre. Ezenkívül a VNII a magyar szakemberekkel több konzultációt is tartott.

A termelőrendszert 1976. december 7-én helyezték üzembe.

A begyújtás előkészítésének időszakára szovjet szakértő érkezett az Egri Üzembe. *A. I. Szergejev* közvetlen irányításával december 8-án építették be a begyújtókútba a fűtőfejet, és kezdték meg a felfűtést. A begyújtófejet 2 fokozatban üzemeltették. Első fokozatban kb. 300 C°-ot, második fokozatban 575 C°-ot értek el 5000, illetve 11 000 nm³/nap levegőbesajtolási ütem mellett. December 11-én a felfűtésnél résztvevők — az OGIL és az Egri Üzem szakemberei, akik éjjel-nappal ügyeletet tartottak — megállapították, hogy a begyújtás megtörtént. A fűtőfejet ezt követően kiépítették.

Az üzem feladata a továbbiakban a termelőkutak rezsimének beállítása, valamint a vízbesajtoló rendszer kiépítése a folyamatos levegőbesajtolás mellett.

Az adalékolt nedves égetéses művelési mód kidolgozása után az OGIL szakemberei a kísérlet operatív irányításának a feladatát is ellátták az általuk kidolgozott technológia alapján.

Az Egri Üzem és az OGIL az egész üzemi kísérlet alatt állandó szoros kapcsolatot tart, hogy a technológiai paraméterek alakulását figyelemmel tudják kísérni. A kísérlet első része 1976. december 11-ével, a begyújtás megkezdésével sikeresen lezárult.

Reméljük, hogy 1977 végén az adalékolt nedves elégetéses technológia jó eredményéről számolhatunk be.

Az ADE-technológia sikere az Egri Üzem további korszakát is meghatározhatja, ezért fogadta az üzem bizalommal ezt az új harmadlagos termelési módszert.

Barcsik József
okl. gépészmérnök, gázipari szakmérnök
(NKFV, Szolnok)

Beszámoló a kiskunhalasi országos kitöréselhárítási és olajkút-tűzoltási gyakorlatról

Az OKGT (kitöréselhárítási) mentőszervezete a BM TOP irányítása alatt álló Bács megyei és Csongrád megyei Tűzoltóparancsnokság olajkúttűzoltásra kiképezett egységeivel karöltve 1976. október 28-án és 29-én Kiskunhalas várostól északkeletre, a *KihaÉK-20.* jelű meddő kút körzetében országos olajkút-tűzoltási és kitöréselhárítási gyakorlatot rendezett.

A gyakorlat szerves részét képezte annak az oktatási programnak, amelynek a megvalósítását a 2/1975. számú OBF-rendelet az OKGT számára előírta.

A gyakorlaton az OKGT kitöréselhárítási mentőszervezetének mind a dunántúli, mind pedig a nagyalföldi mentőcsapatai együttesen vettek részt, a gyakorlati munkákat az OKGT Fúrási Főosztályának kitöréselhárítási szervező mérnöke irányította.

A gyakorlat időpontjának a megválasztásában az a körülmény játszotta a legfontosabb szerepet, hogy a gyakorlat essék egybe a KGST azon ülésszakával, amikor a hazánkban ülésező *Meghatalmazottak tanácsa* a „nyílt kőolaj- és gázkitörések megelőzése és megszüntetése" témával foglalkozik.

A gyakorlat helyéül azért választottuk Kiskunhalast, mert a közelmúltban megismert kőolaj- és földgáztelep további kiterjedése Kiskunhalas város alatt is feltételezhető, és így az esetleges kitörésekből származó üzemzavarok elhárítására az olajbányászati önkéntes kitöréselhárítási csoportok tagjain kívül a tűzoltóság kiskunhalasi és Bács megyei egységeit is szoktatni és oktatni akartuk.

A (mesterségesen előidézett) műszaki zavar keletkezését és a keletkezett olaj—gáz kitörés és olajkúttűz elhárításával kapcsolatos feladatok végrehajtását a következő gondolatmenetre építettük fel:

— Egy kútjavító berendezés egy gáztermelő kúton végzett főjavítás befejeztével éppen elköltözés közben van a kútról, miközben a kiképzett szénhidrogéngáz-termelő kút a karácsonyfáján és a bekötött termelővezetéken már gázt és gazolinpermetet termel a mező csővezeték-hálózatán át a mező gázfogadó állomására.
— A berendezés szállítása közben a karácsonyfán átemelendő munkapad emelőkötele — műszaki hiba folytán — elszakadt, s a visszazuhanó munkapad a karácsonyfát úgy megsértette és elgörbítette, hogy a karácsonyfa feszmérőtartó átmenete letört, a karácsonyfa közepén levő keresztidomhoz csatlakozó alsó nagynyomású 3″-es vezetékközdarab elgörbült és a repedésénél szétnyílt.
— A keletkezett sérülések révén két irányban áramlik ki az éghető gáz a karácsonyfából: a kanalazótoló fölötti törött feszmérőátmenetből ferdén fölfelé, míg a keresztidom alatt eltört vezetékcső-közdarabból oldalt lefelé.
— Az emelőkötél-szakadás folytán az acéltárgyak ütközése szikrát okozott, ez a kiáramló gázt belobbantotta, s a kút körül hirtelen két égő gázfáklya alakult ki. A kútból, fojtás nélkül kiáramló gáz mennyisége 300 000—500 000 nm³/nap, a kút telepnyomása 2000 m-ben 328 at.

Az észlelt műszaki baleset, gázkitörés és olaj-, gázkúttűz — feltételezésünk szerint — a kitöréselhárítási szolgálati szabályzatban lerögzített „jelentésláncon" át az intézkedő elöljárók tudomására jutott (üzemmérnök, üzemvezető, fúrási főosztályvezető, kitöréselhárítási mentőcsapat-vezető, OKGT-kitöréselhárítási mentőszervezet operatív, szervező és vezetőmérnöke); e jelentési láncban minden személy a saját szintjén a szükséges intézkedéseket megtette:

— riadóztatták a területileg illetékes DKFÜ kitöréselhárítási mentőcsapatát,
— segítségül kirendelték riadóztatás után az NKFÜ mentőcsapatát;
— felkérték a Bács megyei Tűzoltó Parancsnokságot — ezen belül elsőként Kiskunhalas város tűzoltóságát — a kútkörnyéki hűtési feladatok végrehajtására;
— a BM Tűzrendészet Országos Parancsnokság segítségnyújtása révén a helyszínre irányították a Csongrád megyei Tűzoltó Parancsnokság felügyelete alatt álló turbóreaktív tűzoltóegységeket.

A helyszínre érkezett mentőcsapatok és tűzoltóegységek feladatait és munkáját az OKGT (kitöréselhárítási) mentőszervezetének szervező mérnöke koordinálta. A rövid tanácskozás során kialakított mentési munkaterv a következők végrehajtását tartalmazta:

— megfelelő vízkivételi hely biztosításával meg kell teremteni annak az előfeltételét, hogy hűtési és oltási víz gyanánt legalább 30 m³/min vízmennyiséget lehessen legalább 120 percen keresztül a koncentrált feladat végzésére rendelkezésre bocsátani;
— a hűtővízsugarak védelmében az olajbányászati mentőcsapatnak el kell távolítania az égő kút közvetlen környezetéből a tűz hatása alá került és izzás állapotába jutott munkapadroncsokat;
— a roncsok eltávolítása után — vagy azzal egyidejűleg hűtővízsugarak védelme mellett — meg kell építeni az ingoványos és a vízsugaraktól feláztatott kútkörnyéken azt az akácfapadló-utat, amely majd a tűzoltóturbinák kútközelbe jutását lehetővé teszi;
— a tűzoltóturbinák kútközelbe való felvonultatása mellett hozzá kell fogni a gázkúttűz eloltásához.

Az előzőkben felvázolt gondolatmenetnek megfelelően a gyakorlat során a tűz (mesterséges) kialakulását követően a gyakorlatozók a fenti feladatokat 30 perc alatt végrehajtották, s a tűz eloltása — a jelenlevő KGST-szakértők és a gyakorlatot megszemlélő olajbányász vendégek általános elismerése mellett — az effektív oltási munka megkezdését követően 2 perc alatt sikerült.

A tűzoltóság ehhez a munkához a következő egységeket dolgoztatta:

2 db 710-es habkocsi	3200 l/min,
4 db 710-es D-kocsi	1500 l/min,
3 db 707-es D-kocsi	1500 l/min,
2 db 344-es kocsi	1500 l/min,
1 db 420-as kocsi	1500 l/min,
4 db kismotorfecskendő	800 l/min teljesítménnyel.

Az oltást két turbóreaktív tűzoltóegység végezte, ennek vízellátására, valamint a 4 vízágyú és a 6 E 52 mm-es hűtővízsugár biztosítására a felhasznált folyadékszállítás 18 m³ volt percenként. A tűzoltóság a feladat elvégzésére mintegy 100 főből álló tiszti és legénységi állományú személyzetet rendelt a helyszínre.

A tűz sikeres oltása után a tűzoltóság visszavonta ugyan a kút körzetéből a turbóreaktív elven működő oltóturbinát, de a hűtősugarainak további fenntartásával gondoskodott arról, hogy az olajbányászati mentési munkák során a kútból tovább is kitörő gáz újból be ne gyulladjon.

Az olajbányászati mentési munkák egymásutánja a következő lépésekből állott:

— a még kitörésben levő kút lyukfejszerelvényének megszemlélése;
— a látottak alapján rövid tanácskozással a további mentési műveletek mikéntjének és sorrendjének eldöntése;
— szivattyúaggregát szívótömlőjének beszerelése a kútaknába a víztelenítés biztosítására;
— a tűz miatt kilágyult, elgörbült és elzárhatatlannak talált karácsonyfa-szerelvény a kitörő kút elfojtására nem alkalmas. A kútfejszerelvényről való eltávolítása szükségessé vált, azonban a megégett csavarok lelazítása nagyon hosszadalmas műveletet követelne meg.

A kútaknában elkezdendő műveletek céljaira a hűtővízsugarak védelme mellett a kitöréselhárítási mentőcsoportok egyike egy megfelelő munkaállványt épít előregyártott elemekből;

— a használhatatlan karácsonyfa legalsó, nagynyomású 3″-es közdarabjának levágására e gyakorlat során került első alkalommal felhasználásra egy eróziós vágókészülék. A vágókészülék megfelelő fúvókáit — két db 4 mm átmérőjű keményfém fúvókát — és a tartó, valamint vezetékberendezését a mentőcsoport az aknában levő munkaállványon biztonságosan dolgozva felszerelte tehát a kútfejszerelvényre;
— az eróziós csőelvágáshoz két, 700 bar üzemnyomású rétegrepesztő aggregátot, egy homokkeverő aggregátot és a szükséges víz adagolására két CA 320 jelű cementező aggregátot szerelnek fel a kúttól mintegy 150 m távolságra, s kiépítik azt a nagynyomású fémvezetéket, amely a tervezett 400 bar üzemnyomásnak megfelelő gyorskapcsolós termelőcsődarabokból gyorsan elkészíthető;
— abból a célból, hogy a majdan levágandó karácsonyfa bele ne zuhanjon a kút aknájába, az eróziós vágás művelete előtt darus gépkocsi gémjéhez kötik a karácsonyfa felső tolóját, és a darus kocsi kellő feszességgel tartja a drótkötéllel rögzített karácsonyfát.

Az előkészítések és a próbanyomások elvégzése után vette kezdetét az eróziós csővágás, melynél 350 bar üzemnyomás kifejtésével, mintegy 15 kg/m³ 0,1—0,2 mm szemnagyságú éles kvarchomok adagolásával a két, 4 mm-es fúvókán át kialakult eróziós koptatósugárral — egy csavarorsós mozgatókészülék segítségével — 10 percnyi idő alatt a vastag falú 3″-es közdarab vízszintes irányú levágása elvégezhető volt, s a levágott karácsonyfa a darugém segítségével a kitörő kút szájáról leemelhetővé vált.

A kútelfojtás további művelete ezzel olyan feltételek mellett volt elvégezhető, amelyek az *Algyő-168.* és a *Szank-24.* jelű kutak tényleges kitörésénél valóságban fennálltak, és amelyek mellett a mentőcsapat a kitörésgátló lyukszájra szerelését immár „hagyományosnak" mondható mentési eljárással képes elvégezni.

Ennek a munkafolyamatnak a legfőbb részletei a következők voltak:

— a kútfejszerelvény termelőcsőfej-tagjának négy csavaranyája helyett négy megtörőcsiga felszerelése a művelet érdekében;
— egy megfelelő ellenperem-csatlakozású kettős hidraulikus távvezérlésű 10″×350 bar üzemnyomású, CAMERON gyártmányú, U típusjelű kitörésgátló előkészítése és daruval a kitörés közelében való megemelése;
— ún. lehúzatókötelek befűzése a megtörőcsigákon keresztül a kútfejszerelvény karácsonyfaperemének csavarfuratain át a kitörésgátló alsó ellenperemének megfelelő furataiba;
— a nyitott kitörésgátló lyukszájra való rögzítéséhez szükséges csavarok behelyezése az egymásra illeszkedő peremek csavarlyukjaiba, és a kitörésgátló rácsavarozása a kútfejszerelvényre;
— a nyitott kitörésgátló felemelése magasan a függőleges irányban kitörő gázsugár fölé, majd a lehúzatókötelek segítségével húzótraktorok és a daru közös tevékenysége révén a kitörő gázsugár közrefogásával a kútszájig való lehúzása;
— távműködtető vezetékek előkészítése és összekapcsolása a kúttól távol elhelyezett kitörésgátló-távműködtető egységgel;
— nagy szilárdságú lefúvatóvezeték kiépítése a kúttól kb. 100 m távolságra elhelyezett lefúvatószánkóhoz, amely magába foglalta a kút fokozatmentes, folyamatos elfojtására alkalmas távvezérlésű „SWACO"-fúvókát és a kézi vezérlésű fokozatmentes fémfúvókát.

Amikor az előzőkben felsorolt valamennyi szerelési munka mintegy 35 percnyi összpontosított és koordinált együttműködéssel elkészült, az NKFÜ-mentőcsapat vezetőjének irányítása mellett a kitörésgátló távműködtetéses bezárásával a nyílt gázkitörés megszűnt, és a kút elfojtásának műveletéhez az ún. „fúrós módszer" szerint hozzá lehetett fogni.

Az előzőkben felsorolt események: a tűz, a roncseltávolítás, az útépítés, a hűtés és a tűzoltás, a munkaállványzat építése és az eróziós vágókészülék felszerelése, a lyukfejszerelvény karácsonyfájának eróziós levágása; a kitörésgátló céljából végzett szerelések, végül a kitörésgátló bezárása együttesen két óra alatt zajlottak le.

A gyakorlat szervező testülete ezalatt hangosbemondón az egyes lépéseket magyarázattal és kommentárral látta el.

A gyakorlatról számos színes diafelvétel készült, s a gyakorlat teljes eseményrendjét a kitöréselhárítási szervezet képmagnós felvevőkészülékével rögzítették.

A gyakorlat tanulságai kiértékelés alatt állnak; a gyakorlat végrehajtása bizonyította, hogy kitöréselhárítási szervezetünk hasonló jellegű és méretű műszaki zavarok elhárítására képes.

Nagykanizsa, 1977. január 18.

Buda Ernő
a DKFÜ mentőcsapatának vezetője

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Megemlékezés Zsigmondy Béla sírjánál

A Vízkutató és Fúró Vállalat, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Vízfúrási Szakcsoportja, valamint a *Zsigmondy Béla* nyugdíjas klub 1976. október 13-án a délelőtti órákban a Kerepesi temetőben *Zsigmondy Béla* halálának 60 éves évfordulója alkalmával megemlékezéssel egybekötött koszorúzást tartott.

A koszorúzáson megjelent mintegy 40 fő — családtagok, tagtársak, vállalati dolgozók, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály budapesti szakcsoportjának, az OKGT képviselőinek — jelenlétében az ünnepi megemlékezést dr. *Pataki Nándor*, a Vízfúrási Szakcsoport elnöke, a VIKUV igazgatója tartotta, és többek között az alábbiakat mondotta:

„Mint hálás utódok tisztelgünk *Zsigmondy Béla* sírja előtt. Lerójuk kegyeletünket híres szakmai elődünk, tanítómesterünk emlékére, aki nagybátyjának, a magyar mélyfúró ipar megteremtőjének, *Zsigmondy Vilmosnak* nyomdokába lépve örökre beírta nevét a magyar vízbányászat történetébe. Működésével döntő módon hozzájárult, hogy felismerhettük hazánk gazdag földtani és hidrogeológiai adottságait, és az eltelt évtizedekben, különösen a felszabadulás után a hazai vízbányászat óriási fejlődésnek indulhatott. Nagy része volt abban, hogy mélyfúrási tevékenységünk fejlesztésében ilyen szép eredményeket értünk el, és eredményeinket az ország határain túl, nemzetközileg is elismerik."

Zsigmondy Béla fúrási tevékenysége mellett 1894-től hídépítéssel is foglalkozott, és alkotásaival ezen a téren is kiváló eredményeket ért el. Hazánk közlekedési viszonyainak javításához sok híd felépítésével járult hozzá. A Magyar Mérnök és Építész Egylet alelnöke, az Út-, Vasút- és Hídépítő Szakosztálynak elnöke volt 1898—1901 között. Mint a magyar mélyfúrósok képviselője részt vett az 1885-ben létrehozott fúrómérnökök és technikusok, majd az 1893-ban megalakult „Internationale Tiefbohr Verein" évenkénti ülésein, ahol rendszeresen beszámolt a magyarországi mélyfúrások helyzetéről.

Dr. Pataki Nándor szakcsoportelnök emlékbeszédet mond Zsigmondy Béla sírjánál

„*Zsigmondy Vilmos* úttörő munkásságának kiváló folytatója, a mester méltó tanítványa volt, életművével kiérdemli mind a mérnök-, mind a geológustársadalom tiszteletét", fejezte be *Pataki Nándor* a rövid megemlékezést; ezt követően a közületek, majd a család tagjai helyezték el koszorúikat és a kegyelet virágait *Zsigmondy Béla* sírján.

Csath Béla
szakcsoporttitkár

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

10 éves a bolgár „OGIL"

A bolgár Ásványi Kincsek Minisztériuma mellett működő Geológiai Bizottság „BRV Kőolaj és Földgáz" Központi Laboratóriuma 1976. november 14—18. között ünnepelte alapításának 10 éves jubileumát.

Az ebből az alkalomból Szófiában megrendezett Műszaki Tudományos Konferencia plenáris ülését *G. Dimov*, a Geológiai Bizottság elnökhelyettese nyitotta meg a Tudomány és Technika Házában.

Az ünnepélyes megnyitót követően került sor a jelenlevő delegációk részéről köszöntésre, amelyet Csehszlovákia részéről *B. Gottwald* (Brno), Lengyelország részéről *Cs. Jaracs* (Krakkó), Magyarország részéről *Csákó Dénes* (Budapest), az NDK részéről *P. Toimer* (Gommern), Romániából *V. Drug* (Medias) és a Szovjetunió képviseletében *I. D. Umrihin* mondott el.

Ezt követte a BRV vezetőjének, *R. M. Mincseva* kandidátusnak előadása „A kőolaj és földgáz termelésének, szállításának és a földgáz föld alatti tárolásának fejlődése Bulgáriában" címmel.

A plenáris ülést követően két szekcióban folytatódtak az előadások.

1. szekció: **Repedezett tárolókból történő kőolaj- és földgáztermelés**

Szekcióelnök: *G. Belcsev.*

Az elhangzott előadások:

Umrihin, I. D.—Dnyeprovszkaja, N. I.—Belcsev, G.—Mincseva, R. M.: „A termelő olajkutak produktivitásának tanulmányozása hozam- és áramlásmérés segítségével, a kútszelvények felhasználásával" (szovjet—bolgár).

Mincseva, P. M.: „Kútvizsgálati módszerek tökéletesítése a repedezett tárolók leművelésének ellenőrzése céljából" (bolgár).

Jusenc, G.—Szemek, J.—Jaracs, Cs.: „A repedezett-porózus tároló fizikai paramétereinek hatása a gáz áramlására (lengyel).

Csákó D.: „A magyar földgázbányászat fejlődése 1945—1975 között" (magyar).

Hrisztov, H.: „Kis hozamú mechanikus termelési móddal üzemelő termelőkutak gazdaságosságának vizsgálata a Tyulenevo-i mezőben" (bolgár).

Toimer, P.: „A repedéses és repedéses-porózus tárolókban végzett intenzifikálási munkák előkészítésének és lefolytatásának eredményei az NDK-ban" (NDK).

Balinov, V. Sz.: „A természetes repedezett-kavernás tárolók laboratóriumi vizsgálati módszereinek helyzete és perspektívái, különös tekintettel a szénhidrogénmezők ipari-műrevalósági értékelésére" (bolgár).

Vicsev, V. T.: „A tektonikai repedezettség kialakulásának geológiai tényezői az üledékes komplexumokban" (bolgár).

Lebegyinec, N. P.—Eronina, L. P.—Tagunova, A. V.: „A repedezett olajtárolók leművelésélemzésének néhány eredménye" (szovjet).

Veneva, R.—Radev, G.—Doncseva, M.: „A repedezettség létrejöttének szerepe az észak-bulgáriai rétegek hidrodinamikai tulajdonságainak kialakulásában" (bolgár).

Umrihin, I. D.: „A repedezett-porózus rétegek paramétermeghatározási módszerének kidolgozása a nyomásemelkedési görbékből" (szovjet).

Sztajkov, B. B.: „A térfogatos gáz- és kőolajkészlet-meghatározás pontosságának vizsgálata egy adott feladat esetében, valószínűségszámítással" (bolgár).

Szibev, L.: „A rétegnyomás pontosságának vizsgálata a Csiren-i mezőben" (bolgár.)

Sztojev, Sz.: „Sósavas rétegkezelés a Tyulenevo-i mezőben a folyadékbeáramlás intenzifikálására" (bolgár).

2. szekció: **Föld alatti gáztárolás és távvezetéki gázszállítás.**

Az elhangzott előadások:

Pápay J.: „Tapasztalatok és perspektívák Magyarországon a föld alatti gáztárolás területén" (magyar).

Milev, N. K.—Sztajkov, B. B.: „A szovjet—bolgár gáztávvezetéken levő kompresszorállomások optimális üzemmódjának meghatározása" (bolgár).

Gottwald, B.: „A föld alatti gáztárolás fejlesztésének problémái Csehszlovákiában" (Csehszlovák).

Sztojanov, Zs.—Gercsev, I.: „A GAZSZTROJMONTAZS vállalatnál alkalmazott újdonságok a távvezeték-építés és -szerelés technológiájában" (bolgár).

Sztajkov, B. B.: „Néhány tervezési kérdés a sóüregekben történő folyékony szénhidrogén és földgáz tárolása esetén" (bolgár).

Ovcsarov, K. B.: „A bolgár gáztávvezeték-rendszer jelenlegi helyzete és perspektívái" (bolgár).

Jakovlev, E. I.—Nyikolov, G. K.: „Korszerű elemzés és tervezés a bonyolult gázszolgáltató rendszereknél" (szovjet).

Manolová, V.: „A szovjet—bolgár gáztávvezeték építésénél alkalmazott szigetelési-fektetési technológia" (bolgár).

Petrov, P. G.: „Föld alatti gáztároló létesítése a leművelt Csiren-i gázkondenzátum-mezőben" (bolgár).

Hrisztov, K.—Dimitrov, L.—Szimeonov, P.—Popov, A.—Cservenakov, I.—Grigorov, G.: „Abszorbensként alkalmazott DEG szerepe a kis hőmérsékletű szeparációs berendezés hőcserélőjében, örvényáramos leporlasztás esetén" (bolgár).

Nyikolov, G. K.—Jakovlev, E. I.—Milev, N. K.: „A szovjet—bolgár gáztávvezeték nem stacionárius rezsimének elemzése" (szovjet—bolgár).

Az előadásokat a BRV kiadványban is megjelenteti. Magyar részről bemutattuk az „Algyő kincse" című színes hangosfilmet, amely az SZKFL-nagyberuházásról ad áttekintő képet.

A fogadáson *Kenev, I.*, A Geológiai Bizottság elnöke mint házigazda üdvözölte a megjelenteket.

Az igen hasznos, érdekes vitákkal tarkított ülésszak végén a Vitosa-hegység havas csúcsán és „Kőfolyójánál" tett kirándulás maradandó kellemes emlékeket nyújtott, és vendéglátó házigazdáink közül ezúton is köszönettel kell megemlíteni *R. M. Mincseva, G. Belcsev, N. Milev* és *B. B. Sztajkov* kollégák fáradságos szervező-rendező munkásságát.

Csákó Dénes
(OKGT, gázosztályvezető)

KÖNYVISMERTETÉS

HILLER I.: **A soproni egyetemi hallgatók mozgalmai a két világháború között.** (Fejezetek a soproni egyetem történetéből, 1919—1945.) *A Soproni Szemle Kiadványai. Szerkeszti: Mollay Károly. Új sorozat 2. sz.* 1975. 221 oldal.

A soproni főiskola, illetve egyetem volt hallgatói minden bizonnyal nagy érdeklődéssel olvasnák azt a történeti tanulmányt, amely Sopron várossá emelésének 700 esztendős jubileumára készült.

A bevezető rész a selmeci akadémia történetének rövid, lexikális összefoglalása után megemlékezik a 240 éves, és az egész kontinensen híressé vált selmecbányai főiskola válságos napjairól, amelyeket az első világháborút követő hónapokban vészelt át, míg Sopronban — egyelőre csak ideiglenesen — otthonra talált. A főiskolának ez a bizonytalan léte az elvesztett háború következtében előálló zűrzavaros viszonyok között szükségszerűen nyomorúságos helyzetbe taszította a hallgatókat is, akik túlnyomó többségükben katonaviselt, harctereket megjárt fiatalemberek voltak.

A bevezetés további részében pontokba foglalva összegezi a szerző mindazt, amit aztán részletesen tárgyal: így a hallgatók, nemkülönben a tanári kar magatartását az 1918—19-es forradalom és az ellenforradalom, valamint a népszavazás idején (amit a jól ismert velencei egyezmény alapján Sopron hovatartozásáról rendeztek); majd a lassan konszolidálódó, de a súlyos társadalmi-gazdasági viszonyok közt sínylődő, a területének kétharmadát vesztett, menekültektől, áttelepültektől zsúfolt maradékországban — a húszas években, illetve a harmincas évek elején — a főiskolai ifjúság körében is tapasztalható ellentmondásos jelenségeket; az Ifjúsági Kör meghatározó és pozitívan értékelt szerepét a feszült helyzetekben; végül az egész egyetem egységes állásfoglalását a harmincas évek második felében az egyre erősödő náci befolyás által szított Volksbund-szervezkedéssel szemben, egészen a háború befejezéséig.

A tanulmány tartalmi ismertetését jól helyettesíti a Bevezetéssel együtt (I. fejezet) 19 fejezetre tagolt értekezés fejezetcímeinek a felsorolása:

II. A főiskola ifjúsága a Tanácsköztársaság idején (1919. máj. 5.—júl. 31.).
III. A hallgatóság tevékenysége és politikai nézeteinek alakulása a Tanácsköztársaság megdöntése után (1919. aug. 1.—okt. 14.).
IV. Ellenforradalmi megtorlás a főiskolán (1919. okt. 15.—1924. dec. 13.).
V. Vádak egyes professzorok és segédoktatók ellen (1919. aug. 16.—1922. febr. 20.).
VI. Az első főiskolai diáksztrájk Sopronban (1920. márc. 27. —máj. 25.),
VII. A főiskola hallgatósága az ellenforradalmi rendszer berendezkedésének időszakában (1919. aug. 10.—1923. máj. 15.).
VIII. A hallgatók szerepe és részvétele a nyugat-magyarországi felkelésben (1921. aug. 20.—szeptember 5.).
IX. Az ágfalvi csata (1921. szept. 6—10.).
X. A hallgatóság szerepe és tevékenysége a felkelés további eseményeiben (1921. szept. 11—dec. eleje).
XI. A hallgatók szerepe és részvétele a második királypuccsban (1921. okt. 21.—nov. 20.).
XII. A főiskolai hallgatók szerepe a soproni népszavazásban (1920. febr. 18—1922. máj.).
XIII. A hallgatók népszavazási tevékenységének visszhangja (1922—1971).
XIV. Helytörténeti apróságok a népszavazással kapcsolatban (1921—1970).
XV. Hallgatók összetűzései a soproni rendőrséggel (1919. dec. 22.—1924. máj. 14.).
XVI. A hallgatók magatartása dr. *Hébelt Ede* képviselővé választásával kapcsolatban (1922. jan. 1.—1925. dec. 31.).
XVII. Hallgatók részvétele az illegális kommunista sajtó terjesztésében, vizsgálat kommunista szervezkedések felderítésére a főiskolán (1924—1926).
XVIII. A főiskolai hallgatóság és az antiszemita diákmozgalmak (1920—1933).
XIX. Egyetemi diákmozgalmak, szervezett ellenállás az uralkodó rendszerrel, a nyilasokkal és a nácikkal szemben (1933—1945).

A tanulmányban közölt tényadatokat 16 oldal terjedelmű, bőséges irodalomjegyzék — 307 hivatkozással — egészíti ki, illetőleg támasztja alá, a kortársak előtt sok, jól ismert esemény fényképével.

Mint a tartalomjegyzékből is látható, az értekezés nem ragaszkodik a szigorú kronologikus sorrendhez, hanem témacsoportonként tárgyalja az eseményeket, politikai, társadalmi, szellemi áramlatokat. Ezt csak helyeselni lehet, de ez a módszer egyúttal nagyobb figyelmet igényel.

A tanulmány bizonyára nem teljes, még több eseménnyel, adattal és motívummal lenne kiegészíthető. Ez azonban nem érinti a lényeget. A szerzőt részünkről — a főiskola volt hallgatói részéről — alapos és fáradságos írásáért köszönet illeti meg. A könyv olvasása sok súlyos, szomorú vagy derűs és lelkes emléket idéz fel a kortársakban. E sorok írója jól emlékszik például arra az 1919. évi pünkösd előtti pénteki napra, amikor délelőtt — mint hazafias szellemben nevelkedett ötödikes gimnazista — lelkesedéssel hallgatta a selmeci Szentháromság szobor talapzatáról elhangzott beszédet, amelyet egy fiatal bányamérnök-hallgató, a nemrégen elhunyt *Szentgyörgyi Czeke Endre* mondott mértéktartóan és bátorítóan. Azért indult meg a felvidéki hadjárat — mondotta —, hogy most már az itt élő szlovák néppel egyetértésben építsünk fel egy új, igazságos társadalmi rendet az ezeréves határok között, szakítva az addig érvényesült soviniszta nemzetiségi politikával.

Nyilván van még sok hozzátennivaló a szóban forgó időszak ifjúsági életéhez a kortársak részéről. Hasznos lenne ezeket mind feljegyezni valahol, mert a történelem — a kisebb közösségeké is — nagy tanítómester, ha hozzáértő tárgyilagossággal az igazat írják, és az események indítékait sokoldalúan vizsgálják.

A címben megjelölt mozgalmakról egyet-mást olvashatunk az e korral foglalkozó történelmi munkákban, melyek közelíteni igyekeznek ehhez a témához is; objektivitásuk azonban néhány megállapításuk miatt egyszer-egyszer megkérdőjelezhető. Éppen ezért hasznos és értékes *Hiller István* átfogó munkája, mert a főiskolai ifjúságnak a két háború közti életét ilyen célratörően és egységes keretbe foglalva még nem írta le előtte senki. Minden állítása korabeli feljegyzésekkel bizonyítható, írását végig a tár-

gyilagos szemlélet jellemzi. Ami megtörtént, azt nem lehet letagadni: „a múltat be kell vallani", de minden cselekményt vagy eseményt a kor szemszögéből is meg kell vizsgálni. Ez felel meg a marxista történetírás követelményeinek. *Hiller István* könyve e tekintetben is megállja a helyét.

Jó időben látott napvilágot ez a munka. Harminc év távlatából már lehet valakinek minden elfogultságtól mentes, kellő rálátása a szóban forgó időszakra — mondanivalóját *Hiller* természetesen a kor atmoszférájának ismeretében, az akkori országos politikai keretbe ágyazza — s ugyanakkor vannak még élő kortársak, akik kiegészítő, netalán helyreigazító észrevételeikkel az esetleg fennálló fehér foltokat hozzászólásukkal ki tudnák tölteni.

Feleletet kellene még adni arra a kérdésre, milyen tanulságokat vonhat le az utókor és ifjúsága ebből a gondosan összeállított munkából, hiszen a történetírásnak a tanítás az egyik fő célja.

Van ebben az értekezésben tanulság, nem is egy. A főiskola tanári karát például az ifjúságon való segíteni akarás, az ősi oktatási intézmény színvonalának megtartása, a liberális, elfogulatlan és humánus magatartás jellemezte az egész vizsgált időszakban. A „hazafias szellemben" nevelt ifjúság igen fogékonynak bizonyult a haladó eszmék iránt, ugyanakkor érdekei, de talán a neveltetéséből származó meggyőződése is, elsősorban azonban — előzményeivel és következményeivel együtt — a szörnyűséges trianoni békediktátum, a húszas és a harmincas évek folyamán a fennálló politikai rendszerrel szemben egyre inkább megértővé tették, ismét csak a hazafias magatartás jegyében. Az antiszemita megmozdulások korántsem idéztek elő olyan következményeket, mint hazánk egyes, más egyetemein, főiskoláin; tettlegességekre soha nem került sor. A jó értelemben vett hazafiság vitte az ifjúságot az ágfalvi csatába, s a hazafiságuk nyiatkozott meg a népszavazás idején végzett tevékenységükben is; itt élenjáró, mozgósító volt a szerepük éppúgy, mint a lengyel hallgatók megsegítésében és a Volksbund-ellenes szervezkedésben. Igaz, hogy a jórészt németlakta környezetben könnyebb volt korán felismerni a náci előretörés magyarságellenes tendenciáit, és ösztönösen szembehelyezkedni az ország politikai vezetésével, de a bátorságuk is megvolt hozzá. Természetesen voltak ez alól kivételek minden időszakban, és valójában itt sem helyénvaló a teljes általánosítás. A többségre azonban feltétlenül érvényesek az előbbi megállapítások. Ha a gondolatot tovább akarjuk vinni, akkor az elmondottak tükrében könnyebben meg lehet érteni az ifjúság egy részének a magatartását a személyi kultusz idején.

Az 1919—1945-ig tartó időszakról elmondottakból jól kirajzolódik annak az igazsága, amit *Gyulay Zoltán* professzor mondott (a szerző a bevezetésben idézi): „az Akadémia nemcsak külsőleg minősítő, hanem a személyiséget belsőleg is formáló iskola volt". Ilyen volt a Főiskola is, és ilyennek látjuk mai Egyetemünket is. Ez még nem jelenti azt, hogy valamiféle szakmai különállás hibájába esünk. Jó azonban, ha egyetemünk ifjúsága tudatában van felsőfokú tanintézete valóságos értékének. Jó, ha a ma ifjúsága merít a két háború közti nehéz időszakokban megnyilvánult mozgalmak nemegyszer ellentmondásos történetéből. Jó és szép, hogy maradandó emléket állít a szerző *Szechányi Elemérnek, Machatsek Gyulának* és a többieknek, majd a nemrég elhunyt, de 1945 tavaszán tarkólövésből származó golyóval a fejében, csodával határos módon megmenekült *Csaszlava Jenőnek* és legyilkolt társainak.

Jó lenne, ha az ismertetett könyvet minél többen és mai hallgatóink is elolvasnák. Kár, hogy a könyvpiacon nem lehet megvásárolni.

Frank Lajos

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Лакатошне, д-р *Юлианна Сабо,* инж.-химик: **Исследование свойств порфиринов нефтей на поверхности раздела фаз вода-нефть** ..... **Стр. 101**

В статье излагаются исследования, проведенные для изучения изменения поверхностного натяжения обогащенных порфиринам фракций углеводородов, выделенных из характерных венгерских нефтей в системе вода-бензол, а также для изучения их склонности к образованию плёнки. Автор пытается установить связь между этими величинами, а также содержанием порфирина, азота, гетероатомов и С/Н-отношением фракций. В результате лабораторных исследований была определена тенденция, согласно которой снижение поверхностного натяжения можно отнести за счет соединений естественных углеводородов с большим содержанием гетероатомов, в том числе в первую очередь за счет их соединений с высоким содержанием кислорода, в то время как склонность к образованию плёнки обусловливается присуствием сильно конъюгированных непредельных углеводородов. Изменение обоих параметров поверхности раздела совпадало с изменением содержания порфирина в углеводородных фракциях.

А. Ёс, инж.-нефтяник: **Изменение длины колонны бурильных труб в процессе бурения нефтяных и газовых скважин** ..... **Стр. 105**

Колонны бурильных труб в различных фазах проводки нефтяных и газовых скважин подвергаются значительным температурным и механическим воздействиям. Последние приводят к изменению длины бурильных колонн, и вызывают неточность в определении актуальной глубины забоя.
Изменения длины колонн бурильных труб более интенсивно проявляются в отечественных глубоких и сверхглубоких скважинах с высокой температурой и большим давлением. В интересах определения фактической глубины забоя в любой момент времени проводки необходимо знать величину изменения длины колонны бурильных труб.

Ж. Силадьи, горный инженер: **Анализ способа испытания на герметичность № I, применяемого на установке по наполнению баллонов сжиженным газом** ..... **Стр. 114**

В статье анализируются способы испытания седла клапанов баллонов на герметичность, все шире применяемых для поставки и хранения сжиженного газа. Детально излагаются частичные процессы технологии трех способов испытания, их технические параметры, результаы исследований по экономичности, и затрагивается вопрос эргономического влияния технологии. По отдельным фазам анализируется энергоемкость физического труда, связанного с технологией, и в конце приводится рекомендация по решению вопросов капиталовложения.

Каталин Борбель, инж.-механик—*Ш. Балико,* инж.-механик, спец. инж. по системной технике хим. промышленности: **Подготовка природного газа холодной сепарацией с применением охлаждающего цикла** ... **Стр. 118**

При обычной технологии подготовки природного газа низкотемпературной сепарацией необходимая энергия охлаждения производится холодильными машинами. Авторами описывается такая схема, при которой холодильная машина работает в холодильном цикле. Благодаря этому потребляемая энергия всей системы может быть значительно снижена.

З. Овади, инж.-химик—*Е. Тёрёк,* инж.-химик: **Исследования режимов перекачки нефтепродуктов с точки зрения сохранения их качества** ..... **Стр. 121**

В ходе перекачки супербензина ESZ—92 и моторного бензина Е—86 по 6″ продуктопроводу Сазхаломбатта —Сайол определялся объем образовавшейся смеси фаз. Исследовались также изменения объема смешанной фазы при последовательной перекачке бензина и дизельного топлива по 12″ трубопроводу в зависимости от длины трубопровода. Полученные результаты сопоставлялись с данными аналогичных измерений, приведенными в литературе.
Наконец, анализировалась зависимость концентрация—время на контакте фаз в случаях остановки перекачки на определенное время по объективным причинам.

Dr.-Ing. Frau *Julianna Lakatos:* **Untersuchung der Grenzflächeneigenschaften von Petroporphyrynen an der Grenzfläche Wasser/Öl** ..... S. 101

Der Beitrag behandelt die Untersuchung der Gestaltung der Grenzflächenspannung von aus typischen ungarischen Erdölen abgeschiedenen porphyrynreichen Kohlenwasserstoff-Fraktionen im System Wasser/Benzol und die Untersuchung ihrer filmbildenden Neigung. Die Verfasserin sucht einen Zusammenhang zwischen diesen Werten, sowie dem Verhältnis C/H des Porphyryn , Stickstoff-, Heteroatomgehalts und der Fraktionen. Aufgrund laborativer Untersuchungen wurde die Tendenz festgestellt, wonach für die Minderung der Grenzflächenspannung die Verbindungen natürlicher Kohlenwasserstoffe hohen Heteroatomgehalts, und dabei in erster Linie die Verbindungen hohen Sauerstoffgehalts derselben verantwortlich sind, während die Neigung zur Filmbildung der Anwesenheit von stark konjugierten ungesättigten Kohlenwasserstoffen zuzuschreiben ist. Die Gestaltung beider Grenzflächenkennwerte koinzidierte mit der Änderung des Porphyryngehalts der Kohlenwasserstoff-Fraktionen.

Dipl -Ing. *Árpád Ősz:* **Längenänderungen von Bohrgestänge-Kolonnen beim Niederbringen von Erdöl- und Erdgasbohrungen** ..... S. 105

Beim Niederbringen von Erdöl- und Erdgasbohrungen eingesetzte Bohrgestänge-Kolonnen werden in verschiedenen Phasen des Bohrens durch bedeutende thermische und mechanische Wirkungen beeinflusst. Solche Wirkungen verursachen Längenänderungen der Bohrgestänge-Kolonnen und entstellen dadurch die jeweiligen Bohrlochsohlenteufen.
In den ungarischen tiefen und übertiefen Bohrungen hoher Temperatur und hohen Drucks machten sich Längenänderungen in steigendem Masse bemerklich. Man muss die Grösse der Längenänderungen kennen, damit die tatsächliche Bohrlochsohlenteufe in irgendwelchem Zeitabschnitt des Niederbringens bestimmt werden kann.

Dipl.-Ing. *Zsombor Szilágyi:* **Über die Analyse der Verfahrens Nr. 1 zur Dichtigkeitsprüfung in Propan-Butan-Flaschenfüllbetrieben** ..... S. 114

Der Beitrag analysiert die Dichtigkeitsprüfung des Ventilsitzes der in steigendem Ausmass eingesetzten Propan-Butan-Flaschen. Die Teilvorgänge und die technischen Kennwerte der Technologien für drei Prüfmethoden werden ausführlich erörtert. Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen werden behandelt. Es werden die ergonomischen Auswirkungen der Technologien erwähnt. Der Energiebedarf der mit den Technologien verbundenen physikalischen Arbeit wird je Phase analysiert. Schliesslich macht der Verfasser einen Vorschlag für Investitionsentscheidungen.

Dipl.-Ing. Frau *Katalin Borbély*—Dipl.-Ing. *Sándor Balikó:* **Gasaufbereitung mit Kaltseparation durch Einsatz des Kältekreislaufs** ..... S. 118

Bei den konventionellen Erdgasaufbereitungstechnologien mit Kaltseparation wird die nötige Energie mittels Kühlmaschinen erzeugt. Die Verfasser beschreiben eine Schaltweise, wobei die Kühlmaschine in einer Kältekreislaufschaltung arbeitet. Dadurch kann der Energiebedarf des ganzen Systems beträchtlich vermindert werden.

Dipl.-Ing. *Zoltán Ovádi*—Dipl.-Chemist *Ernő Török*; **Untersuchung des Fernleitungstransports vom Gesichtspunkt der Warenqualität** ..... S. 121

Im Laufe der Transporte von Superbenzin ESZ-92 und Autobenzin E-86 durch die 6" Fernleitung Százhalombatta—Szajol wurden Mengen der gemischten Phase bestimmt. Die Gestaltung der Menge der gemischten Phase in der 12" Fernleitung bei den aufeinanderfolgenden Benzin- und Gasöltransporten in Abhängigkeit der Fernleitungslänge wurde auch untersucht. Die Ergebnisse wurden mit Literaturangaben über Messungen ähnlichen Charakters verglichen.

Schliesslich wurde der sich auf der Phasengrenze herausbildende Zusammenhang zwischen Konzentration und Zeit für Fälle analysiert, wo die Förderung aus objektiven Gründen binnen bestimmten Zeitspannen pausierte.

*

Mrs. Dr. *Julianna Lakatos*, Chemical Eng.: **Examination of interfacial properties of petroporphyrynes on water/oil contact** ..... p. 101

Examination of shaping of interfacial tension of hydrocarbon fractions with rich porphyryne content separated from typical Hungarian crudes in water/benzene systems and of inclination to film-forming are dealt with. A relationship is established between these values and the C/H ration of porphyryne, nitrogen and heteroatomic content and the fractions. Qn the basis of laboratory examinations it is stated that the high heteroatomic content compounds of natural hydrocarbons and within these primarily their compounds of high oxygen content are responsible for the reduction of interfacial tension while the inclination to film-forming can be attributed to the presence of strongly conjugated unsaturated hydrocarbons. The formation of both interfacial features coincides with the change of the porphyryne contents of hydrocarbon fractions.

Árpád Ősz, Petroleum Eng.: **Length-changes of drill-pipe strings when drilling oil and gas wells** ..... p. 105

Drill-pipe strings used when drilling oil and gas wells are significantly influenced by thermal and mechanical effects in various phases of drilling. These effects give rise to length-changes of drill-pipe strings and thus will falsify actual bottom-hole depths.
Length-changes occur to a greater extent in Hungarian high-temperature and high-pressure deep and ultra-deep wells. Length-change values should be known to enable real bottom-hole depths to be determined at any time period of drilling.

Zsombor Szilágyi, Mining Eng.: **Analysis of tightness testing method No. 1 of propane-butane bottle filling plants** ... p. 114

Tightness tests for valve seats of propane-butane bottles used more and more extensively are analysed. Part processes and technical characteristics of the technology for three test methods and results of rentability examinations are discussed in detail, and ergonomical effects of the above technologies are mentioned. Energy demand of the physical work connected to the technologies is analysed phase by phase and suggestions are made for investment decisions.

Mrs. *Katalin Borbély*, Mechanical Eng.—*Sándor Balikó*, Mechanical Eng., Technical Eng. for Chemical Systems: **Cold separation gas processing by using cooling cycle** p. 118

When applying conventional cold separation gas processing technologies, the necessary cold energy is obtained by a cooling machine. The author outlines a connection method where the cooling machine works in a cooling cycle system. By doing so, energy requirements of the whole system can considerably be reduced.

Zoltán Ovádi, Chemical Eng. — *Ernő Török*, Chemist: **Examination of pipe-line transport from the view-point of goods quality** ..... p. 121

When transporting ESZ-92 super gasoline and or E-86 automotive gasoline through the 6″ pipe-line between Százhalombatta and Szajol, the amount of mixed phase was determined. The mixed phase quantity pattern within the 12″ pipe-line in the course of subsequent gasoline and gas oil transport as a function of pipe-line length has also been examined. The results obtained have been compared with measurement data of similar character published in literature.
Finally, the relation concentration vs time on the phase boundary has been analyzed for cases when transport was interrupted for some time because of objective reasons.

Mérnöktovábbképző tanfolyamok

Három bentlakásos mérnöktovábbképző tanfolyam megszervezésére került sor az 1976—77. oktatási év első félévében a Nehézipari Műszaki Egyetemen az Olajtermelési Tanszék rendezésében a Mérnöktovábbképző Intézet tájékoztatójának megfelelően.

A *73. sz.* **Az információszerzés eszközei és módszerei a szénhidrogénekre irányuló földtani kutatás során** c. tanfolyamon január 3-tól 7-ig 15 mérnök és geológus vett részt, döntően az NKFÜ szakemberei.

A *74. sz.* **Lyukbefejezés, kútkiképzés** c. tanfolyamon január 17—20. között 15 szakember vett részt, elsősorban a kutató és feltáró üzemekből.

A *77. sz.* **Föld alatti gáztárolás** c. tanfolyamot január 24—28. között kisebb érdeklődés kísérte; mindössze 10 fő vett részt a tanfolyamon, főleg tervező szakemberek.

Az oktatási év második részében két tanfolyam lebonyolítására kerül sor.

Az *51. sz.* **Számítógépek alkalmazása a kőolaj- és földgáztermelés, -szállítás területén** c. tanfolyam 1977. április 25—29. között várható Miskolcon, bentlakásos formában. A tanfolyam célja a rezervoármechanikával, kőolaj- és földgáztermeléssel és -szállítással foglalkozó szakemberek ismereteinek fejlesztése a számítógépek fokozottabb felhasználása érdekében.

Az *56. sz.* **Folyadékos kőzetrepesztés tervezése és gyakorlata** c. tanfolyamot 1977. június 6—10. között rendezzük meg hasonlóan bentlakásos formában Miskolcon, a folyadékos kőzetrepesztés elméletével foglalkozó, 1976. május 17—21. között nagy érdeklődés mellett megrendezett tanfolyam folytatásaként. A tanfolyam alapját képező NIMDOK-kiadvány első kötete: **Folyadékos kőzetrepesztés I.** (Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, 1975. 1—2. szám) 1975-ben megjelent. A jelen tanfolyam anyagát képező második kötet megjelenése 1977 első felében várható.

A tanfolyamokra még lehet jelentkezni közvetlenül is a Nehézipari Műszaki Egyetem Rektori Hivatala, dr. *Szabó Szilárdné* címén.

Miskolc, 1977. február hó

Dr. *Szepesi József*

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 129—160 oldal BUDAPEST, 1977. MÁJUS HÓ 5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

BINDER BÉLA 129

CSABA JÓZSEF—FÜLÖP MIKLÓS—TÓTH BÉLA — Az öblítés szerepe a rotari fúrás optimalizálásában 132

BAUER KÁROLY — Kapillárisnyomás-görbe meghatározása centrifugával 141

NÉMETH ÁGNES—NEMESHEGYI GÁBOR—NOSZKÓ LÁSZLÓ—ALMÁSI MIKLÓS — Benzinminták elektrosztatikus feltöltődése; antisztatikus adalék anyagok 144

SZŰCS ISTVÁN—HÓBOR LÁSZLÓ — Kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek tervezési és üzemeltetési problémái 1. r. 148

DR. VENDEL MIKLÓS 157

Egyesületi hírek
Elnökségi ülés. 1977. II. 22. 156
Az MTA és az MTESZ közös ankétja Szolnokon B-4

Hírek az üzemekből
A városföldi kompresszorállomás üzemi tapasztalatai 154
Bokorfúrások előnyös alkalmazása 155
Újabb „külső mező" Algyőn 159
Kísérleti fúrók a DKFÜ-nél 160

Könyvismertetések 157, 158

Hazai műszaki lapszemle 160

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 160

A SZÁM SZERZŐI:

ALMÁSI MIKLÓS okl. vegyészmérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); BAUER KÁROLY dr. okl. olajmérnök, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Labóratórium, Miskolc); CSABA JÓZSEF okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); FÜLÖP MIKLÓS okl. matematikus (Budapest); HÓBOR LÁSZLÓ okl. vegyipari gépészmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); NEMESHEGYI GÁBOR okl. vegyészmérnök, egyetemi tanársegéd (Budapesti Műszaki Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest); NÉMETH ÁGNES dr. okl. vegyész, egyetemi adjunktus (Budapesti Műszaki Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest); NOSZKÓ LÁSZLÓ dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, egyetemi docens (Budapesti Műszaki Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest); SZŰCS ISTVÁN dr. okl. petrolkémiai szakmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); TÓTH BÉLA okl. olajmérnök, 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: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-1321 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

10. (110.) évf. 5. szám 1977. május

BINDER BÉLA 1905—1977

A magyar szénhidrogén-bányászat úttörőinek ritkuló sora ismét megfogyatkozott. A gyilkos kór elragadta közülünk BINDER BÉLA bányamérnököt, a régi gárda egyik kiváló szakemberét, mindnyájunk kedves barátját, lapunk egyik alapítóját és főszerkesztőjét.

Harminchat évvel ezelőtt választotta nem gondtalan megélhetést nyújtó, kenyérkereső foglalkozásként, hanem élethivatásként a magyar bányászat akkor kialakuló új ágát, és becsülettel, híven szolgálta azt élete utolsó napjáig.

A kiválóan képzett fiatal szakembert a kőolajtermeléshez kapcsolódó és a rétegenergia fenntartását szolgáló módszerek hazai bevezetésével és a kísérő földgázokkal való ésszerű gazdálkodással bízták meg. Lelkesedéssel fogott e módszerek megismeréséhez és alkalmazásához, és a magyar szénhidrogén-bányászat műszaki fejlesztése életcélja maradt későbbi éveiben is. Tevékenységét mindenkor a legnehezebb körülmények között, a legkényesebb helyzetekben is saját műszaki meggyőződése és a magyar szénhidrogén-bányászat érdekeinek lelkiismeretes szolgálata irányította. Igazának tudatában következetesen kitartott ezek mellett élete nehéz napjaiban is, bátran vállalva ennek következményeit. Hű maradt a magyar kőolaj- és földgázbányászathoz akkor is, amikor pedig úgy érezhette, hogy az lett hűtlen hozzá. A megvádolt ember természetes elkeseredését legyőzte a szakmaszeretet, a választott életcélhoz, a régi munkatársakhoz, barátokhoz való ragaszkodás. Soha egy pillanatig sem foglalkozott azzal a gondolattal, hogy megváljon a kőolaj- és földgázbányászattól.

Szabadságának visszanyerése után változatlan lelkesedéssel, teljes energiájával folytatja munkáját a szakmai színvonal emeléséért, tanúságot téve ezzel is tiszteletet parancsoló emberi nagyságáról. A kőolaj- és földgázbányászat közvetlen munkáiból való kényszerű kikapcsolódása időszakában a külföldi szakirodalmat tanulmányozta, készülve munkájának folytatására. Látta bányászati ágazatunk korábban elképzelhetetlen ütemű fejlődését, és felismerte, hogy az adott helyzetben a hazai tudományos kutatás és a szakmai tájékoztatás megszervezésével szolgálhatja legeredményesebben változatlan életcélját: a kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlesztését. A Bányászati Kutató Intézetben *Mazalán Pál* bányamérnökkel együtt a vállalatok legkiválóbb szakembereinek külső munkatársként való bevonásával az időszerű fejlesztési témák egész sorát dolgozták ki, és megteremtették a magyar szénhidrogén-bányászati tudományos kutatás alapjait. Látja, hogy kevés a mérnök, és a gyors fejlődéssel nem tart lépést a műszaki tájékoztatás. Egy ideig az egyetemen is tanít, majd a Nehézipari Minisztérium Műszaki Dokumentációs és Fordító Irodájának szolgálatában új kiadványsorozatok megszervezésével segíti elő a szakmai tájékoztatást. Ugyanez a lelkesedés vezérli a szakmai összetartozás és az egyesületi élet ápolásában, de különösen sok évi álmának megvalósulásában: szakmai lapunk, az önálló KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ megteremtésében. Ennek nemcsak egyik lelkes alapítója, hanem fáradhatatlan főszerkesztője és kiemelkedően legtermékenyebb szerzője is volt: a tizedik évfolyamába forduló lapunk 178 közleményét fémjelezte „mellékfoglalkozásban" nevével, monogramjával, s írásai közül kettő már a halála után kevéssel megjelent számunkat gazdagítja. Mert minden remekbe szabott írása gazdagította, fejlődésében segítette lapunkat. Pompás nyelvérzéke, választékos stílusa kezdettől gördülékenyebbé formálta nemegyszer egyhangú szak-

nyelvi stílusban fogant közleményeinket. A mind szebbet, mind jobbat sugalló igyekezetét bizonyítja, hogy örömmel adott helyet lapunkban a korszerű nyelvművelés hangjának, rovatot nyitva a technika nyelvének. Súlyos betegen, még kórházi ágyából is irányította a szerkesztés menetét, javítgatva a hibákat, csiszolgatva a stílust.

Meggyőződése volt, hogy a műszaki fejlesztést, a szakmai színvonal emelését csak műszakilag pontos, tartalomban, kifejezésmódban és formában magas színvonalú szakirodalommal lehet eredményesen szolgálni. A munka minőségéből sohasem volt hajlandó engedményt tenni. Elsősorban saját magával szemben szabott nagyon szigorú követelményeket, de határozottan és keményen megkövetelte azokat munkatársaitól is. Színvonalas szakmai irodalmunk nagyrészt az Ő következetes munkájának eredménye, életművének hosszú ideig megmaradó emléke.

Gondolkodásában és tevékenységében ízig-vérig mérnök volt, de sohasem felejtette el, hogy minden műszaki tevékenység az emberért van, és hogy a kőolaj- és földgázbányászatot emberek végzik. Emberséges, becsületes ember volt, ugyanezt megkívánta munkatársaitól, és méltányolta is munkatársainál. A szakmai munkában elkövetett hibák iránt nem volt elnéző, az emberi tévedéseket azonban tréfás, sokszor csipkelődő formában igyekezett javítani. Az üzemekben nem egy vidám történet keringett arról, hogyan hozott zavarba és forrázott le nagyhangú, öntelt embereket, mindig harag nélkül.

Törődött az embereivel munkaidőn kívül is. Az állandó sportolást fontosnak tartotta; maga is sportolt rendszeresen ifjúkora óta, hetvenéves korában még teniszezett. A zalai olajbányászok sportéletének megteremtésében sokat fáradozott. Aktív részese volt az üzemek művelődési, továbbá a szakmai egyesületek munkájának. Kapcsolata az üzemekkel akkor sem szakadt meg, amikor munkaköre már nem kapcsolódott az üzemekhez. Fiatal műszaki kollégáinak örömmel adta át bőséges szakmai tapasztalatait és szakirodalmi ismereteit. Szakmai tekintélye messze túlnőtt hivatali beosztásain.

Küzdelmes, munkás élete volt. Életének szomorú korszaka nem jelentett törést munkájában és annak eredményeiben. Ennek az eredményes munkának tudata, embertársainak sok formában jelentkező megbecsülése adta meg Neki az erőt ahhoz, hogy munkáját — amelyben annyi örömet talált — élete utolsó napjáig folytassa. Gazdag örökséget hagyott ránk, bár még többet szeretett volna, de ezt már nem engedte a könyörtelen sors. Példamutató nagyságát, áldozatkész munkaszeretetét sohasem felejtjük el, és emlékét szívünkben kegyelettel megőrizzük.

Póra Ferenc

* * *

A ravatalnál elsőként dr. *Alliquander Ödön* vett végső búcsút az elhunyttól.

Megrendülten búcsúzom BINDER BÉLA bányamérnöktől, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ főszerkesztőjétől az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály vezetősége, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szerkesztő bizottsága, valamint munkatársai, barátai, szűkebb baráti köre — s ami számomra a legnehezebb — családom és a magam nevében, hiszen életem, életünk minden jelentős eseményekor féltő szeretettel állt mellettünk.

Nehéz beletörődnünk a változhatatlanba, hiszen alig másfél éve, hogy 70. születésnapján oly kedvesen számolt be — szerető gonddal szerkesztett lapja hasábjain — a kőolajosok doyenje gazdag, de küzdelmes életútjáról, nagy érdemeiről, s oly örömmel olvastuk azt a szép laudációt[1], és máris a nehéz búcsúhoz kell keresnünk — nagy szomorúságunkra — vigasztaló szavakat.

BINDER BÉLA 1905-ben Székesfehérváron született; minden iskoláját jeles eredménnyel végezte: 1923-ban a székesfehérvári főreáliskolában színjeles érettségit tett. Ezt követően a soproni Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Főiskola bányamérnöki szakára iratkozott be, és ott ugyancsak jeles minősítéssel szerzett bányamérnöki oklevelet.

A húszas-harmincas évek küzdelmes, de romantikus, szép diákévei közé a tanulás anyagi feltételeinek biztosítása érdekében rövidebb-hosszabb szüneteket kellett beiktatnia: foglalkozott a kincstári bányászat dunai aranymosási kísérleteivel, tanársegédeskedett, volt nevelő, sportoktató.

1939-ben az Állami Földmérésnél kezdte szakmai pályafutását: térképezett, földet mért Zalában; majd az Állami Ércbányászat Aranyidai Érckutató Kirendeltsége vezetőjeként eltöltött évek után 1941 közepén visszatért az annyira szívéhez nőtt Zalába, és eljegyezte magát a kőolajbányászattal, a MAORT (Magyar—Amerikai Olajipari Rt). szolgálatába lépett. Termelési mérnöki beosztást kapott, és hamarosan az akkor még Európában sehol sem alkalmazott gázvisszanyomásos művelés tervezésével, a rendszer kifejlesztésével bízzák meg. A racionális olajkitermelés e nagy horderejű, úttörő feladatának megoldásában végzett jó munkáját a gázvisszanyomási műveletek teljes irányítására szóló megbízása jelenti. E minőségében már 1944 elején felemelte a szavát a gázpazarlással járó olajtermelés ellen.

A felszabadulás után termelési felügyelő, majd 1946 tavaszától a MAORT főmérnökeként Budapestre helyezik, de termelési felügyelői beosztását is ellátta. 1948 szeptemberéig áll így a MAORT szolgálatában.

1946 és 1948 között aktív szerepet játszott az egyesületi életben, és a Magyar Mérnökök és Technikusok Szakszervezetében a Bánya- és Kohómérnöki Osztály országos társelnöke volt.

1951 júniusától 1957 decemberéig a Bányászati Kutató Intézet Olajosztályának tudományos munkatársa, majd helyettes vezetője; e munkakörében külső, üzemi és egyetemi kutatók segítségével — *Mazalán Pál* bányamérnök munkatársaként — megveti alapját a kőolaj- és földgázbányászat hazai tudományos kutatásának. Ezt követően az akkor már Sopronban működő BKI Olajosztályából alakult MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriumnak lesz tudományos osztályvezetője.

1955 és 1958 között az akkor még Sopronban működő NME Bányamérnöki Karának Olajtermelési Tanszéke keretében — meghívott előadóként — tanítja a „Föld alatti áramlástan" és a „Vízbányászat" című tárgyakat, ill. levelező hallgatóknak a „Kőolaj- és földgáztermelés", valamint a „Kőolajszállítás és -tárolás" című tárgyakat is.

Erre a szakmaszeretettel fűtött oktatói tevékenységre — nagy üzemi gyakorlatán, tapasztalatain kívül — az is predesztinálta, hogy még az 1948—1951 közötti évek kényszerű tétlenségében sem engedi magát eltéríteni szakmájától: magyarra fordítja *Mayer-Gürr* professzor „Grundfragen der Erdölförderung" c., akkor hézagpótló művét[2]; e fáradozását az illusztris szerző, negyedszázaddal később, egy újabb, angol nyelvű könyvének (Petroleum Engineering) megtisztelő ajánlásával honorálja[3]. Ugyanígy predesztinálta a „Föld alatti áramlástan" egyetemi előadásaira az a tény, hogy az ötvenes évek elején szakmailag

[1] *Binder Béla,* a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ főszerkesztője, 70 éves. K.F 1975. p. 285.

[2] Könyvismertetés. Dr. *A. Mayer-Gürr:* Grundfragen der Erdölförderung. BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK 1944. dec. 1. 336. p.

[3] *Mayer-Gürr, A.:* Petroleum Engineering. F. Enke Verlag Stuttgart, 1976. 208. p.

lektorálta és sajtó alá rendezte *Scselkacsev* és *Lapuk* kitűnő „Föld alatti hidraulika" című művét[4].

1959 májusától ismét üzemi beosztásban találjuk; 1963 elejéig a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat demjéni olajmezejének műszaki vezetője, később központi termelési ménöki posztot tölt be Szolnokon.

Az 1963. év elején a Nehézipari Minisztérium Műszaki Dokumentációs és Fordító Irodájának, a NIMDOK-nak szolgálatába lép, ahol nyugalomba vonulásáig — 1976-ig — csaknem másfél évtizedig dolgozik, és ahol mint több szakmai kiadványsorozat[5] felelős szerkesztője és a bányászati csoport vezetője közvetlenül és közvetve szoros kapcsolatba kerül a műszaki tudományokkal lépést tartó összes magyar bányamérnökkel, olajmérnökkel, gázipari mérnökkel, illetve technikussal.

Miután a BÁNYÁSZATI LAPOK önálló „Kőolaj és Földgáz" rovatának több mint egy évtizeden keresztül szerkesztője volt, s ez a rovat ott megizmosodott, szívósan küzdött egy önálló kőolaj- és gázipari szaklap megindításáért. Ezt az igyekezetét siker koronázta, és 1968. január 1-től a második évszázadába fordult jubiláns BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK új hajtásaként megindul a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ első, illetve 101. évfolyama. BINDER BÉLA a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ alapító főszerkesztőjeként munkatársaival, szerkesztő bizottságával egy évtizeden át küzdött a minőségért, a jobbért, a szebbért. Ezt a küzdelmet osztatlan siker koronázta. Határainkon belül és kívül hírnevet szerzett lapunknak, és lapunkon keresztül felmérhetetlen szolgálatot tett szakmánknak, megalapozva az igényes szakmai irodalmat.

Eredményes munkáját az elismerés számos külső jele is övezte: 1964-ben a „Nehézipar Kiváló Dolgozója" címet és a vele járó kitüntetést kapta; 1966-ban eredményes szakmai és tudományos munkáját az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a Mikoviny Sámuel-aranyéremmel jutalmazta, 1972-ben pedig az Egyesületben végzett kiváló műszaki, tudományos és társadalmi munkájáért a Pech Antal-éremmel tüntették ki, majd 1973-ban érdemes és eredményes munkával eltöltött szolgálati idejének elismeréséül a Bányász Szolgálati Érdemérem bronz fokozata kitüntetésben részesítette a Minisztertanács.

Ezeken a külsőségekben is megjelenő elismeréseken túl azonban sokkal többet érdemelt, s ez a több az az igaz benső elismerés, amely mindnyájunk szívében ott él. Hiszen nemcsak mi, öregebb barátai, de éppúgy a derékhad, a fiatalok — mind, akik ismertük — szívünkbe zártuk Őt.

Keményen élt — önmagával szemben támasztva a legnagyobb követelményt. Belső szükségből magának nagyobb, magasabb rendű normát tűzött ki céljául: családját és tágabb családját — hivatását — a magyar olajbányászatot. S éppen, mert nemes lélek volt, a szolgálat szükségességét nem kényszernek: teremtő örömnek érezte.

Nem is summázható talán szebben élete, s nem is fejezhetem be méltóbb szavakkal, mint ahogy a családi gyászjelentés első konceptusában állt: „Küzdelmes, tevékeny, szép életén át a kötelesség követője, a minőség hitvallója volt. Így veszünk Tőle búcsút, így őrizzük meg élőként magunkban."

*

A NIMDOK és a volt munkatársak részvétét *Takács Vilmos* osztályvezető tolmácsolta.

Eljöttünk mi is a ravatalodhoz BINDER BÉLA bátyánk, munkatársaid, utolsó szolgálati állomáshelyed, a Nehézipari Minisztérium Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda dolgozói, hogy lerakjuk koporsódra a kegyelet és a tisztelet virágait, és végső búcsút vegyünk Tőled.

Utolsó szolgálati állomáshelyet mondtam, mert amikor 1975 végével nyugalomba vonultál, csak aktív munkaviszonyod szűnt meg, de nem az aktivitásod, és szinte az utolsó pillanatig, amíg ez a súlyos betegség rád nem tört, és életednek ilyen gyorsan véget nem vetett, velünk maradtál és velünk munkálkodtál, főszerkesztőjeként a Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztatónak, amely a Te alkotó munkád nyomán fejlődött jó hírű, elismert bányaműszaki kiadványsorozattá.

Amikor 14 évvel ezelőtt — már a nyugdíjkorhatár küszöbén — irodánk kötelékébe léptél, küzdelmekben, de sikerekben és eredményekben is dús életpálya állt mögötted. A mi mesterségünk, a műszaki-gazdasági tájékoztatás, nem kínál lehetőségeket látványos sikerekre, dokumentálható eredményekre. Szerényen, szinte névtelenül kell hordanunk a téglákat egy olyan épülethez, amelyre a tetőt mások fogják felrakni.

Te vállaltad ezt a sorsot, a mi sorsunkat, mégpedig nem megalkuvással vagy sértődötten, hanem emelt fővel, büszkén, hivatástudattal. Megszervezted a Tájékoztatási Osztály Bányaipari csoportját, leraktad a bányaipari tájékoztató kiadványok: a Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, a Műszaki Újdonságok és a Gazdasági Tájékoztató szerkesztési és tematikai alapelveit. Szigorú mérnöki pontossággal szabtad meg a kiadványok terminológiai, nyelvi követelményeit, és ezeket a követelményeket tűzön-vizen keresztül be is tartattad. Munkásságod az általad vezetett csoporton belül és az ország legjobb szakembereiből toborzott külső munkatársak körében olyan iskolát teremtett, amelynek hatása még akkor is érezhető lesz majd a bányászati információ területén, amikor olyanok fogják azt művelni, akik Téged nem is ismertek.

Irodánk kis közösségének köztiszteletben álló, megbecsült és szeretett tagja voltál. Tekintélyed messze túlnőtt a hivatali beosztásod megszabta kereteken. Tiszteltünk, mert szaktudásod, műveltséged, hivatali és emberi magatartásod, ügyszereteted, mértéktartó higgadtságod egyaránt tiszteletet parancsolt. Tiszteltünk mint ízig-vérig mérnököt, egy nagy magyar mérnökgeneráció tagját, akinek egyetlen és biztos iránytűje az élet viharaiban mindenkor a saját műszaki lelkiismerete volt, akit mindenkor csak egy eszme vezérelt: minden tudását és erejét — hippokratészi eskü nélkül is — az emberiség, a dolgozó társadalom, és ezen belül a mi dolgozó magyar népünk szolgálatába állítani.

De nemcsak tisztelni tudtunk, hanem szeretni is. Szeretni örökké vidám, örökifjú természetedet, kedves, gunyoros, csipkelődő, szellemesen riposztozó beszédstílusodat, finom ösztönödet, amivel el tudtad kerülni, hogy bárki számára, bármiben sértő legyél, felülmúlhatatlan udvariasságodat, lojalitásodat a Neked nem tetsző utasítások végrehajtásában, diplomáciádat kényes kérdések intézésében. Szerettünk, mert önkéntesen és jó szívvel vettél részt közösségi életünkben, mert számon tartottad munkatársaid testi-lelki problémáit, és mindent megtettél, hogy segítségünkre légy. Szerettünk, mert mindent, mindig megköszöntél, olyat is, amiért nem jár köszönet. Szerettünk, mert Te is szerettél bennünket.

Most el kell búcsúznunk, Béla bátyánk, a Te alkotásokban gazdag életpályád véget ért. Visszaadod ezt a meggyötört, fáradt testet a földnek. Annak a földnek, amelynek titkait fürkészted egész életeden át, amelyben kincseket kerestél, drága érceket, fekete gyémántot, égő aranyat. Embertársaid számára világosságot, meleget, otthont, eszközöket biztosító értékeket. Bányász voltál és maradtál is minden ízedben, lelked legelrejtettebb zugában is, minden posztodon. És amikor erre gondolok, fülemben csengenek indulótok hangjai: „bányászként halni szép halál". De bányászként élni is szép, és Te szépen éltél, bányászhoz, mérnökhöz, emberhez méltó, nagyszerű életet. Nyugodjál békében!

[4] *Scselkacsev, V. N.—Lapuk, B. B.:* Föld alatti hidraulika. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. 1952. 507 p.

[5] NIMDOK-Gyorsinformáció: Kőolaj- és Gázipar; Bányaipari Gazdasági Tájékoztató; Műszaki Újdonságok — Bányaipar; Szakirodalmi Tájékoztató: Bányászat.

Az öblítés szerepe a rotari fúrás optimalizálásában

CSABA JÓZSEF—
FÜLÖP MIKLÓS—
TÓTH BÉLA

A tanulmány a fúrás kőzetbontó tényezői és az öblítés optimalizált tényezői közötti összhangot igyekszik megteremteni. Ennek alapján az optimalizált fúrási rendszer tervezésének gyakorlati lépéseit ismerteti. A módszer alkalmazását 9 optimalizált fúrás eredményein mutatja be.

Egy régebbi tanulmányban [12] ismertettük, hogy a rotari fúrásnál a legkisebb méterköltség elérése érdekében miképp kell meghatározni két aktív fúrási rendszer paramétereinek — a fúróterhelésnek és a fúrófordulatnak — számszerű értékeit, valamint a fúrómenet vagy a fúrólyukszakasz optimalizálásakor a fúró kiépítésének helyét. Ugyanott a számítások kőzettani, fúrástechnológiai és matematikai alapjairól is szó esett.

A rotari fúrás optimalizálása számítási módszerének továbbfejlesztéseként az alábbiakban megvizsgáljuk a

— a differenciális talpi nyomásnak,
— a jet-sugársebességnek, valamint
— az iszapjellemzőknek

a fúrási sebességre gyakorolt hatásait, és figyelembevételét egy komplex optimális fúrási hidraulikai modell esetében.

A differenciális talpi nyomás hatása a fúrási sebességre

A fúrási sebesség—Δp összefüggés vizsgálata

A lyuktalpi differenciális nyomásnak a fúrási sebességre kifejtett hatását a szakirodalom széles körben tárgyalja [13, 14]. A gyakorlat számára jó megoldást ad a következő összefüggés, mely a hazai mikrofúrási kísérletek során is igazolódott [15]:

$$\frac{v}{v_0} = e^{\delta \Delta p}, \tag{1}$$

vagy

$$\frac{v}{v_{p-a}} = e^{\delta(\Delta p - a)}. \tag{2}$$

A relatív fúrási sebesség lehetséges alakulását különböző δ értékeknél az *1. ábra* szemlélteti.

A feladat a differenciális nyomás hatásának beépítése a fúrás optimalizálási modelljébe, és ehhez a δ empirikus állandó meghatározása üzemi adatokból.

A δ empirikus állandó (sebességfaktor) vizsgálata

Az *1. ábra* — különösen annak szélső esetei, a $\delta=0$ és $\delta=1$ görbék — szemlélteti, hogy a sebességfaktor nagysága lényegében azt fejezi ki, hogy a fúrás közben a kőzetbontás sebessége mennyire érzékeny a Δp nagyságára. Ha $\delta=0$, akkor nincs hatása a kiegyensúlyozott fúrásnak.

Ha δ értéke nagy, akkor — abszurd esetben — csak a Δp értékét kell (akár negatív irányban is) csökkenteni.

A δ számszerű értéke hazai körülmények közt az alábbi rekurzív eljárással kapható:

A fúrási sebesség egyenlete írható

$$v = \beta/\sigma\, e^{\delta \Delta p} \cdot f(\Omega_2, \Omega_3 \ldots \Omega_h) \tag{3}$$

alakban is.

Feltételezhető, hogy egyes szakaszokban Δp állandó, amikor az $e^{\delta \Delta p}$ is konstans. A korábbi vizsgálatok során meghatározott β/σ értékek egy

$$\beta/\sigma = e^{\delta \Delta p}(\beta/\sigma)^* \tag{4}$$

alakú, a Δp hatását is magában foglaló fúrhatósági értéket jelentettek, ahol $(\beta/\sigma)^*$ a tényleges, β/σ a korábban visszaszámított fúrhatóság.

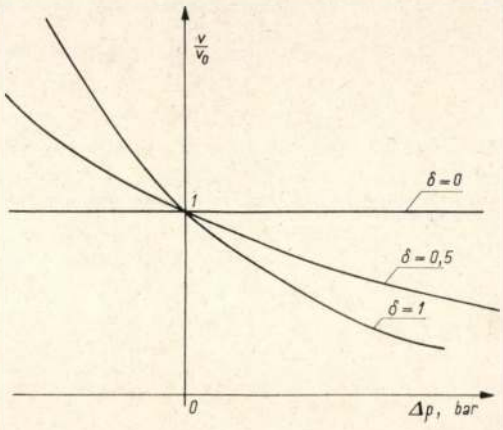
δ értéke a (4) összefüggésből kétféle módszerrel is számítható.

a) A fúrási adatbankban tárolt nagyszámú adatból ki kell választani azon eseteket, amikor a $(\beta/\sigma)^*$ érték nagy valószínűséggel azonos, de Δp változik. Ilyenek:

1. ha a fúrócsere után megváltozott a Δp értéke (pl. iszapcsere miatt);
2. ha kísérleti célból fúrás közben az öblítés folyadékáramát változtatták;
3. ha légöblítéses fúrásról van szó.

A felsorolt esetekben

$$\delta = \frac{\ln\left[\left(\frac{\beta}{\sigma}\right)_1 \Big/ \left(\frac{\beta}{\sigma}\right)_2\right]}{\Delta p_1 - \Delta p_2}, \tag{5}$$



1. ábra
A differenciális talpi nyomás (Δp) összefüggése a relatív fúrási sebességgel

ahol

az indexek (1 és 2) a különböző lefúrt métereket (szakaszokat) jelentik;

a β/σ értékek a Δp változás előtti és utáni méter (2. eset) vagy szakasz (1. eset) számított értékéből vagy átlagából kaphatók.

A Δp meghatározáshoz alkalmas összefüggés:

$$\Delta p = \frac{L}{10}\left(\gamma - \frac{D}{100}\right) + p_v(\mu, \delta). \qquad (6)$$

b) Számítható a δ értéke statisztikai módszerrel is a különböző Δp-vel fúrt hosszabb, litológiailag azonosnak tekinthető lefúrt szakaszok β/σ értékeinek átlagából:

$$\delta = \frac{\left[\dfrac{\sum_{i=1}^{i=L_1}(\beta/\sigma)_{1,i}}{L_1} \Big/ \dfrac{\sum_{i=1}^{i=L_2}(\beta/\sigma)_{2,i}}{L_2}\right]}{\Delta p_1 - \Delta p_2}. \qquad (7)$$

Az *a)* módszerrel 8, a *b)* módszerrel 73 konkrét fúrási adatból számított δ érték:

számított legkisebb érték	0,00158;
számított legnagyobb érték	0,0031;
a számított értékek aritmetikai átlaga	0,002452;
a számított értékeknél az eloszlásfüggvény *(Gauss-)* maximuma	0,00259.

Meg kell jegyezni, hogy a vizsgált esetekben a Δp értéke 8,5 és 43 bar között változott, de azok túlnyomó része 20—43 bar közé esett. Így a kis differenciális nyomás irányában végzett extrapoláció még tovább vizsgálandó.

Megkíséreltük a δ számított értékét csoportosítani a

— mélységszakasz,
— a kőzet típusa,
— a fúrótípus és fúrólyukátmérő vagy
— az egyenértékű fúrási sebesség szerint.

A vizsgált esetek viszonylag kis száma miatt nem volt megállapítható olyan tendencia, hogy ezen paraméterek szélső értékeihez eklatánsan kisebb vagy nagyobb δ értékek tartoztak volna.

A differenciális talpi nyomás figyelembevétele az optimalizálási feladatokban

Az előző fejezetben közöltek szerint az egyes mezők fúrhatósági vizsgálatainál a továbbiakban a $(\beta/\sigma)^*$ értéket számítjuk. Meg kell jegyezni, hogy a régebbi optimalizálási kísérletekhez (Endrőd, Tázlár, Pusztaapáti) számított β/σ értékek felülvizsgálatánál az újonnan definiált (β/σ^*) értékekkel szemben csak néhány százalékos eltérés mutatkozott, azért, mert a fúrhatóság számításához figyelembe vett lefúrt fúrásoknál csaknem azonos Δp értékeket alkalmaztak.

A Δp hatását beépítettük az optimalizálási programba is. Elméletileg a differenciális talpi nyomás csökkenése a fúrhatóság értékének növekedésével hosszabb fúrómeneteket eredményez.

Mivel a Δp érték üzemi megválasztásának egyéb technológiai konzekvenciái vannak, az optimalizált fúrási rezsim számításakor a lehető legkisebb értéket célszerű választani.

Amint az a (6) összefüggésből nyilvánvaló, a differenciális talpi nyomás nagysága függ az iszapfajsúlytól, a gyűrűs tér nyomásveszteségét meghatározó reológiától, valamint a mélységtől és a rétegnyomástól (ezen két utóbbi értéke nem befolyásolható). Kérdés, hogy az optimális fúrási rendszer meghatározásánál a felsorolt paraméterek értéke milyen szempontok szerint írható elő? Mind a folyadékáram, mind a reológia csak közvetve befolyásolja a fúrási sebességet. Ezek számszerű értékére nem a Δp megválasztása tekintetében teszünk javaslatot.

A talpi differenciális nyomást leginkább meghatározó fúrási tényező az iszapfajsúly, aminek megválasztása sok más tényezőtől függ (kiegyensúlyozott nyomású fúrás). Az iszapfajsúlyt meghatározó szilárdanyag-tartalom azonban szintén befolyással van a fúrási sebességre, amiről a későbbiekben lesz szó.

Összefoglalva: a talpi differenciális nyomás értékét és az azt meghatározó iszapfajsúlyt az optimalizált fúrási rendszer meghatározásakor tudomásul vesszük, de nagyságára nem teszünk javaslatot. Ugyanakkor a Δp nagyságát közvetve befolyásoló folyadékáram, reológia, szilárdanyag-tartalom stb. meghatározását más szempontokból vizsgáljuk.

A jet-hatás vizsgálata

Amint a talpi differenciális nyomásnak a fúrási sebességre gyakorolt befolyásával külön téma — a kiegyensúlyozott nyomású fúrás — foglalkozik, ugyanúgy a jet-hatást is igen sok publikáció és szakdolgozat vizsgálta, és ez a hatás részleteiben tisztázott is. E tanulmányban az optimalizált fúrási rendszer egészének vizsgálata szempontjából foglalkozunk a jet-sugár hatásával.

A jet-sugársebesség befolyása a fúrási sebességre

A fúrási sebesség—jet-hatás összefüggése különböző szempontok szerint vizsgálható.

A függvénykapcsolat szétválasztható szorzatos összefüggésből áll:

$$v = f(\Omega_{\text{jet}}) \cdot f(\Omega), \qquad (8)$$

amiből az egyik tényező kizárólag a jet-hatástól függő paraméterhalmazt tartalmazza. Ez is összetett, hiszen feltételezhető, hogy

— a jet-sugár turbóaktív hatása csökkenti a fúróterhelést;

— a jet-sugár felütési nyomása megváltoztatja a talpi differenciális nyomást (vagy a fúrhatóságot) stb., vagyis az Ω_{jet} paraméterhalmaz egyes elemei és az Ω halmaz elemei közt további függvénykapcsolat lehetséges. Feltételezik, hogy a fúrási sebesség a módosított *Reynolds*-szám függvénye:

$$v = K\left(\frac{\gamma Q}{\mu^* d}\right)^c \cdot f(P, n, \beta/\sigma, \ldots). \qquad (9)$$

Az állandók közül a K értéke dimenzióanalízissel (K=0,04), míg a c meghatározása regresszióanalízissel végezhető el. A számítás alapján 0,31—0,69 közötti értékeket kaptunk szimmetrikus eloszlással (a csúcs 0,5 körüli érték).

A fúrási hidraulika tekintetében korábban elsősorban a lyuktalpi hidraulikusteljesítmény-maximum, a folyadékimpulzus-maximum vagy az öblítősugársebesség-maximum elérése érdekében találhatunk irodalmi utalást [6]. A következőkben igazolható, hogy a fúrásisebesség-maximumra való törekvés is megoldható megfelelő hidraulikai tervezéssel. Hangsúlyozni kell azonban, hogy annak ellenére, hogy a számítás a fúrásisebesség-maximum elérésére és nem a méterköltség-minimum meghatározására irányul, a két törekvés azonos hidraulikai paramétereket eredményez.

A (9) összefüggés $c=0{,}5$ és $K=0{,}04$ értékkel

$$v = \sqrt{\frac{\gamma Q}{25\mu^* d}} \cdot f(P, n, \beta/\sigma, \ldots). \qquad (10)$$

A fúvókában előálló nyomásesés p_f és a fúvókaátmérő közötti összefüggés

$$d = K_1 \left(\frac{\gamma Q}{p_f}\right)^{0,25}. \qquad (11)$$

A teljes öblítőköri nyomásveszteség kifejezhető:

$$p_{\text{veszt}} = K_2 Q^m \qquad (12)$$

összefüggéssel (magyarázatát lásd a következő fejezetben), ahol az m kitevő nagysága attól függ, hogy az öblítőkörben mennyi a turbulens áramlást előidéző szakaszhossz, és értéke 1,2—2 között változhat, valamint

$$p_{\text{sz}} = p_{\text{veszt}} + p_f. \qquad (13)$$

A (10), (11), (12) és (13) összefüggésekből

$$v = \frac{\gamma^{0,75}}{25 K_1 \mu^*} (p_{\text{sz}} Q^2 - K_2 Q^{m+2}) v_0. \qquad (14)$$

A v_0 szorzójának minimumát keresve

$$\frac{\partial}{\partial Q}\left[\frac{\gamma^{0,75}}{25 K_1 \mu^*} (p_{\text{sz}} Q^2 - K_2 Q^{m+2})\right] = 0, \qquad (15)$$

$$2 p_{\text{sz}} Q - (m+2) K_2 Q^{m+1} = 0. \qquad (16)$$

A (12) összefüggést behelyettesítve

$$2 p_{\text{sz}} Q - (m+2) p_{\text{veszt}} Q = 0, \qquad (17)$$

amiből

$$p_{\text{veszt}} = \frac{2 p_{\text{sz}}}{m+2}, \qquad (18)$$

vagyis a fúrási sebesség maximuma olyan öblítési ütem mellett áll elő, ahol a szivattyúnyomás és az öblítőköri nyomásveszteség között a (18) összefüggés áll fenn.

Az *1. táblázat* m értékére, hazai fúrások adataiból mélység és szakasz szerinti csoportosításban ad tájékoztatást (a korábbi hazai gyakorlattól eltérően az η értéke jóval kisebb).

A számítási program előírja az optimális folyadékáramot és a (18) szerinti nyomásviszonyokhoz a fúvókák átmérőit. Megvizsgálja továbbá, hogy az előírt öblítés nem kisebb-e a szükségesnél [4].

1. táblázat

Az m veszteségkitevő és a hidraulikus hatásfok értékei

$$\eta = \frac{p_{\text{fúró}}}{p_{\text{sz}}}$$

Mélység, m	$12^1/_4''$	$8^1/_2''$	$6''$
0—1000	$m = 1{,}59$ $\eta = 0{,}433$		
1000—2000	$m = 1{,}42$ $\eta = 0{,}417$	$m = 1{,}63$ $\eta = 0{,}448$	$m = 1{,}85$ $\eta = 0{,}48$
2000—3000	$m = 1{,}35$ $\eta = 0{,}405$	$m = 1{,}52$ $\eta = 0{,}43$	$m = 1{,}77$ $\eta = 0{,}47$
3000—	Nincs feldolgozva		

Az áramlási nyomásveszteség közelítő számítása

Grodde-, valamint a *Metzner—Reed*-modellekkel számított áramlási nyomásveszteségekkel alakították ki azt az álláspontot, hogy az optimalizálás részszámítását képező nyomásveszteségi számításokhoz a

$$p_{\text{veszt}} = k L Q^m \qquad (19)$$

közelítő összefüggés alkalmazható. Ez annál is inkább célszerű, mert az optimális fúvókakiválasztás modelljéhez is Q^m alakú összefüggés választható.

A (19) összefüggés k és m állandóit azonban a kutatási terület, a fúróberendezés, az alkalmazott fúróiszap és a kútszerkezet alapján kell (regressziós előzmények után) megválasztani. Megállapítható azonban, hogy a k együttható elsősorban az alkalmazott iszaptulajdonságoktól (sűrűség, reológiai tulajdonságok), az m kitevő pedig főleg a kútszerkezettől függ. Nagyságukra tájékoztatást a *2. táblázat* ad.

2. táblázat

Az áramlási nyomásveszteségek közelítő számításához felhasznált k és m állandók értékei

Iszaptípus	Sűrűség	Fúrólyukátmérő			
		$12^1/_4''$		$8^1/_2''$	
		k	m	k	m
Gipszes	1,15	1,20	1,50	1,70	1,70
	1,26	1,35	1,57	1,90	1,75

Az öblítőiszap-jellemzők vizsgálata

A korszerű iszaptechnológia egyre több olyan — mechanikai, kémiai, fizikai — iszapjellemzőt tart számon, aminek mértéke az iszap ilyen vagy olyan feladatának számszerű értékeléséhez szükséges. Korábban az iszap fajsúlyán kívül annak folyási tulajdonságai közül csak a *Marsh*-tölcséren át történő kifolyás idejét vizsgálták. Ma már legalább két — egyes szerzők szerint [8] három — minimális számú folyadékjellemző szükséges. Ugyanígy növekedett a kémiai vagy a

fizikai jellemzők köre (vízleadás, iszaplepény-képződés, szilárdanyag-tartalom, kalciumion-koncentráció stb.).

Mindezen iszapjellemzők komplex módon befolyásolják a fúrási sebességet. Gondoljunk csak arra, hogy a folyási tulajdonságok mértéke határozza meg a gyűrűs tér áramlási nyomásveszteségét, ami a differenciális talpi nyomás meghatározásához szükséges, vagy a fúvókákon fellépő módosított *Reynolds*-számot, ami a jet-hatást befolyásolja; ugyanakkor a furadékkiszállítás igénye [4] megfelelő gélerősséget kíván, ami az előzőeknek ellentmond.

Részben ezen komplex hatás miatt, részben pedig azért, mert a mai technológiai lehetőségek még nem tudják biztosítani valamely iszapparaméter beállításának több célú, de más paraméterek értékét nem befolyásoló lehetőségét, a továbbiakban az iszapparamétereknek a fúrási sebességre gyakorolt együttes hatását vizsgáljuk.

Komplex regressziós modell

Annak kiküszöbölésére, hogy egyes iszapparaméterek különböző hatást fejtenek ki a fúrási sebességre, azok együttes vizsgálata céljából statisztikailag elemezzük a

$$v_e = f(\Omega_e, p_x, \Omega_p) \tag{20}$$

függvényt.

A fúrásisebesség-függvények lehetővé teszik a fúrási sebesség számítását több paraméter meghatározott értékével. Ezen sebességfüggvények felhasználásával nagyszámú statisztikai adat (mintegy 400 fúrómenet technológiai adata, összesen kb. 8000 méter méterpercei) birtokában meghatároztuk, hogy mi lett volna a mért helyett a fúrás sebessége (méterperce), ha azt

— 10 Mp terheléssel,
— 50 ford./min asztalfordulattal,
— az algyői telep 2000 m-ben levő kőzettulajdonságaival (fúrhatóság, abráziós tényező),
— 10 att differenciális talpi nyomással,
— új fúrófogakkal,
— és Re=2000-es értékű módosított *Reynolds*-számot eredményező fúvókaméretekkel mint az Ω_e kitüntetett paraméterhalmaz elemeivel, azaz az egyenértékű paraméterekkel mélyítették volna le.

Ezen túlmenően az egyenértékű reciprok fúrási sebesség csoportosítható

— a fúróátmérő,
— a fúrótípus, továbbá
— az iszap alaptípusa

mint Ω_p kitüntetett paraméter szerint.

Ezzel különböző fúrások, fúrómenetek is összehasonlíthatók.

A fentiek alapján a

$$v_e^* = [f(p_x)] \text{ konst.} \tag{21}$$

függvényeket kell(ene) meghatározni a

$$p_{sz}[v_{ei}, p_i] \left.\begin{matrix}\text{fúróméret}\\ \text{fúrótípus}\\ \text{iszapjelleg}\end{matrix}\right\} = \text{konst.}$$

pontok halmazából.

A meglehetősen jellegtelen ponthalmazra az analitikus regresszió [11] módszerével ültetett egyenes és annak iránytangense képet ad az iszapjellemző minőségi hatásáról.

A ponthalmaz jellegének pontosítása, mennyiségi hatások meghatározása érdekében további csoportosítások végezhetők mezők, mélységszakaszok, kifolyási hőmérsékletek stb. szerint.

Ezen csoportosítások után határozhatók meg a

$$v_e = f(p_x A) \tag{22}$$

függvények, ahol

p_x a vizsgált iszapjellemzőket tartalmazza, mégpedig:
— a szilárdanyag-tartalmat,
— a vízleadást,
— az n kitevőt,
— a K tényezőt, valamint a
— μ' plasztikus viszkozitást;

míg

A az állandónak tartott csoportokat jelenti; ilyenek
— a fúróméret,
— a fúrótípus,
— az iszap típusa,
— az iszap átlaghőfoka,
— a súlyosbító méretei, továbbá
— az iszapfajsúly stb.

Az ismertetett vizsgálati módszerek több éves feladatot jelentenek. Azok közül eddig csupán egyes trendek mondhatnak valamit.

Az optimalizálás kivitelezésének igénye azonban sürgető, ezért bevezethető az ún. iszapcsoport-tényező.

Ennek lényege a következő:

A rendelkezésre álló adattömeggel megadott fúrómenetek iszapjai csoportokba oszthatók úgy, hogy egyes csoportokban a felsorolt paraméterek eltérése nem nagyobb, mint $\pm 10\%$. Egyelőre 17 ilyen csoport volt elkülöníthető. Természetesen további adatok beérkezése után újabb csoportok felállítása és azok logikai rendezése lehetséges.

Ezek után az egyes csoportok egyenértékű sebességeinek viszonyszáma:

$$w_{ik} = \frac{v_{ei}}{v_{ek}} \cdot \overline{w}, \tag{23}$$

és

$$\overline{w} = \sum_{\substack{i=1\\k=1}}^{\substack{i=I\\k=n}} w_{ik/\text{össz.}}, \quad \text{de} \quad \overline{w} \cong 1. \tag{24}$$

Ezek után az optimalizálási eljárás a következő:

Új, még nem alkalmazott öblítőfolyadék-típusnál w értéke első közelítésben 1, és arra törekszünk, hogy a fúrások adataiból azt meghatározhassuk.

Ismert típusú iszapnál az optimalizálás sebességképletéből számított (az adatbankból az iszap kódszáma szerint behívott) sebességet az aktuális $\overline{w}$ tényezővel szorozzuk.

Az optimális fúrási üzemmód alkalmazásának tapasztalatai

Az elmúlt években a tázlári kutatási területen két *(Táz-25.* és *-26.)*, az endrődi kutatási területen három *(En-9., -13.,* és *-15.)* a kiskunhalasi kutatási területen is három *(KihaÉK-18., -19., -26.)* fúrást mélyítettek

optimális fúrási rendszerrel. Az *En-9. Táz-25.* és *-26.* jelű fúrások tervezése idején a számítógépes program még csak az optimális fúrótípus, fúrófordulat és fúróterhelés meghatározására volt alkalmas, az *En-13.* és *-15.*, valamint a kiskunhalasi fúrásoknál azonban a program már figyelembe vette a differenciális talpi nyomás, az iszapáramlás és a jet-sugár fúrási sebességet növelő hatásait is.

Az optimális fúrási rendszer tervezése

A számítógépes tervezés két lépcsője közül az első, a fúróberendezésre, fúrólyukszakaszra, rétegekre jellemző adatok betáplálása után a számítógép fúrómenetenként határozza meg az optimális fúrási rendszer technikai paramétereit. Ha a minimális méterköltség figyelembevételével meghatározott optimális fúrókiépítési helyek nem esnek egybe a lyuktalp tervezett mélységével vagy a tervezett magvételi hely mélységével, akkor rövidebb, „töredék" fúrómenethosszak adódnak. A „töredék" fúrómenethosszak méterköltsége természetesen meg sem közelíti pl. az előtte levő optimális fúrómenethossz méterköltségét.

Ilyen esetben — a tervezés második lépcsőjeként — a számítógép a teljes lyukszakaszt figyelembe véve optimalizál. A fúrólyukszakasz mélyítése ez esetben akkor lesz a legkedvezőbb, ha az optimális fúrómenetek száma maximális és a „töredék" fúrómenetek csaknem optimálisak, azaz a „töredék" szakaszokkal való manipulációk során a méterköltség minimális marad.

A tervezés első lépcsőjeként — fúrómenet-optimalizáció — használatos számítógépes program bemenőadatai:

a) Fúrólyukszakaszra vonatkozó adatok: átmérő, a fúrólyukszakasz kezdő- és végmélysége, rétegnyomásadatok (túlnyomásfaktor), az átfúrandó kőzetek fúrhatósági és abráziós tényezőinek értékei. A kőzetek fúrhatóságának és koptatóképességének (abráziós tényező) kőzetfajtától és mélységtől függő értékeit a mezőben korábban mélyített fúrások fúróhaladása, a fúrásoknál nyert magok kőzetmechanikai vizsgálata és geológiai vélemények alapján lehet meghatározni. A meghatározás az adatbankból számítógépes program segítségével lehetséges.

b) A fúróberendezésre vonatkozó adatok: a fúróberendezés napi költsége, a ki- és beépítés sebessége, fúrószártoldási idő, öblítési idő fúrócserekor, technikai korlátok (súlyosbítóállománytól és fúrótípustól függő maximális fúróterhelés és minimális forgatóasztal-fordulatszám), szivattyúkra jellemző adatok (típus, hengerbetét stb.).

c) A fúróra vonatkozó adatok: fúrótípus-kódszám (a kódszámmal együtt a számítógép memóriájában van: a fúrógörgő-átmérő, az érintkező fogak száma stb.), a fúró ára, a fúrógörgő-csapágy állandói.

A számítógépes programban szereplő sebességfüggvény és az érintkező fogfelület kopásfüggvénye, valamint a korlátfüggvények (fogkopás-kritérium, csapágykopás-kritérium) alapján egy fúrómenet optimalizálása az alábbi algoritmussal végezhető el:

1. Az előzőekben felsorolt input adatok betáplálása.

2. Tetszés szerint kiválasztott fúrási rendszert, azaz fúrótípust, fúróterhelést, fúrófordulatot kell felvenni.

3. A számítógép méterenként kiszámítja a felvett fúrási rendszerrel és az adott mélységben levő fúrhatósági- és abrázióstényező-értékekkel: a fúrási időt, az érintkező fogfelület nagyságát, a görgőcsapágy-élettartamot és a fúrómenet kezdetétől az adott mélységig a méterköltséget, természetesen a mellékidők (ki-beépítés, fúrószártoldás), valamint a mellékköltségek figyelembevételével.

4. A számítógépes program vizsgálja, hogy a fúrómenet kezdetétől eltelt idő nem nagyobb-e a görgőcsapágy-élettartamnál. Ha igen, akkor a számítást az *5.* pontnál, ha nem, akkor a *3.* pontnál folytatja.

5. Konjugáltgradiens-módszerrel a számítógép automatikusan változtatja a fúrási rendszert (fúrófordulat, fúróterhelés), és a *3.* pontban leírt módon számítja a fúrómenethosszakat és a méterköltségeket. Méterköltség-minimumot elérve kiírja az optimális fúrómenethosszt és a hozzá tartozó fúrási rendszert.

6. A legolcsóbb fúrómenethez eljutva a számítógép a a *2.* ponttól egy újabb fúrómenet számítását kezdi el. A számítást az előző fúrómenet végétől talpmélységig folytatja.

Az egyes optimális fúrómenethosszak kiosztása esetén — mint az előzőekben említettük — majdnem mindig úgy adódik, hogy pl. a magfúrási hely fölött vagy két magfúrási hely között egy „tört" (az optimálisnál rövidebb) fúrómenet fúrása szükséges, aminek méterköltsége igen kedvezőtlen — a hozzá tartozó ki- és beépítési költséggel —, megdrágítja a fúrást, és elrontja az előző fúrómenetek költségcsökkentése érdekében végzett erőfeszítést.

Annak érdekében, hogy a „tört" fúrómenetek száma csökkenjen, a lyukszakasz korábbi fúrómeneteit az optimálisnál valamivel drágább métereket adó rendszer paraméterértékeivel (fúróterhelés- vagy fordulatszám-változás) kell mélyíteni. A korábbi fúrómenetek „elrontásával" (nem optimális rendszerrel) tehát elérhető, hogy egy vagy több fölösleges ki-beépítést elkerüljünk. Az így fölöslegessé vált ki-beépítés megtakarított költsége jóval több, mint az „elrontott" rendszerű (nem optimális) fúrómenetek optimálishoz viszonyított többletköltsége.

Optimálisnál rosszabb, de viszonylag kis többletköltséggel fúrható fúrómenetet eredményez, ha:

— nem az optimális mélységben (optimális fúrómenethossz végmélységében) építenek ki és továbbfúrnak. Ez esetben a már nagymérvű fúrófogkopás miatt a fúrási sebesség csökken;

— a fúróterhelés vagy a fúrófordulatszám az optimálistól eltér.

Mindkét „elrontás"-nak az a következménye, hogy a fúrómenet hossza változik: az első esetben hosszabb, a második esetben lehet rövidebb is.

Fontos kérdés, hogy melyik fúrómeneten vagy fúrómeneteken kell a fúrómenethosszat változtatni. Ennek eldöntéséhez a kezdő és az utolsó fúrómenet kibeépítési költségét kell figyelembe venni. Amennyiben a kezdő fúrómenet végén a ki-beépítési költség jelentősen olcsóbb, mint az utolsó fúrómenet végén, akkor

3. táblázat

Fúrómenet-optimalizáció (Táz-26., 8 $^1/_2$"-es lyukszakasz)

Mélységszakasz m	Fúrótípus és -méret hüvelyk	Fúróterhelés Mp	Fúrófordulat 1/min	Fúvókák átmérője mm	Szivattyúnyomás bar	Még megengedhető reciprok fúrási seb. (max. m-min)
600—1138	A0 8½	14	60	3×12	40	3
1138—1456	A0 8½	14	60	3×10	60	9
1456—1638	A0 8½	14	70	3×10	80	18
1638—1796	A0 8½	14	60	3×10	85	29
1796—1850	A0 8½	12	70	3×8	95	7

Lyukszakasz-optimalizáció (Táz-26., 8 $^1/_2$"-es lyukszakasz)

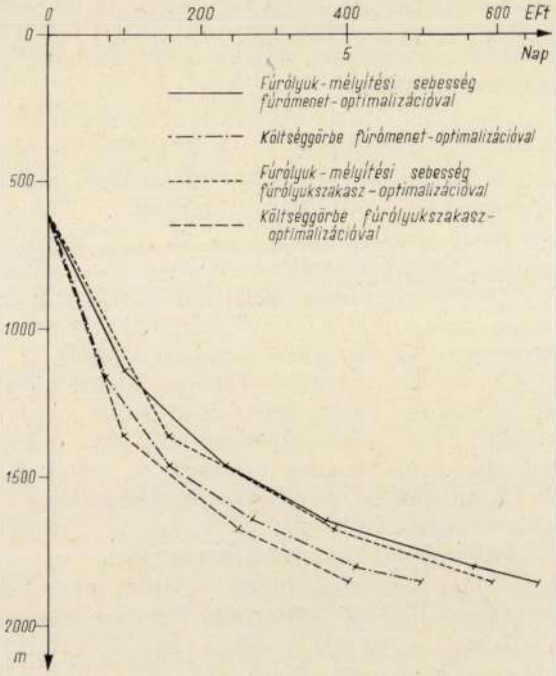
600—1352	AA 8½	14	80	3×8	100	4
1352—1670	A0 8½	14	60	3×8	105	15
1670—1850	A0 8½	14	70	3×8	110	28

az „elrontást" a kezdő fúrómeneten kell elkezdeni. Ha két ki-beépítési költség csaknem azonos, akkor valamennyi fúrómenet azonos mértékű „elrontása" a kifizetődő.

A fúrólyukszakasz optimalizációja akkor hatékony és problémamentes, ha a magvétel vagy szelvényezés miatt előírt kiépítések valóban terv szerint következnek be. Amennyiben ez ötletszerű, vagy műszaki baleset történik, úgy gyors kapcsolatot kell teremteni a számítógéppel (ennek technikai feltételei még nem adottak), hogy a lyukszakasz hátralevő részére új, optimális mélyítési tervet lehessen készíteni.

A leírtak illusztrálására a *Táz-26.* jelű fúrás optimális fúrási rendszerének tervezési lépéseit közöljük.

A tervezést a számítógépes program két lépcsőben végezte: végrehajtotta a fúrómenet, majd a lyukszakasz optimalizálását. A számítás fontosabb paramétereit a *3. táblázat* tartalmazza.



2. ábra
A Táz-26. jelű fúrás 8$^1/_2$"-es lyukszakaszának fúrásidő- és költséggörbéi

A fúrómenet-optimalizációnál az utolsó fúrómenet (1796—1850 m-ig) „tört" fúrómenet. Ezt a fúrómenetet a lyukszakasz-optimalizáció a két utolsó fúrómenet meghosszabbításával kiküszöböli, az első két fúrómenetet pedig a környező fúrások mélyítési tapasztalatai alapján egy AA típusú fúróval helyettesíti.

A fúrómenet- és a lyukszakasz-optimalizációt a *2. ábrán* hasonlítottuk össze.

A *2. ábra* kétrészes. Az ábra egyik része a fúrólyuk mélyítési sebességét — a költségek összehasonlítása szempontjából ez a döntő — ábrázolja. Megfigyelhető, hogy lyukszakasz-optimalizációval gyorsabban és olcsóbban (lásd az ábra másik részét) mélyíthető a fúrólyuk. A lyukszakasz-optimalizációval mélyített fúrás hamarabb éri el a lyukszakasz végmélységét, és olcsóbb, mint a fúrómenet-optimalizációval mélyített, pedig a fúrómenet-optimalizációval mélyített fúrás mechanikai sebessége nagyobb. Ez nyilvánvaló, hiszen a lyukszakasz-optimalizációkor a „tört" fúrómenetet kiiktatjuk, a „tört" fúrómenet métereit szétosztjuk a többi fúrómenet terhére. Lassítjuk ezzel a fúrást, de megtakarítunk egy-egy fúrócserét, mely végeredményként fúrólyuk-mélyítési sebességnövekedést okoz.

Az optimális fúrási üzemmód megvalósított kísérletei

Az eddig megvalósított kísérletek két csoportba oszthatók.

A *Pusz-6., En-9., Táz-25.* és *-26.* jelű fúrások mélyítésekor — az optimális fúrásirendszer-tervezés kezdeti fokán — a fúróterhelés és fordulatszám értékeinek megválasztása tért el a geoműszaki terv előírásaitól. Még figyelmen kívül maradt az öblítőiszapáram, az öblítőfolyadék reológiai és egyéb tulajdonságai (vízleadás, iszaplepény-vastagság stb.) fúrási sebességet befolyásoló hatásának számbavétele.

A kísérletsorozat első csoportjába tartozó *Pusz-6.* és *En-9.* jelű fúrások mélyítési tapasztalatait [12] foglalja össze.

A *Táz-25.* jelű fúrás optimális fúrási rendszerének tervezésekor figyelembe vettük az adott (geoműszaki terv által meghatározott) fúrólyukszakaszra, a fúróberendezésre, a fúróra vonatkozó geometriai, technikai, valamint gazdasági adatokat. A geoműszaki tervben szereplő rétegsorhoz a környező fúrásokban fúrt

kőzetmagok mechanikai vizsgálatai, valamint a méterpercek alapján kőzetfúrhatósági és koptatóképességi értékeket rendeltünk. Figyelembe vettük továbbá az üzem szerszámellátottságából adódó korlátozásokat: így a fúróterhelés 0—14 Mp, a fúrófordulatszám 60—100/min határok közt mozoghatott.

A *Táz-25.* jelű fúrás 600—1850 m közti $8^1/_2''$-es lyukszakaszát 1420—1460 m-ben magfúrások két részre bontják. Ennek megfelelően a felső (600—1420 m) részre két, az alsó (1460—1859 m-ig) részre három fúrómenetet lehet beiktatni.

Az ajánlott tervnek megfelelően a $8^1/_2''$-es lyukszakasz első fúrója (AA típusú) 14 Mp fúróterheléssel és 85/min-os fúrófordulatszám mellett a 600—1319 m-es fúrómenethosszon 29,1 m/h mechanikai sebességet ért el. A $8^1/_2''$-es lyukszakasz második fúrója az 1420 m-ben tervezett magfúrásig mélyítette a fúrólyukat. Ezt a fúrót — a tervnek megfelelően — az utolsó, 1782—1850 m közti szakasz mélyítésére újból beépítették. A két magfúrást követően a harmadik fúró 1465—1654 m (14 Mp, 60/min), a negyedik fúró 1654—1782 m (13 Mp, 70/min) közt mélyítette a fúrólyukat.

A *Táz-25.* eredményeit összehasonlítva a korábban fúrt tázlári kutak *(Táz-4., -5., -10., -15., -19., -24.)* eredményeivel megállapítható, hogy a lyukmélyítési sebesség 91 m/d-ről 157 m/d-re nőtt. A megnövekedett lyukmélyítési sebesség és fúrómegtakarítás (2 db) következtében a *Táz-25.* jelű fúrás $8^1/_2''$-es lyukszakasza — a környező fúrásokhoz hasonlítva — kb. 140 Ft/m-rel lett olcsóbb.

Az előzőekben leírt tervezési szempontok figyelembevételével készült a *Táz-26.* jelű fúrás $8^1/_2''$-es lyukszakasza (600—1910 m-ig) optimális fúrási rendszerének tervezése. A számítógépes tervezés lépcsőfokai az előzőekben — példaképpen említve — megtalálhatók.

A tényleges eredmények: a $8^1/_2''$-es lyukszakasz első fúrója (AA típ.) 14 Mp terheléssel és 80/min fordulatszám mellett 600—1241 m-ig fúrt. A terv a fúrómenet végét úgy határozta meg — tekintettel az AA típ. fúrók kevésbé megbízhatóságára —, hogy megadta két egymást követő fúrócső egyenkénti lefúrási idejét (max. 35 perc), számítva azonban arra, hogy a fúrócsere 1350 m alatt lesz. A tervtől eltérően — fúrógörgő-meghibásodás miatt — a fúrócserére már 1241 m-ben sor került. Az 1241—1910 m közötti lyukszakaszt (1840 m-ben nem tervezett informatív szelvényezés volt) két A0 típusú háromgörgős fúróval mélyítették, megvalósítva a tervezett 14 Mp terhelést és a 60/min fordulatszámot. A fúrócseréket azonban — az AA fúrónak a tervtől eltérő kiépítése miatt — nem a legkedvezőbb helyen valósították meg, mert a fúróberendezés és a számítógéppel rendelkező tervezők közt az újratervezést lehetővé tevő összeköttetés nem jött létre. Kellő kapcsolat esetén még egy ki- és beépítés megtakarítható lett volna.

A *Táz-26.* jelű kút mélyítési eredményeit összehasonlítva a korábban fúrt kutak eredményeivel — a nehézségek ellenére is — megállapíthatjuk, hogy az a tázlári területen a *Táz-25.* eredményeit is túlszárnyalta. Az optimális fúrófordulatszám és fúróterhelés betartásának következményeképpen megnövekedett a fúrók élettartama, hosszabbak lettek a fúrómenetek. Így a lyukmélyítési sebesség felülmúlta az addig rekordnak számító *Táz-25.* (157 m/d) lyukmélyítési sebességét, és 600—1910 m közt $8^1/_2''$-es lyukszakaszban három fúróval — beleértve az 1840 m-ben megvalósított informatív szelvényezés idejét is — 220 m/d lyukmélyítési sebességet ért el. A megnövekedett lyukmélyítési sebesség és fúrómegtakarítás következtében a *Táz-26.* jelű fúrás $8^1/_2''$-es lyukszakasza 215 Ft/m-rel lett olcsóbb a környező kutak mélyítési költségénél, és 75 Ft/m-rel tovább javította a *Táz-25.* jelű, szintén optimális paraméterekkel fúrt kút mélyítési költségeit.

A kísérletsorozat második csoportjába tartozó *En-13., -15.*, valamint *KihaÉK-18., -19., -26.* jelű fúrásoknál a számítógépes program már figyelembe vette a differenciális talpi nyomás, valamint az öblítési ütem és a jet-sugár fúrási sebességet növelő, fúrómenethosszt módosító hatásait is.

Az *En-13.* jelű fúrás tervezésekor ($12^1/_4''$-es és $8^1/_2''$-es lyukszakasz) az előzőekben ismertetett tervezési szempontok és a számítógépes tervezés bemenőadatain kívül a differenciális talpi nyomás számításához szükséges képletek és alapadatok (áramlási veszteségek számítására alkalmas képletek, szivattyújelleggörbék, túlnyomásfaktor, öblítőiszap reológiai tulajdonságai stb.) is a számítógép memóriájában voltak. A $12^1/_4''$-es lyukszakasz (510—2313 m közti) mélyítését figyelemmel kísérve háromszor vált szükségessé az optimális fúrási rendszer újratervezése.

A hiányos kőzetmechanikai ismeretek, a helytelen földtani szerkezeti megítélésből adódó pontatlan rétegsortervezés miatt a tervezett fúrómenethosszakat nem sikerült megvalósítani.

A $12^1/_4''$-es lyukszakasz mélyítésére 12 fúrót (A0, A1, K2J) használtak fel. A fúrók terhelése: 12—14 Mp; fúrófordulatszám: 60/min; fúvókaátmérők: 3× 12 mm, öblítési folyadékáram: 2100 l/min; öblítőiszap-fajsúly: 1,15—1,26 kp/dm³. A 24 nap alatt mélyített $12^1/_4''$-es lyukszakasz lyukmélyítési sebessége 75 m/d. A korábban fúrt kutak $12^1/_4''$-es lyukszakaszaival az összehasonlítás nem szerencsés, részben az eltérő szerkezeti helyzet, részben a rövidebb $12^1/_4''$-es lyukszakaszok miatt.

Az *En-13.* jelű fúrás $8^1/_2''$-es lyukszakaszának mélyítésekor — a harmadik fúrót követően — öblítőiszap-veszteség lépett fel. A kút bizonytalan mélyítési programja miatt a kísérletet befejeztük.

Az *En-15.* jelű fúrás $12^1/_4''$-es és $8^1/_2''$-es lyukszakaszainak tervezési szempontjai hasonlóak voltak a vele csaknem egyidőben mélyített *En-13.* jelű fúrás tervezési szempontjaival, de a számítógépes program öblítésiütem- és jetsugársebesség-tervezéssel ki lett egészítve. A nem szerencsés fúróberendezés-választás miatt azonban — merev kényszerkapcsolat van a forgatóasztal és az öblítőiszap-szivattyú közt — kompromisszumos megoldások születtek a fúrófordulatszám és az öblítési folyadékáram előírásakor. Ez a kényszerhelyzet elsősorban a $12^1/_4''$-es lyukszakasz mélyítésekor éreztette kedvezőtlen hatását.

A $12^1/_4''$-es lyukszakaszt (100—1310 m-ig) 2, $12^1/_4''$-es A0 típusú fúróval mélyítették. Az elért lyukmélyítési sebesség — 303 m/d — mégis nagyobb volt a környező kutak *(En-7., -8., -9., -10., -11., -12.)* lyukmélyítési sebességénél, és a fúrás 1310 m-ig 0,5—2 nap előnyre tett szert. Az 1310 m-es lyuktalp elérésekor csak az előzőekben tárgyalt *En-13.* jelű fúrás lyukmélyítési

Kapillárisnyomás-görbe meghatározása centrifugával

BAUER KÁROLY

A szerző centrifugával nyert mérési adatok kapillárisnyomás-görbévé való átszámítására megfelelő modellfüggvény használatát javasolja, amely függvény konstansait a mérési adatok alapján kell a legkisebb hibával meghatározni.

Bevezetés

A centrifugával mért adatokból nem tudjuk közvetlenül meghatározni a kapillárisnyomás- és a folyadéktelítettség összefüggését, a kapillárisnyomás-görbét.

A mérési eredmények átalakítása, átszámítása grafikus vagy numerikus úton történhet. Ez a művelet általában az átlagos telítettségeloszlás ($\bar{S}$), valamint a telítettségeloszlás (S) integrálfüggvényének (Y) a meghatározásából áll.

Az átlagos telítettség és átlagos kapillárisnyomás $\bar{S}(P_c)$, valamint az $Y(x)$, ill. $Y(P_c)$ integrálfüggvények szolgáltatják a telítettségeloszlás meghatározásának további alapösszefüggéseit az egyes mérési módokkal nyert eredmények szerint.

A közvetlen mérési adatok megszerzésére a centrifugás mérési módok (P_N, P_A, P_X) bármelyikét is választjuk, viszonylag kevés mérési adat áll rendelkezésünkre a mérési eredmények kapillárisnyomás-görbévé történő átszámításakor.

A mérési adatok numerikus feldolgozásakor a kevés kiindulási adat általában nem elégséges az előbbi függvények polinommal történő megközelítéséhez, ezért a függvényeket alaptermészetükben legjobban megközelítő ún. „modellfüggvény" vagy függvények használata válik indokolttá, amelynek konstansait a mérési eredmények szórásán belül a legkisebb hibával kell meghatározni.

A mérési és kiértékelési módszerek kiválasztása

Az 1970—1974 közötti években centrifugás vizsgálatokat végeztünk laboratóriumi és az atmoszferikustól eltérő viszonyok között [2].

Az atmoszferikus nyomáson és szobahőmérsékleten végzett vizsgálatokon a véghatás-adszorberes mérési mód továbbfejlesztett alakját, a szeletes módszert használtuk, ahol 5-6 kőzetszelet mellett már egyetlen fordulatszámon végzett mérés elegendőnek bizonyult az alapadatok megszerzésére, ha a kiértékelésre a továbbiakban ismertetett numerikus módszert alkalmaztuk [3]. Az egyensúlyi telítettség az e dolgozatban ismertetett ok következtében igen lassan állt be, és így a mérési idő 8—10 óra hosszat tartott.

Az atmoszferikustól eltérő feltételek között végzett méréskor a P_A és P_N mérési módok átalakított formáit alkalmaztuk.

A véghatás-adszorberes mérés — hasonlóan a P_X-méréshez — a kőzetszeletek telítettségének súly- vagy térfogatméréssel való meghatározását teszi szükségessé, és így az atmoszferikustól eltérő nyomáson és hőmérsékleten nem alkalmazhatók. Ezért véghatás-adszorberként nem a kőzet saját anyagából való kőzetszeletet használtunk, hanem a tárcsás módszernél használt nagy küszöbnyomású diafragmát.

Ezzel a megoldással megtartottuk a véghatás-adszorbens-mérés nyújtotta előnyt, de kizártuk a nem nedvesíthető fázisnak a véghatásadszorberbe való behatolási lehetőségét, és így a kőzetminta telítettségét egyértelműen meghatározhattuk a porózus korongon keresztül távozó nedvesítő fázis (víz) térfogatának mérésével, tehát a nagynyomású, tömített kőzetmintatartó szétszedését elkerülhettük.

A kőzetminta és a porózus korong vastagságának egymáshoz viszonyított l_M/l_A arányainak megválasztásakor a [4] jelű tanulmányban leírt vizsgálatokkal egyezően az 1:2 arányt megfelelőnek tartottuk, azonban méréseinkhez ennél jobb, általában 1:2,5; 1:3 arányt alkalmaztunk. Számolnunk kellett ugyanis azzal a körülménnyel, hogy a kőzetminta és a diafragma közötti diszkontinuitás a folyadékeloszlásban nem lesz olyan éles, mint ezt elméletileg várnánk, hanem a diafragmás méréseknek megfelelően *véghatás,* átmeneti zóna jelentkezik, amelyben a víztelítettség a magmintát jellemző értékről a diafragma 100%-os víztelítettségére emelkedik. Emiatt viszonylag vastag kőzetmintát kellett használni, és a kőzetminta küszöbnyomását jelentősen meghaladó kapillárisnyomást biztosító fordulatszámokon kellett a mérést elvégezni.

Az atmoszferikus viszonyoktól eltérő feltételek mellett végzett mérések másik csoportjánál a [2] dolgozatban ismertetett kőzetalak mellett a P_N-mérést alkalmaztuk, amelynél a kőzetalak megválasztásával jól értékelhető eredményt kaptunk.

A mérési adatok kapillárisnyomás-görbévé történő átszámítása

A szeletes módszernél egyetlen fordulatszámon történtek a mérések. A fordulatszám, a kőzetszeletek vastagsága és azoknak a centrifuga forgástengelyétől mért távolsága és az átlagos folyadéktelítettségük ismeretében az

$$Y(x) = -\int_{x_2}^{x} S(x)dx \qquad (1)$$

integrálfüggvény néhány $Y_i(x_i)$ pontját határozzuk meg az

$$Y_i(x_i) = \sum_{0}^{i} \Delta x_i S_i(x_i) \qquad (2)$$

összefüggés szerint.

1. táblázat

Az $Y = x^{A+B\exp(-Cx)}$ függvény konstansai az $f(C)$ helyen P_x módszerrel meghatározott alapadatokból számolva

A mérés fajtája	Függvényállandó			$f(C_0)$	A közelítés	
	A	B	C		átlagos hibája %	átlagos hiba-szórása, %
Víz—levegő rendszer	0,6389	0,61701	0,46	$-6{,}99\cdot10^{-5}$	0,59	0,147
Víz—olaj rendszer	0,70176	0,57383	0,364	$-8{,}71\cdot10^{-6}$	0,083	0,0207

Az $Y(x)$ összefüggés meghatározására az

$$Y(x) = x^{\alpha(x)} \tag{3}$$

modellfüggvényt választottuk.

A vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy az $Y(x)$ függvény általános lefutását legjobban akkor követi a (3) függvény, ha

$$\alpha = A + Be^{-cf(x)} \tag{4}$$

alakú, és $f(x) \equiv x$, amelynek A, B, C konstansait a legkisebb négyzetek módszere alapján határoztuk meg.

Az $F(A, B, C)$ háromváltozós hibafüggvény minimumpontját, vagyis a hibafüggvény derivált görbéjének zérushelyét, mint a C paraméter függvényét határoztuk meg [1], majd az $A(C)$ és $B(C)$ paraméteres függvénykapcsolatok alapján a zérushelyhez tartozó C_0 érték birtokában az $A_0 = A(C_0)$ és $B_0 = B(C_0)$ konstansokat számítottuk ki. Az $f(C)$ derivált függvény lefutását az *1. ábra* mutatja.

A (4) függvény A, B, C konstansait, az $f(C)$ függvény numerikus értékét a $C = C_0$ pontban, a közelítés átlagos hibáját és az átlaghiba szórását az *1. táblázat* tartalmazza.

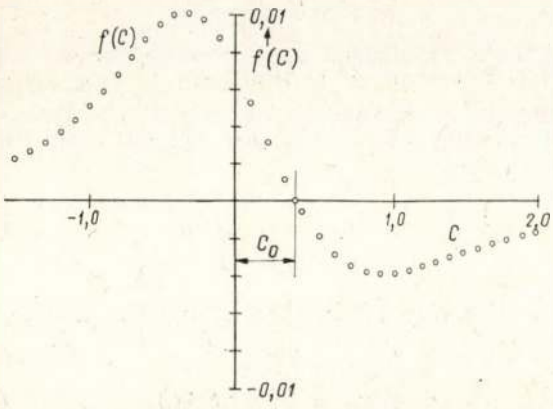
A (4) szerinti $Y(x)$ integrálfüggvényt a *2.* és *3. ábra* mutatja.

A (4) és a bemutatott $S(x)$ eloszlásfüggvényeket a (3) egyenlet deriválásával nyerjük:

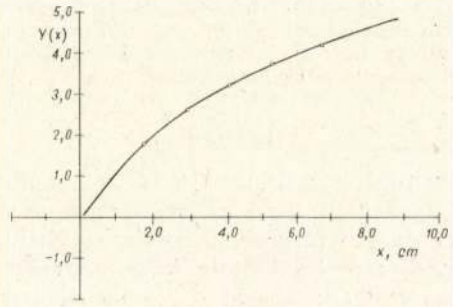
$$S(x) = Y(x)\left(\frac{d\alpha}{dx}\cdot\ln x + \frac{\alpha}{x}\right); \tag{5}$$

a (4) egyenlet szerint

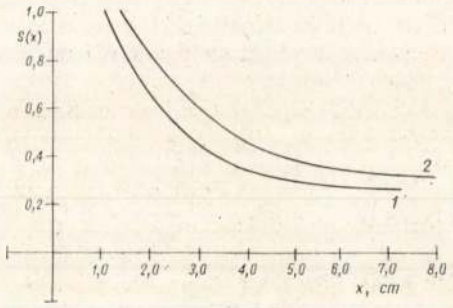
$$\frac{d\alpha}{dx} = -BC\cdot e^{-Cx}. \tag{6}$$



1. ábra
Az $F(A, B, C)$ hibafüggvény derivált görbéjének lefutása a C paraméter függvényében



2. ábra
$Y = x^{A+B\exp(Cx)}$ függvény lefutása víz—olaj rendszerű méréssel (L-462. jelű kőzetminta)



3. ábra
Az $S = Y\left(\frac{d\alpha}{dx}\cdot\ln x + \frac{\alpha}{x}\right)$ függvény alapján számolt telítettség-eloszlás a kőzetminta hossza mentén (L-42. jelű kőzetminta)
1 — víz—levegő; 2 — víz—olaj

A *4. ábrán* a víz—levegő és víz—olaj rendszerre meghatározott $S(P_c)$ telítettség—kapillárisnyomás összefüggés látható, ahol az

$$x = \sqrt{\left(x_2^2 - \frac{2P_c}{\Delta\varrho\omega^2}\right)} \tag{7}$$

függvénykapcsolat alapján történt a transzformáció.

A nagynyomású P_N módszernél az adatok átszámítása az előbbivel analóg történt, de figyelembe vettük azt, hogy a mérési adatokból az $Y(P_c)$ függvény

$$Y_i(P_{ci}) = \bar{S}(P_{ci})\cdot P_{ci} \tag{8}$$

pontjait határozzuk meg, és így az $Y(P_c)$ függvény P_c szerint vett derivált függvénye közvetlenül az $S(P_c)$ folyadékeloszlás—kapillárisnyomás összefüggést szolgáltatja.

A diafragmát alkalmazó P_N módszernél, igen jó közelítéssel közvetlenül az $S(P_c)$ függvénykapcsolat néhány $S_i(P_{ci})$ pontját határozzuk meg, ezért ebben

sebessége volt jobb (0,5 napos előny), és nem sokkal rosszabb (0,5 napos hátrány) a szintén optimális fúrási rendszerrel mélyült *En-9.* jelű fúrásé.

A $8^1/_2''$-es lyukszakasz mélyítése közben öt alkalommal kellett újratervezni az optimális fúrási rendszer technikai paramétereit. Az újratervezések a kompromisszumos megoldások (merev kényszerkapcsolat a forgatóasztal és a szivattyú közt), magvételi helyek bizonytalan meghatározása, nem várt utánfúrás miatt váltak szükségessé. A problémák ellenére az *En-15.* jelű fúrás a $8^1/_2''$-es lyukszakasz tervezett mélységét (2510 m-t) rekordidő alatt — az endrődi területen — érte el. Az 1310—2510 m-es lyukszakaszt 13 fúróval (A0, A1), két magfúrással együtt 19 nap alatt (lyukmélyítési sebesség: 63 m/d) mélyítették. A rekord lyukmélyítési sebesség az *En-15.* jelű fúrást 2350 m-ben (itt nyílik összehasonlítási lehetőség) az *En-7.*, *-8.*, *-9.*, *-11.* jelű fúrásokhoz képest 3; 2,5; 4,5; 2 nap előnyhöz juttatta.

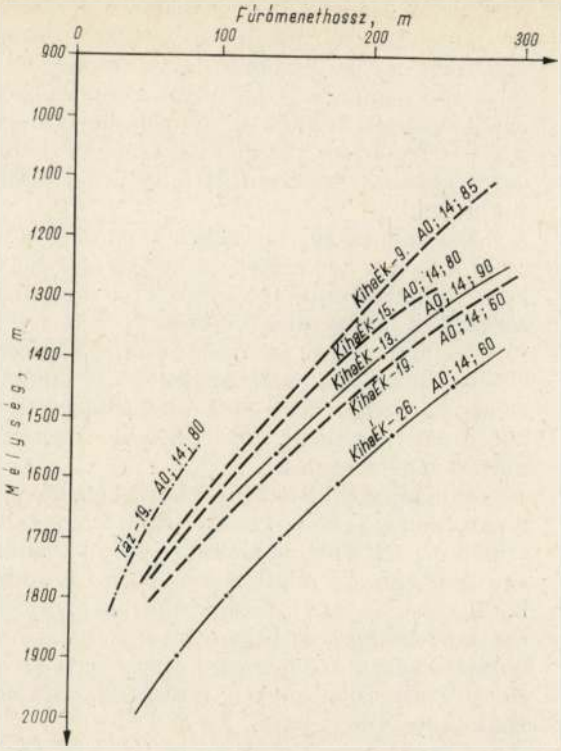
A kiskunhalasi területen mélyített *KihaÉK-18.*, *-19.*, *-26.* jelű fúrások 600—1900 m közti $8^1/_2''$-es lyukszakaszaiban szintén optimális fúrási paramétereket írtunk elő. A $8^1/_2''$-es lyukszakaszok első fúrómenetét AA-s típusú fúróval mélyítették. A *KihaÉK-18.* jelű fúrásnál (14 Mp, 80/min) 907 m, a *KihaÉK-19.* jelű fúrásnál (13—14 Mp, 60/min) 686 m, a *KihaÉK-26.* jelű fúrásnál (14 Mp, 60/min) 762 m volt a fúrómenethossz. A $8^1/_2''$-es lyukszakaszt a továbbiakban A0 típusú fúrókkal mélyítették, többnyire 14 Mp fúróterhelés, 60/min fordulat, 3×10 mm-es fúvókaátmérők, 1400—1500 l/min szivattyúteljesítmény és a technikailag megvalósítható legkisebb 1,15—1,20 kp/dm³ öblítőiszap-fajsúly mellett.

Ez időben a KihaÉK-i fúrási terület $8^1/_2''$-es lyukszakaszainak átlagos fúrási sebessége 8,85 m/h volt. A *KihaÉK-18.* jelű fúrásé ezzel szemben 10,84 m/h, a *KihaÉK-19.* jelű fúrásé 9,52 m/h és a *KihaÉK-26.* jelű fúrásé 9,8 m/h.

Az átlagos talpmélységig (1850—1900 m-ig) a terület fúrásainak fúrófelhasználását és a kutak mélyítésére fordított napok számát elemezve megállapítható, hogy a *KihaÉK-18.* jelű fúrás az átlaghoz képest 2,5 nappal és 2 fúróval, a *KihaÉK-19.* jelű fúrás 1,5 nappal és 1 fúróval, míg a *KihaÉK-26.* jelű fúrás 2 nappal és 2 fúróval használt fel kevesebbet.

A fentiek alapján leszögezhető, hogy a fúrómenetek hossza megnőtt, így a kutak mélyítési költsége csökkent. A *3. ábrán* a fúrómenet kezdeti mélységéhez tartozó fúrómenethosszak összetartozó görbéiről (az összetartozó görbék más-más vonaltípussal vannak rajzolva) leolvasható, hogy az A0 típusú fúrók fúrómenethosszai 14 Mp fúróterhelés mellett a fúrófordulatszám csökkenésével nőnek, a fúrómenetkezdet mélységének növekedése pedig a görbék szerinti (nem lineáris!) fúrómenethossz-csökkenéseket eredményezi. Egy-egy fúrási területen a fúrómenethossz rohamos csökkenése jelenti a fúrótípus alkalmazhatóságának mélységkorlátját. Létezik technikai korlát is: az endrődi fúrások $8^1/_2''$-es lyukszakaszait vizsgálva kiderül, hogy a 17—18 Mp fúróterhelés az A0 típusú fúrók élettartamát (fúrómenethosszát) nagymértékben befolyásolja. Ilyen esetben a fúrólyukszakasz-optimalizáció nem valósítható meg.

Az előzőekben leírt optimális fúrási üzemmód meg-



3. ábra
A fúrómenet kezdőmélységéhez tartozó fúrómenethosszak

valósított kísérleteinek eredményei igazolják, hogy az optimalizációs modell fizikai-műszaki alapjai helyesek, és számítástechnikai felépítése alkalmas a fúrási tevékenység gazdaságosságának fokozására. A hazai eredmények alapján a lyukmélyítés költségcsökkenése azonban még nem oly mérvű (4-5%), mint a külföldi irodalom által publikáltaké. Ez elsősorban az információszegénységgel, mostohább szerszám- és anyagellátottsággal, a műszerezettség hiányával magyarázható.

A hazai optimalizált fúrások tervezése és kivitelezése során meg kellett elégednünk:

— a földtani-műszaki terv sematikus rétegsor-előrejelzésével;
— a rétegsort jellemző, az optimalizációs modell alapadatait jelentő kőzetmechanikai tulajdonságok (fúrhatóság, abráziós tulajdonság stb.) megközelítő értékeivel;
— az üzemek korlátozott szerszámellátottságaival (nem megfelelő hosszú súlyosbítóoszlop, stabilizátorok hiánya stb.);
— az optimalizált fúrás környezetében mélyített kutak mélyítésére vonatkozó műszaki adatok nem minden esetben pontos és elégséges (méterpercek, terhelésérték, iszapadatok stb.) halmazával;
— a nem kielégítő műszerezettség miatt a tervezett fúrási tényezők „hagyományos" ellenőrzési és regisztrálási módszereivel.

Mind az V. ötéves terv fúrásteljesítmény-előirányzat megvalósításának hathatós elősegítése, mind a további évek gazdaságos tevékenységének záloga az optimalizált fúrások általános bevezetése.

Ehhez számos feladatot kell megoldani:

— az optimalizációs modell csak általános lehetőségi keret, melynek számos, fúrási sebességet befolyásoló paraméterét az üzemi kísérletekre kijelölt területek konkrét körülményeire (kútszerkezet, rétegsor stb.), üzemi adottságaira (berendezés állapota, szerszámellátottság stb.) pontosítani kell.

— A földtani-műszaki tervekben pontosabbá kell tenni a rétegsortervezést és a magfúrások helyének meghatározását. Tovább kell folytatni a kőzetmechanikai információszerzést.

— A kőzetmechanikai és fizikai információszerzés érdekében korrelációs kapcsolatot kell találni a geofizikai szelvényezés és a mechanikai szelvényezés közt (érzékeny fúrásisebesség-szelvényező műszer rendszeresítése).

— Az optimalizálni kívánt fúrás környezetében mélyített kutak (kútszerkezetre, fúrási rendszerre vonatkozó stb.) adatait számítógépes adatbankba kell gyűjteni. Az adatbankból gyors és különböző variációk szerint csoportosított paraméterek korrelációja valósítható meg. A kutak mélyítésére vonatkozó adatok (méterpercek, terhelés stb.) megbízhatóságát a fúróberendezések műszerezésével lehet elérni.

— A fúróberendezések mérőműszerekkel és regisztráló egységekkel való ellátása alapvetően sürgető feladat. Addig is a technológiai fegyelem megszilárdítása elengedhetetlen.

— Az optimalizálás megoldható a fúróberendezések jelenlegi szerszámellátottsága (súlyosbítók, stabilizátorok, lengéscsillapítók, fúrók stb.) mellett is. Természetesen hathatósan növelhető a lyukmélyítési sebesség, ha nagyobb terhelést, jobb fúrókat stb. lehet számításba venni.

— A földtani-műszaki tervtől eltérő rétegsor észlelése vagy be nem tervezett magfúrás, továbbá műszaki baleset miatti kiépítés stb. a hátralevő lyukszakasz újraoptimalizálását kívánja. Ez a késedelem nélküli, operatív beavatkozás a fúrás és a számítógép minél közvetlenebb kapcsolatának megteremtését feltételezi.

JELÖLÉSEK

a	egy tetszőlegesen kiválasztott nyomásérték	N/m²
c	empirikus állandó	
D	a rétegnyomás %-os értéke, ha a hidrosztatikus nyomás 100%	
d	fúvókaátmérő	m
$f(\Omega_2, \Omega_3, \ldots)$	fúrásisebesség-függvény összetevője	m/s
k	empirikus együttható	kps/m⁴
K_1, K_2	empirikus állandók	
L	talpmélység	m
m	empirikus kitevő	
n	pszeudoplasztikus kitevő	
p_{sz}	szivattyúnyomás	N/m²
p_{veszt}	áramlási nyomásveszteség	N/m²
Δp	differenciális lyuktalpi nyomás	N/m²
p_x	egy vizsgált paraméter	
$p_v(\mu, \delta)$	a viszkozitás és a mozgási ellenállás függvényében értelmezett áramlási nyomásveszteség	N/m²
p_f	nyomásesés a fúvókában	N/m²
$\overline{w}$	átlagos viszonyszám	
v_e	egyenértékű fúrási sebesség	m/s
β/σ	fúrhatósági komplex együttható	m⁵/s · N
γ	iszapfajsúly	N/m³
δ	empirikus állandó	
w_{ik}	az i-edik és k-adik egyenértékű sebesség viszonyszáma	
v_{ei}	az i-edik egyenértékű fúrási sebesség	
v_{ek}	a k-adik egyenértékű fúrási sebesség	
Q	öblítőiszap-mennyiség	m³/s
v	fúrási sebesség	m/s
v_0	fúrási sebesség $\Delta p=0$ értéknél	m/s
v_a	fúrási sebesség $\Delta p=a$ értéknél	m/s
μ	viszkozitás	Ns/m²
μ^*	viszkozitás a fúvókákban előálló nyírásisebesség-tartománynál	Ns/m²
μ'	plasztikus viszkozitás	Ns/m²
$\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \ldots$	paraméterhalmaz	
Ω_e	egyenértékű paraméterhalmaz	
Ω_p	egy kitüntetett paraméterhalmaz	
P	fúróterhelés	N, ill. Mp (1 Mp=10 kN)
n	fúrófordulatszám	1/s

IRODALOM

[1] Fúrástechnológiai folyamatok számítógépes programozása OGIL-témajelentés, 1972.

[2] Mélyfúrások optimalizálása. OGIL-témajelentés, 1973.

[3] *Hingl J.—Tóth B.:* Mélyfúrási optimalizálás lehetőségei. Földtani Kutatás *1—2* 38—44 (1973).

[4] Mélyfúrások optimalizálása. OGIL-témajelentés, 1974.

[5] *Bourgoyne, A. T.—Young, F. S.:* A multiple regression approach to optimal drilling and abnormal pressure detection. SPE. J. **9** 371—84 (1974).

[6] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, 1968.

[7] *Fülöp M.:* Öblítőiszapok termoreagens hidraulikai modellje. Kőolaj és Földgáz *4* 100—5 (1973).

[8] *Alliquander Ö.—Gilicz B.:* A kiegyensúlyozott nyomású fúrás elmélete és gyakorlata. 1. r. NIMDOK Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, 1972.

[9] *Koleszníkov, N. A.—Bicuta, V. K.—Ignatiadi. A. I.:* Metodika racional'noj otrabotki dolot. Burenie *11* 9—13 (1973).

[10] *Szilas A. P.:* Nem newtoni folyadékok áramlása csővezetékben. NME Jegyzetsokszorosító, 1971.

[11] *Fülöp M.:* Differenciálegyenletek megoldása számítógépen. Számológép *2* 89—96 (1974).

[12] *Csaba J. —Fülöp M.—Tóth B.:* A rotari fúrás optimalizálásának elmélete és hazai gyakorlata. Kőolaj és Földgáz *7* 198—207 (1976).

[13] *Fontenot, J. E.—Simpson, J. P.:* A microbit investigation of the potential for improving the drilling rate of oil-base muds in low permeability rocks. SPE preprint 4519, 1974.

[14] *Murray, A. S.—Cunningham, R. A.:* The effect of mud column pressure on drilling rates. Trans. AIME 1955 **204** 196—204.

[15] *Tóth B.:* Iszszledovanie i opredelenie optimal'nüh parametrov rezsima burenija na mesztorozsdenijah Juzsnoj Ravninü VNR. Kandidátusi disszertáció 1976. Moszkva, VNIIBT

2. táblázat

Az $S(P_c) = 1 - b\exp(-c \cdot p^{-d})$ függvény konstansai az $f(d_0)$ helyen diafragmás P_N-módszerrel meghatározott alapadatokból számolva

A mérés fajtája	Függvényállandó			$f(d_0)$	A közelítés	
	B	C	d		átlagos hibája %	átlagos hibaszórása, %
Víz—levegő rendszer 1 at 23 C°	0,736 55	0,102 313	1,598	$-4{,}303 \cdot 10^{-3}$	0,65	0,256
CO_2—víz—olaj 60 at, 23 C°	0,670 19	0,003 951 5	2,96	$0{,}0206 \cdot 10^{-3}$	0,15	0,037

az esetben magának a $S(P_c)$ függvény modellfüggvényének szükséges a megválasztása. Kiértékeléshez közvetlenül a (4) szerinti függvénykapcsolat:

$$S(P_c) = a + b e^{-cf(p)} \tag{9}$$

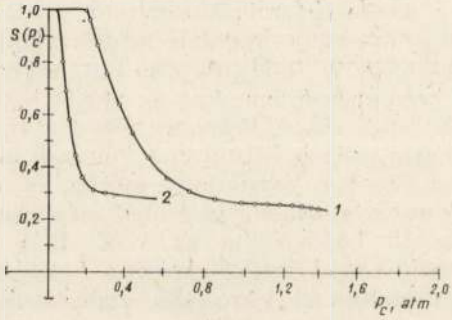
alakban szolgálhat, ahol

$$f(p) = p^{-d} \tag{10}$$

és az $S(P)$ eloszlásfüggvény

$$0 \leqq S(P_c) \leqq 1$$

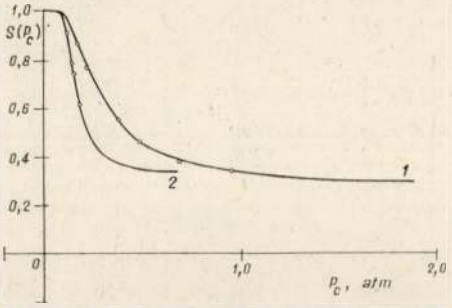
természetének megfelelően $a = 1; b < 0$.



4. ábra

A 3. ábrán bemutatott telítettségprofil alapján számolt $S(P)$ függvénykapcsolat alakulása az L-462. jelű fúrásból származó kőzetmintán

1 — víz—levegő; 2 — L-438. olaj—víz—CO_2; 60 at



5. ábra

Az $S(P_c) = 1 - b\exp(-cP_c^{-d})$ függvény szerint számolt $S(P_c)$ függvénykapcsolat (L-459. jelű magminta)

1 — víz—levegő; 2 — CO_2—víz—olaj; 60 at, 23 C°

Ennek figyelembevételével $S(P_c)$ függvényt is három konstans határozza meg. A b, c és d konstansok legkisebb hibával történő meghatározásához az előzőben ismertetett módon az $F(b, c, d)$ hibafüggvény derivált görbéjének paraméteralakjából indulunk ki, majd a d_0-nál vett $b_0 = b(d_0)$ és $C_0 = c(d_0)$ értékeket határozzuk meg. Az *5. ábra* (9) összefüggés szerint számolt $S(P_c)$ eloszlásfüggvényének jellemző adatait a *2. táblázat* tartalmazza.

Összefoglalás

A centrifugával nyert alapadatok kapillárisnyomásgörbévé történő átszámításával a feladat igen egyszerűvé válik, ha a kiértékelést numerikusan végezzük el.

A numerikus módszer nyújtotta előny akkor aknázható ki teljesen, ha viszonylag kevés mérési adatból meg tudjuk határozni a kapillárisnyomás-görbét.

E feladat akkor oldható meg, ha az eloszlási függvény vagy az eloszlási függvény integrálgörbéjét legpontosabban megközelítő modellfüggvényt választunk e függvények leírására, amelynek állandóit a mérési adatokból határozzuk meg a legkisebb hibával.

JELÖLÉSEK

$S(X)$	a folyadékeloszlás a kőzetminta hossza mentén	
$Y(X)$	a folyadékeloszlás integrálgörbéje	
S_i	egy kőzetszelet átlagtelítettsége	
Δx_i	egy kőzetszelet vastagsága,	cm
$\Delta\varrho$	sűrűség,	g/cm³
ω	szögsebesség,	s^{-1}
P_c	kapillárisnyomás,	at
X	a kőzetmodell kilépési oldalától mért távolság,	cm

IRODALOM

[1] *Bodor T.—Budinszky A.—Komárom I.:* FORTRAN-példatár numerikus módszerek alkalmazására. Budapest, 1972.

[2] *Bauer K.:* Kapillárisnyomás-görbék felvétele CO_2-dal telített folyadékpárokkal. Ipari kutatási jelentés. Miskolc, 1974.

[3] *Bauer K.:* Kőzetminta-alak hatása a centrifugás kapillárisnyomás-mérés pontosságára. Kézirat, 1976.

[4] *Szittár A.:* Kapillárisnyomás-görbék felvétele centrifugás módszerrel. OGIL Műszaki-Tud. Közl. 1968.

Benzinminták elektrosztatikus feltöltődése; antisztatikus adalék anyagok

NÉMETH ÁGNES—
NEMESHEGYI GÁBOR—
NOSZKÓ LÁSZLÓ—
ALMÁSI MIKLÓS

A szerzők vizsgálták különböző antisztatikus adalék anyagok (ASA—3, Präpagen WK, króm(III)-szalicilát-dioleát, kobalt-naftenát, trietanol-amin-oleát, Evistat, Politex-E) benzinfeltöltődési hajlamot csökkentő hatását. Az adalék anyagokat vezetőképesség-méréssel minősítették, mivel a töltéselvezetés időállandója és a vezetőképesség között egyértelmű összefüggés van.

Mérési eredményeik szerint a vizsgált adalék anyagok antisztatikus hatása a következő sorrendben csökkent: ASA—3, króm(III)-szalicilát-dioleát, Präpagen WK, kobalt-naftenát, Polytex—E, trietanolamin-oleát. Az Evistat — korlátozott oldhatósága miatt — benzinben adalék anyagként nem használható.

Az ipar számos területén használnak benzint oldószerként. A benzin elektrosztatikus feltöltődési hajlama miatt fokozott robbanásveszéllyel kell számolni. A robbanásveszély csökkentésének egyik módja, hogy a benzinek vezetőképességét antisztatikus adalék anyagokkal növelik. A vezetőképesség növelésével ugyanis a töltések elvezetését segítik elő.

Különböző antisztatikus adalék anyagok elektrosztatikus feltöltődésgátló hatását vizsgáltuk algyői középbenzin-frakcióban. Az adalék anyagok hatását vezetőképesség-méréssel határoztuk meg. A töltésvezetés időállandója és az oldatok vezetőképessége között a a következő összefüggés van [1]:

$$\tau = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{1}{\varkappa},$$

ahol ε_r a folyadék dielektromos állandója vákuumra vonatkoztatva;

ε_0 a vákuum dielektromos állandója, $8{,}85 \cdot 10^{-14}$ $As \cdot V^{-1} cm^{-1}$;

$\varkappa$ az ásványolajtermék fajlagos elektromos vezetőképessége, $ohm^{-1} cm^{-1}$.

Az irodalmi adatok szerint az antisztatikus adalék anyagokat két nagy csoportba sorolhatjuk: nitrogéntartalmúak és egyéb vegyületek. Néhány nitrogéntartalmú antisztatikus anyagot ismertetünk az *1. ábrában*. Ezek az anyagok általában különböző aminok, kvaterner ammóniumsók, savamidok, illetve ezek származékai. Mindegyik vegyületre jellemző, hogy egy hidrofób és egy hidrofil részt tartalmaz. A hidrofób rész általában 8—26 szénatomú telített szénhidrogéncsoport.

Az egyéb felépítésű antisztatikus anyagok közül különös figyelmet érdemelnek az alkilszalicilsav krómsói [9, 10]. Ezek közül az egyik a fő komponense a Shell által forgalmazott ASA—3-nak is, amely a leggyakrabban használt antisztatizáló anyag.

Az antisztatikus hatású adalék anyagok kiválasztása

A vizsgálandó adalék anyagokat az alábbi szempontok szerint választottuk ki:

1. Antisztatizáló hatása fajlagosan nagy legyen.

2. Benzinben vagy azzal elegyedő más oldószerben jól oldódjék.

3. Ne legyen káros hatása a benzinre és a felhasználáskor vele érintkezésbe jutó gépekre, alkatrészekre.

4. Ne legyen öregedésre hajlamos.

5. Olcsó és könnyen beszerezhető legyen.

A fenti szempontok szerint a következő antisztatikus adalék anyagok hatását vizsgáltuk meg: króm(III)-szalicilát-dioleát, ASA—3, kobalt-naftenát, Politex-E, Präpagen WK, trietanol-amin-oleát és Evistat. A felsorolt anyagok közül az ASA—3-at, a kobalt-naftenátot, a króm(III)-szalicilát-dioleátot, valamint a trietanol-amin-oleátot irodalmi adatok alapján választottuk ki [8, 9, 10, 11]. Az első kettő a kereskedelemben beszerezhető volt, míg az utóbbi kettőt magunk állítottuk elő. A Präpagen WK-t a frankfurti *Hoechst* gyár, míg az Evistat és a Politex-E nevű terméket az Egyesült Vegyiművek gyártja, és a szálas anyagok antisztatizálására javasolják alkalmazásukat.

A vizsgált benzimminta az MSZ—1621—53 sz. középbenzin volt. Vezetőképességét a *1. táblázat* első sorában tüntettük fel. A króm(III)-szalicilát-dioleátot,

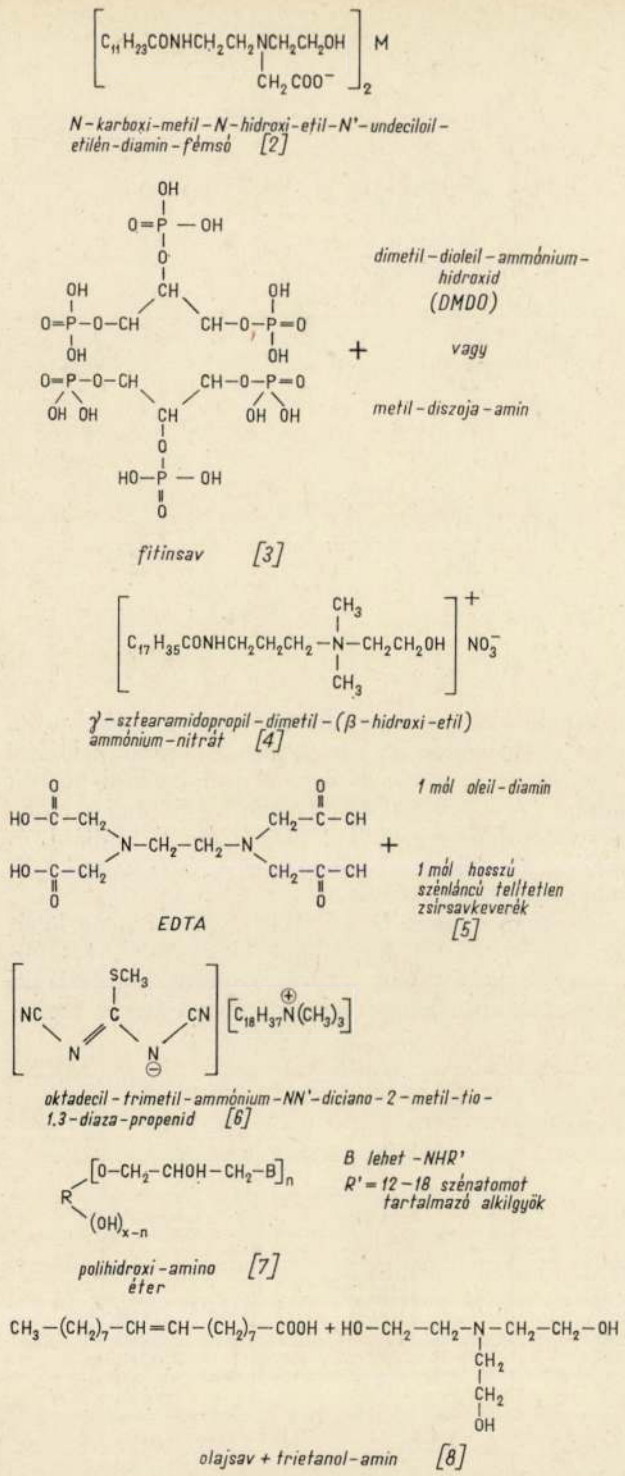
Etil-alkohol

1. táblázat

Etil-alkohol-konc. tf.%	50 V		110 V	
	R, Mohm $.10^3$	$\varkappa$, $ohm^{-1}cm^{-1}$ $.10^{-15}$	*R*, Mohm $.10^3$	$\varkappa$, $ohm^{-1}cm^{-1}$ $.10^{-15}$
0	1400	1,4	2500	7,8
1	128	15,0	851	13,0
2	25,5	780	17	110
5	1,47	1300	1,35	1400
n-butil-alkohol-konc. tf.%	n-butil-alkohol			
0,1	1200	1,6	1130	1,5
1	370	5,4	510	3,9
5	18,8	106	11,8	168
10	3,2	620	2,75	720

az ASA—3-at és a kobalt-naftenátot benzinben, az Evistatot és a Präpagén WK-t etil-alkoholban, a Politex-E-t és a trietanol-amin-oleátot butil-alkoholban oldottuk. Az így elkészített, 0,5—1,5 s% koncentrációjú törzsoldatokból hat-nyolc tagból álló mintasorozatot készítettünk a vizsgált benzinnel.

Az Evistat kis alkoholkoncentráció mellett kivált



1. ábra

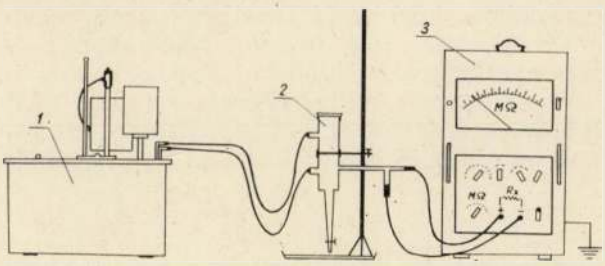
az oldatból. Mivel ilyen kísérleti körülmények között adalék anyagként alkalmazni nem célszerű, ezért ezeket a méréseket a továbbiakban nem ismertetjük.

Benzinminták elektromos ellenállásának mérése

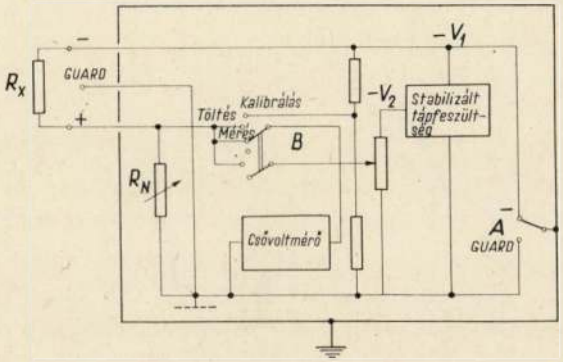
Rosszul vezető folyadékok elektromos vezetőképességének meghatározása a mérendő igen nagy (10^6 ohm fölötti) ellenállások miatt a szokástól részben eltérő mérési módszerek alkalmazását és a referenciafeltételek igen gondos betartását igényli.

Méréseinket egyenfeszültséggel, a feszültségosztásos módszer alapján végeztük.

A munkához dán, Radiometer gyártmányú, IM 5d típusú megaohmmérőt és Radelkis gyártmányú, OK 302 típusú dielektrométer cellát használtunk. Mérési összeállításunkat a *2. ábra* mutatja.



2. ábra
1 — UT 10 ultratermosztát; 2 — termosztálható kapacitív cella; 3 — megaohmmérő



3. ábra

Az IM 5d típusú készülék egyszerűsített mérési vázlatát a *3. ábrán* láthatjuk. A műszer előnyös tulajdonsága, hogy az *A* jelű kapcsolóval a cella negatív pólusa földelhető, így nem okoz gondot a termosztáló folyadékon keresztül egyébként földkapcsolatban álló cella használata. A készülék műveleti kapcsolójának (*B*) három állása kényelmes mérést tesz lehetővé. A kalibrálóállásban az R_X ellenállású cella 44 kohmos ellenálláson keresztül van rövidre zárva, ugyanakkor beállíthatjuk a pontos mérőfeszültséget. A töltőállásban a mérőellenállás kihagyásával kapcsoljuk a választható mérőfeszültséget a cellára, így a polarizációs jelenségek lefutását tudjuk gyorsítani. A mérőállásban a csővoltmérő az R_N-en eső feszültséget méri.

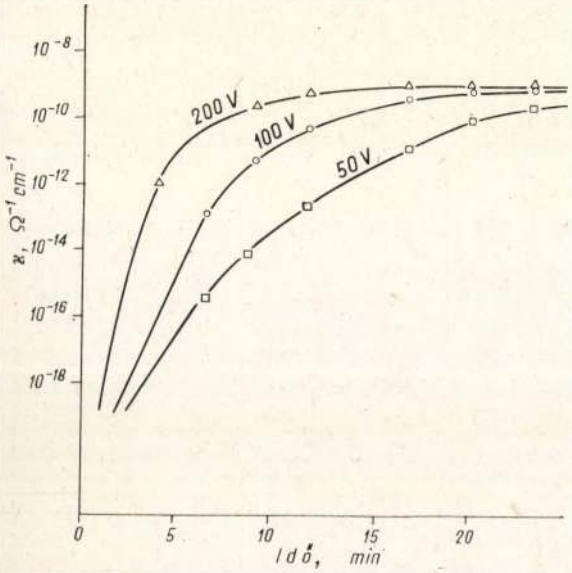
Az egyenfeszültségű mérés körülményeinek meghatározása

A *2. ábra* szerinti mérésösszeállítással dolgozva előkísérleteink során meghatároztuk azokat a paramétereket és referenciafeltételeket, amelyekre a mérés különösen érzékeny, majd kijelöltük ezek optimális értékeit, és megállapodtunk a végleges metodikában.

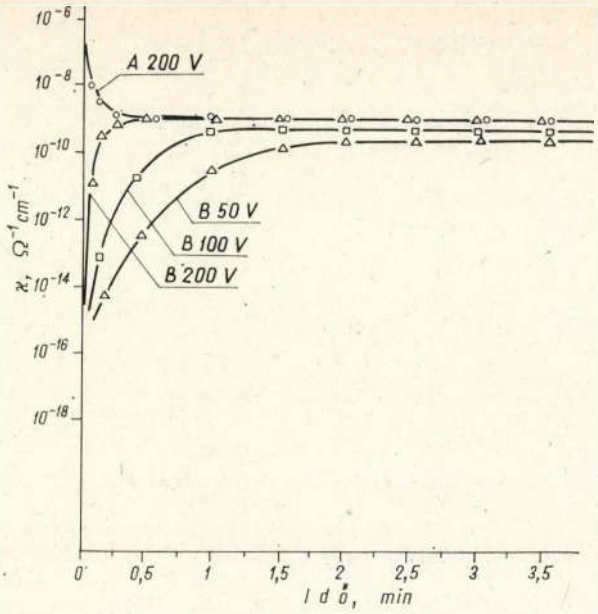
A vizsgált hatások a következők voltak:

— a mérés időfüggése,
— hőfokfüggése,
— térerőfüggése és
— a cella tisztaságának hatása a mérésre.

Adalékolt benzinmintát töltve a cellába vizsgáltuk a mért érték beállását az idő és az alkalmazott mérőfeszültség (térerő) függvényében, és a *4. ábrán* látható képet kaptuk. A jelenség oka az elektród felületén az adalék anyagból kialakuló adszorbeált réteg, amelynek kialakulását a térerősség növelése segíti. A mérések reprodukálhatóságának biztosítása és a mérési idő rövidítése érdekében a következő eljárást alkalmaztuk. A cellába betöltött mintaoldatot 30 másodpercen keresztül 50 V feszültségre kapcsolva kialakítottuk az elektródfelületekre adszorbeált réteget, majd a térerőt megszüntetve az oldatot leengedtük, ezt követően az újabb háromszori mintával történő átöblítése után a negyedszerre feltöltött adagon végeztük a mérést. Ily módon az adalék anyag koncentrációjától függően az *5. ábra A* vagy *B* jelű beállási görbéit kaptuk. A *4. ábrával* összehasonlítva feltűnő a végleges érték igen gyors, 1-2 percen belüli beállása, és (ami az ábrából nem tűnik ki) a mérések reprodukálhatóságának növekedése.



4. ábra



5. ábra

A vezetőképesség hőmérsékletfüggése okozta hibát az ultratermosztát használata kiküszöböli, továbbmenve lehetőség van lépcsős izoterm hőmérsékleti program megvalósítására is. Méréseink szerint szoba-

2. táblázat

Króm(III)-szalicilát-dioleát

Koncentr.	50 V		100 V	
s%	*R*, Mohm	$\varkappa$, $ohm^{-1}cm^{-1}$	*R*, Mohm	$\varkappa$, $ohm^{-1}cm^{-1}$
$1,47\cdot10^{-3}$	$8,7\cdot10^{2}$	$2,2\cdot10^{-12}$	$1,0\cdot10^{3}$	$2\cdot10^{-12}$
$3,68\cdot10^{-3}$	$2,6\cdot10^{2}$	$7,7\cdot10^{-12}$	$3,48\cdot10^{2}$	$5,7\cdot10^{-12}$
$7,3\cdot10^{-3}$	$8.6\cdot10$	$2,3\cdot10^{-11}$	100	$2\cdot10^{-11}$
$1,47\cdot10^{-2}$	61	$3,2\cdot10^{-11}$	77	$2,6\cdot10^{-10}$
$3,68\cdot10^{-2}$	17	$1,17\cdot10^{-10}$	19,5	$1,0\cdot10^{-10}$
$7,36\cdot10^{-2}$	8,6	$2,3\cdot10^{-10}$	8,4	$2,3\cdot10^{-10}$
tf%		*ASA—3*		
$2\cdot10^{-5}$	$2,59\cdot10^{2}$	$7,72\cdot10^{-12}$	$3,0\cdot10^{2}$	$5,5\cdot10^{-12}$
$4\cdot10^{-5}$	$8,6\cdot10$	$2,36\cdot10^{-11}$	$8,3\cdot10$	$2,4\cdot10^{-11}$
10^{-4}	$1,98\cdot10$	$1,01\cdot10^{-10}$	$2,2\cdot10$	$9,1\cdot10^{-11}$
$2\cdot10^{-4}$	$1,12\cdot10$	$1,79\cdot10^{-10}$	9,1	$2,2\cdot10^{-10}$
$4\cdot10^{-4}$	2,8	$7,14\cdot10^{-4}$	2,25	$8,9\cdot10^{-10}$
10^{-3}	1	—	1	—
s%		*Kobalt-naftenát*		
$1,47\cdot10^{-3}$	$2,45\cdot10^{4}$	$8,1\cdot10^{-14}$		
$3,67\cdot10^{-3}$	$1,22\cdot10^{4}$	$1,6\cdot10^{-13}$		
$7,35\cdot10^{-3}$	$7,0\cdot10^{3}$	$2,8\cdot10^{-13}$		
$1,47\cdot10^{-2}$	$4,85\cdot10^{3}$	$4,1\cdot10^{-13}$		
$3,67\cdot10^{-2}$	$2,15\cdot10^{3}$	$9,3\cdot10^{-13}$		
$7,35\cdot10^{-2}$	$1,34\cdot10^{3}$	$1,5\cdot10^{-12}$		

Koncentr. s%	n-butanolkonc. tf%	Politex-E 50 V R, Mohm	Politex-E 50 V ϰ, ohm⁻¹cm⁻¹	Politex-E 100 V R, Mohm	Politex-E 100 V ϰ, ohm⁻¹cm⁻¹
$1{,}46\cdot10^{-3}$	0,1	$6{,}7\cdot10^{5}$	$2{,}9\cdot10^{-15}$	$1{,}1\cdot10^{6}$	$1{,}8\cdot10^{-15}$
$2{,}92\cdot10^{-3}$	0,2	$4{,}9\cdot10^{5}$	$4{,}0\cdot10^{-15}$	$8\cdot10^{5}$	$2{,}5\cdot10^{-15}$
$7{,}32\cdot10^{-3}$	0,5	$1{,}7\cdot10^{5}$	$1{,}17\cdot10^{-14}$	$2{,}55\cdot10^{5}$	$7{,}8\cdot10^{-15}$
$1{,}46\cdot10^{-2}$	1	$3{,}8\cdot10^{4}$	$5{,}2\cdot10^{-14}$	$4{,}23\cdot10^{4}$	$4{,}7\cdot10^{-13}$
$2{,}92\cdot10^{-2}$	2	$1{,}5\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{-13}$	$1{,}5\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{-13}$
$7{,}3\cdot10^{-2}$	5	$4{,}1\cdot10^{3}$	$4{,}8\cdot10^{-13}$	$3{,}3\cdot10^{3}$	$6{,}0\cdot10^{-13}$
$1{,}47\cdot10^{-1}$	5	$1{,}5\cdot10^{3}$	$1{,}3\cdot10^{-12}$	$1{,}4\cdot10^{3}$	$1{,}4\cdot10^{-12}$
$2{,}92\cdot10^{-1}$	10	$5{,}8\cdot10^{2}$	$3{,}4\cdot10^{-12}$	$5{,}5\cdot10^{2}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$
$7{,}37\cdot10^{-1}$	10	5,6	$3{,}5\cdot10^{-10}$	5,45	$3{,}6\cdot10^{-10}$
s%	etanolkonc. tf%	Präpagen WK			
$2{,}94\cdot10^{-3}$	0,2	$9{,}7\cdot10^{3}$	$2\cdot10^{-13}$	$7{,}4\cdot10^{3}$	$2{,}7\cdot10^{-13}$
$7{,}35\cdot10^{-3}$	0,5	$6{,}6\cdot10^{3}$	$3\cdot10^{-13}$	$4{,}3\cdot10^{3}$	$4{,}6\cdot10^{-13}$
$1{,}47\cdot10^{-2}$	1	$4{,}7\cdot10^{3}$	$4{,}2\cdot10^{-13}$	$3{,}8\cdot10^{3}$	$5{,}2\cdot10^{-13}$
$2{,}94\cdot10^{-2}$	2	$3{,}3\cdot10^{3}$	$6{,}10^{-13}$	$2{,}6\cdot10^{3}$	$7{,}6\cdot10^{-13}$
$7{,}35\cdot10^{-2}$	5	74,5	$2{,}6\cdot10^{-11}$	73,5	$2{,}7\cdot10^{-11}$
$1{,}47\cdot10^{-1}$	10	1	$2\cdot10^{-9}$	1	$2\cdot10^{-9}$
s%	n-butilalk.-konc. tf%	Trietanol-amin-oleát			
$8{,}8\cdot10^{-3}$	0,2	$5{,}4\cdot10^{5}$	$3{,}7\cdot10^{-15}$	$8{,}5\cdot10^{5}$	$2{,}3\cdot10^{-15}$
$2{,}2\cdot10^{-2}$	0,5	$1{,}9\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{-14}$	$2{,}6\cdot10^{5}$	$7{,}6\cdot10^{-15}$
$4{,}4\cdot10^{-2}$	1	$8\cdot10^{4}$	$2{,}5\cdot10^{-14}$	$8{,}3\cdot10^{4}$	$2{,}4\cdot10^{-14}$
$8{,}8\cdot10^{-2}$	2	$2{,}8\cdot10^{4}$	$7{,}1\cdot10^{-14}$	$2{,}25\cdot10^{4}$	$8{,}8\cdot10^{-14}$
$2{,}2\cdot10^{-1}$	5	$1{,}0\cdot10^{4}$	$2\cdot10^{-13}$	$7{,}7\cdot10^{3}$	$2{,}5\cdot10^{-13}$
$4{,}4\cdot10^{-1}$	10	$8{,}9\cdot10^{2}$	$2{,}2\cdot10^{-12}$	$7{,}6\cdot10^{2}$	$2{,}6\cdot10^{-12}$

hőmérsékletű mintát töltve a cellába 10 percen belül a hőmérsékleti különbség kiegyenlítődik.

A mérések reprodukálhatóságának érdekében különösen nagy gondot kell fordítani a cella tisztítására. Egyes szerzők leírják, hogy a cellát milyen oldószerekkel, milyen sorrendben és hányszor kell átmosni. Néhány szerző javasolja, hogy befejezésképpen az elektródokat oldószergőzök kondenzálásával célszerű mosni. Az utóbbi eljárást nem alkalmaztuk, a tiszta oldószerrel történő többszöri mosást kielégítőnek találtuk. A sorozatméréseknél így olyan metodikát alakítottunk ki, mely a műveleti sorrend szigorú betartásával és időprogramja alapján igen jól reprodukálható mérési eredményekhez vezetett.

Mérési eredmények

A *2. táblázatban* összefoglaltuk, hogy a különböző típusú adalék anyagok milyen mértékben növelik meg a vizsgált benzin vezetőképességét. A táblázat első oszlopában az adalék anyagok koncentrációját és a benzinben közvetlenül nem oldódó anyagok esetében a mintában levő egyéb oldószer mennyiségét tüntettük fel. A további oszlopok az 50 és 100 volt feszültségnél mért ellenállásértékeket, illetve a cellaállandó ismeretében ezekből számolt fajlagos vezetőképességek értékeit tartalmazzák. Mivel a n-butil-alkoholnak és az etil-alkoholnak jóval nagyobb a vezetőképessége, mint a benziné, ezért meghatároztuk, hogy ezek mennyisége adalék anyag nélkül milyen mértékben növeli meg a vezetőképességet. Eredményeinket az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy minden esetben az adalék anyagok emelik jelentősen a benzin vezetőképességét.

A mérési eredmények értékelése

A *2. táblázat* adataiból megállapítható, hogy a vizsgált adalék anyagok antisztatikus hatása a következő sorrendben csökken: ASA—3, króm(III)-szalicilát-dioleát, Präpagen WK, kobalt-naftenát, Politex-E, trietanol-amin-oleát. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy csak az ASA—3 alkalmazását ajánljuk. Véleményünk szerint, minden esetben egyedileg kell eldönteni a — gazdaságosság figyelembevétele alapján —, hogy melyik adalék anyag a legmegfelelőbb.

IRODALOM

[1] *Gavis, J.:* The effect of ionic dissociation and recombination on the relaxation of charge on low dielectric constant fluids. Chem. Eng. Sci. *24* 451—60 (1969).
[2] U.S. 3.359.086 Patent.
[3] U.S. 3.206.290 Patent.
[4] U.S. 3.230. 058 Patent.
[5] U.S. 3.455.665 Patent.
[6] U.S. 3.439.031 Patent.
[7] Brit. 883.861 Patent.
]8] SZSZSZR 195.589 patent.
[9] Belg. 610.617 Patent.
[10] Belg. 612.088 Patent.
[11] *Pauskin, M.—Visnjakova, T. P.—Vlaszova, J. D.—Krulov, J. F.—Macsusz, F. F.:* Antisztaticseszkie priszadki dlja nefteproduktov na osznove helatoobrazujuscsih szoedinenij. Him. Tehn. Maszel. **14** *12* 22—4 (1969).

Kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek tervezési és üzemeltetési problémái 1. r.

SZÜCS ISTVÁN—
HÓBOR LÁSZLÓ

A szerzők részletesen ismertetik a kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek tervezése és üzemeltetése során szerzett tapasztalatokat, és célszerű javaslatokat tesznek az eddig észlelt hibák és nehézségek kiküszöbölésére, valamint új, biztonságos megoldásokra.

Behatóan foglalkoznak a kompresszorok gyártmányváltoztatásainak következményeivel, a folyadékütés veszélyével, a dugatytyús gépek akusztikus rezgéseivel, a kompresszorok elektromotorjainak egyik jellemző típusával, a kezelési és szerelési lehetőségekkel, ezenkívül felhívják az érintett szakemberek figyelmét a kompresszorok telepítésével, teljesítményszabályozásával, energiaellátásával és műszerezésével kapcsolatos kérdések fontosságára is.

A kőolaj-feldolgozó ipar számos üzemében fontos technológiai szerepet töltenek be a különböző kompresszorok. Az üzemek egy részében a kompresszorberendezések nyomásfokozó funkciót látnak el (pl. propános aszfaltmentesítő, atmoszferikus desztilláció, hidrogénes kénmentesítő, gázfrakcionáló stb.), míg más technológiáknál a gázok cirkuláltatását végzik (pl. benzinreformálás, gázolaj-kénmentesítés, izomerizálás, különböző krakküzemek, petrolkémiai berendezések stb.). Bizonyos esetekben egy üzemen belül mindkét technológiai funkció előfordul, de gyakori a különleges felhasználási igény is (pl. hűtőkompresszorok, vákuumkompresszorok, inertgáz-kompresszorok, mobil berendezések különböző rendeltetéssel stb.).

Tekintve, hogy a kompresszorok meghibásodása az üzem részleges vagy teljes leállását okozza, ezen berendezéseket 100%-os tartalékkal célszerű tervezni, és mind az építés, mind pedig az üzemeltetés időszakában fokozott gondossággal kell eljárni.

A következőkben azon fontosabb szempontokat kívánjuk a tervezők és üzemeltetők figyelmébe ajánlani, melyek jelentős mértékben befolyásolják a kompresszortelepek működését, különös tekintettel a már ismert — és a gyakorlatban előfordult — hibaforrásokra.

A szállított közegek tulajdonságai

A kőolaj-feldolgozó iparban általánosan előforduló gázelegyek — fizikai és kémiai tulajdonságaikat tekintve — viszonylag szűk intervallumban találhatók. A komprimálandó gázok jelentős része a C_1—C_5 könnyű szénhidrogének családjába tartozik, míg a katalitikus üzemek jellemző gázkomponense a hidrogén. A gázelegyek gyakori szennyező anyagai az oldószergőzök és a kén-hidrogén, de nem ritka a tiszta ammónia, inert gáz vagy levegő komprimálása sem.

Ezen anyagok csaknem mindegyike fokozottan tűz- és robbanásveszélyes, valamint mérgező; ennek megfelelően a csővezetéki kötéseket és csőszerelvényeket úgy kell kialakítani, hogy a szállított közegnek az atmoszférába történő véletlen kijutását megakadályozzuk. A technológiailag szükséges fúvatási műveletekhez — nyomásmentesítéshez, öblítéshez, mintavételhez — megfelelő segédrendszereket kell tervezni, és azokat szakszerűen kell üzemeltetni.

Gázömlések vagy nyomás alatti mintavételek következtében több esetben fordult már elő tűz vagy mérgezés, de egészen egyszerű komprimálási feladatok megoldása is komoly veszélyeket rejt magában. Ezzel kapcsolatban egy tanulságos esetre hivatkozunk: egy inert gáz komprimálására tervezett olajkenésű, több fokozatú, dugattyús kompresszorral levegőt komprimáltak. Az utolsó fokozatban fellépő kompressziós hő és végnyomás miatt az olajköd felrobbant, és az anyagi kár mellett személyi sérülés is történt.

A beépítendő gépek tulajdonságai

Annak függvényében, hogy a kompresszor forgó mozgással (rotációs, turbó) vagy alternáló mozgással (dugattyús, membrán) végzi a gázok sűrítését, illetve cirkuláltatását, már eleve több típuscsalád alakult ki. A típuscsaládokon belül is jelentős számú változat létezik az elrendezésben (álló, fekvő stb.), a működési módban (egyszeres, kétszeres), a fokozatok számában (egy- vagy több fokozatú) és a kenési rendszerekben (olajkenésű vagy kenésmentes) mutatkozó jelentős eltérések miatt. Tovább bővül a választék, ha az üzemi nyomás és a szállított mennyiség tartománya szerint szeparáljuk a típusokat. Természetesen az egyes típusok üzemvitel közbeni viselkedése és jellemző tulajdonságai is jelentősen eltérnek egymástól, de jelen tanulmányunkban nem kívánjuk ezeket részletezni, és a továbbiakban csak az egy- és kétfokozatú dugatytyús gépekkel foglalkozunk.

Külföldi gyártású kompresszorberendezések

A kőolaj-feldolgozó ipar igényeit szállított mennyiségben (600—60 000 nm^3/h) és üzemnyomásban (6—60 att) egyaránt kielégítő kompresszorokat a hazai ipar nem állít elő, így — a gépek zöménél — külföldről való beszerzésre kényszerülünk.

Az importgépek tervezési műveleteinél általános probléma az adatszolgáltatásokkal kapcsolatos késedelem, illetve hiányosság. Számos kérdés merül fel a vétel tárgyát képező kompresszor műszaki paramétereire vonatkozólag, melyek tisztázása rendszerint nehézségekbe ütközik a szállítási szerződés megkötése után. Ennek megelőzése érdekében fontosnak tartjuk, hogy az ajánlatok beérkezése és értékelése utáni műszaki tárgyalásokon lehetőleg teljes részletességgel be tudjuk szerezni a szükséges technikai információkat, és pontosan rögzítsük az adatszolgáltatás mélységét és szállítási határidejét. Ez — természete-

sen — feltételezi, hogy a műszaki tárgyalásokon jó felkészültségű és a szakterületen jártas tervezők és üzemeltetők vesznek részt.

Hasonlóan gondos előkészítést igényel a referencialátogatások megszervezése is. Megfelelő összetételű delegáció igen sok hasznos ismeret birtokába juthat a vásárlás tárgyát képező kompresszorberendezések üzemeltetési problémáit illetően. Gyakorlatilag ez az egyetlen lehetőség a gépek üzemelés közbeni preventív tanulmányozására, az adott gépi berendezés és a technológia kapcsolatának megismerésére.

A „szolgálati úton" kijelölt tárgyaló partnerek mellett lehetőleg módot kell keresni az üzem vezetőjével vagy mechanikusával való tanácskozásra is, tekintve, hogy a tervezéssel és az üzemeltetéssel kapcsolatos tényleges problémákat ezen a szinten ismerik a legjobban. Itt tudunk megbízható értesüléseket szerezni a jellemző veszélyforrásokról és üzemzavarokról, az esetleges tervezési hibákról és a kapcsolatos változásokról.

Különösen fontosnak tartjuk ezeket a megbeszéléseket azért is, mert az importgépekre vonatkozólag nem rendelkezünk még elegendő tervezési és üzemeltetési tapasztalattal, és ezek hiánya — gyakorta — a berendezés késleltetett indítását, esetleg meghibásodását vonja maga után.

Az elmondottakból adódik, hogy a referencialátogatásokat nem elegendő a gép gyártó művére korlátozni, egyrészt, mert a gépgyárakban nem ismerik a tényleges technológiai igényeket, másrészt a gyártó mű nem érdekelt az üzemeltetési problémák feltárásában.

A gondosan végrehajtott ajánlati értékelések, műszaki tárgyalások, majd referencialátogatások ellenére is maradnak még bizonytalanságok, melyek az országok közötti szabványok eltéréseiből és a bizonylati rendszerek különbségeiből adódnak, vagy mint tervezői részletkérdések jelennek meg. Jellemzőként megemlítjük az engedélyezési eljárásokkal kapcsolatos problémákat, illetve az import- és hazai gyártású berendezések csatlakoztatásánál fellépő szerkezetianyag- és méretproblémákat.

A hazai kőolaj-feldolgozó ipar üzemeiben túlnyomórészt importkompresszorok vannak beépítve, tekintve, hogy az igényelt nyomás- és teljesítménytartományban hazai berendezések nem állnak rendelkezésre, vagy azok műszaki színvonala nem kielégítő.

Az import fogalomkörön belül külön kell foglalkozni a gyártó művek és a géptípusok számával.

A működő kompresszorberendezéseket csak különböző piacokról tudtuk biztosítani, így fokozott mértékben fennállnak az eddig ismertetett nehézségek, nevezetesen az adatszolgáltatási, honosítási, üzemeltetési, karbantartási és alkatrész-ellátási gondok. Az *1. táblázatban* példaképpen bemutatjuk a Komáromi Kőolajipari Vállalat és a Dunai Kőolajipari Vállalat fehérárus üzemeiben már működő és a Tiszai Kőolajipari Vállalathoz tervezett kompresszorok beszerzési forrásait, gyártó műveit és az üzembe helyezés évét. A táblázatból látható, hogy a 21 technológiai pozícióra 4 ország 7 gyártó művének 18 típusa van beépítve, és ez — különösen a gyártó művek száma tekintetében — több a kívánatosnál.

A táblázatból minden kétséget kizáróan látszanak az egységesítési törekvés jelei, de a jövőben — a műszaki igények és a gazdasági lehetőségek összehangolásával — fokozottabban kell ügyelni a gyártó művek számának csökkentésére. Az igények azonos típuscsaládokból történő kielégítésével jelentősen tudnánk mérsékelni a tervezési és üzemviteli, valamint alkatrész-ellátási gondokat az üzemeltetési és karbantartási költségek egyidejű csökkentésével.

A folyadékütés veszélye

A dugattyús kompresszorok egyik jellemző veszélyforrása a folyadékütés. Ez a probléma a nedves üzemű hűtőgéptechnikában merült fel még annak hőskorában, de változatlanul fennáll olyan szénhidrogénelegyek sűrítésekor is, amilyeneknél a gázban kondenzálódó komponensek vannak. A cseppfolyós szénhidrogéneknek a hengerben való megjelenése azért veszélyes, mert a nagyobb áramlási ellenállások miatt a dugattyú a folyadékot nem mindig bírja a nyomószelepen kinyomni, így — a dugattyú és a hengerfedél közötti kis térfogatok miatt — folyadékütés keletkezik, amely általában a gép töréséhez, gyakran balesethez vezet.

A folyadékütést tehát az a folyadékmennyiség okozta, amely nem tud eltávozni a nyomószelepen, viszont a bekövetkezéséhez igen kis mennyiségű cseppfolyós anyag elegendő.

A *2. táblázatban* bemutatunk néhány — a feldolgozó iparban használt — kompresszor hengerátmérőjének és káros tereinek üzemben mért értékeit, illetve

1. táblázat

A feldolgozóipar fehéráruüzemeiben működő kompresszorok

	KKV	DKV			TKV
		1. üzem	2. üzem	3. üzem	
Reformálóüzem H_2-nyomásfokozó	NSZK HALBERG 1965	—	NDK Zwickau 1973	NDK Zwickau 1974	—
Reformálóüzem H_2-cirkulációs	Holland STORK 1965	NSZK HALBERG 1968	NDK Leipzig 1973	NDK Leipzig 1974	—
Gázolaj-kénmentesítő üzem H_2-nyomásfokozó	NSZK BORSIG 1970	NSZK HALBERG 1971	Szovjet 4M16 1978	—	NDK Zwickau 1977
Gázolaj-kénmentesítő üzem H_2-cirkulációs	NSZK BORSIG 1970	NSZK HALBERG 1971	Szovjet 2M16M 1978	—	Szovjet 2M16M 1977
Gázolaj-kénementesítő üzem CH-nyomásfokozó	NSZK BORSIG 1970	NSZK HALBERG 1971	—	—	Szovjet 502GP 1977
Izomerizáló üzem H_2-cirkulációs	—	Szovjet 2M16M 1978	—	—	—
Desztillációs üzem CH-nyomásfokozó	—	NDK Zwickau 1976	—	—	NDK Zwickau 1977

2. táblázat

Néhány feldolgozóipari kompresszor káros terének nagysága

A kompresszor típusa	A kompresszor rendeltetése	Fokozatok száma	Dugattyúátmérő fokozatonként (mm)	Káros tér magassága (mm)	Káros tér térfogata (ml)
NSZK HALBERG	hidrogéncirkuláció	1	320	2,2	177
NSZK BORSIG	hűtőkompresszor	2	I: 600 II: 290	1,6 1,6	452 105
Szovjet 2M16M	hidrogéncirkuláció	1	270	2,0	115
Szovjet BOREC	vákuumkompresszor	2	I: 750 II: 490	2,0 2,0	883 377
Szovjet 502GP	szénhidrogén-kompresszor	2	I: 300 II: 190	1,5 1,5	106 42
DIMÁVAG	hűtőkompresszor	1	190	0,8	23
Ganz	levegőkompresszor	2	I: 150 II: 55	1,3 1,3	23 3

az ezekből számított káros térfogatokat. Az értékekből látható, hogy elgondolkodtatóan kis folyadékmennyiség elegendő a nagy értékű kompresszorberendezések folyadékütéséhez és mechanikai károsításához.

A folyadékütés megelőzése érdekében nagyon fontos egy jól működő szívóoldali cseppfogó tervezése és annak megfelelő műszerezéssel való ellátása. Az adott feladatra általában álló hengeres szeparátorokat alkalmaznak a kis folyadékterhelések miatt.

Elsődleges feladat a szeparátor átmérőjének meghatározása annak figyelembevételével, hogy a tartózkodási idő elegendő legyen a megfelelő elválasztáshoz. Az alábbi empirikus képlet segítségével lehet számítani az áthordási kritikus sebességet:

$$n_c = 4{,}7\sqrt{\frac{\varrho_l - \varrho_g}{\varrho_g}}\ \mathrm{cm/s},$$

ahol ϱ_l a folyadék sűrűsége, kg/m³;
ϱ_g a gáz sűrűsége, kg/m³.

A kritikus sebesség ismeretében a szükséges átmérő meghatározható.

Az átmérő ismeretében kell meghatározni a szeparátor magasságát, amely a gőztér magasságából, a folyadék tartózkodási idejéhez szükséges magasságból, valamint a kívánatos minimális szintmagasságból adódik. A gyakorlatban használatos szeparátoroknál az L/D viszony 3—4 között van, de az átmérőnek 1200 mm alá való csökkentése nem kívánatos.

A folyadékfázis részére szolgáló térfogatot célszerű úgy méretezni, hogy a minimális és maximális szint közötti távolságon 20 perc tartózkodási idő legyen.

Jelentősen csökkenthető a szeparátorok átmérője, ha az ülepíteni kívánt folyadékrészecskék nagyságát növelni tudjuk. Az ipari gyakorlatban a diszperz fázis részecskenagyságának növelése fizikai módszerrel, koagulátor alkalmazásával biztosítható. Koagulátorként a szeparátorok gőzterében elhelyezett fémhuzal matracbetétet — demisztert — alkalmaznak. Az ülepítendő részecskék zegzugos úton haladnak át a demiszterrétegen, többszörös iránytöréssel. A kis folyadékrészecskék a fémhuzalokhoz tapadnak, majd az újabb cseppek ezeknek ütköznek, és így nagyobb cseppek alakulnak ki.

A fémhuzal betétréteg kívánatos vastagsága 100—150 mm, mindig figyelembe véve a gyártó cég által közölt értékeket a huzalbetét ellenállására vonatkozóan.

Demiszter alkalmazása esetén a fentebb említett módszerrel számított szeparátorátmérő mintegy 25—30%-kal csökkenthető, vagy azonos átmérő megtartásával a folyadékütés veszélye jelentősen mérsékelhető.

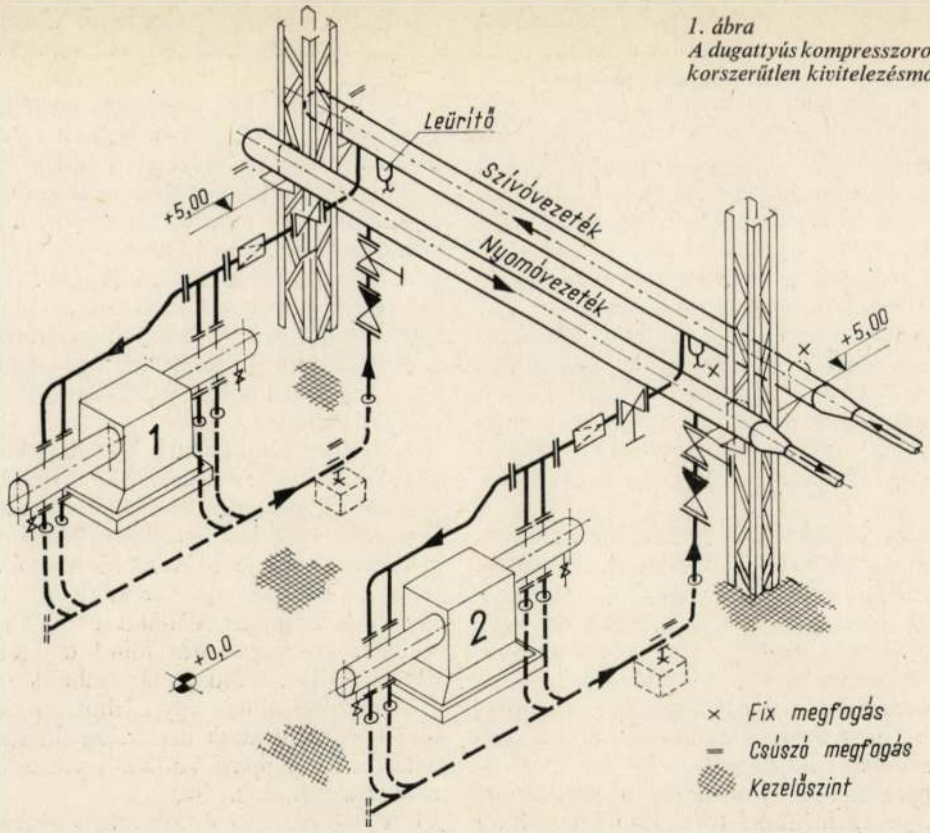
A kompresszorok folyadék elleni védelmének további összetevője a szeparátor folyadékoldalán alkalmazott jó műszerezés. Ennek segítségével kell gondoskodni a folyadékfázis folyamatos elvezetéséről és a szint maximális érték fölé emelkedésének megakadályozásáról.

Csepleválasztó szeparátoroknál a megengedett folyadékszint 20—25%-ánál előjelzés, majd 50—60%-ánál figyelmeztető jelzés leadása kívánatos.

A 100%-os folyadékszint elérésekor a szintmutatónak a működő kompresszort reteszelés útján ki kell kapcsolnia. A nagy értékű kompresszorok védelme érdekében célszerűnek tartjuk erre a műveletre még egy önálló szintkapcsoló beépítését is, amely a szintmutató műszer meghibásodása esetén is végre tudja hajtani a kompresszor reteszelés útján történő leállítását. A műszereknek alkalmasnak kell lenniük a folyadékszint helyszíni és egyidejűleg műszertermi mutatására is.

A jól végrehajtott szeparáció és csepleválasztás ellenére is mindig található kis mennyiségű folyadék a kompresszorok szívóvezetékeiben. Ennek leürítésére megfelelően kiképzett zsompokat és jó minőségű szerelvényeket kell betervezni, továbbá biztosítani kell a csővezetéki mélypontok leürítésének lehetőségét is. A tervezés során különös figyelmet kell fordítani a csővezetékek áramlásban részt nem vevő, úgynevezett „holt" szakaszainak, valamint a vezetékek mélypontjainak kiküszöbölésére. Ezek a helyek folyadékcsapdaként szerepelnek és — főként a gép indításakor — különösen alkalmasak arra, hogy a kondenzátumot a gép munkahengerébe juttassák, de ezen túlmenően potenciális elfagyási helyeket is jelentenek.

A gépek indításakor a folyadékütés megelőzésének hatékony módszere, ha a kompresszorfőtengelyt — az indítást megelőzően — néhányszor kézzel körbe forgatják. Ez a művelet a cirkulációs kenésű gépeknél egyébként is előírás, de további haszna még, hogy a hengerbe került folyadék észlelését is lehetővé teszi. A főtengely forgatásának időszakában az elektromotornak kiszakaszolt állapotban kell lennie.



1. ábra
A dugattyús kompresszorok csővezetékeinek korszerűtlen kivitelezésmódjai

A kompresszorok rezgései és lengései

A dugattyús gépek rezgéskeltő hatása mind a tervező, mind az üzemeltető szakemberek előtt közismert. Egy nagy teljesítményű kompresszor alapjának megtervezése mindig komoly feladatot jelentett a mélyépítési tervezőnek, de ugyanezen kompresszor csővezetéki rendszerének megtervezésekor és üzembe helyezésekor az üzemtervező mérnök kerül szembe nehezen megoldható — csőrezgésekkel kapcsolatos — problémákkal.

A csővezetéki rezgéseket a dugattyú által mozgatott gázoszlop pulzálása okozza. (A pulzáláson periodikusan ismétlődő, többé-kevésbé szinuszos lefolyású, adott amplitúdójú anyaghullámokat értünk.) A pulzálás frekvenciáját, amplitúdóját és jellegét a gép konstrukciója és fordulatszáma határozza meg; a hullámok hosszára a komprimált közeg anyagi minősége és állapotjelzői is befolyással vannak, viszont ezen változóknak a környezetre gyakorolt hatását a csővezetéki rendszer kialakítása dönti el.

A nagy sebességgel haladó gázlökések végigfutják a csőrendszert, és annak bizonyos helyeiről (ívek, csővégződések) visszaverődnek. A szembe találkozó hullámok kölcsönös fázishelyzetétől függően erősítés vagy gyengítés következik be. Adott esetben az erősítés igen nagy fokú lehet, különösen akkor, ha a kompresszor által keltett gázlökések frekvenciája megegyezik a csővezetéki rendszerbe zárt gázoszlop valamelyik akusztikus önfrekvenciájával. Az akusztikus rezonanciának már a közeledésekor is intenzív rezgések észlelhetők a csőrendszeren, amik súlyos következményekkel járhatnak a csővezetékek hegesztési varratainál fellépő fáradásos törések miatt. De károsak a kisebb rezgések is magára a befoglaló épületre, valamint a beépített műszerekre és szerelvényekre, esetleg a kezelőszemélyzetre is.

Igen kellemetlen csővezetéki rezgések alakultak ki a Dunai Kőolajipari Vállalat benzinreformáló I. üzem cirkulációs kompresszorainak üzembe helyezésekor. E kompresszortelepen a működő és tartalék kompresszor szívó- és nyomóvezetékei a kompresszorszín acélszerkezetű oszlopaihoz erősített szívó és nyomó gerincvezetékekhez csatlakoztak az *1. ábrán* bemutatott elvi vázlatnak megfelelően. A kompresszorok üzembe helyezése után végrehajtott terhelési próbák során mind a szívó-, mind pedig a nyomóvezetékek és kollektorok, valamint azok üzemi csatlakozó csővezetékei erősen rezegtek. Mivel a gerincvezetékek csőmegfogásai az épület acélszerkezetű oszlopaihoz voltak erősítve — a talajszint fölött mintegy 500 cm magasságban —, a rezgések az épület vázszerkezetére is átterjedtek, mégpedig olyan mértékben, hogy várható volt a maradandó károsodás.

A rezgések megszüntetésére tett több eredménytelen kísérlet és a szakértői vélemények — a homokzsákkal történő terheléstől az analóg számítógépes modellezésig — meghallgatása után az üzemeltető kényszermegoldást választott. Nem tekintve a csőrendszer akusztikai állapotára, a közös gyűjtővezetékek alá túlméretezett rácsos merevítőket épített be sávszerűen az épület hosszában; e merevítők egyszersmind a csővezetékek tartószerkezetéül is szolgáltak. Ezen túlmenően végig a nyomóvezeték nyomvonalán megerősítették a csőtartó kereteket is.

Az intézkedés eredményeképpen a csővezetéki rezgések elfogadható értéken maradtak a kompresszorszín káros rezgéseinek megszűnése mellett, de a

rezgések, illetve lengések — esetenként — új helyeken, a kompresszoroktól távol jelentkeztek a technológiai berendezések vagy csővezetékek valamelyikénél.

Az ismertetett megoldás nem tekinthető korszerűnek, viszont feltétlenül eredményes, tekintve, hogy az adott nagy teljesítményű kompresszortelep 1969 óta üzemel említésre méltó meghibásodás nélkül. Célszerűnek tartanánk viszont a csővezetéki rendszerek felülvizsgálatát egyrészt az anyagszerkezet fáradásának szempontjából, másrészt a rezgéseket kiváltó akusztikus tényezők megváltoztatásának érdekében.

Tanulmányunknak nem célja valami általános érvényű tervezői eljárás ismertetése az akusztikus rezonancia elkerülésére — tudomásunk szerint ilyen általános előírás nem is létezik —, mégis megfogalmazhatunk néhány szempontot, amelyeket célszerű figyelembe venni a csővezetéki rezgések csökkentésének érdekében.

a) A technológiai közegek és a várható üzemmódok ismeretében meg lehet vizsgálni, hogy az akusztikus jelenségek milyen széles tartományban jelentkezhetnek. Várható-e olyan mértékű összetétel vagy állapotváltozás a közegben, ami a csőrendszer akusztikus önfrekvenciáját befolyásolhatja?

b) A kompresszor állandó fordulatszámon működik, vagy változtatható fordulattal üzemel, ami a pulzálás frekvenciáját változtatja?

c) A közös gerincvezetékekre dolgozó gépcsoport esetén minden egyidejűségi variációra alkalmazni kell az akusztikus méretezés szempontjait.

d) Az alkalmazott technológiai folyamat milyen mértékű paraméterváltoztatásokat enged meg az esetleg fellépő rezgések elhangolásának érdekében (pl. közeg összetételének megváltoztatása).

e) A különböző rendeltetésű (csúszó és merev) csőtámaszok végleges rendszerét a próbaüzemi tapasztalatok után kell rögzíteni, viszont ezt követően mindig biztosítani kell azok rendeltetésszerű működését.

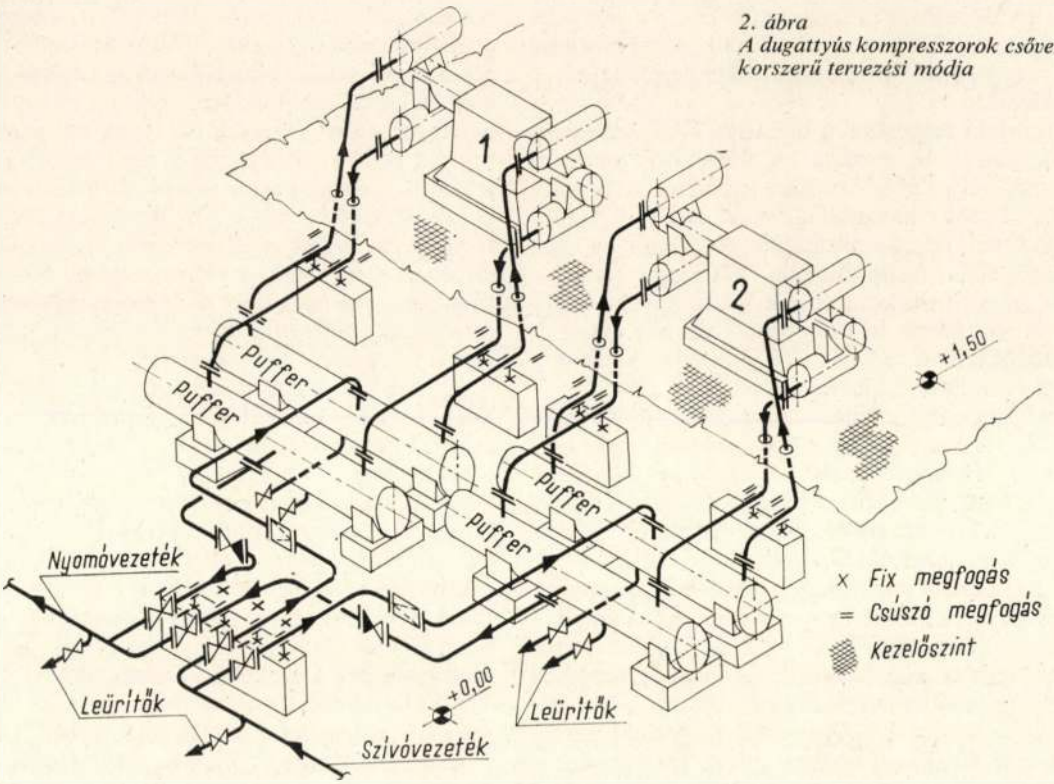
Ha az akusztikus méretezés megfelelő biztonsággal nem végezhető el, akkor be kell tervezni valamilyen lengéscsillapító szerkezetet; mindenképpen biztosítani kell azonban a lehetőséget annak utólagos beépítésére. Hasonlóképpen módot kell teremteni az utólagos csővezetéki megfogások elhelyezésére is.

A Dunai Kőolajipari Vállalat ismertetett kompresszortelepénél szerzett kedvezőtlen tapasztalatok után igyekeztünk további szakmai ismereteket szerezni, így a Szovjetunióban és Bulgáriában tanulmányoztuk a nagy teljesítményű kompresszorok csővezeték-tervezési szempontjait.

A Tiszai Kőolajipari Vállalat kombinált üzeme gázolaj-kénmentesítő üzemi kompresszortelepének tervezésekor messzemenően figyelembe vettük az eddigiekben leírt tervezési és üzemeltetési tapasztalatokat. A *2. ábrán* a jelenleg kivitelezés alatt álló kompresszortelep csővezetéki nyomvonalait tüntettük fel. Bár a Dunai Kőolajipari Vállalat és a Tiszai Kőolajipari Vállalat kompresszorai mind teljesítményben, mind elrendezésben, mind pedig technológiai közeg tekintetében közel állnak egymáshoz, az alábbi igen jelentős eltérések vannak a csővezetéki rendszerek között a Tiszai Kőolajipari Vállalat tervezés alatt álló kompresszortelepének javára:

a) A kompresszorok közvetlen közelében méretezett lengéscsillapító tartályokat helyeztünk el a szívó- és nyomóoldalon egyaránt, szemben az *1. ábrán* bemutatott példával, ahol a kompresszoroknak közös szívó-, illetve nyomóvezetékük van.

b) A szívó- és nyomóvezetékeket, valamint a puffertartályokat a kompresszorszín padlószintjének közelében helyeztük el, szemben a korábban készült



2. ábra
A dugattyús kompresszorok csővezetékeinek korszerű tervezési módja

kiviteli tervünkkel, ahol a vezetékek a talajszint fölött, mintegy 500 cm magasságban haladtak.

c) Erős csőmegfogásokat terveztünk, és ezeket gondosan függetlenítettük mind az épület, mind a kompresszor alapjától, eltérően a példaként említett üzemtől, ahol a csővezetékeket az épület oszlopaihoz erősítettük.

d) A kompresszorok mindkét oldali hengereinél biztosítottuk a szimmetrikus betáplálást és elvezetést a gépek és a lengéscsillapító tartályok közötti szakaszon, szemben a korábbi tervekkel, ahol a hengerek táplálása nem szimmetrikus.

e) Vizes hűtővel ellátott megkerülő vezetéket terveztünk, amely a szállított közeg 10%-ának átengedésével manipulációs lehetőséget biztosít a lengések időszakos elhangolására, eltérően az említett üzemtől, ahol a megkerülő vezeték nem megfelelő helyen van, és vizes hűtőt nem terveztünk be.

f) Lehetőséget biztosítottunk mechanikus lengéscsillapító berendezés későbbi beépítésére, melyre a régebben tervezett kompresszortelepnél nincs lehetőség.

Az ismertetett rendszerrel kapcsolatban hazai referenciáink még nincsenek, de a külföldi látogatásaink során ilyen rendszerekről kedvező üzemeltetési tapasztalatokat szereztünk.

A kompresszorok hajtómotorjainak túlnyomásos védelme

A hazai kőolaj-feldolgozó ipari gyakorlatban a kompresszorberendezések hajtása általában elektromotorokkal történik. (Esetenként előfordul gőzturbinával vagy robbanómotorral történő hajtás is, de ezeket nem tekinthetjük jellemzőnek.) Az alkalmazott elektromotorokat — a robbanásbiztos védelmi módok tekintetében — két csoportra oszthatjuk: nyomásálló tokozásúakra és túlnyomásos szellőzésűekre. (Ritkán előfordulnak fokozott biztonságú motorok is, de kis számuk miatt ezekkel nem foglalkozunk.)

Kedvezőbb helyzetben vagyunk, ha nyomásálló tokozású elektromotort tudunk betervezni és beszerezni, de erre gyakorta nincsen lehetőségünk gazdasági okok miatt. Szocialista piacról 600—800 kW fölötti teljesítménytartományban nehezen juthatunk nyomásálló tokozású elektromotorhoz, ezért ilyen esetekben túlnyomásos szellőzésű vagy túlnyomásos védelmű motorokat építünk be. A túlnyomással üzemelő elektromotorok jellemző hibaforrása a szellőztető vagy túlnyomást biztosító levegő kimaradása a szolgáltató rendszerek meghibásodása következtében.

Az ilyen típusú berendezéseknél a 20—60 mm vo.-nyomású levegő kimaradása a kompresszorberendezések reteszelési feltétele, ezért a túlnyomást biztosító ventillátortelepek tervezésekor és üzemeltetése során fokozott figyelemmel kell eljárni, mert a néhány kW teljesítményű segédmotor leállása esetenként az üzem leállását okozhatja.

a) A túlnyomást biztosító ventillátorokat 100%-os tartalékkal célszerű tervezni, így csekély ráfordítással elérhető a főmotor üzemeltetése a segédgép meghibásodása esetén is.

b) A ténylegesen meghatározott levegőigényt üzemszerűen két ventillátorral biztosítjuk az összes kompresszorhoz, így a további két melegtartalék ventillátorral szélesebb variációs lehetőséget tudunk szolgáltatni a későbbiekben ismertetendő kapcsolási módozatokhoz.

c) Célszerű megoldásnak tartjuk, hogy a fogyasztók közös gyűjtővezetékről kapják a levegőt, és a ventillátorok mindegyike erre a kollektorra tudjon nyomni. Ilyen technológiai kapcsolással egy ventillátor váratlan kiesése kisebb problémát okoz, mint az individuális ellátási mód esetében.

d) A ventillátorok villamos kapcsolási módját javasoljuk úgy elkészíteni, hogy egyik ventillátor váratlan leállása esetén a tartaléknak kijelölt gép késleltetés nélkül induljon. Háromnál több ventillátor beépítésével biztosítani tudjuk a csaknem folyamatos levegőellátást, még az esetben is, ha egy berendezés — javítás miatt — csak hidegtartalékként jöhet számításba.

e) A levegőrendszeren esetleg bekövetkező durva beavatkozások korrigálására nyomásérzékelő beépítését javasoljuk a levegőkollektorra, olyan műszeres-villamos kapcsolattal, hogy bizonyos minimális nyomás esetén az összes tartalék ventillátor induljon, és külön beavatkozásig maradjon is üzemben.

f) A levegő mechanikai szennyezéseinek mérséklésére váltható szűrők beépítését tartjuk szükségesnek a ventillátorok egyedi szívóvezetékeibe. A közös szívóba épített szűrőket nem tartjuk jónak, mert ezek szennyeződése vagy elfagyása az egész ventillátortelep működését veszélyezteti.

A leírtakkal analóg működésű ventillátorok néhány év óta gyakorlatilag zavarmentesen üzemelnek a 2,4 és 3,0 MW teljesítményű elektromotorok levegőellátásánál a Dunai Kőolajipari Vállalat katalitikus üzemcsoportjában. Ezek bővítésére vonatkozó terveinket és a Tiszai Kőolajipari Vállalat kompresszorainak levegőellátását a fentiekben ismertetett szempontok szerint terveztük meg.

A kollektoros rendszer hátrányaként kell megemlítenünk, hogy a gyűjtővezetéket ért durva beavatkozás — pl. csőtörés vagy szakszerűtlen öblítés — következtében előálló hirtelen nyomásveszteség az összes működő kompresszort egyidejűleg veszélyezteti. Ezért a gondos üzemeltetést és a reteszelőrendszer átmeneti időre történő bénításának lehetőségét biztosítani kell.

Kezelési és szerelési lehetőségek biztosítása

A kompresszortelepek üzemeltetőinek szempontjából rendkívül fontos, hogy a gépek kezeléséhez és a szükséges javítások elvégzéséhez a tervezés és kivitelezés során biztosítsák a feltételeket. Tekintve, hogy ezen üzemviteli igények kielégítése nem minden esetben járt teljes sikerrel, a következőkben felidézünk néhány olyan szempontot, amelyek biztosításával a gépek üzemeltetése megkönnyíthető.

A kompresszorok környezetében mindig biztosítani kell megfelelő nagyságú szabad területet. Ez nem csupán biztonságtechnikai igény, hanem a berendezések ellenőrzéséhez és javításához is szükséges. A terület nagyságát nem kívánjuk pontos távolságokkal definiálni, mert ez a berendezések típusának és elrendezésének függvényében változik (pl. álló vagy fekvő kivitel), de a fontosabb szempontokat meg lehet határozni.

Tekintetbe kell venni a dugattyúk kihúzásának és a hengerek leszerelésének helyszükségletét, valamint az elektromotor, közlőmű és egyéb fődarabok mozgatásának területigényét. Ezek meghatározásakor gondolni kell arra, hogy a javítás időszakában a tartalék gép fog üzemelni, és annak veszélyeztetése nem engedhető meg. (Az üzemvitel közben történő nagyjavítás lehetőségét mindig biztosítani kell, mert az üzem részleges vagy teljes leállítása általában nem engedhető meg egy kompresszor károsodása esetén.)

A szabad területek nagysága — végső fokon — gazdaságossági kérdés is, mert több kompresszor esetében az épület méreteit jelentősen befolyásolja, így célszerűen optimumot kell keresni, de mindenképpen kerülni kell a zsúfoltságot.

Az egyes kompresszorok elszállításakor esetenként szükségessé válik a meghibásodott gépnek a működő berendezések vagy nyomás alatt levő csővezetékek felett való átemelése is. Ezért a tervezés során az emelési magasságot biztonságosan kell meghatározni, és az emeléskor fokozott gondossággal kell eljárni, mert a működő gép, vagy az „élő" csővezeték károsítása igen komoly következményekkel járhat. A daru mozgási területén belül — lehetőség szerint — célszerű szabadon hagyni 15—25 m² területet a gépek helyszíni javításához szükséges segédberendezések, szerszámok, eszközök stb. elhelyezésére és a karbantartó személyzet tevékenységének megkönnyítésére.

A kompresszortelepek tervezésekor külön kell figyelni a gépek kezelési és ellenőrzési helyeinek jó megközelíthetőségére és elérhetőségére.

A csővezetékek nyomvonalainak meghatározásakor a szerelvények és műszerek helyretervezésekor elsődleges szempont legyen azok jó kezelhetőségének biztosítása. A rendszeres ellenőrzést vagy kezelést igénylő hőmérsékletmérők, nyomásmérők, árammérők, elzárószerelvények, mintavételi helyek, kenési vagy hűtési rendszerek, leürítők, műszerek stb. elhelyezése feltétlenül olyan legyen, hogy azokhoz a kezelőszemélyzet könnyen hozzáférhessen! Ellenkező esetben ezek megfelelő gyakoriságú ellenőrzése csak — végre nem hajtott — utasítás marad.

A kompresszorok javításra való előkészítéséhez vagy a tartalék gépre való átálláshoz elengedhetetlen feltétel a nem működő berendezés megfelelő kiszakaszolása, nyomásmentesítése és gondos kiöblítése. Tekintve, hogy ezen műveletek szakszerűtlen végrehajtása permanens veszélyforrás, röviden foglalkozni kívánunk a legfontosabb teendőkkel.

A nem működő kompresszorokat a technológiai rendszertől — a szívó- és nyomóoldali szerelvények lezárásával — el kell választani. A gépben levő nyomást az atmoszférába vagy a fáklyára kell elengedni megfelelően kiképzett lefúvatóvezetékek segítségével, majd a berendezést át kell öblíteni. A lefúvatás és átöblítés után a lefúvatóvezetéket azonnal le kell zárni, hogy az oxigénnek a kompresszorba való bejutását megakadályozzuk. Az átöblítést inert gázzal kell végezni a megfelelően tervezett csővezetéki bekötések igénybevételével.

Mind az öblítés, mind pedig a normál üzemeltetés alatt biztosítani kell, hogy az inertgáz-rendszerbe éghető anyag ne juthasson vissza. Ennek érdekében az öblítővezetékeket úgy kell megtervezni és üzemeltetni, hogy a technológiai ágens visszafelé ne áramolhasson rendeltetésszerű használat esetén. (Csővezetékek bontása, háromszerelvényes csatlakoztatás a két szerelvény között kilevegőztető szeleppel.) Erre a célra — üzemeltetési tapasztalataink alapján — a visszacsapó szelep beépítését nem tartjuk elegendőnek. A biztonság fokozása érdekében a nem működő kompresszorokat néhány atmoszféra inertgáz-túlnyomás alatt kell tartani, és az ismételt indítás előtt a nyomásmentesítést és az inert gázos átöblítést újból végre kell hajtani.

Egyéb műszaki paraméterek vizsgálata

Az eddigiekben ismertetett tervezési és üzemeltetési problémák csak a vizsgálandó kérdések egy részére terjednek ki. Nagyon fontos témák tárgyalására nem térünk ki tanulmányunkban, a tárgykör igen terjedelmes volta miatt.

A fentieken kívül foglalkozni kell még a kőolajfeldolgozó ipari kompresszorok telepítésének, energia- és segédanyag-ellátásának problémáival. Külön kell tárgyalni a kompresszorok teljesítményszabályozásának különböző módozatait és a nagy értékű berendezések műszerezési igényeit, valamint ezek konkrét üzemeltetési és tervezési tapasztalatait, de nem szabad figyelmen kívül hagyni az iparágban előfordult jelentősebb kompresszor-üzemzavarokat és azok értékelési eredményeit sem.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A városföldi kompresszorállomás üzemi tapasztalatai

Az országos nagynyomású gázszállító rendszeren elsőként helyeztek üzembe a hazai gyakorlatban nagy teljesítményű gázkompresszor-állomást. A városföldi távvezetéki csomóponton üzemben levő kompresszoregységek feladata a dél-alföldi gáz kedvezőbb nyomáson való eljuttatása a dunántúli — zalai, budapesti, északi iparvidéki — fogyasztókhoz.

Az első üzemi próbákat követően 1976 novemberétől tartósan megkezdődött a kompresszorok üzeme, és az igényektől függően egyszerre párhuzamosan két vagy három gép dolgozik.

A kompresszoros szállítási üzemmód legkedvezőbb kialakítása a gépegységek segédberendezéseinek gyakori meghibásodása miatt nem volt folyamatosan biztosítható, így gyakran egy géppel tudtunk csak üzemelni.

A gázfogyasztásban 1976—77 telén fellépő csúcsok jelentősen meghaladták az előző évi mennyiségeket, a csúcsigények kielégítését ezért a kompresszorok üzembe helyezése nélkül, tartósan nem tudták volna megoldani — elsősorban Zala megye és Budapest térségében. Az északi iparvidék csúcsfogyasztása nem esett egybe a közép-magyarországi és a dunántúli gázellátó rendszeren fellépett csúcsok időpontjával. Amennyiben az országos csúcsfogyasztás azonos időben jelentkezik, a kompresszorállomás üzeme nélkül fogyasztói korlátozásokat kellett volna bevezetni.

A gázszállításban előre becsülhető téli csúcsfogyasztások jelzik, hogy az 1977—78. téli gázellátás a városföldi kompresszorállomás tartós üzeme nélkül zavartalanul nem biztosítható. A téli felkészülés során tehát a kompresszorok kiegészítő- és segédberendezéseinek tartós üzemi kialakítását kell elsősorban szem előtt tartani a fogyasztók biztonságos gázellátása érdekében.

Benkóczy Péter
okl. olajmérnök
gázipari szakmérnök

Bokorfúrások előnyös alkalmazása

A szakirodalomban gyakran találkozunk a világon egyre elterjedtebb — szénhidrogéntelepek leművelését elősegítő —, irányított ferdefúrással mélyített kutak koncentrált telepítésével. Az irányított ferdefúrások és a koncentrált fúrástelepítések — bokorfúrások — alkalmazását általában az teszi szükségessé, hogy a szénhidrogéntelepek sok esetben lakott területek, folyók és árterük alatt húzódtak, továbbá egy-egy mező kiépítettsége esetén utak, cső- és elektromos vezetékek, tankállomások, főgyűjtők korlátozzák a fúróberendezések adott helyen történő felállítását. Több, egymáshoz közel levő fúrási pont esetén pedig előnyben kell részesíteni az összevont, „bokorban" történő telepítést, annál is inkább, mert a közös alapozási költség és a berendezés átköltözési, szerelési költségének összege — általában véve — meghaladja a bokorfúrás és függőleges fúrás mélyítési időkülönbségéből származó költséget, különösen a kutak későbbi kiszolgálását, üzemeltetését, illetve ezek költségeit is figyelembe véve. Az általános tapasztalat tényén nem változtat — bár szemléletben néha zavarólag hat —, hogy egyedi esetben a bokorfúrás költségének egy kútra vetített összege nem tükrözi az előző megállapítást, ami szinte kivétel nélkül a költségnyilvántartás hiányosságaiból vagy „véletlen" jellegű körülmények különleges elhelyezési adottság, fúrás közbeni problémák: állások, javítások, műszaki balesetek stb.) előfordulásából adódik.

A szegedi bokorfúrások telepítésében az élet- és vagyonbiztonság mellett környezetvédelmi célok figyelembevétele is fontos szempont volt (mérsékeltebb zajszint, levegő-, víz-, talajszennyezés stb.).

A ferde- és bokorfúrások megtelepítésére fokozottabb mértékben kerülhet sor környezetvédelmi szempontból a jövőben.

Az algyői mezőben napjainkig három bokorfúrást mélyítettek. Az első szegedi bokorfúrás, amely négy tagból áll, most van mélyítés alatt.

Az I. fúrásbokrot 1969-ben mélyítették, és az az *Algyő-310., 311.* és *284.* jelű fúrásokból állt.

A II. bokor kéttagú volt; pontjait *(Algyő-277.* és *369.)* 1970-ben fúrták.

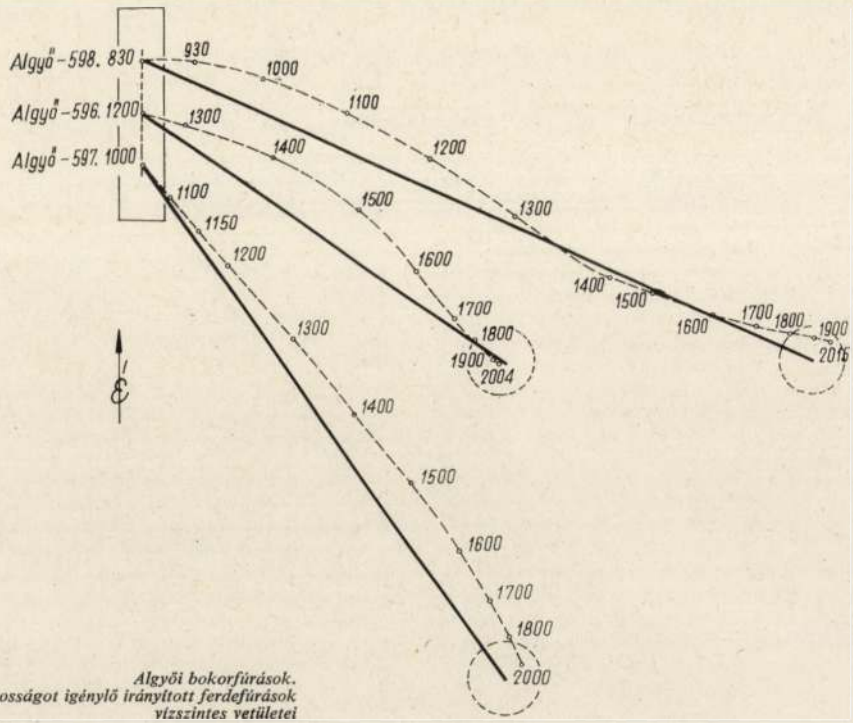
A III. bokrot az *Algyő-596., 597.* és *598.* fúrások alkották a múlt évben. Az e bokorhoz tartozó irányított ferdefúrások lyuktengelyének vízszintes vetülete az *ábrán* látható. Az ábrán a folyamatos vonal a fúrások tervezett vízszintes vetületét, a szaggatott a tényleges helyzetet jelenti. A célkörök 10 méteres sugarú körnek felelnek meg — ez esetben a kivételes pontossági követelmények igénye szerint.

Az *1. táblázat* a fúrások berendezésnapjainak számát és a bokor egyik pontjáról a másik pontjára való átszerelés idejét tünteti fel. A berendezésnapok átlagai közelítőleg megfelelnek a hasonló vízszintes kitérésű algyői ferdefúrások idejének. Az átszerelési időkön azonban lehetne javítani. A szomszédos kutak néhány méteres távolsága az egységek mobilisabbá tételével bizonyosan lehetővé teszi az átszerelési idők további csökkentését.

1. táblázat

Fúrás jele	Berendezésnapok száma	Átszerelési napok
Algyő-310.	25	3
Algyő-311.	30	2
Algyő-284.	29	
Átlag	28	
Algyő-277.	31	2
Algyő-369.	26	
Átlag	28,5	
Algyő-598.	26	4
Algyő-597.	26* (21)	3
Algyő-596.	41**(25)	
Átlag	24	

* Béléscsőre várt öt napot.
** A függőleges szakaszban mentés és béléscsőre való várakozás 11 + 5 nap.



Algyői bokorfúrások.
A különösen nagy pontosságot igénylő irányított ferdefúrások vízszintes vetületei

A fúróberendezés szállítási költségei kiadódnak a Tátra-, Scammel-gépkocsifuvarok számából, fuvarköltségéből, az átlagos szállítási kúttávolságbol. Ennek eredményeként 1969—1970-ben 12,3 km átlagos kúttávolságot figyelembe véve közelítőleg 100 EFt, 1976-ban 5,5 km átlagos kúttávolságnál mintegy 50 EFt-ba került egy-egy átköltözés.

A bokorfúrások berendezésáthelyezésének költsége 50 EFt (?!,) és ez azonos az 5,5 km átlagos kúttávolságú, 1976-os költségekkel (!). Nyilvánvaló, hogy a bokorfúrás berendezésének átszerelési költsége túlzott, felül kell vizsgálni a jövőben!

Összefoglaltuk az 1969—70-ben, valamint az 1976. I. félévben mélyült egyedi és bokorfúrások előkészítési költségeit, amelyek e részben is segítséget nyújtanak a két fúrási mód gazdaságossági összehasonlítására. A *2. táblázat* adatai átlagértékek.

2. táblázat

	Bekötő út	Alapozás	Vízkútfúrás	Telefon	Toronyszer.	Berend. szer.	Szállítás	Összesen
Egyedi fúrás, Ft	68 452	145 157	13 016	2494	18 746	25 224	95 224	373 125
Bokorfúrás, Ft	3 563	97 003	17 547	630	7 882	20 926	51 336	199 553
Különbség Ft-ban	64 889	48 154	4 531	1864	10 864	4 298	44 533	173 572
%-ban	+95	+33	−35	+75	+58	+17	+47	+47

A táblázatból egyértelműen kitűnik, hogy a bokorfúrások előkészületi munkáinak költsége — egy fúrásra vetítve — 47%-kal alacsonyabb, mint az egyedi fúrásoké. Itt ez 173,5 EFt-ot jelent! A bokorfúrások egyetlen gazdasági hátránya, hogy a lyukmélyítéshez szükséges berendezésnap 10—20%-kal megnövekszik. Ennek oka, hogy a koncentrált fúrások ferde fúrólyukainak lemélyítése során a szükséges tájolások és ferdeségmérések, továbbá a ferdítési technológiából adódó lassúbb fúróelőhaladás többletidőt igényelnek.

Az említett bokorfúrások közül különösen a legutóbbi műszaki sikerét szeretnénk kiemelni. Nagy pontossággal, 10 méteres hibakörön belül kellett lemélyíteni az *Algyő-596.*, *597.* és *598.* jelű irányított ferdefúrásokat. Az *Algyő-597.* és *598.* jelű kutakat visszanyomó, az *Algyő-596*-ost termelőkútként kívánják felhasználni. A Szeged 1. telep micellás elárasztásához, illetve a hatás leméréséhez szükséges volt a fenti kutak adott hibakörön belüli lemélyítése. A nem kielégítő fúrószerszámok (megfelelő átmérőjű gumibordás központosítók hiánya) ellenére a bokorfúrás mindhárom tagja az alapkövetelményként megadott egészen minimális, 10 m sugarú hibakörön belül harántolta a célréteget.

Következtetések

— A bokorfúrások előkészítési munkáinak költsége kb. 50%-kal alacsonyabb, mint az egyedi telepítésű fúrásoké. Több kút koncentrált bokortelepítése esetén a megtakarítás forintban kifejezve elérheti a milliós nagyságrendet, különösen a kutak későbbi üzemeltetése során realizálódó megtakarítások figyelembevételével.

— Az irányított ferdefúrási technika és technológia tökéletesítésével és továbbfejlesztésével a jelenlegi 10—20%-os ferdítési többletköltség csökkenthető, és a bokorfúrások abszolút gazdasági előnye (megtakarítások és ferdítési többletköltségek különbsége) növelhető.

— A koncentrált kúttelepítés, a bokorfúrások alkalmazása a közvetlen gazdasági előnyökön túl az olajipar, az olajbányászat igen jelentős környezetvédelmi intézkedése lehet.

— Új kőolaj- és gázmezők feltárásánál különösen fontos már a kezdeti időszakban a bokorfúrások alkalmazási lehetőségének megvizsgálása az adott időben rendelkezésre álló technika és technológia színvonalán a gazdaságosság és a környezetvédelem szempontjainak együttes figyelembevétele alapján.

Szolnok, 1977. január hó

Balla Imre
üzemegység-vezető
(OGIL, Szolnok)

Tatár András
okl. olajmérnök
(OGIL, Szolnok)

EGYESÜLETI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége 1977. február 22-én az MTESZ Anker közi székházában *Kreffly Gábor* elnökletével ülést tartott.

1. Egyesületünk **1976. évi költségvetésének teljesítését** — a kiosztott részletes táblázat alapján — *Szabó Csaba* egyesületi titkár ismertette, majd az **Ellenőrző Bizottság** észrevételeiről és javaslatairól *Bándi József* elnök számolt be. Eszerint az EB a gazdálkodást szabályosnak és eredményesnek minősítette. A gazdálkodás — az előző évről átjövő tételeket is figyelembe véve — többlettel zárult. Az EB javasolta a gazdálkodás tervszerűbbé tételét, különösen a külföldi kiküldetések, a nagyrendezvények, ankétok költségeivel kapcsolatban, továbbá azt, hogy az elnökség kötelezze a szakosztályokat a tervezettel szemben 15%-ot meghaladó túllépések esetén az elnökség előzetes engedélyének megszerzésére. Az EB — főtitkárunk javaslatára — napirendre tűzte egyesületünk ügyvitelének fokozatos szabályozását.

Néhány részletkérdés felvetése és megválaszolása után dr. *Nagy Zoltán* főtitkár megköszönte az EB és a szakosztályok vezetőségének munkáját, valamint a vállalatok erkölcsi és anyagi támogatását. Kiemelte az OKGT-nek lapunk finanszírozásával nyújtott nagyon jelentős segítségét, és a vezetőség köszönetének tolmácsolására kérte fel a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály jelenlevő képviselőit.

Az elnök javaslatára az elnökség a költségvetést és az EB jelentését elfogadta.

2. Második napirendi pontként dr. *Nagy Zoltán* főtitkár tájékoztatott az **OMBKE 65. Küldöttközgyűlésének előkészületeiről.** A Közgyűlés — a már kiküldött meghívó szerinti — programjának részletes ismertetése után a rendező Egyetemi Osztály képviselője, dr. *Nándori Gyula* osztályelnök vetett fel néhány kérdést.

3. Harmadik napirendi pontként *Éles László*, az **Érembizottság** elnöke tett javaslatot a Közgyűlésen átadandó **kitüntetések odaítéléséről;** a javaslatot az elnökség elfogadta.

4. Végül az elnökség **egyéb ügyekről** tárgyalt; többek között — dr. *Tóth Miklós* alelnök javaslatára — a Magyarhoni Földtani Társulattal való fokozott együttműködés szükségességéről.

Az ülés záró akkordjaként elnökünk az egyesület nevében meleg szavakkal köszönte meg dr. *Heinemann Zoltán* főtitkárhelyettes eddigi hatékony munkáját — sok sikert kívánva további tevékenységéhez —, mivel a leobeni Bányászati Egyetem tanszékvezető egyetemi tanárává történt kinevezése miatt egyesületi tisztsége alól felmentését kérte. Dr. *Heinemann Zoltán* meghatottan köszönte meg a jóleső szavakat.

T. L.

DR. VENDEL MIKLÓS
1896—1977

Alig néhány hónapja, hogy lapunk hasábjain tanítványi tisztelettel köszöntöttük 80. születésnapján DR. VENDEL MIKLÓS akadémikust, szeretett professzorunkat, és most szomorú szívvel kell hírül adnunk, hogy eltávozott közülünk. Ezzel ismét megszakadt egy élő kapocs, amely bennünket a soproni *alma mater*ünkhöz kötött.

A soproni föld szülötte volt, és bárhol is járt, alkotott élete során, mindig ide, tanszékére, diákjai közé tért vissza. A millennium évében született, alig 28 évesen lett Sopronban főiskolai tanár; életét a tudománynak és az alkotásnak szentelte. Hatalmas — és a földtan tudományának szinte minden területét felölelő — tudományos, szakmai tevékenységét, megjelent tanulmányait még csak áttekinteni is nehéz. A földtan minden ágával foglalkozott az ásványtantól és kristályoptikától a teleptanig, a geokémiától a hidrogeológiáig, és minden tudományterületen tudott újat és maradandót alkotni. Tudományos-kutató tevékenységét számtalan kitüntetés — többek között a Kossuth-díj — fémjelzi. A Magyar Tudományos Akadémia már 1933-ban levelező, 1943-ban pedig rendes tagjai közé választotta. Tudományos eredményei — így az Alpok szerkezeti felépítésére vonatkozó kutatásai — határainkon túl is hírnevet szereztek Neki. Tudományos kutatásait azonban mindig a gyakorlat szolgálatába állította, így bauxitföldtani, kőszén-teleptani, hidrogeológiai kutatásai a gyakorlat, a bányászat közvetlen szolgálatát jelentették. Egész tudományos életműve azt a közvetlen, élő, mély és szétbonthatatlan kapcsolatot példázza, amely a földtani és a bányászati tudományok, valamint a gyakorlati tevékenység között fennáll.

Számunkra — tanítványai számára — azonban a legtöbbet az a rendkívüli tehetsége jelentette, amellyel hatalmas tudását, szakmaszeretetét és kiváló emberi tulajdonságait: szorgalmát, szerénységét — *mente et malleo* — ésszel, de ha kellett „kalapáccsal sulykolva" igyekezett belénk átplántálni. Mert bármilyen nagy tudós is volt szeretett professzorunk, legnagyobb, elévülhetetlen érdeme az, hogy bányamérnökök nemzedékeit tanította tudományra, szakmaszeretetre és — nem utolsósorban — igaz emberségre! Alig van közöttünk olyan, akinek ne lenne Vele kapcsolatban valami kedves emléke; a bánfalvi vagy a fertőrákosi kőfejtőkben tett tanulmányi kirándulásokról, amikor is az élen haladva lelkesen magyarázta a földtan rejtelmeit, vagy az előadásokról és a gyakorlatokról, amelyeken olyan közeli emberi kapcsolatba kerültünk, hogy a gyakran használt „fiam" megszólítását most tudjuk csak igazán átérezni és értékelni.

Ezekkel a gondolatokkal mondunk DR. VENDEL MIKLÓS professzor úrnak utolsó jó szerencsét!, azzal az ígérettel, hogy tanításait megfogadjuk, és igyekszünk az utánunk következőknek átadni. Tanítónk, atyai barátunk emlékét kegyelettel megőrizzük, és Őt soha el nem felejtjük!

Tilesch Leó

KÖNYVISMERTETÉS

ROZENBERG, M. D.—KUNDIN, SZ. A.: **Több fázisú, több komponensű áramlás a kőolaj- és földgáztermelésben** *(Mnogofaznaja mnogokomponentnaja fil'tracija pri dobücse nefti i gaza.)* Moszkva, Nedra, 1976. 335 p.

A szerzők következetes sorrendben ismertetik azokat a vizsgálatokat, melyek során tanulmányozták heterogén, több komponensű folyadék fázisátmenettel kísért, olajrétegekben végbemenő áramlását. Leírják a szóban forgó folyamatok mechanizmusának tanulmányozása céljából végzett kísérleteket, az ezek alapján kidolgozott matematikai modelleket és a számítógéppel végzett számszerű megoldások eredményeit.

Az olaj- és gázkondenzátum-előfordulások és a könnyű olajat tartalmazó telepek művelésével, valamint a nagynyomású gáz besajtolásával folytatott kőolajtermeléssel kapcsolatban vizsgálják a fázisátmenettel járó szivárgás kérdéseit, és külön fejezetben foglalkoznak a szilárd fázis kiválásával kísért szivárgással.

A könyvet a kőolaj- és földgázbányászat mérnökei és technikusai, valamint a tudományos kutató- és tervezőintézetek munkatársai számára írták.

A szöveges anyagot 30 táblázat, 106 ábra és 199 irodalmi hivatkozás egészíti ki. A könyv megtalálható Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában.

Szegesi Károly

ZAKIROV, SZ. N.—KOROTAEV, JU. P.—KONDRAT, R. M.—TURNIER, V. N.—SMÜGLJA, O. P.: **A vízhajtás elmélete gáztelepek művelésével kapcsolatban** *(Teorija vodonapornogo rezsima gazovüh mesztorozsdenij)*. Moszkva, Nedra, 1976. 240 p.

A könyv ismerteti a gázkihozatal mechanizmusának vizsgálatával kapcsolatos laboratóriumi kísérletek eredményeit. Hangsúlyozottan tárgyalja a gáz lefűződését a réteg elvizesedett részében.

Az elvégzett kísérletek alapján létrehozták a rétegvíz telepbe nyomulásával kapcsolatos gáz-hidrodinamikai számítások metodikáját. A számítógéppel végzett számítások eredményeként tisztázták a különböző tényezők hatását a vízhajtás megnyilvánulásának sajátosságaira. Vizsgálták, hogy milyen feltételezések alkalmazhatók a vízbeáramlás számításában.

Az integrálviszonyok módszerének alkalmazásával megoldották a változó hozamú, kútba irányuló tranziens vízbeáramlás feladatát. A levezetések alapján módszert javasolnak a szerzők a vízhajtás elméletével kapcsolatos közvetlen és fordított feladatok megoldására. A fordított feladatok megoldásához (a vizes réteg paramétereinek pontosításához) felhasználták a gáztelepek művelésére vonatkozó információkat, valamint a piezometrikus kutakban észlelt nyomásváltozások adatait. Vizsgálták az olyan feladatokat, amelyekben tekintetbe veszik az egységes víznyomásos rendszerrel összefüggő telepek interferenciáját.

Számítógépen és villamos modelleken végeztek kísérleteket a művelés szabályozási lehetőségének vizsgálatára mind gáz-, mind pedig vízhajtásos földgáz-előfordulások esetében.

Az elméleti fejtegetéseket számítások kísérik, és azokat 43 táblázat, 90 ábra és 132 irodalmi hivatkozás egészíti ki. A könyv megtalálható Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában

Sz. K.

VADECKIJ, JU. V.—OBMORÜSEV, K. M.—OKUN', B. I.: **Repedezett tárolók vizsgálata fúrás közben** *(Iszpütanie trescsinnüh kollektorov v proceszsze burenija)*. Moszkva, Nedra, 1976. 157 p.

A szerzők általánosítják azokat a tapasztalatokat, amelyeket a repedezett tárolók szénhidrogén-tartalmának becslése céljából végzett rétegvizsgálatok során gyűjtöttek. A kőzetnyomással és tektonikai viszonyokkal összefüggésben vizsgálják a repedezett tárolóban uralkodó feszültségeket, valamint a rétegfolyadékok beáramlásának jellegét.

Alátámasztják a fúrószáras rétegvizsgálat végrehajtása szempontjából eredményt ígérő szakaszok (rétegek) kiválasztásának kritériumait, és különös figyelemmel taglalják a vizsgálat technológiáját. A mezőkön és a laboratóriumokban végzett kísérleti vizsgálatok alapján elemzik a különböző depressziók és várakozási idők hatását a beáramlásra.

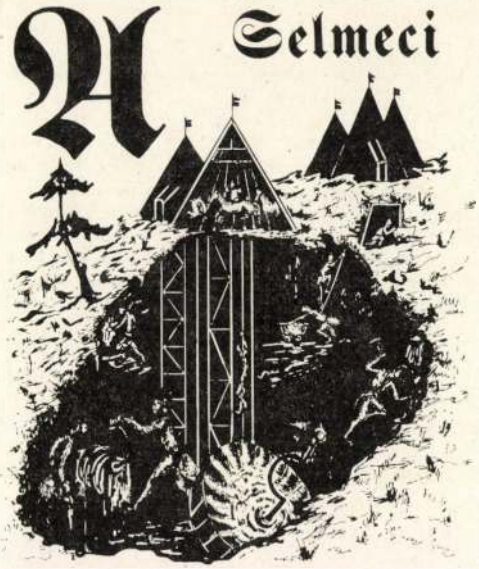
A szerzők a repedezett tárolókkal kapcsolatban ismertetik a racionális vizsgálati technológia kiválasztásának metodikáját, és a rétegeket (objektumokat) típusokba sorolják a vizsgálat eredményeitől függően. Eljárásokat javasolnak, amelyekkel meghatározható a réteg és a fúrólyuk közötti hidrodinamikai kapcsolat a vizsgálati eredmények függvényében.

A könyvet a kőolaj- és földgázkutak fúrásával és vizsgálatával foglalkozó mérnököknek és technikusoknak, valamint a tudományos dolgozóknak szánták, de azt az olajbányászati egyetemi hallgatók is tansegédletül használhatják.

A könyv tartalmát 20 táblázat, 47 ábra és 67 irodalmi hivatkozás gazdagítja.

(A könyv található a Szovjet Kultúra és Tudomány Háza műszaki könyvtárában, Budapesten.)

Sz. K.



ZSÁMBOKI L.: **A Selmeci Műemlékkönyvtár.** *A Nehézipari Műszaki Egyetem Központi Könyvtárának Kiadványai.* 17. sz. Miskolc, 1976. 73 o. 45 á.

A Selmeci Műemlékkönyvtár tömör, magyaros stílusa és szakszerű ismertetése nagyszerűen mutatja be a maga nemében páratlan, XVIII. századi alapítású műszaki-természettudományos könyvgyűjteményt. A mű szakszerűsége a két lektort, †dr. *Gyulay Zoltán* egyetemi tanárt és dr. *Hiller István* könyvtárigazgatót (Sopron) is dicséri. Az egyes témakörök lezárása után szereplő egykori szakmunkák borítólapjainak fotómásolatai *Mycko Tibor* hozzáértő munkájáról tanúskodnak.

A hajdani selmeci Akadémia könyvállományának nagyobb része jelenleg Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem Központi Könyvtárában és kisebb hányada Sopronban, az Erdészeti és Faipari Egyetem Könyvtárában található meg.

Miskolcon a selmeci könyvállománynak csaknem hét és félezres egysége egy reprezentatív kiállítású, 132 m² alapterületű múzeumi teremben van elhelyezve az 1862-ben a selmeci Bányászati és Erdészeti Akadémián érvényes szakrend szerint. A Miskolcon levő selmeci anyag csaknem 29 000 egységet foglal magába, amelynek a reprezentatív termen kívüli darabjai is korszerű körülmények között vannak tárolva.

Miskolcon a Selmeci Műemlékkönyvtárban elsősorban a bányászattal és kohászattal, illetve az azokkal kapcsolatos egyéb műszaki-természettudományos művek találhatók meg. Az erdészeti, matematikai, geometriai, építészeti és állattani műveket Sopronban őrzik.

A könyvtár és a könyvek sorsa szorosan összefonódott az Akadémia történetével. Így például az 1735. július 22-i udvari kamarai rendelet, amely Selmecen bányatisztképző iskolát hívott életre, megjelöli azokat a legfontosabb bányászati és kohászati szakkönyveket is, amelyeket az oktatáshoz feltétlenül be kell szerezni. Ezek a művek a kor legfontosabb bányászati-kohászati ismereteinek összességét tartalmazták, és díszes kötésükkel ma is a Műemlékkönyvtár ékességei.

1765-től, a selmeci Bányászati Akadémia első tanszékének megalapításától, illetve 1770-től a szervezetileg teljessé történő kiépítéstől kezdve az udvari kamara jelentős összegeket áldozott gyűjtemények és laboratóriumi felszerelések beszerzésére. A könyvek jó része letéti jelleggel a tanszékekre került. 1771-től már könyvtáros professzor is működött *Carolus Tierenberger* személyében.

Az Akadémia könyvtári alapjainak kiszélesítésében döntő jelentőségű volt *Johann Thaddäus Anton Peithner* magánkönyvtárának megvétele. *Peithnerről* ezen a helyen is illő megemlíteni, hogy 1761-ben kelt emlékeztetőjében ő javasolta egy négy évfolyamos bányászati és kohászati akadémia megalapítását, s ezzel elindította az udvari kamara szervező eljárását. Érdemeinek elismeréséül először Prágában oktat általános bányászatot, majd 1772-ben *Delius* után a selmeci akadémia bányaműveléstani professzorává nevezik ki. Később, 1777-től — szintén *Delius* utódaként — a birodalom legfőbb bányászati és pénzverészeti irányítója lett Bécsben.

Peithner 1774-ben ajánlotta fel az udvari kamarának az 1392 műből álló könyvtárát és 2000 darabnál többet tartalmazó ásvány- és kőzetgyűjteményét. A könyvtár állományát 1776. október 14-én *Tierenberger* professzor vette át *Peithnertől.* A nagyon értékes „Peithnerianából" sajnos számos mű a XVIII—XIX. század fordulóján és a II. világháború idején elveszett.

A selmeci Akadémiai könyvtárnak legfőbb célja az oktatás támogatása érdekében az élő és hasznosítható irodalom széles körű és folyamatos összegyűjtése volt. Főképpen a legtöbb kiadást megért legjobb műveket gyűjtötték össze és nem az unikumokat.

A selmeci akadémiai könyvtár állományának megoszlása a XVIII. század végén a következő volt:

matematika, geometria, mechanika, fizika, kémia, ásványtan, földtan... kb. 620 mű (1210 kötet) bányászat-kohászat, technika... kb. 280 mű (590 kötet);

Az akkori Magyarországon egyedülállóan gazdag volt a következő három állományrész:

kémia .....248 mű (582 kötetben);
ásványtan és földtudományok ..172 mű (191 kötetben);
bányászat-kohászat.....222 mű (311 kötetben).

A XVIII. század vége felé megjelentek a szakfolyóiratok is, főleg német nyelven. A gyűjteményben megtalálhatók a mai kémiai-fizikai szaklapok referáló ősei is. A bányászati és kohászati lapok legtöbbje alapításától megtalálható a könyvtárban, így az 1793-ban alapított és ma is élő Annales des Mines évfolyamai is. A Bányászati és Kohászati Lapok, mai szaklapjaink elődje, 1871-től az Akadémia kiadványaként jelent meg Selmecen, majd 1892—1950 között az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel közösen adták ki. 1867 után az Akadémia a könyvkiadás messzemenő támogatásával nagymértékben elősegítette a magyar nyelvű bányászati, kohászati és erdészeti szakirodalom felvirágzását.

1843-tól kialakult a könyvtár kezelésének és igazgatásának a rendje. A XIX. század első felében tizenkét szakcsoportba sorolták a könyvtár állományát. A szakcsoportokat az egyes évfolyamokon oktatott tananyag figyelembevételével állították össze. Ez a szakrend a leltározásban, köttetésben és raktározásban is megtalálható volt. Az egyes szakcsoportokat különböző színű címkékkel jelölték meg.

A selmeci kötés puritán egyszerűségű barna papír volt. A könyvek gerincén két címkét helyeztek el. A felső 28 mm-es címkén volt a leltári-raktári jelzet, az alsó 50 mm-es címkén a szerző neve, a rövid cím és a kötetszám található. Mindkét címkét díszes filétával keretezték.

Az 1862-es leltárkönyvben 3200 leltári tételszámon 3517 mű szerepelt 7353 kötetben. Ezen leltári tételek 76%-a jelenleg a miskolci egyetem, 22,1%-a a soproni egyetem könyvtárában van, és 1,9%-a elveszett, illetve ismeretlen helyen van.

A Selmeci Műemlékkönyvtárban az 1862-ben érvényes szakrend szerint találhatók meg a művek a következő csoportokban:

I. szak: matematika a bányászat számára (fehér). Ide sorolták még a geometriát, a bányamérést, a méréstant, a mechanikát és a gépészetet, valamint az építészetet.

II. szak: fizika és kémia a bányászat számára (narancssárga).

III. szak: ásványtan a bányászat számára (almazöld). Ez az állományrész is hiánytalanul megtalálható Miskolcon. Itt találhatók az ásványtan, kristálytan, kőzettan, teleptan, geológia és az őslénytan tárgykörébe tartozó művek.

IV. szak: bányászat (sötét szürkéskék). Ide vették a bányaműveléstan, a bányajog és bányagazdaság, valamint a bányagépészet irodalmának egy részét, továbbá a bányászatot és ko-

házatot együttesen tárgyaló kiadványokat is. Ez az állományrész is hiánytalanul megvan Miskolcon.

V. szak: kohászat (rózsaszínű). A 159 leltári tételből (262 kötet) hiánytalanul valamennyi a miskolci könyvtárban található.

VI. szak: sótermelés (fekete). Hiány nélkül 12 leltári tételben 21 mű található meg.

VII. szak: pénzverészet, érmészet (fekete). A 36 leltári tétel (45 kötetszám) hiánytalanul megtalálható Miskolcon.

VIII. szak: erdészet (sötétzöld). Az erdészeti irodalom 351 leltári tétele (590 kötetszám) a soproni egyetemi könyvtárban van.

IX. szak: technológia (világos olajzöld). Ide tartoznak az általános műszaki-technikai és közgazdasági művek, folyóiratok, enciklopédiák és sorozatok.

X. szak: vegyes tartalmú tudományos művek (világoskék). Ide sorolták az összefoglaló természettudományi műveket és társulati-egyesületi kiadványokat, valamint az előző szakokban nem szereplő természettudományos szakmunkákat, statisztikai kiadványokat, névkönyveket, iskolai kiadványokat stb. Itt helyezték el például 1851-től a selmeci, leobeni és přibrami bányászati tanintézetek közös periodikus kiadványait, a Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch évfolyamait.

XI. szak: irodalom (barna). Ebbe a szakba foglalták az irodalmi-művészeti folyóiratokat, újságokat, bibliográfiai kiadványokat.

XII. szak: térképek (narancssárga). A térképek főleg geológiai jellegűek.

A kéziratokat a tartalmuknak megfelelő szakban helyezték el. A XIX. század közepéig mindössze 25 kéziratot tartottak nyilván. Ezek között különösen szép kiállítású *J. Lang* professzor bányaméréstani könyvének szerzői kézirata.

A Műemlékkönyvtárt ismertető könyvecskének a végén fel vannak sorolva azok a szerzők és művek, amelyek az Akadémiával és annak könyvtárával foglalkoztak. Ezek a művek a maguk nemében természetesen nagyon értékesek, de az állomány vizsgálatán, valamint a rendelkezésre álló irattári és leltári anyagon alapuló könyvtártörténet megírása még a jövő szép és megtisztelő feladata.

A Selmeci Műemlékkönyvtárt ismertető füzet ízléses kivitelével és tartalmas mondanivalójával méltán számíthat a hazai és a külföldi szakközönség tetszésére és érdeklődésére. A mű értékét bizonyítja az is, hogy annak több világnyelven történő megjelentetését határozta el az NME Egyetemi Történeti Bizottsága.

Dr. *Patvaros József*
egyetemi docens,
(NME, Miskolc)

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Újabb „külső mező" — Algyőn

Az algyői szerkezettől délkeletre — a magyar—román határ közelében — két kisebb jelentőségű szénhidrogén-tároló található. A régebben ismert szerkezet a ferencszállási.

Ennek kutatása még felszabadulásunk előtt kezdődött el. Az első fúrást — az *F-1.* jelűt — még 1941-ben mélyítették. A második világháború e kutatásokat is félbeszakította. Az újabb kutatások 1966-ban kezdődtek, és 1975-ben fejeződtek be. Ez idő alatt 22 kutatófúrást mélyítettek. A kutak kivizsgálása és kellő információszerzés után a művelési, beruházási és a kiviteli tervek készítése is megindulhatott.

Az OGIL 1976-ra elkészítette a kivitelezéshez szükséges komplett tervdokumentációt.

Az V. ötéves terv az 1976—77-es évekre 2,1—2,2 millió t kőolaj- és 6,3—6,5 milliárd m^3 hazai földgáztermelést irányzott elő, mely az előző évek bázisszintjéhez viszonyítva jelentős növekedést jelent. Így 1977-ben a ferencszállási mező termelését meg kell kezdeni. A mező olajkútjai várhatóan még ez év első felében termelésbe állnak.

A ferencszállási szerkezet kutatásának végső időszakában — 1972-ben — e szerkezettől keletre a szeizmikus mérések újabb reményeket keltettek. A két kisebb terület — Kiszombor és Ferencszállás-K — fúrásos kutatása 1973-ban kezdődött a *Zomb-1.* és *FK-1.* jelű kutakkal. Ez a tevékenység sikerrel járt, mivel a ferencszállási szerkezethez viszonyítva 100 m-rel mélyebb helyzetben — 2300 m körül — az alsópannóniai konglomerátum és a paleozóos alaphegység repedezett tetőzónája produktívnak bizonyult. A tervezéshez szükséges adatszolgáltatás, a rétegre és rétegtartalomra vonatkozó ismeretszerzés érdekében 1976 szeptemberében sor került a *Zomb-7.* jelű kút termelésbe állítására. A termelőberendezés provizórikus jelleggel a kútkörzetbe települt. Az olajat tartálygépkocsik szállítják el az algyői fő gyűjtőbe.

A terület kutatása során nyilvánvalóvá vált, hogy a szerkezet egy része a Román Szocialista Köztársaság területére nyúlik át. A racionális termelés érdekében hasznosnak látszott, hogy a közös kőolajtelepet a két ország közösen is művelje le.

Így az MNK és RSZK kormányai között — az 1976. december 20—22-i tárgyalások eredményeként — megállapodás jött létre a magyar—román határ menti szénhidrogén-lelőhelyek köt zös kiaknázására.

A ferencszállás—kiszombori mezők közelsége, a termelőlétesítmények gazdaságos kihasználása, valamint a termelés irányítása és kiszolgálása miatt a két szerkezet leművelését célszerű egyidőben végezni. Ezért a kiszombori mezőrész próbatermelő létesítményeinek kivitelezését sürgetni kellett.

A kútbekötések, gyűjtő- és mérőközpontok, valamint a technológiai rendszerek kiviteli terveit az NKFV szolnoki tervezőgárdája dicséretes gyorsasággal még 1976-ban elkészítette. Ezáltal lehetővé vált a már kivitelezés alatt álló ferencszállási létesítmények és technológiák kisebb módosítása a megnövekedett olajtermelés kívánalmainak kielégítésére. Az újabb tervek megvalósítását az NKFV Szegedi Üzeme fogja végezni. Az NKFV-terv szorosan illeszkedik az OGIL korábban kiadott terveihez.

A kiszombori területrészen egy gyűjtőközpont létesül 7 termelőkút produktumának fogadására. A termelvény egy mérő- és egy közös vezetéken át jut az 1,5 km-re telepített Ferencszállás-K-i mérőközpontba. Itt gyűjtik a 17 FK-jelű kút hozamát, és végzik egy DSD típusú szeparátorral a kutak egyedi hozamának mérését. A két mezőrész termelvénye innen a 4 km-re létesült ferencszállási gyűjtőállomásra, majd egy 7 km hosszú NA150-es vezetéken át az algyői gyűjtőrendszerbe kerül.

A gyűjtő- és mérőközpontok kezelő nélküli technológiák; mindössze időszakos ellenőrzésük szükséges. A kútkezelő és ellenőrző személyzet többségét a környező települések (Kiszombor, Kübekháza, Klárafalva, Ferencszállás) adják.

Várható, hogy 1980-ban már maximális (100 Et/év) olajtermelést kapunk, mely egyre csökkenve, 1990-re szűnik majd meg.

A Ferencszállás—Kiszombor terület ezáltal az Algyőhöz tartozó ún. „külső mezők" sorába lépett, és ha szerényen is, de hozzájárul az V. ötéves tervidőszak termelési célkitűzéseinek megvalósításához.

Elő Vendel
részlegvezető mérnök

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Elektrotechnika** 8.—9. száma közli *G. Pfaff* **Az automatizálás, a szabályozástechnika és a teljesítményelektronika fejlődése** c. tanulmányát, melyből elsősorban érdeklődésre számot tarthatnak a teljesítményelektronika szerepét, a tranzisztoros és tirisztoros kapcsolásokat tárgyaló fejezetrészek.

A **Hiradástechnika** januári számában találjuk dr. *Kovács Magdolna—Saufert J.* **A nagy bonyolultságú integrált áramkörök — mikroprocesszorok — műszaki és gazdasági kérdései** c. cikkét, melyben a szerzők bemutatják a digitális technikában végbemenő alapvető strukturális változásokat, a hardware és a software értékarányainak változásait. A cikk kiemelten foglalkozik az LSI-áramkörökkel megvalósított mikroprocesszoros rendszerek műszaki és gazdasági kérdéseivel.

Az **Energiagazdálkodás** januári számából olvasóink figyelmébe ajánluk *Ursu L.* **A gáztörvény végrehajtási utasításait képező miniszteri rendeletek átdolgozásánál alkalmazott elvi megfontolások** c. cikkét, mely előadásként az Országos Gázkonferencián (1976, Szombathely) is elhangzott.

A **Geodézia és Kartográfia** 6. száma két közérdeklődésre számot tartó cikket közöl: dr. *Radó S.*—dr. *Klinghammer I.* **A térképészet új perspektívái és feladatai** c., a 23. Nemzetközi földrajzi kongresszuson (1976, Moszkva) elhangzott előadását, továbbá *Hrenkó P.* **Szerelmey Miklós 1848-as csata- és Balatontérképei** c. cikkét, mely utóbbiból egy hányatott és kalandos életpályájú mérnökezredes munkásságát ismerhetjük meg. A cikk nagyon érdekes, *Marx* és *Engels* tollából származó levélidézeteket is tartalmaz.

A **Korróziós Figyelő** 6. száma *Milos Kulis* **Antikon CK—S szervetlen védőbevonat és gazdasági jelentősége a korróziós károk csökkentésében** tárgyú (csehszlovák) szabadalmát ismerteti. Az ismertetett védőbevonat hosszú időn keresztül védi a fémszerkezeteket a korrózió ellen, ugyanakkor előállítási ára alacsony. Jelentős előnye még, hogy le nem tisztított vagy nedves felületre is felvihető, és tökéletesen véd magas relatív nedvességtartalmú levegőben is. E számban található *Tihanyi K.—Zubonyainé Szathmári Erzsébet* **Hazai gyártású, vízzel hígítható festékek alkalmazásának tapasztalatai** c. írása is, mely tesztszerűen értékeli a BUDALAKK Szuprén H gyártmányát.

A **Villamosság** novemberi száma közli dr. *Gádor L.* **Kisfeszültségű hálózatok gazdaságos feszültségszabályozása** c. írását, melyben a kisfeszültségű, közcélú szabadvezeték-hálózatok feszültségviszonyainak javítására szolgáló soros szabályozó transzformátor alkalmazási lehetőségeit és műszaki paramétereit találjuk.

A **Műanyag és Gumi** 12. számában dr. *Boros T.—Lengyel Miklósné— dr. Szőr P.* **Szálbetétes tömlők gumirétegeiben fellépő feszültségi állapot vizsgálata** c. cikke a nemlineáris kontinuummechanika feszültségszámítási módszereivel nyert eredményeket közöl a szálbetétes tömlők betétjeiben helyet foglaló szomszédos kordok közti ágyazógumiban fellépő nyírófeszültségekre.

A **Magyar Kémikusok Lapja** szeptemberi száma *Cs. Pintér P.* **Örvényszivattyúk diagnosztikája** c. írását közli, melyben a szerző az örvényszivattyúk üzemelési zavarait kiváltó okokat ismerteti. *Vajda S.* **Matematikai modellek paramétereinek becslése** c. tanulmányában a vegyészmérnöki tudományban előforduló nemlineáris egyenletrendszerek ismeretlen állandóinak becslésére ajánl módszert, és a számításokat példákkal szemlélteti.

Az **Ipargazdaság** novemberi száma közli dr. *Gyetvai L.—Vetró Istvánné* **Az új rendszerű munkástovábbképzés költségei és a vállalati munkaerő-gazdálkodás** c. tanulmányát, melyben a szerzők elsősorban a továbbképzési költségek és a vállalati gazdálkodás kapcsolatát tárgyalják. A decemberi számból *Hegedűs T.* **A szervezési program kialakítása** c. írását emeljük ki. A cikk a szervezés három fajtáját: a racionalizálást, az átszervezést és az új szervezést elemzi. Óva int a reális szervezési koncepció kialakítását veszélyeztető fantáziátlan vagy fantaszta elképzelésektől.

1977. február hó

Csaba József

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Kísérleti fúrók a DKFÜ-nél

1976-ban a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem tovább folytatta az üzemi kísérleteket a DKG-ban gyártott fúrókkal.

A módosított csapágyazású fúrók közül a 11. számú — a *Nab-1.* jelű fúrásban — 1200—1408 m közt fúrt 39 óráig, a hagyományos fúrónál jobb teljesítménnyel, de ugyanitt a 12. számú csak 12 óráig volt üzemképes, és 1608—1644 m közt fúrt.

Kiemelkedő teljesítményt nyújtott a 17. sorszámú fúró, amely az *Szk-117.* fúrásban 1109—1685 m között 52,6 órát, a *Har-5.* fúrásban 1324—1478 m között 20,0 órát, 1760—1822 m között 24,75 órát fúrt, átlagos mechanikai sebessége 8,14 m/h volt.

A 16. számú fúró a *KihaÉK—17.* jelű fúrásban 1303—1736 m között fúrt 77 óráig. Kiépítés után az utóbb leírt két fúró csapágya a nagy teljesítmény ellenére még kielégítő volt.

A kísérletre átvett fúrók üzemórái azonban nagy szórást mutatnak; volt olyan fúró, amely csak 12 órát teljesített, egy másik 21,75 óra után vált használhatatlanná.

A fenti eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a siklócsapágyas fúrók gyártásához magas szintű gyártási technológiára van szükség. Ellenkező esetben a várt eredmények elmaradnak.

Nagykanizsa, 1977. február hó

Schall István
okl. olajmérnök
(DKFÜ, Nagykanizsa)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Й. Чаба, инж.-нефтяник—*М. Фюлёп*, математик—*Б. Тот*, инж.-нефтяник: **Роль промывки в оптимизации роторного бурения** ..... **Стр. 132**

В статье делается попытка создать соответствие между факторами разрушения горных пород на забое скважины и оптимизированными факторами промывки. На основании этого излагаются практические шаги проектирования режима оптимального бурения. Применение метода показывается на примере результатов оптимизированной проводки 9 скважин.

Д-р *К. Бауер*, инж.-нефтяник: **Получение кривых капиллярного давления с помощью центрифугирования** **Стр. 141**

Автором предлагается использование соответствующей функции модели для перерасчета измерительных данных, получаемых при центрифугировании, в кривые капиллярного давления. Постоянные этой функции необходимо определять на основе измерительных данных при наименьшей погрешности.

Д-р *Агнеш Немет*, химик—*Г. Немешхедьи*, инж.-химик—д-р *Л. Носко*, инж.-химик, канд. хим. наук—*М. Алмаши*, инж.-химик: **Оценка антистатических присадок для бензинов** ..... **Стр. 144**

Авторами проводились исследования для изучения влияния различных антистатических присадок (ASA—3, Präpagen WK, салицилатдиолеат хрома (III), нафтенат кобальта, триэтаноламинолеат, Evistat, Politex—E), на снижение склонности бензинов к электростатической зарядке. Оценка присадок проводилась путем измерения проводимости, так как между постоянной времени отвода заряда и проводимостью имеется однозначная (прямая) зависимость.

Согласно результатам измерений антистатический эффект исследованных присадок снижался в следующем порядке: ASA—3, салицилатдиолеат хрома (III), Präpagen WK, нафтенат кобальта, Politex—E, триэтаноламинолеат. Применение Evistat в бензине в качестве присадки не представляется возможным из-за ее ограниченной растворимости.

Д-р *И. Сюч*, спец. инженер по нефтехимии—*Л. Хобор*, инж.-механик хим. промышленности: **Проблемы проектирования и эксплутации компрессорны хстанций нефтеперерабатывающей промышленности Часть 1. . Стр. 148**

Авторами детально излагается опыт проектирования и эксплуатации компрессорных станций нефтеперерабатывающей промышленности, и даются рациональные рекомендации по устранению обнаруженных недостатков и затруднений, а также по новым, безопасным конструкционным решениям.
Подробно рассматриваются последствия перехода к новым конструкциям компрессоров, далее опасность гидроудара, акустические вибрации поршневых машин, типичный пример электродвигателей для компрессоров, и возможности обслуживания и ремонта. Наряду с этим авторы обращают внимание заинтересованных специалистов на важность вопросов размещения, регулировки работы, питания электродвигателей и КИП компрессоров.

*

Dipl.-Ing. *JózsefCsaba*—Dipl.-Math. *Miklós Fülöp*—Dipl.-Ing. *Béla Tóth:* **Über die Rolle der Spülung bei der Optimierung des Rotary-Bohrens ..... S. 132**

Die Verfasser sind bestrebt, eine Übereinstimmung zwischen den Faktoren der Gesteinszerkleinerung des Bohrens und den optimierten Faktoren der Spülung zu erreichen. Aufgrund derselben werden praktische Schritte für die Projektierung des optimierten Bohrens erörtert. Die Anwendung der Methode wird anhand der Ergebnisse von 9 optimierten Bohrungen dargestellt.

Dr.-Ing. *Károly Bauer:* **Bestimmung der Kapillarendruckkurven mittels Zentrifuge ..... S. 141**

Der Verfasser schlägt die Anwendung einer Modellfunktion vor, die für die Umgestaltung der mittels Zentrifuge erhaltenen Messergebnisse zu Kapillarendruckkurven geeignet ist. Die Konstanten dieser Funktion sollen anhand der Messergebnisse mit dem geringsten Fehler bestimmt werden.

Dr. *Ágnes Németh*, Chemiker—Dipl.-Ing. *Gábor Nemeshegyi*—Dr.-Ing. *László Noszkó*, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Miklós Almási:* **Elektrostatische Ladung von Benzinproben — Antistatische Zusätze ... S. 144**

Die Verfasser haben die Wirkung verschiedener antistatischer Zusätze (ASA—3, Präpagen WK, Chrom(III)-Salizylat-Dioleat, Kobalt-Naphthenat, Triäthanol-Amin-Oleat, Evistat, Politex-E) auf die Verminderung der Neigung auf Benzinaufladung untersucht. Die Zusätze werden durch Leitfähigkeitsmessungen qualifiziert, da es zwischen der Zeitkonstante der Ladungsableitung und der Leitfähigkeit einen eindeutigen Zusammenhang gibt.
Nach der Messergebnisse nahm die antistatische Wirkung der untersuchten Zusätze in der folgenden Reihenfolge ab: ASA—3, Chrom(III)-Salizylat-Dioleat, Präpagen WK, Kobalt-Naphthenat, Politex-E, Triäthanol-Amin-Oleat. Evistat kann wegen seiner beschränkten Lösbarkeit nicht als Benzinzusatz angewandt werden.

Dr.-Ing. *István Szűcs*—Dipl.-Ing. *László Hóbor:* **Projektierungs- und Betriebsprobleme von Kompressoranlagen der Erdölverarbeitungsindustrie Teil 1. ..... S. 148**

Die Verfasser behandeln ausführlich die bei der Projektierung und Inbetriebhaltung von Kompressoranlagen der Erdölverarbeitungsindustrie gesammelten Erfahrungen und machen zweckmässige Vorschläge zur Beseitigung der bisher wahrgenommenen Fehler und Schwierigkeiten sowie für neue, sichere Lösungen.
Konsequenzen der Änderungen bei der Auswahl der Kompressoren, Gefahren des Flüssigkeitsschlages, akustische Vibrationen von Kolbenmaschinen, ein charakteristischer Typ entnommen aus den Elektromotoren für Kompressoren, die Bedienungs- und Montagemöglichkeiten werden eindringlich erörtert. Ausserdem wird die Aufmerksamkeit der Fachleute auch auf die Wichtigkeit der mit der Placierung, Leistungsregelung, Energieversorgung und Instrumentation der Kompressoren verbundenen Fragen gelenkt.

*

József Csaba, Petroleum Eng.—*Miklós Fülöp*, Mathematician—*Béla Tóth*, Petroleum Eng.: **On the role of mud circulating in rotary drilling optimization ..... p. 132**

The study endeavours to create harmony between the rock braking factors of drilling and the optimized factors of mud circulating. Based upon this, practical steps of planning of an optimized drilling system are outlined. The application of the method is shown on the results of nine optimized drillings.

Dr. *Károly Bauer*, Petroleum Eng.: **Determination of capillary pressure curves by means of centrifuging..... p. 141**

The author suggest the use of a model function suitable recalculating measuring data obtained by centrifuging into capillary pressure curves. The constant values of this function should be determined with the slightest error possible on the basis on measuring data.

Dr. *Ágnes Németh*, Chemist—*Gábor Nemeshegyi*, Chemical Eng.—Dr. *László Noszkó*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences—*Miklós Almási*, Chemical Eng.: **Electrostatic charge build-up of petrol samples — Antistatic additives ..... p. 144**

The effect of various antistatic additives (ASA—3, Präpagen WK, chrome(III)-salicylate-dioleate, cobalt-naphthenate, triethanol-amine-oleate, Evistat, Politex-E) on the reduction of gasoline charging tendency has been investigated. Additives were qualified by conductivity measurements since there is an unambiguous relationship between the time constant of charge leakage and conductivity.
According to the measuring values, the antistatic effect of the additives examined was reduced is the following rank: ASA—3, chrome(III)-salicylate-dioleate, Präpagen WK, cobalt-naphthenate, Politex-E, triethanol-amine-oleate. Evistat, because of its limited solubility, cannot be used as a gasoline additive.

Dr. *István Szűcs*, Petrochemical Eng.—*László Hóbor*, Mechanical Eng. for the Chemical Industry: **Designing and operating problems of compressor stations in the petroleum processing industry Part 1..... p. 148**

Experience gained when designing and operating compressor stations in the petroleum industry is discussed in detail and suitable suggestions are made for eliminating troubles and difficulties observed so far as well as for new and safe solutions.
Consequences of changing of compressor manufactures, the danger of fluid impact, acoustic vibration of positive-displacement machines, one of the characteristic types of compressordriving electromotors, handling and mounting possibilities are dealt with in detail. The attention of specialists is drawn to the importance of problems regarding placing, power control, power supply and instrumentation of compressors.

Az MTA és az MTESZ közös ankétja Szolnokon

1975. október 23-án az *MGE Mélyfúrási Geofizikai Szakosztályának előadóülésén* a nagyszámú hallgatóság arra a következtetésre jutott, hogy célszerű lenne a mélyfúrásokból nyert kőzetminták (furadék és kőzetmag) egységes tárolási, kőzetmechanikai, fizikai, fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati és vizsgálatértelmezési szempontjainak kialakítására az érdekelt MTESZ-szakosztályok közös rendezésében előadói napot tartani. Az egységes vizsgálati módszerek révén nyert és mágnesszalagon (vagy lemezen) tárolt adatokat a geológiával, fúrástechnológiával, karotázsmérés-technikával, rezervoármechanikával és termeléstechnológiával foglalkozó szakemberek egységes értelmezésben és széleskörűen használhatnák fel.

A közös elhatározás 1977. május 24—25-én válik valóra, amikor is az *MTA Bányászati Osztálya*, a *Magyarhoni Földtani Társulat*, a *Magyar Geofizikusok Egyesülete* és az *Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület* közös rendezésében **A szénhidrogén- és vízkutatás, valamint a bányászat földtani információszerzési lehetőségei és fejlesztési irányai** címmel a Pelikán-szállóban országos ankétot rendez.

A színvonalasnak ígérkező ankét műszaki titkársága az elhangzottak alapján tesz ajánlást a kőzetminták egységes tárolási, vizsgálati és vizsgálatértelmezési szempontjainak kialakítására.

Budapest, 1977. március hó

Csaba József

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 161—192 oldal
BUDAPEST, 1977. JÚNIUS HÓ
6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

Szemelvények az anyagmérleg-egyenletek alkalmazásának tárgyköréből. Bevezetés 161

PÁPAY JÓZSEF—GUNDEL ILONA — Az átmeneti zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció hatása az anyagmérleg-egyenlettel való paramétermeghatározás pontosságára 162

GÁSPÁR MÁRIA — Kőolajok és frakcióik szénizotóp-összetétele 168

SZILÁGYI LÁSZLÓ — Szintetikus kenőolajok 173

SCHMIDT FERENC—ZALKA LAJOS — A gázolaj-kénmentesítés időszerű kérdései 180

HERMÁN ISTVÁNNÉ — A Tiszai Vegyi Kombinát hidrogénezett pirolízisbenzinjének hatása a Komáromi Kőolajipari Vállalat autóbenzinjeinek minőségére 184

Egyesületi hírek
Az Ipargazdasági Bizottság ülése 167

Szakosztályi hírek
3. Ifjúsági Szakmai Napok — Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért 172

Hírek az üzemekből
Fekvő tengelyű, kis gőzterű elpárologtatókészülék több alkotós elegyek intenzív elpárologtatására 183

Könyvismertetés 189

Hazai műszaki lapszemle 190

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 190

A SZÁM SZERZŐI:

GÁSPÁR MÁRIA okl. vegyész, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); GUNDEL ILONA okl. matematikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); HERMÁN ISTVÁNNÉ okl. vegyészmérnök (Komáromi Kőolajipari Vállalat, Szőny); PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SCHMIDT FERENC okl. vegyészmérnök, tudományos főmunkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Várpalota—Pétfürdő); SZILÁGYI LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Százhalombatta); ZALKA LAJOS dr. okl. vegyészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tudományos igazgatóhelyettes (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Százhalombatta).

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: MUNKÁCSI ZOLTÁN

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

76-1764 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110.) évf. 6. szám 1977. június

SZEMELVÉNYEK AZ ANYAGMÉRLEG-EGYENLETEK TÁRGYKÖRÉBŐL

BEVEZETÉS

A szerzők a szénhidrogéntelepek és azt körülvevő víztest energiaviszonyait elemzik. Ezen belül a következő témaköröket tárgyalják.

Az átmeneti zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció hatása az anyagmérleg-egyenlettel történő paramétermeghatározás pontosságára; heterogén felépítésű, szabályos geometriával nem jellemezhető rendszerek energiaviszonyainak elemzése; legkisebb négyzetek és a lineáris programozás kombinált módszerének alkalmazása rétegparaméterek meghatározására; közös víztesten elhelyezkedő rendszerek jellemző rétegparamétereinek meghatározása; készletmeghatározás pontossága.

A tanulmány első része az első témakört tárgyalja; ebben a szerzők rámutatnak arra, hogy a termelés előrejelzésénél figyelembe kell venni a kétfázisú zónában történő áramlási nyomásveszteséget és a gravitáció okozta nyomáskorrekciót. A kezdeti készlet és a víztest paramétereinek pontosabb meghatározása is csak e hatások figyelembevételével történhet. Bemutatják a kidolgozott algoritmusokat is.

Ebben az összefogó címmel tervezett négy-öt tanulmányból álló sorozatban a szénhidrogén-bányászatban igen elterjedt anyagmérleg-számítások műszaki alkalmazásának néhány kérdésével kívánunk foglalkozni. Sokan talán felvethetik ennek szükségtelenségét azzal, hogy egy már jól kitaposott út felújítása fölösleges. Csak a felületes szemlélőtől származó eme véleménynyel szemben minden szakember és kutató, aki e kérdéssel behatóan foglalkozik, jól tudja, hogy látszólagos egyszerűsége mellett igen bonyolult kérdéskomplexum megoldásának a kutatásáról van szó.

A közölni szándékozott anyag természetszerűen nem foglalkozhat minden olyan kérdéscsoporttal, amivel a szakterületen a kutató vagy a szakember szembekerül, vagy szembe találhatja magát.

Egy-egy olyan témacsoporttal foglalkozunk csupán, amely a mi speciális gyakorlatunkban felmerült. Azt szeretnénk bemutatni, hogy azokat hogyan és milyen eszközökkel oldottuk meg. Úgy érezzük, hogy ismertetésünk hasznos lehet az e területen dolgozóknak.

Nyilvánvaló, hogy sok kérdés megválaszolatlan marad, ez azonban magából a feladat természetéből adódik.

A szénhidrogéntelep és az azzal hidrodinamikailag kapcsolatban levő aquifer mindössze pontszerűen észlelt viselkedéséből vajon egyértelműen megismerhetjük-e a rendszer belső szerkezetét?

Erre a kérdésre választ a határozatlanság kibernetikai alapelve ad: egy rendszer belső szerkezete egyértelműen nem határozható meg a megfigyelt külső tulajdonságokból.

Mindezek ellenére minden megoldás közelebb hoz a valóság megismeréséhez, elősegíti az optimális termelési stratégia kialakításának megvalósítási lehetőségét, és jelentős segítséget ad e bonyolult rendszer elemzéséhez, viselkedésének előrejelzéséhez és a rendszer irányításához.

Az egymás után tárgyalt problémakörök nem alkotnak folyamatos láncolatot, azonban közös bennük, hogy a víztest és a szénhidrogéntelep alkotta rendszer energiaviszonyainak elemzését és ehhez kapcsolódóan a jellemző paraméterek meghatározását tartják fő célnak.

A következő témakörökkel kívánunk foglalkozni:

— átmeneti zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció hatása az anyagmérleg-egyenlettel való paramétermeghatározás pontosságára;
— heterogén felépítésű, szabályos geometriával nem jellemezhető rendszerek energiaviszonyainak elemzése;
— a legkisebb négyzetek és a lineáris programozás kombinált módszerének adaptálása (LN—LP) az anyagmérleg-egyenletekkel való rétegparaméterek meghatározására;
— közös víztesten elhelyezkedő szénhidrogéntelepek, ill. interferáló rendszerek jellemző rétegparamétereinek meghatározása;
— anyagmérleg-egyenletekkel való készletmeghatározás pontosságának a kérdése stb.

Tekintettel a felsorolt tematika viszonylagos sokrétűségére, az egyes témaköröket általában más és más szerzők tárgyalják majd.

Az átmeneti zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció hatása az anyagmérleg-egyenlettel való paramétermeghatározás pontosságára

ELSŐ KÖZLEMÉNY

PÁPAY JÓZSEF—
GUNDEL ILONA

A termelés megkezdése előtt az a pórustérfogat, amelyben a művelésre való szénhidrogénkincs elhelyezkedik, többé-kevésbé jól definiálható. Ezt a pórustérfogatot rendszerint a fázishatárok fölött elhelyezkedő tárolóréssszel veszik azonosnak.

Az e tárolórészben található fluidumok normálviszonyokra vonatkozó térfogata a nyomás függvénye. A nyomás a termelés kezdetén állandónak, vagy a fluidumok fajsúlyától és a tárolórész geodetikus magasságától függően változónak tekinthető. A termelés során a tárolórész eredeti nyomáseloszlása a fluidumok áramlása miatt megváltozik.

Emiatt nem egyszerű a kezdeti tárolórész nyomáseloszlásának számítása.

Ezzel a kérdéssel — az anyagmérleg alkalmazási lehetőségén belül — több szerző foglalkozik. Ezek — az egyszerűbb tárgyalás miatt — kivétel nélkül a víznyomásos gáztelepre vonatkozó anyagmérleg-egyenlettel közölnek megoldást.

P. K. Sztradünov, V. N. Szmirnov [1] a kompresszibilitási tényezőt figyelmen kívül hagyva elemzik ezt a kérdést úgy, hogy a gravitáció okozta nyomásgradienstől eltekintenek. Csak a viszkózus áramlás okozta nyomásveszteséget számítják; majd ezt követően a gravitáció hatását is figyelembe veszik, annak feltételezésével, hogy a pillanatnyi fázishatár helyzete analitikus függvénnyel megadható.

Sirkovszkij [2] vízszintes, kör alakú tárolóra ad megoldást, ahol is gravitáció nincs. Ugyanő figyelembe veszi az összenyomhatósági tényezőt, és a vízzel elárasztott zónában a normálállapotra vonatkozó gázmennyiséget a tárolórész átlagnyomására vonatkoztatja.

S. M. Dumore [3] talpi víznyomásos gáztárolóra ad megoldást úgy, hogy a viszkózus áramlás csak függőleges irányú; a gravitációt figyelembe veszi. Az egyszerűbb tárgyalás miatt átlagos teleptérfogati tényezővel számol úgy, hogy a kezdeti tárolórész tetszőleges konfigurációt vehet fel.

Magyarországon e kérdéssel *Tóth János* [4] foglalkozott először. Az általa alkalmazott modell *Sirkovszkij* módszerén alapult. Az általunk kidolgozott eljárás lényegében *Sirkovszkij, Dumore* módszerének kombinálása, ill. azok továbbfejlesztése. A modell mind peremi, mind talpi víznyomásos tárolókra alkalmazható. Nem szükséges a tárolót mértani modellel leképezni. Mind a gravitáció, mind a viszkózus áramlás miatti nyomáskorrekciót figyelembe vesszük úgy, hogy a teleptérfogati tényező a tároló meghatározott elemeihez más és más.

Az említett szerzőktől eltérően nem elégszünk meg az anyagmérleg felírásával és annak oly módon történő alkalmazásával, hogy a kidolgozott eljáráskor csupán előrejelzést adunk. Összehasonlító elemzést végzünk arra vonatkozóan, hogy termelési múlttal rendelkező szénhidrogéntelepek esetén az egyszerűsített, hagyományos anyagmérleg-egyenlettel és az általunk felírt összefüggéssel meghatározott jellemző paraméterek azonosak-e vagy különböznek, és hogy ennek milyen technológiai következményei lehetnek.

Arra is rámutatunk, hogy előrejelzés esetén melyik modell ad megbízhatóbb eredményt. Megjegyezzük, hogy a vizsgálat eredményei értelemszerűen vonatkoznak olajtelepekre is.

1. Földgáztelep anyagmérleg-egyenlete a kétfázisú áramlási zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció figyelembevételével

A kétfázisú zónában történő áramlás nyomásveszteségének számítását az alábbi feltételek mellett végezzük:

— a kezdeti és az aktuális fázishatár között az áramlás stacioner;

— az „átmeneti zóna" konfigurációja geometriai modellel leképezhető.

Számításaink során feltételezzük, hogy a kétfázisú zónában az áramlási nyomásveszteség lineáris rendszerre vonatkozó *Darcy*-törvénnyel számítható:

$$\Delta p^n = q^n \frac{1}{A^n} l^n \frac{\mu_w}{K k_{rw}}, \qquad (1)$$

ahol

Δp^n az áramlási nyomásveszteség a kétfázisú zónában;

q^n a víz átlagos áramlási üteme;

A^n az átlagos áramlási keresztmetszet;

l^n az áramlási hossz;

μ_w a víz viszkozitása;

K a kőzet abszolút, átlagos áteresztőképessége;

k_{rw} a vízre vonatkozó relatív áteresztőképesség maradék gáztelítettségnél;

n jelöli azt, hogy az adott paramétert explicite számítjuk.

A rendszer átlagos áramlási keresztmetszete és a rendszer „lineáris hossza" a telepbe áramlott víz kumulatív mennyiségének a függvénye.

Abban az esetben, ha a telep nem vízszintes, akkor az oszlopsúlyból származó nyomásveszteséget is figyelembe kell venni.

Ebben az esetben a kezdeti gáz—víz határon a nyomás — elhanyagolva a tiszta gázos zónában az áramlási veszteséget — a következő összefüggéssel számolható:

$$p^{xn+1} = p^{n+1} + b_g^{n+1} \gamma_{g0} h_g^n + \gamma_w h_w^n + \Delta p^n, \qquad (2)$$

itt

p^{xn+1} az aktuális nyomás a kezdeti fázishatáron;

p^{n+1} a gáz nyomása a gáztároló telep legmagasabb szerkezeti helyzetében;

b_g^{n+1} a teleptérfogati tényező reciproka a tiszta gázos zóna legmagasabb szerkezeti helyzetének átlagnyomásán;

γ_{g0}, γ_w a gáz és víz fajsúlya normálviszonyok között;

$n+1$ jelöli azt, hogy az adott paramétert az időlépés végén számítjuk.

Az (1) és (2) összefüggés segítségével a kezdeti gáz—víz határon és a szerkezet tetején levő nyomás különbsége a termelés bármely időpontjában számítható.

Ha az idő függvényében a termelés adott, és a telep legmagasabb szerkezeti helyzetéhez tartozó p nyomást tekintjük ismeretlennek, akkor ennek értéke az *1. ábra* alapján a következő anyagmérleg-egyenletből számítható:

$$Q_0 - Q_p^{n+1} = V_1 S_g b_{g1}^{n+1} + (V_2 - V_1) S_g b_{g2}^{n+1} + \\ + (V_3 - V_2) S_g b_{g3}^{n+1} + \ldots + (V^x - V_6) S_g b_{g7}^{n+1} + \\ + (V_7 - V^x) S_{gm} b_{g7}^{xn+1} + \ldots + (V_{11} - V_{10}) S_{gm} b_{g11}^{xn+1} + \ldots, \tag{3}$$

ahol

Q_0 a kezdeti gázkészlet;
Q_p a kumulatív gáztermelés;
S_g a kezdeti gáztelítettség;
S_{gm} a maradék gáztelítettség;
V_i a kőzettérfogat;

$$b_{gi}^{n+1} = b_{gi}^{n+1}(p^{n+1} + \gamma_g^{n+1} h_i); \quad h_1 \leqq h_i \leqq h_g.$$

$$b_{gi}^{*n+1} = b_{gi}^{*n+1}(p^{n+1} + \gamma_g^{n+1} h_g^n + \Delta p_i^{**};$$

$$\Delta p_i^{**} \cong \left(\gamma_w h_w^n + q^n \frac{1}{A^n} l^n \frac{\mu_w}{K k_{rw}}\right) \frac{h_i^* - h_g^n}{h_w^n};$$

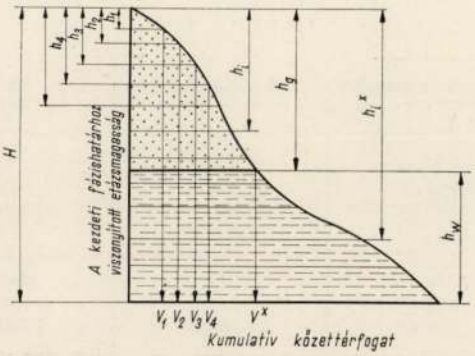
$$h_g \leqq h_i^* \leqq H;$$

$$\gamma_g^{n+1} = b_g^{n+1} \gamma_{g0}.$$

A (3) összefüggésből p^{n+1}-et iterációval számítjuk.

Az előbbi összefüggések alkalmazásához az alábbiakat jegyezzük meg:

— az etázsmagasság függvényében ábrázolt kőzettérfogatot a magasság függvényében tetszőleges térfogatokra osztjuk fel;
— a kezdeti és a maradék gáztelítettséget kőzettérfogatonként állandónak tekintjük, de értékük külön-külön különböző;
— az adott kőzettérben levő gáz átlagnyomását az elemi kőzettérfogat „talpára" vonatkoztatjuk;



1. ábra

— a gáz fajsúlyát a telep legmagasabb szerkezeti pontjában levő nyomás figyelembevételével explicite számítjuk;
— a kétfázisú zónában a nyomásveszteséget lineárisan osztjuk fel a megfelelő kőzettérfogatok között;
— a víztermeléstől eltekintettünk;
— a víz áramlását az egyszerűbb megoldás miatt egyirányúnak tekintjük.

Az algoritmus a következő módon működik: feltételezzük azt, hogy a telep legmagasabb szerkezeti helyzetén ismerjük a nyomást: p^{n+1}-et, majd az (1) és (2) összefüggés segítségével számítjuk a kezdeti fázishatáron p^{xn+1}-et.

A p^{xn+1} ismeretében számítható a telepbe áramlott víz mennyisége *Van Everdingen—Hurst* módszerével, hatásfüggvénnyel vagy akár numerikus modellel.

A telepbe áramlott víz mennyiségének ismeretében az etázsmagasság—kumulatív kőzettérfogat alapján meghatározható a V^x értéke, és az egyéb explicite felvett paraméterek is korrigálhatók.

A V^x ismeretében megvizsgáljuk azt, hogy a (3) egyenlőség teljesül-e, vagy sem. Ha az eltérés egy megengedett értéknél nagyobb, akkor új p^{n+1}-et kell felvenni és így tovább.

2. Rétegparaméterek meghatározása termelési múlt alapján a gravitáció és a viszkózus áramlás figyelembevételével

A termelés kezdetén a jellemző rétegparaméterek meghatározása a feltáró kutak kivizsgálása során kapott eredmények geológiai-rezervoármérnöki feldolgozása segítségével történik. A termelés megkezdésével, illetve előrehaladtával lehetőség van arra, hogy a termelési adatok segítségével a tárolóról és az azt körülvevő rendszerről alkotott képünket, illetve a tárolójellemzőket tovább pontosíthassuk.

Az alapvető jellemzők meghatározása hibaszámítással történik: a rendszer független változóit úgy kell meghatározni, hogy a számított értékek és a mért értékek eltérése minimális legyen.

Ehhez az eljáráshoz sorolhatjuk lényegében a műszaki gyakorlatban igen elterjedt *Havlena—Odeh*-módszert, amellyel a telepjellemzők számítását lineáris függvénykapcsolat segítségével végzik.

A szerzők a gáztelepre és az azt körülvevő víztestre vonatkozó anyagmérleg-egyenletet a következő formában írják fel:

$$\frac{G_p B_g + W_p}{B_g - B_{gi}} = G + B - \frac{\Sigma \Delta p Q(t_D)}{B_g - B_{gi}}. \tag{4}$$

Ha bevezetjük az

$$y = \frac{G_p B_g + W_p}{B_g - B_{gi}} \quad \text{és} \quad x = \frac{\Sigma \Delta p Q(t_D)}{B_g - B_{gi}} \text{ jelölést,}$$

akkor az anyagmérleg-egyenlet rendezett alakja a „valós" rétegparamétereknél egyenest ad. Az egyenlet négy ismeretlen között ad összefüggést; ezek a kezdeti készlet G, a vízbeáramlási állandó B, a dimenzió

nélküli idő paramétercsoportja, továbbá a vízkontúrsugár-telepsugár aránya, ha a hengerszimmetrikus víztestre vonatkozó *Van Everdingen—Hurst*-állandókat használjuk.

Az előbbi összefüggés alkalmazásához a kumulatív termelés és a rétegnyomás értékének ismerete szükséges.

A rétegnyomásmérést rendszerint olyan kutakban végzik el, amelyek még nem vizesedtek el. Az így mért nyomást valamilyen viszonyító síkra redukálják; az esetek többségében a kezdeti fázishatárra. Az így meghatározott nyomáshoz számítják az értékeléshez szükséges teleptérfogati tényezőket és a telepbe áramlott víz mennyiségét.

Az **1.** fejezetben bemutatott anyagmérleg-egyenlet segítségével lehetőségünk van pontosabb értékelésre is. A kiértékelésre továbbra is a *Havlena—Odeh*-módszer alapelvét alkalmazzuk.

Az eljárás lényege a következő:

A rendszert három részre osztjuk fel: a víztestre, amelynek állandó belső határa a kezdeti fázishatár; az átmeneti zónára, továbbá a szénhidrogénnel telített tapadóvíz-telítettségű teleprészre. Az utóbbi két tárolórész térfogata az elvizesedés következtében változik.

A számítás első lépéseként a (4) összefüggéssel a hagyományos módon meghatározzuk a telepjellemzők közelítő értékét; majd az **1.** fejezetben közölt (3) anyagmérleg-egyenlettel és a telepjellemzők közelítő értékével számítjuk a nyomásalakulást. Így közelítő értékkel megkapjuk a nyomást a kezdeti fázishatáron, valamint a telep legmagasabb szerkezeti helyzetén, és számíthatjuk a gázos pórustérfogat súlyozott átlagnyomását is. E három nyomás egymáshoz viszonyított értékét elfogadva, időben változó értékű korrekciós tényezőkkel meghatározhatjuk az adott síkra vonatkozó, de mért rétegnyomásból a „mért átlagnyomást", a telep legmagasabb szerkezeti helyzetén levő vagy akár a kezdeti fázishatáron a „mért" nyomást.

A gázos térfogatrész (tapadóvíz-telítettségű és maradékgáz-telítettségű zóna) súlyozott átlagnyomásához számítjuk a B_g-t, míg a (4) összefüggésben szereplő Δp értékét a kezdeti fázishatárra vonatkozó korrigált nyomásokból határozzuk meg.

Majd ezután a két különböző nyomásértéksorhoz alkalmazzuk a (4) összefüggést.

A víztest így számított paraméterei a kezdeti fázishatár és a külső vízkontúr között elhelyezkedő víztestre vonatkoznak, de — a hagyományos módszerrel ellentétben — nem tartalmazzák a kétfázisú zónában történő áramlás, valamint a gravitációból adódó nyomásveszteség módosító hatását.

A kezdeti fázishatárra vonatkozó, valamint a gáztelített zóna „mért" nyomása iterációs úton tovább pontosítható.

Az előrejelzés az így meghatározott rétegparaméterekkel és az **1.** fejezetben közölt anyagmérleg-egyenlettel történik.

3. Gyakorlati alkalmazás

A javasolt anyagmérleg-egyenlet alkalmazhatóságát a Szoboszló II. és a Maros 3. telepekre vizsgáltuk. Először a rétegparaméterek termelési múlt alapján való meghatározását, majd ezt követően az előrejelzés pontosságát elemezzük.

Rétegparaméterek termelési múlt alapján való meghatározásának összehasonlító elemzése

A Szoboszló II. telep jellemző termelési adatait az *1. táblázatban* közöljük.

1. táblázat

A mérés időpontja	Réteg-nyomás ata*	A mért kutak száma	Kum. gáz-termelés 10^6 nm³	A termelés kezdetétől eltelt idő, nap
1962. 12. 03.	93,5	5	0	0
1963. 09. 03.	92,5	8	142,8	274
1964. 05. 16.	90,8	9	417,6	530
1965. 11. 13.	88,5	10	901,7	1076
1966. 07. 04.	87,8	14	1190,5	1309
1967. 04. 23.	86,7	13	1476,9	1602
1968. 05. 20.	85,3	14	1984,7	1997
1969. 06. 01.	83,8	15	2499,4	2374
1970. 05. 09.	81,6	14	2908,3	2716
1970. 08, 28,	81,0	17	3116,3	2827
1971. 04. 20.	79,24	18	3428,1	3892
1971. 09. 04.	78,60	13	3603,1	3229
1972. 04. 24.	77,35	16	3895,02	3462
1972. 12. 05.	76,16	22	4203,8	3687
1973. 04. 25.	75,76	22	4412,64	3828
1973. 09. 25.	75,18	21	4629,06	3981
1974. 05. 06.	74,21	23	4912,38	4204
1974. 10. 01.	73,57	24	5089,47	4352
1974. 12. 31.	73,15	24	5210,2	4444

* A kezdeti fázishatárra redukált nyomás.
A redukció csak a gázoszlopsúly segítségével történt.

Kezdeti rétegnyomás	93,5 ata
Réteghőmérséklet	70,0 C°
A gáz kritikus hőmérséklete	193,3 K
A gáz kritikus nyomása	47,07 ata
Egyenértékű telepsugár	3560 m
A gáztelep átlagos paraméterei:	
hk	13,5 Dm
Φ	28,5%
Effektív kompresszibilitás	$9{,}35 \cdot 10^{-5}$ 1/at
A víz viszkozitása	0,41 cP

A Maros 3. telep jellemző termelési adatait a *2. táblázat* mutatja:

2. táblázat

Kumulatív gáztermelés 10^6 nm³	Rétegnyomás ata*	Idő nap
0,00	208,2	0
124,66	206,8	142
207,69	205,6	320
666,37	200,7	517
868,45	199,5	629
1671,47	193,3	897
1939,73	191,8	1005
2876,43	186,7	1290

* A kezdeti fázishatárra redukált érték.

Kezdeti rétegnyomás	208,2 ata
Réteghőmérséklet	102 C°
A gáz kritikus hőmérséklete	213,6 K
A gáz kritikus nyomása	46,88 ata
Egyértelmű telepsugár	3340 m
A gáztelep átlagos paraméterei:	
hk	8,00 Dm
Φ	22,7%
Effektív kompresszibilitás	$9{,}35 \cdot 10^{-5}$ 1/at
A víz viszkozitása	0,25 cP

Kezdeti rétegparaméterek meghatározása gravitáció és viszkózus áramlás figyelembevétele nélkül

A számításokhoz szükséges alapadatokat az *1.* és *2. táblázat* mutatja.

Ezt a redukált nyomást használtuk fel a **2.** fejezet (4) egyenletéhez.

A számítási eredményeket a *2.* és *4. ábra* szemlélteti. A számítások szerint a Szoboszló II. telep

kezdeti készlete, nm³	$11{,}5$—$10{,}7 \cdot 10^9$;
a víz- és szénhidrogén-tároló sugarának aránya („víztestméret"), r_k/r_b	10—8;
vízbeáramlási állandója, m³/at	100 000—123 000.
A Maros 3. telep kezdeti készlete, nm³	$13{,}9 \cdot 10^9$—$11{,}8 \cdot 10^9$;
„víztestmérete", r_k/r_b	10—∞;
vízbeáramlási állandója, m³/at	52 000—56 500.

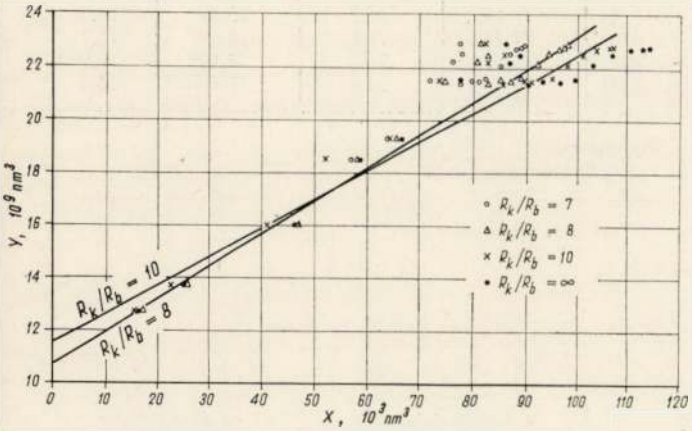
A kezdeti rétegparaméterek meghatározása gravitáció és viszkózus áramlás figyelembevételével

A víztestet a kezdeti fázishatárhoz tartozó nyomásokkal, míg a gázos térfogatot a térfogattal súlyozott átlagnyomással jellemeztük.

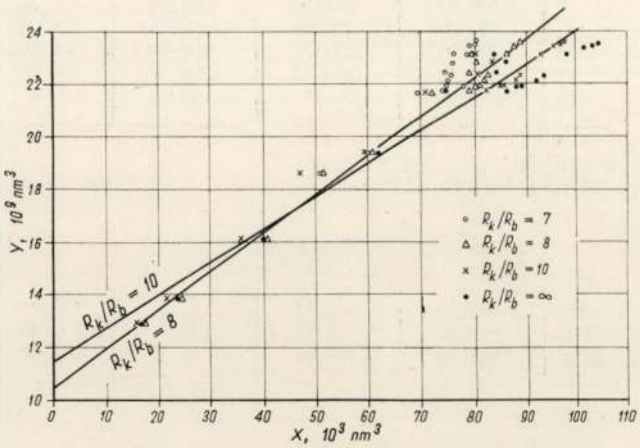
A Szoboszló II. telep nyomásértékeit a *3.*, a Maros 3. telep nyomásértékeit a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

3. táblázat

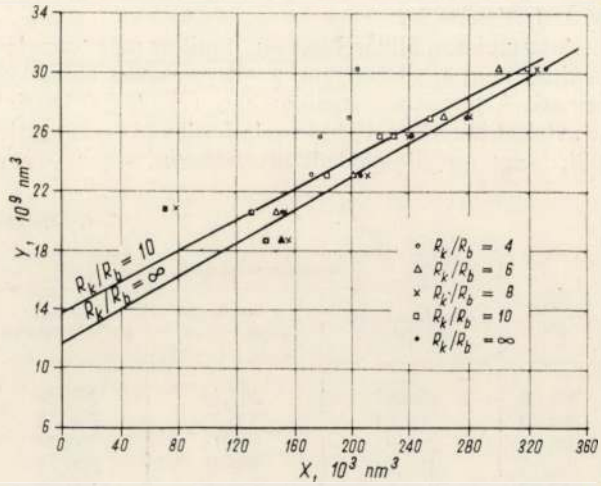
Mért nyomás ata	Átszámított nyomás, ata		
	a telep legmagasabb szerkezeti helyzetén	a gázos térfogat átlagnyomása	a kezdeti gáz—víz határon
93,5	93,06	93,38	93,5
92,5	92,07	92,40	92,5
90,8	90,37	90,70	90,97
88,5	88,08	88,41	89,55
87,8	87,39	87,72	87,78
86,7	86,29	86,63	86,86
85,3	84,90	85,26	85,31
83,8	83,41	83,78	83,78
81,6	81,22	81,62	82,32
81,0	80,62	81,05	81,92
79,24	78,87	79,37	81,21
78,6	78,23	78,76	80,88
77,35	76,99	77,59	80,12
76,16	75,81	76,49	79,28
75,76	75,08	75,81	78,55
75,18	74,83	75,58	77,87
74,21	73,87	74,69	77,32
73,57	73,27	74,10	76,98
73,15	72,81	73,70	76,73



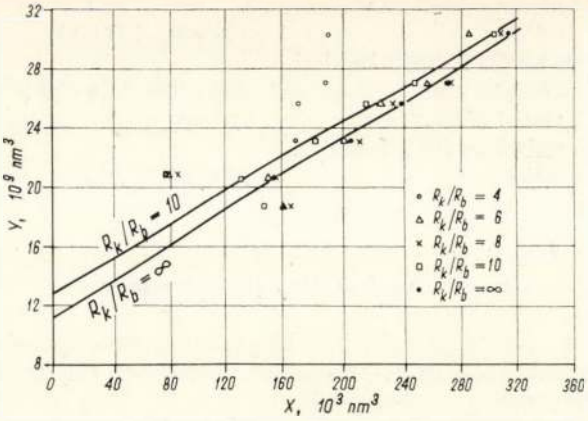
2. ábra
Szoboszló II. telep. A kezdeti rétegparaméterek meghatározása hagyományos Havlena—Odeh-módszerrel



3. ábra
Szoboszló II. telep. A kezdeti rétegparaméterek meghatározása korrigált nyomásokkal, Havlena—Odeh módszerével



4. ábra
Maros 3. telep. A kezdeti rétegparaméterek meghatározása hagyományos Havlena—Odeh-módszerrel



5. ábra
Maros 3. telep. A kezdeti készlet és a vízbeáramlási állandó meghatározása korrigált nyomásokkal, Havlena—Odeh módszerével

A számított eredményeket a *3.* és *5. ábra* szemlélteti. A számítások szerint a Szoboszló II. telep

kezdeti készlete, nm³	11,5—10,5 · 10⁹;
„víztestmérete", r_k/r_b	10—8;
vízbeáramlási állandója m³/at;	126 000—147 000.
Maros 3. telep	
kezdeti készlete, nm³	13,0—11,4 · 10⁹;
„víztestmérete" r_k/r_b,	10—∞;
vízbeáramlási állandója, m³/at,	57 000—60 000.

Az előzőekben közölt eredményekkel összehasonlítva, megállapítható, hogy a készlet valamivel kisebb, a „víztestméret" azonos, a vízbeáramlási állandó pedig nagyobb.

E gyakorlati példák grafikus értékelésénél rendkívül nehéz megállapítani, hogy valóban a „víztestméret" nagyobb-e, avagy a vízbeáramlási állandó, vagy mindkettő. Lényege az, hogy az eljárással aktívabb víztestre jellemző állandókat határoztunk meg. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a második esetben az előrejelzésnél nagyobb rétegnyomást kapunk. A kisebb készlet, a viszkózus áramlás, a gravitációs ellenállás miatt a gázos pórustér átlagnyomása kisebb lehet az aktívabb víztest ellenére is.

A termelésbe állítás kezdetén, amikor még termelési múlttal nem rendelkezünk, a rétegnyomást előre kell jelezni. A tervezés e stádiumában a geológiai készlet, a „víztestméret", a vízbeáramlási állandó — függetlenül, hogy melyik modellt alkalmazzuk —, ugyanaz.

4. táblázat

Mért nyomás ata	Átszámított nyomás, ata		
	a telep legmagasabb pontjában	a gázos térfogat átlagnyomása	a kezdeti gáz—víz határon
208,20	206,63	207,74	208,20
206,80	205,24	206,35	206,68
205,60	204,05	205,15	205,48
200,70	199,18	200,26	200,77
199,50	197,99	199,06	199,77
193,30	191,84	192,86	193,76
191,80	190,35	191,38	192,63
186,70	185,28	186,28	188,24

5. táblázat

Idő nap	A kezdeti fázishatárra vonatkozó nyomás gravitáció és viszkózus áramlás nélkül ata		A gázos pórustér átlagnyomása gravitációval és viszkózus áramlással ata	
	mért	számított	mért*	számított
0	93,5	93,5	93,38	93,38
274	92,5	92,6	92,40	92,40
530	90,8	90,8	90,70	91,00
1076	88,5	88,5	88,41	88,40
1309	87,6	87,4	87,72	87,40
1602	86,7	86,7	86,63	86,60
Az eltérések abszolút összege	0,3		0,32	
Előrejelzés				
1997	85,3	84,6	85,26	85,2
2374	83,8	82,6	83,78	83,7
2716	81,6	81,0	81,62	81,6
2827	81,0	80,4	81,05	81,5
3092	79,24	79,7	79,37	81,0
3229	78,60	79,1	78,76	80,2
3462	77,35	78,6	77,59	79,0
3687	76,16	78,0	76,49	77,9
3828	75,76	77,3	75,81	77,1
3981	75,18	76,1	75,58	76,5
4204	74,21	75,6	74,69	75,7
4352	73,57	75,2	74,10	75,0
4444	73,15	74,8	73,70	74,3
Az eltérések abszolút összege	14,18		10,22	

* (l. a *3. táblázatot.*)

6. táblázat

Idő nap	A kezdeti fázishatárra vonatkozó nyomás gravitáció és viszkózus áramlás nélkül ata		A gázos pórustér súlyozott átlagnyomása gravitációval és viszkózus áramlással ata	
	mért	számított	mért*	számított
0	208,20	208,20	207,74	207,74
142	206,80	206,50	206,35	206,00
320	205,60	205,90	205,90	205,50
517	200,70	200,70	200,26	200,30
629	199,50	199,4	199,06	199,00
Az eltérések abszolút összege	0,70		0,80	
Előrejelzés				
897	193,30	192,42	192,86	192,44
1005	191,80	191,15	191,38	191,90
1290	186,70	186,94	186,28	186,40
Az eltérések abszolút összege	1,77		1,06	

* A pórustérfogattal súlyozott átlagnyomás a kezdeti fázishatárra vonatkozó mért nyomásokból számítva (l. a *4. táblázatot*).

Az alkalmazott modelltől függően azonban az előre jelzett rétegnyomás 10 at-val — egy nagyságrenddel — is eltérhet. Nyilvánvaló, hogy az **1.** fejezetben közölt (3) anyagmérleg-egyenlettel számítjuk a kisebb rétegnyomásokat.

E megállapítás után nyomásmérések alapján ellenőrizzük az **1.** fejezet (3) egyenlettel kifejezett anyagmérlegének létjogosultságát.

Az ellenőrzés a következőképpen történik:

A termelési múlt egy szakaszára illesztjük a számítási eredményeket úgy, hogy figyelembe vesszük a gravitáció és a viszkózus áramlás okozta nyomásveszteséget, illetve azokat nem vesszük figyelembe.

Az előrejelzést olyan szakaszra kell elvégezni, amely időintervallumban még mérési eredmények állnak rendelkezésre.

Azt a modellt kell elfogadni, amelynek segítségével az elvégzett számítások az előrejelzés időszakában közelebb állnak a mért értékhez.

Az *5. táblázat* tartalmazza a Szoboszló II. telepre a termelési múlt illesztését, valamint az előrejelzést.

A *6. táblázat* tartalmazza a Maros 3. telepre a termelési múlt illesztését és az előrejelzést.

Az összehasonlító elemzésből megállapítható, hogy az **1.** fejezet (3) anyagmérlege pontosabb eredményt ad, mint a hagyományos formában alkalmazott.

Összefoglalás

Az elvégzett elemzések alapján megállapítható, hogy víznyomásos szénhidrogéntelepek termelésének előrejelzésénél figyelembe kell venni az áramlási nyomásveszteséget és a gravitáció okozta nyomáskorrekciót. A kezdeti készlet és a víztestparaméterek pontosabb meghatározása is csak e hatások figyelembevételével történhet.

IRODALOM

[1] *Sztradünov, P. K.—Szmirnov, V. N.:* Prodvizsenie kraevüh i podosvennüh vod v gazovüh zalezsah pri uprugom rezsime. Izv. VUZ Neft' i Gaz *12* 51—7 (1962).

[2] *Sirkovszkij, A. I.:* Voproszü teorii i praktiki razrabotki gazovüh mesztorozsdenij pri vodonapornom rezsime. Moszkva, VNIIOÉNG, 1972.

[3] *Dumore, S. M.:* Material balance for a bottom water drive gas reservoir. SPE preprint 3724, 1972.

[4] *Tóth J.:* Magyarországi föld alatti tárolók létesítési, termelési és hidrodinamikai kérdéseinek vizsgálata. Kandidátusi értekezés. 1974, Moszkva.

[5] *Pápay J.:* A hajdúszoboszlói mező leművelt gáztelepeiben létesített föld alatti gáztárolók tervezéséhez szükséges paraméterek meghatározásának módszerei. III. rezervoármérnöki tudományos vitaülés, Hajdúszoboszló. 1976. október 7—8.

EGYESÜLETI HÍREK

Az Ipargazdasági Bizottság ülése

Az OMBKE Ipargazdasági Bizottsága a bizottság elnökének, dr. *Trethon Ferenc*nek vezetésével február 8-án a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály szolnoki helyi csoportjánál ülést tartott.

Az ülésen részt vettek az IGB tagjai és titkára, *Tiborc Lászlóné;* a vendéglátó helyi csoport elnöke, *Pápa Aladár;* dr. *Zakó Vilmos*, a helyi csoport ipargazdasági bizottságának elnöke, továbbá *Asztalos József*, a bizottság titkára. Meghívott vendégként az ülésen jelen volt dr. *Bán Ákos*, az OKGT vezérigazgatója; *Hangyál János*, a szakosztály elnöke; *Bándi József*, dr. *Pál László* és *Szurmai Tibor* elvtárs.

Az ülés megkezdésekor *Pápa Aladár* üdvözölte a Bizottságot és a meghívott vendégeket; hangsúlyozta, hogy a helyi csoport megtiszteltetésnek tekinti a bizottság kihelyezett ülésének Szolnokon való megtartását.

Az ülés napirendje az Ipargazdasági Bizottság 1977. évi munkatervében előirányzott nagyrendezvények szervezeti és tartalmi irányelveinek megvitatása, illetve a rendezvények előkészítettségének felmérése volt.

Az első napirendi pont keretében megtárgyalták a „Kohászati termékek árának szerepe a felhasználásban és a kohászatban" című rendezvényt. A rendezvény előkészítettségének helyzetéről *Longa Elemér*, az IGB tagja tartott beszámolót, amelyet kiegészített *Pető Márton* IGB-tag. A Bizottság vita után a beszámolót elfogadta, és jóváhagyta a Miskolcon megtartandó rendezvényt és március 31-i időpontját, valamint *Bukna Antal*nak, a KGM árosztályvezetőjének bevezető előadás megtartására vonatkozó felkérését. A Bizottság helyeselte, hogy a korreferátumokra felkértek között a mérnök, közgazdász és kereskedelmi szakemberek egyforma arányban legyenek képviselve. Dr. *Trethon Ferenc Longa* tagtárs felkérését a zárszó megtartására elfogadta.

Második napirendi pontként a bányászati és fémkohászati szakosztály rendezésében megtartandó kétnapos vita; „A bányászat munka- és bérgazdálkodásáról" címmel került sorra. A témáról és az előkészület állásáról *Simon Kálmán* IGB-tag tartott beszámolót. Széles körű vita után a Bizottság úgy döntött, hogy a téma tárgyalásánál hasznos, ha nemcsak a szilárdásványbányászat kérdéseit, hanem a fluidumbányászat problémáit is megvitatják. Így szükséges, hogy a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály és annak Ipargazdasági szakcsoportja is társrendezőjévé váljon a vitának. A vitaülést 1977. szeptember 17- és 18-ára tervezik Alsóörsön.

Plenáris, elvi előadásra munkaügyi kérdésekkel foglalkozó állami vezetőket kérnek fel; a plenáris ülés ezen előadását szén-, szénhidrogén-, érc- és bauxitbányászatról szóló alapelőadások egészítik ki, ezeken belül kitérve a kutatás, fúrás, termelés és szállítás speciális problémáira. Az előadásokat júniusig ki kell nyomatni, ezzel is segítve a szélesebb körű vitákra való felkészülést.

Trethon elvtárs igen jelentősnek tartja, hogy a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály képviselői és személyesen *Bán Ákos* elvtárs is támogatja azt az elgondolást, miszerint a témát a teljes bányászati körre kiterjesztve vitassák meg, és a bányászat egységes egészként hallassa hangját ebben a kérdésben. Ennek sikeres megvalósítása érdekében külön kéréssel kell fordulni a Bányász Szakszervezethez, amihez *Lajer* elvtársnak mint IGB-tagnak segítségét kéri.

Harmadik napirendi pontként tárgyalta az IGB az október végén vagy november elején Szegeden megtartandó kétnapos vitaülés tematikatervezetét „Az OKGT feladatai a társadalmi szükségletek kielégítésében, tekintettel a földgázfelhasználás központi fejlesztési programjában foglaltakra" címmel. A tematikatervezetet *Lajer László* elvtárs, az IGB tagja ismertette.

Rögzítette, hogy küszöbfeltételnek kell tekinteni

— a hazai szénhidrogén-termelést, a földgáz termelési szintjének fenntartását és a szovjet importgáz folyamatos vételezését;
— a hazai szénfogyasztás összvolumenét nem korlátozhatja az energetikai földgázfelhasználás.

A tematika főbb témacsoportjai:

1. A szénhidrogén mint energiahordozó és mint (vegyipari) alapanyag értékviszonya az OKGT és a népgazdaság „számvitelében".
2. Az energiafelhasználás értéksorrendje az optimális gazdaságosság szempontjai szerint.
3. Az OKGT hazai termelésű és importból vételezett szénhidrogén-féleségei feldolgozásának, forgalmazásának beruházásgazdaságossági kérdései.
4. Az OKGT — mint vállalat — hatékonyságát befolyásoló legfontosabb tényezők az V. ötéves terv során.
5. A földgázfelhasználás központi fejlesztési programjának teljesítésével kapcsolatos feladatok, javaslatok.

(Folytatás a 189. oldalon)

Kőolajok és frakcióik szénizotóp-összetétele

GÁSPÁR MÁRIA

A szerző rövid irodalmi áttekintést ad a kőolajok szénizotóparányára, valamint a kőolajfrakciók forráspont szerinti eloszlására vonatkozóan. Korrelációszámítással megvizsgálta, hogy a kőolaj és frakcióinak szénizotóp-összetétele milyen összefüggésben van az olajra jellemző egyéb paraméterekkel. Arra a következtetésre jutott, hogy a korban és keletkezési körülményben közel álló olajok jól korrelálhatók bármely olajra jellemző paraméterekkel. A magyar kőolajok szénizotóparányának forráspont szerinti eloszlására a Silverman-féle eloszlás érvényes és általánosítható.

A kőolaj szénizotóp-összetételének általános törvényszerűségei

A kőolaj szénizotóp-összetételének első adatait *West, Craig, Trofimov* közölte, de alapvetően *Silverman* és *Epstein* [1] munkája jelentette a kezdetet. Ezek a kutatók különböző korú olajok izotópanalízisének összehasonlító vizsgálatait végezték el. A későbbiekben világszerte nőtt a kőolaj izotóparányára vonatkozó publikációk száma. 1967-ben a Lipcsében megrendezett Stabilizotóp Szimpozionon *Hunt* és *Degens* foglalta össze az eddigi kőolajszénizotóp-arány mérésére vonatkozó eredményeket [2]. Főleg észak-amerikai olajok vizsgálataiból megállapították, hogy *a geológiai kor növekedésével a kőolaj karbontartalma ^{12}C-ben gazdagodik*. Természetesen ez csak mint tendencia érvényesül.

Ezt a megfigyelést alátámasztották *Silverman, Epstein* [1] *Squires, Kvenvolden* [3], *Botneva, Müller, Glogocsovszkij* [4] szénizotóparány-mérései is. *Galimov* [5] vizsgálatai kevésbé egyértelműen támasztják alá ezt a megfigyelést. Véleménye szerint a kőolaj szénizotóp-összetételének a geológiai korral, pontosabban a lelőhelyek korával való korrelációja óvatosan kezelendő az olaj migrációja miatt. Nem ismeretes annak oka, hogy mi okozhatja az olaj kor szerinti szabályos változását. A karbonátoknál a szénizotóp-összetétel nem változik monoton az idővel. A kőolaj izotópösszetétel-változását a bioszféra változásával összevetve is hiányzik a hasonló tendencia. A szétszórt szerves anyag szénizotóp-összetételét vizsgálva [6] ugyancsak nem tapasztaltak olyan tendenciát, hogy a fiatalabb üledéktől az idősebb felé haladva a ^{12}C növekedne. Ezért *Galimov* és társai kétségbe vonják *Hunt* és *Degens* állításának létjogosultságát. Az eddig ismertetett kutatások főleg az „összolaj" szénizotóp-tartalmára vonatkoztak, s mivel az olaj nem egyedi vegyület, így az összolajra vonatkozó adatok korlátozott információt szolgáltatnak. A kőolaj geokémiai tanulmányozásában új lépést jelentett a kőolajfrakciók és az egyedi szénhidrogének részletesebb vizsgálata.

Kőolajkomponensek és szűk desztillációs frakcióik stabilszénizotóp-aránya

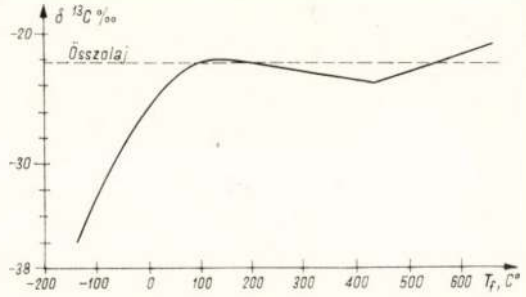
A kőolajkomponensek szénizotóp-összetételét vizsgálva megállapították [1], hogy az aromás szénhidrogének ^{13}C-ban gazdagabbak, mint a paraffin-, naftén-szénhidrogének. Az aszfaltén és gyanta gazdagabb ^{13}C-ban, mint az összolaj [7], a szilárd paraffin ^{12}C-ben gazdagabb. *Galimov* és *Vinnikovszkij* [5] perm korú olajok komponenseinek és szűk desztillációs frakcióinak analízisét végezte el; ugyancsak megállapították, hogy az aromás szénhidrogének ^{13}C-ban gazdagabbak a paraffin-nafténnél. Kisebb forráspontúaknál kisebb a különbség az aromás és a paraffin-naftén között, itt az izotóparány fordított értelemben is eltolódhat, míg a magasabb forráspontú frakcióknál a különbség kifejezettebb.

Az aromásokon belül a kondenzáció fokának növekedésével (Ar I, Ar II, Ar III irányban) a ^{13}C-tartalom nő. A paraffinokat vizsgálva megállapítható, hogy az izoparaffin gazdagabb ^{13}C-ban, mint a normál. Ezek alapján, mivel a szénhidrogének szénizotóp-eloszlása struktúrájuktól és molekulatömegüktől függ, ez kifejezheti a kőolajképződés és -átalakulás folyamatát. A kőolajok megfelelő szénhidrogén-komponenseinek szénizotóp-eloszlásában a hasonlóság vagy különbség meggyőző érvként használható fel a genetikai azonosság vagy különbség eldöntésére.

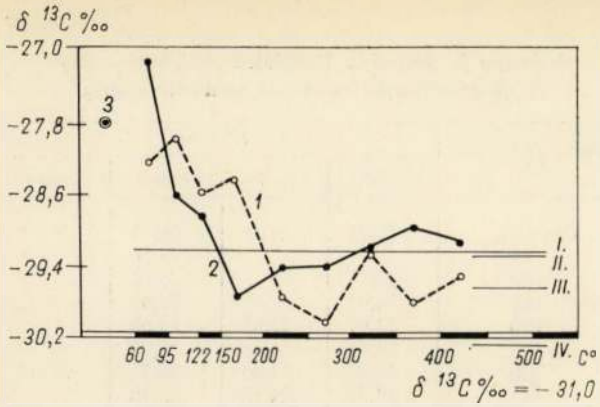
Silverman [7] a kőolaj szűk desztillációs frakcióinak (valamint gélkromatográfiás elválasztott komponenseinek) ^{13}C/^{12}C-vizsgálatával feltárta azt is, hogy az olajkomponensek izotóparánya kapcsolatban van a komponensek molekuláris összetettségével.

Ezt a kapcsolatot az *1. ábrán* látható és valamennyi kőolajra általánossá tehető görbével írja le. Ennek négy jellemző szakasza van.

1. A metán δ^{13}C-aránya csaknem 16‰-kel alacsonyabb az összolajhoz viszonyítva.
2. Metántól hexánig a δ^{13}C nő, és 115 C° körül éri el a maximális értéket.
3. 135 C° fölött ez az arány csökken, és a 425—450 C° tartományban minimuma van.
4. 450 C° fölött a δ^{13}C a forrásponttal ismét nő.



1. ábra
Szénizotóparány változása az olaj desztillációs frakcióinak átlagos forráspontjával Silverman vizsgálatai alapján



2. ábra
Szénizotóparány függése az olajfrakciók átlagos forrpontjától (Galimov szerint)
1 — paraffin-naftén; 2 — aromásfrakció; 3 — összfrakció;
I —átlagolaj; II — gyanta; III — aszfaltén; IV — szilárd paraffin

Ennek alapján feltételezi, hogy a kis molekulatömegű szénhidrogének a nagyobb molekulatömegű komponensek bomlásából, krakkolódásából származnak, és ezek ^{12}C-ben dúsúlnak, míg a maradék ^{13}C-tartalma nő.

A 420—450 C°-os minimum magában foglalja azt, hogy ez a szűk frakció az átalakulatlan (kiindulási anyag, lipid) molekulák viszonylag nagy koncentrációját tartalmazza. A 450 C° fölött forrásnak induló komponensek ugyancsak másodlagos termékek, polimerizációval képződnek. *Müller* és *Wienholz* [6] hasonló vizsgálatokat végezve nem találtak hasonló összefüggést:

desztillátum	$\delta^{13}C$‰
100 C°-ig	−29,1
150 C°-ig	−28,6
200 C°-ig	−28,8
>200 C°-ig	−30,8
összolaj	−30,2.

A maradék az összolajhoz viszonyítva szegényebb volt ^{13}C-ban. *Galimov* vizsgálatai [5] szintén nem támasztják alá *Silverman* elképzelését. A *2. ábra Galimov* mérési eredményeit tünteti fel. Amint a *2. ábrából* látható, hasonló tendenciát mutat a görbe a *Silverman* által bemutatotthoz, bár a desztillációs elválasztás mellett az olajat aromás és metán-naftén komponensekre is elválasztották, és így mérték az izotóparányt.

Nálunk az OGIL végzett néhány olajra szénizotóparány-mérést. A 275 C°-ig lejövő párlat és a maradék szénizotóparányát mérve a fiatalabb (pannonkorú) olajokra a maradék ^{13}C-ban gazdagabb, míg az idősebb tárolókban levőknél fordítva volt.

Ha a szénizotóparány forráspont szerinti alakulását megnézzük, belátható, hogy az olajminta két részre bontása alapján egyértelműen nem ítélhető meg a $\delta^{13}C(t)$ görbe alakulása. Például a *Törtel-4.* olaját vizsgálva az atmoszferikus maradék ^{13}C-ban szegényebb, mint a 275 C°-ig lejövő párlat. Látszólag nem érvényes rá a *Silverman*-eloszlás. Ha azonban az atmoszferikus maradék elválasztását vákuumban tovább végezzük, a $\delta^{13}C(t)$ arány alakulása a *Silverman*-féle eloszlást támasztja alá.

Kísérleti rész

Az olajminták tömegspektrometriás mérésre alkalmas szén-dioxiddá való alakítását és mérését Lipcsében (Zentralinstitut für Isotopen und Strahlenforschung, NDK) végeztem. Az olajmintákat *Geissler* által kidolgozott ún. ampullás módszerrel CuO-katalizátor jelenlétében oxidáltuk. A tömegspektrometriás szénizotóparány mérését ATLAS MAT—86 tömegspektrométerrel végeztem kompenzációs módszerrel. Minden mérésnél 3-4-szer felváltva standardot és mintát beengedve felvesszük a kompenzációs spektrumot. A kompenzációs spektrumok alapján kiszámítjuk az adott minták ^{13}C-tartalmának eltérését az összehasonlítási alaphoz viszonyítva. A standardtól való eltérést $\delta^{13}C$‰ egységekben adtam meg az alábbi képlet alapján számítva:

$$\delta^{13}C‰ = \frac{(13_C/12_C)_{minta} - (13_C/12_C)_{stand}}{13_C/12_{C\,stand}} \cdot 1000.$$

A δ érték nagysága és előjele az alkalmazott standardtól függ. A pozitív érték egy magasabb, a negatív érték egy alacsonyabb $\delta^{13}C$-at jelent az alkalmazott standardhoz viszonyítva. Valamennyi $\delta^{13}C$ értéket PDB-standardra vonatkozóan adunk meg, ahol $^{13}C/^{12}C = 1123{,}73 \cdot 10^{-5}$.

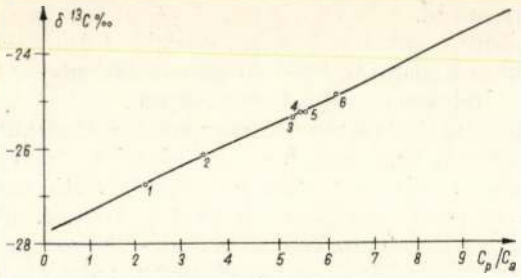
Az összolajok szénizotóp-összetétele

A vizsgált olajok jellemzőit és a szénizotóp arányát az *1. táblázat* tartalmazza. A vizsgált olajok szénizotóparánya −24,89‰ és −26,75‰ között változott. Mint a táblázatból látható, az olajok fajsúlya 0,816, 0,908 p/cm³, viszkozitása 2—22 cSt, a tárolókőzet

1. táblázat

A vizsgált olajok tárolójának mélysége, jellege és kora

Az olajminta jele	Mélység m	Jelleg	Tároló kora
Szeged-3.	2982—2987	paraffin-intermedier	alsópannon
Szeged-6.	2708—2713	paraffin-intermedier	alsópannon
DemjénK-3.	206— 268	intermedier-intermedier	oligocén
Ásotthalom-24.	1044—1063,5	intermedier-intermedier	alsópannon
Algyő-476.	1907—1909	paraffin-intermedier	felsőpannon
Pusztaföldvár-154.	1698—1717	intermedier-intermedier	alsópannon
Törtel-4.	—	naftén-intermedier	alsó- és felsőpannon határán



3. ábra
Az átlagolajok szénizotóparányának változása a paraffin- és aromásarányukkal
1 — Törtel-4.; 2 — DemjénK-3.; 3 — Pusztaföldvár-186.; 4 — Algyő-279.; 5 — Szeged-3.; 6 — Szeged-6.

mélysége 200—3000 m, átlagos molekulasúlya 270—410 g között változott. Az összolaj $\delta^{13}C$ aránya és a fajsúly, molekulasúly, viszkozitás, benzintartalom között fennálló kapcsolatok vizsgálatára korrelációszámítást végeztem. A $\delta^{13}C$ korrelációs indexe fajsúlyra 0,77, viszkozitásra 0,75, átlagos molekulasúlyra 0,56. A fajsúly, molekulasúly, viszkozitás növekedésével $\delta^{13}C$ csökken, míg a benzintartalom növekedésével a $\delta^{13}C$ nő. Ugyancsak jól korrelálható a $\delta^{13}C$, a paraffin- és aromáskötésben levő szén arányával — C_P/C_A-val — a korrelációs index 0,99 *(3. ábra)*. Ez a megállapítás szemben áll az eddigi megállapításokkal *(Galimov, Botneva, Maass)*, melyek szerint e paraméterek között a korrelációs kapcsolat rossz vagy hiányzik. Ezen ellentmondás feloldása alapján arra a következtetésre jutottam, hogy ezek az összefüggések olyan specifikus tulajdonságokat is tükröznek, amelyek az olaj korára és keletkezési körülményeire is jellemzők lehetnek. Emiatt, ha a különböző körülmények között keletkezett, különböző korú olajok adathalmazai között keresünk korrelációs kapcsolatot, az csak akkor eredményes, ha az összetartozó korú és keletkezési körülményű olajok között keresünk először korrelációs kapcsolatot, majd az e kapcsolatra jellemző konstansokat mint transzformációs konstansokat felhasználva, a kiindulási adatokat transzformáljuk. Az általunk vizsgált olajok feltehetően korban és keletkezési körülményben közel állhatnak egymáshoz, így az adatok áttranszformálása nélkül is jó korrelációs kapcsolat volt nyerhető közöttük.

A kőolajfrakciók szénizotóp-összetétele és különböző paraméterektől való függése

Annak vizsgálatára, hogy egy olajon belül hogyan változik a szénizotóparány a forrponttal, elvégeztük a *Szeged-3., Szeged-6., Törtel-4., DemjénK-3.* olajok *Hempel*-féle eljárással elválasztott frakcióinak szénizotóparány-mérését. Ezzel az eljárással az elválasztás atmoszferikusan 25 C°-onként történik 275 C°-ig, majd az atmoszferikus maradékot 40 Hgmm vákuumban választják szét ugyancsak 25 C°-onként. A mérési eredményeket a *2. táblázat* tartalmazza. A vákuumdesztillációs hőmérsékleteket *Cox*-diagram segítségével átszámítottam atmoszferikusra, s a táblázatban az átszámított értékek vannak feltüntetve.

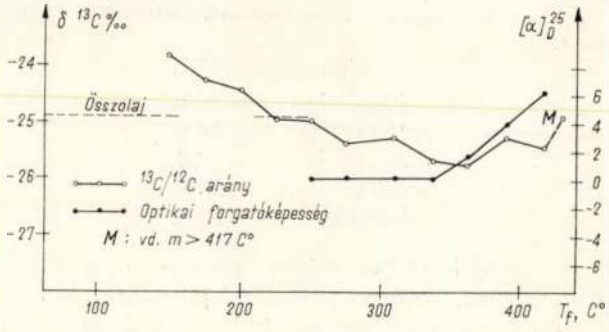
Az olajok szénizotóparányának forrpont szerinti változását vizsgálva általánosan megállapítható, hogy

2. táblázat

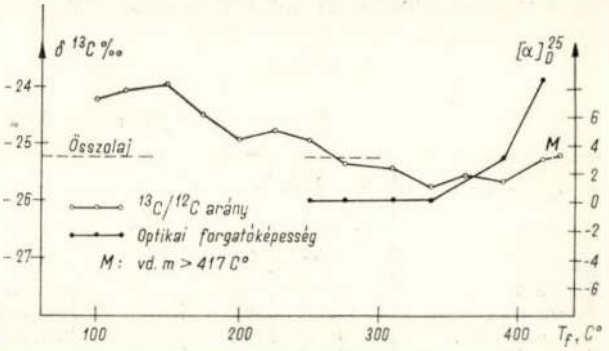
A Szeged-3., Szeged-6., DemjénK-3. és Törtel-4. jelű olajok desztillációs frakcióinak szénizotóparánya

Deszt. hőmérséklet C°	$\delta^{13}C$ ‰			
	Szeged-3.	*Szeged-6.*	*DemjénK-3.*	*Törtel-4.*
Összolaj	−25,24	−24,89	−26,13	−26,75
75			−25,56	
100	−24,21		−25,81	
125	−24,07		−25,93	
150	−23,97	−23,82	−25,53	
175	−24,48	−24,26	−26,05	
200	−24,92	−24,45	−26,37	−25,98
225	−24,75	−24,93	−26,40	
250	−24,94	−24,98	−26,78	−26,93
275	−25,34	−25,35	−26,68	−27,06
Vd. 310	−25,42	−25,27	−27,40	
337,5	−25,74	−25,66	−27,10	−27,15
362,5	−25,54	−25,73	−27,00	
390	−25,61	−25,27	−26,80	−27,35
417,5	−25,24	−25,42	−26,70	−27,46
Vdm. > 417,5	−25,19	−24,88	−26,07	−26,71

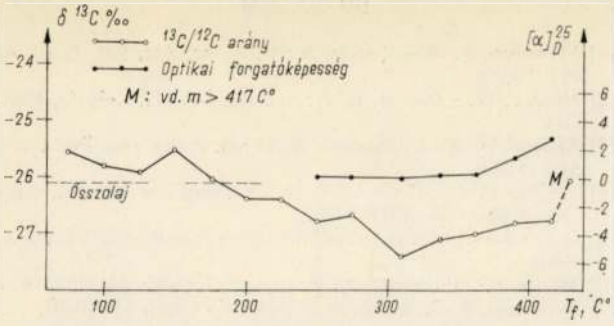
a vizsgált *(Szeged-3., Szeged-6., DemjénK-3., Törtel-4.)* olajoknál kb. 150 C°-ig a ^{13}C-tartalom nő, utána csökken, és 400 C° körül minimuma van, végül a maradék ^{13}C-ban gazdagabb. A *Silverman* által bemutatott és az *1. ábrán* látható eloszlás érvényes rájuk (a görbe első szakasza hiányzik). A *4., 5., 6.* és *7. ábrán* a szénizotóparány alakulása mellett az olajfrakciók forgatóképességének hőmérséklet szerinti változását is



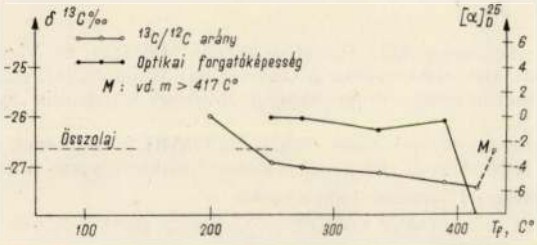
4. ábra
A Szeged-3. olaj desztillációs frakcióinak $^{13}C/^{12}C$ aránya és optikai forgatóképessége



5. ábra
A Szeged-6. olaj desztillációs frakcióinak $^{13}C/^{12}C$ aránya és optikai forgatóképessége



6. ábra
A DemjénK-3. olaj desztillációs frakcióinak $^{13}C/^{12}C$ aránya és optikai forgatóképessége



7. ábra
ATörtel-4. olaj desztillációs frakcióinak $^{13}C/^{12}C$ aránya és optikai forgatóképessége

láthatjuk. A forgatóképességnek a maximuma csaknem egybeesik a szénizotóparány minimumával, alátámasztva *Silverman*-nek azt a feltételezését, hogy a 400 C° körüli frakció tartalmazza legnagyobb mennyiségben a kiindulási anyagot, illetve azt, hogy a kisebb molekulatömegű vegyületek a nagyobb molekulatömegű vegyületek bomlásával keletkeznek, miközben a kisebb molekulatömegű vegyületek ^{12}C-ben, a nagyobbak ^{13}C-ban gazdagodnak.

A szénizotóparány forráspont szerinti eloszlását összehasonlítva a vizsgált olajokra megállapítható, hogy a *Szeged-3., Szeged-6.* görbéi hasonló lefutást mutatnak. A két olaj azonos hőmérsékletű frakcióinak szénizotóparánya között kisebb eltérés van, mint egy olajon belül a különböző forrásponthoz tartozó frakciók között. Így következtethetünk arra, hogy ezek az olajok azonos szerves anyagú anyakőzetből származnak, genetikailag azonos típusúak. Ez megnyilvánul más, olajra jellemző paraméterek hasonlóságában is, többek között molekulatömegük, sűrűségük és összetételük (aromás-, paraffin-, nafténtartalom stb.) hasonló.

A Demjén és Törtel jelű olajok szénizotóparányainak változtatását vizsgálva a hőmérséklettel megállapítható, hogy a szegedi olajoktól nagyobb mértékben eltérnek, de egymáshoz viszonyítva is különböznek kisebb mértékben. Az olajdesztillátumok szénizotóparány-méréseiből megállapítható, hogy az összolaj $\delta^{13}C$ értéke korrelációs kapcsolatban van a frakciói $\delta^{13}C$ értékével, és alapvetően a kiindulási szerves anyag szénizotóp-összetételétől függnek. A szénizotóparány forráspont szerinti eloszlása tehát alapvető bizonyíték lehet a genetikai azonosság vagy különbözőség kérdésének megállapításában.

Megvizsgáltuk, hogyan korrelálható egy-egy olajon belül a szénizotóparány az olajfrakciók átlagforráspontjával, aromás-, paraffin-, nafténkötésben levő széntartalmukkal, átlagos molekulatömegükkel, aromás- és paraffinkötésben levő szénarányukkal. A korrelációszámítás eredményeit a *3. táblázat* tartalmazza.

3. táblázat

Kőolaj-desztillátumok szénizotóparányának különböző paraméterekre vonatkozó korrelációs indexei

	DemjénK-3.	*Törtel-4.*	*Szeged-6.*	*Szeged-3.*
$\delta^{13}C$ T_f C°	0,704	0,661	0,759	0,861
C_A%	0,222	0,898	0,493	0,316
C_P%	0,156	0,857	0,730	0,368
C_N%	0,649	0,973	0,863	0,744
M_s	0,819	0,992	0,514	0,575
C_A/C_P	0,158	0,282	0,534	0,722
n	0,811	0,858	0,987	0,970

A táblázatból látható, hogy a $\delta^{13}C$ igen jól korrelálható a forrásponttal, molekulatömeggel, törésmutatóval, valamint a nafténkötésben levő széntartalommal. Ezen paraméterek növekedésével a $\delta^{13}C$ nő. A többi paraméterre vonatkozó korrelációs index kisebb, ez azonban csak arra utal, hogy közöttük a függvénykapcsolat nem lineáris, és így leírásukra más függvénykapcsolatot kell keresni. A korrelációszámítás eredményei is arra engednek következtetni, hogy a $\delta^{13}C$ forráspont szerinti eloszlása alkalmas lehet a kőolajok genetikai azonosságának, ill. különbségének megállapítására.

A kőolaj és -frakciók szénizotóparány-méréseiből levonható következtetések

1. Az összolaj $\delta^{13}C$ értékének jó korrelálhatósága az olaj sűrűségével, viszkozitásával, molekulatömegével és a paraffin-, aromástartalom-arányával (ami az irodalmi megállapításoknak ellentmondó) azzal értelmezhető, hogy az általunk vizsgált olajok korban és keletkezési körülményekben feltehetően közel állnak egymáshoz.

2. A mérési eredményeink, amelyek az egyes olajokon belüli szénizotóparány forráspont szerinti eloszlására vonatkoznak, a *Silverman*-féle eloszlást követik, alátámasztva *Silverman*-nek azt a feltevését, hogy az olaj genezise során a kisebb forráspontú komponensek a nagyobb forráspontúak bomlása útján keletkeznek, s e bomlás a könnyebb szénhidrogének ^{12}C-ban való feldúsulásához vezet. Ennek megfelelően a magasabb szénhidrogénekben a ^{13}C dúsul fel.

3. Egy olajon belül az olajfrakciók szénizotóparánya jól korrelálható az átlagos forrásponttal, molekulatömeggel és törésmutatóval, alátámasztva azt a megállapítást, hogy egy olajon belül az izotóparány-változás a molekulák felépítésbeli különbségével, molekuláris összetettségével kapcsolatos. Ugyancsak jól korrelálható a szénizotóparány az olajfrakciók naftén-, aromás-, paraffintartalmával.

JELÖLÉSEK

$\delta^{13}C$	szénizotóparány	‰
fs	sűrűség	g/cm³
ν	kinematikai viszkozitás	cSt
C_A	aromáskötésben levő szén	%
C_P	paraffinkötésben levő szén	%
C_N	nafténkötésben levő szén	%
T_f	forráspont	C°
M_s	molekulatömeg	
n	törésmutató	

IRODALOM

[1] *Silverman, S. R.—Epstein, S.:* B. Amer. Ass. Pet. Geol. **42** 998 (1958).
[2] *Hunt, J. W.—Degens, E. T.:* Vortrag 5-ASTI. Leipzig, 1967. Okt.
[3] *Kvenvolden, K. A.—Squires, R. M.:* B. Amer. Ass. Pet. Geol. **51** 7 (1967).
[4] *Müller, E. P.—Botneva, T. A.:* Vortrag zur VI. Int. wiss. Konf. Krakow, VRP 1970.
[5] *Galimov:* Geohimija sztabil'nüh izotopov ugleroda. Moszkva, 1967.
[6] *Müller, P.—Wienholz, R.:* Z. angew. Geologie **14** 176 (1968).
[7] *Silverman, S. R.:* Isotopic and Cosmic Chem 92 (1964).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

3. Ifjúsági Szakmai Napok — Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért

Budapest, 1976. nov. 30.—dec. 1.

Szakosztályunk Budapesti Csoportjának gondozásában harmadízben került sor a hagyományos, de mindenkor új motívumot tartogató Ifjúsági Szakmai Napok megrendezésére.

A rendezvény hagyományos volt olyan értelemben, hogy a reprezentációt mellőzve a szakmai munkára, a fiatalok szakmai munkájának bemutatására helyezték a rendezők a hangsúlyt. Az új motívumot a pályázati rendszerben való lebonyolítás jelentette. A fiatalok a vállalatuknál a KIM—KIT—FMKT-mozgalom keretében készített munkáikkal pályázhattak. A pályázatra 80 pályamunka érkezett be, amelyeket több menetben az iparág vezető szakemberei bíráltak el.

A szakmai napokon az előzetesen jelentkezett 350 fiatal közül — egyéb rendezvények miatt — csak mintegy 250-en vettek részt az iparág valamennyi vállalatától. (A DKFÜ és a TIFO sajnálatosan nem nevezett egyetlen fiatalt sem, a Répcelaki Szénsavtermelő Vállalat pedig visszavonta nevezését.) Sokan vettek részt más, OKGT-n kívüli vállalattól, intézménytől is (Fővárosi Gázművek, Mátraaljai Szénbányák, TÜKI, MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Bauxit Kutató Vállalat, Földtani Kutató és Fúró Vállalat, kerületi bányaműszaki felügyelőségek, Vízkutató és Fúró Vállalat).

A szakmai napokat dr. *Bálint Valér*, a Budapesti Szakcsoport elnöke nyitotta meg. Megnyitójában vázolta számszerűen is az eddigi ifjúsági napok történetét, további munkára serkentve a fiatalokat. Ezt követően dr. *Heinemann Zoltán*, az OMBKE főtitkárhelyettese üdvözölte a fiatalokat az OMBKE elnöksége és a Nehézipari Minisztérium nevében. Bejelentette, hogy a szakmai napok jelentőségét az iparág vezetői nagyra értékelik, és ezért a nehézipari miniszter egy 5000 Ft-os fődíjat, az OMBKE elnöksége két 4000 Ft-os díjat, a NIM két 2500 Ft-os díjat ajánlott fel a minden tekintetben legjobb munkák jutalmazására, az egyes szekciók első helyezett pályamunkáira kitűzött 2000 Ft és a második helyezett pályamunkákra kitűzött 1000 Ft mellett.

A plenáris előadást a kőolaj- és földgázipar műszaki fejlesztési feladatairól dr. *Vajta László*nak, az OKGT műszaki vezérigazgató-helyettesének távollétében *Olajos Dezső*, az OKGT Műszaki Fejlesztési Önálló Osztályának vezetője tartotta meg.

Hegedűs György, a Délalföldi Gázgyártó és Szolgáltató Vállalat fiatalja plenáris előadásában az újítómozgalom jelentőségével, problémáival foglalkozott.

A központi előadások után szekciókban folytatódott a munka az iparág reprezentáns szakembereinek vezetésével.

A **kutatási szekció** *Tóth Zoltán* igazgatóhelyettes (OGIL) elnökletével, *Tihanyi Gábor* (OKGT) titkárságával; a **termelési szekció** dr. *Bálint Valér* igazgató (OLAJTERV), *Rácz Dániel* igazgató (OGIL), *Turkovich György* főosztályvezető (OLAJTERV) elnökletével, dr. *Pápay József* osztályvezető (OGIL) titkárságával; a **szállítási-elosztási szekció** *Stiffel Lászlóné* osztályvezető (OKGT), *Jekkel Károly* műszaki igazgatóhelyettes (ÁFOR) elnökletével, *Körösi Zoltán* üzemvezető (ÁFOR) titkárságával; a **feldolgozási szekció** *Szijj Vincze* főosztályvezető (OKGT), *Tőös István* műszaki igazgatóhelyettes (OLAJTERV) elnökletével, dr. *Boda András* (NAKI), *Thorma Árpád* (OLAJTERV) titkárságával végezte munkáját.

A kutatási szekcióban 13, a termelési szekcióban 14, a szállítási-elosztási szekcióban 20, a feldolgozási szekcióban 20 előadás hangzott el. Az előadásokat élénk vita követte.

A záróülésen *Rácz Dániel*, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály alelnöke értékelte a szakmai napok munkáját, és adta át a szekciók legjobb pályázóinak járó első és második díjakat és okleveleket.

A nehézipari miniszter fődíját, az OMBKE elnökének díját és a NIM díját dr. *Heinemann Zoltán* főtitkárhelyettes adta át.

A nehézipari miniszter fődíját nyerte

Tóth József (MSZ GOÉP): „Csőrézselő gép 8″—12″-es csőméretre".

Az OMBKE elnökének díját nyerte

Munka Margit (MTA Ob. Kut. Lab.): „A koordináta-rendszer irányának hatása a szimulációs vizsgálatok pontosságára";

Gelencsér László (ZKV): „Hegesztési varrathibák hatásának vizsgálata".

A Nehézipari Minisztérium különdíját nyerte

Süveges Károly—Bokor Roland (OLAJTERV): „Portábilis szeparátor, golyófogó és műszertápgáz-előkészítő egység tervezése";

Szabó Béla—Tőrös Mihály (KKV): „A kőolaj-finomítás hulladékanyagainak ártalmatlanítása és hasznosítása a KKV-nél."

Első díjat nyert

a kutatási szekcióban: *Hasznos Irén* (OGIL): „Kis vízleadású cementtejekkel végzett laboratóriumi és üzemi kísérletek";

a termelési szekcióban: *dr. Takács Gábor—Papp István* (NME OTsz): „A mélyszivattyúzás felszíni és mélységi üzemviszonyainak elemzése minikomputerrel";

a szállítási-elosztási szekcióban: *László István—Benyó Pál* (GOV): „Járőrkészülék";

a feldolgozási szekcióban: *Eleőd András—Zakar András* (NAKI): „Vágóolajok fejlesztése és minősítő vizsgálata".

Második díjat nyert

a kutatási szekcióban: *Komlóssy Zsolt* (OGIL): „A mélyfúrási geofizikai értelmezésben használt néhány összefüggés érzékenységének vizsgálata";

a termelési szekcióban: *Cziczlavicz Lajos* (DKFV): „A drót-huzalos technikára alapozott kútkiképzések alapelemei. A kútkiképzések gyakorlati megvalósítása";

a szállítási-elosztási szekcióban: *Szerényi Béla—Farkas Béla* (GOV): „A szovjet import földgázszállítás lehetőségeinek vizsgálata";

a feldolgozási szekcióban: *Krompaszky Csilla—Kerek István—Palotás Árpád* (TÜKI): „TÜKI-tüzelőberendezések külföldön".

Az OKGT és az OMBKE KFVSZ elismerő oklevelét kapták

Mádai Sándor, Pipicz Veronika és *Trömböczky Sándor* (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat);

Dzsupin Mihály (Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem);

Szilágyi Zsombor (Tiszántúli Gázszolgáltató és Szerelő Vállalat);

Hegedűs György (Délalföldi Gázszolgáltató Vállalat);

Tersánszky Balázs (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat);

(Folytatás a 179. oldalon)

Szintetikus kenőolajok

SZILÁGYI LÁSZLÓ

Kémiai szintézissel alapvetően más szerkezetű alapolajokat lehet előállítani, mint ásványolajból. A szintetikus olajok a hidrosztatikai, hidrodinamikai és határkenési állapotokban nagyobb igénybevételek mellett is jobban biztosítják a kielégítő kenést, mint a szénhidrogén alapú kenőolajok. „Méretre szabott", jobban mondva az adott kenéstechnikai célra „méretezett" molekuláik révén lehetővé válik a kenőanyagok alkalmazási tartományának kibővítése. Egyetlen szerkezeti típuson belül még a szintetikus kenőanyagok sem képesek azonban eleget tenni bizonyos látszólag ellentétes követelményeknek, ezért az adalékok célirányos alkalmazása általában szintetikus kenőanyagoknál sem kerülhető el.

A technika rohamos fejlődése napjainkban minőségi változásokat idéz elő a kenéstechnikában; egyre nagyobb szerepet játszanak a szintetikus kenőanyagok.

Az adalékolatlan, finomított szénhidrogénolajok már a harmincas években elérték teljesítőképességük felső határát, elsősorban a belsőégésű motorok tömeges elterjedésével kapcsolatban. A kenőolajban jelenlevő, kenéstechnikai szempontból optimális kémiai összetételű szénhidrogének fizikai-kémiai tulajdonságai műszaki korlátot jelentettek, amit csak adalékolással lehetett áttörni. Ma már az adalékolt kőolaj eredetű kenőolajok sem elégítik ki minden esetben a követelményeket, ezért olyan szintetikus kenőanyagok térhódításának vagyunk tanúi, amelyek nem vagy csak komponensként tartalmaznak szénhidrogénolajokat. Az adalékok azonban a szintetikus kenőanyagok elterjedésével sem vesztik el jelentőségüket.

A szintetikus olajok kutatásának és felhasználásának célja jelenleg tehát nem a kőolaj eredetű szénhidrogének gazdasági kényszeren alapuló pótlása, hanem olyan termékek előállítása, amelyek kielégítik a korszerű gépek és berendezések által támasztott fokozott követelményeket, és a különböző eredetű szénhidrogénolajoknál lényegesen reprodukálhatóbban gyárthatók.

A kenőolajokkal szemben először a következő iparágak támasztottak olyan igényeket, amelyek meghaladták az adalékolt szénhidrogénolajok teljesítőképességének határait:

— az óragyártás,
— a műszergyártás,
— a textilipar,
— a hűtőgépgyártás,
— a vákuumtechnika,
— a szuperszonikus repülőgép gyártása,
— a rakétatechnika,
— az űrtechnika.

A szintetikus olajok elterjedése — drágaságuk miatt — kezdetben lassú volt. Először a hadiiparban alkalmazták őket, ahol az ár nem mindig döntő szempont.

Szintetikus olajokat *Nash*, *Stanley* és *Bowden* elméleti kutatásai alapján *Zorn* és munkatársai állítottak elő először. Ezek poliolefin olajok voltak, amelyeket Leunában gyártottak 1937-ben. Ezzel egyidejüleg megkezdődött az Amerikai Egyesült Államokban a szilikonolajok fejlesztése [1].

A repülőgépek szintetikus olajainak gyártásában rohamos fejlődés bontakozott ki a második világháború után, elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban és az Egyesült Királyságban. A polgári légiforgalom rendelkezésére 1952-ben bocsátották az első nagyobb szállítmányt, és 1960-ban a világtermelés meghaladta az egymillió tonnát [2]. A szintetikus olajok azonban általánosan még nem terjedtek el.

Ma már látnunk kell, hogy a helyzet fokozatosan, de gyökeresen megváltozik: tömeges szintetikuskenőanyag-igénnyel lép fel az egyre modernebb, egyre nagyobb teljesítményű termékeket gyártó gépkocsiipar, a szerszámgépipar és a hidraulikus rendszereket gyártó gépipar. A korszerű belsőégésű motorok kenőanyagai, a nagy teljesítményű fémmegmunkálás segédanyagai, a korszerű hidraulikus berendezések kenő- és energiaközlő anyagai napjainkban már részben szintetikus kenőanyagok.

A szintetikus olajokat kémiai összetételük alapján a következőképpen csoportosítjuk:

— szintetikus szénhidrogénolajok,
— foszfátészterek,
— polioxi-alkilén-glikol-származékok,
— karbonsavészterek,
— halogéntartalmú szintetikus olajok,
— szilikonolajok,
— szilikátészterek,
— neopentil-poliol-észterek,
— polifenil-éterek,
— egyéb szintetikus olajok.

Szintetikus szénhidrogénolajok

Napjainkban már nem gyártanak kémiailag változatlan kőolaj eredetű kenőolajokat és tágabb értelemben minden hidrogénezett, hidrokrakkolt vagy izomerizált kőolajfrakciót szintetikus szénhidrogénolajnak tekinthetünk. A kialakult gyakorlatot figyelembe véve ezen a helyen azonban csak a hagyományos értelemben vett szintetikus szénhidrogénolajokról teszünk említést. Szintetikus szénhidrogénolajnak tekintjük például az alkil-aromás szénhidrogéneket és a poliolefineket.

A szintetikus alkilaromás kenőolajokat naftalinból vagy benzolból, és hosszú láncú monoklór-paraffinokból állítják elő, a *Friedel—Crafts*-reakció körülményei között. A polialkil-naftalinokat már csak dermedéspont-csökkentő adalékként használják, míg a polialkilbenzolszármazékok főleg hűtőkompresszor-olajként vagy nagy hidegben is üzemképes hidraulikus közegként használatosak. Ez utóbbi vegyületek dermedéspontja rendkívül alacsony, viszkozitási indexük ugyan

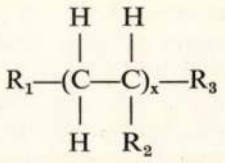
rossz (−60 és +20 között van), de oxidációs stabilitásuk jó, és oxidációgátlók jelenlétében élettartamuk rendkívül hosszú.

A szénhidrogén-polimerolajok közül a polietilénolajok és a nagyobb szénatomszámú α-olefinek polimerizációjával előállított szintetikus szénhidrogénolajok tettek szert nagyobb jelentőségre.

Az olefin-polimerek viszkozitási indexe általában 100 fölött van, kokszosodási hajlamuk igen csekély, dermedéspontjuk alacsony. Említett tulajdonságaik miatt a poliolefinolajokat nagy hőmérsékleten üzemelő kemencék és alagutak berendezéseinek kenési helyein és hűtőgépolajként alkalmazzák.

A Mobil SHC volt az első teljesen szintetikus, forgalomba hozott motorkenő anyag. Az olaj viszkozitási indexe 220, és VI-javító adalék nélkül tartja a 20 W/50-es viszkozitási szintet. A Mobil SHC használata mellett jobb a kenőfilm tapadása, kisebb az olajfogyasztás, és jobbak a hidegindítási tulajdonságok, mint hagyományos motorolajok esetében.

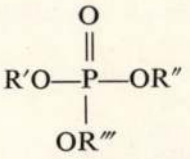
A polimer szerkezete [5]:



Az utóbbi időben ezt az olajtípust belsőégésű motorok olajaként vagy részben szintetikus olajok komponenseként ajánlják.

Foszfátészterek

A foszfátésztereket általánosan a következő képlettel írhatjuk le:



ahol R′, R″ és R‴ alkil-, aril- vagy aralkilgyök, esetleg hidrogén. Előállításuk az alábbi reakcióegyenlet szerint történik:

$$3\,ArOH + POCl_3 \rightarrow (ArO)_3PO + 3\,HCl$$

(piridin, vákuum vagy inert gáz, $AlCl_3$, 200 C°).

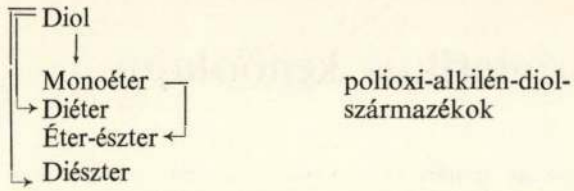
Legelterjedtebben az arilfoszfátokat használják, például a trikrezilfoszfátot, adalékként és hőközlő vagy hidraulikus folyadékként.

A foszfátészterek viszkozitása és dermedéspontja — összetételüktől függően — igen tág határok között változik. Hidrolízissel szemben általában ellenállóak, jó oxidációs és kevésbé jó termikus stabilitással rendelkeznek. Nem olyan gyúlékonyak, mint a szénhidrogénolajok, ami lehetővé teszi alkalmazásukat hidraulikus berendezésekben és légkompresszorokban. A foszfátészterek egyes esetekben berágódásgátló tulajdonságokat mutatnak.

Polioxi-alkilén-glikol-éterek és -észterek

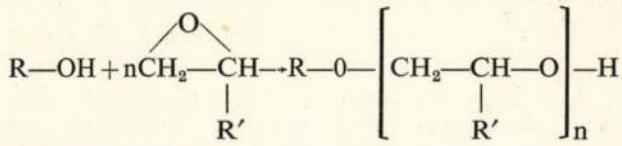
Bár a poliglikolok több mint száz éve ismeretesek, mint kenőanyagok csak 1943 óta használatosak.

A diolokból leszármaztatott szintetikus kenőolajcsoport egyszerűsített családfája a következő:



Hasonló, de kissé bonyolultabb a polioxi-alkilén-triol-származékok, például a különböző glicerinszármazékok családfája.

A legelterjedtebben használt polioxi-alkilén-glikol-éterek egyik előállítási lehetősége:



ahol R′ alkilcsoport vagy hidrogén.

Megkülönböztetünk vízben oldódó polioxi-alkilén-glikol-származékokat és olajban oldódó polioxi-alkilén-glikol-származékokat.

A vízben oldódó polioxi-alkilén-glikol-származékokat elterjedten használják hidraulikus folyadékok komponenseként, valamint tűzálló hidraulikus folyadékként a bányászatban, továbbá fúróolajokban és a textiliparban. A víz jelenléte miatt — folyadékfázisban és gőzfázisban egyaránt — aktív korróziós inhibitorokat kell alkalmazni. A viszkozitás és a gyúlékonyság a víztartalom függvénye.

Az olajban oldódó polioxi-alkilén-glikol-származékok viszkozitási indexe kiváló, elérheti a 160-at; kenési tulajdonságaik megfelelőek, adalékokkal általában kompatibilisek, termikus stabilitásuk és hidrostabilitásuk jó vagy megfelelő, oxidációs stabilitásuk nem túl jó, de adalékokkal javítható. Általában −40 C°-tól 200 C°-ig használhatók, bomlási termékeik illékonyak vagy oldódnak a visszamaradó olajban, tehát nem keletkezik iszap.

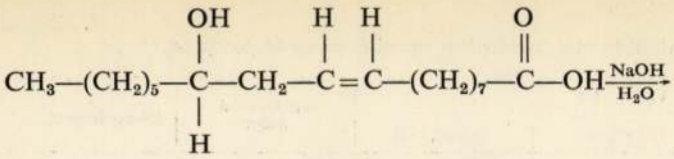
Az olajban oldódó glikolszármazékok drágák, ezért csak korlátozottan használják fel őket ott, ahol elkerülhetetlen, például műanyag kalandereknél és egyes hajtóműveknél.

Karbonsavak észterei

A monoészterek alig használatosak, mert általában illékonyak, magas az olvadáspontjuk és érzékenyek az oxidációra. Főleg kenőképesség-növelő adalékként alkalmazzák őket, például kétütemű, belsőégésű motorokban.

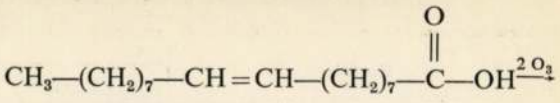
A szintetikus kenőolajok egyik legelterjedtebben, legnagyobb mennyiségben alkalmazott alcsoportját a diészterolajok képezik. A legjobban bevált diészterolajok alapanyaga C_6—C_{10} dikarbonsav (adipinsav, azelainsav vagy szebacinsav), továbbá egyenesláncú vagy elágazóláncú C_4—C_8 alkohol. A legismertebb diészterolaj a di(2-etil-hexil) szebacát.

A szebacinsavat általában ricinusolajból nyert ricinolsavból állítják elő alkalikus hidrolízissel:

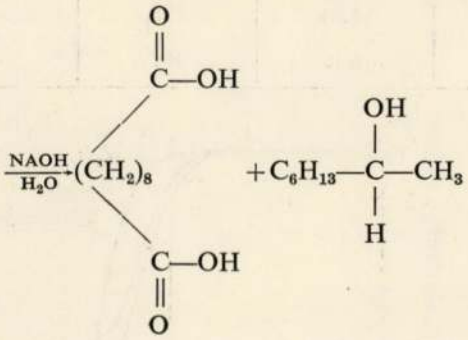


ricinolsav

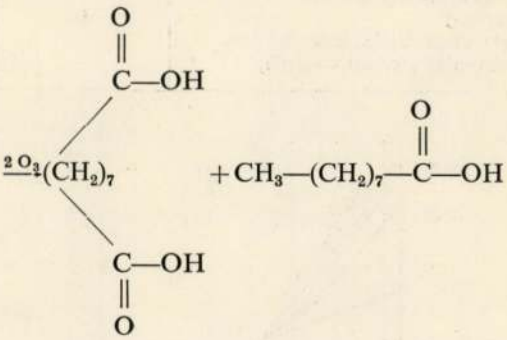
Az azelainsavat olajsavból állítják elő oxidációval:



olajsav

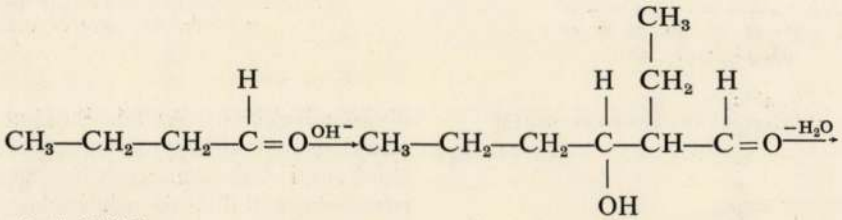


szebacinsav kaprilalkohol

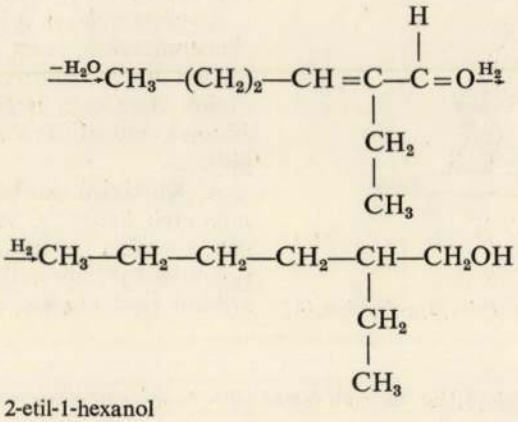


azelainsav pelargonsav

A 2-etil-1-hexanolt n-butiraldehid alkálisókkal katalizált aldolkondenzációját követő dehidratálással és hidrogénezéssel állítják elő:



n-butiraldehid



2-etil-1-hexanol

A legjobb diészterolajok viszkozitási indexét csak a szilikonolajoké múlja felül a szintetikus olajok között, mint az az *1. ábrán* látható. A viszkozitási index természetesen nagymértékben függ az észtermolekula szerkezetétől: lehet negatív is, de a kenéstechnikában felhasznált észterolajoknál elérheti a +180-as értéket.

Az *1. táblázat* a — véleményünk szerint — hazánkban perspektivikusan legnagyobb jelentőségű szintetikus kenőolaj-alcsoportok egyes kiemelkedően jó viszkozitási indexű tagjainak különböző hőmérsékleteken mért viszkozitását, valamint dermedéspontját tartalmazza.

A diészterolajok illékonysága kicsi. A *2. ábrából* látható, hogy az észterolajok súlyveszteségének hirtelen növekedése csak kb. 80 C°-kal nagyobb hőmérsékleten észlelhető, mint poliolefinolajok és szénhidrogénolajok esetében, tehát mintegy 250 C°-on. Az észterolajok illékonysága 225 C°-on hozzávetőlegesen csak hatodrésze az ásványolaj eredetű szénhidrogénolajénak, ami közvetlen gazdasági előnyt jelent; nem beszélve azokról a közvetett előnyökről, amelyeket a sokkal állandóbb kenéstechnikai tulajdonságok jelentenek.

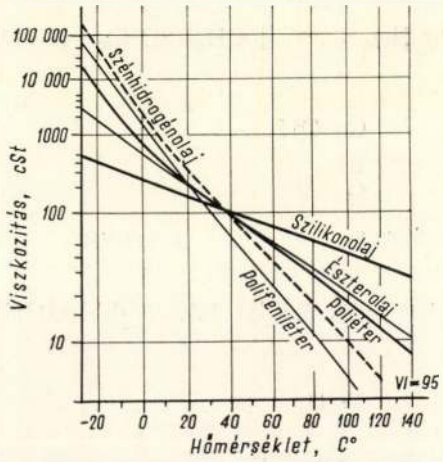
A részben szintetikus motorolajok párolgási veszteségei lényegesen kisebbek a hagyományos motorolajokénál *(3. ábra)*.

A diészterolajok dermedéspontja alacsony, ami kenő-

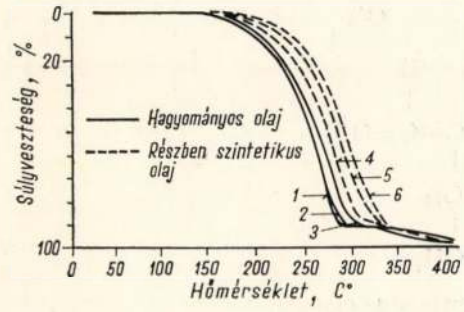
1. táblázat

Néhány kiemelkedően jó viszkozitási indexű szintetikus olaj viszkozitási adatai és dermedéspontja [4]

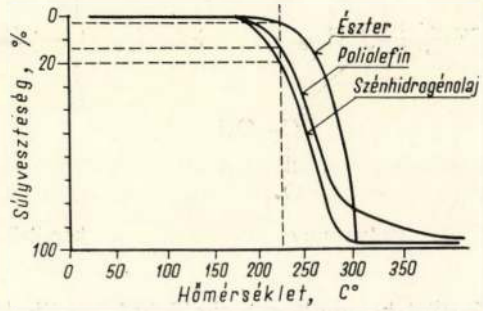
Kenőolaj	Viszkozitás			Viszkozitási index	Dermedéspont, C°
	0 F°, cP	100 F°, cSt	210 F°, cSt		
Poliolefin	650	35,37	6,66	159	−38
Polioxi-alkilén-glikol-éter	1375	31,10	6,21	167	−50
Észterolaj	600	26,21	5,63	176	−44
Magas viszkozitási indexű, ásványolaj eredetű kenőolaj	–	40,76	6,15	107	−11



1. ábra
Néhány szintetikus olaj viszkozitás—hőfok egyenese [3]



2. ábra
Néhány kenőolaj súlyvesztesége a hőmérséklet függvényében [4]



3. ábra
Hagyományos ásványolaj eredetű szénhidrogénolajok és részben szintetikus olajok párolgási veszteségei a hőmérséklet függvényében [4]

olajoknál előnyös. Az adalékokkal kompatibilisek és tulajdonságaikat nagymértékben befolyásolják az adalékok, ami elsősorban azért lényeges, mert termikus és oxidációs stabilitásuk adalékolás nélkül nem vagy alig haladja meg a szénhidrogénolajokét.

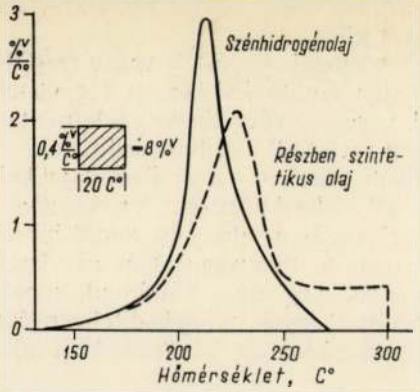
A diészterolajok a legtöbb esetben megtámadják az elasztomereket, ezért csak különleges tömítőanyagok mellett használhatók. A nagy molekulasúlyú észterolajok vízre nem érzékenyek, a kisebb molekulasúlyú észterek hidrolitikus stabilitása általában nem kielégítő.

A kétbázisú karbonsavak észtereit gázturbinák, műszerek kenésére, valamint kis illékonyságú gépzsírok, speciális hidraulikus olajok és motorolajok komponenseként használják igen nagy mennyiségben, és számos egyéb helyen kisebb mennyiségben.

2. táblázat

Motorolajgyártásra használt észterolajok és egyes tulajdonságaik [7]

Észterolaj	Márka	Viszkozitás 210 F°-on cSt	*V/E*	Párolgási veszteség *Noack* szerint s %	Dermedéspont C°
2,2,4-trimetil-adipinsav-n-(C_8-C_{10})-észter	VEBA-TMA-OD	3,38	148	12	−71
2,2,4-trimetil-adipinsav-n-(C_{10}-C_{12})-észter	VEBA-TMA-OD	3,98	154	5,2	−45
Dekán-dikarbonsav-2-etil-1-hexanolészter	HÜLS-VERTINOL	3,80	158	12	−50
Heptadekán-dikarbonsav-di-(n-C_4)-észter	BASF	3,64	150	11	−50
Hexahidro-izoftálsav-n-(C_8-C_{10})-észter	USA	4,27	161	3,7	−31



4. ábra
Derivált desztillációs görbék 1 torr nyomáson [4]

A részben szintetikus gépjármű-motorolajokban más észtereket használnak, mint a repülőgépolajokban *(2. táblázat)*.

Az 1960-as évek végén az NSZK-ban, majd 1970-ben Ausztriában és Olaszországban hoztak forgalomba Európában először észterolaj-tartalmú motorolajokat, amelyek ma már csaknem minden ország motorolaj-szortimentjének fontos részét képezik. A finomított, illetve hidrogénezett szénhidrogén-alapolajok mellett 10—40%-ban tartalmaznak észterolajat ezek a belsőégésű motorolajok, amelyek polimer adalék nélkül, illetve mérsékelt polimertartalommal érik el a több fokozatú motorolajok SAE 10 W/30-as, SAE 10 W/40-es vagy akár SAE 10 W/50-es viszkozitási szintjét is [6]. A részben szintetikus motorolajok nyírásstabilitása kiemelkedően jó, alkalmazásuk esetén az olajfogyasztás kicsi, ami a *4. ábrán* levő derivált desztillációs görbék összehasonlításából is kitűnik. Üzemeltetés szempontjából igen nagy előny, hogy használat közben kevésbé változnak a motorolajok tulajdonságai, és ritkábban kell olajat cserélni.

Magyarországon hazai gyártású, részben szintetikus motorolaj még nincs, de forgalomban van az AGIP Sint olaj, amely mintegy 20% észterolajat tartalmaz.

A Nagynyomású Kísérleti Intézetben 1975-ben kezdtünk foglalkozni szintetikus észterolajok előállításával. Lehetőségeinket tekintetbe véve olyan észterolajokat állítottunk elő, amilyeneket — tudomásunk szerint — még nem használtak hasonló célra, de olcsóbbak az eddig forgalomba hozott észterolajoknál.

Kísérleti munkánkról más alkalommal fogunk beszámolni, most csak néhány adatot közlünk *(3. táblázat)*.

A *3. táblázatban* szereplő szintetikus alapolajok oxidációs és termikus stabilitása felülmúlja a 10 W/40-es ásványolaj eredetű alapolajét.

Megemlítjük, hogy polietilénglikollal is készítenek kétbázisú savakból komplex észtereket, amelyek magasabb lobbanásponttal rendelkeznek, és kevésbé károsítják a tömítéseket, de viszkozitási indexük és 210 F°-on mért viszkozitásuk kisebb, mint az azonos molekulasúlyú, egyértékű alkoholokból előállított dikarbonsav-észterek viszkozitási indexe és 210 F°-on mért viszkozitása.

Halogént tartalmazó szintetikus olajok

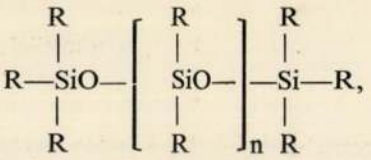
A klór-fluor-etilén polimerek alkalmazását rendkívüli tulajdonságaik határozzák meg: a kémiai reakcióképesség hiánya és nagy sűrűségük. Klór-trifluoretilén ($CF_2=CFCl$) polimerizálásával állíthatók elő és főleg oxigénkompresszorok kenésére használatosak.

A fluorozott észterek extrém hőmérsékleteken is használhatók, mert nem gyúlékonyak és oxidációval szemben ellenállók. Magas olvadáspontjuk és alacsony forráspontjuk azonban korlátozza felhasználásukat. Tetrafluor-etilén polimer molekularészt tartalmazó alkoholok vagy savak észterezésével állítják elő ezeket a többnyire hadicélra alkalmazott kenőanyagokat.

Nemrég jelentek meg a nemzetközi piacon a különböző ellenőrzött molekulasúlyú polifluor-alkiléter polimerek, amelyek szerves oldószerekben oldhatatlanok, kiváló termikus és oxidációs stabilitással rendelkeznek, 300 C°-ig ellenállnak a legagresszívebb anyagoknak is, elasztomerekkel, gumival és különböző fémekkel szemben jó a kompatibilitásuk, ellenállnak a radioaktív sugárzásnak, illékonyságuk igen kicsi, és alacsony a dermedéspontjuk. Inert hidraulikus folyadékként, vákuumszivattyúk kenőolajaként, valamint korrozív anyagok és oxigén jelenlétében használható kenőanyagként és szigetelő olajként alkalmazhatók.

Szilikonolajok

Kémiai szerkezetük:



ahol R azonos vagy különböző alkil-, illetve arilcsoportokat jelöl.

3. táblázat

A Nagynyomású Kísérleti Intézetben előállított észterolajokat tartalmazó, részben szintetikus olajok néhány tulajdonsága

Alapolaj	Viszkozitás, cSt				*VI*	Dermedéspont C°	V/50 C° 150 C°-on, 5 óra alatt, levegő jelenlétében
	20 C°	100 F°	50 C°	210 F°			
Algyői finomítvány	84,15	34,21	21,01	5,24	91	−25	−2,5%
60 s% algyői finomítvány + 40 s% 051-es észterolaj	49,05	21,46	13,71	4,30	123	−25	+0,4%
90 s% algyői finomítvány + 10 s% 041-es észterolaj	69,46	29,58	18,46	5,04	107	−22	—
60 s% algyői finomítvány + 40 s% 041-es észterolaj	47,59	21,85	14,23	4,29	117	−20	—
60 s% algyői finomítvány + 40 s% o23-as észterolaj	59,21	26,61	17,08	5,02	129	− 9	+1,4%
75 s% algyői finomítvány + 25 s% 049-es észterolaj	59,16	26,03	16,60	4,84	121	−15	—
75 s% algyői finomítvány + 25 s% 050-es észterolaj	—	29,28	18,44	5,23	122	−19	—

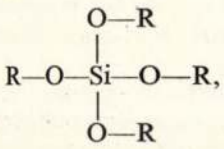
A poli(diaril-sziloxán)-ok alapanyaga, a dialkil- és a diaril-klór-szilán, szilícium-tetrakloridból *Grignard*-reagenssel állítható elő, vagy szilíciumból és alkil-, illetve arilkloridból gőzfázisban, rézkatalizátor jelenlétében. Az organoklór-szilánok hidrolízise révén szilándiolok keletkeznek, amelyek szilikonolajokká polikondenzálhatók.

Az összes ismert szintetikus kenőolaj közül a szilikonolajok viszkozitási indexe a legjobb. Illékonyságuk kicsi, és nagyon jó a termooxidációs ellenálló képességük a bomlási hőmérsékletig. Bomlásuk során igen abrazív tulajdonságú szilícium-dioxid keletkezik.

A szilikonolajok nagy hátránya, hogy nehezen elegyíthetők más kenőanyagokkal, és a legtöbb adalékkal nem kompatibilisek. Hidrolízisre nem hajlamosak, és nem károsítják a műanyagokat, a festékeket és a gumitömítéseket. Vákuumzsírok, szigetelőzsírok, edzőolajok, diffúziós szivattyúk kenőanyagai, dielektrikumok és hidraulikus folyadékok készülnek szilikonolajokból.

Szilikátészterek

Kémiai szerkezetük:



ahol R azonos vagy különböző alkil-, illetve arilcsoportokat jelöl.

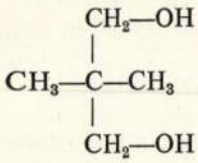
A szilikátészterek az ortokovasav ($Si(OH)_4$) alkoholokkal vagy fenolokkal képzett vegyületeiként foghatók fel. Legegyszerűbb típusaik a tetraalkil-, a tetraaril- vagy a kevert alkil-aril-ortoszilikátok.

A szilikátészterek — a szilikonolajokkal ellentétben — jól adalékolhatók. Viszkozitási indexük kiváló, illékonyságuk alacsony, kenőképességük nem különösen jó. A műanyagokat és az elasztomereket nem támadják meg, nagy hátrányuk azonban, hogy hidrolízisre érzékenyek. Főleg hadifelszerelések hidraulikus folyadékaként és hűtőközegként alkalmazzák őket.

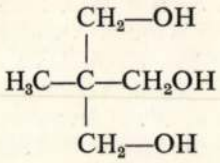
Neopentil-poliol-észterek

Újabban egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert az észterolajok ún. második generációjába tartozó neopentil-poliol-észterek. Rendelkeznek a dikarbonsavas észterek összes jó tulajdonságával, sőt termikus stabilitásuk jóval felülmúlja a dikarbonsavas észterekét: még 300 C° fölött is funkcionálnak, és csak 200 C° fölött igényelnek oxidációs inhibitort. A jó termikus stabilitás annak köszönhető, hogy az észtercsoporthoz képest β-helyzetű szénatomhoz nem kapcsolódik hidrogénatom.

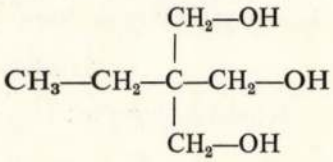
A neopentil-poliol-észtereket a következő, kereskedelemben is kapható neopentil-poliolokból állítják elő:



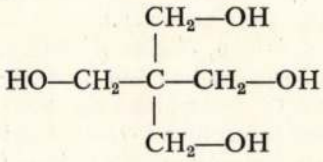
neopentil-glikol



trimetilol-etán



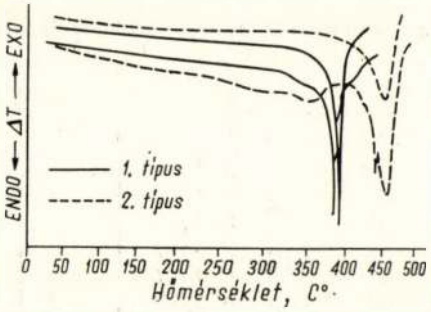
trimetilol-propán



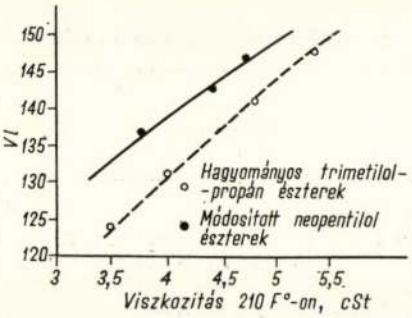
pentaeritrit

A neopentil-poliol-észterek nagy termikus stabilitását bizonyítja az *5. ábrán* látható DTA-diagram. Az *1* típusú észtert dikarbonsavból, a *2* típusú észtert neopentil-poliolból állították elő.

Ma már készítenek módosított neopentil-poliol-észtereket is, amelyeknek a viszkozitási indexe sokkal magasabb, mint a hagyományos neopentil-poliol-észtereké, amint az a *6. ábrából* kitűnik.



5. ábra
Neopentil-poliol-észterek DTA-görbéi [4]



6. ábra
Neopentil-poliol-észterek viszkozitási indexe [4]

4. táblázat

Egyes szintetikus kenőanyag-csoportok tulajdonságai [7]

Kenőanyag	Párolgási veszteség	VI	Oxidáció-állóság	Tapadó-képesség	Hőállóság	Tűzállóság	Elegyíthe-tőség	Adalékol-hatóság
Dikarbonsav-észterek	+	+ +	0, +	+	+	–	+ +	+ +
Szilikonok	+ +	+ +	+ +	–	0, –	+	–	–
Szilikátészterek	0	+ +	0, +	0, +	+	0	+	+
Polioxi-alkilén-glikol-éterek	+	+ +	0, +	+	+	0, +	0, +	+
Klór-fluorokarbon-olajok	–, +	–	+ +	0, + +	+ +	+ +	0	–
Polifeniléterek	+	–	–	+	+	–	0, +	+
Poliolefinek	+	+ +	0, +	+	+	–	+	+ +
Szénhidrogénolajok	+	0, +	0, +	+	+	–	+	+

Jelmagyarázat: + + = kitűnő
+ = jó
0 = megfelelő
– = rossz

A vesszővel elválasztott jelek azt mutatják, hogy az adott csoporton belül kétféle minősítés is előfordulhat.

Polifenil-éterek

A polifenil-éterek kifejlesztésére azért volt szükség, mert nem volt olyan kenőanyag, ami a radioaktív sugárzásnak kitett, 260 C°-nál nagyobb hőmérsékleten üzemelő berendezések kenésére alkalmas lett volna.

A polifenil-éterek viszkózus, magas dermedéspontú, alacsony viszkozitási indexű folyadékok. Kiemelkedő termikus stabilitással és igen jó kenőképességgel rendelkeznek.

Egyéb szintetikus olajok

Megemlítjük — a teljesség igénye nélkül — a ferrocénszármazékokat, a tetraszubsztituált karbamidszármazékokat, a heterociklikus kenőanyagokat, az aromás aminokat és a tetraalkil-szilánokat, amelyeket egyes speciális területeken alkalmaznak.

Az egyes szintetikus kenőanyagcsoportok főbb tulajdonságait a *4. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázat adataiból kitűnik, hogy a szintetikus kenőanyagok sok olyan kenési problémát megoldanak, amik szénhidrogénolajokkal nem oldhatók meg. Ez idő szerint szintetikus kenőanyagokkal lehet legjobban megközelíteni azokat a követelményeket, amelyeket a kenéstechnikusok az ideális kenőanyaggal szemben támasztanak. Meg kell azonban jegyezni, hogy a szintetikus olajok felhasználási lehetőségei általában specifikusak, azaz a legtöbb esetben valamely előny elérése más szempontból hátránnyal jár.

A szintetikus kenőanyagok általános elterjedését még mindig késlelteti viszonylag magas áruk. A tömeggyártásra való áttéréssel azonban elsősorban az észterolajok és a poliglikolszármazékok ára csökken, és lassan közelít az ásványolaj eredetű szénhidrogénolajokéhoz. Ezzel párhuzamosan gyorsan nő a szintetikus olajok felhasználása főleg a gépjármű-motorolajok, a hidraulikus olajok és a kompresszorolajok területén.

A közeli jövőben várható, hogy Magyarországon is fokozatosan növekszik egyes szintetikus olajok felhasználása, főleg speciális kenéstechnikai célokra.

Csehszlovákiában, ahol a hatvanas években már foglalkoztak szintetikuskenőanyag-kutatással, most nagy lendülettel kezdik meg ismét a kísérleti munkát, és komoly terveik vannak a KGST keretén belül [2].

Úgy gondoljuk, hogy perspektivikusan komoly népgazdasági hasznot hozhat a szintetikus olajok fokozatos felhasználása. Kezdeti előkészítő kutatásaink is valószínűsítik azt a feltevést, hogy ezzel a kérdéssel már most érdemes foglalkozni.

IRODALOM

[1] *Gunderson, R. C.—Hart, A. W.:* Synthetic Lubricants, Reinhold Publishing Corp., New York, 1962.
[2] *Vytrens, M.—Koci, M.:* Ropa a Uhlie **16** *2* 107 (1974).
[3] *Keil, H.:* Schmiertechnik+Tribologie **17** *1* 24 (1970).
[4] *Imparato, L.* és mtsai: Giornale ed atti dell' Assoziazione Technica dell' Automobile **27** *9* 482 (1974).
[5] Krafthand **46** *13* 26 (1973).
[6] *Rumpf, K. K.:* Erdöl u. Kohle **23** *12* 818 (1970).
[7] *Vámos E.:* Szintetikus kenőolajok. Vegyipari Szakirodalmi tájékoztató, NIMDOK Budapest, 1975.

(Folytatás a 172. oldalról)

Csizinszky László és *Barta Sándor* (Gáz- és Olajszállító Vállalat); *Kerek István és Cserjési Zoltán* (Tüzeléstechnikai Kutató Intézet); *Ágostonné Német Irén, Weinrauch Sarolta, Török Zoltán, Tar Gábor, Virág György, Ilinyi János, Cseh Béla, Tóthfalusi György* és *Krizmanics Kálmánné* (Dunai Kőolajipari Vállalat); *Székely Lajos, Blazsovszky László, Weszely György* és *Raisz Ildikó* (Fővárosi Gázművek); *dr. Dormán József, Vincze Tamás, Szentgyörgyi Károly* és *Bauer Sándor* (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium); *Marschalkó Gábor* és *Kovács János* (OKGT Termelési és szállítási főosztály); *Jankelovicsné Berényi Márta* és *Nagy Zoltán* (OLAJTERV) *Wéber Gábor* és *Horváthné Beke Rózsa* (Nagynyomású Kísérleti Intézet); *Rajner János* és *Havasi Zoltán* (Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás).

Az Ifjúsági Szakmai Napok lebonyolításában oroszlánrészt vállaltak: *Dul György, Könözsy László, Barczy Győző* és *Süveges Károly* — az OLAJTERV, *Eleőd András* és *Zakar András* — a NAKI fitaljai.

Török Attila
okl. olajmérnök
(OLAJTERV)

A gázolaj-kénmentesítés időszerű kérdései

SCHMIDT FERENC—
ZALKA LAJOS

Laboratóriumi méretű kísérleti berendezésben — üzemi technológiai körülmények között — vizsgáltuk a nagy kéntartalmú és magas végforrpontú gázolaj kénmentesítését különböző típusú ipari katalizátorokkal.

A gázolajok minőségével szembeni egyre növekvő igények esetenként szükségessé tették a gázolaj-kénmentesítő üzemek tervezett körülményektől eltérő üzemeltetését is.

Hazánkban a jelenlegi előírás legfeljebb 0,5 súlyszázalék kéntartalmat engedélyez a kereskedelmi gázolajban. A forgalomba kerülő gázolaj előállítása a különböző kőolajokból származó gázolajféleségek, úgymint könnyű-, nehéz- és vákuumgázolaj, illetve ezek kénmentesített termékeinek megfelelő arányban való összekeverésével történik. A minőségi és mennyiségi igények növekedése azonban több esetben a hagyományostól eltérő nagyobb kéntartalmú gázolajok kénmentesítését, illetve a kénmentesítés hatásfokának növelését is szükségessé tette. Esetenként még a magasabb végforrpontú és így nagyobb kéntartalmú alapanyagoknak gázolaj-keverőkomponensként való üzemi felhasználására (kénmentesítésére) is sor került. Az ilyen nyersanyagokat az adott kénmentesítő üzemben a jelenleg alkalmazott katalizátorral és technológiai paraméterekkel még 400 C°-on sem lehetett a kívánt mértékben kénmentesíteni. A reakciótermék kéntartalma 0,2 súlyszázalék fölött maradt, a reaktor ellenállása megnőtt, csökkent a kompresszorokkal keringetett gáz mennyisége stb.

A kérdések tisztázása és a problémák megoldása végett a Nagynyomású Kísérleti Intézetben ez irányban kutatómunkát végeztünk, melynek fő célja az volt, hogy a meglevő nagyüzemi berendezés változtatása nélkül lehessen a kénmentesítést ezen megváltozott alapanyagokkal is elvégezni. Ennek alapján a Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) megbízásából gázolaj-kénmentesítő kísérleteket folytattunk

— laboratóriumi méretű reaktorberendezésben a megengedett üzemi technológiai körülmények között;
— nagy kéntartalmú és magas végforrpontú gázolaj-keverékkel;
— különböző típusú ipari katalizátorok felhasználásával.

A kísérleti alapanyag

Alapanyagként szovjet kőolajból származó alábbi frakciók elegye szolgált:

nehéz gázolaj	46,7
vákuumgázolaj	23,3
orsóolaj-frakció	30,0 súlyszázalék.

Az így előállított kísérleti alapanyag főbb minőségi jellemzői a következők voltak:

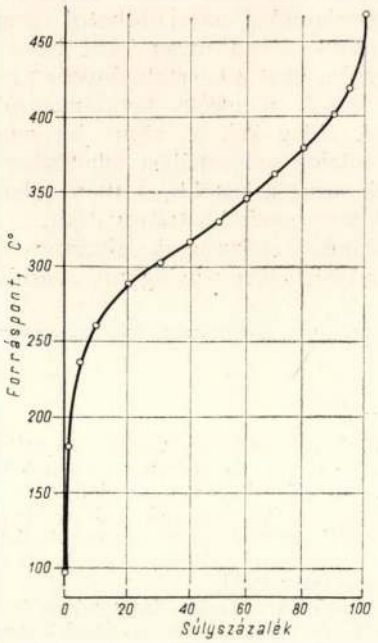
sűrűség 20 C°-on	0,872 g/cm³
kéntartalom	1,46 súly%
dermedéspont	+4 C°.

Az alapanyag forrásponttartománya — a *Perkin—Elmer*-gázkromatográffal mért valódi forráspontgörbe alapján — az *1. ábrán* látható. A gázolaj 10—13 súly%-a 400 C° fölött forró anyag, végforrpontja pedig 468 C°. A kénmentesítő üzem alapanyagánál tehát határozottan nehezebb frakciót alkalmaztunk kísérleteinkhez a különböző típusú katalizátorok minősítésére, illetve kénmentesítő képességük összehasonlítására.

A vizsgált katalizátorok

Kísérleti munkánk és a vizsgálatok alapját a DKV üzemében használatos szovjet gyártmányú Co-Mo/Al_2O_3 katalizátor képezte. Mellette megvizsgáltuk a német gyártmányú és a kereskedelemben kapható Leuna 8199/K jelű Ni-Mo/Al_2O_3 katalizátort, a holland *Ketjen* cég 124—1,5 E jelű Co-Mo/Al_2O_3 katalizátorát, és egy lengyel eredetű, G—3 jelű, ugyancsak Co-Mo/Al_2O_3 összetételű katalizátort.

A katalizátorok kémiai összetételét és néhány jellemző adatát az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a Leuna-katalizátor mind összetételében (Co helyett Ni-t tartalmaz), mind külső megjelenési formájában (cseppentett golyók alkotják) lényegesen eltér a többitől, a *Ketjen* gyártmányú pedig kis



1. ábra
A kísérleti alapanyag valódi forráspontgörbéje

1. táblázat

A vizsgált katalizátorok

A katalizátor megnevezése és jele	Szovjet $Co—Mo/Al_2O_3$	Leuna $Ni—Mo/Al_2O_3$ 8199/K	*Ketjen* $Co—Mo/Al_2O_3$ 124—1,5 E (LD)	Lengyel $Co—Mo/Al_2O_3$ G—3
Kémiai összetétel, s%				
CoO	7,37	—	4,0	3,5
MoO_3	14,10	16,0	12,0	15,0
NiO	—	3,5	—	—
SiO_2	—	0,6	1,0	—
Al_2O_3	hordozó	hordozó	hordozó	hordozó
A katalizátor formája	⌀ 5 mm 5 mm hosszú extrudátum	⌀ átlag 3 mm golyók	⌀ 1,5 mm 4 mm hosszú extrudátum	⌀ 1,6 mm 5—10 mm hosszú extrudátum
Térfogatsúly, kg/l	0,73	0,81	0,55	0,75
Fajlagos felület, m^2/g	—	—	250	295

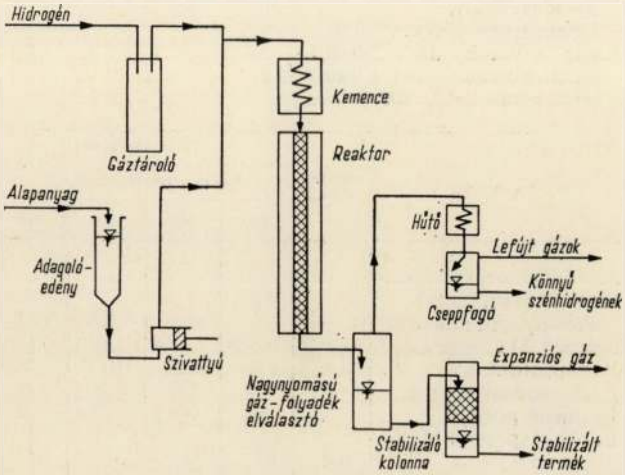
térfogatsúlyával (0,55 kg/l) tűnik ki a többi katalizátor közül.

A kísérleti berendezés reaktorába 1-1 liter mennyiségben betöltött katalizátorokat mindenkor egységesen készítettük elő a tulajdonképpeni gázolajkénmentesítési kísérletekhez. Először atmoszferikus nyomáson, hidrogénáláramoltatással szárítottuk a katalizátorokat első lépésként 100—110 C°-on, majd második lépésként 190—200 C°-on, 2-2 órán át. A szárítás műveletét követte a szulfidálás, ami az egyes katalizátoroknál 200—220 C°-on, 30 att üzemnyomáson, kb. 0,5 tf% kén-hidrogén-tartalmú hidrogéngázzal történt.

A kísérleti berendezés és a kísérleti körülmények

A gázolaj-kénmentesítő kísérleteket laboratóriumi méretű, 1 liter katalizátorterű, nyomás alatti és folyamatos üzemű reaktorberendezésben végeztük.

A reaktorba belépő alapanyag és gáz előmelegítésére elektromos fűtésű csőkemence szolgál. Maga a reaktor 3,5 hosszú, 20 mm belső átmérőjű, saválló csőből készült, és 4×1-1 kW-os elektromos fűtőszakaszokkal van ellátva. A reaktor vastag hőszigetelő köpenye és a ±2 C° pontosságú automatikus hőmérséklet-szabályozás biztosítja a reaktor teljes hosszában a csaknem izoterm körülményeket.



2. ábra
A kísérleti berendezés elvi folyamatábrája

A kísérleti berendezést valamennyi katalizátor vizsgálatakor gázcirkuláció nélkül, friss hidrogéngázzal (hidrogéntartalom ≈100 tf%) üzemeltettük.

A kísérleti berendezés főbb részeit és elvi folyamatát a *2. ábra* szemlélteti.

Az alapanyag kénmentesítését a különböző katalizátorokkal az alábbi műveleti körülmények mellett vizsgáltuk a reaktor-hőmérséklet függvényében:

nyomás	30 att
katalizátorterhelés	2,5 l/l. h
gáz—folyadék arány	250 nl/l
reaktor-hőmérséklet	330 C°
	350 C°
	370 C°
	390 C°.

A szovjet katalizátorral 50%-os terheléssel, azaz 1,25 l/l. h érték mellett is vizsgáltuk a kénmentesítés mértékét.

A reakciótermék stabilizálása, kén-hidrogén-mentesítése a terméken való hidrogéngáz-átbuborékoltatással (sztrippeléssel) atmoszferikus nyomáson, 100 C° hőmérsékleten történt.

A kísérleti eredmények

A kénmentesítő kísérletek során nyert termékmintákat elsősorban a kéntartalom alapján minősítettük. Az elemzési adatokat a *2. táblázatban* foglaltuk össze, illetve a jobb áttekinthetőség és összehasonlíthatóság céljából a *3. ábrán* diagramban is ábrázoltuk.

Mint látható, elsősorban a kisebb hőmérséklet-tartományban volt lényeges különbség a katalizátorok kénmentesítő hatásfoka között. A *Ketjen*-katalizátor már 330 C°-on 0,3 súly% alatti kéntartalmú gázolajat eredményez, a Leuna és a G—3 jelű katalizátornál ez az érték 0,43—0,44 súly%, ugyanakkor a szovjet katalizátorral a termék kéntartalma 0,7 súly% fölött maradt. A *Ketjen*-katalizátorhoz hasonló kénmentesítést a Leuna és a G—3 jelű katalizátorral 10—15 C°-kal, míg a szovjet katalizátorral kb. 30 C°-kal nagyobb hőmérsékleten (vagy kisebb, fele akkora katalizátorterheléssel) lehetett elérni.

Nagyobb, 360 és főleg 390 C° körüli hőmérséklettartományban a katalizátorok kénmentesítő hatásfoka közötti különbség csökkent. Miként az a *3. ábrán* jól látható, a görbék ellaposodnak, mutatva azt, hogy a gázolajban még jelenlevő kb. 0,15 súlyszázaléknyi

2. táblázat

A gázolaj-kénmentesítési kísérletek eredményeinek összefoglaló táblázata

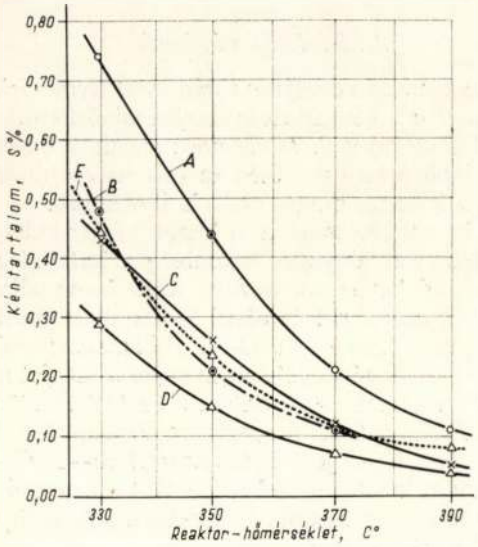
A kísérletek technológiai körülményei:
nyomás 30 att,
katalizátorterhelés 2,5 l/l. h
(1,25 l/l. h),
gáz—folyadék arány 250 nl/l.

Alapanyag-elemzések: kéntartalom 1,46 súly%,
sűrűség 20 C°-on 0,872 g/cm³,
dermedéspont +4,0 C°.

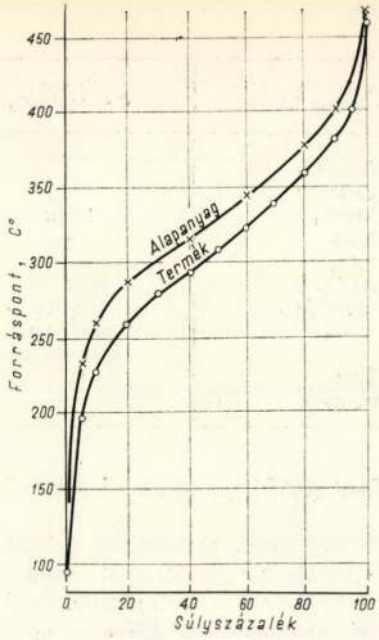
Katalizátor	Reaktor-hőmérséklet, C°			
	330	350	370	390
	kéntartalom, s%			
Szovjet: 1 liter (610 g)				
a) 2,5 l/l. h katalizátor-terheléssel	0,74	0,44	0,21	0,11
b) 1,25 l/l. h katalizátor-terheléssel	0,48	0,21	0,11	—
Leuna: 1 liter (810 g)	0,43	0,26	0,12	0,05
Ketjen: 1 liter (609 g)	0,29	0,15	0,07	0,04
G—3: 1 liter (630 g)	0,44	0,23	0,12	0,08

kéntartalom már nehezebben távolítható el. Ennek alapján a kénmentesítés célszerű alsó határának — az adott kísérleti anyagra nézve — kb. 0,1 súly% tekinthető. Ennél nagyobb fokú kénmentesítést csak nagyobb hőmérsékleten lehetne elérni, ez azonban további reakciók (krakkolás, dehidrogéneződés) megindulása miatt a termékhozam jelentős csökkenését is maga után vonná.

A vizsgált legnagyobb reaktor-hőmérsékletnek (390 C°), illetve a nagyfokú kénmentesítésnek a termékgázolaj forráspontjára való kihatását a *4. ábrán* vázolt



3. ábra
A termékminták kéntartalma a reaktorhőmérséklet függvényében
A — szovjet katalizátor; B — szovjet katalizátor (50%-os terhelés); C — Leuna-katalizátor; D — Ketjen-katalizátor; E — G—3-katalizátor



4. ábra
A kísérleti termék és alapanyag valódi forráspontgörbéje

valódi forráspontgörbe szemlélteti. Megállapítható volt, hogy 390 C°-os reaktor-hőmérséklet esetében még nem lépett fel az alapanyag olyan számottevő krakkolódása, illetve könnyűpárlat képződése, ami a forráshatárokat lényegesen megváltoztatta volna. A legnagyobb mérvű forráspontcsökkenés — átlagosan 20 C° — a legjobban kénmentesítő *Ketjen*-katalizátornál lépett fel a 390 C°-os reaktor-hőmérsékleten. Leuna-katalizátorral ez az érték már csupán 12 C° volt.

A vizsgált négy katalizátor kénmentesítő hatását összehasonlítva megállapítható, hogy a *Ketjen* 124-1,5 E jelű bizonyult a legaktívabbnak, a 8199/K

3. táblázat

A lengyel G—3 jelű katalizátorral nyert termékminták elemzési adatai

Technológiai körülmények:
nyomás 30 att,
katalizátorterhelés 2,5 l/l. h,
gáz—folyadék arány 250 nl/l,
katalizátormennyiség 1 liter/630 g,
termékstabilizálás 100 C°-on.

Elemzések	Alap-anyag	Termékminták			
		Reaktor-hőmérséklet, C°			
		330	350	370	390
A hidrogénezéssel nyert termék hozama, s% (alapanyagra számítva)	—	—	98,6	98,6	97,5
Sűrűség 20 C°-on, g/cm³	0,872	0,856	0,854	0,853	0,852
Kéntartalom, s%	1,46	0,44	0,23	0,12	0,08
Zavarosodási pont, C°	+8	+8	+8	+8	+8
Dermedéspont, C°	+4	+4	+4,5	+3,5	+4
Lobbanáspont (PM), C° (zárt téri)	101	85	71	71	50
Viszkozitás 20 C°-on, cSt	11,8	10,4	10,1	9,8	9,1

és a G—3 jelűek pedig közbenső helyet foglalnak el a szovjet és *Ketjen*-katalizátor között.

A nagyobb (390 C°) reaktor-hőmérsékleten jelentkező krakk- és hidrokrakk-reakciók eredményeként keletkező benzin- és petróleumkomponensek a termékgázolaj minőségi tulajdonságait csak részben befolyásolták. A dermedéspont és zavarosodási pont gyakorlatilag egyik katalizátor esetében sem változott. A hőmérséklet-növelés függvényében viszont minden katalizátor esetében csökkent a termékgázolaj lobbanáspontja (PM), sűrűsége és viszkozitása. Példaképpen a *3. táblázatban* bemutatjuk a G—3 jelű katalizátorral nyert termékminták főbb elemzési adatait a reaktor-hőmérséklet függvényében.

Következtetések

A kísérleti eredmények értékelésekor figyelembe kell vennünk az általunk alkalmazott laboratóriumi méretű vizsgálati módszer korlátait. Téves következtetésekhez vezetne, ha a laboratóriumban kapott eredményeinket közvetlenül át akarnánk vinni a nagyüzemre. Kísérleteink során ugyanis az üzemi technológiai viszonyokhoz képest lényeges eltérés volt a frisshidrogénfelhasználás, azaz a gázcirkuláció hiánya. A gáz hidrogéntartalma csaknem 100 tf% volt az üzemi 60—70 tf%, sőt esetenként ennél kisebb értékekkel szemben. További eltérés volt, hogy a kísérleti berendezés reaktora nem adiabatikusan, hanem izoterm módon működött.

Vizsgálati módszerünk tehát elsősorban arra alkalmas, hogy az egyes katalizátorok kénmentesítő aktivitása között relatív különbségeket állapítson meg.

A kénmentesítés mértéke alapján minősítve a katalizátorokat, a *Ketjen* 124-1,5 E jelű bizonyult a legjobbnak. Sorrendben ezt követte a Leuna, a G—3, majd a szovjet katalizátor.

Mindezekből következik, hogy az aktívabbnak talált katalizátorokkal, a megváltozott alapanyaggal is nagyfokú kénmentesítés érhető el az üzemviteli problémák növekedése nélkül. Ugyanez az eredmény az eredeti szovjet katalizátorral csak kisebb terheléssel (kapacitáscsökkentéssel vagy katalizátortérfogat-növeléssel), illetve nagyobb reaktor-hőmérséklettel érhető el, ez utóbbival együtt járó mellékreakciók fokozódó megindulásával.

A katalizátor helyes megválasztásán túlmenően azonban további igen lényeges kérdésnek tartjuk a kénmentesítendő alapanyag összetételének a helyes megválasztását is. A laboratóriumban kapott jó kénmentesítési eredmények ellenére az üzemben az alacsonyabb végforrpontú és kisebb kéntartalmú gázolajok felhasználása látszik technológiailag célszerűbbnek. Ez esetben kisebb nyomáskülönbség lép fel a reaktorban, és így a kompresszorok is kevésbé vannak leterhelve. A szívóoldali nyomásnövekedés által javul a szeparáció, és ezáltal nő a keringetett gáz hidrogéntartalma is.

A könnyebb párlatok feltehetően kisebb hőmérsékleten kénmentesíthetők; ez esetben kisebb a katalizátorok kokszképződése is, azaz ritkábban kell a katalizátort regenerálni.

Az aktívabb katalizátor és az ezáltal lehetséges kisebb reaktor-hőmérséklet alkalmazása mellett a keringetett gáz is szegényebb lesz szénhidrogénekben, azaz így is nő a hidrogén parciális nyomása. A gázsűrűség ily módon való csökkenése révén javul a kompresszor hatásfoka, azaz csökken az általa felvett elektromos teljesítmény.

Technológiai okokból a könnyebb párlatok feldolgozása látszik ugyan előnyösnek, nem biztos azonban, hogy a gazdaságossági optimalizálás is ezt eredményezné. Felmerülhet tehát a kérdés, hogy mely frakciókat célszerű kénmentesítő üzembe bevinni, és milyen mértékben kell azokat kénmentesíteni. Nem lehet ugyanis az összes gázolajfrakciót kénmentesíteni a kénmentesítő kapacitás véges volta miatt.

Célszerűnek látszik azért a különböző katalizátorokkal az egyes gázolajkomponensek kénmentesíthetőségét is megvizsgálni különböző termékkéntartalomszinteken. Ezen eredmények birtokában, figyelembe véve a tartálykapacitásokat és a téli-nyári szezonális igényeket, optimalizálási számítással kellene megállapítani, hogy mikor milyen párlatokat, milyen kéntartalomig lenne célszerű kénmentesíteni, és az egyes párlatokat milyen mennyiségben kell összekeverni ahhoz, hogy maximális mennyiségű úgynevezett „kénmentes gázolaj" hagyhassa el a finomítót, és a feldolgozási költségek ugyanakkor minimálisak legyenek.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Fekvő tengelyű, kis gőzterű elpárologtatókészülék több alkotós elegyek intenzív elpárologtatására

(Szolgálati találmány)

Az OLAJTERV dolgozói: dr. *Nagy Sándor, Gergő József* és *Vercseg László* olyan elpárologtatótípust dolgoztak ki, amellyel különösen a finomítókban, de a gázfeldolgozó üzemekben is jelentős mértékben javíthatók a desztillációs berendezések technológiai viszonyai.

A találmány olyan vízszintes tengelyű, kis gőzterű elpárologtatókészülék több alkotós elegyek intenzív elpárologtatására, amely kisebb beruházási és fenntartási költséggel az eddigi hasonló készülékek hibáit kiküszöbölve alkalmas arra, hogy vele jobb hőátadás biztosításával a gázok áramlását irányíthassuk, és belőle az elegyek különböző forráspontú alkotóit szétválasztva vezethessük ki.

A találmány szerinti fűtőtest-köpenytérrel és szeparálótérrel ellátott készülék lényege, hogy a fűtőtest köpenyterének hossza kisebb, mint a csőkötegé, és előnyösen annak 60—85%-a; a fűtőtestköpeny átmérője legalább az illesztési hézaggal és legfeljebb 10%-kal nagyobb, mint a fűtőcsőköteg átmérője; a fűtőtestköpenynek felső alkotója mentén egy vagy több gőzkivezető csonkja, a szeparálótérnek a fűtőtestköpeny átmérőjénél célszerűen 1,5—2-szer nagyobb átmérőjű köpenyrészén pedig további egy vagy több kivezető csonkja van.

A találmányt az OLAJTERV — tervezési munkái révén — az olajiparban hasznosítja.

Balikó Sándor
(OLAJTERV)

A Tiszai Vegyi Kombinát hidrogénezett pirolízisbenzinjének hatása a Komáromi Kőolajipari Vállalat autóbenzinjeinek minőségére

HERMÁN ISTVÁNNÉ

A KGST-integrációban megvalósult olefinprogram [1] kettős feladat elé állította a Komáromi Kőolajipari Vállalatot (KKV-t) egyrészt a Tiszai Vegyi Kombinát (TVK) olefingyára alapbenzin-igényének kielégítése, másrészt a hidrogénezett pirolízisbenzin felhasználása szempontjából.

A TVK hidrogénezett pirolízisbenzinjét ideiglenesen a KKV használja fel autóbenzin-komponensként a benzinreformálónak rekonstrukcióra való leállításával bekövetkezett oktánszámhiány pótlására.

A cikk röviden vázolja az autóbenzinek fejlesztésének általános irányait és a hazai autóbenzin-választék kialakulását. Értékeli az autóbenzinek minőségét, és foglalkozik azokkal a kérdésekkel, amelyeket a pirolízisbenzin mint autóbenzin-komponens felvet.

Az autóbenzinek fejlesztésének fő irányai

Az autómotorok termikus hatásfokának növelését célzó kompresszióviszony-emelés hosszú időn át az autóbenzinek átlagos oktánszámának szakadatlan emelését igényelte. A gépkocsik ugrásszerű elterjedése a közlekedésben — ismert káros környezeti hatások révén — újabb irányokat adott az eddig egyirányú fejlődésnek. A kipufogó gáz káros vegyületeinek csökkentésére az USA-ban egy idő óta katalitikus konverterekkel szerelik fel az új gépkocsikat. Az oktánszám növelésére általánosan használt ólomalkilátok azonban a katalizátort mérgezik, így az emberi szervezetre való esetleges ártalmaik kérdése is felszínre került [2, 3].

A kipufogó gáz CO-, CH-, NO_x-emissziójának és a benzinek ólomtartalmának csökkentésére életbe lépő hatósági korlátozások nagyobb alapoktánszámú autóbenzin-komponenseket igényelnek, amelyek csak a költséges és nagyobb feldolgozási veszteséggel járó másodlagos technológiák fokozott térhódításával állíthatók elő. Az ólomkoncentráció-csökkentés esetén növelni kell az autóbenzinek aromás- és olefintartalmát, ami káros következményekkel is járhat — a kipufogó gázban növekszik a karcinogén policiklusos aromások mennyisége, romlik a benzinek tárolási stabilitása, nő a lerakódások mennyisége a gépkocsi szerkezeti elemeiben — és ezek kiküszöbölését is feladattá teszik [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Az utóbbi években a kőolajárak emelkedése érzékenyen érintette a nagyobb oktánszámú komponensek csökkenő hozammal való előállíthatóságát, ezért az autóbenzinek ólomtartalmának csökkentésére a korábban vártnál szerényebb mértékben és lassúbb ütemben számíthatunk [9, 10].

A publikációk az emissziócsökkentés számos más új lehetőségét — köztük termikus reaktorok, ólomszűrők alkalmazását — közlik; gépkocsiknál a kompresszióviszony csökkentése is szóba jöhet, ami hatásfokcsökkenéssel jár. E tendenciák azt látszanak megerősíteni, hogy megoldásra csak a motorkonstruktőröknek és a kőolaj-feldolgozóknak az energiahelyzetet is figyelembe vevő összehangolt tevékenysége vezethet [11].

A hazai gépjárműpark és az autóbenzin-választék fejlődése 1975-ig

A hazai gépkocsipark 1962 és 1970 között ötszörösére — 50 ezerről 250 ezerre — nőtt, 1975-ig pedig — 450—500 ezerrel — megduplázódott, miközben az 1970-ig főleg 6—6,5-es kompresszióviszonyú autómotorokat a 8—9-es kompresszióviszonyúak váltották fel. Ez a fejlődés mind mennyiség, mind minőség tekintetében komoly feladatot jelent a kőolajiparnak. A na-

1. táblázat

Az autóbenzin-gyártás alakulása a KKV-ben 1963—1974 között (Et)

	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Normálbenzin												
E-66	2	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E-70	139	181	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E-72	—	3	137	45,5	28	4	—	—	—	—	—	—
E-76	—	—	—	56	81	137	35	—	—	—	—	—
E-86	—	—	—	—	—	—	42	79	92,5	59	60	90
Összesen	141	184,5	137	101,5	109	141	77	79	92,5	59	60	90
Szuperbenzin												
ESZ-85	9	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESZ-92	—	8,5	17,5	23	33	57	47	59	85,5	123	80	40
ESZ-98	—	—	—	—	1,8	5	6	12	24	40	60	60
Összesen	9	16	17,5	23	34,8	62	53	71	109,5	163	140	100

gyobb kompresszióviszonnyal a nagyobb oktánszámú benzinek felé tolódó minőségi igény kielégítéséhez az első lépést a KKV-nél 1964-ben megindult kis kapacitású, majd a DKV-nél 1969 óta kifejlesztett nagy kapacitású benzinreformálás jelentette. Ennek eredményeként vezették be az ESZ-92 szuper-, majd az ESZ-98 extraszuper benzinfajtákat. Ezeket követte a normálbenzin fejlesztése a korábbi 70, 72-es motoroktánszámról 76, majd 86-os kísérleti oktánszámra [12].

A KKV-ben gyártott autóbenzinek választékának és azok mennyiségének alakulását az *1. táblázat* mutatja be, amelyből látható, hogy a korábbi, kisebb oktánszámú termékeket hogyan váltotta fel a jelenlegi választék három tagja, és hogy érték el azt a mennyiségi szintet, amely a DKV termékeinek megjelenése óta gyakorlatilag állandóvá vált.

Az autóbenzinek minőségét 1968 óta az MSZ 19 950-es szabvány írja elő. Vállalatunk állandó feladatának tekintette a motorbenzinek gyakorlati használati értékének javítását. Az úti tulajdonságokat befolyásoló oktánszámeloszlás javítására a szuperbenzinek minőségét fejlesztettük [13, 14].

Az ESZ-92 szuperbenzinnél a 100 C°-ig forró rész oktánszámát a korábban kizárólagosan használt ólomtetraetilen (OTE) kívül ólom-tetrametillel (OTM) lehetett emelni, illetve a ΔR 100 C° értéket csökkenteni, amint ezt a *2. táblázat* adatai is mutatják. (A ΔR 100 C° a teljes motorbenzin és a 100 C°-ig forró párlat kísérleti oktánszámának a különbsége.) Az ESZ-98-as extraszuper benzin ezen táblázatban csaknem azonos értékekkel szerepel. A 100 C°-ig forró rész oktánszámának kívánt szinten tartása a lehetőségektől függően a Szovjetunióból vagy az NDK-ból importált alkilbenzinekkel, redesztillált gazolinokkal, illetve 1974-től a KKV-nél redesztillációval előállított izopentándus frakcióval volt elérhető.

2. táblázat

A KKV autóbenzinjeinek főbb jellemzői évi átlagban

Autóbenzin-jellemzők		1970	1971	1972	1973	1974
E-86	Pb OTE, g/l	0,52	0,54	0,54	0,53	0,53
	Pb OTM, g/l	—	—	—	—	—
	ROSZ	86,5	86,5	86,5	86,0	86,5
	MOSZ	81,5	80,0	81,5	81,5	83,0
	R 100, C°	70,5	71,5	72,0	71,0	71,5
	ΔR 100, C°	16,0	15,0	14,5	15,0	15,0
ESZ-92	Pb OTE, g/l	0,21	0,17	0,12	0,12	0,10
	Pb OTM, g/l	0,21	0,35	0,43	0,43	0,41
	ROSZ	92,5	92,0	92,5	92,5	93,0
	MOSZ	86,0	85,5	86,5	86,5	87,0
	R 100, C°	78,5	79,0	81,5	80,5	81,9
	ΔR 100, C°	14,0	13,0	11,0	12,0	11,1
ESZ-98	Pb OTE, g/l	—	—	—	—	—
	Pb OTM, g/l	0,57	0,62	0,56	0,56	0,53
	ROSZ	98,0	98,5	98,0	98,0	98,0
	MOSZ	91,0	91,0	91,5	91,0	91,5
	R 100, C°	90,5	91,0	90,5	90,0	91,0
	ΔR 100, C°	7,5	7,5	7,5	8,0	7,0

A vázolt fejlesztési lépések eredményeként kerülhetett sor házi szabványokban és OKGT-előírásokban a minőségi előírások szigorítására. Az előírásokat és az 1974. évi autóbenzinek átlagos minőségét [15] a *3. táblázat* mutatja be.

A főbb minőségi mutatókat nyugat-európai autóbenzinek értékeihez hasonlítva foglalja össze a *4. táblázat* [16, 17]. Az összehasonlításból kitűnik, hogy a kísérleti oktánszám szerint a hazai ESZ-98 a nyugat-európai szuperfokozatúnak, az ESZ-92 a normálfo-

3. táblázat

A hazai autóbenzinek minőségi követelményei

Termékek	E-86			ESZ-92			ESZ-98		
Jellemzők	MSZ 19950-68	OKGT-előírás	1974. évi átl. min.	MSZ 19950-68	KKVSZ 2008-72	1974. évi átl. min.	MSZ 19950-68	KKVSZ 2009-72	1974. évi átl. min.
Kísérleti oktánszám	min. 86	—	86,5	min. 92	—	93	min. 98	—	98
Motoroktánszám	min. 78	—	83	min. 85	—	87	min. 90	—	91,5
100 C°-ig forró rész oktánszáma	—	min. 71 1:1 OTE:OTM	71,5	—	min. 80	81,9	—	min. 90	91
Lepárlási próba									
10 tf% átdeszt., C°	max. 70	—	60	max. 65	—	58	max. 60	—	50
50 tf% átdeszt., C°	max. 120	max. 115	100	max. 115	—	105	max. 110	max. 105	105
90 tf% átdeszt., C°	max. 180	—	150	max. 180	—	158	max. 180	—	160
végforrpont, C°	max. 205	—	182	max. 205	—	190	max. 205	—	192
maradék, tf%	max. 1,5	—	0,5	max. 1,5	—	0,5	max. 1,5	—	0,5
veszteség, tf%	max. 3	—	0,5	max. 3	—	0,5	max. 2	—	0,5
Pb, g/l	max. 0,6	—	0,54	max. 0,6	—	0,5	max. 0,7	—	0,55
ebből OTE, g/l	—	—	0,54	—	max. 0,35	0,1	—	max. 0,1	0
Gőznyomás, Hgmm	max. 500 téli 600	—	410	max. 600	—	410	max. 490 téli 600	—	430
Jelenlevő gyanta, mg/100 cm³	max. 8	—	4	max. 5	—	2	max. 4	—	2
Indukciós periódus, p	min. 360	—	360 f.	min. 420	—	420 f.	min. 360	—	360 f.
Kéntartalom, %	max. 0,05	—	0,01	max. 0,05	—	0,001	max. 0,05	—	0,001
Aktív kénvegy. tart.	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes
Doctor-próba	—	—	—	—	negatív	negatív	—	negatív	negatív
Savasság, mg KOH/100 cm³	max. 3	—	1	max. 3	—	1	max. 3	—	1
Vízoldható sav—lúg	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes
Mechanikai tisztátalanság	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes	mentes	—	mentes
Szín	vörös	—	vörös	kék	—	kék	zöld	—	zöld

4. táblázat

A KKV 1974. évi autóbenzinjeinek jellemzői nyugat-európaiakkal összehasonlítva

	ROSZ	MOSZ	ΔR 100 C°	V_a tf%	V_0 tf%	TEL Pb g/l	TML Pb g/l	Pb g/l	API-sűrűség
Nyugat-európai átlag									
Normál	92,2	85,0	11,0	21,7	6,5	0,32	0,12	0,44	61,2
Szuper	98,7	89,0	8,6	30,2	7,1	0,27	0,32	0,59	57,5
KKV-átlag									
E-86	86,5	83,0	15,0	24,1	—	0,53	—	0,53	62,9
ESZ-92	93,0	87,0	11,1	37,3	—	0,1	0,41	0,51	58,7
ESZ-98	98,0	91,5	7,0	39,3	—	—	0,53	0,53	58,2

kozatúnak felel meg, az R-86 pedig a kisebb kompresszióviszonyú személygépkocsik és a tehergépkocsik hajtóanyagigényeit elégíti ki. A bemutatott hazai és külföldi autóbenzinek érzékenysége (a kísérleti és motoroktánszám különbsége), valamint a 100 C°-ig forró rész kísérleti oktánszáma (az ún. frontoktánszám) közel áll egymáshoz.

A pirolízisbenzin megjelenése előtt a hazai benzinek nem tartalmaztak olefint, aromástartalmuk közepes. Ólomtartalmuk ezen összehasonlítás szerint átlagosnak tekinthető, de értékelésük szükséges a várható csökkentés mértékéhez viszonyítva is. Az Európai Parlament határozata szerint [18] az autóbenzinek ólomtartalmát az Európai Gazdasági Közösség országaiban 1977. január 1-től kötelezően 0,4 g/l alá kell csökkenteni, az NSZK-ban pedig 1976-tól — bizonyos kivétellel — az ólomtartalmat 0,15 g/l-ben maximálja a DIN 51 600 szabvány. A KGST 1980 utáni bevezetési határidővel az autóbenzinek ólomtartalmának 0,4, 0,35-re, illetve 0,35 alá való csökkentését javasolja [19].

A rendelkezésünkre álló információk szerint nyugat-európai benzinekben egyéb adalékok, így tárolásistabilitás-javítók, égésjavítók, jegesedésgátlók, lerakódásmódosítók, illetve ezek kombinációi is helyet kapnak [20, 21]; ezek a hazai benzinekben még nem szerepelnek.

A TVK hidrogénezett pirolízisbenzinje mint autóbenzin-komponens

A TVK hidrogénezett pirolízisbenzinjét a KKV autóbenzin-komponensként értékesíti, részben ezzel pótolva a rekonstrukció miatt ideiglenesen leállított benzinreformáló kiesését. Így a KKV autóbenzin-komponensei 1975-től az *5. táblázat* szerinti minőségben állnak rendelkezésre.

Autóbenzin-komponensként a pirolízisbenzin hidrogénezve és gyantásodásgátló adalékkal ellátva jöhet számításba. A hidrogénezés és adalékolás a TVK-ban történik. A fenilén-diamin típusú inhibitor biztosítja

5. táblázat

A KKV autóbenzin-keverőkomponensei 1975-ben

Megnevezés		Izopentán-frakció (80% f. i-C_5 tart.)	Gazolin (hajdúszoboszlói)	Stabil előpárlat (szovjet)	Motorbenzin-alap (szovjet)	Reformátum (DKV)	Hidr. pir. benzin 50 ppm ox. g. (TVK)
Sűrűség 20 C°-on		0,620	0,670	0,663	0,706	0,776	0,802
Lepárlási próba							
kfp.,	C°	23	40	38	45	36	47
10%,	C°	24	48	46	65	66	69
50%,	C°	27	64	61	94	127	97
90%,	C°	31	102	85	140	160	152
vfp.,	C°	44	135	103	165	185	182
maradék,	tf%	—	0,5	0,5	0,5	1	0,5
veszteség,	tf%	2	0,5	0,5	1,5	1	0,5
100 C°-ig átm.,	%	98	88	98	53	26	54
Reid-gőznyomás,	Hgmm	1300	500	600	400	380	350
Brómszám, Br_2	g/100 g	—	—	—	—	—	41
Kén,	ppm	100	5	220	140	—	—
Doctor-próba		neg.	neg.	poz.	poz.	neg.	neg.
ROSZ AN*		92,0	66,0	66,6	54,8	92,4	98,0
ROSZ+0,3 g Pb (OTM), 1		—	71,1	74,0	63,1	95,5	100,0
ROSZ+0,6 g Pb (OTM), 1		—	76,5	78,8	68,9	98,6	102,6
ROSZ+0,9 g Pb (OTM), 1		—	82,4	83,4	74,6	100,3	—
MOSZ AN*		—	64,4	61,4	52,6	82,8	83,0
MOSZ+0,3 g Pb (OTM), 1		—	76,4	73,4	66,0	88,0	86,4
MOSZ+0,6 g Pb (OTM), 1		—	81,0	78,2	71,0	90,2	88,2
MOSZ+0,9 g Pb (OTM), 1		—	84,8	82,0	75,0	92,0	—
ΔR 100 C° AN*		92,0	73,2	66,6	62,8	79,3	96,6
ΔR+0,3 g Pb (OTM), 1		—	75,0	74,0	70,0	84,0	99,0
ΔR+0,6 g Pb (OTM), 1		—	80,2	78,8	74,0	88,5	100,8
ΔR+0,9 g Pb (OTM), 1		—	84,8	83,4	77,5	92,0	—
FIA telített,	tf%	100	97	97	96	47	27
olefin,	tf%	—	—	—	—	—	17
aromás,	tf%	—	3	3	4	53	56

* Adalék nélkül.

az autóbenzinek oxidációs stabilitási jellemzőinek tartását.

A hidrogénezett pirolízisbenzin jellemzőit két minta vizsgálati adataival mutatjuk be különböző reformált benzinekkel összehasonlítva a *6. táblázatunkban*. A

6. táblázat

Reformátumok és hidrogénezett pirolízisbenzinek jellemzői

	Ref. −88	Ref. −92	Ref. −95	Hidr. pir. benzin −98	Hidr. pir. benzin −100
Normálparaffin, %	14,2	14,3	11,3	10,2	7,0
Izoparaffin, %	23,7	26,8	19,9	8,2	5,2
Olefin, %	0,0	0,0	0,0	8,2	12,5
Naftén, %	15,6	5,8	7,9	8,6	6,8
Aromás, %	48,5	53,1	60,9	64,8	68,5
B, %	2,7	2,3	3,0	23,4	20,8
T, %	10,6	10,6	9,9	17,1	15,9
o−m−pX+EB, %	14,5	19,4	18,6	15,8	14,0
ROSZ AN*	88,2	92,4	95,0	98,0	100,0
ROSZ+0,3 g Pb/l/OTM	91,7	95,5	97,8	100,0	104,0
ROSZ+0,6 g Pb/l/OTM	94,7	98,6	100,0	102,6	106,0
MOSZ AN*	80,6	82,8	82,7	83,0	86,0
MOSZ+0,3 g Pb/l/OTM	84,0	88,0	89,1	86,4	88,2
MOSZ+0,6 g Pb/l/OTM	87,9	90,2	90,0	88,2	90,0
ΔR 100 C° AN*	78,3	79,3	76,6	96,6	98,8
ΔR+0,3 g Pb/l/OTM	83,0	84,0	82,7	99,0	100,5
ΔR+0,6 g Pb/l/OTM	87,8	88,5	88,6	100,8	102,0

* AN adalék nélkül.

szénhidrogén-összetételt gázkromatográfiásan határoztuk meg squalán nedvesítésű, 0,25 mm belső átmérőjű kapillárkolonnán 50 C°-on izoterm, majd 120 C°-ig programozott fűtéssel. A vizsgálati eredményt reformátumokból közvetlenül, pirolízisbenzinnél brómozással olefinmentesített és kénsavasan aromásmentesített mintákból is mérve összegeztük.

A vizsgálati adatok összevetéséből látható, hogy a hidrogénezett pirolízisbenzinek a reformátumoknál magasabb aromástartalmúak. Aromástartalmuk zöme C_6—C_8 aromás, ezen belül benzoltartalmuk többszöröse a reformátumokénak. A hidrogénezett pirolízisbenzinek olefintartalma 10% körüli, ennek kb. a fele a C_5-frakcióba esik.

A pirolízisbenzin és a reformátumok összetételének különbsége az oktánszámértékekben is tükröződik. Az adatokból megállapítható, hogy a pirolízisbenzinek kísérleti oktánszáma nagyobb a reformátumokénál, és ólmozás hatására gyakorlatilag azonos mértékben emelkedik. A pirolízisbenzinek motoroktánszáma és a motoroktánszám ólomérzékenysége viszont a reformátumokéhoz képest lényegesen elmarad. A 100 C°-ig forró rész kísérleti oktánszáma viszont olyan nagy érték, hogy kisebb ólomérzékenysége ellenére is kedvezőbb a reformátuméénál.

A hidrogénezett pirolízisbenzint — a Nagynyomású Kísérleti Intézet (NAKI) megelőző kísérletsorozataira alapozott OKGT-döntés értelmében — a reformátum részleges helyettesítésére használtuk. A helyettesítés mértékét a hazai szabványelőírásoknak való megfelelésen túl a nemzetközi fejlesztési irányokhoz is igazítottuk. A kísérleti autóbenzinek főbb jellemzőit a *7. táblázatunkban* mutatjuk be; ezen az ESZ-92 I. jelű mintában a reformátumot részlegesen, a II. jelűben teljesen helyettesíti a hidrogénezett pirolízisbenzin.

A pirolízisbenzin bekeverése óta a hazai autóbenzinek is tartalmaznak olefint; ennek koncentrációja elérte a nyugat-európai átlagot, az aromástartalom növekedésével pedig a nyugat-európai maximumot közelítjük meg. A motoroktánszám tartásához a kísérleti oktánszámban „elajándékozás" tapasztalható. Az ólomtartalom csökkentésének mértéke jelentékeny, és az OTM részben, akár egészben is OTE-vel helyettesíthető.

A kísérleti minták szabvány szerinti vizsgálatának eredményeit a *8. táblázat* tartalmazza; amint látható, megfelel az előírásoknak.

8. táblázat

Kísérleti autóbenzinek hidrogénezett pirolízisbenzinnel

Megnevezés	E-86	ESZ-92 I.	ESZ-92 II.	ESZ-98
Lepárlási próba				
kfp., C°	39	40	34	40
10 tf%, C°	56	55	46	50
50 tf%, C°	85	85	75	95
90 tf%, C°	134	137	141	154
vfp., C°	179	180	181	183
Gőznyomás, Hgmm	410	410	410	430
Jelenlevő gyanta, mg/100 cm³	3	3	4	2
Indukciós periódus, p	360 f.	420 f.	420 f.	360 f.
Kéntartalom, %	0,01	0,001	0,001	0,001
Aktív kénvegy. tart.	mentes	mentes	mentes	mentes
Doctor-próba	—	negatív	negatív	negatív
Savasság, mg KOH/100 cm³	1	1	1	1
Vízoldható sav—lúg	mentes	mentes	mentes	mentes
Mechanikai tisztátalanság	mentes	mentes	mentes	mentes
Szín	vörös	kék	kék	zöld

7. táblázat

Kísérleti autóbenzinek jellemzői nyugat-európaiakkal összehasonlítva

	ROSZ	MOSZ	ΔR 100 C°	V_a tf%	V_0 tf%	TEL Pb g/l	TML Pb g/l	Pb g/l	API-sűrűség
Nyugat-európai átlag (1975)									
Normál	92,4	86,4	11,2	21,2	4,8	0,35	0,12	0,47	61,5
Szuper	98,4	89,4	9,0	28,7	8,0	0,39	0,26	0,65	58,9
KKV pirolízisbenzin-tartalmú kísérleti autóbenzinjei									
E-86	86,3	80,1	5,9	27,5	6,1	0,25	—	0,25	59,7
ESZ-92 II.	94,0	85,5	4,6	41,3	7,8	0,05	0,25	0,30	55,0
ESZ-92 II.	92,3	85,5	3,3	32,2	7,5	—	0,20	0,20	60,8
ESZ-98	99,3	90,2	7,1	45,6	3,9	—	0,35	0,35	52,6

A megváltozott összetételű autóbenzinek országúti viselkedéséről — a szokásos futópróbák mellett — a közismert UOSZ-formulával és a gyakorlati kompressziótűrést jobban kifejező, szabványokba is beépülő ROSZ—MOSZ összefüggésekkel is tájékozódtunk. Ilyen közelítő összefüggések:

— Az ún. Modified Uniontown úti oktánszám [22]: UOSZ = 16,34+0,873 ROSZ−0,387 ΔR 100+ +2,051 Pb−0,08 API-sűrűség.

— Az 1971. évi autóbenzinekhez ajánlott számítási formula [23]: 0,2 ROSZ + 0,8 MOSZ.

— A Federal Energy Administration (FEA) USA számítási formulája [24]: $\frac{\text{ROSZ}+\text{MOSZ}}{2}$.

Ezek közül az ún. Modified Uniontown formulát oly módon ellenőriztük a hazai kocsitípusokra való alkalmazhatóság szempontjából, hogy hazai futópróbákhoz használt benzinekre végeztük el a számítást, s a mért és számított úti oktánszámot összehasonlítottuk. A mért és számított úti oktánszámok jó egyezését mutatja a *9. táblázat,* amelyben az *A* jelű autóbenzin nem tartalmaz

9. táblázat

Futópróbákkal és számítással meghatározott úti oktánszámok korrelációja

Jellemzők	Minták		
	A	B	C
API-sűrűség	58,7	53,3	61,3
ROSZ	93,8	94,9	94,0
ΔR 100 C°	11,1	8,9	6,8
Úti oktánszám			
FIAT 125p	90,0	92,7	92,7
Zsiguli	—	93,0	92,4
Ún. Modified Uniontown úti oktánszám	90,3	92,7	91,9

pirolízisbenzint, a *B* és *C* jelű autóbenzinben a reformátumot részben, illetve teljesen külföldi eredetű pirolízisbenzin helyettesítette.

A futópróbákat a Nagynyomású Kísérleti Intézet (NAKI) irányításával a Közlekedési Tudományos Kutató Intézet (KÖTUKI) végezte.

A *10. táblázat* a *4.* és *7. táblázat* adataiból számított oktánszámokat foglalja össze. Az 1974. évi olefinmentes KKV-autóbenzinekről megállapítható:

— Az Uniontown-oktánszám értékeit a kísérleti oktánszámhoz hasonlító ún. leértékelés az ESZ-92-nél meghaladja a külföldi benzinek leértékelésének mértékét.

— Az olefinmentes benzinek kedvezőbb úti tulajdonságai különösen az ESZ-98-nál mutatkoznak meg a motor oktánszámát is figyelembe vevő számítások szerint.

A KKV pirolízisbenzin-tartalmú autóbenzinjeiről megállapítható:

— Az Uniontown-oktánszámok szerinti úti leértékelés (a kísérleti és úti oktánszám különbsége) ezen termékcsoportnál a legkisebb mind hazai, mind külföldi összehasonlításban.

10. táblázat

Számított úti oktánszámok

Autóbenzinek	Ún. Modified Uniontown úti oktánszám	0,2 ROSZ + 0,8 MOSZ	$\frac{\text{ROSZ}+\text{MOSZ}}{2}$
Nyugat-európai átlag (1974)			
Normál	88,5	86,4	88,6
Szuper	95,8	90,9	93,9
KKV-átlag (1974)			
E-86	82,1	83,7	84,8
ESZ-92	86,8	88,2	90,0
ESZ-98	95,6	92,8	94,8
Nyugat-európai átlag (1975)			
Normál	88,6	87,6	89,4
Szuper	95,3	91,2	93,9
A KKV pirolízisbenzin-tartalmú kísérleti autóbenzinjei			
E-86	85,1	81,3	83,2
ESZ-92 I.	92,8	87,2	89,8
ESZ-92 II.	91,2	86,9	88,9
ESZ-98	96,9	92,0	94,8

— Az 1971. évi autóbenzinekben ajánlott formula szerint számított mutató — a motoroktánszám nagyobb szerepe miatt — a pirolízisbenzin-tartalmú benzinek viselkedését kedvezőtlenül ítéli meg az ESZ-92-es és az ESZ-86-os benzineknél.

— A FEA-formula szerint a reformátumot nem tartalmazó ESZ-92-es hátrányosabb tulajdonsága mutatkozik meg.

Az autóbenzinek ilyen jellemzése azonban csak tájékoztató jellegű lehet, és különösen tartós üzemi körülményekre nem adhatja meg a benzinek valódi használati értékét.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a TVK hidrogénezett pirolízisbenzinje alkalmas az autóbenzinek reformátumkomponensének részleges helyettesítésére. Előnyös hatása az oktánszámeloszlás javulása, a csökkenthető ólmozási szint, ami a javasolt KGST-előírásokat is kielégíti. Hátránya, hogy a motoroktánszám csak a kísérleti oktánszám „elajándékozásával" tartható az előírt szinten. A tartós használat közben fellépő esetleges hátrányokat előzetes számítással biztonsággal nem becsülhetjük meg.

Szükségesnek tartjuk még a kocsitípusonkénti, széles körű futópróbák, tartós üzemi megfigyelések eredményeinek körültekintő értékelését egyrészt a gépkocsikhoz megfelelő szervizkövetelmények kidolgozásához, másrészt az autóbenzinek további fejlesztési lépéseinek, így pl. a funkcionális — elsősorban lerakódásmódosító — adalékolás bevezetéséhez. Ilyen irányú kísérletek évek óta folynak a NAKI-ban.

A hazai autóbenzinek minőségfejlesztését elsősorban a reformálókapacitás kihasználásában, a megfelelő oktánszámeloszláshoz C_5—C_6 izomerek előállításában és bekeverésében látjuk. A TVK hidrogénezett pirolízisbenzinjének a kőolaj-feldolgozó vállalatok közötti elosztására későbbi végrehajtási időponttal érvényes trószti döntés van, amit célszerűnek tartunk, mert ezáltal azonos minőségi szintű autóbenzinellátás biztosítható a fogyasztók részére.

IRODALOM

[1] *Szekér Gy.:* A petrolkémiai központi fejlesztési programokról. Magyar Kémikusok Lapja **1** 1—9 (1974).
[2] *Károlyi J.—Steingaszner P.—Jakob K.:* Motorbenzinek fejlesztési irányai. Kőolaj és Földgáz **3** 66—9 (1971).
[3] O. P. 74/1. Exhaust emission control... (The Associated Octel Company Ltd. kiadványa).
[4] *Coleman, L. E.:* Effect of unleaded gasoline... JIP *568* July 154—62 (1973).
[5] *Mathur, M. L.—Sharma, R. P.:* A case for unleaded gasoline... J. E. (I.) Journal—ME **53** Nov. 57—63 (1972).
[6] *Freund, K.:* Bleiarmes Benzin, mot 21/72. 56—8.
[7] *Polss, P.:* What additives do for gasoline. Hydrocarbon Proc, Feb. 61—8 (1973).
[8] *Dimitroff,E.:* Fuel additives bid for greater role. Oil a. Gas J. Nov. 5. 56—9 (1973).
[9] The Associated Octel Company Limited. Information **2** 27 (1976).
[10] The Associated Octel Company Limited. Information **5** 40 (1976).
[11] „Folyékony és gáz alakú tüzelőolajok a racionális energetikai fogyasztás feltételei mellett" c., 1975. okt. 22—24. között Cavtatban (Jugoszlávia) tartott szimpozion anyagából.
[12] *Módi M.:* A hazai autóbenzinek minőségfejlesztése a KKV 10 évének tükrében. (Előadás, 1972).
[13] *Módi M.:* E—86 autóbenzin minőségjavítása ólmozás bevezetésével. (Kutatási jelentés, 1971.)
[14] *Kántor I.—Módi M.:* A 92-es és 98-as benzinek minőségének továbbfejlesztési lehetőségei. (Kutatási jelentés 1971.)
[15] *Lakics L.:* Autóbenzinek minősége a KKV-nál. (MEFO-jelentés, 1974—75).
[16] A review of European gasoline quality 1971—73. (Az Associated Octel Company Ltd. kiadványa, 1974. Jan.)
[17] A review of European gasoline quality 1974. (Az Associated Octel Company Ltd. kiadványa, 1975. Jan.)
[18] Orogil Oloa Informations: Reglementation Europeenne Taux de Plomb dans l'Essence, 5. février 1976.
[19] KGST-jegyzőkönyv, 1975 szept., Groznij (SZU).
[20] *Bartleson, J. D.—Shepkerd, C. C.:* Selection antioxidant for todays gasoline. National Petroleum Refiners Association Annual Meeting, San Antonio, Texas, apr. 6—8. 1964.
[21] *Retzloff, J. B.—Plonsker, L.—Sneed, R. B.:* Fuel detergency — effects on emissions. National Fuels and Lubricants Meeting, Tulsa, Oct, 31. 1972.
[22] Paper by Clark, G.—Forster, E. J.—Hornbeck, D. D. October 1967. — D.G.M.K.
[23] *Riegel J. E.:* Automobiles: The important variable affecting road — laboratory octane correlation equations. Ind. Petr. kiadvány, 1970. máj. 14.
[24] International Petroleum Refining New Digest, Ethyl S. A. kiadvány, 1975 ápr.

(Folytatás a 167. oldalról)

A tervezet előadója javasolta, hogy a szegedi vitaülést megelőzően regionális vitákat rendezzenek a helyi csoportok keretében. A szegedi vitaülés pedig ezek összefoglalója legyen, és a konzekvenciák levonását tűzze ki feladatául, amit továbbítani kell az egyesület és az állami vezetés részére.

Dr. *Trethon Ferenc* elvtárs e témakör vitájának összegezése során hangsúlyozta, hogy nagyon fontos tézisként kell kezelni

— a központi fejlesztési programok gesztorálásának kérdését;
— mennyiben van meg a központi fejlesztési programhoz a tárca teljes körű háttere, illetve, ha ez nem teljes, úgy menynyiben ágazatközi feladatok a központi fejlesztési program és az ebből származó feladatok;
— a központi fejlesztési program hogyan kapcsolódik a hosszú távú szerkezetátalakítási programhoz és azok konzekvenciáihoz;
— az import földgáz felhasználásának koncepcionális kérdése;
— a hatékonysági kérdések vizsgálata különböző szinteken, éspedig
OKGT-szinten,
az OKGT és a népgazdaság szintjén, végül kizárólag népgazdasági szinten.

Nagyon fontosnak nevezte dr. *Bán Ákos* elvtársnak azokat a kiegészítéseit, amelyek

— a kőolaj, földgáz, kőolajtermék versenyeztetésére;
— a helyettesíthető termékek értékrendjére, ezek világpiaci aspektusból való vizsgálatára;
— a regionális viták során a megyei egyesületek bevonására;
— Magyarországnak a Nyugat-Európába irányuló földgázszállítások potencionális tranzitlehetőségeibe való bekapcsolódására vonatkoztak.

Végül szükségesnek tartotta az Egyesület elnökségének hozzájárulását ahhoz, hogy ez a vitaülés egyesületközi rendezvénnyé váljon, és az ETE, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete is bekapcsolódjon a munkába.

A bizottság az előterjesztést vita után elfogadta.

A bizottság negyedik napirendi pontként a dunaújvárosi konferenciával és a székesfehérvári ankéttal kapcsolatos állásfoglalásokra az állami vezetők által adott válaszokat vitatta meg.

A bizottság széles témakört felölelő, tartalmas ülése a helyi csoport elnökének zárószavával fejeződött be, aki örömmel üdvözölte a szegedi ankéton megbeszélendő fontos kérdéseket, és reményét fejezte ki, hogy a vita után a rendezők lehetőséget nyújtanak arra is, hogy hazánk legkorszerűbb kőolaj- és földgázbányászati létesítményeit is megtekintsék a résztvevők.

Budapest, 1977. február hó

dr. *Láposi Sándor*
a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály
Ipargazdasági szakcsoportjának titkára

KÖNYVISMERTETÉS

TIRATSOO, E. N.: **Oil Fields of the World** (A világ kőolaj- és földgázmezői). 2. kiadás, Scientific Press Ltd, 1976. 384 p.

Az 1973-ban megjelent első kiadás óta nagyot változott az „olajvilág". A nagy változást nem elsősorban új, szenzációs felfedezések jelentették, hanem az a tény, hogy az olajtermelés 55%-át adó és a kitermelhető készletek 73%-ával rendelkező OPEC-országok a korábbi árszint ötszörösének megfelelő áron adják az olajat, s a korábbi évek dinamikus termelésnövekedése 1975-re visszaesésbe csapott át.

E gazdasági háttér figyelembevételével tekinti át a szerző 70 ország csaknem 2000 ismert, ipari értékű szénhidrogén-előfordulását. Az országokat világrészenként csoportosítva az ország olajtermelésének megfelelő részleteséggel taglalja az egyes mezőket, kitérve azok földtani felépítésére, termeléstörténetére és termelési adataira. Táblázatosan közli a jelentősebb országok előfordulásainak készlet-, illetve termelési adatait, majd a földrészekre vonatkozó összefoglaló ismertetésekben országonként csoportosítva közli ezeket a paramétereket.

A könyv első 68 oldalát kitevő bevezető részt a kőolaj-földtani alapismereteknek szenteli, röviden áttekintve a genezisre, ennek üledékföldtani és szerkezeti kapcsolódására, valamint a teleptani kérdésekre vonatkozó legkorszerűbb ismereteket.

Hangsúlyozott figyelmet fordít az offshore kutatásra és termelésre, tekintettel arra a tényre, hogy 1980-ra várhatóan a világtermelés 30—40%-a származik tenger alatti előfordulásokból. Még egy jellemző, talán kevéssé ismert, ide vonatkozó adat: a klasszikusan sivatagi olajtermelőnek tartott Szaúd-Arábia 1974. évi 450 Mt-ás termelésének mintegy 25%-a származott már offshore mezőkről.

A könyv 12., utolsó fejezete szintén átfogó jellegű, és a készletek, a jövőbeli kereslet és a kínálat kérdésével foglalkozik. Ezen belül — a gazdaságossági kérdéseken túl — részletesen számba veszi a másodlagos és harmadlagos művelési eljárások sikeres alkalmazásából származó várható termelésnövekedést, és a nem hagyományos előfordulások — bitumenes homokkövek, olajpalák — nem hagyományos műveltetése kapcsán felmerülő műszaki-gazdasági problémákat.

A könyvet 6 színes, nagy méretarányú térképmelléklet (az Északi-tenger, a Szovjetunió, Indonézia, a Niger-delta, Kanada arktikus szigetei és Közel-Kelet) egészíti ki, feltüntetve a fontosabb előfordulásokat.

Mindent egybevetve olyan, igen sikerült kézikönyvet állított össze *Tiratsoo* professzor a rendelkezésére álló anyagból, amelyet nemcsak a geológusok és olajmérnökök, hanem minden olajipari szakember haszonnal forgathat.

Dr. *Bérczi István*

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Mérés és Automatika** januári száma közli dr. *Rózsa L.* **Előreprogramozott több hurkos digitális folyamatirányító berendezések** c. cikkét, mely öt külföldi és egy hazai gyártmányú előre programozott digitális szabályozóberendezés hardware szolgáltatásait és felhasználás szintű programozási jellemzőit ismerteti. Dr. *Kovács I.-né* **A sűrűségmérés időszerű kérdései** címmel ismerteti folyadékok és szilárd testek sűrűségének mérési módszereit, és beszámol az Országos Mérésügyi Hivatal tevékenységéről, jövőbeli terveiről a sűrűségmérés területén. A cikk részletesen foglalkozik csővezetékben áramló folyadékok és gázok analóg-digitális mérőrendszerben történő feldolgozásra alkalmas, folyamatos sűrűségmeghatározási módszerével is.

A lap februári száma a VIII. Magyar Automatizálási Konferencián (1976. október) elhangzott előadások közül ismertet néhányat. Olvasóink érdeklődésére is számot tarthat *Zentai B.* **Időszerű feladatok a számítástechnika alkalmazására a hazai automatizálásban** c. előadása, mely összefoglalja a témakör főbb időszerű kérdéseit, jellemzi a hazai automatizálás helyzetét, céljait, és visszatekint az utóbbi évtizedben elért fejlődésére. A cikk bemutatja a számítástechnika hardware és software oldalának kapcsolatát az automatizálással. Ugyanitt hangzott el dr. *Frigyes A.* **Számítógépes folyamatirányítási rendszerek fejlődési tendenciái** c. előadása is, rövid áttekintést adva arról a fejlődésről, melynek során a digitális számítógépek a folyamatirányításban egyre nagyobb mértékben elterjedtek. A jelenlegi tendenciákat elemezve megállapítja, hogy a jövő az elosztott logikájú rendszereké. Dr. *Csáki F.*—dr. *Kocsis J.*—*Fekete J.* **Vállalati automatizált irányítási rendszerek és adatbankok** c. előadása az automatizált irányítási rendszerek főbb tulajdonságait, felosztását, felépítését és működési alapelveit ismerteti. Röviden bemutatják az AIR (automatizált irányítási rendszerek) alapját képező adatbankok néhány jellemző tulajdonságát. *Macskássy P.* **A 310-es folyamatirányító kisszámítógép a SIEMENS 300—16 bites rendszer legújabb tagja** és *Meskó Á.*—*Kövesdi Gy.* **Robbanásbiztos elektronikus mérlegek** címmel gyártmányismertetőt is találunk a lapban.

A **Magyar Geofizika** 6. száma közli *R. V. Kitmanov* **A kábeles teszterezés helyzete és feladata a Szovjetunióban** c. cikkét, mely az 1963-tól intenzíven fejlődő rétegminta-vételezés technológiájának és eszközeinek szovjetunióbeli fejlődési útját mutatja be. *Markó L.*—*Gellért T.* **Kompakció és annak hatása a karotázsszelvényekre, különös tekintettel a túlnyomásos rétegek vizsgálatára** c. tanulmány kőzettulajdonságok vertikális változásának meghatározhatóságát mutatja be mélyfúrási geofizikai szelvények speciális értelmezésének útján. Ezek közül két alkalmazási területet külön is részletesen leírnak: a porózus kőzetek kompakció okozta változását és a túlnyomásos rétegek kimutatását.

A **Számítástechnika** 2. számában *Bagonyi L.*—*Oláh S.* **Az ESZ—9002 mágneses adatrögzítő berendezés** címmel mágnesszalagos adatrögzítő és adat-előkészítő berendezést ismertet, mellyel az Építésgazdasági és Szervezési Intézet az építésügyi ágazat adatrögzítési gondjait kívánja megoldani. *Kiss Z.*—*Schrempf J.* **Alfa System** főcímmel egy adatbázison alapuló számítógépes vállalatirányítási rendszer ismertetését kezdik el. A cikksorozat most közölt részében a rendszer kidolgozásának körülményeit és a számítógépes vállalatirányítási elképzeléseiket írják le. A lap figyelemreméltó közlései közül külön kiemelhető a **Software Figyelő** rovat, mely az Országos Software Archivum és Követőszolgálat (OSAK) híreit tartalmazza. A rovat rendszeresen hírt ad az OSAK programkönyvtárának legújabb szerzeményeiről — mind hazai fejlesztésből, mind az ESZR-programcsere keretében külföldről származóakról —, melyek az érdeklődők rendelkezésére állnak.

Budapest, 1977. március hó

Csaba József

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р Й. Папаи, инж.-нефтяник, канд. тех. наук—*Илона Гундел*, математик: **Отрывки относительно тематики применения уравнений материального баланса. Часть I. Влияние потерь давления в переходной зоне и гравитации на точность определения параметров уравнением материального баланса** ..... **Стр. 161**

Авторами анализируются режимы работы залежей нефти и газа и зоны приконтурной воды, в том числе рассматриваются следующие пункты тематики.
Влияние потерь давления и гравитации в переходной зоне на точность определения параметров применением материального баланса; анализ режима работы систем неоднородного строения, не характеризуемых правильной геометрией; комбинированное применение метода наименьших квадратов и линейного программирования для определения параметров пласта; определение характерных параметров пласта водоплавающих систем; точность подсчета запасов.
В первой части статьи рассматривается тематика № 1. В ней авторы указывают на то, что при прогнозировании разработки необходимо учитывать потери давления потока в двухфазной зоне и корректировку на давление из-за гравитации. Повышенная точность в определении начальных запасов и параметров водной зоны может быть достигнута только с учетом указанных влияний. Приводится также разработанный алгоритм расчета.

Мария Гашпар, инж.-химик: **Состав изотопов углерода нефтей и их фракций** ..... **Стр. 168**

Автором приводится краткий обзор литературы о соотношении изотопов углерода в нефтях, а также о распределении нефтяных фракций по температуре кипения. С применением корреляционных вычислений исследовалась зависимость между составом изотопов углерода нефти и ее фракций, а также ее другими характерными параметрами. По выводу автора нефти, близкие друг к другу по возрасту и условиям образования, хорошо коррелируются с любыми параметрами, характерными для нефтей. В отношении распределения соотношения изотопов углерода нефтей венгерских месторождений по температуре кипения можно руководствоваться распределением *Сильвермана.*

Л. Силадьи, инж.-химик: **Синтетические смазочные масла** ..... **Стр. 173**

Путем химического синтеза можно получить основные масла совсем другой структуры, чем из минеральных масел. Синтетическими маслами в гидростатическом, гидродинамическом и предельном смазывающем состоянии — даже при повышенных нагрузках обеспечивается более удовлетворительная смазка, чем смазочными маслами, получаемыми на основе углеводородов. Благодаря их молекулам, „рассчитанным" для данной цели техники смазки, представляется возможным расширение диапазона применения смазочных масел. Однако в пределах одного структурного типа даже синтетические смазочные масла не способны удовлетворить с виду противоположным друг другу требованиям, вследствие чего целенаправленное применение присадок в случае синтетических смазочных масел, как правило, также является неизбежным.

Ф. Шмидт, инж.-химик—*д-р Л. Залка*. канд. хим. наук: **Актуальные вопросы обессеривания дизельного топлива** ..... **Стр. 180**

На лабораторной экспериментальной установке — в заводских технологических условиях — проводилось

исследование по обессериванию дизельного топлива с высоким содержанием серы и высокой температурой конца кипения с применением различного типа промышленных катализаторов.

Иштванне Херман, инж.-химик: **Влияние гидрированного пиролизного бензина Тиссайского химического комбината на качество автобензинов** ..... **Стр. 184**

Программа производства олефинов, осуществляемая в интеграции СЭВ поставила перед Комаромским нефтеперерабатывающим предприятием двойную задачу: с одной стороны, удовлетворить потребность цеха по производству олефинов Тиссайского химического комбината в исходном бензине, и использовать гидрированный пиролизный бензин, с другой.
Гидрированный пиролизный бензин Тиссайского химического комбината временно используется Комаромским нефтеперерабатывающим предприятием в качестве компонента автобензинов, так как октановое число последнего снизилось вследствие остановки цеха риформинга бензинов на реконструкцию.
В статье коротко излагаются общие направления развития автобензинов и изменение их отечественного ассортимента. Дается оценка их качества и рассматриваются вопросы, связанные с использованием пиролизного бензина в качестве компонента автобензинов.

*

Dr.-Ing. *József Pápay*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Math. *Ilona Gundel:* **Über die Anwendung von Materialbilanzgleichungen — 1. Teil. Einfluss des Druckverlustes in der Übergangszone und der Gravitation auf die Genauigkeit der Parameter-Bestimmung durch Materialbilanzgleichung** ..... **S. 161**

Die Verfasser analysieren die Energieverhältnisse von Kohlenwasserstoff-Lagerstätten und der dieselben umgebenden Wasserkörper. Dabei werden folgende Themenkreise behandelt:
Einfluss des in der Übergangszone entstehenden Druckverlustes und der Gravitation auf die Genauigkeit der Parameter-Bestimmung mittels der Materialbilanzgleichung; Analyse der Energieverhältnisse von Systemen heterogener Struktur, die nicht durch eine regelmässige Geometrie charakterisiert weden können; Anwendung der kombinierten Methode der kleinsten Quadraten und der linearen Programmierung zur Bestimmung von Formationsparametern; Bestimmung der charakteristischen Formationsparameter auf einem gemeinsamen Wasserkörper befindlicher Systeme; Genauigkeit der Vorratsschätzung.
Der. 1. Teil des Beitrags behandelt den ersten Themenkreis; hier weisen die Verfasser darauf hin, dass bei der Voraussage der Produktion der Strömungsdruckverlust in der zweiphasigen Zone und die durch die Gravitation verursachte Druckkorrektion in Betracht genommen werden müssen. Eine genauere Bestimmung des Anfangsvorrats und der Parameter des Wasserkörpers kann nur unter Berücksichtigung dieser Effekte vor sich gehen. Auch die entwickelten Algorithmen werden vorgeführt.

Dipl.-Chem. *Mária Gáspár:* **Kohlenisotopenzusammensetzung von Erdölen und deren Fraktionen** ..... **S. 168**

Der Verfasser gibt einen Überblick über die Literatur, die sich mit dem Isotopenverhältnis von Erdölen und mit der Verteilung von Erdölfraktionen nach dem Siedepunkt beschäftigt. Durch Korrelationsberechnung wurde der Zusammenhang zwischen der Kohlenisotopenzusammensetzung von Erdölen und deren Fraktionen und für das Öl charakteristischen sonstigen Parametern untersucht. Es wurde gefolgert, dass die hinsichtlich der Zeit und der Entstehung einander naheliegenden Erdöle durch irgendein Öl kennzeichnende Parameter gut korreliert werden können. Für die Verteilung des Kohlenisotopenverhältnisses der ungarischen Erdöle nach dem Siedepunkt ist die *Silverman*sche Verteilung gültig und generalisierbar.

Dipl.-Ing. *László Szilágyi:* **Synthetische Schmieröle** ..... **S. 173**

Durch chemische Synthese können Grundöle wesentlich anderer Strukturen hergestellt werden als aus Mineralölen. Die synthetischen Öle gewährleisten in dem hydrostatischen, hydrodynamischen und Grenzschmierungszustand auch bei höheren Beanspruchungen eine befriedigende Schmierung besser, als Schmieröle auf Kohlenwasserstoff-Base. Die für einen gegebenen schmiertechnischen Zweck „zugeschnittenen" oder besser gesagt „dimensionierten" Moleküle synthetischer Öle ermöglichen die Erweiterung des Anwendungsbereichs der Schmierstoffe. Innerhalb eines einzigen strukturellen Types können aber nicht einmal synthetische Schmierstoffe gewisse anscheinend gegensätzliche Forderungen befriedigen. Deshalb kann man eine zweckmässige Anwendung von Zusätzen im allgemeinen nicht einmal bei synthetischen Schmierstoffen vermeiden.

Dipl.-Ing. *Ferenc Schmidt*—Dr.-Ing. *Lajos Zalka*, Kandidat der chemischen Wissenschaften: **Aktuelle Fragen der Gasöl-Entschwefelung** ..... **S. 180**

Die Entschwefelung von Gasöl hohen Schwefelgehalts und hohen Siedepunktes wurde in einem Versuchsapparat mit Laboratoriumsdimensionen, unter technologischen Betriebsbedingungen, mittels industrieller Katalysatoren verschiedenen Typs untersucht.

Frau. Ing. *Maria Hermán:* **Wirkung des hydrierten Pyrolysenbenzins des Tiszai Vegyi Kombinát auf die Qualität von Autobenzinen** ..... **S. 184**

Das in der RGW-Integration realisierte Olefinprogram hat dem Komáromi Kőolajipari Vállalat (KKV) eine doppelte Aufgabe gestellt: Befriedigen des Grundbenzinanspruchs des Olefinwerkes vom Tiszai Vegyi Kombinát (TVK) und Nutzung des hydrierten Pyrolysenbenzins.
Das hydrierte Pyrolysenbenzin von TVK wird provisorisch durch KKV für Ersatz des Oktanzahlmangels benutzt, der mit der Einstellung des Benzinreforming-Betriebs zwecks Rekonstruktion eingetreten ist.
Der Artikel schildert kurz die allgemeinen Richtungen der Entwicklung von Autobenzinen und die Gestaltung des einheimischen Autobenzinsortiments. Die Qualität von Autobenzinen wird bewertet. Die Fragen, die das Pyrolysenbenzin als Autobenzin-Komponente aufwirft, werden behandelt.

*

Dr. *József Pápay*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences—*Ilona Gundel*, Mathematician: **On the application of material balance equations — Part 1. Influence of pressure loss in the transition zone and of gravitation on the accuracy of parameter determination by material balance equation** ..... **p. 161**

Energy conditions of hydrocarbon reservoirs and water zones surrounding them are analyzed. Within this, the following topics are dealt with:
Influence of pressure loss in the transition zone and gravitation on the accuracy of parameter determination by material balance equations; analysis of energy conditions of heterogeneous systems that cannot be characterized by regular geometry; use of a combined method of least squares and linear programming for determining formation parameters; determination of characteristic formation parameters of systems situated on a common water zone; accuracy of reserves estimation.
The first topic is discussed in Part 1. The authors show that flow pressure losses in the two-phase zone and pressure correction caused by gravitation should be taken into account when predicting production. A more accurate determination of the initial reserves and the parameters of the water zone can only be given if these effects are considered as well. The developed algoritms are also shown.

(Folytatás a B-IV oldalon)

MMG AUTOMATIKA MŰVEK

MMG—AM számítógépes irányítástechnikai rendszer

Az MMG—AM tevékenységében az ipari folyamatok primer műszerezése, automatikaelemek gyártása mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a komplex digitális irányítástechnikai rendszerek. Ennek során különösen olaj- és gázipari technológiák vonatkozásában átfogja az irányítástechnikai rendszer létrehozását a fejlesztéstől és a tervezéstől kezdve az üzembe helyezésig és a karbantartásig.

Az MMG—AM számítógépes irányítástechnikai rendszereinek néhány fő jellegzetessége:

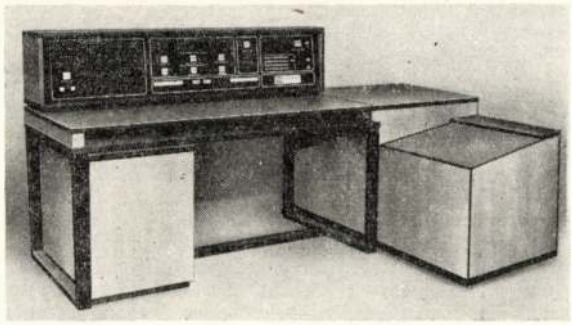
— földrajzilag kiterjedt, több irányítási szintet magába foglaló rendszerek (tipikusan csővezetékekből és technológiai objektumokból álló rendszerek, szivattyú- és kompresszorállomások, tartályparkok mérő- és letöltőállomások stb.) automatizálására is alkalmas;

— az összetett technológiából adódó komplex irányítási feladatokat a rendszer több hierarchiaszinten valósítja meg: így a technológiai folyamatokra telepített terminálok — a hierarchia magasabb szintjén levő központi számítógépes irányító rendszer felügyelete alatt — egyrészt adatgyűjtési és beavatkozó, másrészt korlátozott mértékben önálló vezérlési feladatokat látnak el;

— megfelelő rendszertechnikai kialakítás a hierarchia egyes szintjein biztosítja a szigorú üzembiztonsági követelményeket;

— a központi irányítástechnikai feladatok jelentős része emberi döntést igényel. Így pl. a diszpécserfunkciókat, a vész-, illetve zavarhelyzetre való reagálást úgynevezett tanácsadói üzemmód valósítja meg, amely nem zárja ki a közvetlen számítógépes irányítás lehetőségét sem. A döntéshez szükséges információkat a központi számítógép hívja be és készíti elő, a folyamatba való emberi beavatkozás a számítógépes rendszer segítségével valósul meg;

— a számítógépes irányító központot a folyamatterminálokkal nagy üzembiztonságú adatátviteli hálózat köti össze.



„Közép-Ázsia" telemechanikai rendszer központi diszpécserpultja

Az adott feladathoz modulárisan illeszkedő rendszer az alábbi funkcionális elemekből épül fel.

Folyamatműszerezés: a folyamathoz közvetlenül kapcsolódó korszerű primer műszerválasztékon alapul (hőmérséklet, nyomás, nyomáskülönbség, szint, mennyiség, különféle folyadékjellemzők stb. mérése, illetve távadása).

Folyamatterminál: korszerű elektronikai elemekből (LSI-áramkörök, mikroprocesszor) felépülő programozható terminál.

Tipikus kiépítés:

vészjelzésbemenetek száma:	1—8
analóg bemenetek száma:	16—64
analóg alapjelkimenetek száma:	1—16
digitális jelzésbemenetek száma:	32—256
digitális vezérléskimenetek száma:	4—64

A terminál kiépítése a feladat igényeinek megfelelően rugalmasan változtatható, bővíthető.

Jellegzetes funkciói:

programozott adatgyűjtés,
mérési és jelzési adatok előzetes feldolgozása,
adatátviteli algoritmus megvalósítása,
központi parancsok kezelése és végrehajtása,
helyi vezérlési funkciók ellátása.

Adatátvitel: az adatátviteli hálózat a folyamatterminálok rendszerben való elrendezésének megfelelő (sugaras, illetve felfűzött hálózat),
adatátviteli út: négyhuzalos távbeszélő-csatorna,
adatátvitel sebessége: 200 baud (fejlesztés alatt 600 baud).

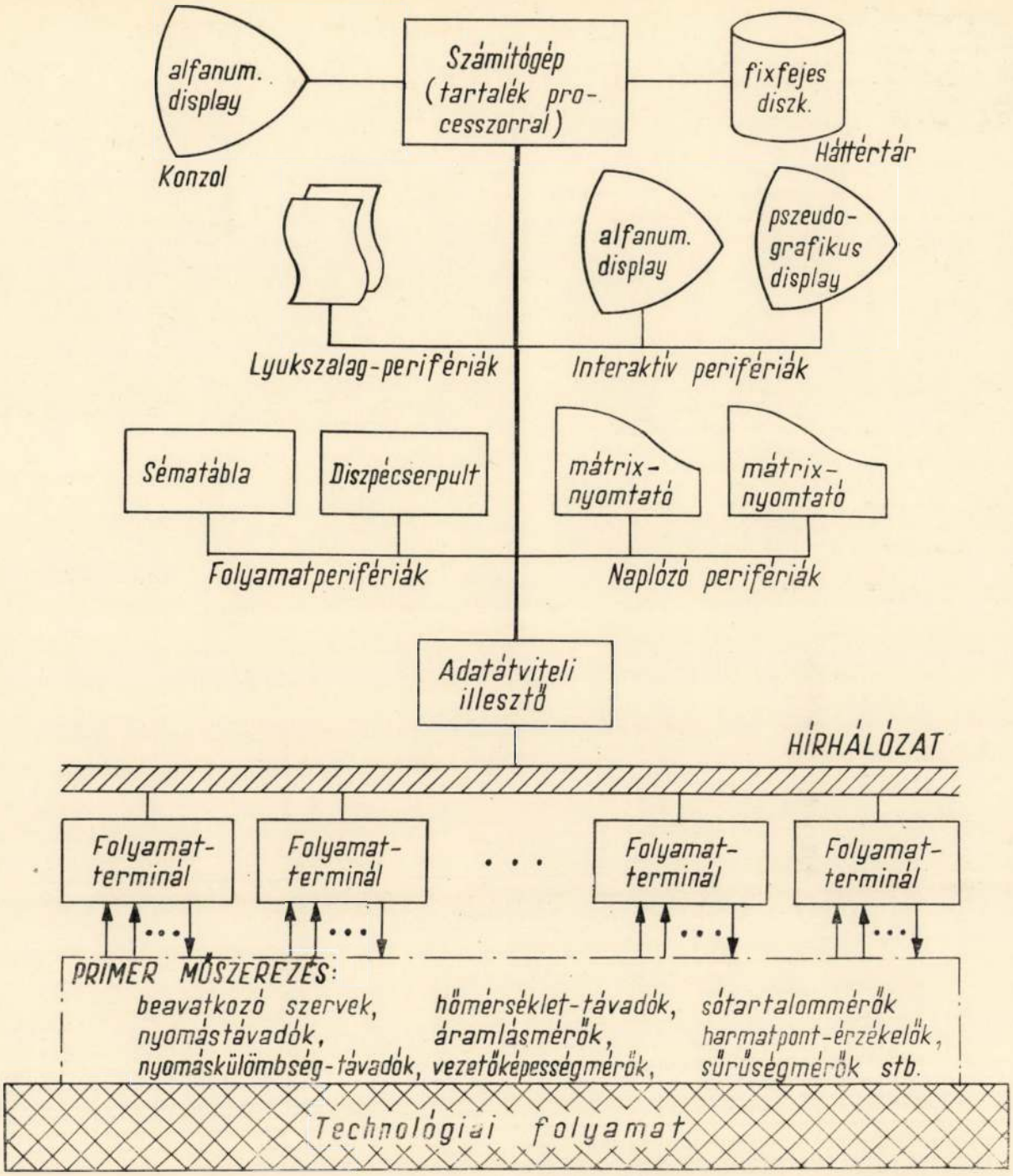
Számítógépes rendszerközpont: feladattól függő konfiguráció, amely az alábbiakból állhat:
központi egység: kisszámítógép 8—24 kszó operatív memóriával, készenléti tartalékegységgel, kézi vagy automatikus periféria-, átkapcsolási lehetőséggel a tartalékegységre,
mágneslemez háttértár: fix fejes diszk (800 kbyte),
kezelői megjelenítés: alfa-numerikus, pszeudografikus,
további perifériák: mátrixnyomtatók, adatátviteli illesztő, diszpécserpult, sématábla.

Főbb funkciók:

Real-time feladatok:
adatgyűjtés,
operátori beavatkozások kezelése,
adatfeldolgozás,
adatmegjelenítés, naplózás.

Háttérfeladatok:
termelésprogramozás, szervezés stb.

A real-time feladatok a kezelő interaktív felügyelete mellett kerülnek megvalósításra.



Csővezetéki számítógépes folyamatirányító rendszer elvi vázlata

Az MMG—AM által létrehozott, illetve kivitelezés alatt álló rendszerek:

Testvériség gázvezeték irányítástechnikai rendszere (R 10 típ. számítógép),

ÁFOR vegybenzin termékvezeték-rendszer irányítása (TPA-i típ. számítógépek),

SZEAK olaj- és gázkitermelő és vezetékrendszer irányítása (TPA-i típ. számítógépek),

„Közép-Ázsia" telemechanikai rendszer (M 6000 típ. számítógép).

MMG AUTOMATIKA MŰVEK

MMG AUTOMATIKA MŰVEK
1037 Budapest, Szépvölgyi út 41.
Telefon: 886-340
Telex: 22-4444

Mária Gáspár, Chemist: **Carbon isotope composition of crude oils and their fractions** ..... **p. 168**

A brief survey is given of the literature dealing with carbon isotope proportions of crudes as well as with the distribution of crude oil fractions by boiling points. The relationship between the carbon isotope composition of crudes and their fractions and other parameters characteristic of oils was examined by means of correlation calculation. The author has come to the conclusion that crudes similar regarding age and originating conditions can well be correlated by parameters characteristic of any oil. For the distribution of carbon isotope proportions of Hungarian crudes by boiling points, *Silverman*'s distribution is valid and can be generalized.

László Szilágyi, Chemical Eng.: **Synthetic lubricating oils** ..... **p. 173**

With synthesis stock base oils of fundamentally other structures can be made from crude oils. Synthetic oils in hydrostatic, hydrodynamic and boundary lubrications condition, better assure satisfactory lubrication even under higher stress than the hydrocarbon-base lubricating oils. Synthetic oils, their molecules being "tailored" or rather "dimensioned" to given lubricating purposes, permit an extension of the utilization range of lubricants. Within a single structural type, however, not even synthetic lubricants are able to satisfy certain apparently contradictory demands. That is why the purposeful use of additives cannot generally be avoided even with synthetic lubricants.

Ferenc Schmidt, Chemical Eng.—Dr. *Lajos Zalka*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences: **Actual problems of gas oil desulfurization** ..... **p. 180**

The desulfurization of high sulfur content and high final boiling point gas oils was examined under technological conditions in a laboratory-scale experimental unit using various types of industrial catalysts.

Mrs. *Maria Hermán*, Chemical Eng.: **Influence of hydrogenated pyrolysis gasoline produced by Tiszai Vegyi Kombinát on the quality of motor gasolines** ..... **p. 184**

The olefin program realized in the CMEA integration has set a double task for Komáromi Kőolajipari Vállalat (KKV): satisfying base stock gasoline demands of the olefin plant of Tiszai Vegyi Kombinát (TVK) and utilization of hydrogenated pyrolysis gasoline.
The hydrogenated pyrolysis gasoline of TVK is used temporarily by KKV as a motor gasoline component for retrieving the octane number insufficiency caused by stopping the gasoline reforming plant for reconstruction.

General trends of the motor gasoline development and evolution of the domestic motor gasoline assortment are briefly outlined. The quality of motor gasolines is evaluated. Questions raised by the pyrolysis gasoline as a motor gasoline are dealt with.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVA

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 193—224 oldal BUDAPEST, 1977. 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: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

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

TARTALOM

BAUER KÁROLY — A kőzetminta alakjának hatása a centrifugás kapillárisnyomás-mérés pontosságára 193

SZŰCS ISTVÁN—ÖRSI LAJOS—HÓBOR LÁSZLÓ — Kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek tervezési és üzemeltetési kérdései 2. r. 198

SZABÓ JÓZSEF—SZABÓ TIBOR — Rugalmas ágyazaton nyugvó tartály szilárdsági számítása 206

GÁSPÁR MÁRIA — Kőolajok optikai forgatóképessége 219

Személyi hírek. Köszöntjük a 80 éves BÓDAY GÁBOR okl. bányamérnököt 213

Egyesületi hírek. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 65. Küldöttközgyűlése 220

Hírek az üzemekből. Újítások a GOV-nél 197

Jubilál a Barátság II. kőolaj-távvezeték 197

A NKFV 1976. évi műszaki fejlesztési tevékenységéről 212

Számítástechnika alkalmazása a gáz- és olajszállító vezetékek üzemeltetéséhez 224

Az iparág köréből. Előadás a fúrólyuk térbeli helyzetének számításáról 219

A kőolaj- és földgázbányászat bányakár jellegű sajátos környezetvédelmi problémái 224

Könyvismertetés 219

Hazai műszaki lapszemle 219

Külföldi hírek. Nagy ferdeségű fúrások műszaki problémái 218

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS B-3

A SZÁM SZERZŐI:

BAUER KÁROLY dr. okl. olajmérnök, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); GÁSPÁR MÁRIA okl. vegyész, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); HÓBOR LÁSZLÓ okl. vegyipari gépészmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); ÖRSI LAJOS okl. vegyipari gépészmérnök, üzemcsoport-vezetőgépész (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta); SZABÓ JÓZSEF okl. gépészmérnök, okl. vegyipari műveletek szakmérnöke, csoportvezető (Vegyiműveket Tervező Vállalat, Budapest); SZABÓ TIBOR okl. gépészmérnök, okl. mérnöktanár, főiskolai adjunktus (Könnyűipari Műszaki Főiskola, Budapest); SZŰCS ISTVÁN dr. okl. petrolkémiai szakmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: MUNKÁCSI ZOLTÁN

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

76-2341 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ ÁGNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110.) évf. 7. szám 1977. július

A kőzetminta alakjának hatása a centrifugás kapillárisnyomás-mérés pontosságára

BAUER KÁROLY

A kapillárisnyomás-görbe centrifugával történő meghatározásához lineáris rendszerű, tehát konstans gyorsulású párhuzamos erőtér feltételeit kielégítő kőzetmodellt használnak. Emiatt a mérési eredmények kapillárisnyomás-görbévé történő átszámításakor olyan nagyságrendű hiba jelentkezik, amit a kiindulási adatok „pontossága" nem indokol.

Ha az egyenletesen gyorsuló radiális erőtér feltételeit kielégítő kőzetalakot használjuk a centrifugás vizsgálatokhoz, a kapillárisnyomás-görbe az alapadatok megszerzésének pontossága szerint megegyezik a tárcsás módszerrel nyert kapillárisnyomás-görbével.

Bevezetés

Több kutató foglalkozott már a kapillárisnyomás-görbe centrifugával nyert mérési adatokból való meghatározásával. Az e területen végzett munka eredménye a kísérletekhez használt alapösszefüggések és számítási eljárások kidolgozása [1—5]. Ezek a vizsgálatok bebizonyították, hogy a centrifugás mérési eljárás nem marad el a hagyományos diafragmás mérési módszerhez képest.

A centrifugás méréssel is felvehető a teljes $P_c(S)$ ciklus [7], és mégis a diafragmás módszerhez mérten jelentősen rövidebb idő alatt jutunk kész információkhoz.

Felszínre kerültek egyidejűleg a centrifugás mérési módszer hiányosságai is, amik miatt a centrifugával nyert kapillárisnyomás-görbe eltérést mutathat a diafragmás módszerrel meghatározott kapillárisnyomás-görbéhez képest.

A centrifugával kapott adatok bizonytalansága, valamint az adatok kapillárisnyomás-görbévé való átszámításához használt összefüggések bonyolultsága miatt e módszer széleskörűen nem terjedt el, és a szakemberek körében az a helytelen nézet is kialakult, hogy centrifugás módszerrel nyert adatokból nem lehet helyes $P_c(S)$ összefüggést meghatározni.

Rövid elemzés során szeretnénk rámutatni arra, hogy helyes mérési feltételek betartásakor, megfelelő kiértékelési módszer alkalmazása mellett, a mérési adatokból kiszámított kapillárisnyomás-görbe és a diafragmás módszerrel felvett kapillárisnyomás-görbe a mérések reprodukálhatóságának korlátain belül megegyezik egymással.

Az alapadatok meghatározásának pontossága

A centrifugás módszerrel a kőzetminta átlagtelítettségét súly- vagy térfogatmérés alapján, a kapillárisnyomást az (1) összefüggés szerint számolva, közvetve fordulatszámméréssel határozzuk meg. Egy adott fordulatszámon az átlagtelítettség-meghatározás pontossága attól függ elsősorban, hogy az egyensúlyi folyadéktelítettség állapotát mennyire sikerült megközelíteni, míg ezen egyensúlyi állapotban a kőzet folyadéktartalmának a megállapítása maga rutinmérésnek tekinthető, ami 1,0% hibakorláton belül megoldható akár súly, akár térfogat mérése alapján.

A kapillárisnyomás meghatározásához több paraméter ismerete szükséges az alábbi összefüggésnek megfelelően:

$$P_c(x) = \frac{\Delta\varrho\omega^2}{2}(x_2^2 - x^2). \tag{1}$$

Ennek megfelelően a nyomásmérés hibája is több tényezőtől függ az alábbiak szerint:

$$\Delta f = P_c\sqrt{\left[\left(\frac{1}{\omega}\right)^2 m_\omega^2 + \left(\frac{x}{x_2^2 - x^2}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{1}{\Delta\varrho}\right)^2 m_{\Delta\varrho}^2\right]}. \tag{2}$$

A (2) összefüggésből látható, hogy a kapillárisnyomás-meghatározás pontossága a fordulatszámmérés pontosságától függ elsősorban, mivel a többi paraméter meghatározását igénylő hossz- és fajsúlymérés ugyancsak rutinmérésnek tekinthető, és legalább 1% pontosan meghatározható.

A fordulatszámadat pontossága azonban nemcsak a fordulatszámmérés pontosságától függ, hanem hatással van rá a centrifuga fordulatszámának időbeli

ingadozása is. A fordulatszám növekedésével a fordulatszám ingadozása növekszik.

Ha a fordulatszám mérését pl. stroboszkóppal végezzük, és a fordulatszám nagyobb, mint 500 min^{-1}, a fordulatszámmérés és a fordulatszám-ingadozás együttes hibája 1—2% között van.

Az alapadatok pontossága tekintetében a centrifugás és diafragmás mérés között nagy különbség tehát nincs. Ezek mindkét esetben 1—2% pontossággal meghatározhatók.

A kapillárisnyomás-görbe meghatározása a centrifugában megmért alapadatok ismeretében

Ha adott mérési elrendezéssel a kőzetminta folyadéktartalmát különböző fordulatszámon meghatározzuk, akkor a kapillárisnyomás-görbe egyes pontjainak a kiszámításához szükséges alapadatok rendelkezésre állanak.

Az alapadatokból a kapillárisnyomás-görbe kiszámítása grafikus vagy numerikus módszer szerint történhet. E módszerek elméleti alapját az [1—5] munkák tartalmazzák. A kiértékeléskor jelentkező probléma ugyanaz marad, bármelyik módszert választjuk.

A vizsgálat során a térfogatátlag telítettségváltozását ismerjük a fordulatszám, ill. az ezzel egy adott pontban uralkodó kapillárisnyomás változásának a függvényében.

A centrifugás vizsgálatokhoz használt szokványos kőzetmintaalak, négyzetes hasáb vagy körhenger mellett a kőzetminta térfogatátlag-telítettségének kifejezésénél a minta forgástengelyre merőleges keresztmetszete állandó, és így

$$\bar{S}_V = \frac{1}{V}\int_V S(x)\,dV = \frac{-1}{x_2 - x_1}\int_{x_2}^{x_1} S(x)\,dx, \quad (3)$$

tehát a minta térfogatátlag-telítettsége megegyezik a hossz szerint vett átlagtelítettséggel. Míg a nyomás szerint vett átlagtelítettség a hosszkoordinátákban kifejezve:

$$\bar{S}_p[P_c(x)] = \frac{1}{P_c}\int_0^{P_c(x)} S[P_c(x)\,dP_c] =$$

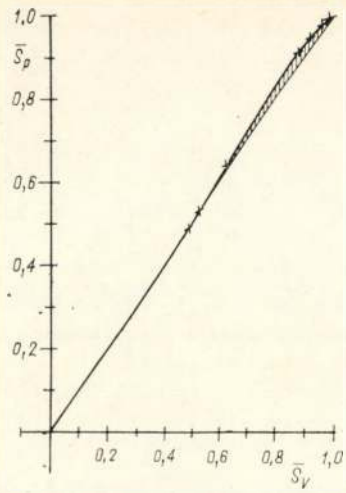
$$= \frac{-2}{x_2^2 - x^2}\int_{x_2}^{x} S(x)\,x\,dx. \quad (4)$$

Látható tehát, hogy a két telítettség egymással nem egyezik meg.

Az [1], [3], [4] és [5] munkában használt korrekciós kifejezések további paraméter ismeretét teszik szükségessé. A legtöbb tanulmány és tankönyv [8, 9, 10] azonban nem tesz megkülönböztetést a két átlagtelítettség között, és a térfogatátlag-telítettséget használja a nyomásátlag-telítettség helyett. Ez a lépés azonban nem minden kőzetalak használata mellett megengedett.

Az előbbiekben említett kőzetalakoknál ez elvileg is hibás, ahogy ezt a (3) és a (4) összefüggés is alátámasztja. A két átlagtelítettség-érték közötti eltérést egy 3 cm átmérőjű és 8 cm hosszúságú és 8 cm kartávolságú körhenger alakú kőzetmintán, víz—levegő rendszerben az *1. ábra* mutatja.

Ha a nyomásátlag-telítettség helyett a térfogatátlag-telítettséget használjuk föl a kőzet belépési szelvényében uralkodó telítettség meghatározására, a *7. ábra 1* jelű görbéjét nyerjük. Adott kapillárisnyomáshoz tartozó telítettségértékekben itt az eltérés 0—10% között van. Átlagosan 6%, ami jelentősen felülmúlja az alapadatokat terhelő hibát.



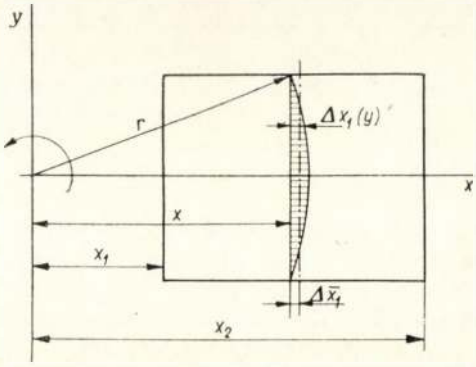
1. ábra
Nyomás- és térfogatátlag-telítettség közötti összefüggés, hasáb alakú természetes homokkőmintán felvéve

A radiális és a párhuzamos erőtérben kialakuló kapillárisnyomás- és telítettségeloszlások közötti különbségek

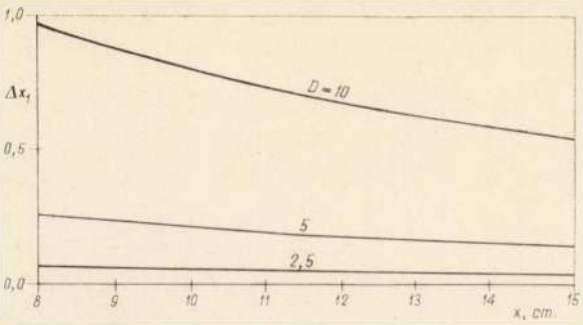
Az előző függvénykapcsolatokban a centrifuga forgástengelyétől mért távolságot X-szel jelöltük annak kihangsúlyozására, hogy ezek az összefüggések az említett szokványos kőzetmintaalakok mellett csak a kőzetminta szimmetriatengelyén áthaladó forgási sugár mentén érvényesek a forgás síkjában.

A centrifuga erőterét ebben az esetben egy párhuzamos és lineárisan gyorsuló erőtérrel helyettesítjük. Ebben az idealizált erőtérben a potenciálfelületek — az állandó telítettség és az állandó kapillárisnyomás felületei — az x tengelyre merőleges síkfelületek.

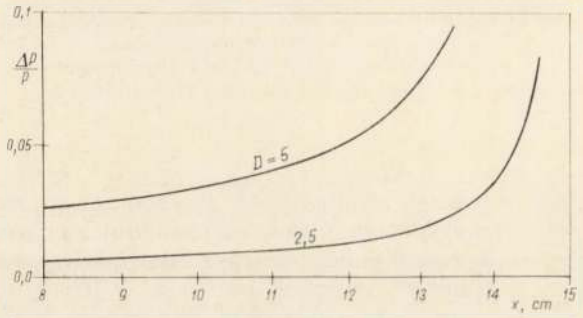
A centrifuga erőtere azonban csak a forgástengely síkjában párhuzamos erőtér, míg erre merőlegesen, tehát a forgási síkokban radiális. Ezért a valóságban a



2. ábra
A párhuzamos és radiális erőtér potenciálfelületei és a közöttük jelentkező eltérés a forgás síkjában



3. ábra
A párhuzamos és radiális erőtér potenciálfelületei közötti átlagos eltérés alakulása, ha a kőzet végpontja 15 cm-re van a forgástengelytől



4. ábra
A $\overline{\Delta X}$ átlagos eltérés alapján a radiális és párhuzamos erőtér közötti nyomáskülönbség változása a 2. ábrának megfelelő feltételek mellett

potenciálfelületek a centrifuga tengelyével egybeeső, ún. koaxiális körhengerfelületek.

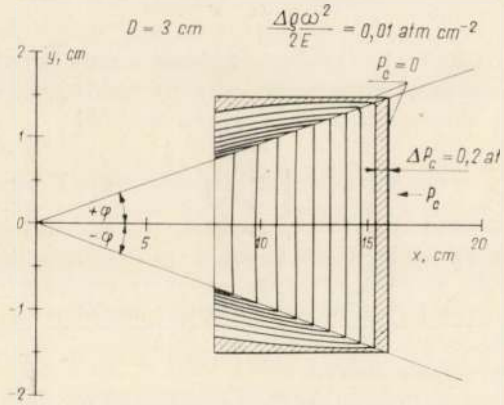
A sík és a hengerfelület közötti eltérés annál kisebb, minél távolabb vagyunk a forgástengelytől, és minél kisebb a kőzetmintának a forgás síkjában vagy azzal párhuzamos síkjában mért szélessége.

A *2. ábrán* a forgás síkjában készített metszeten tüntetjük fel a két erőtér közötti $\overline{\Delta X}$ eltérést a kőzet szelvénye mentén egy tetszőleges x helyen. Amikor tehát párhuzamos erőtérrel helyettesítjük a radiális erőteret, az X távolságra számolt potenciálsík $\overline{\Delta X}$ értékkel eltolódik a valóságban. A *3. ábra* mutatja a $\overline{\Delta X}$ értékek alakulását a kőzet hossza mentén. A párhuzamos erőtér alapján kiértékelt mérési eredményekben a $\overline{\Delta X}$ eltéréseknek megfelelően a *4. ábrán* feltüntetett hiba jelentkezik a kapillárisnyomás meghatározásakor. Amint az ábrák alapján becsülni lehet, a $D < 2{,}5$ cm forgássíkban mért kőzetszélesség fölött ez az eltérés már elhanyagolható. Az egyensúlyi telítettség megállapításában elkövethető hiba azonban még ilyen esetekben is jelentős lehet, mert a radiális erőtérre jellemző egyensúlyi folyadéktelítettség állapota a szokásosan használt kőzetmintaalakok mellett csak igen lassan közelíthető meg, mivel a hengeres vagy hasáb alakú kőzetmintáknál az egyenletesen gyorsuló radiális erőtér és a lineáris kőzetmintaalak együttes hatásaként a kőzetminta $\pm\varphi$ egyenesekkel határolt területén kívül eső részeken kezdetben csaknem 100%-os víztelítettség maradhat vissza *(5. ábra)*, ami csak igen lassan tűnik el, mivel a folyadékmozgásban ezen a területen csak közvetve érvényesül a centrifugális erőtér hatása.

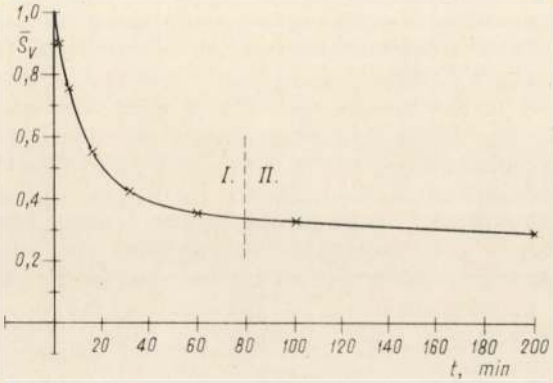
Az egyensúlyi folyadéktelítettség állapotának eléréséhez szükséges idő nagyságrendjére a *6. ábra* alapján következtethetünk. Ezen az ábrán egy 100%-osan telített kőzetminta telítettségváltozását látjuk az idő függvényében, állandó fordulatszám mellett. A görbe lefutásában jól kivehető az előbb említett két különböző telítettségű terület hatása. Látható, hogy a $\pm\varphi$ egyenesekkel határolt belső területen az egyensúlyi telítettség sokkal rövidebb idő alatt beáll, mint az azon kívül eső szegélyrészeken.

A helyes kőzetalak megválasztása és használatának előnye

Az előbbi elemzésekből láthattuk, hogy lineáris kőzetmodell használatakor a nyomásmeghatározás hibával terhelt, és a kőzet telítettségi állapota az egyensúlyi telítettség elérése szempontjából bizonytalan. Tehát a kőzet egy tetszőleges X távolságra levő szelvényében uralkodó telítettség és kapillárisnyomás értékében jelentkező hiba függ a kőzet forgási síkban mért szélességétől, a forgástengelytől mért távolságától és a kőzet folyadékvezetési tulajdonságaitól. Ezen túlmenően az egyenletesen gyorsuló erőtérben függetlenül attól, hogy az párhuzamos vagy radiális, ha lineáris kőzetmodellt használunk, a nyomásátlag- és



5. ábra
A kezdeti telítettségeloszlás lineáris kőzetminta forgássíkjában fekvő metszetében, radiális erőtér alapján számolva



6. ábra
A lineáris kőzetmodell telítettségváltozása az idővel egy adott fordulatszámon

a térfogatátlag-telítettség egymással nem egyezik meg, és nem számítható át egymásba.

Látható tehát, hogy a hagyományos kőzetalak mellett a centrifugás mérési és kiértékelési módszerek hibás mérési eredményt szolgáltatnak. A p_X- vagy szeletes módszer ezenkívül nem alkalmazható a rétegviszonyok közötti mérésekhez. Továbbfejlesztésre tehát a P_N-módszer alkalmas. A fennálló hibák kiküszöbölésével foglalkozni kell, mert a centrifugás mérés jelentősen rövidebb idő alatt szolgáltat kész információt a tárcsás módszernél.

A feladat megoldásához az egyenletesen gyorsuló radiális erőtér viszonyainak a figyelembevételével az előzőek tapasztalata alapján arra kell törekedni, hogy a kőzetminta geometriai határoló felületei ekvipotenciális felületek legyenek az említett erőtérben.

A folyadékkal telített kőzetmintában a forgatás hatására kialakuló centrifugális erőtérben a kapillárisnyomás és a folyadéktelítettség ekvipotenciális felületei a centrifuga forgási tengelyével egybeeső tengelyű koaxiális körhengerfelületek. Ezért az egyenletesen gyorsuló radiális erőtér feltételeit kielégítő kőzetalak körgyűrű alapú egyenes henger vagy ennek $\pm\varphi$ sugarakkal határolt körgyűrűcikk része. Ennek bizonyítására az összefüggések felírásához válasszunk olyan hengerkoordináta-rendszert, amelynek Z tengelye a centrifuga tengelyével esik egybe, az $r\,d\varphi\,dz\,dr$ elemi térfogatú körgyűrűcikk integrálásával a kőzetminta térfogata:

$$V(r) = (r_2^2 - r^2)\varphi\Delta z. \qquad (5)$$

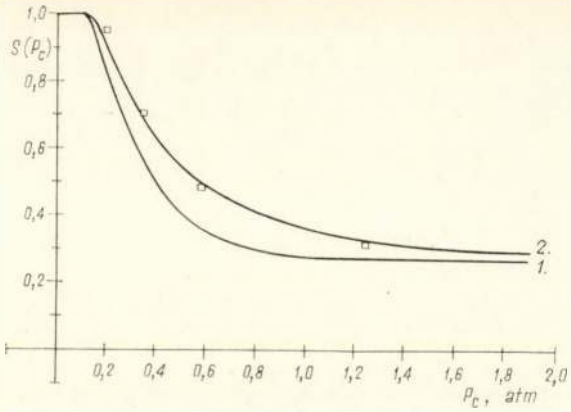
A (4), valamint az (5) összefüggéseket radiális erőtérre alkalmazva és kőzetminta [8] szerinti térfogatát figyelembe véve egyetlen összefüggést nyerünk:

$$\bar{S}_V(r) = \frac{-2}{r_2^2 - r^2} \int_{r_2}^{r} S(r) r\,dr. \qquad (6)$$

Tehát az említett kőzetalakok mellett egyenletesen gyorsuló radiális erőtérben a (3) és (4) összefüggés radiális erőtérnek megfelelő alakja identikus egymással, illetve a térfogatátlag- és a nyomásátlag-telítettség megegyezik egymással.

Abban az esetben, ha az egyenletesen gyorsuló radiális erőteret egyenletesen gyorsuló párhuzamos erőtérrel helyettesítjük, a használható kőzetalak egyenlő szárú trapéz alapú hasáb.

Ha a kőzetminta körgyűrűcikk alapú henger, a (4) összefüggés radiális erőtérnek megfelelő alakja egzakt marad abban az esetben is, ha a nyomásátlag-telítettség helyébe a térfogatátlag-telítettséget helyettesítjük. Trapéz alapú hasábnál ez szigorúan véve csak a kőzetminta tengelyvonalán igaz. De az ilyen mérésekhez használt centrifugáknál kényelmesen biztosítható olyan kartávolság, amely mellett a radiális és a párhuzamos erőtér közötti eltérés minimálisra csökkenthető, tehát a körgyűrűcikk alapú henger helyett a trapéz alapú hasáb is a követelményeknek megfelelő pontosságú eredményt szolgáltathat. Ha a kőzetminta forgási síkba eső keresztmetszete $\pm\varphi$ egyenesekkel határolt körgyűrűcikk vagy egyenlő szárú trapéz, akkor a *2. ábrán* bemutatott telítettségi profilnak csak az előbbi egyeneseken belül eső része fog jelentkezni, és így a mérés ideje jelentősen csökkenthető, tehát a gyakorlat igényeit kielégítő pontosságú és rétegviszonyok közötti



7. ábra
A telítettség alakulása a kapillárisnyomás függvényében, lovászi kőzetmintán
1. A kőzetminta alakja körhenger, és a telítettségeloszlást a térfogatátlag-telítettségtől számoltuk
2. A kőzetminta alakja körgyűrűcikk alapú henger
3. A □ jelű pontokat tárcsás módszerrel vettük fel

mérés számára is alkalmazható P_N-módszer továbbfejlesztett alakjához jutottunk. Az elmondottak illusztrálására a *7. ábrán* három, egymással párhuzamos mérés eredményeit mutatjuk be. Itt az *1* jelű görbe négyzetes hasáb keresztmetszetű szokványos kőzetmintán P_N-módszerrel végzett centrifugás mérés eredményeképpen meghatározott kapillárisnyomás-görbe. A *2* jelű görbe körgyűrűcikk alapú hengeres testen ugyancsak P_N-módszer szerint mért és meghatározott kapillárisnyomás-görbét mutat, míg a □ jelű pontok tárcsás módszerrel végzett mérések eredményei.

Következtetések

1. Az általánosan használt hengeres vagy hasáb alakú kőzetmintáknál az egyensúlyi folyadéktelítettség viszonylag hosszú idő alatt áll be. Az egyensúlyi telítettség eléréséhez szükséges idő a kőzet áteresztőképességétől, a kőzet forgástengelytől mért távolságától és a forgás síkjában mért kőzetszélességértéktől függ, és ezért a mérési eredmények pontossága bizonytalan lehet a szeletes módszer (P_X) alkalmazásakor is.
2. A szokványos kőzetalakoknál a P_N mérési és kiértékelési módszernél a fenti hibán túlmenően a nyomásátlag- és a térfogatátlag-telítettség nem egyezik meg egymással, és egymásba nem számítható át. Az így számított mérési eredmények hibája nagyobb a megengedhető értéknél. A mérési eredmények korrekcióját a közvetlen mérési adatok alapján nem tudjuk elvégezni. Ehhez további paraméterek ismerete szükséges.
3. A centrifugális erőtér feltételeit kielégítő kőzetalak használatakor (a forgás síkjába eső keresztmetszet körgyűrűcikk vagy egyenlő szárú trapéz) a mérési eredmények a mérés általános feltételei által meghatározott pontosságúak, és ez eléri a diafragmás módszerrel nyerhető pontosságot.
4. A megfelelő kőzetalak mellett a mérés átlagos ideje csaknem egy nagyságrenddel kisebb, mint a hagyományos kőzetalak használatakor.

JELÖLÉSEK

P_c	kapillárisnyomás	atm
ω	szögsebesség	s^{-1}
X	a forgás síkjában a kőzet tengelyvonalán mért távolság a forgástengelytől	cm
r	a kőzet tetszőleges pontjának a forgástengelytől mért távolsága	cm
$\Delta\varrho$	a folyadék sűrűsége vagy sűrűségkülönbsége	g/cm^3
V	kőzettérfogat	cm^3
$\bar{S}$	a kőzet átlagos víztelítettsége	
S	a kőzet víztelítettsége egy adott pontban vagy egy adott síkban	
ΔX	a radiális és a párhuzamos erőtér közötti eltérés	cm
$\overline{\Delta X}$	a párhuzamos erőtér alapján számolt potenciálfelületek átlagos eltérése a radiális erőtér figyelembevételekor	cm
D	a hengeres vagy hasáb alakú kőzetminta szélessége a forgás síkjában	cm
S_p	nyomásátlag-telítettség	
S_L	hosszátlag-telítettség	
S_V	térfogatátlag-telítettség	
P_N	különböző állandó fordulatszámon végzett centrifugás mérési módszer, amelynél a kőzetminta egyetlen darabból áll, és a kiértékelést az (1) összefüggés szerint végezzük.	
P_X	ún. szeletes centrifugás mérési módszer. A kőzetminta szeletekből áll. A mérést egyetlen fordulatszámon hajtjuk végre, és a kapillárisnyomásokhoz tartozó átlagtelítettségeket a kőzetszeletek átlagtelítettsége alapján rendeljük hozzá	
φ	szögelfordulás	fok

IRODALOM

[1] *Hassler, G. L.—Brunner, E.:* Trans, AIME 1945 **160.**
[2] *Slobod, R. L.—Prehn, W. L.:* Trans. AIME 1951 **192.**
[3] *Hoffman, R. N.:* Soc. Pet. Eng. J. **9** 192 (1964).
[4] *Luffel, D. L.:* Soc. Pet. Eng. J. **9** 191 (1964).
[5] *Hoffman., R. N.:* Soc. Pet. Eng. J. **9** 229 (1963).
[6] *Pohl A.—Szabó M.:* Kőolaj és Földgáz *1* (1969).
[7] *Szabó M.:* Soc. Pet. Eng. J. *6* (1974).
[8] *Pirson, S. V.:* Oil reservoir engineering, London, 1958.
[9] *Collins, R. E.:* Flow of fluids through porous materials. London, 1961.
[10] *Streeter, V. L.:* Handbook of fluid dinamics. London, 1961

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Újítások a GOV-nél

Rendszeres újító vállalatunknál *Oláh Gábor* és *Popovics János*, a 02. sz. Távvezetéki Üzem dolgozói. Az utóbbi évben két újításukkal járultak hozzá a vállalat fejlődéséhez. Az első „Porkohászati bronz- és egyéb szűrőbetétek hatékony tisztítási módszere".

A gázátadó állomásokon és csomópontokon beépített nagy értékű gázszűrő egységek betéteinek tisztítása, mivel nagy értéket képviselnek, komoly gazdasági feladatot jelent. Jelenleg még a gyártó cég sem tudott megfelelő technológiát a bronz szűrőbetétek tisztítására. A vecsési gázüzem 24″-es állomásán hét szűrőegység 231 db betétje 208 246 Ft értékű. A hatékony gázszűrés az üzembiztonság lényeges feltétele, ezért a betétek évenkénti kétszeri cseréje szükségessé válna. A szűrőtisztító berendezés elve az ellenáramú mosás. A gázáram a betéteket kívülről éri, a betétek belsejéből a már tisztított gáz áramlik tovább. A betétek pórusai tehát kívülről befelé csökkenő méretű szennyeződéssel telítődnek. Az itt használt betétek 18 C°-on és 16 m vízoszlopnyomáson 386 l/min átáramló vizet vezetnek el. Az itt alkalmazott 150 l/min tisztítóanyagos ellenáramú mosással egy szűrőbetét tisztítása a szennyezéstől függően 2—5 percet vett igénybe. Mosóberendezésben terelőlemezekkel irányították a szifonrendszerű áramlást, így a már kimosott szennyeződés nem kerülhet vissza a cirkuláltató szivattyú szívóoldalára. Nagyobb teljesítményű szivattyúval a 3 tagból álló betétek egyszerre történő tisztítása is elvégezhető.

A második újításuk „Hordozható, hidraulikusan hajtott nyomópad szilárdsági nyomáspróbákhoz". A GOV üzemei tmk-tevékenység mellett hatósági ellenőrzési próbákat is végeznek. A kézi nyomáspróba szivattyúja csak kis tértogatú szerelvények nyomáspróbáira alkalmas. A gépkocsira szerelt szivattyús aggregát használata viszont csak ritkán gazdaságos. A szerkesztett nyomópad 2 db TGL 10 960-as munkahengerből, 4 db 160 at üzemnyomású visszacsapó szelepből, valamint az ezeket összekötő szerelvényekből áll. Maximális teljesítménye 140 at. A két munkahenger egymással szemben helyezkedik el, rugalmas tengelykapcsolóval összekötve. A működtető hengerben egy ZIL 130-as teherautó oldaldarujának hidraulikus rendszeréről kézi irányváltó szelep segítségével adjuk a működtetéshez szükséges olajat. A munkahenger mindkét irányba hasznosítva van. A kézi irányváltó szelep mozgatásával a működtető henger dugattyújának kétirányú mozgását érjük el; mivel a működtető henger és a szivattyúhenger kapcsolatban van egymással, ezért a szivattyúhenger dugattyúja és a 4 db visszacsapó szelep együttesen egy kéthatású dugattyússzivattyú-rendszert ad. A rendszer előnye a forgómeghajtású dugattyús szivattyúkkal szemben az egyszerűbb kialakíthatóság, a kis súly és az olcsó ár.

Meleg olajat szállító szivattyúk támcsapágyainak hűtését oldotta meg az algyői távvezetéki szivattyúállomáson *Varga Miklós* és *Bakonyi István*. A szállított olaj 40—42 C°-os, így a csapágyak 85—90 C°-ra melegednek fel, azaz a konstrukciós hűtőkialakítás kevésnek bizonyult. 1,5 mm vastagságú lemezből készült hűtősapkával bővítették az eredeti hűtőfelületet. Ötletes újításukkal elérték a csapágyak tökéletes hűtését.

Siófok, 1977. március hó

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök
(GOV, Siófok)

Jubilál a Barátság II. kőolaj-távvezeték

Hazánk és a Szovjetunió közötti testvéri megállapodásoknak megfelelően a Barátság II. kőolaj-távvezetéken a Gáz- és Olajszállító Vállalat fényeslitkei fogadóállomására megérkezett a huszonötödik millió tonna kőolaj hazánk felszabadulásának 32. évfordulójára.

1972. november 7. óta üzemel a kőolaj-távvezeték, összekötve a Szovjetunió hatalmas olajmezőit Magyarország legnagyobb finomítóival, biztosítva hazánk kőolajszükségletének jelentős hányadát.

Siófok, 1977. március hó

Szabó Tibor
üzemmérnök, ter. ref.

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök, ter. ref.

(Gáz- és Olajszállító Vállalat, Siófok)

Kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek tervezési és üzemeltetési kérdései 2. r.

SZŰCS ISTVÁN—
ÖRSI LAJOS—
HÓBOR LÁSZLÓ

A szerzők tanulmányuk második részében a dugattyús kompresszorok energiaellátásáról, a szállított közeg mennyiségének változtatásáról, a kompresszorok műszerezéséről, valamint a kompresszorházak telepítési kérdéseiről tájékoztatnak, és tapasztalati úton szerzett ismereteket közölnek a dugattyús gépek üzemzavarairól.

A kompresszorberendezések energiaellátása

Már a korábbiakban is hangsúlyoztuk, hogy a kompresszorberendezések — általában — kiemelkedő technológiai fontosságúak a kőolaj-feldolgozó üzemekben. A nyomásfokozó vagy cirkulációs kompresszorok nemkívánatos leállása rendszerint jelentős üzemzavarokat okoz: ilyenek a betáplálás megszüntetése, helyi túlmelegedések, katalizátorok károsodása, cseppfolyósgáz-termelés megszűnése, hűtés kimaradása, oxidációs reakciók befagyasztása, nyomásviszonyok megváltozása stb.

A váratlan leállások az esetek zömében két ok valamelyikére vezethetők vissza: gépi meghibásodásokra vagy energiaellátási zavarokra. A gépi meghibásodások száma gondos ellenőrzéssel és üzemeltetéssel, valamint rendszeres megelőző karbantartással jelentősen csökkenthető, de hatékony védelmünk nincs az ilyen jellegű zavarok ellen. Az energiakimaradások számának mérséklésére vonatkozóan már vannak jól ismert és a gyakorlati üzemeltetésben kedvező referenciákkal bíró módszereink.

Kőolaj-feldolgozó ipari kompresszortelepek üzemével kapcsolatban nagyon fontosnak tartjuk az elektromos energia és a hűtővíz két vagy több oldalról történő biztosítását.

A feldolgozó ipari gyakorlatban a kompresszorok elektromosenergia-ellátása két sínszakaszról történik. Ezen sínszakaszok automatikus úton összekapcsolhatók vagy szétválaszthatók a kialakult tervezési gyakorlatnak megfelelően. Az egyik sínszakaszon bekövetkezett feszültségkimaradás esetén az automatika általában biztosítani tudja az átváltást a működő kompresszor kiesése nélkül. Ha az automatikus átkapcsolás sikertelennek bizonyult, a tartalék gép — amelyik mindig a másik sínről kapja a táplálást — gyorsan indítható. Ekkor csupán néhány perces kompresszorkimaradással kell számolni, amit általában elbír a technológiai rendszer maradandó károsodás nélkül.

Saját generátorral rendelkező üzemek esetén egyes kiemelt fontosságú berendezések elektromosenergia-ellátásának biztonsága elvileg növelhető a generátoros sínszakasz megépítésével. Az ezzel kapcsolatban szerzett gyakorlati tapasztalataink meglehetősen szélsőségesek, ezért az elvi lehetőségen túlmenően egyéb példákat nem kívánunk említeni. Tekintve, hogy az elektromosenergia-ellátási kérdések szakterületünkön kívül esnek, részletkérdésekkel nem foglalkozhatunk, de fel kell hívnunk a szaktervezők figyelmét a több oldali betáplálás biztosításának fontosságára.

Hasonlóan fontos a kompresszorok hűtővízzel történő ellátása is, mert megfelelő hűtés hiányában a berendezések nem üzemeltethetők.

A csapágyak, tömszelencék, hengerek, kenőolaj stb. hűtésére használt víznek megfelelő mennyiségben, hőmérsékleten és nyomáson állandóan rendelkezésre kell állnia, de ezen túlmenően még bizonyos tisztasági igényeket is ki kell elégítenie. A kívánatos mennyiség és nyomás biztosításának érdekében a kompresszortelepek gerincvezetékére mind a recirkulációs, mind pedig a hideg ipari vizet célszerű rákapcsolni. A bekötés kézi vagy távműködtetésű szerelvények segítségével történhet, de jó tapasztalataink vannak a nyomáskülönbségről működtetett visszacsapó szelepes rendszerekkel is. Az egyik hűtővíz részleges vagy teljes kimaradása esetén azonnal biztosítani kell a másik oldalról történő betáplálást a helyi túlmelegedésből adódó üzemzavarok megelőzésére.

A kompresszorok csapágy-, illetve tömszelencehűtésénél, valamint a víz áramlását ellenőrző műszereknél kis szabad térfogatokban vagy furatokban áramlik a hűtővíz. Ezek érzékenyek az eltömődésre, ezért célszerű a hűtővíz mechanikai szennyezéseinek egy részét (pl. kavicsokat, csigákat, algákat) szűréssel eltávolítani. Az üzem közben is váltható és tisztítható szűrők nagyságát a felhasznált víz paramétereihez, a szitaszövet lyukméreteit pedig a kompresszoron levő legkisebb áramlási keresztmetszetekhez kell megválasztani. A szűrőkön fellépő nyomásesés ellenőrzésére megfelelő manométerek beépítése kívánatos.

A megfelelően szűrt és két oldalról táplált hűtővízrendszer — az üzemeltetési tapasztalatok szerint — elegendő biztonságot ad, mégis helyesnek tartjuk a szűrők utáni közös ágba egy mérőperem beépítését is. Az áramló hűtővíz mennyiségének állandó ismerete a kompresszortelep üzemeltetésére jellemző szám, de ezen túlmenően közvetlen lehetőséget is ad a hűtővíz kimaradásának előrejelzésére, így a szükséges intézkedések foganatosítására.

Általánosságban és összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy sem az energiák, sem pedig a segédrendszerek tekintetében nem szabad alá- vagy fölérendeltségi kapcsolatokat feltételezni. A néhány kW teljesítményű cirkulációs olajszivattyú elektromotorjának leállása végső soron a főmotor reteszelését okozza, csakúgy, mint a hűtővíz kimaradása, de a gőzfűtés elégtelen

volta miatt sem indítható el a kompresszorberendezés az egyik reteszelési feltétel feloldásának elmaradása miatt, tehát minden rendszer, amely a gép működését segíti, egyaránt fontosnak minősítendő.

A kompresszorberendezések műszerezése

A mérő-, jelző-, szabályozó- és reteszelőműszerek immár elengedhetetlen járulékos berendezéseit képezik a feldolgozó üzemekbe telepített korszerű és nagy teljesítményű kompresszoroknak. Megfelelő automatika nélkül ezen berendezések saját védelme sem biztosítható, de a technológiai rendszerben megjelölt szerepüket sem tudják betölteni.

Rendeltetésük szerint ezek a műszerek két különböző funkciót látnak el: egyik részük a kompresszor technológiai védelmét szolgálja, és magának a gépi berendezésnek a technológiai folyamatba történő beilleszkedési lehetőségét biztosítja, másik részük pedig a kompresszor — mint műveleti egység — saját védelmét szolgálja.

Az eltérő rendeltetésekhez alkalmazkodva mi is a két vezérelv szerinti bontásban tárgyaljuk a kompresszorok műszerezését, de nem vizsgáljuk a gépek és a technológiai rendszerek együttműködését.

A technológiai műszerezés

A kompresszor szívóvezetékében gáz—folyadék elválasztó szeparátor vagy cseppfogó berendezés van elhelyezve. Különösen fontos a készülékben levő folyadék szintjének folyamatos mérése, jelzése, esetleg szabályozása, illetve a működő kompresszor azonnali reteszelése a folyadékszint bizonyos határon túli emelkedése esetén. A szeparátor műszerezésével kapcsolatos igényekről már szóltunk a folyadékütés veszélyével foglalkozó fejezetben, így ezúttal csupán emlékeztetni szeretnénk a szeparátorszint biztonságos tartásának fontosságára és az ezzel kapcsolatos káros következményekre.

A kompresszor szívó- és nyomóvezetékében kialakult hőmérsékletek meghatározására mind helyi, mind távhőmérők beépítését is szükségesnek tartjuk. A hőmérsékletek, illetőleg hőmérséklet-különbségek változásaiból mind a technológiai folyamatra, mind pedig a gép üzemére nézve tudunk következtetéseket levonni. A hőmérőket célszerű a gép szívó- és nyomócsonkjainak közelében elhelyezni, mert ez esetben a kompresszornál bekövetkező kisebb változások is könnyebben felismerhetők. Nagyobb teljesítményű gépeknél vagy fontos technológiai igények esetén ezen hőmérsékleti értékek műszertermi kijelzését és regisztrálását is meg kell valósítani. Ilyen esetekben általában kívánatos a megengedett maximális értékek akusztikai és optikai jelzése is.

A szívó- és nyomóvezetékekben mérhető nyomások meghatározására mind a helyi, mind pedig a műszeres nyomásmérés kívánatos. Dugattyús gépeknél gyakori jelenség ezen nyomás- vagy hőmérsékletmérő műszerek — rezgések és lökéshullámok következtében beálló — meghibásodása, ezért az impulzuselvételi helyeket célszerű a csővezetéki rendszer fix megfogásainak közelébe tenni, vagy a távadó elé megfelelően rugalmas impulzusvezetéket csatlakoztatni.

Mindkét technológiai pozícióban kívánatos a nyomás mérése, jelzése, regisztrálása, és nem ritkán igénylik a reteszelő rendszer működtetését is bizonyos nyomásértékek elérése esetén.

Kis szívónyomásnál kívánatos a figyelmeztető jelzés, majd további csökkenésre a működő gép reteszelés útján történő leállítása is. Ez a műszeres kapcsolat mind a technológiai rendszer, mind pedig a kompresszor védelmét célozza a minimálisan szállított gázmennyiség és a maximálisan megengedett nyomásviszony beállításával.

Nagy nyomóoldali nyomás esetén mindig kell a figyelmeztető jelzés, de bizonyos gyártó művek előírják a megnövekedett nyomásról történő reteszelést is. Gyakorlatból ismeretes olyan gyártó művi előírás, amely szerint a megengedett nyomásviszony közelében figyelmeztető jelzést kell adni, majd bizonyos nyomáskülönbség esetén a reteszelő rendszernek is működnie kell. A megnövekedett nyomóoldali nyomásról és a nyomáskülönbségből képzett reteszelést nem tartjuk szükségesnek, egyrészt mert a szívónyomás beállításával és a nyomóoldali biztonsági szelepek segítségével a rendszerek védelme elegendően biztosítva van, másrészt új hibalehetőséget hozunk be, ami a véletlen leállítást előidézheti.

A nyomás kapcsán szólni kell még az egész rendszer nyomásának tartásáról, így a kompresszor jellemző nyomásainak és nyomásviszonyának szabályozásáról. A kívánatos nyomásszint meghatározása és szabályozása fontos technológiai igény, így ez — általában — nem a kompresszorteleppel, hanem a fő technológiai berendezésekkel függ össze! Ennek megfelelően a rendszer nyomását valahol a technológiai folyamatban szabályozzák, és a kompresszorok szempontjából csupán az a fontos, hogy ez a technológiai nyomás minél egyenletesebb legyen, mert a stacioner üzemvitelnek ez a legfontosabb feltétele!

Kisebb teljesítményű nyomásfokozó kompresszorok vagy kis szívóoldali nyomással üzemelő gépek esetén szokásos helyi nyomásszabályozási mód a nyomóoldali nyomás egy részének a szívóoldalra történő visszavezetése. Ilyen igény felmerülésekor hagyományos bypass-szabályozást alkalmazunk, ügyelve arra, hogy felmelegedett gázelegy ne kerüljön vissza a gép szívóvezetékébe.

A szállított mennyiség szabályozásáról a következő fejezetben írunk, itt csupán műszeres vonatkozásai miatt említjük meg. A dugattyús kompresszorokkal szállított gázok mennyisége — adott paraméterkombinációk esetén — a szívóoldali nyomás függvénye. Ez az érték az alaptechnológiai rendszerből adódik, egyszersmind a szállított mennyiséget is determinálja. Ilyen esetekben a szállított mennyiség mérés nélkül is pontosan meghatározható lenne a technológiai paraméterek és a kompresszor konstrukciós adatainak ismeretében.

Más a helyzet azonban, ha — mint általában — valamilyen teljesítményszabályozást alkalmazunk. Ilyen esetben már kívánatos a ténylegesen szállított mennyiség mérése. Hagyományos módon mérőperemes mennyiségmérőket szoktunk betervezni, egyidejűleg alkalmazott nyomás- és hőmérsékletmérésekkel, a korrekciós számítások elvégzésének biztosításához.

Ha a szállított közeg — pl. hidrogéndús gáz — sűrűsége számottevően változhat, úgy a mérőperemes

mérés helyett turbinás áramlásmérő műszer beépítését tartjuk szükségesnek. Gyakorlati tapasztalataink szerint a hazánkban gyártott turbinás műszerek az üzemi igényeket kielégítik. A ténylegesen szállított gáz mennyiségének ismerete technológiailag fontos, ezért ezt a műszerteremben folyamatosan regisztrálni kell.

Bizonyos esetekben nem a szivóoldali nyomásról, hanem a szállított mennyiségről történik a kompresszor saját reteszelése is, de a technológiai rendszerhez kapcsolódó reteszeléseket mindig ez az érték működteti. Ezért nagy gondossággal kell ezt a mérőkört megtervezni és üzemeltetni, mert a véletlen reteszeléseknek igen komoly következményei lehetnek! (Itt jegyezzük meg, hogy a reteszelő rendszerrel összekapcsolt mérőműszerek helyszíni ellenőrzésénél, hitelesítésénél vagy javításánál esetenként előfordul a véletlen reteszelés! Ezek megelőzésére mind a tervezés, mind az üzemeltetés során hatékonyabb intézkedéseket kell tenni!)

Az eddigiekben ismertetett leggyakoribb méréseken, jelzéseken, szabályozásokon és reteszeléseken túlmenően esetenként alkalmazunk még a kompresszortelepeken ritkábban előforduló műszereket is (különböző analizátorok, vészlefúvatók, különlegesen működtetett szelepek, számítógépes csatlakozások stb.), de ezekről részletesebben nem kívánunk írni, tekintve, hogy ezeket csak egyedi esetekben építik be.

A kompresszorok saját műszerezése

Az adott gépi berendezés saját védelmére szolgáló műszerezés jelentős mértékben függ a vizsgált kompresszor nagyságától, típusától és a gyártó mű igényességétől. Ennek ismeretében csupán óvatos közelítés engedhető meg a szokásos műszerezés ismertetésénél.

Alapvető megállapítás az, hogy a gép saját védelmét szolgáló mérő-, jelző- és reteszelőműszereket a gép gyártó műve szállítja, így a hazai tervezőnek csak a műszertermi és egyéb kapcsolatokat kell biztosítania. Az elmúlt években több gyártó mű kompresszorait vagy műszaki ajánlatait ismertük meg, és ezek alapján röviden ismertetünk az alábbiakban egy általános műszerezési elvet.

A hűtővízrendszerek belépő vagy kilépő csővezetékeibe szárnykerekes vagy mágneses elven működő áramlásmérők vannak beépítve. Csökkenő vízmennyiség esetén ezek figyelmeztető jelzést adnak, majd reteszeléssel leállítják a kompresszort. Más típusoknál erre a célra nyomásmérő műszer van beépítve, de ezzel a megoldással nem értünk egyet, mert nem érzékeli közvetlenül a hűtővíz áramlását. Az áramlásmérőn túlmenően fontosnak tartjuk az egyes hűtési helyekre vezetett víz áramlásának vizuális ellenőrzési lehetőségét is.

A kenőolaj-cirkulációs rendszereken általában szint- és nyomásmérések, -jelzések vannak, de gyakran alkalmaznak áramlásjelzőket is a kenőolaj mozgásának megfigyelésére. Az alacsony olajnyomás jelző- és reteszelő rendszert hoz működésbe. Közepes és nagy teljesítményű gépeknél indítási feltétel a megfelelő nagyságú olajnyomás. Az indító olajnyomást a gépek egy részénél kézi működtetésű szivattyúk biztosítják, míg más rendszereknél a meginduló kompresszor működteti az olajszivattyút. Ez utóbbi esetben 30—60 s alatt kell elérni a kívánatos kenőolajnyomást, ellenkező esetben reteszelés lép működésbe. A cirkulációs olaj alacsony hőmérséklete is reteszelési feltétel, olyan értelemben, hogy bizonyos olajhőmérséklet alatt a kompresszor nem indítható.

Általában mérik és nagyobb berendezéseknél regisztrálják a kompresszorok csapágyainak és szelepeinek hőmérsékletét. A megengedettnél magasabb hőmérsékletek figyelmeztető jelzést adnak, míg növekvő csapágy-hőmérsékleteknél reteszeléssel azonnal leállítják a kompresszort.

Nagyobb gépeknél gyakorta alkalmaznak egy kisméretű indítómechanizmust a főtengely körbeforgatására. Ilyenkor a fő elektromotort és a forgatómechanizmust reteszelni kell a nemkívánatos indítás ellen.

A nagy teljesítményű elektromotor indítási feltételeinek biztosításához és a normál üzemvitel fenntartásához szintén több jelző- és reteszelőműszer tartozik. Ezek közül néhány: motorfűtéshez, indítás előtti szellőztetéshez, levegőtúlnyomáshoz, csapágy- és tekercshőmérsékletekhez, áramfelvételhez stb. Bizonyos típusoknál még a kenőolaj- és hűtővíznyomás is bonyolítja a helyzetet. Ezek közül a helyi telepítésű amperméró szerepét hangsúlyozzuk, tekintve, hogy ez elsődleges információt nyújt az egész kompresszorberendezés terhelésére és működésére vonatkozóan.

A sok üzemeltetési paraméter egyidejű betartása és a számos reteszelési feltétel kiküszöbölése komoly szakismeretet igényel mind a tervezés, mind pedig az üzemeltetés folyamán, ezért tartottuk szükségesnek részletesebben foglalkozni a műszerezési kérdésekkel.

A kompresszorok teljesítményszabályozása

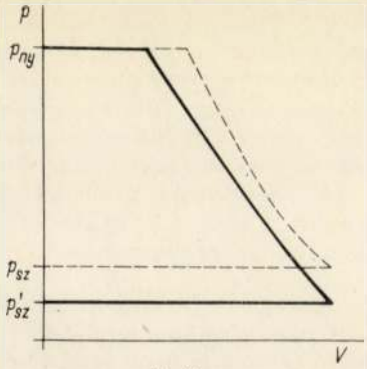
Az olajipari technológiákban üzemelő dugattyús kompresszoroknál az üzemi paraméterek változásainak következtében gyakran lép fel olyan igény, mely szükségessé teszi a szállított mennyiségek változtatását; ezt a mennyiségváltoztatást nevezzük — az ipari szóhasználathoz alkalmazkodva — teljesítményszabályozásnak.

A következőkben azokat a fontosabb megoldásokat ismertetjük, melyek a feldolgozó iparban alkalmazott kompresszoroknál a legelterjedtebbek, s alkalmazásukkal a szállítóteljesítmény szakaszos, illetve folyamatos változtatása biztosítható. Az alkalmazott megoldások közül először azokat említjük meg, amelyek a szívóvezetékbe épített elzáró szerelvénnyel, illetve megkerülővezeték beépítésével kapcsolatosak.

Folyamatos fojtás a szívóvezetéken

A teljesítmény szabályozásának ez a módja megvalósítható a kompresszor szívóvezetékébe épített elzáró szerelvény nyitásával, zárásával. Zárás esetén növeljük a szerelvény ellenállását, s a dugattyúig terjedő térben a gáz nyomása csökken.

Az *1. ábrán* bemutatott elméleti indikátordiagramon a szívási állapot görbéje (p_{sz}) a fojtás következtében csökken (p'_{sz}), míg a végnyomást jelentő görbe (p_{ny}) változatlanul a helyén marad. A görbe megrajzolásánál azért kívánjuk hangsúlyozni, hogy elméleti, mivel a valóságban a löket középső részén a dugattyú nagyobb sebessége következtében a szívási állapotot jelentő vonal begörbül. A másik eltérés, hogy a rajzon a káros tér hatása nincs figyelembe véve.



1. ábra
A kompresszor szívóoldali fojtásának hatása az elméleti indikátordiagramra

A szívóoldali fojtással megvalósított teljesítményváltoztatás minden esetben fordítottan arányos a nyomásviszonyok változásával. A gyakorlatban ez úgy jelentkezik, hogy kis nyomás esetén a fojtásos teljesítményszabályozás megengedhető, azonban a növekvő nyomás a gázok véghőmérsékletének meg nem engedett emelkedéséhez vezet. Tehát a névleges szállított gázmennyiség esetén minél magasabb a nyomás, annál szűkebb határok között alkalmazható a fojtásos menynyiségszabályozás.

A szívó- és nyomóvezeték összekötése

A kompresszorok szívó- és nyomóvezetékeinek összekötésével és megfelelő szabályozószerelvény beépítésével az üzemvitel során két feladat oldható meg:
— a kompresszor indításakor, illetve leállításakor biztosítható a terhelésmentes üresjárati üzemmód;
— az összekötő vezetékben elhelyezett elzárószerelvény segítségével megvalósítható a teljesítményszabályozás is.

Ez a megoldás biztosítja a teljesítmény folyamatos változtatását, de a kompresszor energiafogyasztására ez nincs kihatással, így nem tartozik a gazdaságos megoldások közé. Előnye viszont, hogy a módszer rendkívül egyszerű, gyorsan kivitelezhető és olcsó.

Több fokozatú kompresszorok esetében célszerű a rendszert úgy kialakítani, hogy az első fokozat nyomóvezetéke és az első fokozat szívóvezetéke közé kerüljön a megkerülővezeték a szabályozószerelvénnyel együtt. Ennek előnye az, hogy a szabályozás által visszaengedett gázmennyiséget nem kényszerítjük a többi fokozaton keresztül, s így a működtető energiában a szabályozás ideje alatt megtakarítás érhető el.

Célszerű a megkerülővezetékbe vizes hűtőt építeni, mivel a szabályozás ideje alatt a szívóvezetékbe visszaáramló gázok hőmérséklete a nyomóoldalon kilépő gázok hőmérsékletével megegyező, s így a kompresszor szívóvezetékében a szabályozás mértékétől függően hőmérséklet-növekedés áll be. A hűtőfelület nagyságát úgy kell megválasztani, hogy a szabályozás ideje alatt a szívóoldali hőmérséklet-emelkedés hatására a gázok hőmérséklete ne érje el a nyomóoldalon megengedhető hőmérséklet felső határértékét. A vizes hűtő beépítését el lehet hagyni abban az esetben, ha a megkerülővezetékkel csak a kompresszor indításához, illetve leállításához szükséges üresjárati üzemmódot akarjuk biztosítani.

A hőmérséklet felső határértékét a gyakorlati tapasztalatok alapján 130—140 C°-ban lehet megállapítani. Ennél magasabb hőmérsékletek esetén leromlik a kenés hatásfoka a dugattyú és a hengerfal között, valamint a tömszelencékben. Magas nyomóoldali hőmérséklet esetén a szelepmeghibásodások száma is aránytalanul megemelkedik. Ha a kompresszor nincs ellátva a szelepek meghibásodását mutató helyi, illetve távhőmérőkkel, a kezelőszemélyzet a hibát csak késéssel képes megállapítani, ami a kompresszornál más komolyabb meghibásodások okozója lehet.

A gyakran alkalmazott szabályozás esetén a szabályozószelep zárófelületein az eróziós hatás és a szennyeződések következtében mechanikai sérülések keletkezhetnek, és teljes zárás esetén sem lehet a 100%-os szállítóteljesítményt elérni. Ilyen esetekben a szabályozószerelvényen kívül egy kézi működtetésű szelep beépítése is célszerű.

Teljesítményszabályozás a kompresszor szelepeivel

A kompresszor szívószelepeinél a funkcionális működésbe való beavatkozás lehetőséget ad a teljesítmény szabályozására. A beavatkozás módjai:
— a szelepek teljes kitámasztása,
— a szelepek részleges kitámasztása,
— a szelepek kitámasztása a dugattyúlöket egy bizonyos részén.

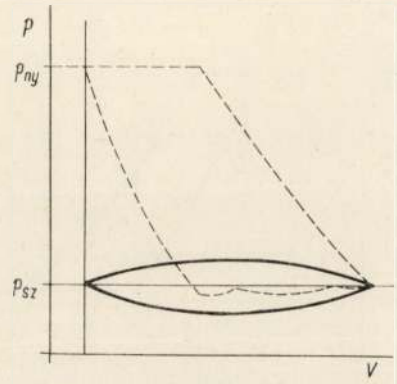
Teljes szelepkitámasztás

A teljes szelepkitámasztás esetén a teljesítmény gyakorlatilag nullára csökken, így a kompresszor terheletlen állapotban üzemel. A megoldás — mely kivitelezési formájában kézi vagy pneumatikus működtetésű — biztosítja a kompresszor indításához, illetve leállításához szükséges terheletlen állapotot. A *2. ábra* mutatja az összehasonlítást egy kompresszor normálüzeme és kitámasztott szívószelepekkel való működése között.

Ha a kompresszorhengernek több szívószelepe is van, abban az esetben mindegyiket el kell látni kitámasztó berendezéssel; ha több fokozat van, akkor minden egyes fokozatnál biztosítani kell a szelepek kitámasztását.

Részleges szelepkitámasztás

A részleges kitámasztásnál a komprimált gázok egy része a szívószelepeken át visszaáramlik a szívóüregbe, így a szállítóteljesítmény csökken. Ennek a módszernek a gazdaságossága sem jobb, mint ami az első fokozat



2. ábra
A kitámasztott szívószelepekkel üzemelő kompresszor indikátordiagramja

utáni kerülővezeték alkalmazása esetén elérhető; hátránya viszont, hogy tartós üzemmenet esetén a kitámasztóvillák és a szeleplemezek ütközései következtében a szeleplemezek könnyen deformálódnak, így a szelepek további működése már nem teljes értékű.

A DKV oldószeres paraffinmentesítő üzemében működő BORSIG gyártmányú hűtőkompresszorok teljesítményszabályozása is a fentiekben leírt részleges szelepkitámasztással történik. A szelepek kiemeléséhez szükséges segédenergiát a szállított technológiai ágens biztosítja. Egy kézi működtetésű szabályozószelep nyitásával vagy zárásával változtatható a szívószelepre jutó szabályozó gáz nyomása, mely ennek függvényében kitámasztja a szívószelepeket az első és második fokozatban. A kitámasztást szelepenként 8 db dugattyú látja el, melyek finoman illesztett mozgó felületei — a biztonságos üzemvitel érdekében — gondos karbantartást igényelnek.

Szelepek kitámasztása a dugattyúlöket egy részén

A teljesítményszabályozásnak ez a módja viszonylag új, és az előbbi megoldástól annyiban tér el, hogy a szelepkitámasztás nem állandó jellegű. A szívószelepek — miután a dugattyú a szívás után irányt vált, s megkezdi a hengerben levő gázok komprimálását — nem zárnak le, hanem a szabályozás mértékének függvényében a sűrítési ütem egy részében még nyitott állapotban vannak, így a gázok egy része visszakerül a szívóüregbe.

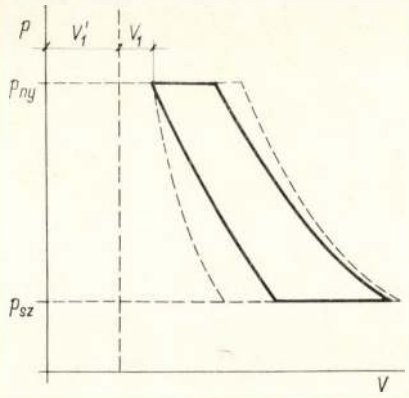
A szelepkitámasztást végző rendszerek hidraulikus, elektromágneses, ill. pneumatikus megoldásúak. A szelepek kitámasztásával történő szabályozás mértékének a gázok hőmérséklete szab határt, amely nem lépheti túl az előbbiekben ismertetett felső határértéket.

Teljesítményszabályozás a káros terek változtatásával

Az elméleti indikátordiagram alakja módosul, ha egy üzemelő kompresszornál a görbe megrajzolásához szükséges méréseket elvégezzük.

Az egyik ilyen módosító tényező a holtpontban levő dugattyú és a hengert lezáró fedél közötti káros tér. Ennek nagyságát a kompresszort gyártó cég határozza meg, figyelembe véve a kompresszor kenését, a dugatytyúrúd hőmérséklet-változásából adódó dilatációját stb.

A káros tér teljesítménycsökkentő hatása tette lehetővé azt a megoldást, hogy a káros tér változtatásával



3. ábra
Pót-károstérrel üzemelő kompresszor indikátordiagramja
V_1 — a káros tér térfogata; V_1' — a pót-károstér térfogata

tulajdonképpen a teljesítmény szabályozása is megoldható. A szabályozhatóság mértékét az üzemi nyomásviszonyok mellett a hengerhez kapcsolható térfogatok nagysága határozza meg. Általában a megoldással együtt alkalmazzák a kitámasztható szívószelepeket is, így a pót-károsterek és a szelepkitámasztások kombinálásával közelítőleg fokozatmentes szabályozási módot kapunk. A *3. ábra* a pót-károstér hatását mutatja az elméleti indikátordiagramon.

Üzemeltetési tapasztalatok, üzemzavarok és azok értékelése

Az alábbi fejezetben néhány olyan üzembe helyezési, illetve üzemeltetési tapasztalatot közlünk, melyek értékelésével hasznosítható tanulságokat lehet levonni mind a további tervezésekre, mind pedig az üzemeltetésekre vonatkozólag.

A külföldi beszerzésű kompresszorok szerelésének, próbaüzemeltetésének irányítását a gyártó művek nagy gyakorlattal rendelkező szerelésvezetői végzik, míg a tényleges szerelési munkálatokat általában valamelyik hazai vállalat szakemberei látják el. Rendkívül kamatozó megoldás az, ha az üzemvitel során szükségszerű revíziókat végző, karbantartó szervezeti egység szakmunkásai is részt vesznek ezekben a munkákban. Kétségtelen, hogy kiválásuk az aktív karbantartási munkákból nem minden esetben problémamentes, azonban számolni kell azzal a ténnyel, hogy az elkövetkezendő javításokhoz már kialakul egy — az adott gép esetében — gyakorlott szakcsoportnak a gerince.

A szerelési munkák alatt módjuk van a munkafázisok speciális fogásait elsajátítani, és elkészíteni azokat az egyedi szerszámokat, berendezéseket, melyek az elkövetkezendő revíziós munkák során a ráfordított idő csökkentésében és a javítási műveletek jobb minőségében térülnek meg. Hasonló jelentőségű a leendő üzemeltető személyzet jelenléte is a szerelési munkák alatt, hiszen ilyenkor van lehetőség a felmerülő hiányosságok észlelésére, és a rendelkezésre álló üzemeltetési tapasztalatok alapján tett javaslatok, ésszerűsítések, módosítások kivitelezésére, továbbá a tényleges üzemviteli ismeretek megszerzésére is. A szerelési munkák alatt jelentkező feladat üzemeltetői szinten a berendezés kezelőszemélyzetének kiképzése is. A gépkezelőknek nemcsak a kompresszorral kapcsolatos közvetlen teendőket kell ismerniük, hanem a kompresszornak a kérdéses üzem technológiájában betöltött szerepét, a technológiai paraméterek változásainak hatását a gép üzemmenetére, valamint a kompresszornál felmerülő üzemzavarok kihatásait és azok elhárításának módjait is.

Az egyik tőkésállamból származó inertgáz-kompresszor szerelésénél előfordult, hogy a külföldi szerelésvezetőt másik szerelésvezető váltotta fel a szerelési munkák során. A szerelés befejezésére, illetve az üzembe helyezésre érkező új szerelésvezető nem kapott pontos információkat az addig végzett munkákról. Az üzemeltetés vagy a karbantartás részéről a szerelési munkáknál senki sem volt jelen. Az üzembe helyezés során derült ki, hogy a szerelés megkezdésekor a hajtómű kenőolaj-vezetékeit a szennyeződések bekerülésének megakadályozása miatt az első vezetőszerelő kívülről nem látható módon lezárta. A kenőolaj nélkül

futó hajtómű jelentős károsodást szenvedett, ami hosszadalmas kiesést jelentett az üzemi próbáknál és a berendezés újbóli üzembe helyezésénél.

A továbbiakban néhány gyakorlatból ismert hibaforrásra szeretnénk a figyelmet ráirányítani.

A már megépített kompresszortelepeknél előfordult, hogy a szívóvezeték-leágazásokat a gyűjtővezetéktől alsó csatlakoztatással és a kompresszor felé lejtősen szerelték fel. Az ilyen megoldás, az utólagosan beépített leürítők ellenére is, magában hordja a folyadékütés veszélyét, mert a levegő hőmérsékletének csökkenésekor a csőrendszerben összegyűlő kondenzátum a kompresszor indításakor könnyen bejuthat a kompresszor hengerébe.

A dugattyús kompresszorokkal szállított gázoknál fontos követelmény, hogy szilárd szennyező anyagokat nem tartalmazhatnak, mivel azok a mozgó alkatrészek közé kerülve a kompresszor meghibásodását okozzák.

A gyártó vállalatok a kompresszorokkal együtt szállított csővezetékeket rendkívül gondosan előkészítve, savazva, a hegesztési varratokat kiköszörülve szállítják le. A csatlakozó technológiai vezetékeknél ilyen nagy fokú tisztítás eleve kizárt. A lehetőségek csak levegős, inert gázos kifúvatást és vizes mosatást tesznek lehetővé, melyek a vezeték hegesztése, szerelése következtében bejutó szennyeződéseknek csak egy részét képesek eltávolítani. A tisztításokat a vezetékek készre szerelése és a technológiai rendszer zárttá tétele után lehet elvégezni. A kompresszor védelme érdekében azonban egy provizórikus szűrőt is be kell építeni. A beépítés helyének megválasztásánál figyelembe kell venni az üzembe helyezési idő alatt gyakran jelentkező tisztítási és szerelési igényt, valamint azt, hogy a szűrőtől a kompresszorig terjedő szakaszt a gyárilag szállított vezetékekhez hasonlóan kell kitisztítani.

A csővezetékeknél előforduló hibák közül a leggyakrabban ismétlődő, hogy a vezetékek nyomvonalának kialakítása, megfogása, alátámasztása sok esetben nem különbözik egy átlagos körforgó szivattyú esetén alkalmazott megoldástól. A vezetékbe épített kis görbületi sugarú ívek, hegesztett T idomok, a csővezetéki rezgéseket csökkentő szívó- és nyomóoldali tartályok hiánya az eddigi üzembe helyezések során a legtöbb esetben olyan nagy fokú vezetékrezgéseket okozott, hogy a további biztonságos üzemvitel érdekében nem egy esetben a próbaüzemet meg kellett szakítani, s a csőmegfogások megerősítésével, illetve acél tartószerkezet kiépítésével a rezgéseket elfogadhatóbb értékre csökkenteni.

Ezek a pótlólagos megoldások sem minden esetben vezettek kielégítő eredményre. Az oldószeres paraffinmentesítő üzem hűtőkompresszorainál például a próbaüzemet félbe kellett szakítani, mivel az üzembe helyezés során a vezetékek, s egyben a terhelt állapotban üzemelő kompresszorok rezgése igen jelentős mértékű volt. A csőmegfogások megerősítésével és a nyomóvezetékbe épített rezgéscsillapító tartállyal a rezgések nagymértékben csökkentek, de az időközben szerzett üzemeltetési tapasztalat azt mutatja, hogy a kompresszoroknál a rezgések idő előtti és nagymértékű hengerkopásokat okoztak, amelyeknek a javítása rendkívül költséges és munkaigényes.

A következőkben ismertetünk néhány, az üzemeltetés során előfordult olyan üzemzavart, amelyek gondosabb ellenőrzés esetén elkerülhetők lettek volna.

Az üzemzavarok közül első helyen azokat a meghibásodásokat kell említeni, amelyek folyadékütésre vezethetők vissza. Ha figyelembe vesszük, hogy ezen üzemzavarok jórészt október—novemberben fordultak elő, máris levonható egy-két következtetés.

A környező levegő hőmérsékletének csökkenése következtében a szívóvezetéknek a cseppfogó tartálytól a kompresszorokig terjedő szakaszán végbemenő kondenzáció során lecsapódott folyadék bejuthat a hengerbe, mert ezeken a szakaszokon már nincsenek kialakítva olyan gyűjtőhelyek, amelyek az így keletkező nagyobb mennyiségű folyadék felfogására és leürítésére alkalmasak. A gépkezelők ellenőrző tevékenysége a hidegebb időjárás következtében nyilvánvalóan csökken. Ilyen esetekben előre fel kell hívni az üzemeltetők figyelmét az időjárás-változás okozta veszélyforrásokra.

A gázolaj-kénmentesítő üzem HALBERG gyártmányú kompresszoránál okozott a szívóvezetékben keletkező kondenzátum folyadékütést. Az összenyomhatatlan folyadék bekerülése a hengerfedél és a dugattyú közé ütésszerűen lefékezte a kompresszort, mire a lendkerék öntöttvas küllői eltörtek, és csak a véletlenen múlott, hogy az öntöttvas lendkerékkoszorú komolyabb meghibásodást nem okozott a közelben levő más technológiai berendezéseken. Az említetteken kívül eltört a dugattyúrúd, a hajtókar, és a kompresszor forgattyúsháza is megsérült.

Hasonló jellegű meghibásodást okozott egy propángázt cirkuláltató kompresszor második fokozati dugattyúrúdjának fáradt törése is. Az üzemelő kompresszornál előállott törés következtében a letört dugattyúdarab átütötte a henger fedelét, majd nekiütközött egy vasbeton oszlopnak, melyből egy jelentős darabot kitört. A meghibásodás aránylag „szerencsés" kimenetelű volt, hiszen a kompresszor károsodásán kívül nagyobb baj nem történt, de a szabadba áramló nagy mennyiségű éghető gáz miatt a gép leállításáig a még törött dugattyúrúddal és hajtókarral mozgó kompresszor komolyabb balesetet is okozhatott volna.

A törés kifáradásos jellege a törési felületekből egyértelműen megállapítható volt, s szükségessé tette a karbantartási utasítás olyan jellegű kiegészítését, hogy a javítások során a terheléssel fokozottan igénybe vett alkatrészeken olyan jellegű vizsgálatokat is kell végezni, amelyekkel megállapíthatók a már kialakult repedések.

Üzemzavart okoztak több ízben a csővezetékeken keletkező meghibásodások, repedések is, amelyeknek kiváltója a vezetékek erős rezgése volt. Egy propángázokat szállító kompresszor nyomóvezeték-rendszerébe csatlakozó NÁ 50-es vezeték a hegesztési varratnál teljes keresztmetszetében eltörött. A hiba egyik oka a nem megfelelő minőségű hegesztési varrat volt, a másik pedig az, hogy a vezetékdarab a kompresszor üzemelése közben erősen rezgett. Hogy a 23 att-os nyomáson kiáramló propángázok nagyobb kárt nem okoztak, csak az üzemi személyzet gyors és hathatós közbeavatkozásának köszönhető.

A Dunai Kőolajipari Vállalatnál érvényben van egy olyan, belső használatra készített hegesztési előírás, mely a technológiai üzemek csővezetékeire vonatkozik. A hegesztési varratok minőségi besorolásánál a cső-

vezetékben áramló közeg paraméterei — nyomás, hőmérséklet, korrozív hatás — és a cső hegesztési varratának meghibásodása esetén a kijutó közeg által várható baleset-, illetve robbanásveszély a mérvadók. Az előírásban levő besorolási fokozatok a varratokkal szemben támasztott követelmények mértékének növelését jelentik. Az áramló közeg paraméterein kívül a vezeték fokozott mechanikai igénybevétele — rezgése — is indokolttá teheti a hegesztési varratoknak magasabb osztályba való sorolását.

A kompresszorok biztonságos üzemeltetését szolgáló jelző- és reteszelő rendszerek ellenőrzésének elhanyagolása is vezethet üzemzavarhoz. Nem elegendő ezeknél az egyes részegységek külön-külön elvégzett mérőpadi ellenőrzése, visszaszerelésük után meg kell győződni az egységes összehangolt működésről is. Ha például egy kompresszortelepnek a szívóvezetékében olyan cseppfogó tartálya van, melynél egy meghatározott folyadékszint jelzést működtet, és a további folyadékszint-növekedés a gépek leállításához vezet, akkor a kompresszor üresjárati üzemeltetése mellett valamilyen módon szimulálni kell az üzemzavart, figyelemmel kísérve, hogy a meghatározott értéknél a jelzés, illetve a leállítás bekövetkezik-e. A kompresszor javítás utáni üzembe helyezése előtt minden esetben ellenőrizni kell a jelző- és reteszelő rendszerek előírásszerű működését. Még így is előfordult, hogy huzamosabb üzemelés közben a reteszelőberendezés nem működött.

A reformáló I. üzem cirkulációs kompresszoránál és az oldószeres paraffinmentesítő üzem hűtőkompresszoránál is előfordult, hogy az olajozószivattyú tengelye eltörött. Az olajnyomás csökkenése a reteszelő rendszert egyik esetben sem működtette, s a kenés nélkül tovább üzemelő gépeknél ez nagymértékű meghibásodásokat okozott.

Végezetül a kompresszorok kezelőszemélyzetének oktatásához szeretnénk néhány megjegyzést fűzni. Csak a megfelelő elméleti és gyakorlati képzés biztosíthatja az üzemzavaroknál végzett eredményes és gyors közbeavatkozást. Felbecsülhetetlen károkat okozhat viszont az ellenkezője, ha képzetlen vagy gyakorlatlan személyzet látja el a gépek ellenőrzését, üzemeltetését. A jelenlegi hivatalos kompresszorkezelői képzés nagyon átfogó és általános elméleti alapot ad. A tanfolyam elvégzése lehetőséget nyújt ugyan sűrített levegőt előállító kompresszoroktól a bonyolult turbókompresszorokig minden típusú berendezés kezelésére, de a gyakorlatlan — bár megfelelő vizsgával rendelkező — kezelőket csak abban az esetben szabad önálló munkavégzéssel megbízni, ha a berendezés kezelésében már gyakorlott személyek mellett a helyi adottságoknak megfelelő ismeretekre tesznek szert, melyekről számonkéréssel kell meggyőződni. A már gyakorlott kezelők esetében is hasznos, ha időnként a berendezésre vonatkozó kezelési és biztonságtechnikai előírások ismeretét beszámoltatás jelleggel ellenőrzik.

Telepítési problémák

A kompresszorok ideális technológiai körülményeinek megteremtése a zárt épületbe való telepítés. Így lenne biztosítható ugyanis a kompresszorok, illetve a kompresszorokat hajtó villamos motorok és egyéb berendezések minden pillanatban indulásra kész állapota. A hazai időjárási viszonyok mellett nem zárt és nem fűtött épületben számolni kell ugyanis olyan hőfokcsökkenésekkel, illetve páralecsapódásokkal, amelyek következtében a tartalékban álló gépek kenési rendszereinek bedermedése, illetve a villamos berendezések páralecsapódás következtében előálló zárlatai léphetnek fel. A kompresszorok kenőolajtartályai általában fűthető kivitelben készülnek, de hideg időben mégis gondot okozhat a kompresszor forgatytyúsházában levő olaj melegen tartása. A villamos berendezések, főleg az 1 MW feletti teljesítményű motorok, páralecsapódás-gátló villamos fűtéssel vannak ellátva. Ezek üzemeltetése azonban — mint később látni fogjuk — a robbanásveszélyes környezet miatt problematikus.

Mindezeket a gondokat megoldaná a zárt és fűthető épületbe való telepítés. A kompresszorok és csővezetékeik tökéletes tömítettsége azonban nem garantálható. Így zárt tér esetén a szivárgó gázok miatt tűz- és robbanásveszélyes koncentrációjú gáz—levegő keverék keletkezhet.

Ennek figyelembevételével készült az MSZ 1600 szabvány, amely zárt épületek esetén az *A 1* villamos veszélyességi besorolást írja elő. Ennek megfelelő villamos berendezések beszerelése sokszor lehetetlen. Ez főleg a világítóberendezésekre vonatkozik. A világítótestek külső felületi hőmérsékletének mintegy 40—140 C°-kal alacsonyabbnak kell lennie az esetleg kiáramló szénhidrogének gyulladási hőmérsékleténél. Ennek következtében a robbanásbiztos burában a darupálya felett magasan elhelyezett világítótestek teljesítménye csak olyan alacsonyra választható, amely a kompresszor és környezetének, műszereinek kielégítő megvilágításához nem elég. Félig nyitott szín esetén pedig az előbb említett szabvány figyelembe veszi a környező levegő robbanásveszélyes koncentrációt gátló hatását, és *A 2*-es besorolást tesz lehetővé, amelynek szerelési előírásai már betarthatók.

A fenti okok miatt ki lehet jelenteni, hogy hazai viszonyaink nem teszik lehetővé a robbanásveszélyes közegeket szállító kompresszorok zárt épületbe való telepítését. Így a kőolajipari kompresszorok úgynevezett félig nyitott kivitelben készült épületszerkezetekben üzemelnek. (Jelenleg üzemelnek még zárt épületben is kőolajipari kompresszorok, de az újabb üzemekben ezt a telepítési változatot az előírások nem teszik lehetővé.)

A nagyobb gépeket hajtó — 0,5—1 MW teljesítményű és beszerezhető — elektromotorok általában nem robbanásbiztosak. A gyakorlat szerint ezeket a motorokat levegőtúlnyomás alá helyezhető köpennyel látják el. A robbanásmentes külső térből beszívott levegő természetesen — 100 m³/h nagyságrendű mennyiségénél fogva — nem fűthető téli időszakokban olyan hőmérsékletűre, amilyen a páralecsapódásokat a motor tekercsein megakadályozhatná. A fenti teljesítményű motorokat sokszor úgynevezett horonyfűtéssel látják el, amely a motor leállításával automatikusan üzembe lép, és a páralecsapódást van hivatva meggátolni. Kérdéses, hogy a néhány 100 W teljesítményű horonyfűtés képes-e olyan hőmérsékleten tartani a tekercseket, amelyen a páralecsapódás hatásosan meggátolható.

Az épület kialakítása

Mint az előbbiekben is említettük, a kompresszorokat nyitott épületben célszerű elhelyezni. Az épület általában vasbeton vázszerkezeten elhelyezett tetőből álló és három oldalról védőfalakkal körülvett szerkezet. A védőfalak célszerűen hengerelt alumínium lemezekből készülhetnek olyan elrendezéssel, hogy a légjárást ne gátolják, de a csapdékbejutást megakadályozzák. A védőfalak elhelyezését részben a kompresszorszín üzemhez képest elfoglalt telepítésének, részben az uralkodó széliránynak figyelembevételével alakítják ki. Szükséges, hogy a szín nyitott része az üzem felé nézzen a csővezetéki kapcsolatok könnyebb megteremtése és a rálátás érdekében.

Az épület magasságának, illetve a darupálya elhelyezésének megállapításakor ügyelni kell arra, hogy a kompresszor berendezéseinek beszállítása, illetve karbantartásra történő kiszállítása lehetséges legyen. Ezt célszerű a darupálya épületen kívüli meghosszabbításával elérni, amikor a kompresszort vagy villanymotort szállító trélerről a futómacska alá beállva a berendezések a kompresszorszín darujával leemelhetők, és a helyükre tehetők. Nagyobb kompresszorszíneknél egyenértékű megoldásként alkalmazzák a szín közepén létrehozott trélerbehajtót, ahonnan a gépek beépítési helyükre szállíthatók.

A daru teherbírásának megállapításához a legnehezebb, egy darabban beszállítandó géprész súlyát kell figyelembe venni. Ennek az adatnak a szolgáltatása a kompresszort szállító cég feladata. A kompresszorszín belső magasságának megállapításakor figyelembe kell még azt is venni, hogy a sokszor jelenlevő hidrogén és metán sűrűségénél fogva felfelé, a nehezebb szénhidrogének pedig a talajszint felé áramlanak. Ezért a tetőn és a talajszint közelében szellőzőnyílások létesítése kívánatos.

Kezelés, szerelés és balesetvédelem

A technológiai kompresszorok elhelyezését, illetve az egyes egységek közötti távolságokat úgy kell megszabni, hogy az egységek kezelése, a javításra leállt gép szétszedése és elszállítása megtörténhessék anélkül, hogy az üzemet zavarná. A kiszerelt fődarabok daruval való elszállítását lehetőség szerint úgy kell megoldani, hogy azok ne üzemelő gépek és csővezetékek fölött haladjanak el. Tekintettel kell lenni azonkívül még arra is, hogy a nagyméretű berendezések ne töltsék ki túlságosan a kompresszorszín alapterületét, mert a túlzsúfolt és zajos épület a kezelőszemélyzetben sokszor félelemérzetet ébreszt. Gondolni kell tehát arra is, hogy a gép körüljárásához minden oldalról, csővezetékektől és szerelvényektől, kábelektől nem akadályozott járdák álljanak rendelkezésre. Arra is figyelmet kell fordítani, hogy minden kezelési hely két irányban legyen elhagyható, számítva arra, hogy egy esetleges tűz az egyetlen kijáratot elzárja.

Hazai viszonyok között napjainkig is megoldatlan kérdés a kompresszorszínek daruzásának gépesítése. Jelenleg ugyanis nem gyártanak az *A 2*-es kategóriának megfelelő robbanásbiztos darumotorokat, és így a daru kezelése kézi láncok segítségével történik. Történtek ugyan kísérletek légturbinás motorok alkalmazására is, de nem tudták megszüntetni a légturbina sivító hangját, amely nagy távolságokra elhallatszik. Ennél nagyobb zavart okoz, hogy a légturbina hangja egy kőolaj-feldolgozó üzemben a tűzoltóautó szirénáját idézi, és ezzel kedvezőtlen hangulatot okozhat.

További problémákat jelent a légturbinát működtető levegő odavezetése, ami különösen hosszú pályájú daruk esetében bonyolult. A megoldás lényegében nyomásálló tokozású villamos motorok alkalmazása lenne, amelyek a hazai viszonyok között előállítva gazdaságtalanok, ezért importból történő beszerzésük indokolt. (A motor egyébként az egész daruszerkezet árának 1—2%-a.)

A dugattyús kompresszoroknak általában több száz kg tömegű lendkerekük van. Abban az esetben, ha a tervezőnek lehetősége van, célszerű ügyelni arra, hogy az esetleg elszabaduló lendkerék (tengely- vagy csapágytörés következtében) ne a nagy nyomáson és magas hőfokon üzemelő technológiai berendezések felé haladhasson, hanem lehetőleg egy semleges terület felé. A lendkerék ugyanis — mozgási energiája következtében — jelentős rombolásokat okozhat, és ez a rombolás a technológiai berendezések esetében az üzem teljes megsemmisüléséhez vezethet robbanás és tűz következtében.

A technológiai célokat szolgáló kompresszorok szállított közegre vonatkozó paraméterei műszerekkel távadva, az üzem műszertermében láthatók. Miután a kompresszorok által keltett rezgések miatt a kompresszorszínt nem lehet a műszerterem közelébe telepíteni, a színek általában külön tűzszakaszba és ennek megfelelően 20 m-nél nagyobb távolságra vannak elhelyezve. Azonkívül a kompresszor saját műszerezése is a színben, a kompresszor közelébe van telepítve.

A fentiek miatt a kompresszorszín tartós felügyeletét nem lehet elkerülni. Erre az esetre számítva a kompresszorszínben zaj ellen szigetelt, jól fűtött és világított tartózkodó helyiséget kell építeni. Szükséges azonkívül egy kisebb műhely és raktár azon alkatrészek, speciális szerelési eszközök, szikramentes szerszámok stb. tárolására, melyek segítségével az üzem lakatosa kisebb javításokat, alkatrészcseréket el tud végezni anélkül, hogy a finomító központi javító szervezetét igénybe venné.

A kompresszorok üzeméhez nélkülözhetetlen kenőolaj beszállításáról, lefejtéséről, a hordók tárolásáról szintén gondoskodni kell. E célra egy jól fűtött, 15—20 négyzetméternyi raktárhelyiség szükséges. A kompresszorszíneket el kell látni robbanásbiztos telefonnal és órával, amik a hírközlés, naplóvezetés munkáját segítik elő.

Szükségesnek tartjuk, hogy az energiaellátó rendszerekben olyan mértékű tartalék legyen, ami lehetővé teszi leállítandó, illetve indítandó kompresszorok üzeméhez a szükséges villamos energia, hűtővíz, egyéb segédenergiák egyidejű biztosítását.

Nagyon fontos a vészvilágítás kérdése! A világítótesteket alkalmas elosztásban úgy kell bekötni, hogy kb. 25%-uk külön áramforrásból (pl. nem az üzemet kiszolgáló transzformátorról) legyen ellátva. Így áramkimaradás esetén a szükséges tevékenység ellátásához is biztosítva van a minimális világítás.

Végezetül hangsúlyozzuk a telepített, illetve hordozható gázkoncentráció-mérő műszerek hasznosságát, amelyek szabvány szerinti, jól megválasztott elhelyezése a biztonságos üzemmenetet elősegíti. A hordozható műszereket főleg üzem alatti karbantartó munkákhoz célszerű alkalmazni a robbanásveszélyes koncentráció kialakulásának figyelésére.

Rugalmas ágyazaton nyugvó tartály szilárdsági számítása

SZABÓ JÓZSEF—
SZABÓ TIBOR

A tanulmányban ismertetett szilárdsági számítás lehetővé teszi, hogy a rugalmas ágyazaton nyugvó, hidrosztatikai nyomással terhelt, föld feletti, álló hengeres tárolótartályok terhelései pontosabban legyenek meghatározhatók. Ezzel a berendezés biztonsága fokozható, és a korábbi számítási eljárásból adódó túlméretezések elkerülhetők.

Bevezetés

Az ásványolajipar, a vegyipar és a folyékony halmazállapotú energiahordozókat hasznosító erőműtelepek nagyméretű álló hengeres tartályokat üzemeltetnek.

Tekintettel arra, hogy ezekben a tárolótartályokban többnyire nagy mennyiségű tűz- és robbanásveszélyes anyagokat tárolnak, fokozottabb biztonsági követelményeknek kell megfelelniük, korszerű, megbízható konstrukciót igényelnek. A legkörültekintőbben kell eljárni a tervezés, a gyártás, a műszaki átvétel és az üzemeltetés során, mert a nem megfelelő, felületes munka súlyos emberi és anyagi veszteséget okozhat.

Méretezés

A tartályköpeny méretezése

A hidrosztatikai nyomással terhelt körhengerhéj falvastagságának meghatározása — amennyiben a membránfeszültségi állapot fennáll — a tartályegyenletből levezetett kazánformulával történik. Ez az összefüggés az álló hengeres tárolótartályok falvastagságának meghatározására is alkalmazható, azonban a fenék és a köpeny, illetve a fedél és a köpeny (csak a merev tetős tartályoknál) csatlakozásánál kell a héj vastagságát a járulékos erők és nyomatékok által okozott feszültségekre ellenőrizni. A palástlemez falvastagságának meghatározására álló hengeres folyadéktároló tartályoknál a kazánformula helyett célszerűbb és megfelelő a következő összefüggés használata [4]:

$$s_0 = \frac{50(h-0{,}3)D}{\sigma_m v},$$

ahol

s_0 a körhengerhéj pótlékolás nélküli falvastagsága, mm;
h a tárolandó folyadék maximális szintmagassága a tartályban, m;
D a tartálypalást belső átmérője, m;
σ_m a tartálypalást anyagában megengedhető maximális feszültség, kp/cm²;

$$\sigma_m = \frac{\sigma_F}{z_1}\eta;$$

σ_F az alkalmazott szerkezeti anyag folyáshatára, kp/cm²;
z_1 biztonsági tényező ($z_1=1{,}5$; MSZ 13 822);
η járulékos biztonsági tényező ($\eta=0{,}85$; MSZ 13 822);
v a tartálypalást alkotó menti varratának jóságfoka.

Ez az összefüggés azoknak a tartályoknak a számításához alkalmazható, melyekben a tárolt anyag fajsúlya $\gamma \leqq 10^{-3}$ kp/cm³ (pl.: kőolajtermékeknél). Itt ugyanis a vízzel való feltöltés a próbanyomás — mint legnagyobb nyomás —, amelyre általában a méretezés elvégezhető.

A tartálypalást és a fenéklemez merev kapcsolatánál nem áll fenn a membránfeszültségi állapot (görbületisugár-változás, héjvastagság-változás), ezért járulékos nyomatékok és erők lépnek fel a héjban, illetve a lemezben, amelyekre a szilárdsági ellenőrzést el kell végezni.

A szakirodalom többnyire csak a hengerpalástot vizsgálja mint alsó pereme mentén befogott körhengerhéjat, és erre a terhelési esetre adja meg a héjban ébredő maximális nyomatékokat és a nyíróerőt, amelyek a következők:

$$M_{max} = \frac{\gamma}{2\beta^2}\left(h-\frac{1}{\beta}\right) \quad \text{cmkp/cm},$$

$$Q_{max} = \frac{\gamma}{2\beta^2}(2\beta h-1) \quad \text{kp/cm},$$

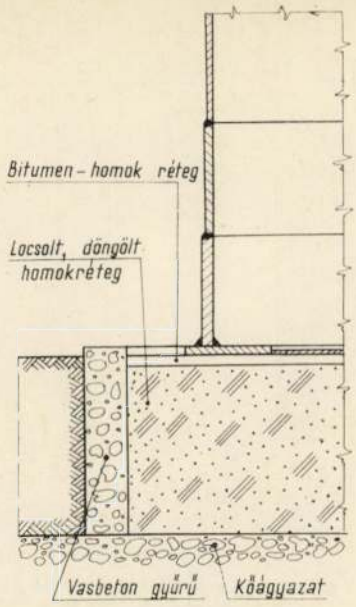
ahol

γ a tárolandó folyadék sűrűsége, kp/cm³;
β az úgynevezett héjállandó,

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{R^2 s_2^2}} \quad \text{cm}^{-1};$$

μ a Poisson-féle szám;
R a hengerpalást középfelületének sugara, cm;
s_2 a hengerpalást pótlékolás nélküli héjvastagsága, cm.

Ennek a két összefüggésnek az alkalmazása az álló hengeres tárolótartályok méretezésekor nem ad helyes eredményt. Ezek a tartályok — nagy méreteikre való tekintettel — szabadba telepített lemezhéjszerkezetek, amelyeket rugalmas ágyazatra építenek fel *(1. ábra)*. Ebből következik, hogy a fenéklemez és a körhengerhéj méretezésekor figyelembe kell venni azt, hogy rugalmas alapon nyugszik a tartály, tehát a körhengerhéj nincs befogva, és azt, hogy a fenéklemez nem merev test, hanem rugalmas síklemez.



1. ábra
Rugalmas ágyazatra épített tárolótartály

A fenéklemez vizsgálata

A rugalmasan ágyazott, állandó vastagságú, egyenletesen megoszló terhelés hatása alatt álló körlemezre a lemezelméletből ismert

$$\nabla^2\nabla^2 w_1 = \frac{p_0 - k w_1}{D_1} \qquad (1)$$

differenciálegyenlet írható fel, ahol

w_1 a körlemez középfelületén levő pont függőleges elmozdulása (függő változó), cm (az 1-es index a körlemezre, fenéklemezre utal);

$\nabla^2 = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr}$ a Laplace-féle differenciáloperátor;

r a fenéklemez tengelytől mért sugara, cm (független változó);
k az ágyazási együttható, kp/cm³;
D_1 a fenéklemez hajlítási merevsége,

$$D_1 = \frac{E s_1^3}{12(1-\mu^2)} \qquad \text{cm} \cdot \text{kp};$$

E a fenéklemez szerkezeti anyagának rugalmassági modulusa, kp/cm² (acéloknál $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ kp/cm²);
s_1 a fenéklemez pótlékolás nélküli vastagsága, cm;
μ a Poisson-féle szám (acélokra $\mu = 0{,}3$);
p_0 a fenéklemezre ható hidrosztatikai nyomás,

$$p_0 = H\gamma \qquad \text{kp/cm}^2;$$

H a folyadék magassága a tartályban, cm;
γ a folyadék sűrűsége, kp/cm³.

Az (1) differenciálegyenlet általános megoldására viszonylag egyszerű összefüggés írható, mert

a) a forgásszimmetrikus terhelés miatt:

$$\left(\frac{dw_1}{dr}\right)_{r=0} = 0;$$

b) a fenéklemezre nem hat koncentrált erő:

$$F_0 = 0.$$

A deformációt leíró egyenlet a következő [2]:

$$w_1 = \frac{p_0}{k} + C_1 \operatorname{ber} x + C_2 \operatorname{bei} x, \qquad (2)$$

ahol

$$\operatorname{ber} x = 1 - \frac{x^4}{2^4(2!)^2} + \frac{x^8}{2^8(4!)^2} - \frac{x^{12}}{2^{12}(6!)^2} + - \dots \qquad (2a)$$

$$\operatorname{bei} x = \frac{x^2}{2^2(1!)^2} - \frac{x^6}{2^6(3!)^2} + \frac{x^{10}}{2^{10}(5!)^2} - + \dots \qquad (2b)$$

az úgynevezett Thomson-féle függvények (az irodalomban helyenként Kelvin-függvénynek is nevezik).

Az (1) jelű differenciálegyenlet megoldása az x segédváltozó és az l állandó bevezetésével történt:

$$x = \frac{r}{l};$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{D_1}{k}}, \quad \text{cm (állandó)};$$

C_1 és C_2 integrálási állandók, cm.

A (2) egyenletben két ismeretlen szerepel: C_1 és C_2. Ezek a fenéklemez és a hengerhéj kapcsolatából származó peremfeltételek segítségével határozhatók meg. A számításokhoz a későbbiekben szükséges ber$x$ és bei$x$ függvények x szerinti deriváltjai az alábbiak:

$$\operatorname{ber}' x = -\frac{x^3}{2^3(1!)(2!)} + \frac{x^7}{2^7(3!)(4!)} - \frac{x^9}{2^{11}(5!)(6!)} + - \dots$$

$$\operatorname{ber}'' x = -\operatorname{bei} x - x^{-1} \operatorname{ber}' x$$

$$\operatorname{bei}' x = \frac{x}{2(0!)(1!)} - \frac{x^5}{2^5(2!)(3!)} + \frac{x^9}{2^9(4!)(5!)} - + \dots$$

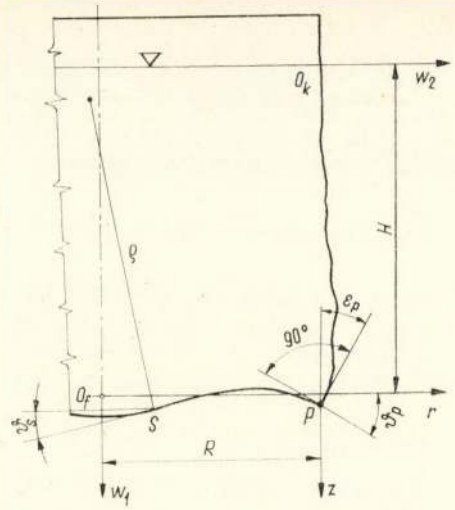
$$\operatorname{bei}'' x = \operatorname{ber} x - x^{-1} \operatorname{bei}' x.$$

A fenéklemez tetszőleges S pontjában az érintősík a vízszintes síkkal ϑ_s szöget zár be *(2. ábra)*. Tekintettel arra, hogy a ϑ_s kicsiny szög, jó közelítéssel írható:

$$+\vartheta_s = -\frac{dw_1}{dr} = w_1'.$$

A fenéklemez g görbülete a tengelyen átfektetett síkban:

$$g = \frac{1}{\varrho} = \frac{w''}{(1 + w'^2)^{3/2}}.$$



2. ábra
A fenéklemez és a hengerhéj deformációja

Az összefüggés nevezője, w' kis értéke miatt közel 1-nek vehető, ezért

$$g = \frac{1}{\varrho} = \frac{d^2 w_1}{dr^2},$$

ahol

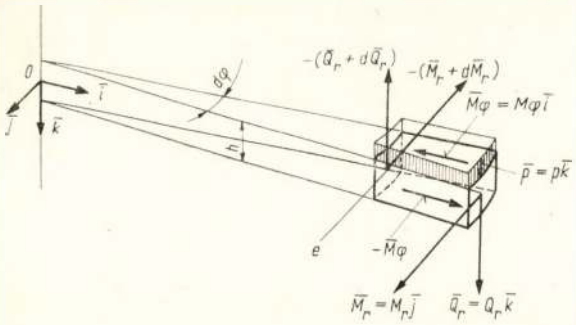
ϱ a fenéklemez görbületi sugara cm-ben.

A lemezelmélet egyenleteivel a fenéklemezben ébredő radiális és gyűrűirányú hajlítónyomatékok a következők:

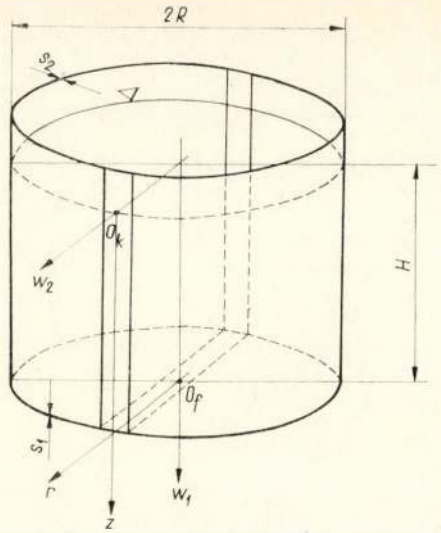
$$M_r = D_1\left(\frac{1}{\varrho} + \frac{\mu}{r}\vartheta\right) = -D_1\left(\frac{d^2 w_1}{dr^2} + \frac{\mu}{r}\frac{dw_1}{dr}\right), \quad (3)$$

$$M_\varphi = D_1\left(\frac{\vartheta}{r} - \frac{\mu}{\varrho}\right) = -D_1\left(\frac{1}{r}\frac{dw_1}{dr} + \mu\frac{d^2 w_1}{dr^2}\right). \quad (4)$$

A *3. ábrán* a fenéklemezből kivágott elemi lemezdarab látható, melynek egyensúlyi állapotát a felírt hajlítónyomaték és a nyíróerővektorok határozzák meg. Az e tengelyre felírt nyomatéki egyenletből a másodrendűen kicsiny mennyiségeket elhanyagolva meghatározható a radiális irányú nyíróerő (a tengelyszimmetrikus terhelés miatt a gyűrűirányú nyomatéknak növekménye nincsen, ezért gyűrűirányú nyíróerő nem ébred a lemezben):



3. ábra
A fenéklemez egyensúlyi állapota egy elemi lemezdarabra vonatkoztatva



4. ábra
A hengerhéj jellemző geometriai méretei a koordináta-rendszerben

$$Q_r = \frac{1}{r}(M_r - M_\varphi) + \frac{dM_r}{dr}, \quad \text{illetve} \quad (5)$$

$$D_1\frac{d}{dr}\left(\frac{d^2 w_1}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dw_1}{dr}\right) + D_1\frac{d}{dr}\left(\frac{d^2 w_1}{dr^2} + \frac{\mu}{r}\frac{dw_1}{dr}\right) = Q_r.$$

A hengerpalást vizsgálata

A függőleges tengelyű, hidrosztatikus nyomással terhelt hengerpalástra mint tengelyszimmetrikus körhengerhéjra a hajlításelméletből ismert differenciálegyenlet írható fel *(4. ábra)*:

$$\frac{d^4 w_2}{dz^4} + \alpha w_2 = \alpha\frac{\gamma r^2}{E s_2} z, \quad (6)$$

ahol

w_2 a hengerpalást középfelületén levő pont elmozdulása (függő változó), cm (a 2-es index a hengerpalástra utal);

z a folyadékszint magassága a fenéklemeztől (független változó), cm;

$\alpha = \dfrac{12(1-\mu^2)}{r^2 s_2^2}$ cm^{-4}, konstans;

s_2 a hengerpalást pótlékolás nélküli héjvastagsága, cm;

r a hengerpalást középfelületének sugara, cm;

$\beta = \sqrt[4]{\dfrac{\alpha}{4}}$ cm^{-1}, az úgynevezett héjállandó.

A (6) jelű, negyedrendű inhomogén differenciálegyenlet általános megoldása a következő:

$$w_2' = \frac{\gamma r^2}{E s_2} z + C_1^h \cos\beta z \operatorname{ch}\beta z + C_2^h \sin\beta z \operatorname{sh}\beta z +$$

$$+ C_3 \sin\beta z \operatorname{ch}\beta z + C_4 \cos\beta z \operatorname{sh}\beta z. \quad (6a)$$

Az általános megoldásból kapjuk a peremfeltételek figyelembevételével a körhengerhéj deformációs egyenletét [7].

Az első peremfeltételből ($z=0$; $w_2=0$), $C_1=0$.

Mivel a tartály felső pereménél a nyomaték zérus, a nyomatékra írható

$$M = \frac{Es_2^3}{12(1-\mu^2)} \frac{d^2 w_2}{dz^2} = D_2 \frac{d^2 w_2}{dz^2}$$

egyenletből adódik a második peremfeltétel ($z=0$; $w_2''=0$), ahol

$$\frac{Es_2^3}{12(1-\mu^2)} = D_2$$

(D_2= a hengerhéj hajlításmerevsége, cmkp);

$$w_2''=2\beta^2 \cdot$$

$$\cdot (C_2 \cos \beta z \operatorname{ch} \beta z + C_3 \cos \beta z \operatorname{sh} \beta z - C_4 \sin \beta z \operatorname{ch} \beta z),$$

amelyből $C_2=0$.

A peremfeltételből adódóan

$$M = \frac{Es_2^3}{12(1-\mu^2)} \frac{d^2 w_2}{dz^2} = 0,$$

így

$$\frac{d^2 w_2}{dz^2} = 0, \text{ és a deformációs egyenlet}$$

$$w_2 = \frac{\gamma r^2}{Es_2} z + C_3 \sin \beta z \operatorname{ch} \beta z + C_4 \cos \beta z \operatorname{sh} \beta z, \qquad (7)$$

ahol

C_3 és C_4 integrálási állandók, cm.

Az integrálási állandók meghatározása

A C_1, C_2, C_3 és C_4 integrálási állandók meghatározásához négy, egymástól független egyenlet felírása szükséges.

Az *első egyenlet* a hengerpalást és a fenéklemez kapcsolatánál érvényes, a $z=H$ helyen (H a folyadékszint távolsága a fenéklemeztől) a hengerpalást deformációja — igen jó közelítéssel — zérussal egyenlő, mivel a sík lemez radiális irányú méretváltozása a körhengerhéj alakváltozásához képest elhanyagolható, $w_2=0$. A peremfeltételek (7) egyenletbe történő behelyettesítése után adódik

$$\frac{\gamma r^2}{Es_2} H + C_3 \sin \beta H \operatorname{ch} \beta H + C_4 \cos \beta H \operatorname{sh} \beta H = 0. \qquad (8)$$

A hengerpalást és a fenéklemez kapcsolatánál az M_r hajlítónyomatékok egyenlőségéből írható fel a *második egyenlet:*

$$(M_r)_{r=R}^{\text{fenék}} = (M_r)_{z=H}^{\text{palást}},$$

így

$$-D_1 \left(\frac{d^2 w_1}{dr^2} + \frac{\mu}{r} \frac{dw_1}{dr} \right)_{r=R} = \frac{Es_2^3}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{d^2 w_2}{dz^2} \right)_{z=H}. \qquad (9)$$

Ez az egyenlet a fenéklemez és a hengerhéj csatlakozásának merevségéből adódik, ugyanis a P pontnál a derékszög nem változik.

A *2. ábra* jelölései alapján a *harmadik egyenlet:*

$$\vartheta_P = \varepsilon_P, \quad \text{így}$$

$$\left(-\frac{dw_1}{dr} \right)_{r=R} = \left(-\frac{dw_2}{dz} \right)_{z=H}. \qquad (10)$$

Az integrálási állandók meghatározásához szükséges *negyedik egyenlet* a tengelyirányú egyensúlyi egyenlet felírásából határozható meg a lemez pereménél, mely szerint ezen a helyen a tengelyirányú nyíróerő a lemezen jó közelítéssel

$$(Q_r)_{r=R} = 0,$$

$$(Q_r)_{r=R} = \frac{K}{b^3} (C_1 \operatorname{bei}'\alpha - C_2 \operatorname{ber}'\alpha) = 0;$$

ebből

$$C_1 \operatorname{bei}'\alpha - C_2 \operatorname{ber}'\alpha = 0. \qquad (11)$$

Számpélda a körhengerhéj és a fenéklemez csatlakozásánál ébredő járulékos nyomaték meghatározására

Az ismertetett eljárás szemléltetésére egy 5000 m³-es tárolótartály szilárdsági számítása szolgál (elektronikus számítógéppel meghatározott értékek).

Kiinduló adatok:

$V=5000$ m³; $D=2288$ cm; $H=1170$ cm; $v=0{,}8$; $R=1144$ cm; $E=2{,}1 \cdot 10^6$ kp/cm²; $s_1=0{,}8$ cm; $s_2=1$ cm; $k=5$ kp/cm³; $\gamma=0{,}9 \cdot 10^{-3}$ kp/cm³; $\mu=0{,}3$.

$$\begin{aligned}
l &= 1{,}184\,606\,614 \cdot 10 \text{ cm} \\
x &= 9{,}657\,214\,357 \cdot 10 \\
\operatorname{ber} x &= 6{,}127\,574\,272 \cdot 10^{29} \\
\operatorname{bei} x &= 4{,}946\,979\,711 \cdot 10^{29} \\
\operatorname{ber}' x &= 1{,}669\,213\,560 \cdot 10^{28} \\
\operatorname{bei}' x &= -7{,}767\,203\,787 \cdot 10^{27} \\
\beta &= 3{,}800\,385\,474 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^{-1} \\
\beta H &= 4{,}446\,451\,005 \cdot 10 \text{ rad} \\
\sin \beta H &= 4{,}637\,408\,689 \cdot 10^{-1} \\
\cos \beta H &= 8{,}859\,708\,834 \cdot 10^{-1} \\
e^{\beta H} &= 2{,}044\,990\,784 \cdot 10^{19} \\
e^{-\beta H} &= 4{,}889\,997\,587 \cdot 10^{-20} \\
\operatorname{sh} \beta H &= 1{,}022\,495\,392 \cdot 10^{19} \\
\operatorname{ch} \beta H &= 1{,}022\,495\,392 \cdot 10^{19}.
\end{aligned}$$

A terhelés hatására a fenéklemezben ébredő nyomaték a (12), a hengerhéjban ébredő pedig a (13) egyenlet segítségével határozható meg:

$$M_1 = \frac{1}{l^2} \frac{Es_1^3}{12(1-\mu^2)} \left[C_1 \left(\operatorname{bei}' \varphi + \frac{1-\mu}{\varphi} \operatorname{ber}' \varphi \right) + \right.$$

$$\left. + C_2 \left(\frac{1-\mu}{\varphi} \operatorname{bei} \varphi - \operatorname{ber} \varphi \right) \right], \qquad (12)$$

$$M_2 = 2 \frac{Es_2^3}{12(1-\mu^2)} \beta^2 (C_3 \cos \beta H \operatorname{sh} \beta H - C_4 \sin \beta H \operatorname{ch} \beta H). \qquad (13)$$

Ebben a két egyenletben négy ismeretlen tényező van: C_1, C_2, C_3 és C_4. Ezek meghatározhatók a peremfel-

tételeket tartalmazó, négyismeretlenes, elsőfokú egyenletrendszerből:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{R^2\gamma}{Es_2}H + C_3 \sin\beta H \operatorname{ch}\beta H + C_4 \cos\beta H \operatorname{sh}\beta H = 0; \quad \text{I.}\\
&C_1 \frac{D_1}{l^2}\left(\operatorname{bei}\varphi + \frac{1-\mu}{\varphi}\operatorname{ber}'\varphi\right) +\\
&+ C_2 \frac{D_1}{l^2}\left(\frac{1-\mu}{\varphi}\operatorname{bei}'\varphi - \operatorname{ber}\varphi\right) -\\
&- C_3 D_2 \beta^2 2 \cos\beta H \operatorname{sh}\beta H +\\
&+ C_4 D_2 \beta^2 2 \sin\beta H \operatorname{ch}\beta H = 0; \quad \text{II.}\\
&C_1 \frac{1}{l}\operatorname{ber}'\varphi + C_2 \frac{1}{l}\operatorname{bei}'\varphi +\\
&+ C_3 \beta(\cos\beta H \operatorname{ch}\beta H + \sin\beta H \operatorname{sh}\beta H) +\\
&+ C_4 \beta(\cos\beta H \operatorname{ch}\beta H - \sin\beta H \operatorname{sh}\beta H) + \frac{R^2\gamma}{Es_2} = 0; \quad \text{III.}\\
&C_1 \operatorname{bei}'\varphi - C_2 \operatorname{ber}'\varphi = 0, \quad \text{IV.}
\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

ahol

$$\varphi = \frac{R}{l}.$$

A fenti egyenletrendszert célszerűbb más alakra hozni, hogy a számítás könnyebben legyen elvégezhető:

$$\left.\begin{aligned}
&a_1C_3 + a_2C_4 + a_3 = 0, \quad \text{I.}\\
&b_1C_1 + b_2C_2 - b_3C_3 + b_4C_4 = 0, \quad \text{II.}\\
&d_1C_1 + d_2C_2 + d_3C_3 + d_4C_4 + d_5 = 0, \quad \text{III.}\\
&e_1C_1 + e_2C_2 = 0. \quad \text{IV.}
\end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Az ismeretlen integrálási állandók meghatározhatók a következő egyenletekből:

$$C_1 = \frac{\left(b_3 + b_4\frac{a_1}{a_2}\right)C_3 + b_4\frac{a_3}{a_2}}{b_1 - b_2\frac{e_1}{e_2}}, \quad (16)$$

$$C_2 = -\frac{e_1}{e_2}C_1, \quad (17)$$

$$C_3 = \frac{\left(b_1 - b_2\frac{e_1}{e_2}\right)\left(d_4\frac{a_3}{a_2} - d_5\right) - \left(d_1 - d_2\frac{e_1}{e_2}\right)b_4\frac{a_3}{a_2}}{\left(b_1 - b_2\frac{e_1}{e_2}\right)\left(d_3 - d_4\frac{a_1}{a_2}\right) + \left(d_1 - d_2\frac{e_1}{e_2}\right)\left(b_3 + b_4\frac{a_1}{a_2}\right)}, \quad (18)$$

$$C_4 = -\frac{a_3 + a_1C_3}{a_2}, \quad (19)$$

ahol

$a_1 = 4{,}741\,729\,015 \cdot 10^{18}$
$a_2 = 9{,}059\,011\,457 \cdot 10^{18}$
$a_3 = 6{,}562\,376\,228 \cdot 10^{-1}$ cm
$b_1 = 3{,}471\,879\,522 \cdot 10^{32}$ kpcm^{-1}
$b_2 = -4{,}299\,785\,555 \cdot 10^{32}$ kpcm^{-1}
$b_3 = 5{,}032\,256\,388 \cdot 10^{21}$ kpcm^{-1}
$b_4 = 2{,}634\,017\,656 \cdot 10^{21}$ kpcm^{-1}
$d_1 = 1{,}409\,086\,814 \cdot 10^{27}$ cm^{-1}
$d_2 = -6{,}556\,779\,014 \cdot 10^{26}$ cm^{-1}
$d_3 = 5{,}244\,813\,361 \cdot 10^{17}$ cm^{-1}
$d_4 = 1{,}640\,733\,748 \cdot 10^{17}$ cm^{-1}
$d_5 = 5{,}608\,868\,571 \cdot 10^{-4}$
$e_1 = 6{,}127\,574\,272 \cdot 10^{29}$
$e_2 = 4{,}946\,979\,711 \cdot 10^{29}$

Ezeket az együtthatókat beírva a (15) egyenletbe, meghatározhatók a C_1, C_2, C_3 és C_4 integrálási állandók.

Így a (12) és a (13) egyenletből a fenéklemez és a hengerhéj csatalkozásánál a nyomatékok a következők:

$M_1 = 335{,}136\,354\,1$ cmkp/cm,

$M_2 = 333{,}602\,838\,4$ cmkp/cm.

A két érték igen jó pontossággal egyezik egymással, ami azt igazolja, hogy az $r = R$ és a $z = H$ peremfeltételeknél a két nyomatékra felírt (9) egyenlet teljesül.

A hengerhéj tetszőleges z helyén ébredő nyomaték is meghatározható a (20) egyenlet felhasználásával, amely a (13) egyenletből átalakítással származtatható:

$$M_2 = \frac{D_2\beta^2}{\exp(\beta z)}\{C_3 \cos\beta z[\exp(2\beta z) - 1] - C_4 \sin\beta z[\exp(2\beta z) + 1]\}. \quad (20)$$

Igen fontos annak az ismerete, hogy milyen mértékben változik a nyomaték a hengerhéjban $z < H$ feltétel esetén, mert csak ott kell a héj vastagságát növelni, ahol a nyomaték értéke ezt szükségessé teszi.

A (13) egyenlet írja le a rugalmas ágyazaton nyugvó, hidrosztatikus nyomással terhelt tartály hengerhéjában ébredő nyomatékot. Ennek a függvénynek a zérushelyeit a következő egyenlettel lehet meghatározni:

$$\lambda_2 = \frac{1}{\beta}\left(\operatorname{arctg}\frac{C_3}{C_4} + q\pi\right) \text{ cm}, \quad (21)$$

ahol

$$q = 0, 1, 2, 3 \ldots n.$$

A fenti összefüggés a (13) egyenletből származtatható. A nyomaték ott lesz zérussal egyenlő, ahol a szorzat értéke zérus. A zárójel előtti tényező nem lehet zérus, ezért a szorzat második tényezője veheti fel a zérus értéket:

$$C_3 \cos\beta z \operatorname{sh}\beta z - C_4 \sin\beta z \operatorname{ch}\beta z = 0.$$

A βz nagy argumentumértékeknél igen jó közelítéssel

$$\operatorname{sh}\beta z = \operatorname{ch}\beta z; \quad \text{így} \quad C_3 \cos\beta z = C_4 \sin\beta z,$$

$$\operatorname{tg}\beta z = \frac{C_3}{C_4}, \quad \beta z = \operatorname{arctg}\frac{C_3}{C_4},$$

$$z_i = \lambda_2 = \frac{1}{\beta}\left(\operatorname{arctg}\frac{C_3}{C_4} + q\pi\right). \quad (22)$$

Az arctg x függvény π, illetve a $q\pi$ szerint periodikus.

Az *1. táblázat* a nyomatékot leíró függvény néhány zérushelyét, a *2. táblázat* pedig a nyomaték értékeit

1. táblázat

A nyomatékot leíró függvény zérushelyei

Sorszám i	q	z_i, cm
1	1	$7{,}546\,504\,592 \cdot 10^{1}$
2	2	$1{,}581\,301\,512 \cdot 10^{2}$
3	3	$2{,}407\,952\,565 \cdot 10^{2}$
4	4	$3{,}234\,603\,620 \cdot 10^{2}$
5	5	$4{,}061\,251\,672 \cdot 10^{2}$
6	6	$4{,}887\,905\,724 \cdot 10^{2}$
7	7	$5{,}714\,556\,778 \cdot 10^{2}$
8	8	$6{,}541\,207\,830 \cdot 10^{2}$
9	9	$7{,}367\,858\,885 \cdot 10^{2}$
10	10	$8{,}194\,509\,937 \cdot 10^{2}$
11	11	$9{,}021\,160\,989 \cdot 10^{2}$
12	12	$9{,}847\,812\,043 \cdot 10^{2}$
13	13	$1{,}067\,446\,310 \cdot 10^{2}$
14	14	$1{,}150\,111\,415 \cdot 10^{3}$

2. táblázat

A nyomaték értékei a zérushelyeken

Sorszám i	M_{2i}, cmkp/cm
1	$7{,}241\,986\,333 \cdot 10^{-19}$
2	$-3{,}130\,338\,374 \cdot 10^{-20}$
3	$1{,}472\,067\,840 \cdot 10^{-21}$
4	$2{,}777\,486\,490 \cdot 10^{-20}$
5	$-1{,}944\,240\,543 \cdot 10^{-19}$
6	$-7{,}221\,464\,874 \cdot 10^{-18}$
7	$-2{,}249\,764\,057 \cdot 10^{-16}$
8	$-1{,}110\,994\,596 \cdot 10^{-15}$
9	$-1{,}888\,690\,813 \cdot 10^{-13}$
10	$1{,}083\,219\,731 \cdot 10^{-12}$
11	$4{,}721\,727\,033 \cdot 10^{-11}$
12	$1{,}444\,292\,975 \cdot 10^{-9}$
13	$-1{,}935\,908\,084 \cdot 10^{-7}$
14	$1{,}222\,094\,056 \cdot 10^{-6}$

tartalmazza a zérushelyeken. (Igen jó pontossággal nullával egyenlőnek tekinthetők a nyomatékok értékei.)

A fenti táblázatokban közölt eredmények, valamint az elméleti részben végrehajtott elhanyagolások mindazokban az esetekben megengedhetők (a henger esetében), amikor a henger H magassága olyan értékű, hogy az $\exp(-\beta H)$ mennyiség elhanyagolható az $\exp(\beta H)$-hoz képest.

Ha a megengedhető hiba 1%, akkor

$$0{,}01 e^{\beta H} < e^{-\beta H},$$

innen

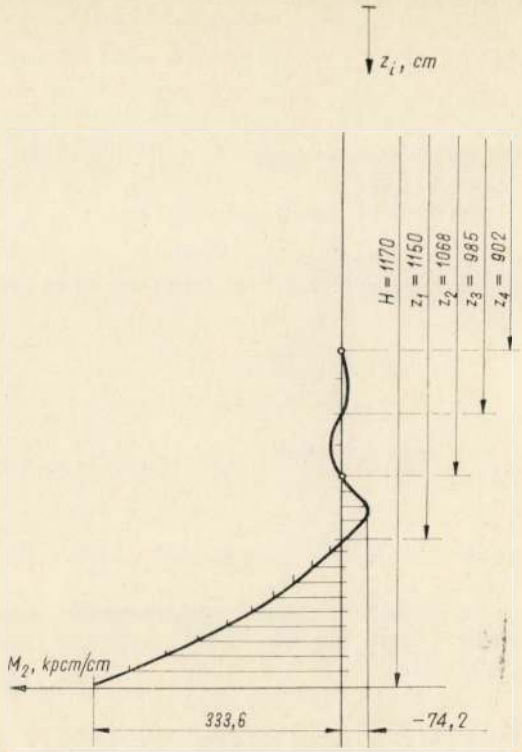
$$\beta H > -\frac{1}{2} \ln 0{,}01 = 2{,}302\,58.$$

A héjállandó értelmében tehát

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{R^2 s_2^2}}, \quad \text{továbbá}$$

$$\frac{H}{\sqrt{Rs_2}} > \frac{2{,}302\,58}{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}} = 1{,}791\,32.$$

A peremhatás független vizsgálatának lehetőségét a



5. ábra
A nyomatékfüggvény lefutása a hengerhéjban

két részen ezek szerint a $\frac{H}{\sqrt{Rs_2}}$ mennyiség határozza meg. Más szóval a már említett elhanyagolás abban az esetben engedhető meg, amikor a hengerpalást magassága nem kisebb, mint a hengerhéj-falvastagság és a hengerhéjsugár mértani középértéke.

Így

$$H > 1{,}791\,32 \sqrt{Rs_2}$$

$$1170 > 1{,}791\,32 \sqrt{1144 \cdot 1} = 60{,}587\,94.$$

A reláció fennáll, tehát az elhanyagolások teljes mértékben megengedhetők voltak.

A hengerhéjban ébredő, gyorsan csillapodó nyomatékfüggvény képe az *5. ábrán* látható. A héjvastagság pótlékolása csak ott szükséges, ahol azt a mértékadó nyomaték szükségessé teszi. A számpéldában levő tartály esetén a hidrosztatikus nyomásból származó igénybevételek felvételére a következő hengerhéjvastagság adódik.

A szerkezeti anyag legyen 52C minőségű (MSZ 6280). Az alkalmazott szerkezeti anyag folyáshatára

$$\sigma_F = 3600 \text{ kp/cm}^2.$$

A szerkezeti anyagjel melletti C betű az ütőmunkavizsgálat hőmérsékletére utal, ami ebben az esetben −20 C°. A szabadban telepített tartályok esetén — az MI 13 802 szerint — a 0 C° alatt üzemelő berendezésekre a ridegtörékenység szempontjából mértékadó hőmérséklet $t^* = -20$ C° (kivéve azokat az eseteket, amikor a töltet fizikai-kémiai tulajdonságai vagy hűtőberendezés stb. ezt az értéket nem csökkentik).

A tervezési nyomás

$$p_t = H\gamma = 1170 \cdot 0{,}9 \cdot 10^{-3} = 1{,}053 \text{ kp/cm}^2,$$

ahol

H a tartályban tárolandó folyadék maximális magassága, cm;

γ a tárolandó folyadék sűrűsége, kp/cm³.

A belső túlnyomásból származó igénybevételek miatt a következő hengerhéjvastagság szükséges:

$$s_2 = \frac{Dp_t}{2\sigma_m v + p_t} + c_1 + c_2,$$

ahol

$$\sigma_m = \frac{\sigma_F}{z_1}\eta = \frac{3600}{1{,}5} \cdot 0{,}85 = 2040 \text{ kp/cm}^2;$$

c_1 a korróziós falvastagságpótlék, értéke 0,1 cm; (MSZ 13 822);

c_2 az alkalmazott lemez vastagságának abszolút értékkel vett negatív tűrése, nagysága 0,08 cm; (MSZ 40).

Így

$$s_2 = \frac{2288 \cdot 1{,}053}{2 \cdot 2040 \cdot 0{,}9 + 1{,}053} + 0{,}1 + 0{,}08 = 0{,}84 \text{ cm},$$

s_2-re 1,0 cm-t felvéve.

A hengerhéjban a járulékos nyomaték hatására ébredő hajlítófeszültség:

$$\sigma^H_{\text{hajl}} = \frac{6M}{s_2^2} = \frac{6 \cdot 334}{1^2} = 2004 \text{ kp/cm}^2.$$

$\sigma^H_{\text{hajl}} < \sigma_m$, tehát a hengerhéj hajlításra is megfelel.

A fenéklemez hajlításra történő ellenőrzését a korszerű RSZ 2442 jelű KGST-szabvány szerint végezzük el. E szabvány a kis környezetre kiterjedő hajlító igénybevételnél — a képlékenységtan alapján — az alábbi megengedett feszültséget írja elő:

$$\sigma_{m\,\text{hajl}} = 1{,}25\sigma_F\left[1 - \left(\frac{\sigma_{\text{memb}}}{\sigma_F}\right)^2\right].$$

A fenéklemezben a membránfeszültség zérussal egyenlő.

$$\sigma^F_{\text{hajl}} = \frac{6M}{s_1^2} = \frac{6 \cdot 334}{0{,}8^2} = 3131 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{m\,\text{hajl}} = 4500 \text{ kp/cm}^2 > 3131 \text{ kp/cm}^2 = \sigma^F_{\text{hajl}}.$$

Tehát a fenéklemez is megfelel hajlításra.

IRODALOM

[1] *Girkmann:* Flächentragwerke. Wien, Springer Verlag, 1948.

[2] *Márkus Gy.:* Körszimmetrikus szerkezetek elmélete és számítása. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1964.

[3] *Szántay B.:* Vegyipari készülékek szerkesztése. Budapest, Tankönyvkiadó, 1964.

[4] *De Wit:* Hochwertige Baustähle für Grossbehälter. Erdöl u. Kohle 161—5 (1968).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Az NKFV 1976. évi műszaki fejlesztési tevékenységéről

Az NKFV az V. ötéves tervre elkészített és jóváhagyott műszaki fejlesztési terve alapján hajtotta végre az 1976. évi feladatait. A középtávú és az éves terv összeállításáról az MSZMP Alföldi Olajipari PB. Cselekvési programjában foglaltakat vettük figyelembe. Eszerint: „Váljék általánossá a hatékonyság növelése érdekében a technika korszerűsítése, a modern technológiák alkalmazása a kőolaj- és földgázkészletek mind nagyobb hányadának kitermelése érdekében".

Ennek szem előtt tartásával a kutatási-fejlesztési főiránynak a másod- és harmadlagos művelési módszerek kidolgoztatását, felszíni létesítményeinek megtervezését és ezeknek az üzemekben történő elkészítését tekintettük.

Elképzeléseink megvalósítását a Nehézipari Minisztérium és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság — az új másodlagos-harmadlagos művelési eljárások kisüzemi kísérleteiben — 1978 végéig több mint 17 millió Ft-tal támogatja. A kutatási szerződés felöleli az algyői olajmezőn a poliakrilamidos vízzel való olajkiszorítást, a Demjén-nyugat olajmezőn a száraz elégetés, valamint a Demjén-kelet olajmezőn az adalékolt nedves elégetés technológiájának kisüzemi kísérletét. Az Egri Üzemben sikeresen megkezdett adalékolt nedves elégetéses kísérletről a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ-ban már beszámoltunk.

Az algyői mezőben az ötpontos polimeres elárasztási kísérlet kútjainak lefúrását és kiképzését a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem végzi a Földtani és a Technológiai főosztályunk adatszolgáltatása alapján. A felszíni létesítményekben a polimer tárolását, hígítását és forgatását fogják végezni, ezek terveit a Szerkesztési és tervezési osztály készítette. A technológiát a Szegedi Üzem építési szakemberei szerelték.

A Magyar Tudományos Akadémia Olajbányászati Kutató Laboratóriuma és a NITROKÉMIA fejlesztői a megfelelő minőségű polimert előállították. A víz, illetve a hatóanyag besajtolásá-a II. negyedévben kezdik meg.

Több éves kutató-fejlesztő munka során a Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás, az Alföldi Kőolajipari Gépgyár és vállalatunk szakemberei automatikus üzemeltetésű hőszolgáltató (melegvíz-termelő) egységet fejlesztettek ki. A berendezést kőolajgyűjtő állomások technológiai hőigényének biztosítására kívánjuk alkalmazni. A próbaüzemre ebben az évben kerül sor Ferencszálláson.

A Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás elkészítette a „Fokozott biztonságú tüzelőberendezés" c. témaindító tanulmányát. A tanulmány összefoglalta azokat a követelményeket, amelyek robbanásveszélyes térben a gáztüzelő berendezés biztonságos üzemeltetését lehetővé teszik. A rendszerben foglaltak felhasználásával két 500 000 kcal/h teljesítményű injektoros gázégő tervezését és kivitelezését végzik el ebben az évben. A kísérleteket az Orosházi Üzemben folytatjuk le közvetlen fűtésű emulzióbontó berendezéssel.

Az OGIL-lal közös kutatásban megkezdtük az olajos szennyvíziszapok megsemmisítésére irányuló kísérletek laboratóriumi és üzemi előkészítését. A téma környezetvédelmi szempontból rendkívüli jelentőségű.

Vállalatunk 1976-ban több mint 20 millió Ft-ot fordított műszaki fejlesztési programok finanszírozására.

Szolnok, 1977. március hó

Barcsik József
okl. gépészmérnök,
gázipari szakmérnök
(NKFV, Szolnok)

Kőolajok optikai forgatóképessége

GÁSPÁR MÁRIA

A szerző különböző kőolajok frakcióinak optikai forgatóképességét vizsgálta. Korrelációszámítással megállapította, hogy meghatározott összefüggés van az olajok optikai forgatóképessége, aromás-, paraffin-, nafténtartalma, molekulasúlya, törésmutatója és mólrefrakciója között.

A kőolajok optikai forgatóképességére vonatkozó irodalmi áttekintés

A kőolaj optikai aktivitása régóta ismert (1835, *Biot*). A kutatókat már az olaj eredetének eldöntése miatt is foglalkoztatta ez a jelenség. Eleinte az optikai aktivitást optikailag aktív szennyező anyagoknak tulajdonították [1], amit a kőolaj keletkezése és akkumulációja után szerez. Ennek a bizonyítása hiányzik, és a kutatók többsége a kőolajban mérhető aktivitást a kiindulási anyagban levő biológiai eredetű szterinek és ezek átalakult vegyületeinek tulajdonítja. *Bergman* [2], *Gurwitsch* és *Moore* [3], *Louis* [4] igazolták, hogy főleg a szterinek okozzák a kőolaj optikai aktivitását. *Fenske* és mások [5] különféle olajdesztillátumok rotációját mérték, és megállapították, hogy az optikai aktivitás 400-as Ms-ú frakcióknál a legnagyobb. *Silverman* [6] 420—450 Ms, a szovjet kutatók [7] 380—480 Ms-tartományban észleltek maximális forgatóképességet. Ugyancsak szovjet kutatók [8, 9] megállapították, hogy az olajfrakciók nagyobb paraffintartalma alacsonyabb optikai forgatóképességet eredményez. Ebből arra következtettek, hogy a rotáció főleg nafténszénhidrogének mennyiségével függ össze. *Louis* [4] hat, Párizsi-medencéből származó olaj optikai aktivitását mérte, és maximumot a 370—460 mólsúlytartományban észlelt.

Louis későbbi munkájában [10] kromatográfiásan elválasztott olajok aromás frakcióinak optikai aktivitását mérte. Egy Indonéziából származó olajra kapott maximális optikai aktivitást aromás frakciónál ($[\alpha]_D = -9{,}6$).

Oakwood és társai [11] texasi és kaliforniai olajokat vizsgálva megállapították, hogy az optikailag aktív anyagok túlnyomóan 4-5 gyűrűs nafténszénhidrogének. Az izolált kristályos szénhidrogénre $[\alpha]_D = +38$ forgatást mértek. *Louis* [12] egy texasi olaj analízise során szintén izolált egy jóval alacsonyabb olvadáspontú, optikailag aktív kristályos szénhidrogént. Mindkét közlemény szerint ezen anyagok 88—87% C-ből és 12—13% H-ből álltak. Ez alátámasztja *Mair, Willingham* és *Streiff* [13] adatait, mert ők maximális optikai forgatást az oklahomai nyersolajban $C_{27,7}H_{52,6}$ empirikus formulával megadható frakciónál észleltek, nafténjellegű vegyületnél.

Rosenfeld nem frakcionált olajok optikai aktivitásának mérése alapján megállapította, hogy az aromástartalom növekedésével nő az optikai aktivitás. Nehéz aszfaltos olajoknál $+1$, $+5$ $[\alpha]_D$ értéket talált. Feltételezi, hogy a geokémiailag éretlen kőolajokban a nagy komplex struktúrák relatíve érintetlenek. Hosszabb ideig geotermikus hatásnak kitéve ezeket, a bomlás következtében kisebb mólsúlyú vegyületek keletkeznek [14]. *Ha ez így van, a növekvő érlelődésnek (metamorfózisfoknak) ki kell fejeződnie az optikai aktivitás csökkenésében.* Ismert korú tárolók olajainak mérése alapján megállapította, hogy a maximális optikai forgatóképességek a fiatalabb kőzetből származó olajok körül koncentrálódnak.

Optikai forgatóképesség mérése

Az olajfrakciók optikai forgatóképességének méréseit PEPOL—60 típusú fotoelektromos polariméteren végeztük. A fényforrás xenonlámpa, a hullámhossz beállítására kvarcprizma szolgált. A készülék mérési pontossága $\pm 0{,}02°$, a mérések reprodukálhatósága $\pm 0{,}2°$. A forgatóképességet az alacsonyabb forrpontú frakcióknál hígítás nélkül, a 300 C° feletti frakcióknál pedig a nagy abszorpció miatt kloroformos oldatban mértük. Itt a koncentráció 2—10 g/100 ml között változott az abszorpciótól függően. A mérési hőmérséklet 25 ± 3 C° volt.

Az eredményeket az olajanalízisben használatos egységben, fajlagos forgatóképességben adtuk meg:

$$[\alpha] = \frac{100\alpha}{lc},$$

ahol

α a mért szög fokokban,
l a küvetta hossza, 1 dm,
c a koncentráció, g/100 ml.

A méréseket 650—400 nm hullámhossztartományban végeztük el. Az irodalomban, az olajpolarimetriában a méréseket általában a Na *D*-vonalánál (589 nm) végezték. Az olajok optikai aktivitását sötét színük miatt színtelenítés nélkül nem lehetett mérni. Ugyanakkor a színtelenítő eljárások változást idéznek elő a forgatóképességben, s e változást az adott műszerrel ellenőrizni nem tudtuk volna. Az olajok jellemzésére az egyes olajfrakciók forgatóképesség-értékeiből olyan jellemző számot képeztünk, amely alkalmas lehet a vizsgált olajok összehasonlítására. Ehhez először képeztünk egy $\bar{\alpha}_\lambda$-t, amely nem függ a méréskor használt fény hullámhosszától:

$$\bar{\alpha}_\lambda = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} [\alpha]\, d\lambda,$$

ahol

$\lambda_2 = 600$,
$\lambda_1 = 400$ nm.

Egy-egy olajon belül az egyes hőmérsékletű frakciók értékeiből

$$\bar{\bar{\alpha}}_{\lambda_t} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \bar{\alpha}_\lambda\, dt,$$

1. táblázat

A vizsgált olajok jellemző adatai

Az olaj neve	A tároló kora	Az olaj jellege	Fs	Ms	C_P/C_A
Szeged-3.	alsópannon	paraffin-intermedier	0,8159	277	5,546
Szeged-6.	alsópannon	paraffin-intermedier	0,8183	280	6,177
DemjénK-3.	oligocén	intermedier-intermedier	0,8478	351	3,507
Törtel-4.	felső- és alsó-pannon határán	naftén-intermedier	0,9080	380	2,23
Nagylengyel-63.	felsőkréta	paraffin-intermedier	0,9448	455	3,797
Pusztaföldvár-186.	alsópannon	intermedier-intermedier	0,8745	410	5,298
Öttömös	felsőpannon	naftén-intermedier	0,8669	287	1,842
Algyő-279.	felsőpannon	paraffin-intermedier	0,8119	295	5,447

ahol

$t_1 = 200\ C°$,
$t_2 = 400\ C°$.

Az így kapott $\bar{\bar{\alpha}}$ értékek természetesen nem az egész olajra jellemző α-t adják, viszont alkalmasak arra, hogy a vizsgált olajokat összehasonlítsuk egymással.

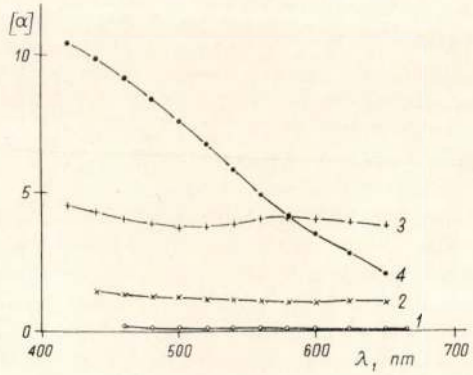
Kőolajfrakciók optikai forgatóképességi méréseinek eredményei

Az optikai forgatóképességi méréseket különböző korú tárolókban található olajok desztillációval elválasztott frakcióira végeztük el. Emellett valamennyi olajnak, illetve desztillációs frakcióiknak meghatároztuk paraffin-, naftén- és aromástartalmát infrafelvételekből, az olajelemzéseknél jól ismert képletek alapján [15]:

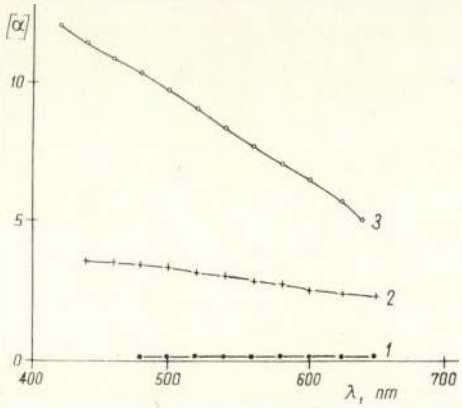
$$C_A\% = 1{,}2 + 9{,}8\varepsilon_{max} \qquad \nu = 1610\ cm^{-1}$$
$$C_P\% = 29{,}9 + 6{,}6\varepsilon_{max} \qquad \nu = 720\ cm^{-1}$$
$$C_N\% = 100 - (C_A\% + C_P\%).$$

Az olajok jellemző adatait az *1. táblázat* tartalmazza.

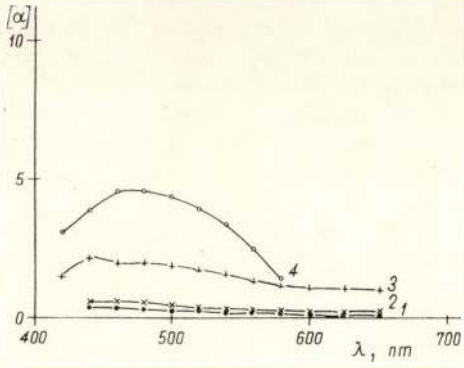
Az olajok jellegének meghatározása a Hempel-féle eljárással elválasztott legmagasabb atmoszferikus és vákuumfrakció, az ún. kulcsfrakciók fajsúlya alapján történik. Ennél az eljárásnál az elválasztás atmoszferikusan 25 C°-onként történik, majd az atmoszferikus maradékot 40 Hgmm vákuumban választják szét ugyancsak 25 C°-onként, 300 C°-ig. Az I. kulcsfrak-



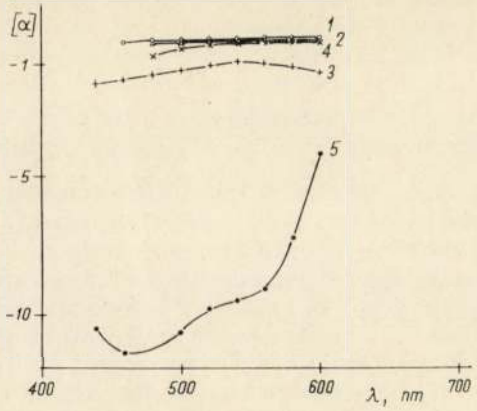
2. ábra
A Szeged-6. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 310—337 C°; 2 — 337—362 C°; 3 — 362—390 C°; 4 — 390—417 C°



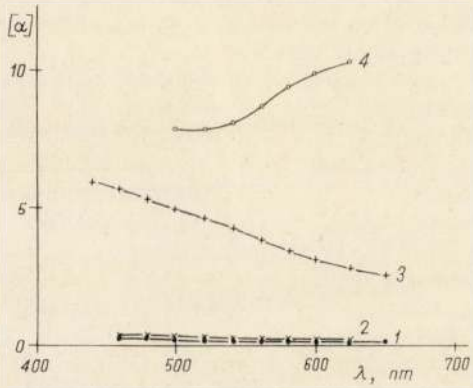
1. ábra
A Szeged-3. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 310—337 C°; 2 — 337—390 C°; 3 — 390—417 C°



3. ábra
A DemjénK-3. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 310—337 C°; 2 — 337—362 C°; 3 — 362—390 C°; 4 — 390—417 C°



4. ábra
A Törtel-4. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 200—250 C°; 2 — 250—275 C°; 3 — 310—337 C°; 4 — 337—390 C°; 5 — 390—417 C°



5. ábra
Az Algyő-279. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 315—342 C°; 2 — 342—372 C°; 3 — 372—407 C°; 4 — 407—430 C°

ció fajsúlya alapján a kőolaj könnyű-, a II. kulcsfrakció fajsúlya alapján a nehézpárlat jellegét adhatjuk meg. Ha az I. kulcsfrakció fajsúlya kisebb, mint 0,821, akkor paraffinbázisú, 0,821—0,8506 között intermedier, 0,8506 fajsúly fölött nafténbázisú; ha II. kulcsfrakció kisebb, mint 0,876, paraffinbázisú, 0,876—0,934 között intermedier, 0,934 fölött pedig nafténbázisú olajról beszélünk.

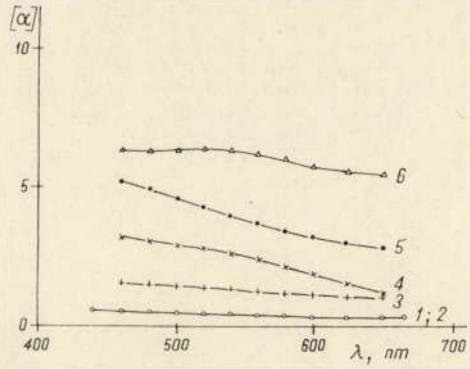
A vizsgált olajfrakciók fajlagos forgatóképességének [α] hullámhossz szerinti változását (optikai rotációs diszperziót, a továbbiakban ORD-t) az *1.—8. ábrán* tüntettük fel.

Az olajfrakciók ORD-görbéi háromféle lefutást mutatnak.

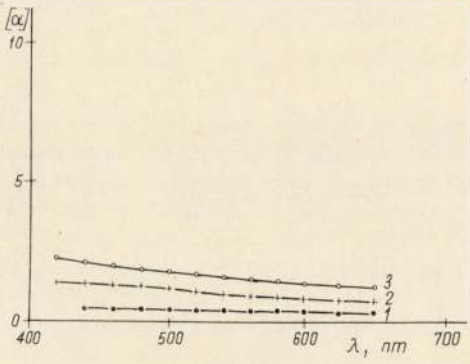
Az elsőnél α értéke alacsony, és a hullámhosszal alig változik a látható tartományban. Ezek valamennyi olaj 400 C° alatti frakcióira jellemzőek, de a pusztaföldvári és öttömösi olajok 400 C° feletti frakciói is ezt a lefutást mutatják.

A második típushoz tartozók forgatóképessége az ultraibolya-tartomány felé haladva monoton nő, de jóval meredekebben az előbbieknél, és α abszolút értéke is nagyobb; ilyenek pl. a *Szeged-3., Szeged-6.* 390—417 C° és Algyő 372—407 C° között lejövő desztillátumai.

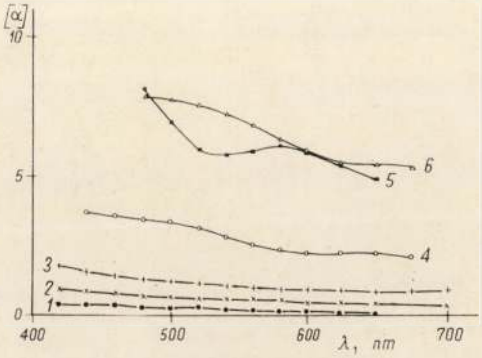
A harmadik típusú ORD-görbéknél a változás nem monoton, kis minimumot vagy maximumot mutat a vizsgált látható hullámhossztartományban. Ilyenek pl. a *Törtel-4., DemjénK-3.* 390—417 C°; Algyő 407—430 C° és Nagylengyel 430—460 C° között leszedett frakciói.



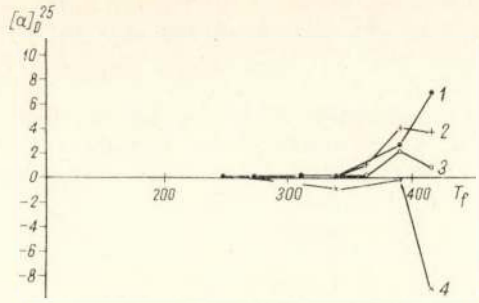
6. ábra
Az öttömösi *olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 315—342,5 C°; 2 — 342,5—372 C°; 3 — 372—407 C°; 4 — 407—430 C°; 5 — 430—460 C°; 6 — 460—490 C°



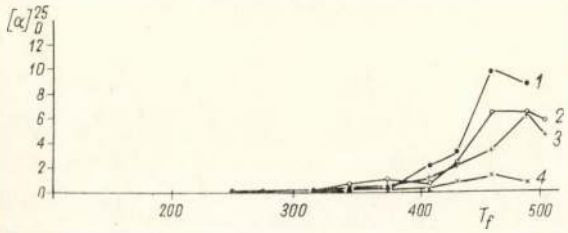
7. ábra
A Pusztaföldvár-186. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 372—407 C°; 2 — 407—430 C°; 3 — 430—460 C°



8. ábra
A Nagylengyel-63. *jelű olaj desztillátumainak forgatóképesség-változása a hullámhosszal*
1 — 225—250 C°; 2 — 315—342 C°; 3 — 342—372 C°; 4 — 372—430 C°; 5 — 430—460 C°; 6 — 460 —490 C°



9. ábra
A forgatóképesség változása az olaj desztillációs frakcióinak átlagforrpont-növekedésével
1 — Szeged-3.; *2* — Szeged-6.; *3* — DK-3.; *4* — Törtel-4.



10. ábra
A forgatóképesség változása az olaj desztillációs frakcióinak átlagforrpont-növekedésével
1 — Algyő-279.; *2* — Nl-63.; *3* — Öttömös; *4* — Pf-186.

Az olajdesztillátumok forgatóképesség-változása a hőmérséklet szerint a *9.* és a *10. ábrán* látható. Ezekből megállapítható, hogy mérhető optikai aktivitás a 250 C° feletti desztillátumoknál jelentkezik. Ez a hőmérséklet emelkedésével fokozatosan nő, 400—500 C° között maximumot ér el, utána ismét csökken (ez közelítőleg 400—500 Ms-tartománynak felel meg). Az olajok atmoszferikus maradékának szétválasztása különböző — 40, 5, Hgmm — nyomáson történt.

A *9.* és a *10. ábráról* látható, hogy a frakciók szélessége csökken a nyomás csökkenésével, vagyis az elválasztás élessége nő. A desztillációs nyomás csökkenésével a görbék jobbra tolódása is megfigyelhető.

Kőolaj-desztillátumok optikai forgatóképesség-mérési eredményeinek értelmezése

A kőolajok különböző frakcióinak vizsgálata alapján megállapítható, hogy optikai aktivitásukat nem tulajdoníthatjuk egyetlen anyagnak vagy anyagtípusnak. Az egy olajból nyert desztillátumok optikai rotációsdiszperzió-görbéi különböző lefutásúak, a különböző olajokat összevetve pedig még nagyobb változatosságot figyelhetünk meg *(1.—8. ábra)*. Az irodalmi adatokkal megegyezően az olajfrakciók többnyire jobbra forgatók, de ritkán van közöttük balra forgató, pl. a *Törtel-4.* vizsgált olajának minden frakciója balra forgató. Az olajfrakcióknál optikai forgatóképesség kb. 250 C°-tól mérhető. A desztillációs hőmérséklet növekedésével a forgatóképesség nő *(9., 10. ábra)*, 400—450 C° körül maximumot ér el, majd utána ismét csökken. Hasonló összefüggést állapított meg *Rosenfeld* és *Louis*. A rotációban jelentkező maximum 400—500 mólsúlytartományban van, ami policiklikus struktúra jelenlétére utal.

Megvizsgáltuk, hogyan korrelálható az optikai forgatóképesség más jellemző paraméterekkel. Mivel a forgatóképesség a hullámhossztól függően a különböző olajok frakcióinál nem azonos mértékben változik, célszerűnek látszott a korrelációszámítást több hullámhosszra elvégezni. Korrelációszámítást végeztünk $\lambda_1 = 589$ nm (a nátrium *D*-vonala), $\lambda_2 = 500$ nm forgatóképesség mérési eredményeire és a 440—600 nm hullámhossztartományra jellemző $\bar{\alpha}_\lambda$ számított értékére. A korrelációszámítás eredményeit a *2., 3.* és a *4. táblázat* tartalmazza. A táblázatokból látható, hogy a korrelációs indexek nagysága a két különböző hullámhossznál és $\bar{\alpha}_\lambda$-nál a forgatóképesség mérési hibahatárán belül állandó, tehát korrelációszámításhoz bármely hullámhosszhoz tartozó α érték felhasználható, de erre a célra megfelelő a számított $\bar{\alpha}_\lambda$ érték is.

A forgatóképesség egy olajon belül igen jól korrelálható az olajfrakciók forráspontjával, törésmutatójával, mólrefrakciójával, mivel a korrelációs index

2. táblázat

Kőolajfrakciók 589 és 500 nm hullámhosszhoz tartozó fajlagos forgatóképességeinek különböző paraméterekre vonatkozó korrelációs indexei

Olajok	T, C°	C_A	C_P	C_N	C_A/C_P	C_N/C_P	C_P/C_N	C_A+C_N	n_{20} C°	Ms	M_D	$\delta^{13}C$
Szeged-3.												
α_1 korr.	0,8385	0,5876	0,9821	−0,7820	−0,1900	−0,9043	0,9187	−0,7979	0,8463	0,8461	0,8457	0,0869
α_2 korr.	0,8202	0,6241	0,9858	−0,8128	−0,1502	−0,9235	0,9373	−0,8266	0,8247	0,8221	0,8216	0,1110
Szeged-6.												
α_1 korr.	0,8457	0,5551	0,7744	−0,7676	0,1504	−0,7408	0,8018	−0,7744	0.8430	0,9410	0,9411	−0,0205
α_2 korr.	0,8275	0,4975	0,8051	−0,7805	0,0609	−0,7363	0,8672	−0,8051	0,7960	0,9511	0,9513	−0,0642
Törtel-4.												
α_1 korr.	−0,6867	0,1571	−0,4202	0,2541	0,3717	0,3598	−0,3377	0,4202	−0,7345	−0,6452	−0,6431	0,7188
α_2 korr.	−0,6729	0,1193	−0,3860	0,2469	0,3199	0,3559	−0,3178	0,3860	−0,7244	−0,6795	−0,6776	0,7163
DK-3.												
α_1 korr.	0,8261	0,2785	0,9067	−0,8955	−0,7105	−0,8952	0,8922	−0,9067	0,7892	0,7695	0,7825	0,4113
α_2 korr.	0,8048	0,4196	0,9040	−0,9134	−0,6140	−0,8775	0,9550	−0,9041	0,8200	0,9822	0,9527	0,4443

3. táblázat

Kőolajfrakciók 589 és 500 nm hullámhosszhoz tartozó fajlagos forgatóképességeinek különböző paraméterekre vonatkozó korrelációs indexei

Olajok	T, C°	C_A	C_P	C_N	C_A/C_P	C_N/C_P	C_P/C_N	C_A+C_N	n_{20} C°	Ms	M_D
Nl-63.											
α_1 korr.	0,8358	0,5208	0,2263	−0,4633	0,5083	−0,4227	0,3718	0,1706	0,8018	0,9337	0,9340
α_2 korr.	0,8546	0,5473	0,2801	−0,5073	0,5239	−0,5702	0,4247	0,1322	0,8228	0,9464	0,9465
Pf-186.											
α_1 korr.	0,8611	−0,7614	0,9242	−0,8043	−0,8016	−0,8901	0,8594	−0,9242	0,7928	0,9429	0,9431
α_2 korr.	0,8600	−0,7602	0,9407	−0,8278	−0,8051	−0,9091	0,8829	−0,9407	0,7935	0,9467	0,9469
Öttömös											
α_1 korr.	0,8635	−0,5877	0,7881	−0,3458	−0,7810	−0,5940	0,6056	−0,4767	0,6980	0,8743	0,8528
α_2 korr.	0,9076	−0,6315	0,8286	−0,3687	−0,8365	−0,6266	0,6216	−0,5091	0,7532	0,9058	0,8862
Algyő-279.											
α_1 korr.	0,8073	−0,4403	0,7750	−0,7894	−0,5827	−0,7326	0,8499	−0,5959	0,7738	0,8738	0,6889
α_2 korr.	0,7596	−0,3394	0,7047	−0,7277	−0,5040	−0,6721	0,7822	−0,5116	0,7422	0,8071	0,6745

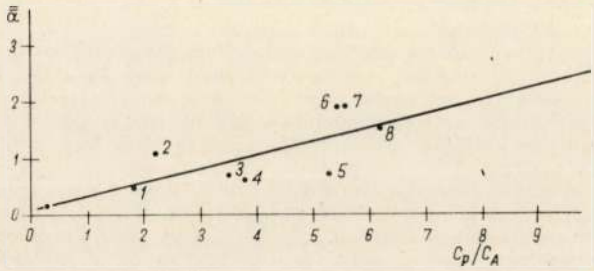
4. táblázat

Kőolajfrakciók hullámhossz szerinti átlagos forgatóképességének különböző paraméterekre vonatkozó korrelációs indexei

	Öttömös	*Pusztaföldvár*	*Nagylengyel*	*Algyő*	*Szeged-3.*	*Szeged-6.*	*Törtel-4.*	*DK-3.*
$\bar{\alpha}_\lambda \rightarrow$ Tf. C°	0,889	0,855	0,860	0,543	0,825	0,841	0,679	0,833
C_A, %	0,615	0,757	0,558	0,031	0,514	0,521	0,128	0,400
C_P, %	0,811	0,929	0,280	0,550	0,984	0,810	0,397	0,932
C_N, %	0,357	0,813	0,514	0,616	0,806	0,790	0,251	0,937
Ms	0,892	0,941	0,952	0,856	0,829	0,965	0,671	0,968
n	0,729	0,791	0,874	0,495	0,833	0,816	0,725	0,827

mindegyikre nagyobb, mint 0,65. (Forrpont, törésmutató, molekulasúly, mólrefrakció növekedésével nő egy olajon belül.) Az aromás-, paraffin-, nafténtartalommal egy-két olaj kivételével ugyancsak korrelálható a forgatóképesség. Az aromás- és nafténtartalom növekedésével csökken, a paraffintartalom növekedésével pedig nő a forgatóképesség.

Az olajok forgatóképességét, $\bar{\bar{\alpha}}$-t számítással határoztuk meg a korábban már ismertetett módon. Az $\bar{\bar{\alpha}}$ korrelációját megvizsgálva az olajok paraffin- és aromáskötésben levő széntartalmának hányadosával a korrelációs index 0,86-nak adódott. Az összefüggést a *11. ábrán* tüntettük fel. Az ábrából megállapítható, hogy a C_P/C_A növekedésével $\bar{\bar{\alpha}}$ nő.



11. ábra
Átlagolajok forgatóképességének változása a paraffin- és aromástartalom aránya alapján
1 — Öttömös; *2* — Törtel-4.; *3* — DemjénK-*4.*; 4 — Nagylengyel-63.; *5* — Pusztaföldvár-186.; *6* — Algyő-279.; *7* — Szeged-3.; *8* — Szeged-6.

Összefoglalás

Az olajfrakciók különböző lefutású ORD-görbéi, valamint az előzőekben ismertetett vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy az olajok optikai forgatóképessége nem rendelhető egyetlen vegyülethez vagy vegyülettípushoz.

A látható hullámhosszból az ultraibolya felé haladva az olajfrakciók forgatóképessége nő, e változás a 250—400 C° közötti frakcióknál kisebb, mint az e felettieké.

Az olajdesztillátumok forgatóképessége a desztillációs hőfokkal nő, majd 350—450-es molekulasúlytartományban maximumot ér el, utána ismét csökken. Az olajok és frakcióik tetszés szerinti hullámhosszánál (a látható tartományon belül) mért α értékekre érvényesek a Na *D*-vonalánál feltárt összefüggések. A forgatóképesség jól korrelálható az olajfrakciók forráspontjával, molekulasúlyával, törésmutatójával, paraffintartalmával; valamennyi növekedésével α értéke nő. Az aromás- és nafténtartalom növekedésével α értéke csökken.

JELÖLÉSEK

λ	hullámhossz	nm
$[\alpha]$	fajlagos forgatóképesség	fok
Fs	fajsúly	p/cm³
Ms	molekulasúly	
C_A	aromáskötésben levő szén	%
C_P	paraffinkötésben levő szén	%

C_N	nafténkötésben levő szén	%
M_D	mólrefrakció	
$\delta\,^{13}C$	PDB-re vonatkozó szénizotóparány	‰
n	törésmutató	

IRODALOM

[1] *Kraiushkin, V. O.:* J. Geol., Ukrain. Acad. Sci., Inst. Geol. **26** 104—8 (1966).

[2] *Bergmann, W.* in „Organic Geochemistry", ed. I. A. Breger, The MacMillan Company, New York, 1963, pp. 503—42.

[3] *Gurwitsch, L.* and *Moore, H.:* The scientific principles of petroleum technology. D. Van Nostrand Company, New York, 1934, pp. 216—21.

[4] *Louis, M.:* Rev. Inst. Franc. Pétrole Ann. Combust. Liquides **16** 263—74 (1961).

[5] *Fenske, M. R.—Carnahan, F. L.—Bresten, J. N.—Caser, A. H.—Rescorla, A. R.:* Ind. Eng. Chem. **34** 638—46 (1942).

[6] *Silverman, S. R.:* Isotopic and cosmic chem. p. 92 (1964).

[7] *Alekperova, S. A.—Sattar-Zade, A. Dzh.—Sattar-Zade, I. S.:* Uch. Zap., Azerb. Gos. Univ., Ser. Khim. Nauk, No 4 49—60 (1963).

[8] *Makovetskii, P. S.—Serdiuk, D. P.:* Docladi Akad. Nauk URSR, No 7 944—7 (1963).

[9] *Sattar-Zade, A. Dzh.—Sattar-Zade, I. S.:* Azerb. Neft. Khoz. **42** 36—8 (1963).

[10] *Louis, M.:* Compt. Rend. *256* 5610—1 (1963).

[11] *Oakwood, T. S.—Shriver, D. S.—Fall, H. H.—McAleer, W. J.—Wunz, P. R.:* Ind. Eng. Chem. **44** 2568—70 (1952).

[12] *Louis, M.:* Rev. Inst. Franc. Pétrole Ann. Combust. Liquides **19** 277—80 (1964).

[13] *Mair, B. J.—Willingham, C. B.—Streiff, A. J.:* Ind. Eng. Chem. **30** 1256—68 (1938).

[14] *Kartsev, A. A.—Tabasaranskii, Z. A.—Subbota, M. I.—Mogilevskii, G. A.:* „Geochemical methods of prospecting and exploration for petroleum and natural gas". English translation edited by P. A. Witherspoon and W. D. Romey, University of California Press, Berkeley, 1959. pp. 13—4.

KÜLFÖLDI HÍREK

Nagy ferdeségű fúrások műszaki problémái

A Golf-öbölben létesített nagy ferdeségű fúrások célja a fúrások mélyítési és szelvényezési lehetőségének számbavétele volt.

A területen mélyített első két kutat 48°, illetőleg 57°, a harmadikat pedig 70° ferdeségűre tervezték. A West Cameron 643 platformról mélyített első két fúrás biztosította a kellő információt az irányított ferdefúrási technológia és az ehhez szükséges fúrási paraméterek megadásához. A fúrószáron át végzett szelvényezés eredménye biztató volt a rétegtartalom kvalitatív értékelése szempontjából.

A platformról mélyített harmadik kúttal kezdődött a nagy ferdeségű fúrási program végrehajtása. Négy fúrást mélyítettek sikeresen *(A-3., A-7., A-10.* és *A-13.)* 2590—3350 m közötti talpmélységig. Ezek közül csak az *A-3.* kút volt meddő, a másik hármat termelési béléscsőrakattal kiképezték.

Az elért siker nyomán felvetődött a telep eltolt (vetővel kimozdított) egyik blokkjának a felkutatási lehetősége, ami 80° melletti fúrást tett szükségessé.

Az *A-18.* jelű kút mélyítését 1975. szept. 9-én kezdték. A 26″-es irányczső elhelyezése után a 16″-es vezetőcső részére 15″-es lyukat mélyítettek 384 m mélységig, majd kibővítették 22″ méretűre, géliszappal átöblítették és lecsövezték. A csőfejkiképzés után 15″ mérettel fúrtak tovább a 411,5 m mélységben levő ferdítési pontig. A lyukferdítést Dyna-Drill használata mellett 9 $^7/_8$″-es fúróval végezték 39,5°, majd további ferdeségfokozással 78° lyukferdeség mellett elért 1210 m mélységig. A lyuknak 15″-re való bővítése után beépítették a 10 $^3/_4$″-es béléscsövet.

A saru kifúrása és vizsgálata után merev lyuktalpi szerszámösszeállítással a fúrás kezdetétől számított 21. napon — átlagosan 78° lyukferdeség mellett — elérték a 3525,5 m talpmélységet. A fúrószáron át végzett lyukszelvényezés szerint a fúrás nem érte el geológiai célját, ezért cementdugó elhelyezése után 1828 m mélységben Dyna-Drill segítségével ismét elferdítették, majd 82° lyukferdeség mellett továbbfúrva, a fúrás kezdetétől számított 40. napon elérték a 3749 m végleges talpmélységet. Szelvényezés után a lyukat 7 $^5/_8$″-es méretű béléscsővel lecsövezték.

Elsődleges fontosságú volt a 80° ferdeségű nyitott lyukszakaszban, hogy a kutyalábak, kulcslyukszelvények száma minimális, a forgatónyomaték és a lyukfalhoz való súrlódás a lehető legkisebb legyen.

A lyukból való kilépést 15″ helyett 9 $^7/_8$″-es fúróval végezték, mivel a kisebb átmérőjű fúró a lyuktalpi fúrómotorral jobban irányítható.

A 10 $^3/_4$″-es felszíni béléscsőrakat saruállását az elferdítési szögérték teljes kialakulásának elérési mélységére tervezték. Buttress-menetű csövet építettek be, mely jobban elviseli a 13°/100 m ferdeségnövekedést.

Nagy ferdeségű fúrólyukban az elért ferdeségi szög irányának tartására nem elegendő az ismert stabilizátorkombináció, továbbá a fúróterhelés, fúródordulat és a szokásos hidraulikai viszonyok beállítása. 6—8 csőszál lefúrása után végzett ferdeségmérések eredménye szerint módosították a fúrási paramétereket a kívánt ferdeség betartása érdekében.

Különös fontossága van e fúrásokban a megfelelő lyukkondíciónak és a fúróiszap jó kenőképességének. A rétegsor agyagtartalmának hidratálódására való tekintettel inhibitált tengervíz—lignoszulfát rendszert választottak. Az API-vízleadást a 10 $^3/_4$″-es csőből való továbbfúrás előtt 7,5 cm³-re, majd folyamatosan 3 cm³ értékűre csökkentették az 1829 m-es mélység eléréséig, s a végleges talpmélységig 3 cm³ alá mérsékelték. Az optimális kenőképesség fenntartására, valamint az API-vízleadás és a szilárdanyag-szabályozás elősegítésére polimereket, különleges több anionos cellulózt és gilsonitot használtak.

Általában minden toldás után 5, s minden ferdeségmérés előtt 30 percig öblítettek a fúrt lyukszakasz kondícionálására. Az iszap jó tulajdonságai folytán a forgatónyomaték és a súrlódási súlytöbblet a vártnál kisebb volt.

A 82° ferdeségű lyuk kútkiképzése hagyományos eszközökkel nem volt kivihető. A súrlódáscsökkentő görgőkkel ellátott sodronyköteles (wire-line) kútszerelvény önsúlyának a lyuktengely irányába eső komponense nem elegendő a dróthuzal levitelére. Ehelyett egy elektromos vezetékkel összeköttetésben álló, 1 $^1/_4$″-es termelőcsőtoldattal ellátott, leszivattyúzható perforátort kellett használni.

A kútkiképzés folyamán először szűrt, inhibitált tengervízzel cserélték ki az öblítőiszapot, majd beépítették a termelőcsövet a lyuktalpi szerelvénnyel, és kiültették a termelőcső-függesztő szerelvényt. Gázolaj-besajtolással a perforátort a produktív zóna szintjéig továbbították. A karmantyúlokátorral végzett mérések után — a leszivattyúzható szerelvény segítségével — a hidraulikus pakkert leültették. A pakkermőködtető eszköz kihúzása után a termelőszakaszt perforálták. A kút beindítása és letisztulása után termelésre kész állapotba jutott.

Hoznek István

SZEMÉLYI HÍREK

Köszöntjük a 80 éves BÓDAY GÁBOR okl. bányamérnököt, tiszteleti tagunkat,

aki 1977. június 15-én töltötte be nyolcvanadik életévét. Nagyszebenből induló életútján az iskolái elvégzése és az első világháborús katonai szolgálata után a bányászatot választotta hivatásul. A leobeni és a charlottenburgi diákévek után Berlin-Charlottenburgban 1922-ben nyerte el bányamérnöki oklevelét. Németországi üzemi gyakorlat után hazatérve először Ajkán dolgozott üzemmérnökként, majd 1948-ig, 20 éven át az ajka—csingervölgyi bányászat igazgatója volt, s nagy érdemeket szerzett az ajkai bányászat felvirágoztatásában. Ezt az igen nagy szakmai tapasztalatát a Komlói Trösztnél betöltött vezető beosztásaiban hasznosította 1958. évi nyugdíjba vonulásáig. Szakosztályunk régi barátjának, határtalan szakmaszeretetéből és rendkívül széles érdeklődési köréből fakadó segítőjének, a Freibergben párhuzamosan német nyelven is megjelenő különszámaink fáradhatatlan és szakavatott fordítójának továbbra is jó egészséget kívánnak, és szeretettel köszöntik Szakosztályunk tagjai.

A. Ö.

KÖNYVISMERTETÉS

BEYDOUN, Z. R.—DUNNINGTON, H. V.: The Petroleum Geology and Resources of the Middle East (Közel-Kelet kőolajföldtana és készletei). Scientific Press Ltd. 1975. 100 p.

A közismert gazdasági-politikai tények ismeretében nem kell külön kiemelnünk, miért tartjuk jelentősnek *Z. R. Reydoun*-nek, a beiruti Amerikai Egyetem földtanprofesszorának és dr. *H. V. Dunnington*-nak, a közel-keleti térség geológiája egyik legfőbb ismerőjének vállalkozását. A mintegy 4 millió km²-t felölelő, 65 millió lakosú régió részletes geológiai ismertetése *Beydoun* professzor munkája. Részletesen ismerteti a terület tektonikai vázlatát, külön-külön kitérve az előtér (az Arab—Nubiai-pajzs; az Arab-self); az ortogeoszinklinális övezetek (a Sanedoj—Sirzsan-rendszer, a közép-iráni vonulatok és depressziók, az Alborz-rendszer, a Kopet—Dag-vonulat, a kelet-iráni és Makran-rendszer), valamint — a *Böckh Hugó* révén magyar vonatkozású érdekességet is jelentő — iráni köztes-tömeg szerkezeti felépítésére. Kissé formabontó módon csak ezután ismerteti a régió rétegtani viszonyait, illetve földtani fejlődéstörténetének főbb vonásait. Az ehhez a fejezethez tartozó táblázatos összefoglalás, amelyben az egyes országok (Szíria, Libanon, Palesztina, Izrael, Jordánia, Irak, Irán, Kuvait, Szaúd-Arábia, Katar, Bahrein, Arab Emírségek Szövetsége, Oman, Észak- és Dél-Jemen) ideális rétegsorát ismerteti a könyv egyik leghasznosabb része, ugyanúgy, mint az egyes országok teleptani és termelési jellegzetességeit ismertető fejezet. Számos — a vizsgálat és tanulmány alapján 11 — pontban összefoglalja azokat a földtani tényezőket, amelyek a nagy szénhidrogén-tároló provincia kialakulásában fontos szerepet játszottak.

Dr. *Dunnington*-nak jutott talán a nehezebb feladat. Nem annyira azért, mert a Közel-Kelet kőolaj- és földgázkészleteivel foglalkozik, hanem a további készlet- és termelésalakulással, valamint a régió és a többi olajprovincia termelési arányainak a jövőben várható alakulását is tárgyalja. Elemzése szerint abból, hogy a Közel-Kelet óriási készletekkel rendelkezik, s ezeknek eddig elenyésző hányadát termelték még csak ki, várható, hogy a közel-keleti olaj jelentősége belátható időn belül változatlan szinten fennmarad. Emellett szól az a tény is, hogy a világ más részén (Északi-tenger, USA, Kanada arktikus területei) felfedezett nagy lelőhelyek készleteiről ma még kevés megbízható forrásunk van, de valószínű, hogy nem lesznek képesek helyettesíteni a fejlett ipari országok közel-keleti importját, továbbá az, hogy az alternatív energiaforrások kutatása csigalassúsággal halad előre. Végelemzésben egyetlen dolog biztos: a jelenlegi helyzetben igen nehéz hosszú távú jóslatokba bocsátkozni, s méltányoljuk a szerző angolságához illő fanyar humorát, amidőn fejezete mottójául a Macbeth I. felvonásból vett idézetet választja, amely szabad fordításban így hangzik:

„Ha az idő mélyén szunnyadó magvakba belátsz,
s jelezni tudod melyik fog majd kiteljesedni,
ne késlekedj közölni azt velem..."

Dr. *Bérczi István*

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Korróziós Figyelő** 1. száma közli *Gombás L.* **Légköri korróziónak jobban ellenálló hazai acélok kifejlesztése.** c. írását, melyben a szerző ismerteti a légköri korróziónak jobban ellenálló hazai acélok — Ni-, Cr- és Cu-tartalmú LK-acélok — kifejlesztése érdekében a VASKUT-ban végzett kutatási-fejlesztési tevékenységet. A dolgozat ismételten hangsúlyozza az atmosféra szerepét. A különféle légkörök a korróziót inkább befolyásolják, mint az annak kitett műtárgyak sokszor nagy gonddal megválasztott acélanyagai. Dr. *Selyem J.—Pálfi A.* **Katódos védelmi kérdések vizsgálata modellberendezésben** c. közleménye — mely Siófokon 1976. szept. 17-én, az Európai Korróziós Szövetség 7. Talajkorróziós Szimpozionján hangzott el — két, modellberendezésben végzett vizsgálatsort ismertet, melyek közül az egyik a párhuzamos vezetékek katódos védelmével, a másik a katódos védelmi berendezések mellékhatásaival kapcsolatos. *Huszár J.—Csizinszky L.—Barta S.* **A védőcső hatása a szállítóvezeték katódos védelmére** c. tanulmánya — mely szintén Siófokon hangzott el — a védőcső káros mellékhatásait tárgyalja, és végső következtetésképpen arra jut, hogy „a védőcsövek egy régebbi időből való csökevények, akkor alkalmazták, amikor még nem volt katódos védelem, és a hegesztési technika még nem érte el a mai fejlettségi fokot."

A **Magyar Kémikusok Lapja** októberi száma a 9. Kőolaj-Világkongresszuson elhangzott előadások alapján a kőolaj-feldolgozó ipar különböző területeinek fejlődéséről közöl összefoglaló írásokat: *Péceli B.—Tőös I.* **A kőolajfeldolgozó ipar fejlődése a 9. Kőolaj-Világkongresszus tükrében;** *Steingaszner P.—Zalka L.* **Motorhajtóanyag gyártási technológiák a 9. Kőolaj-Világkongresszuson;** *Zalai A.—Péchy L.—Cenkvári I.* **Motorolajok technológiai világhelyzete a 9. Kőolaj-Világkongresszus alapján;** *Csikós R.—Báthory J.* **9. Kőolaj-Világkongresszus: petrolkémia, gázok előállítása.** A decemberi számban találjuk *Bakos M.* **Az új mérésügyi kormányrendelet** c. tanulmányát, melyben a szerző ismerteti az SI-mértékegységekre vonatkozó rendelkezéseket, és néhány magyarázatot is fűz hozzájuk. Ezenkívül megtaláljuk a nemzetközi mértékegység-rendszeren kívüli, korlátozás nélkül használható törvényes mértékegységek, a kizárólag meghatározott szakterületen használható törvényes mértékegységek felsorolását is. *Farkas Margit—Szepesváry P.* **Számítástechnika a kémiában — miért és hogyan?** c. tanulmánya szerint a számítógépek elterjedése a tudományos munkában új szemléletmódot, új módszereket követel. A szerzők szólnak a módszertani változások szükségességéről, mint például a modellkoncepció értékéről, a rendszerszemlélet fontosságáról, a matematikai és számítástechnikai módszerek alkalmazásának szükségességéről, de a számítástechnikai módszerek bevezetésének nehézségeit sem hallgatják el. *Csikós R.—Farkas L. P.—Csermely Z.* **A pirolízisolaj komplex hasznosítása, III. Az aromás párlat feldolgozása** c. közleménysorozatának harmadik része a párlat desztillációjával, annak számítógépi modellezésével és a desztilláció során előállított frakciók továbbfeldolgozásával kapcsolatos kutatásokkal foglalkozik. *Pogány L.* **A kőolajfeldolgozás és a termékelosztás prognózisának új vonásai** c. cikke elemzi a nemzetközi olaj- és energiaválság okozta változásokat és annak hazai kihatásait. Az 1975—1990. évi időszakra, az országos komplex energia- és kőolajmodell szemléletében ismerteti a kőolajtermék-mérlegben, valamint a kőolaj-feldolgozás és -termékelosztás terén várható változásokat.

Csaba József

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Előadás a fúrólyuk térbeli helyzetének számításáról

A Magyar Geofizikusok Egyesületének Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya 1977. április 21-én Budapesten tartott előadóülésén hangzott el *Hursán Pál* „Mélyfúrások térbeli helyzetének meghatározása" című előadása, amely szép számú érdeklődőt vonzott a geofizikusok és a ferdefúrással foglalkozó szakemberek köréből.

Az előadó több számítási módszert ismertetett. Többek között kitért a hazánkban jelenleg is alkalmazott szögátlagolásos meghatározásra, szólt a Kuzmin-féle trapézmódszerről. Az egyes

(Folytatás a 223. oldalon)

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 65. KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSE

Miskolc, 1977. március 11.

Az OMBKE 1977. március 11-én fél 11 órai kezdettel Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem legnagyobb előadótermében tartotta éves küldöttközgyűlését. Egyesületünk e legrangosabb seregszemléjén 232 szavazati joggal rendelkező küldött és számos vendég jelent meg.

Az elnökségben helyet foglalt: dr. *Szaladnya Sándor*, az MTESZ Borsod megyei szervezetének elnöke; dr. *Kiss Ervin* alelnök (Egyetemi Osztály); *Székely László*, a Miskolci Városi Tanács elnökhelyettese; dr. *Tóth Miklós* alelnök (Bányászati Szakosztály); dr. *Bodnár Ferenc*, az MSZMP KB tagja, az MSZMP Borsod megyei Bizottságának első titkára; *Kreffly Gábor*, Egyesületünk elnöke; dr. *Simon Sándor* akadémikus, az NME rektora; dr. *Nagy Zoltán*, Egyesületünk főtitkára; *Karlik Nándor* alelnök (Vaskohászati Szakosztály); dr. *Alliquander Ödön* alelnök (Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály); *Soltész István* alelnök (Fémkohászati Szakosztály) és *Horváth Ferenc* alelnök (Öntödei Szakosztály).

A bányász- és kohászhimnusz elhangzása után *Kreffly Gábor* elnök az alábbi szavakkal üdvözölte a megjelenteket:

Tisztelt Küldöttközgyűlés, kedves Tagtársak, kedves Vendégeink!

65. közgyűlésünkre gyűltünk össze Miskolcon, Borsod megye székvárosában, a hazai nehézipar egyik központjában. Az Egyesület elnöksége a közgyűlés helyének megválasztásakor figyelemmel volt a megye tiszteletet parancsoló bányászati-kohászati múltjára és jelenére. A megyében Rudabányán már az ókorban művelték a rézérckibúvásokat, a középkorban pedig már vasércet is bányásztak. Az „aranygombos" Telkibányán az arany és ezüst bányászata a XIV—XV. században érte el virágkorát. *Fazola Henrik* 1771—1772-ben építette az ómassai nagyolvasztót és a hámori vasverő üzemet. Fia, *Fazola Frigyes* a XIX. század elején építette fel az ómasai kohót.

A megye jelenéhez tartoznak a Lenin Kohászati Művek, a Diósgyőri Gépgyár, az Ózdi Kohászati Művek, a Borsodnádasdi Lemezgyár, a Borsodi Szénbányák, a Rudabányai Vasérc- és a Hegyaljai Ásványbányák.

1949 óta folyik mérnökképzés a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen; ez az intézmény ez idő óta a magyar bánya- és kohóipar szellemi központja, az alkalmazott kutatások fellegvára, a selmeci és a soproni alma materek rangos utódja. Ezért választottuk Miskolcot, a Nehézipari Műszaki Egyetemet közgyűlésünk helyéül.

Tisztelettel köszöntöm a megye, a város bánya- és kohóiparát, az itt dolgozó munkásokat, technikusokat, mérnököket!

Tisztelettel köszöntöm Borsod megye, Miskolc város, a Nehézipari Műszaki Egyetem párt- és állami vezetőit, akik elfogadták meghívásunkat, jelenlétükkel megtisztelték közgyűlésünket.

Köszöntöm alapító, tiszteleti tagjainkat, gyémánt- és aranydiplomás mérnökeinket, a szakosztályok, az egyetemi osztály küldötteit, kedves vendégeinket.

65. közgyűlésünket megnyitom.

Megállapítom, hogy közgyűlésünkön a szavazati joggal bíró küldöttek és a hivatalból jelenlevő tagok száma 232, ez a szavazati joggal rendelkezőknek 60%-a. A közgyűlés tehát határozatképes.

A napirend ismertetése és elfogadása után az elnök így folytatta:

64. Tisztújító Küldöttközgyűlésünket követően az Egyesület elnöksége elhatározta és kidolgozta a középtávú munkaprogramot, amely az 1976—80 közötti öt évet, az V. ötéves terv időszakát öleli fel.

A munkaprogram kijelöli azokat a legfontosabb egyesületi feladatokat, amelyekkel hozzájárulhatunk ahhoz, hogy az V. ötéves tervtörvénybe foglalt gazdasági és társadalmi célkitűzéseket a leghatékonyabban valósíthassuk meg. A munkaprogram a gazdasági célok meghatározásában, az anyag- és energiatakarékosságban, a KGST-integrációval összefüggő célkitűzések megvalósításában, a környezetvédelem, a munkabiztonság javításában irányoz elő egyesületi közreműködést.

Megfogalmaztuk a műszaki fejlesztéssel és a tudományos kutatással összefüggő egyesületi feladatokat.

A munkaprogram legfontosabb fejezete az egyesületi tevékenységgel is elősegítendő gazdaságfejlesztési célkitűzéseket foglalja össze. Ezek közül a bányászat területéről a dunántúli gyűjtőerőmű célbányái: Márkus-hegy, Nagyegyháza, Mány és Lencsehegy II., továbbá a két rekonstrukció: Balinka és Dudar beruházásai 1977 és 1989 között valósulnak meg; a tervezett széntermelés 8,8 millió t/év, a bauxittermelés 500 Et/év lesz.

A szilárdásvány-bányászat és a kohászat főbb feladatainak ismertetése mellett a szénhidrogén-bányászat perspektíváit vázolva, az elnök megállapította:

A szénhidrogénipar nagyberuházásai között az V. ötéves tervidőszakban megépül a szovjet—magyar földgázvezeték III. szakasza; a célcsoportos beruházások között 490 km szállítóvezetéket és 650 km elosztó gázvezetéket építünk. A pb-gázellátás fejlesztésére 70 Et/év új töltőkapacitást, 40 új bázis- és cseretelepet és 30 Em³ tárolókapacitást építünk. Fejlesztjük a kőolaj- és földgáztermelést, aminek eredményei már az V., de különösen

Az elnökség

A küldöttközgyűlés résztvevőinek egy csoportja

a VI. ötéves tervben fognak jelentkezni. A kőolaj- és földgázbányászat és a távvezetéki szállítás az V. ötéves tervben 10 milliárd Ft-ot ruház be. A beruházás eredményeképpen a kőolaj- és földgáztermelés többletén kívül — csak vidéken — közel 100 ezer új lakást kapcsolunk be a földgázellátásba.

A műszaki elhivatottságú ember számára nincs szebb feladat, mint újat építeni, korszerűt, modernet; a ma emberének, a jövő generációknak. V. ötéves tervünkben a bánya- és kohóiparban számos új, modern, termelékeny, egészségesebb, biztonságosabb munkafeltételeket nyújtó üzem építését kezdjük meg, illetve fejezzük be. Vázlatos ismertetésemben 11 új bányát, 15 üzemet, acélművet, öntödét említettem. Ezek építésére, fejlesztésére népgazdaságunk 45—50 milliárd Ft-ot fordít; korszerű, szükséges, piacképes terméket állítunk majd elő ezekben az üzemekben, és mintegy 20 ezer dolgozónak biztosítunk munkalehetőséget. Arra hívom fel küldötteinket, rajtuk keresztül az Egyesület tagságát, hogy tekintsék feladatuknak, az egyesületi munka fontos kérdésének ezen beruházások, fejlesztések építésének meggyorsítását, segítsék az Egyesület sajátos eszközeivel a tervek valóra váltását.

Az Egyesület elnökségének az a kérése a közgyűléshez és tagsághoz, hogy az egyesületi tevékenység, a mérnök- és technikus-továbbképzés, a rendezvények, a publikációk, a pályázati kiírások minél nagyobb számban kapcsolódjanak az előbbiekben részletezett gazdaságfejlesztési célkitűzésekhez.

Arról tájékoztathatom a Küldöttközgyűlést, hogy az elmúlt évben az Egyesület megbecsülése fejlődött, tekintélye erősödött. Az MTESZ, az állami irányító szervek figyelembe veszik javaslatainkat, pozitívan értékelik az egyesületi kezdeményezést, válaszolnak ajánlásainkra. Az a véleményünk, hogy az előlegezett bizalomra az Egyesületnek céltudatos munkával kell válaszolnia.

Nagy múltú Egyesületünk 9000 főt megközelítő tagsága önmagában is igen jelentős. Befolyása, hatása azáltal sokszorozódik meg, hogy tagjaink két olyan jelentős iparágban dolgoznak, töltenek be sok ezer vezető posztot, mint a bányászat és a kohászat. A hazai bányászatban és kohászatban 230 ezren dolgoznak, az évi termelési érték pedig megközelíti a 100 milliárd forintot.

*

Ezt követően dr. *Bodnár Ferenc*, az MSZMP KB tagja, az MSZMP Borsod megyei Bizottságának első titkára üdvözölte a Küldöttközgyűlés résztvevőit, kifejezve a Pártbizottság és saját örömét, hogy e nagy múltú, igen számottevő eredménnyel munkálkodó egyesület Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen tanácskozik. Üdvözlő szavaiból az alábbiakat emeljük ki:

Pártunk XI. kongresszusa szocialista fejlődésünk egyik fontos, alapvető feladataként határozta meg, hogy a tudomány termelőerővé válását, a tudományos eredmények, vívmányok gyakorlati alkalmazását meg kell gyorsítani. A pártkongresszus ezen belül is nagy jelentőséget tulajdonított és tulajdonít V. ötéves tervünk megvalósításának, ásványi kincseink gyorsabb ütemű feltárásának, e kincsünk felhasználásának.

Terveink megvalósítása, a népgazdaság és szocialista társadalmunk további fejlődése mindannyiunktól még aktívabb tevékenységet, hatékonyabb munkát igényel, követel. Csakis ez lehet teremtő alapja a többnek mind társadalmi, mind konkrét egyéni, személyi méretekben.

Az üdvözlés elhangzása után dr. *Simon Sándor* akadémikus, az NME rektora „Bánya- és kohómérnökképzésünk helyzete" című előadását a küldöttek üdvözlésével kezdte:

Tisztelt Közgyűlés! Kedves Elvtársnők, Elvtársak!

Mielőtt a bánya- és kohómérnökképzésről beszámolnék, engedjék meg, hogy — házigazdaként — a Nehézipari Műszaki Egyetem Tanácsa, egyetemünk oktatói, nem oktató dolgozói, hallgatói, valamint a magam nevében tisztelettel és szeretettel köszöntsem az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 65. Küldöttközgyűlésének minden kedves résztvevőjét, az elnökségben, illetve a padsorokban helyet foglaló vendégeinket.

Örvendetes, hogy a Küldöttközgyűlés színhelyéül az Egyesület elnöksége 18 év után ismét egyetemünket választotta, példázva ezzel is azt, hogy az Egyesület és az alma mater kapcsolatai az Egyesület 85 évvel ezelőtti alakulása óta szorosak. Az alma mater volt 1892-ben az Egyesület bölcsője, sőt ezt megelőzően 1871-től *Kerpely Antal* és professzortársai révén a bányász-kohász szaklap bázisa, s az alma mater mindenkor segítette az Egyesületet szakmai, társadalmi rangjának megteremtésében, megtartásában. Az Egyesület jóváhagyott — s egyébként igen tartalmas — középtávú munkaprogramja az egyetemi oktatásról nem tesz külön említést, mi azonban — mint oktatók és egyben az Egyesület tagjai — úgy véljük, hogy az Egyesület szerepe, feladata e téren sem csekély.

Bánya- és kohómérnökképzésünk múltjának ismertetése után a jelenlegi helyzet elemzéséből az alábbi gondolatokat emeljük ki.

A Nehézipari Műszaki Egyetem jelenleg érvényben levő szervezeti és működési szabályzata szerint egyetemünk oktató-nevelő munkájának célja: nagy általános műveltségű, szakmaszerető, szilárd és magas fokú természettudományos ismeretekkel rendelkező, marxista-leninista világnézetű, szocialista erkölcsű műszaki szakemberek (ezen belül bánya-, kohó- és gépészmérnökök) képzése. Az oktató-nevelő munka keretében egyetemünk oktatói a társadalom-, a műszaki és a természettudományok olyan elméleti és gyakorlati ismereteit oktatják, melyek képessé teszik a végzett hallgatót tudományosan megalapozott munkára, szaktudományán belül új eredmények megismerésére, felhasználására és azok továbbfejlesztésére. Elsődleges feladatunk a mérnöki gondolkodásra tanítás, a mérnöki gondolkodásra való nevelés.

Egyetemünkön az oktatás nappali, esti és levelező tagozaton
bányamérnöki,
kohómérnöki és
gépészmérnöki karon, továbbá
a dunaújvárosi kohó- és fémipari főiskolai kar és
a kazincbarcikai vegyesipari automatizálási főiskolai kar
keretében folyik.

Az oktatás, a továbbképzés részletes ismertetése, a tanterv és az oktató-nevelő munka korszerűsítésének mélyreható elemzése után dr. *Simon Sándor* az alábbi mondatokkal fejezte be előadását:

A szakmaszeretet kifejlesztésében kiemelkedő szerepe van az Egyesületnek. A fiatalok bevonása az egyesületi életbe rendkívül sok irányú nevelő hatást rejt magában. Ezért legyen szabad e helyen is köszönetet nyilvánítanom Egyesületünk elnökségének, hogy az immár önálló Egyetemi Osztályt, s ezen keresztül fiatal oktatóinkat és hallgatóinkat e téren mind nagyobb mértékben támogatja.

Végezetül nem szabad elfeledkeznünk a haladó hagyományok ápolásából adódó nevelő hatásokról sem. Amint bevezetőmben említettem, s amint azt a Közgyűlésünk alkalmából összeállított kiállításunk is mutatja, bánya-, illetve kohómérnöki karunknak hagyományokban gazdag múltja van, amelyből az időálló, legértékesebb hagyományok egyetemünkre is átkerültek, élnek. Ápolnunk kell ezeket a hagyományokat, tisztelve azokban elődeink ma is progresszív szokásait, de megtöltve a mai kornak megfelelő új, szocialista elemekkel. Őrködnünk kell hagyományaink torzításmentes továbbvitelén. E két kemény, nehéz szakma megszerettetése, a hivatástudat és a társadalmi kötelességtudat kifejlesztése alma materünk számára alapvető feladat. Ezt kívánja tőlünk szocialista hazánk, a fejlett szocializmus építésének nagyszerű programja. Úgy gondolom, hogy ebben a nagy múltú Egyesületünkkel való jó együttműködés további eredményeket hoz.

Őszintén kívánom, hogy így legyen!

A napirend következő pontjaként dr. *Nagy Zoltán* főtitkár terjesztette beszámolóját a közgyűlés elé.

Tisztelt Közgyűlés!

Egyesületünk tisztújító közgyűlése (1976. március 12.) óta eltelt egy év rövid idő ahhoz, hogy az Egyesület életében kibontakozó széles körű tevékenységet és a szakosztályok munkájának fejlődését reálisan értékelhessük, valamint a munkánk közben jelentkező hibák tanulságait levonva, eredményességünk mérlegét megvonjuk.

Az 1976 márciusában megválasztott új vezetőség kellő aktivitással és következetes rendszerességgel kezdett hozzá a közgyűlés határozatainak, valamint saját elképzeléseinek végrehajtásához. Figyelemmel volt az elnökség és a szakosztályok vezetősége a korábban megkezdett munkák folyamatosságának biztosítására és arra, hogy az átmeneti időszakban egyesületi életünk zavartalan legyen.

Egyesületünk megőrzött hagyományainak megfelelően e helyről is tisztelettel emlékezünk meg azon 48 tagtársunkról, akik a múlt évi közgyűlés óta eltávoztak körünkből, és örök pihenőre tértek: *Barta József* ny. főmérnök, *Berendi János* aknász, *Binder Béla* okl. bányamérnök, *Csaszlava Jenő* okl. bányamérnök, *Dani József* okl. gépésztechnikus, *Gálócsy Zsigmond* okl. kohómérnök, alapító tag, *Gergály József* főművezető, *Gergely András* okl. bányamérnök, *Gruber Imréné Reményi Éva* okl. kohómérnök,

dr. *Gyulay Zoltán* ny. egyetemi tanár, *Hegyi Kálmán* aranydiplomás bányamérnök, *Hervoly Béla* okl. bányamérnök, *Jolsfai Alfonz* okl. bányamérnök, *Kokavecz Tibor* okl. technikus, *Kovács Béla* okl. kohómérnök, *Kriston Kőműves Gyula* okl. geológusmérnök, *Kuborczik Elemér* főaknász, *Kutas Andor* okl. kohómérnök, *Leginszki István* főfúrómester, *Lendvai Kálmán* bányaipari technikus, *Lengyel Barnabás* okl. gépészmérnök, *Mezei Péter* bányaipari technikus, *Moskovics Ferenc* művezető, *Nemes Árpád* okl. bányamérnök, *Orosz Rezső* ny. igazgatóhelyettes, *Páris Tibor* okl. bányatechnikus, *Pataricza Imre* okl. mérnök, *Piletics Tibor* aknász, *Pitlik László* okl. bányatechnikus, *Polgár György* okl. kohómérnök, *Regéczi Emil* ny. főmérnök, *Remenyik György* okl. bányamérnök, *Szakács Mihály* gyártástervező, *Szakcs István* okl. gépésztechnikus, *Szalay László* okl. kohómérnök, *Szellem József* okl. elektrotechnikus, *Szentgyörgyi Czeke Endre* okl. bányamérnök, *Tamkó Pál* okl. bányamérnök, *Tárkány László* okl. bányamérnök, *Tolnai Gábor* okl. bányamérnök, *Tóth Lajos* okl. gépészmérnök, *Varga Béla* aranydiplomás bányamérnök, dr. *Varga Elemér* okl. bányagépészmérnök, dr. *Vendel Miklós* ny. egyetemi tanár, dr. *Vitális Sándor* ny. egyetemi tanár, *Vörös Lajos* okl. bányamérnök, *Wild Gyula* okl. üzemmérnök, *Zsille Lajos* okl. bányamérnök.

Emlékezzünk rájuk néma felállással!

Az egyesületi feladatok meghatározása, a középtávú munkaprogram

A 65. Közgyűlés után az új elnökség elsőrendű feladatának tekintette rendezni és meghatározni azon irányelveket, amelyek a jövőben elvi és gyakorlati segítséget adnak az egyesületi élet továbbfejlesztéséhez. Ezen iránymutatások főbb vonalai a következők:

— hatékony közreműködés a népgazdasági tervek céljainak végrehajtásában, a vonatkozó párt- és kormányhatározatok messzemenő figyelembevételével;
— kapcsolattartás és együttműködés az illetékes minisztériumokkal, az OMFB-vel és az ágazati szakszervezetekkel;
— aktív részvétel a szakmai oktatás fejlesztésében és az oktatást elősegítő javaslatok kidolgozásában;
— az erőfeszítések növelése a vállalatokhoz, üzemekhez, intézményekhez szorosabban kapcsolódó egyesületi élet kibontakoztatására, a helyi csoportok munkájának továbbfejlesztésére;
— azon lehetőségek jobb kihasználása, amelyeket az Egyesület léte nyújt közös tervek, közös állásfoglalások megszervezésére;
— az egyesületi társadalmi munka rendszerességének fokozása, az aktivitás és a fiatalság bevonásának növelése.

E célkitűzésekre támaszkodva Egyesületünk elnöksége kidolgozta az Egyesület középtávú munkaprogramját, amely azt hivatott rögzíteni, hogy az Egyesület sajátos eszközeinek legfontosabb gazdasági és társadalmi célokra való koncentrálásával milyen módon segítheti leghatékonyabban azok megvalósulását.

Az elnökségi bizottságok megalakítása

Az elnökség 1976. május 12-én tartott ülésén határozatot hozott az elnökség mellett korábban működő bizottságok megerősítésére és új bizottságok létrehozására. Az elnökségi bizottságok a következők:

Alapszabály-bizottság (elnöke dr. *Kovács Mihály*),
Ipargazdasági bizottság (dr. *Trethon Ferenc*),
Nemzetközi kapcsolatok bizottsága *(Böszörményi Béla)*,
Szakosztályközi és rendezvénybizottság *(Serfőző Iván)*,
Oktatási bizottság (dr. *Pilissy Lajos*),
Ifjúsági bizottság (ifj. *Gagyi Pálffy András*),
Történeti bizottság *(Székely Lajos)*,
Érembizottság *(Éles László)*.

Az egyre nagyobb fontosságú energetikai és környezetvédelmi kérdések vizsgálatára és koordinálására dr. *Tóth Miklós* alelnökünk vezetésével munkabizottság alakult.

A legtöbb elnökségi bizottság feladata a korábbival szemben bővült. Munkaterveikbe iktatták az egyesületi munka szervezeti javítását, a terv- és pénzgazdálkodás fejlesztését, az ügyrendi kérdések megfogalmazását, a több szakosztályt érintő szakmai rendezvények szervezését, a korszerű továbbképzési formák keresését, az egyesülettörténeti és szaktörténeti munka fejlesztését, az ipargazdasági kérdések komplex vizsgálatát.

Az egyesületi élet aktivitása

Rövid pillantás az 1976-os rendezvénynaptárra a következőkről tájékoztat:

műszaki ismeretterjesztő előadás	145
műszaki-tudományos előadás	153
társadalmi rendezvény	22
egyéb rendezvény	345 volt.

Összesen tehát 665 előadás, ankét, szimpozion, ülés volt, ezeknek 65%-át a helyi csoportok rendezték.

Kétségtelen, hogy a különböző rendezvényeket a vidékorientáltság jellemzi. Ez természetes is, hiszen az ipar problémái elsősorban a termelőüzemekben jelentkeznek; Egyesületünk anyagi és szellemi bázisának legfontosabb erőforrását a zömmel vidéken levő bányák, gyárak és üzemek jelentik, és nem utolsósorban: az Egyesület csaknem 8600 főnyi tagságának 87%-a vidéki.

A rendező szakosztályok munkatársairól dicsérettel kell szólni, és külön ki kell emelni azon nagyrendezvények és nemzetközi konferenciák szervezését, amelyek vitathatatlan hasznosságuk, élenjáró műszakiinformáció-szolgáltatásuk mellett a műszaki-tudományos fejlődés során felszínre kerülő új jelenségekre hívták fel a szakemberek figyelmét. A fentieken túlmenően még a magyar bányász-kohász műszaki társadalom hírnevét is öregbítették.

Az elmúlt évben a következő nemzetközi jellegű és nagyobb jelentőségű konferenciákat rendeztük:

— Bányászati anyagmozgatási konferencia,
— Geodézia és bányamérés a metróépítésnél,
— Olajmérnökképzésünk 25 éves jubileuma,
— Kőolaj- és földgázbányászati Ifjúsági Szakmai Napok,
— VI. országos nyersvasgyártó- és acélgyártó-konferencia,
— 25 éves a magyar alumíniumpigment-gyártás,
— V. országos ritkafém-konferencia,
— Számítógépek öntődei alkalmazása,
— IV. nyomásos öntőnapok,
— Tempernapok.

A vidéki bánya- és ipartelepeken lebonyolított sikeres rendezvények is igazolják azt a megállapítást, hogy helyi csoportjainkban eredményes, sokrétű és aktív munka folyik.

Fiatal tagtársaink szerepe az Egyesület életében

Egyesületünk megalakulása óta nagy fontosságot tulajdonított annak az önként vállalt feladatának, hogy a szakágazatok ifjúságát a szakma, a hivatás szeretetére nevelje. Múlt évi közgyűlésünk határozatba foglalta, hogy „az ifjúság körében végzett munkát, különösen az Egyetemi Osztály munkáját az új elnökség fokozott figyelemmel kísérje, és rendszeresen segítse, különös tekintettel arra, hogy az Egyetemi Osztály hivatott a szakmáink közötti barátság ápolására és az ifjúságnak az egyesületi munkába való bekapcsolódására."

Nemzetközi kapcsolataink

Nemzetközi kapcsolataink immár húszéves múltra tekintenek vissza, és 1976-ban is fejlődtek. Egyesületünk 254 tagja 47 különböző külföldi rendezvényen vett részt, és szerzett hasznos szakmai ismereteket, tapasztalatokat a szocialista és tőkésországok bányászati, kohászati és öntészeti iparágainak tanulmányozásával. A korábbi évekhez mérten nőtt a tagjaink által külföldön tartott előadások és hozzászólások száma.

A már régi és jó kapcsolatok eredményeként egyre több külföldi szakember jelenik meg rendezvényeinken. A szinkrón tolmácsolásban elhangzott előadások, a világnyelveken is megjelenő kiadványok értékes tájékoztatókat adtak a magyar bányászat és kohászat fejlettségéről, elért eredményeiről.

Az Egyesület szaklapjai

Egyesületi életünk fontos tájékoztató fórumát a szaklapok képezik. A 3200 példányos BÁNYÁSZAT, az 1500 példányos KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ , a 3300 példányos KOHÁSZAT és a 240 példányos ÖNTŐDE hűen tükrözi az ágazatok és szakmák igényeit.

A lapokban javult a színes híranyagok és az egyesületi életről szóló tájékoztatók részaránya. Kifogásolható, hogy — a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ kivételével — késik a lapok megjelenése.

*

A főtitkári beszamolót követően *Bándi József*, az Ellenőrző bizottság elnöke terjesztette a Közgyűlés elé jelentését, amely szerint *az Ellenőrző bizottság az 1976. évi tényszámokat elemezve a gazdálkodást szabályosnak és eredményesnek minősítette:*

Az Egyesület tevékenységében a bizottság a tervszerűség javítását tartja szükségesnek, különösen

— a külföldi kiküldetések terén,

— a nagyrendezvények, ankétok, szemináriumok stb. költségeinek tervezésében és a keretek berartásában.

A bizottság javasolta az elnökségnek, hogy az elnökség kötelezze a szakosztályokat a tervezettel szemben 15%-ot meghaladó túllépések esetén az elnökség előzetes engedélyének megszerzésére.

Az Ellenőrző bizottság a számvizsgálói feladatokon túlmenően — főtitkárunk javaslatára — napirendre tűzte Egyesületünk ügyvitelének fokozatos szabályozását.

*

Következő napirendi pontként hozzászólások, indítványok hangzottak el.

Karlik Nándor alelnök, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezérigazgatója hozzászólásában utalt arra, hogy vaskohászatunk az 1976. éves tervét teljesítette. A munka eredményeiben nagy érdemük van azoknak a szakembereknek, akik az Egyesület Vaskohászati Szakosztályában is tevékenykednek.

Dr. *Faller Gusztáv*, a Bányászati Szakosztály elnökhelyettese, a NIM főosztályvezető-helyettese az Egyesület középtávú munkaprogramjához szólt hozzá, és rövid tájékoztatást adott a Bányászati Szakosztály munkájáról.

Tóth András okl. kohómérnök (Öntödei Szakosztály) energiagazdálkodási problémákat vetett fel.

*

Utolsó napirendi pontként *Éles László*, az Érembizottság elnöke ismertette az elnökség határozatát az egyesületi emlékérmek adományozásáról. Kimagasló egyesületi, szakmai és tudományos munkájukkal érdemeket szerzett tagtársainknak az egyesületi emlékérmet Egyesületünk elnöke nyújtotta át.

Kerpely Antal-emlékérmet kapott

dr. h. c., dr. SIMON SÁNDOR okl. kohómérnök, az NME tanszékvezető tanára, az Egyetem rektora.

Christoph Traugott Delius-emlékérmet kapott

dr. h. c., dr. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, az NME tanszékvezető tanára;

Mikoviny Sámuel-emlékérmet kapott

KLEMENCSICS ISTVÁN okl. erdőmérnök, a Magyar Szénbányászati Tröszt főosztályvezetője és

dr. ORMOS KÁROLY okl. bányamérnök, a Mecseki Szénbányák osztályvezetője;

Sóltz Vilmos-emlékérmet kapott

KOVÁCS DEZSŐ okl. kohómérnök, az Öntödei Vállalat igazgatója;

Wahlner Aladár-emlékérmet kapott

dr. RÉPÁSI GELLÉRT okl. kohómérnök, a Dunai Vasmű műszaki vezérigazgató-helyettese;

Zorkóczy Samu-emlékérmet kapott

TÖRÖK FRIGYES okl. fémkohómérnök, a Csepeli Művek Tervező Intézetének osztályvezetője.

Szakosztályunk tagjai közül BUDAI LÁSZLÓ okl. mérnök, a Vízkutató és Fúró Vállalat ny. igazgatója **Zsigmondy Vilmos-emlékérmet** kapott. A kitüntetéssel az elnökség azt a lelkes egyesületi munkát jutalmazta, amelyet a Vízbányászati szakcsoport vezetőjeként éveken át kifejtett, és irányításával új korszak kezdődött a magyar hévízkutatásban. Elősegítette a világhírű magyar hévízkutató, *Zsigmondy Vilmos* bányamérnöknek a magyar hévizek felkutatását és hasznosítását célzó, ma egyre időszerűbb törekvéseinek megvalósítását.

BUDAI LÁSZLÓ

Ezután került sor az Egyesülethez való ragaszkodás elismeréseként a 40, 50 éves, illetve a 60 évnél hosszabb idejű egyesületi tagsággal rendelkező tagtársak kitüntetésére. **Zorkóczy Samu-emlékérmet** kapott BAJKÓ ANDRÁS okl. bányamérnök (74 éves tagság), dr. ERPF EDE okl. bányamérnök (65), dr. MOHI REZSŐ okl. bányamérnök (65), dr. BECKER ERVIN okl. fémkohómérnök (50), dr. FALK RICHÁRD okl. gépészmérnök (50), dr. RIHMER LÁSZLÓ okl. bányamérnök (50), dr. DOMONY ANDRÁS okl. kohómérnök (40), id. GALAUNER BÉLA okl. kohómérnök (40), dr. HAJTÓ NÁNDOR okl. kohómérnök (40), HEINRICH JÓZSEF okl. bányamérnök (40), dr. KÖVES ELEMÉR okl. kohómérnök (40), KRICSFALVI JENŐ okl. bányamérnök (40), dr. KUN LÁSZLÓ okl. bányamérnök (40), REMÉNYI VIKTOR okl. bányamérnök (40), TEMESSZENTANDRÁSI GUIDÓ okl. kohómérnök (40).

A közgyűlés résztvevői hosszasan ünnepelték a kitüntetett tagtársakat.

*

Végezetül *Kreffly Gábor* elnök zárszavában meleg szavakkal köszönte meg a Nehézipari Műszaki Egyetemnek, az Egyetemi Osztálynak és külön dr. *Simon Sándor* rektornak a küldöttközgyűlés megszervezése és sikeres lebonyolítása érdekében végzett lelkes munkát. Megköszönte az idősebb tagtársaknak, hogy nagy elfoglaltságuk ellenére időt szakítottak a közgyűlésen való részvételre, és így kifejezték az Egyesülethez való ragaszkodásukat. A fiatalokat pedig arra kérte, hogy vegyék ki részüket az egyesületi munkából, szeressék és építsék nagy múltú Egyesületünket.

A közgyűlés után a részvevők megtekintették az NME aulájában rendezett kiállítást, amely értékes dokumentumokat mutatott be az alma mater selmec—sopron—miskolci múltjából, a régi és a mostani professzorok, egyetemi oktatók munkáiból.

A közgyűlés után az Egyesület a részvevőket a diósgyőri Hámor étteremben kedélyes hangulatú közös ebéden látta vendégül.

T. L. és *Ó. A.*

(Folytatás a 219. oldalról)

számítási metódusok megítéléséhez hibaszámításokat is végzett. Szemléletes matematikai bizonyítással igazolta, hogy — elméletileg — a legpontosabb számítási eljárásnak a minden pontpárt figyelembe vevő módszer tekinthető. A szerző szerint az analízis kis kapacitású asztali számológépre írt programmal a fúrási gyakorlatban könnyen használható.

Ismertetett a szovjet és amerikai számítási módszerek közül is néhányat.

A szerző által levezetett modell szén- és érckutatás során mélyített fúrólyukak térbeli helyzetének meghatározását is lehetővé teszi. Példaként egy ötszáz méter mélységű aknafúrás függőlegestől való eltérését határozta meg.

Célszerű lenne a módszer használhatóságát nagymélységű, kis átmérőjű fúrólyukakkal kapcsolatban megvizsgálni.

Az előadást hozzászólás és vita követte.

Szolnok, 1977. április hó

Tatár András
olajmérnök
(OGIL. Szolnok)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A kőolaj- és földgázbányászat bányakár jellegű sajátos környezetvédelmi problémái

A kőolaj- és földgázbányászatban már a bányakárok különleges, sajátos problémákat képeznek. Még inkább érvényes ez a megállapítás a kőolaj- és földgázbányászat környezetvédelmi problémáira, különösen a kőolaj- és földgázvezetékekkel kapcsolatban [1—3].

A kőolaj- és földgázbányászat sajátos bányászati tevékenységének fogalomkörét a Legfelsőbb Bíróság ide vonatkozó határozatai (B. H. 1968/1/5566. 6449/1970. sz.) nagyjából már eléggé megnyugtatóan körülhatárolták, amikor a bányatörvény (Bt.) 42. és 46. §-a alapján a bányakár megállapításának feltételeül — a bányászat puszta jelenléte helyett — a bányászati tevékenységet, a bányászati „ténykedést" követelték meg. Az újabb bírósági határozatok a közvetlen és közvetett bányakárok fogalomkörét is tisztázták valamelyest, különösen a bányaszolgalmi, a gázvezeték biztonsági övezetének bányakárproblémáival, az úgynevezett szegélykárokkal, akár a közvetlen, akár a közvetett okozati összefüggés hiányával kapcsolatban (G. F. III. 31 865/1975. sz.). Dr. *Farkas József* egyetemi tanár, a problémakör egyik neves szakértője szerint azonban a fogalmak tisztázása terén még számos feladatunk van, és a környezetvédelemről szóló 1976. évi II. törvény a gyakorlatban még sok-sok problémát fog felvetni. Ehhez kívánok az alábbiakban néhány gondolattal hozzájárulni, utalva a bőséges irodalmi anyagra [4—6].

A környezetvédelem kőolaj- és földgázbányászati vonatkozású követelményei

A környezetvédelmi törvény a föld, a vizek, a levegő, az élővilág, a táj és a települési környezet védelmét követi. A kőolaj- és földgázbányászat a kutatás, a termelés és a szállítás céljait szolgáló tevékenység, ténykedés során az alábbi, egyben bányakár jellegű környezetszennyezéssel sértheti meg a környezetvédelmi törvény követelményeit.

A törvény 12. §-a szerint a föld védelme a talajra, az alapkőzetre és az ásványi anyagokra terjed ki. Erre való tekintettel a szeizmikus és földtani kutatási, valamint a bányászati — termelési-mélyfúrási — tevékenység során fokozott gonddal kell a Bt. 45. §-ában meghatározott bányakár-megelőzési, tájrendezési, újrahasznosítási rendelkezések végrehajtásáról gondoskodni.

A törvény 16. §-a szerint a vizek védelme a felszíni és a felszín alatti vizekre terjed ki. Erről is, szinte korát messze megelőzve, kielégítően rendelkezik a bányatörvénynek a bányavizekről és a mélységi vizek felszínre hozataláról szóló 50., illetőleg 62.—63. §-a.

A törvénynek a levegő védelméről szóló 25. §-a alapján a kőolaj- és földgázbányászat a II. és III. veszélyességi fokozatba sorolható. A bányatörvény erre vonatkozó számos, részletes rendelkezése-fejezete mind a bányász dolgozók mikrokörnyezetével — munkavédelmével, biztonságával —, mind a bányászattal érintett általános — társadalmi — makrokörnyezetvédelmével kielégítően foglalkozik.

A törvény 27. §-ának az élővilág védelmére vonatkozó rendelkezései végrehajtásáról a bányászatban főképpen a bányatörvénynek rekultivációs, valamint az ingatlanok és vizek használatára vonatkozó rendelkezései (45—49. §) megfelelően gondoskodnak.

A törvény a táj védelméről (33. §), továbbá a települési környezet védelméről (37. §) szóló rendelkezéseit a bányatörvénynek már idézett rekultivációs intézkedései értelemszerűen, illetőleg megfelelően kielégítik.

A kőolaj- és földgázbányászat különös környezetvédelmi tevékenysége

A „környezetvédelem a bányászatban és kohászatban" tárgyú, 1975. évi, miskolci Országos Környezetvédelmi Konferencia anyagának a NIMDOK által az 1976. év végén közzétett tanulmányaiból megismerhetők a környezetvédelem bányászati problémái és népgazdasági jelentősége. Külön szekció foglalkozott a kőolaj- és földgázbányászat légszennyező forrásaival, valamint a bányászati rekultiváció nagy eredményeivel [7].

Dr. *Faller Gusztáv*nak „Környezetvédelem a bányaiparban" című értékes tanulmánya szerint a szénhidrogén-bányászatban az 1973. évben a vizek szennyezésének megelőzésére 43 millió forintot, a levegő szennyeződésének megakadályozására pedig 15 millió forintot fordítottak. Ezek a beruházások a társadalmi makrokörnyezetvédelem terén az emissziós jellegű környezeti hatások leküzdésére s egyben a bányászat tervszerű, példás környezetátalakító tevékenységének igazolására is szolgálnak. Emellett azonban nem lehet megfeledkezni a szénhidrogén-bányászat katasztrofális jellegű, környezeti veszélyességéről, a váratlan gázkitörésekről, az állandó tűz- és robbanásveszélyről, az olaj- és gázvezetékek váratlan kilyukadásáról. Így például legutoljára az 1969. évi karácsonyi, algyői kitörés alkalmával az algyői 168. sz. kútból naponta 1000 m³ kőolaj és egymillió m³ földgáz veszélyeztette a környezetet.

Egyébként a kőolaj- és földgáztermelés légszennyező forrásainak felmérésekor szerzett tapasztalatokról szóló előadás (dr. *Gyurkó István* és dr. *Csopf József*) szerint csak a másodlagos termeléssel, szivárgás útján kerülhet a levegőbe nagyobb kéntartalmú, veszélyes szén-dioxid-gáz. A szabályos, rendes termelőterületen a légszennyezés elhanyagolhatóan minimális. A biztonsági lefúvató rendszerek fáklyái elégetik a kísérőgázokat. Az üzemi cél a teljesen zárt rendszerű gyűjtő- és előkészítő tevékenység fokozatos, általános bevezetése.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a tudományos-technikai forradalom nagyszerű eredményei a kőolaj- és földgázbányászatban is alkalmazásra találtak. Erről tanúskodik a bányászok nagy nemzetközi, valamint hazai kongresszusának irodalmi anyaga [8—9].

Az új kutatási, termelési és szállítási módszerek a talaj, a víz, a levegő, az élővilág, a táj, a környezet fokozott védelmére ösztönöznek, hogy ezek az el nem fogyasztható, nem szaporítható elemek megfelelő fizikai és kémiai módszerekkel az emberiség, az élővilág értékeinek megőrzésére, sőt gyarapítására szolgáljanak.

IRODALOM

[1] 1976. évi II. tv. Az emberi környezet védelméről. Magyar Közlöny, 1976. ápr. 1. 26. sz. 318—23.
[2] *Kiss L.:* A szénhidrogén-bányászat sajátos bányakárproblémái a bírósági gyakorlat és a szakhatósági határozatok tükrében. Kőolaj és Földgáz *6* 177, 186, 190 (1973).
[3] *Kiss L.:* Elvi jelentőségű bányakártalanítási bírósági határozatok. BKL Bányászat *12* 862—4 (1973); *1* 62—3 (1974).
[4] *Kiss L.:* A bányakárok megelőzése és megtérítése, figyelemmel a szocialista és a tőkés bányajogi rendelkezésekre. BKL Bányászat *8* 546—51 (1973).
[5] *Kiss L.:* A bányakárok mai problémái. MTESZ—OMBKE, 1973. I.—II. k. 292 p.
[6] *Martos F.:* Bányakártan. Tankönyvkiadó, 1974. 212 p.
[7] *Binder B.:* Környezetvédelem a bányászatban. NIMDOK, 1976. 198 p.
[8] *Rösgen, K.:* Bergbau und Umwelt aus der Sicht der IX. Weltbergbau-Kongresses. Glückauf *18* Sept. 23. 1083—5 (1976).
[9] *Kiss L.:* A bányatörvény 15 éve. A bányaigazgatás mai problémái. MTESZ —OMBKE, 1976, 218 p.

Dr. *Kiss László*

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Számítástechnika alkalmazása a gáz- és olajszállító vezetékek üzemeltetéséhez

Két EMG 666-os asztali számítógépet használ jelenleg a GOV. Az egyikkel az Üzemfenntartási főosztályon *Szalai István* és *Erdélyi György* okl. villamosmérnökök vezetésével több műszaki és gazdasági programot dolgoztak ki.

— A *Baeckmann* módszerével ellenőrzött s tervezett katódvédelem az eddig ismert eljárások közül pontosabb elhelyezést tesz lehetővé a létesítendő katódállomások részére. Adott felépítésű rendszerre — többek között — a védhető hosszt és a védőáram-szükségletet is meghatározza változó paraméterekkel.
— Rendszeresen kiértékelik és szalagon tárolják az üzemek által végzett láncgörbemérések eredményeit, és felhasználják azokat az adott rendszerek bővítésének tervezéséhez.

A másik berendezéssel a Távközlési főosztályon *Stukovszky Ernő* számítástechnikai üzemmérnök vezetésével jelenleg vizsgálják egy gáztávvezeték-rendszer telemechanikai vezérlésének kapacitásnövelési lehetőségét.

Siófok, 1977. március hó

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р К. Бауер, инж.-нефтяник: **Влияние геометрии образцов пород на точность определения капиллярного давления центрифугированием** ..... Стр. 193

Для снятия кривых капиллярного давления центрифугированием применяется модель породы линейной системы, которая удовлетворяет условиям паралельных полей сил с неизменным ускорением. В связи с этим при пересчете результатов измерений в кривые капиллярного давления наблюдается погрешность такого порядка величины, которая «точностью» исходных не мотивируется.
В случае применения образцов пород с геометрией, удовлетворяющей условиям радиального поля сил равномерного ускорения для исследования центрифугированем, кривая капиллярного давления в зависимости от точности получения исходных данных соответствует кривой капиллярного давления, снимаемой методом диска.

Д-р *И. Сюч*, спец. инженер по нефтехимии— *Л.Ёрши*, инж.-механик хим. пром-и—*Л. Хобор*, инж.-механик хим. пром-и: **Проблемы проектирования и эксплутации компрессорных станций нефтеперерабатывающей промышленности. Ч. II.** ..... Стр. 198

В части II. статьи авторами рассматриваются вопросы электроснабжения поршевых компрессоров, их КИП, изменения производительности, а также размещения корпуса компрессора, и по собственному опыту излагаются сведения о неисправностях в работе поршневых машин.

Й. Сабо—Т. Сабо, инженеры-механики: **Расчет прочности резервуара, расположенного на упругом основании** . Стр. 206

Приведенный расчет по прочности дает возможность более точного определения нагрузок вертикальных цилиндрических наземных резервуаров, расположенных на упругом основании и находящихся под гидростатическим давлением. Таким образом, можно повышать безопасность оборудования и избегать превышений размеров, вытекающих из прежнего метода разчета.

Мария Гашпар, химик: **Оптическая вращательная способность нефтей** ..... Стр. 213

Автором рассматривалась оптическая вращательная способность фракций различных нефтей. Путем корреляционного вычисления была установлена определенная зависимость между оптической вращательной способностью нефтей и содержанием в них ароматических, парафинов и нафтенов, далее молекулярным весом, показателем преломления и молярным преломлением.

*

Dr.-Ing. *Károly Bauer:* **Wirkung der Form der Gesteinsprobe auf die Genauigkeit der Kapillardruckmessung mittels Zentrifuge** ..... S. 193

Für die Bestimmung der Kapillardruckkurve mittels Zentrifuge wird ein Gesteinsmodell angewandt, das die Bedingungen des parallelen Feldes linearer Struktur, d. h. desselben mit konstanter Beschleunigung befriedigt. Deswegen macht sich bei Umrechnung der Messergebnisse in eine Kapillardruckkurve ein Fehler solcher Grössenordnung bemerklich, die durch die „Genauigkeit" der Ausgangsdaten nicht begründet ist.
Falls für die Untersuchungen mittels Zentrifuge eine Gesteinsform eingesetzt wird, die die Bedingungen des unbeschleunigten radialen Feldes befriedigt, stimmt die Kapillardruckkurve hinsichtlich der Genauigkeit der Einholung der Grunddaten mit der Kapillardruckkurve überein, die durch die Scheibenmethode erhalten wurde.

Dr.-Ing. *István Szücs*—Dipl.-Ing. *Lajos Örsi*—Dipl.-Ing. *László Hóbor:* **Projektierungs- und Betriebsprobleme von Kompressoranlagen der Erdölverarbeitungsindustrie . Teil 2** ..... S. 198

Im Teil 2 wird die Energieversorgung von Kolbenverdichtern, die Änderung der Liefermenge, die Instrumentierung von Verdichtern, sowie Richtlinien bezüglich der Anordnung von Verdichteranlagen behandelt. Ferner werden über die auftretenden Betriebsstörungen von Kolbenmaschinen Informationen, anhand eigener Erfahrungen, mitgeteil.

Dipl.-Ing. *József Szabó*—Dipl.-Ing. *Tibor Szabó:* **Festigkeitsberechnung für Behälter auf elastischem Bett** ..... S. 206

Die im Beitrag behandelte Festigkeitsberechnung ermöglicht eine genauere Bestimmung der Belastungen von mit hydrostatischem Druck belasteten zylindrischen Oberflächenbehältern auf elastischem Bett. Dadurch kann die Sicherheit der Einrichtung gesteigert und die sich aus früheren Berechnungsverfahren ergebenden Überdimensionerungen vermieden werden.

Dipl.-Chem. *Mária Gáspár:* **Über das optische Drehvermögen von Erdölen** ..... S. 213

Das optische Drehvermögen der Fraktionen verschiedener Erdöle wurde untersucht. Es wurde durch Korrelationsberechnungen festgestellt, dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen dem optischen Drehvermögen, dem Aromaten-, Paraffin- und Naphthengehalt, Molgewicht, Brechungsindex und der Molrefraktion der Erdöle besteht.

*

Dr. *Károly Bauer*, Petroleum Eng.: **Influence of the rock sample form on the accuracy of capillary pressure measurement using a centrifuge** ..... p. 193

For determining the capillary pressure curve by means of a centrifuge a rock model is used that meets the conditions of a parallel field of linear system, i.e. of constant acceleration. Because of this, when recalculating measuring results into capillary pressure curves, an error presents itself, whose order is not justified by the „accuracy" of the initial data.
If a rock form meeting the conditions of an uniformly accelerating radial field is used for centrifuge examinations, the capillary pressure curve, in conformity with the accuracy of obtaining basic data, agrees with the capillary pressure curve given by the disc method.

Dr. *István Szücs*, Petrochemical Eng.—*Lajos Örsi*, Mechanical Eng. for the Chemical Industry—*László Hóbor*, Mechanical Eng. for the Chemical Industry: **Design and operating problems of compressor stations in the petroleum processing industry — Part 2** ..... p. 198

In Part 2 power supply of reciprocating compressors, quantity changes of the medium transported, instrumentation of compressors, as well as lay-out problems of compressor houses are dealt with. Breakdowns of reciprocating machines are discussed in the light of experience.

József Szabó, Mechanical Eng. — *Tibor Szabó*, Mechanical Eng.: **Strength calculations for storage tanks resting on elastic beds** ..... p. 206

The strength calculations discussed in the paper permit a more accurate determination of the loads on cylindrical surface storage tanks resting on elastic beds and being under hydrostatic pressure. By doing so, equipment safety can be enhanced and oversizing arisen from earlier calculation methods avoided.

Mária Gáspár, Chemist: **Optical rotability of crude oils** ... p. 21?

Optical rotabilities of fractions of various type crudes were examined. It has been stated by correlation calculation that there is a definite relation between the optical rotability, aromatics, paraffin and napthene contents, molecular weights, refractive indices as well as the molar refractions of crude oils.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 225—256 oldal BUDAPEST, 1977. AUGUSZTUS HÓ 8

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

KONCZ ISTVÁN — A szénhidrogén-genezis reakciókinetikai megközelítése ... 225
BÓDI JÁNOS — A Mátraaljai Szénbányák olajipari tevékenysége ... 229
BÁNYÁSZ GYÖRGY—HAÁSZ GYÖRGY—MAGYAR JÓZSEF — Lyukfal-stabilitási problémák Nagylengyelben ... 233
SASVÁRI JUDIT—CSABA JÓZSEF — Béléscső-gazdálkodás számítógéppel ... 239
STUKOVSZKY ERNŐ — Az Országos Telemechanikai Rendszer megvalósításával kapcsolatos kérdések ... 244
SCHALL ISTVÁN—TATÁR ANDRÁS — Fúráselemző műszercsoport ... 247
BUDAY REZSŐ — Az országos olajipari hírközlő rendszer az iparági technológiák szolgálatában ... 252
Egyesületi hírek. HORST BACHMANN professzor az OMBKE-ben ... 243
Külföldi vendégek előadása Budapesten ... 251
MTESZ-hírek. Megalakult az MTESZ Siófoki Intéző Bizottsága ... 254
HTE-szakcsoport alakulása Siófokon ... 254
Az MTESZ XII. Küldöttközgyűlése. 1977. IV. 23. ... 255
Hírek az üzemekből. Számítógépes termelés-nyilvántartás a DKFV-nél ... 228
Vezetéktervezés a Kőolajvezeték Építő Vállalatnál ... 243
Csővágó gép a Tavaszi Nemzetközi Vásáron ... 243
Munkaverseny a jubileumi zászlóért ... 246
Szimpozion az OGIL 10 éves tevékenységéről ... 251
Könyvismertetés ... 254
Hazai műszaki lapszemle ... 251
Külföldi hírek ... 254
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ... 256

A SZÁM SZERZŐI:

BÁNYÁSZ GYÖRGY okl. olajmérnök (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagylengyel); BÓDI JÁNOS okl. építőmérnök, okl. gázipari szakmérnök, üzemi főmérnök (Mátraaljai Szénbányák Vállalat Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem, Ecséd); BUDAY REZSŐ okl. villamosmérnök, főosztályvezető (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Siófok); CSABA JÓZSEF okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); HAÁSZ GYÖRGY okl. olajmérnök (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagylengyel); KONCZ ISTVÁN okl. vegyészmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); MAGYAR JÓZSEF okl. olajmérnök (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagylengyel); SASVÁRI JUDIT okl. fizikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SCHALL ISTVÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); STUKOVSZKY ERNŐ számítástechnikai üzemmérnök, osztályvezető (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Siófok); TATÁR ANDRÁS okl. olajmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-2739 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.
Index: 25 154
HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110. évf.) 8. szám 1977. augusztus

A szénhidrogén-genezis reakciókinetikai megközelítése*

KONCZ ISTVÁN

A tanulmány a kőzetek diszperz szerves anyagában végbemenő hőbomlási folyamat kinetikájának leírására alkalmas reakciókinetikai állandók meghatározására közöl módszert a Pannonmedence üledékes kőzeteiben levő diszperz szerves anyag illóanyagtartalmának változásai alapján.

A szénhidrogének a hasznosítható energiafajták jelentős részét képezik, és növekszik szerepük a vegyipari alapanyaggyártásban. A szénhidrogénkészletek felhasználásának üteme egyre gyorsul. Nagy jelentőségű annak a kérdésnek a vizsgálata, hogy a földkéregnek milyen potenciális szénhidrogénkészlete van, szűkebb értelemben: mennyi egy-egy területen a kiaknázható szénhidrogének mennyisége.

A földtani kutatás eddigi tapasztalatai arra utalnak, hogy a kőolaj- és földgáztelepek a földkéreg kőzeteiben levő diszperz szerves anyag (kerogén) geotermikus viszonyok között végbemenő hőbomlásának következtében keletkezett szénhidrogének felhalmozódásai. A feltárható szénhidrogénkészletek becslése szempontjából gyakorlati jelentőségű a szénhidrogéngenezis folyamatának földtörténeti (időbeli és térbeli) rekonstruálása [1]. A keletkezés helyén maradó, diszperz állapotban jelenlevő szénhidrogének kivételes esetben hasznosíthatók. A kiaknázás, leművelés szempontjából kedvező porózus vagy repedezett tárolókőzetekbe migráció útján jutnak el a keletkezett szénhidrogének. A migráció irányát, sebességét elsősorban a földtani sajátosságok szabják meg.

A szerves anyagok a földkéreg kőzetei közül főleg az üledékes kőzetekre korlátozódnak, és koncentrált (homogén) vagy diszperz állapotban vannak jelen. A homogén eloszlású szerves anyagból szén és döntően metán képződik. A diszperz eloszlású szerves anyagból nagyobb szénatomszámú szénhidrogének (olaj, gázkondenzátum, nedves gáz) is keletkeznek. A homogén és a diszperz eloszlású szerves anyagból keletkező termékek közötti különbség elsősorban a szerves anyag eltérő típusának következménye. A homogén eloszlású szerves anyag döntően humuszos, a diszperz eloszlású szerves anyag szapropeles is lehet. A humuszos típusú szerves anyagban az aromás, kondenzált aromás szerkezetek uralkodóak; az alifás oldalláncok kis szénatomszámúak, számuk kevés. A szapropeles típusú szerves anyagban az alifás szerkezetek száma nagy, az alifás oldalláncok nagy szénatomszámúak.

Az üledékes kőzetek diszperz szerves anyagából (kerogénből) keletkezik a szénhidrogének fő tömege. A diszperz szerves anyagban jelenlevő szénhidrogének különböző folyamatok eredményei. Élő szervezetekben is fellelhetők, valamint az élő szervezetek mikrobiológiai lebomlása során is keletkeznek szénhidrogének. Mindezen szénhidrogének minőségileg eltérők, mennyiségileg elhanyagolhatóak azon szénhidrogénekhez képest, amelyek a kerogén hőbomlása során, az ún. katagenezis folyamán jönnek létre.

A szénhidrogén-genezis idő- és térbeli rekonstruálásához az üledék-hőmérséklet időbeli változásának és a kerogén hőbomlásának reakciókinetikai leírása szükséges. Az üledék hőmérséklet-történetének leírása a geotermikus viszonyok és az üledékeltemetődés időbeli rekonstruálásával megoldható. Ez elsősorban földtani jellegű probléma.

Az eltemetődés története a földtörténeti időszakokhoz rendelhető eltemetődési sebesség (S) ismeretében megadható:

$$z(t) = S_1 t_1 + S_2(t_2 - t_1) + \ldots + S_k(t_k - t_{k-1}). \quad (1)$$

Az egyes földtörténeti időszakokban fennállt eltemetődési átlagsebesség a vizsgált földtörténeti időszakban képződött üledék vastagsága (V) és az üledékképződés időtartamának (Δt) hányadosa:

$$S = \frac{V}{\Delta t}. \quad (2)$$

* A Dunántúli XII. Analitikai Kémiai és I. Kőolaj-bányászati és Feldolgozóipari Kémiai Konferencián elhangzott előadás. Nagykanizsa, 1976. aug. 30.—szept. 1. *(A szerkesztő.)*

Az üledék hőmérséklet-története a földtörténeti időszakhoz rendelt geotermikus gradiens (G) ismeretében meghatározható:

$$T(t) = T_0 + G_1 S_1 t_1 + G_2 S_2 (t_2 - t_1) + \ldots \quad (3)$$

Legegyszerűbb az összefüggés abban az esetben, ha az eltemetődés során a geotermikus gradiens és az eltemetődés sebessége állandó volt:

$$T(t) = T_0' + Gz(t). \quad (4)$$

A szerves anyag homogén és diszperz formái hőbomlásának leírására számos publikáció jelent meg az ötvenes évektől kezdődően [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

A szerves anyag homogén formáinak hőbomlási folyamatával foglalkozó kutatóknak nem kellett szembenézniük a termékek sokféleségének problémájával, és a szerves anyag oldószerekben nem oldható részének tulajdonságait vizsgálták. A szerves anyag diszperz formáinak hőbomlási folyamatával foglalkozó kutatók többsége analitikai nehézségek miatt a szerves oldószerekben oldható bomlástermékek (bitumoidok) segítségével próbálkoztak meg a bomlási folyamat reakciókinetikai leírásával. A vizsgálatok ezen utóbbi módja közelebb állt a szénhidrogén-genezis sajátosságaihoz, de az oldható bomlástermékek mobilizálhatósága miatt a negatív hiba valószínűsége nagy volt, az illékony, szokásos extrahálási eljárásokkal nem meghatározható kerogén bomlástermékek (gázkondenzátum, nedves gáz és száraz gáz) esetében használhatatlannak bizonyult. Ez utóbbi esetben a diszperz szerves anyag szerves oldószerekben nem oldható részének tulajdonságai alapján becsülhető a kerogén bomlástermékek mennyisége [13]. A természetes (földtani) viszonyok között végbement átalakulások vizsgálata mellett több kutató megpróbálkozott a bomlási folyamat laboratóriumi modellezésével, ez a módszer azonban az időhatás geológiai értelemben vett rövidsége miatt bizonytalan extrapolációhoz vezetett [9, 10, 11]. Ez a cikk olyan módszert mutat be, amely a diszperz szerves anyag oldószerekben nem oldható részének (bitumoidmentes kerogénnek) természetes körülmények között végbement bomlási folyamata leírását teszi lehetővé a mért illóanyag-tartalom változásait legjobban megközelítő kinetikai állandók (aktiválási energia, akciókonstans, reakciórend) meghatározása révén.

A kerogén átalakulásának mértékét a hőmérséklet és az idő határozza meg. A nyomás szerepe a kis térfogatváltozással járó folyamatokban (olaj- és kondenzátumképződésben) termodinamikai megfontolások alapján elhanyagolható. A hőbomlás során végbemenő reakciók nagy száma miatt a kinetikai állandókhoz vagy valószínűségi (gyakorisági) értékeket rendeltek [8], vagy pedig a kinetikai állandók átlagos értékeit lehet használni, amelyek nem egyedi reakciókra, hanem a reakciók egy csoportjára vonatkoznak. Az e cikkben ismertetett módszer az utóbbi lehetőséget alkalmazza.

A kerogén hőbomlási reakciói modelljének felállításához az a felismerésünk szolgált alapul, hogy a Pannon-medence neogén üledékeiben levő kerogén nem oldható részében az illóanyag-tartalom változása a hőmérséklet (mélység) függvényében szakaszosságot mutatott. A szakaszosság oka feltehetően az, hogy az egyes bomlási szakaszokban felszakadó kötésekhez rendelhető reakciócsoportok kinetikai állandói nagyságrendileg azonosak, a felszakadó kötések koncentrációja pedig idővel csökken. A bomlási szakaszokban domináló reakciócsoportok jellegzetes molekulasúlyeloszlású termékcsoportoknak felelnek meg. A Pannonmedence neogén üledékeiben három bomlási szakasz volt megfigyelhető, amely az illóanyag-tartalom alapján a csökkenő illóanyag-tartalom sorrendjében az olaj-, könnyűolaj- és gázkondenzátum-, ill. nedvesgázképződésnek felelt meg. A szárazgáz-képződésnek megfelelő szakaszt a vizsgált üledékek korából és hőmérsékletéből adódóan nem észleltük.

Az egyes bomlási szakaszokhoz rendelhető felszakadó kötések koncentrációja helyett a vele arányos bitumoidmentes kerogén rész relatív mennyiségét lehet számítás útján meghatározni a bomlási szakaszok határaihoz tartozó illóanyagtartalom-értékekből.

A diszperz szerves anyag geotermikus viszonyok között végbemenő hőbomlására több kutató által bizonyítottan érvényes az Arrhenius-törvény [4, 6], amely a bomlási szakaszok átlagos reakciósebességi állandója hőmérsékletfüggéseként értelmezhető. Az egyes reakciócsoportok átlagos reakciósebességi állandója az Arrhenius-törvény alapján a következő:

$$K_i = A_i \exp\left(-\frac{E_i}{RT}\right). \quad (5)$$

Az anyagátalakulást kifejező reakciósebességi egyenletben a sebességi állandó is időfüggő, mert az üledék vastagságának változásával a hőmérséklet is változik.

Az anyagátalakulást a reakciósebességi egyenletek fejezik ki. Elsőrendű reakció esetén:

$$c_{ti} = c_{0i} \exp(-K_i t); \quad (6)$$

másodrendű reakció esetén:

$$\frac{1}{c_{ti}} = \frac{1}{c_{0i}} + K_i t. \quad (7)$$

A keletkező termékek koncentrációját az alábbi összefüggéssel lehet megadni:

$$p_{ti} = c_{0i} - c_{ti}. \quad (8)$$

A keletkezett termékek koncentrációjának időbeli függését az alábbi összefüggések határozzák meg. Elsőrendű reakcióra:

$$p_{ti} = c_{0i}[1 - \exp(-K_i t)]; \quad (9)$$

másodrendű reakcióra:

$$p_{ti} = c_{0i}^2 \frac{K_i t}{1 + c_0 K_i t}. \quad (10)$$

Az eltemetődés mélységének (hőmérsékletének) változásával az egyes reakciócsoportok reakciósebességi állandója is változik, ezért a (9) és a (10) reakciósebességi egyenletek változó hőmérsékletre a következő alakúak:

elsőrendű reakcióra

$$p_{ti} = c_{0i}\left[1 - \exp\left(-\int_0^t K_i \, dt\right)\right]; \quad (11)$$

másodrendű reakcióra

$$p_{ti} = c_{0i}^2 \frac{\int_0^t K_i\,dt}{1 + c_{0i} \int_0^t K_i\,dt}. \qquad (12)$$

Ezen összefüggésekben az integrálást izoterm lépcsőkre végzett számításokkal helyettesítettük oly módon, hogy kis időtartamra (δt) a hőmérsékletet állandónak tekintettük. Ezzel a megoldással a hőmérséklet-változást izoterm lépcsőkkel helyettesítettük. Az izoterm lépcsők közötti hőmérséklet-különbség a földtani paraméterek segítségével számítható:

$$\delta T = GS\delta t. \qquad (13)$$

A reakciósebességi egyenletekben az integrált az izoterm lépcsők segítségével a következő összefüggés helyettesíti:

$$\sum_0^t K_i\,\delta t. \qquad (14)$$

Az anyagátalakulások összege egyszerű összefüggésben van az illóanyag-tartalommal. Ily módon a Pannon-medence vizsgált üledékeire érvényes átlagos földtani paraméterek (geotermikus gradiens 0,04 K/m, eltemetődési sebesség 300 m/millió év) felhasználásával végzett számítások eredményeként kapott illóanyagtartalom-értékek összevethetők voltak a mért értékekkel. Állandó eltemetődési sebességet feltételezve a hőmérséklet-változást 0,2 C°-os izoterm lépcsőkre bontottuk. Az izoterm lépcsőknek 17 ezer év és 5 m vastagságú üledékképződés felelt meg.

Az egyes bomlási szakaszok kinetikai állandóit iterációs eljárással határoztuk meg. A mért és számított illóanyagtartalom-értékeket a teljes bomlási sorozatban összevetve, kinetikailag első reakció esetén 0,997, másodrendű reakcióra 0,983 értékű korrelációs együtthatókat kaptunk, amelyek jó egyezésre utaltak. A bomlási folyamat szakaszosságát elsőrendű reakció feltételezésével sikerült jól reprodukálni.

Az elsőrendű reakció feltételezésével nyert átlagos kinetikai állandókat az alábbi kis táblázat szemlélteti.

	Aktiválási energia kcal/mól	Akció-konstans 1/millió év
Olajképződésre	22	10^{12}
Könnyűolaj-képződésre	32	$5 \cdot 10^{15}$
Gázkondenzátum-képződésre	50	10^{22}

A szárazgáz-képződés feltehetően a gázkondenzátum-képződésnél nagyobb aktiválási energiát és 10^{26} (1/millió év) nagyságrendű akciókonstanst igényel, amely az unimolekuláris reakciókra jellemző.

A szénpirolízis laboratóriumi modellvizsgálatával 30—70 kcal/mól, 10^{13}—10^{22} millió $év^{-1}$ nagyságú kinetikai állandókat határoztak meg [12]. A könnyűolaj- és gázkondenzátum-képződésre az ismertetett módszerrel kapott kinetikai állandók ezen intervallumban vannak. A laboratóriumi szénpirolízissel meghatározott kinetikai állandók egyedül az olajképződésre nem adtak összehasonlítható nagyságrendű adatokat — a vizsgált szerves anyag eltérő típusából eredően.

Az akciókonstans alacsony értéke főleg kis aktiválási energiák mellett a szterikus hatások döntő súlyára utal.

Az ismertetett módszerrel meghatározott kinetikai állandók segítségével végrehajtható a szénhidrogéngenezis idő- és térbeli rekonstruálása a Pannon-medence üledékeire, de azoktól eltérő földtani viszonyok között végbement szénhidrogén-genezisre is kiterjeszthető.

A szénhidrogén-genezis földtörténeti rekonstrukcióját összevetve a tároló-, ill. csapdaképződési lehetőségek rekonstrukciójával, valószínűsíthetők a szénhidrogén-felhalmozódások. Ilyen módon a szénhidrogéngenezis reakciókinetikai megközelítése révén nyert idő- és térbeli rekonstrukció nemcsak a képződött szénhidrogének mennyiségének becslésére alkalmas, hanem támpontot nyújt a képződött szénhidrogének felhalmozódott hányadának becsléséhez is.

JELÖLÉSEK

t	az eltemetődés ideje	millió év
z	az eltemetődés mélysége	m
S	eltemetődési sebesség	m/millió év
V	üledékvastagság	m
G	geotermikus gradiens	K/m
T	az üledék hőmérséklete	K
T_0	a felületi üledékréteg hőmérséklete	K
K_i	az egyes reakciócsoportok átlagos reakciókinetikai állandója	1/millió év
A_i	az egyes reakciócsoportok átlagos akciókonstansa	1/millió év
E_i	az egyes reakciócsoportok átlagos aktiválási energiája	kcal/mól
R	egyetemes gázállandó	kcal/mól K
c_{0i}	az egyes reakciócsoportnak megfelelő kerogén rész kiindulási koncentrációja (szerves szén/összes szerves szén)	szénegység
c_{ti}	a kerogén rész koncentrációja t időpontban	szénegység
p_{ti}	a kerogén részből t idő alatt keletkezett termék koncentrációja	szénegység
exp	a természetes logaritmus alapszámának (e) hatványa	

IRODALOM

[1] *Vaszszoevics, N. B.—Vüszockij, I. V.—Korcsagina, Ju. I.—Szokolov, B. A.:* Isztoriko-geologo-geohimicseszkij metod ocenki perszpektiv neftegazonosznoszti oszadocsnüh baszszejnov. Dokladü po geohimicseszkim i himiko-fizicseszkim voproszam razvedki i dobücsi nefti i gaza. **1.** Geohimija p. 300—8. OMBKE-Vándorgyűlés Budapest, 1973.

[2] *Karweil, J.:* Die Metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der physikalischen Chemie. Z. Deutsch. geol. Ges., **107.** (1956).

[3] *Huck, G.—Karweil, J.:* Physikalisch-chemische Probleme der Inkohlung. Brennstoff-Chemie **36** *1/2* 1—11 (1955).

[4] *Tissot, B.:* Premiéres donnees sur les mecanismes et la cinetique de la formation du pétrole dans les sediments. Simulation d'un schema reactionnel sur odrinateur. R. IFP *4* 471—501 (1969).

[5] *Lopatin, N. V.:* Temperatura i geologicseszkoe vremja kak faktorü uglefikacii. Izv. Akad. Nauk SZSZSZR, Szer. Geol. *3* 95—106 (1971).

[6[*Connan, J.:* Time-temperature relation in oil genesis. Am. Ass. Petr. Geol. Bull. *12* 2516—21 (1974).

[7] *Karpov, P. A.—Sztepanova, A. F.—Szolov'eva, N. V.—Agulov, A. P.—Lozsaja, A. L.—Golikov, V. A.—Csajckij, V. P.:* Kolicsesztvennaja ocenka temperaturü i geologicseszkogo vremeni kak faktorov uglefikacii raszszejannüh ugliszttüh osztatkov i vozmozsnoszti ee iszpol'zovanija v neftjanoj geologii. Izv. Akad. Nauk SZSZSZR, Szer. Geol. *3* 103—13 (1975).

[8] *Tissot, B.—Espitalie, J.:* L'evolution thermique de la matiere organique des sediments: applications l'une simulation mathematique. R. IFP **30** *5* 743—77 (1975).

[9] *Jüntgen, J.:* Reaktionskinetische Überlegungen zur Deutung von Pyrolyse-Reaktionen. Erdöl u. Kohle **17** *3* 180—6 (1964).

[10] *Heek, K. H.—Jüntgen, H.—Luft, K. F.—Teichmüller, M.:* Aussagen zur Gasbildung in frühen Inkohlungsstadien auf Grund von Pyrolyseversuchen. Erdöl u. Kohle **24** *9* 566—72 (1971).

[11] *Jüntgen, H.—Klein, J.:* Entstehung von Erdgas aus kohligen Sedimenten. Compendium, 24. Haupttagung DGMK Hamburg. Bd. **1** 52—69 (1974).

[12] *Koch, V.—Jüntgen, H.—Peters, W.:* Nicht-isotherme Reaktionskinetik der Kohlenpyrolyse. Brennstoff-Chemie **50** *12* 369—73 (1969).

[13] *Balázs Á.—Koncz I.:* Geochemische Untersuchungen übertiefer Bohrungen. 24. Haupttagung DGMK, Hamburg. Compendium Bd. **1** 84—97 (1974).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Számítógépes termelés-nyilvántartás a DKFV-nél

Csaknem másfél év telt el azóta, hogy számítógéppel számolja el kőolaj- és földgáztermelését a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat.

A szervező munka 1972 októberében kezdődött, és a rendszer bevezetését 1975-ben fél éven át úgynevezett részleges üzemelés előzte meg. Ezalatt a hagyományos kézi elszámolás mellett kisebb kútcsoportra (üzemenként egy-két tankállomásra) géppel is elszámoltuk a termelést.

Tulajdonképpen miért volt szükség ilyen hosszú begyakorlási időre? A gépi elszámolással nemcsak az alkalmazott technikai eszköz jelentette az újat, hanem alapjaiban is újszerű eljárást vezettünk be. A termelési, technológiai és számítástechnikai munkaterületeken dolgozó szakemberekből álló munkacsoport kidolgozta a napi kúthozamok gépi terhelésének módszerét. Az eljárás (terhelési algoritmus) feltételezi, hogy a kutaknak bizonyos termelési múltjuk van, azaz múltbeli mérési adatok rendelkezésre állnak a számítógépi programhoz.

A részleges üzemelés alatt az üzemegységek termeléselszámolói részletesen megismerték a rendszer működését, és elsajátították az elszámolás, adatközlés szabályait. Ezzel egyidejűleg az eljárás működtetéséhez szükséges megfelelő számú mérési adat is összegyűlt, így a teljes körű alkalmazásra előzetes adatgyűjtés nélkül át tudtunk állni.

Vállalatunk a kőolaj- és földgáztermelési tervét körülbelül 500 kút üzemeltetésével teljesíti. A termelőkutak 75%-ánál ún. nyitott (tankállomási) rendszerű gyűjtés és mérés van, 25%-a fővezetékes gyűjtőrendszerű. A fővezetékes gyűjtőrendszernél a kutak 25—30%-ára hozammérő műszer van felszerelve. A bázakerettyei és lovászi üzemekhez tartozó mezők termelését 20—25 tankállomáson gyűjtik, egy-egy tankállomásra 25—30 kút (kis mezőknél 4-5 kút) termel. Tankállomási gyűjtőrendszerben egy kút hozamát két-három napig vagy a hozam állandósuláséig mérik (pl. mélyszivattyúcsere után). Két mérési periódus között — a kialakult gyakorlat szerint — a mérések átlagával mint állandó értékkel „terhelik" a kutak egyedi hozamát. Az ezzel a módszerrel meghatározott átlaghozamok összege általában eltér a „közös"-re termelő kutak együttes hozamától, amely mért, tehát meghatározott mennyiség. A két érték közötti különbséget valamilyen módon a kutakra kell terhelni. Az elosztás módszere a termeléselszámolást végző szubjektív döntésétől függött, ha a kutak üzemeltetési körülményeiből nem lehetett az eltérését előidéző kútra vagy kutakra következtetni. A gépi elszámolás alapelve a különböző gyűjtőrendszereknél azonos, de részleteiben eltérő terhelési algoritmus működik a tankállomási rendszer folyadékelszámolására, a gáz elszámolására (a gáz—folyadék viszony alakulását is felhasználjuk az algoritmus szabályozására) és a fővezetékes gyűjtőrendszer elszámolására (az értékesítést is felhasználjuk az algoritmus szabályozására).

Az elszámolás alapelve

a) Az egyes kutak hozamának elszámolása a mért adatok alapján történik (bruttó, vízszázalék, gáz) oly módon, hogyha a kúton mérés van, a mérést használjuk az aznapi elszámolásra; ha a kút termelését nem mérték („közösre" termelt), a régebbi mérésekből számolt várható érték az elszámolás alapja. Ezt nevezzük elsődleges terhelésnek.

b) Másodlagos terhelésre akkor van szükség, ha nem minden kút hozamát mérték (kis tankállomáson előfordul, hogy minden kutat mérnek). Alapvető követelmény, hogy az egyes csomópontokhoz tartozó kutak össztermelésének meg kell egyeznie a csomóponton mért mennyiséggel.

Az elsődleges terheléssel számolt és a tényadat különbségét a nem mért kutakra a régebbi mérésekből számolt szórás arányában osztjuk fel (elszámolási szorzó) az alábbi összefüggéssel:

$$\text{hozam} = \text{várható érték} \pm \text{elszámolási szorzó} \times \text{szórás}.$$

A feldolgozás nem folytatható, ha az elszámoláshoz a háromszoros szórással határolt intervallum nem elegendő. A kialakított rendszerben kutanként követhető és ellenőrizhető a mérések, a várható érték és a szórás alakulása. Az adatokat a MÉRTTAR elnevezésű adattárban, mágneslemezen tároljuk. A maximálisan figyelembe vehető mérések számát, illetve azt az időtartamot, amíg a mérés figyelembe vehető (nem régi adat), rögzítettük.

A számítógépes adatfeldolgozáshoz elegendő közölni az üzemelő kutak üzemidejét (ha mérték a hozamot), a mérési időt (eltérhet az üzemidőtől), a mért mennyiségeket, az üzemeltetés egyéb műszaki adatait (nyomás, hőmérséklet stb.) és a közösen mért mennyiségeket. A kutakra terhelést a számítógépi program végzi.

A méréseket az adatokat szolgáltató termelési üzemegységnél elszámolási kóddal minősítik. Ennek jelentése: átlagképzésre alkalmas; átlagképzésre nem alkalmas; az előző méréseket törölni kell. Az utóbbi két jelzésre akkor van szükség, ha például hozamváltoztatás történt, ezért az előző mérések nem vehetők figyelembe, vagy a mérési körülményeket zavaró okok miatt a mérés nem jellemző, tehát a szórást indokolatlanul növelő, kiugró mérés figyelembevétele nem engedhető meg.

A nem mért kutak üzemeltetési zavarát (amely nem jár üzemidő-kieséssel) az elszámolási százalék megadásával jelezni kell. Ekkor a terhelési algoritmus szerint nem a várható értéket, hanem az elszámolási százalékkal megadott hányadát számolja el a program. Ha a nem mért kút üzemzavar miatt leáll, a terhelés természetesen üzemidő-arányos.

Az eltelt időszak alatt a terhelési algoritmus megbízhatóan működött; az elszámolás általában az egyszeres szóráson belül elvégezhető. A három vagy annál nagyobb elszámolási szorzó minden esetben adatszolgáltatási vagy adatrögzítési hibából adódott, tehát a feldolgozás leállítása egy hibás feldolgozás, azaz felesleges gépidő-felhasználás megelőzését jelentette. A feldolgozást 10 naponként végezzük, a kutakra felosztott hozamokat (bruttó, nettó, gáz), viszonyszámokat (vízszázalék, GOV), az aktualizált mért tárakat, az elszámolás jellemző paramétereit (elszámolási szorzót) kinyomtatjuk, az adatokat a termelési üzemegységek ellenőrzik.

Az ellenőrzött dekádfeldolgozások alapján havi kimutatások készülnek, melyek a termelés különböző csoportosításait, összegezéseit (termelési módonként, művelési módonként, földtani egységenként, tervtől való eltérés szerint stb.) és a különböző viszonyszámokat tartalmazzák (pl. nettó kg/kút/nap, GOV, GFV, vízszázalék, CO_2%).

(Folytatás a 246. oldalon)

A Mátraaljai Szénbányák olajipari tevékenysége

BÓDI JÁNOS

A Mátraaljai Szénbányák Vállalat 1969-től vesz részt az országos szénhidrogén- és termék-távvezetéki program megvalósításában. Kezdetben egy kis üzem, később a vállalat több üzeme kapcsolódott be a munkába, jelenleg pedig az évi 270—300 MFt-os vezetéképítési kapacitással rendelkező Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem dolgozik az OKGT beruházásainak megvalósításán. A tanulmány bemutatja a vállalatot és a vállalaton belüli csővezeték-építés fejlődését. Szól az eddig megvalósított nagyobb beruházásokról, valamint a jelenlegi főbb feladatokról.

A Mátraaljai Szénbányák a térség nagy múltú szénbányavállalata, mely jogelődei révén csaknem 90 éves tevékenységre tekinthet vissza, és ma is jelentős szerepet tölt be az ország energiaellátásának biztosításában [1].

Üzemelteti az ország legnagyobb külszíni fejtésű szénbányáját, 1969 óta pedig hatékonyan részt vállal a hazai szénhidrogén- és termék-távvezetéki program megvalósításában az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt részére.

A Magyar Szénbányászati Tröszt vállalataként a fentieken kívül foglalkozik [2]

— külfejtésre alkalmas lignitmezők kutatásával,
— külfejtéses lignitbányák beruházásával,
— villamos távvezetéki oszlopok gyártásával,
— faházak készítésével,
— tervezéssel.

A vállalat dolgozóinak létszáma 1976-ban csaknem elérte a 6300 főt, tervezett árbevétele kereken 1,3 milliárd forint.

A vállalat irányítását az Igazgatóság végzi, a különféle termelési tevékenységek ellátására pedig a vállalat üzemei hivatottak.

A vállalat legnagyobb üzeme a gyöngyösvisontai Thorez Külfejtéses Bányaüzem, mely jelenleg 3559 fős létszámával, csaknem 31 millió m^3/év mennyiségű föld megmozgatásával, folyamatos üzemben mintegy évi 6,2 millió t szenet ad a népgazdaságnak. Ez a mennyiség az ország évi összes széntermelésének 20%-a.

A vállalati beruházások, valamint az üzemviteli feladatok tervezési igényeit elégíti ki a vállalati *Tervező Iroda.*

A dunántúli külfejtéses bányászat földmunkáinak, valamint egyéb nagy volumenű földmunkáknak elvégzését (Oroszlányban a széntermelést is) szolgálja a vállalat *Középdunántúli Külfejtéses Üzeme*, mely a Magyar Szénbányászati Tröszt mélyművelésű bányáinak előkészítő jellegű földmunkáival is foglalkozik.

A *Vegyesüzem* a saját beruházások, esetenként OKGT-beruházások, magas- és mélyépítési, szakipari munkáinak elvégzése mellett berendezkedett az ERDÉRT Vállalat részére faházak gyártására is. Termékeik ma már országszerte ismertek.

A petőfibányai *Gépüzem* a különféle földmunkagépek és külfejtési technológiai berendezések javításán és gyártásán kívül bedolgozott a szénhidrogénprogram megvalósításába is, és az MVMT részére gyártott villamos távvezetéki oszlopokkal szerzett országos elismerést.

A Nehézipari Minisztérium felkérésére később létrehozott *Csővezeték Építő Üzem* a jelenlegi *Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem* jogelődje, melynek létrejöttével 1969-ben elkezdődött vállalatunknál a csővezeték-építési tevékenység.

Alábbi rövid áttekintésünk ettől az időponttól kezdve ismerteti a Mátraaljai Szénbányák kőolaj- és gázipari tevékenységét napjainkig.

A csővezeték-építés munkálataira 1969-ben kezdődtek meg az előkészületek. Vállalatunk jelentős összeget fordított a csővezeték-építési beruházásokra, így lakókocsikat, speciális gépeket, valamint gépkocsikat vásároltunk. Az üzem megalakulására még 1969. április hónapjában sor került.

Az első munkáinkat az akkori Kőolajvezeték Vállalat részére, annak alvállalkozójaként végeztük Kunmadaras és Nádudvar térségében. Otthonuktól távol ezeken a beruházásokon ismerkedtek meg dolgozóink a csővezeték-építés technológiájával, a dekádrendszerű munkával. Mindkét gázvezeték építését a fővállalkozó megelégedésére teljesítettük.

A mátraaljai mélyművelésű bányaüzemek megszüntetését követően — mely döntő jelentőségű átszervezéseket hozott a vállalat életében — a gazdaságtalan széntermelés miatt szükségessé vált az ecsédi külfejtéses bányaüzem működésének fokozatos beszüntetése, és a felszabaduló kapacitás átcsoportosítása, más, népgazdaságilag fontos munkára.

A vállalati tapasztalatok bővülése és az üzem felkészültségének alakulása szerencsésen találkozott az olajipar fokozódó kapacitásigényeivel. Így 1970-ben a Csővezeték Építő Üzem mellett egy másik termelőegység, az ecsédi Csővezeték Építő részleg is bekapcsolódott az olajipar beruházásainak megvalósításába. A kezdeti nehézségeken túljutva, és felismerve az országos szénhidrogénprogram megvalósításában jelentkező kapacitásigényt és követelményt, vállalatunk az 1971. évben a csővezeték-építés területén teljesen áttért a fővállalkozói rendszerre. Lehetővé tette ezt a célnak megfelelő, központi osztályként funkcionáló *Fővállalkozói Iroda* létrejötte.

Az iroda a csővezeték-építés járulékos magas- és mélyépítési, gépészeti gyártási-szerelési, külső és belső energiaellátási, katódvédelmi, hírközlési és műszerezési igényeinek kielégítését szervezte meg a vállalat különböző üzemei, valamint számos külső alvállalkozó közötti együttműködés biztosításával. Feladatát képezte a fővállalkozói és vállalkozói szerződések megkötése, a beruházókkal és tervezőkkel való tár-

gyalások megszervezése és lebonyolítása, a különleges minőségű (műbizonylatos) anyagok és szerelvények beszerzése, költségvetési és technológiai észrevételek elkészítése, valamint a számlázás is. Jelentős szerepe volt az irodának műszaki fejlesztési kérdések megoldásában is, mint például a hidegszigetelési eljárás bevezetése a polyken műanyag fólia alkalmazása területén. Az új technológia kialakításában vállalatunk is a kezdeményezők között volt. Üzemeinkben az 1971. évtől kezdődően ezt a technológiát általánosan és kizárólagosan alkalmaztuk a csővezeték-építés gyakorlatában.

1971-ben — az építési technológia kívánalmainak megfelelően — a Fővállalkozói Iroda keretén belül megalakult az ipari radiográfiai laboratórium is, mely fokozatosan átvette és valamennyi munkahelyen biztosította a hegesztési varratvizsgálatok elvégzését.

1972-től a katódvédelmi és villamos feladatok kivitelezésében jelentkező szűk keresztmetszet hatására saját kivitelezésben végezzük a kapcsolódó katódvédelmi és villamos munkákat is. A fővállalkozói rendszer bevezetése, valamint az ecsédi Csővezeték Építő részleg teljesítményének erőteljes emelkedése új lendületet adott a tevékenység fejlődésének.

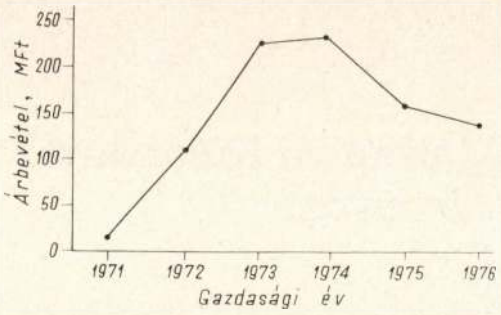
Ez az együttes kapacitás alapozta meg az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a Mátraaljai Szénbányák Vállalat által 1972. december 22-én megkötött együttműködési megállapodást, mely szerint az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt igényeihez igazodva a Mátraaljai Szénbányák a IV. ötéves terv időszakában 1,1—1,3 milliárd forint értékű kapacitást biztosít az országos szénhidrogén- és termék-távvezetéki program megvalósítására. A megállapodás értelmében a kapacitás feltételeinek anyagi megteremtésére az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt 39 MFt összegű beruházást juttatott vállalatunk részére.

Vállalatunk az együttműködési megállapodásban foglalt kötelezettségeit maradéktalanul teljesítette, és a tervidőszakban összesen 1 225 965 000 Ft értékű csővezeték-építési munkát végzett el az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vállalatai részére.

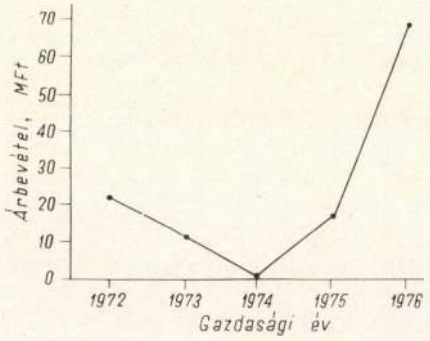
A tényleges teljesítés alakulását mutatják az *1.—4. ábrákban* vázolt diagramok. A *4. ábra* szembetűnően mutatja a csővezeték-építési tevékenység felfutását, mely már önmagában is sokat mond.

Az 1969—1973 közötti időszakban megvalósított beruházások közül feltétlen említésre méltó a nehéz terepviszonyok között megépített rudabányai leágazó gázvezeték, melynek átmérője 6″, hossza 14,7 km; a Budapest—Vác DCM-gáztávvezeték, melynek átmérője 16″, hossza 33 km; a Hajdúszoboszló—Debrecen közötti gáztávvezeték, melynek átmérője 12″, hossza 19 km, vagy a szintén igen nehéz terepviszonyok mellett megvalósított Veszprém—Ajka—Devecser gáztávvezeték, melynek építése során a csőárok kiképzéséhez jelentős mértékű robbantásos földmunkát kellett elvégezni, valamint a vértesboglári ÁFOR-szivatytyúállomás. E két utóbbi létesítmény a vállalati kooperáció nagyszerű példája.

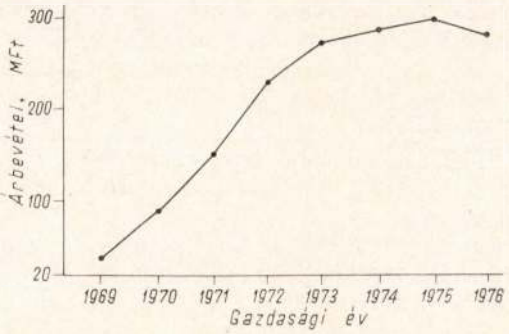
Az ecsédi Csővezeték Építő részleg 34 km-es földgáz távvezeték-hálózat megépítésével tette lehetővé Békés város és Mezőberény község, több nagy téglagyár és mezőgazdasági nagyüzem földgázellátását.



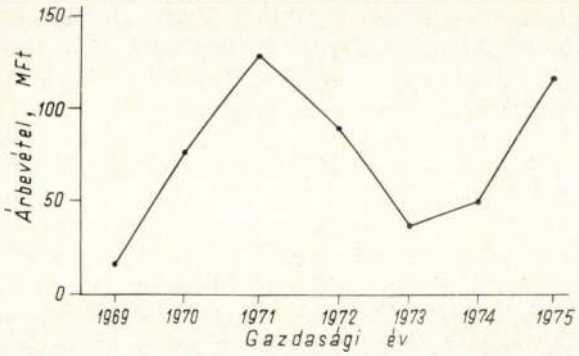
2. ábra
Az ÁFOR részére végzett csővezeték-építési tevékenység árbevétele



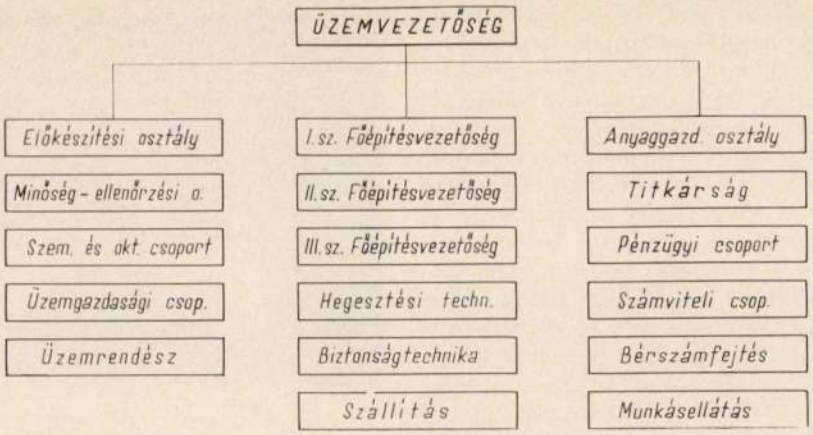
3. ábra
Az NKFV részére végzett csővezeték-építési tevékenység árbevétele



4. ábra
Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vállalatai részére végzett csővezeték-építési tevékenység árbevétele



1. ábra
A KVV és a GOV részére végzett csővezeték-építési tevékenység árbevétele



5. ábra
A Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem szervezeti felépítése

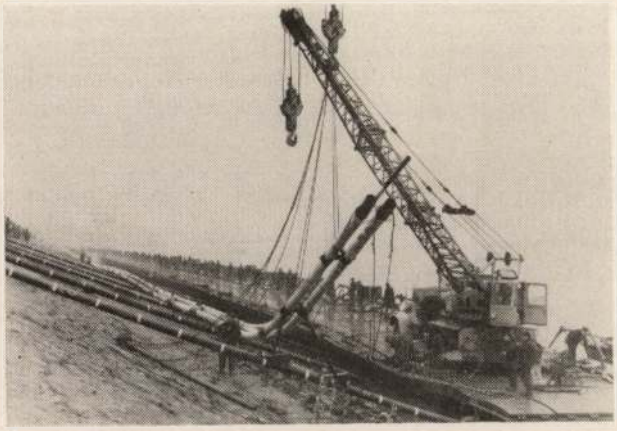
Ezen munkálatokat a Hajdú-Bihar megyei Tanács és az érintett városok tanácsai nagy figyelemmel kísérték, és elismerésüket fejezték ki a határidők pontos betartásáért.

1974-ben ismét jelentős fordulat következett be csővezeték-építési tevékenységünkben. Az ecsédi külfejtéses bánya termelésének teljes befejezésével egyidejűleg döntés született a vállalaton belüli csővezeték-építési tevékenység egyesítésére. Így alakult meg 1974. január 1-én a petőfibányai Csővezeték Építő Üzem, az ecsédi Csővezeték Építő részleg és a Fővállalkozói Iroda összevonásával a külfejtéses bánya ecsédi bázisán a jelenlegi Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem. Az üzem összlétszáma 1976-ban 833 fő volt. Az üzem szervezeti felépítésének elvi vázlatát az *5. ábra* mutatja.

Az egységes szervezet kialakítása érdekében végzett törekvések és fáradozások eredményességét már az 1974. és 1975. esztendő termelési és gazdasági eredményei is tanúsították. Az üzem — tevékenysége és a gazdasági mutatók alapján — mindkét évben kiérdemelte a Mátraaljai Szénbányák „Élüzem" kitüntető címet.

Az üzem sokoldalú felkészültségét bizonyítja, hogy fennállása óta számos folyami csővezeték-keresztezést épített meg, valamint az a tény, hogy 1970 óta az egyéb vállalatok vállalkozásaiban épülő csővezetéki mederkeresztezéseknél — nagynyomású vezetékeket

7. ábra
Terméktávvezeték csepeli Duna-keresztezésének építése



6. ábra
Terméktávvezeték csepeli Duna-keresztezésének építése

értve — alig épült olyan létesítmény, amelynek valamely részmunkájában vagy munkafázisában a partner vállalatok az üzem közreműködését ne igényelték volna.

Mederkeresztezési munkáink technológiája iránt külföldi vállalatok képviselői is érdeklődést tanúsítottak, és a bemutatott gyakorlati technológiáról is elismerően nyilatkoztak. Mederkeresztezési munkáink közül figyelmet érdemel a néphadsereg műszaki alakulatainak közreműködésével az ÁFOR részére megépített, úgynevezett csepeli Duna-keresztezés, amely két 8″-es és egy 3″-es vezeték mederkeresztezésének megépítését jelentette, s amelynek tapasztalatait napjainkban értékeljük *(6. és 7. ábra)*.

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszttel megkötött együttműködési megállapodásnak megfelelően, de már az 1971. évtől kezdődően részt veszünk a hazai termék-távvezetéki rendszer kialakításában az ÁFOR beruházási és termékforgalmazási programjának megfelelően [3]. Ennek keretében az ÁFOR megrendelésére 1972 nyarán kezdtük meg eddigi legnagyobb munkánk — a vegyipari benzinvezeték — kivitelezését. A vezeték megépítésének kiemelt fontosságot adott az a körülmény, hogy a vegyipari-benzin-szállítás biztosítása nélkül nem tudott volna termelni a leninvárosi Olefinmű, mely az etiléngyártás hazai jelentőségén túl a Szovjetunióban létesült kalusi vegyikombinát működésének is alapját képezi. A vezeték átmérője 12″-es, hossza — a tartalék ágakat is figyelembe véve — 260 km, névleges nyomása 64 att. A létesítmény 1974. szeptember 30-án, az adott határidőre elkészült. A vezeték építésénél a részhatáridők és a végső határidők pontos betartásáért, a szakszerű kivitelezéséért, a jó kooperációs és szervező munkáért a beruházó: az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint a Nehézipari Minisztérium is elismerését fejezte ki vállalatunknak.

A vezeték átadásánál a Budapesti kerületi Bányaműszaki Felügyelőség és az üzemeltető képviselői egyaránt kiemelték azt a tényt, hogy ez az országos jelentőségű vezeték volt az egyik olyan nagynyomású csővezeték hazánkban, melyen az üzemkész állapottal egyidejűleg a hatásos, beszabályozott katódvédelem is megvalósult.

Jelentős nehézségek ellenére — vállalt kötelezettségünk teljesítése érdekében minden erőt latba vetve — 1975-ben megépítettük az Ajka—Pápa—Győr közötti gázszállító vezetéket és járulékos létesítményeit. A vezeték átmérője 16″, hossza 68,5 km, névleges nyomása 64 att. A vezetéket az igen nehéz terepen számos helyen csak robbantással készített csőárokba lehetett lefektetni. A vállalt határidő előtt, 1975. december 8-án a szállítóvezetéki oldalról már megindulhatott a földgázszállítás Győr város, valamint a Rába Művek számára.

1975—76-ban megépítettük és üzemelésre átadtuk a százhalombattai távvezetéki szivattyúállomást számos egyéb létesítményrésszel együtt.

Szerteágazó és szinte az egész ország területén végzett munkáink között feltétlenül említésre méltók az algyői szénhidrogénmező térségében végzett munkáink. Ezek között szerepel a Ferencszálláson hamarosan beinduló termeléshez szükséges számos kútbekötő és egyéb technológiai célú vezeték építése is.

Jelenleg — az algyői területen kívül — három létesítmény megvalósításán dolgozunk. Egy nagyobb kivitelező egységünk a Százhalombatta—Kápolnásnyék — Székesfehérvár — Mezőszentgyörgy — Dombóvár—Pécs termékszállító vezeték építését végzi. A vezeték Dombóvárig már elkészült. A hátralevő szakaszon — a Mecsek hegységen való átvezetéssel — a hazai vezetéképítés talán eddigi legnehezebb kivitelezési problémáit kell megoldanunk.

Másik nagyobb egységünk a TVK—BVK közötti 53 km-es, 8″ átmérőjű etilénszállító vezeték kivitelezésén dolgozik. Itt a különleges műszaki előírások és a 100%-os varratvizsgálat jelentik a vezetéképítés nehézségét a négy Sajó-keresztezési műtárgy megépítése mellett.

8. ábra
8″-es csővégrézselő gép elektromos meghajtással

A hegesztéssel szemben támasztott nagyobb követelmények miatt gondot okozott a csőszálak újrarézselése, mert a gyártó mű a rézselést állandó élszalagmagasság mellett nem tudta garantálni. Az újrarézselést az üzem fiatal szakembereinek újítása oldotta meg. Konstrukciójuk az ovalitástól függetlenül biztosítja a kívánt rézselési szögre való lemunkálást a csőtengelyre merőleges és állandó, kívánt magasságú élszalag kialakítása mellett. Az újítás alapján legyártott két rézselőberendezést megfelelően beállítottuk a technológiai folyamatba és eredményesen elvégeztük a mintegy 54 km csőanyag rézselését a gépek meghibásodása nélkül *(8. ábra)*. Az újító a csővégrézselő géppel elnyerte a nehézipari miniszter fődíját a „Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért" pályázaton.

Jelenlegi feladatainkról szólva még nem említettük a kialakuló új profilt, a 20 000 m³-es tartályok szerelését. Folynak az előkészületek a szajoli 160 000 m³-es tartályparkbővítés megkezdésére. A Szovjetunióból tekercsben érkező kőolajipari tárolótartályok szerelését 1977-ben kezdi meg üzemünk egy speciális egysége.

Reméljük, hogy ezt a feladatot is az eddigiekhez hasonló színvonalon fogjuk megoldani, megértve a tárolótér-bővítés rendkívüli népgazdasági fontosságát.

Vállalatunk 1980-ig tervezi az üzem jelenlegi tevékenységének folytatását, bár az utolsó években már csak csökkentett kapacitással tudunk az olajipar kivitelezési munkáiból részt vállalni egyéb, a szénbányászati tevékenységhez kapcsolódó feladatok miatt.

IRODALOM

[1] *Misóczki L.:* A szénbányászat harminc éve a Mátraalján. (1945—1975.) Kiad. a Mátraaljai Szénbányák Vállalat. Bp. Pécs, Glóbus Ny. 1975. 71 p.

[2] *Szabó I.:* Bemutatjuk a Mátraaljai Szénbányákat. BKL Bányászat 7 (1975).

[3] *Laczi E.—Török A.:* Magyarország termékelosztó telepeinek csőtávvezetékes ellátása. Kőolaj és Földgáz *8* (1974.)

Lyukfal-stabilitási problémák Nagylengyelben

BÁNYÁSZ GYÖRGY—
HAÁSZ GYÖRGY—
MAGYAR JÓZSEF

A tanulmány a Nagylengyel környéki fúrások lyukfal-stabilitási problémáit vizsgálja gyakorlati és elméleti síkon. Célja elsősorban az, hogy segítséget adjon az utóbbi években előtérbe került nagylengyeli mélyszintkutatás legnagyobb akadályának, a felsőtriász raeti emeletében található, omlásra hajlamos, ún. pergő márga átharántolásához.

A cikk első része tényleges adatok alapján néhány nagylengyeli kút omlási hajlamának jellemzését, az abból levont következtetéseket tartalmazza, második része lyukfal-stabilitási számításokkal foglalkozik.

Bevezetés

A korábbi kutatások során Nagylengyelben rendkívül sok nehézséget okozott a felsőtriász raeti emeletében előforduló, omlásra hajlamos, ún. pergő vagy pikkelyes márga fúrása. Tekintettel arra, hogy Nagylengyelben ismét előtérbe került a mélyszintkutatás, az 1977-ben induló *Nl-II.* jelű kút tervezése és előkészítése rendkívül nagy feladat. Ennek érdekében adatokat kellett összegyűjteni azokról a fúrásokról, melyek a kérdéses rétegekbe behatoltak, vagy azt át is harántolták. Az adatok és az üzemi tapasztalatok összegezése után módot kellett találni arra, hogy ezek felhasználhatók legyenek a kút mélyítéséhez.

Az omló márgarétegek átfúrása tulajdonképpen lyukfal-stabilitási probléma. A szakirodalom szerint a lyukfalmegbomlást kiváltó okok:

1. a fúróiszap kémiai tulajdonságai (szüredékének hatása);
2. az iszap fizikai-reológiai tulajdonságai;
3. nyomáshullámzás, mechanikai és hőhatások;
4. a kőzet mechanikai tulajdonságai.

A fenti okok közül az iszap kémiai tulajdonságaival nem foglalkoztunk, mert a tervezett Baroid fordított emulziós iszapnál jobbat nem lehet ajánlani.

Tanulmányunk az iszap sűrűségét, viszkozitását és vele összefüggésben a kőzet mechanikai tulajdonságait vizsgálja. A nyomáshullámzást és a mechanikai hatásokat kiegészítésül vettük figyelembe.

A fúrólyuk omlási hajlamának jellemzése

Az alapadatok összegyűjtése után egy olyan jellemző mutatót kellett keresni, ami a gyakorlatban is szemléletesen megadja az adott szakasz omlásának mértékét. Ez a rétegnehézség tulajdonképpen időkiesést okoz, ezért azzal az idővel lehet legjobban jellemezni, amely idő alatt az omlás megszűnik, vagy ami a megszüntetéséhez szükséges. A szokásos első művelet az utánfúrás. Kedvező esetben több-kevesebb utánfúrás elegendő a lyukfal stabilizálódásához, és az omlás időszakosan vagy végleg megszűnik. Az omlás megszüntetéséhez szükséges utánfúrási időt, az ún. fajlagos utánfúrási időt választottuk ki az omlás jellemzésére. Ez a fúrólyuk egyméteres szakaszának utánfúrásához szükséges időt jelenti (h/m).

A tanulmány keretében vizsgált fúrások: *Nl-337.*, *Nl-237.*, *Nl-158.*, *Nl-268.*, *Nl-191.* és *Nl-I.* A kutak mélyítése során utánfúrt lyukszakaszok helyét és az utánfúrás időveszteségét, valamint a pergő márga jellemzőit az *1. táblázat*ban foglaltuk össze.

A kiválasztott fúrások egybevethető szakaszaira megszerkesztett fajlagos utánfúrási diagramok szemléletesen mutatják az omlás mértékét *(1. ábra)*. A raeti emeletet az egyes fúrások más-más szintben ütötték meg, mivel a lepusztulás mértéke területenként különböző.

A *Bérces Sándor* által összeállított típusszelvény a fenti fúrások alapján készült. Ez tulajdonképpen egy feltételezett, lepusztulástól mentes emelet szelvénye. Ebben a raeti emelet további három szintre (*A*, *B* és *C*) oszlik. Ezek a viszonyok jól láthatók a típusszelvénnyel párosított fajlagos utánfúrási diagramon *(1. ábra)*.

A felső, *C* szint *(Nl-337.)* omlásra nem hajlamos. A középső, *B* szint B_f (felső) és B_a (alsó) szinttájainak agyagmárgája erősen omlik *(Nl-237., Nl-158., Nl-268., Nl-191.)*. Az alsó, *A* szint dolomitja szintén omlásra hajlamos.

Az *Nl-I.* kritikus szakaszáról elektromos szelvény nem készült éppen az erős omlás miatt. Valószínűleg a B_f vagy a B_a jelű szakaszon hatolt be a fúró a márgába.

A lyukfalomlások vizsgálata

A kiválasztott fúrásokban részletesen megvizsgáltuk a felsőtriász raeti emeletének harántolása közben alkalmazott fúrási tényezőket az utánfúrási diagram és a típusszelvény figyelembevételével.

Nl-337.

A felsőtriász raeti emeletének *C* és B_f jelzésű szintjét 1950—2450, illetve 2450—2500 m között harántolta; 2127 m-ig fúróberendezés, ez alatt 2500 m-ig lyukbefejező berendezés mélyítette, mindkét szakaszt 6″-es szelvénnyel.

Ez a szint olyan agyagmárgából áll, amelyet sűrűn megszakítanak a betelepült mészkőpadok és kisebb meszesmárga-padok. A mélyítés során lyukfal-stabilitási problémák a *C* szintben gyakorlatilag nem jelentkeztek még a kisebb szivattyúkapacitású lyukbefejező munkája közben sem (520 m fúrása közben utánfúrás mindössze 23 óra volt).

1. táblázat

A vizsgált nagylengyeli fúrások utánfúrási nehézségei és a pergő márga jellemzői

A fúrás jele	Talpmélység m	Utánfúrás			A pergő márga jellemzése			
		lyukszakasz m	utánfúr. tényező h/m	időveszt. h	lyukszakasz m	hossz m	mélyítési idő nap	mélyítési sebesség m/nap
Nl-337.	2499	2150—2210	0,3					
		2390—2460	0,45	59	1950—2499	549	56	9,8
Nl-237.	3114	2900—2925	1,32					
		2925—2932	1,1					
		2932—2958	0,32					
		2958—2992	0,22					
		2992—3060	0,77					
		3060—3082	1,28					
		3082—3114	1,02	172	2834—3114	280	40	7,01
Nl-158.	3000	2921—2928	1,00					
		2948—2951	0,25					
		2971—2975	0,34					
		2975—3000	0,24	15	2824—3000	176	14	12,6
Nl-268.	2955	2581—2635	0,24					
		2635—2670	0,14					
		2670—2675	0,36					
		2675—2684	0,6					
		2684—2700	0,28					
		2700—2710	0,16					
		2710—2715	0,12					
		2715—2740	0,06					
		2892—2920	0,14	34	2581—2955	374	52	7,2
Nl-191.	2829	2492—2534	1,26					
		2534—2542	0,74					
		2542—2556	1,37					
		2556—2586	0,12					
		2586—2588	0,47					
		2588—2608	0,12					
		2642—2644	0,44					
		2700—2765	0,38					
		2765—2782	0,5					
		2782—2796	0,24					
		2796—2810	1,2					
		2810—2829	0,24	145	2492—2829	337	44	7,6
Nl-1.	3130	2750—2760	0,3					
		2760—2780	1,4					
		2780—2790	6,5					
		2790—2850	1,3					
		2850—2870	2,7					
		2870—2990	1,2					
		2950—3085	0,5					
		3085—3105	3,6	487	2750—3130	380	79	4,8

A B_f szintbe érve már kisebb mérvű omlás jelentkezett (30 m fúrás közben 36 óra utánfúrás).

A raeti emelet felső, *C* jelű szintje tehát omlásra nem hajlamos. Ennek magyarázata:

1. a betelepült mészkőpadok és meszesedések;
2. a márga szilárdsága nagy.

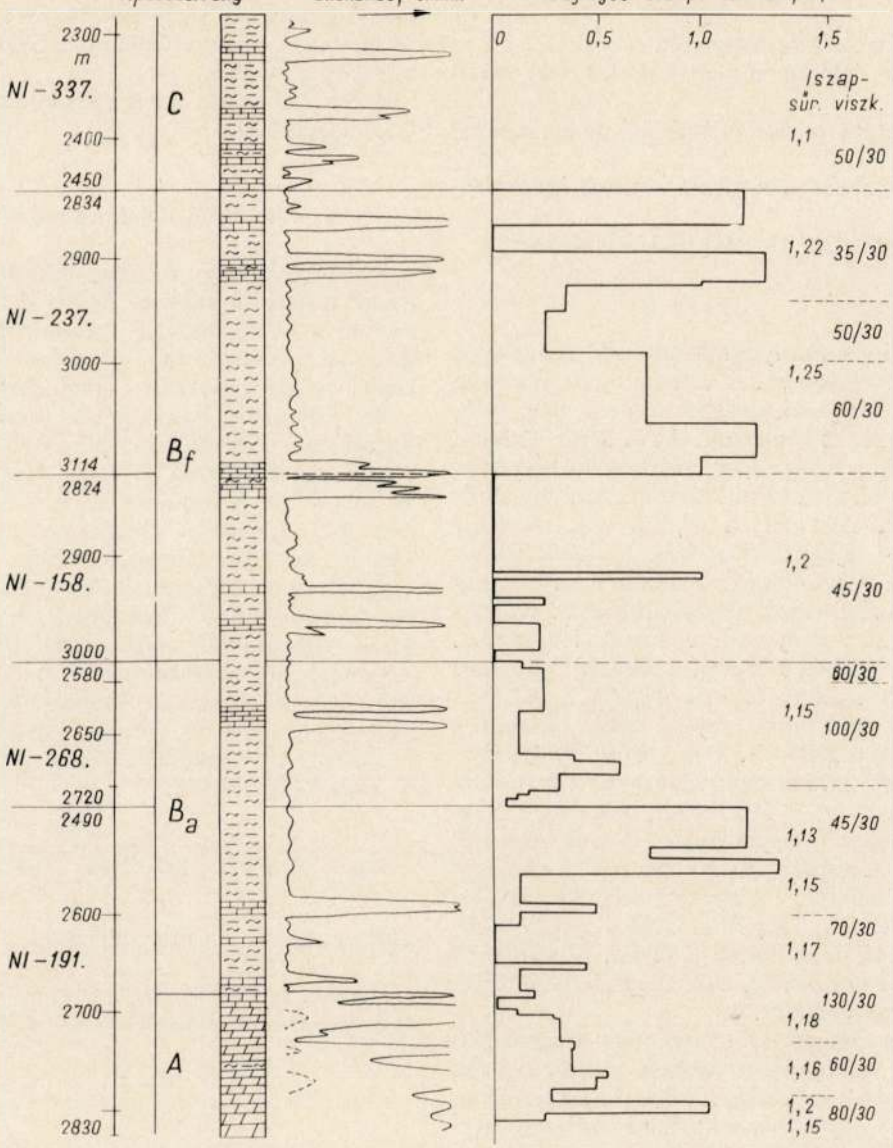
Nl-237.

A fúrás 2834—3114 m között a felsőtriász raeti emelet középső, *B* szintjének a tetőrészét (B_f) harántolta. Ez tehát az ún. pergőmárga-összlet tetőzónája, majdnem tiszta agyagmárga, melyben felül három mészkőpad található. Ezen a helyen 2834—2900 m-ig a lyuk nem omlott. Már a meszes rész alján omlás kezdődött, és 2900—2930 m között a magas fajlagos utánfúrási időszükséglet (Uf=1,32 h/m) jelzi a lyukfal-stabilitási nehézségeket (ϱ=1,22 g/cm³; viszkozitás 35/30 s). A további szakaszok utánfúrási jellemzői:

2930—2994 m: Uf=0,26—0,36 h/m,
ϱ=1,23—1,26 g/cm³, v=50/30 s
2994—3060 m: Uf=0,77
ϱ=1,24—1,26 g/cm³ v=60/30 s
3060—3090 m: Uf=1,28 h/m,
ϱ=1,26 g/cm³, v=60/30 s
3090—3114 m: Uf=1,03 h/m,
ϱ=1,28 g/cm³, v=60/30 s

Az utóbbi két szakaszon — 3060 m alatt — a márga egyre meszesebb, de az omlás nem szűnt meg. Az omlás megszüntetése céljából több esetben cementdugót helyeztek el, de az omlás ekkor sem szűnt meg.

A fúrással harántolt *B* szintben kevés mészkőpad van; ez a szakasz igen omlékony, a használt 1,24—1,28 g/cm³ sűrűségű iszappal a lyukfal nem volt stabil.



1. ábra

Nl-158.

2824—3000 m között a raeti emelet B_f szintjének az alsó szakaszát fúrta át. A lyukszakasz jellemzése:

2824—2850 m között mészkőpadok, omlást nem észleltek.
2850—2930 m-ig márga, melynek alján erős omlás volt.
2920—2926 m között Uf=1,0 h/m.
2930—2940 m-ig mészkőpad, nem omlott.
2940—2964 m-ig márga, ennek középső szakasza kissé omlott.
2948—2952 m között Uf=0,25 h/m.
2964—2968 m-ig mészkőpad, omlást nem észleltek.
2968—3000 m között márga, omlott;
2971—2976 m között Uf=0,33 h/m,
2976—2996 m között Uf=0,23 h/m.

Az iszapsűrűség végig 1,2 g/cm³, a viszkozitás 40/30—37/30 s volt.

Ebben a kútban a márga omlása csak ott volt tapasztalható, ahol a mészkőpadok hiányoztak.

Nl-268.

A vizsgált kutak közül a legközelebb (kb. 1 km-re) esik a tervezett *Nl-II.*-hez. Ez a kút 2580—2720 m között a raeti emelet B_a szintjének a tetejét harántolta. A kút kérdéses szakaszáról hiányos szelvényanyag állt rendelkezésre. 2720—2955,5 m között már a pergő márga alatti dolomitban fúrtak. Ezen a helyen tehát átfúrták a pergő márgát.

A 2580—2720 m közötti 140 m vastag márgában 2630—2645 m között két mészkőpadot találtunk. A mészkőpad felett az utánfúrási idő Uf=0,23 h/m, a meszes pad szintjén Uf=0,13 h/m, míg alatta 0,4—0,6-ra emelkedik. A márga átfúrása után 2720 m alatt az omlás lényegében megszünt, erről a részről elektromos szelvény nincs. Ebben a dolomitos szakaszban csak 2894—2920 m között omlott egy kissé a lyukfal (Uf= =0,13 h/m), és a szerszám négy esetben szorult.

Az iszap sűrűsége a márga fúrása közben 1,15 g/cm³ volt, ellenben a viszkozitás nagy, 60/30—100/30, egyes esetekben 130/30—170/30 s értékű.

Az átfúrás sikerét két tényezőnek tulajdonítjuk:

1. ezen a helyen a márga fizikai tulajdonságai kedvezőbbek;

2. az iszap viszkozitása nagy volt.

A márga alatti dolomit itt nem omlott. Ennek lehetséges okai:

1. ezen a helyen a dolomit fizikai tulajdonságai kedvezőbbek;

2. az 1,15 g/cm³-ről 1,26 g/cm³-re emelt iszapsűrűség;

3. az átlagosan 130/30—190/30-as viszkozitás.

Nl-191.

A kút mélyítése során lyukfal-stabilitási nehézségek csak 2492 m-től kezdődtek. A vizsgált omló márgát a raeti emelet B_a szintjének közepén ütötték meg. A B_a szerkezet tetőrésze itt lepusztult. Az *1. ábrán* látható, hogy közvetlenül a márga felett mészkőpad helyezkedik el, az omlás hirtelen következett be; az iszap sűrűsége 1,13 g/cm³, viszkozitása 40/30 s volt. A nagy (1,23—1,37 h/m) fajlagos utánfúrási tényező 2492—2560 m között a márga állandó omlására utal. A talpra csak hosszabb utánfúrások után lehet lejutni. A viszkozitásértékek 2560 m-ig nem változtak lényegesen. 2560 m-ben a viszkozitás értékét a sűrűség minimális növelése mellett emelték ($v=70$—80/30 s, $\varrho=1{,}15$—1,17 g/cm³). Az utánfúrási tényező értéke átlagosan 0,1 h/m-re csökken 2560—2700 m között. Ez egyrészt a 2500, 2520 és 2575 m-ben viszonylag egymáshoz közel elhelyezkedő mészkőpadokkal, másrészt a megnövelt viszkozitással magyarázható. Annak ellenére, hogy 2700 m alatt a márga mészkővel erősen szennyezett, a fajlagos utánfúrási tényező emelkedik, átlagosan 0,3 h/m; feltehető, hogy itt a felsőbb szinten bekövetkezett omlások nehezítették a fúrást. A kútban 3 esetben történt megszorulás, ebből egy esetben került sor mentőrúd használatára.

Összességében elmondható, hogy nagy viszkozitásértékek mellett könnyebben lehetett a talpra jutni, feltehetően a jobb törmelékkiszállítás következtében. Öblítés közben a nagyobb viszkozitású iszap nagyobb áramlási ellenállása növeli a lyukfalra nehezedő nyomást, így hozzáadódva az iszap hidrosztatikus nyomásához, fokozta a lyukfal stabilitását.

Meg kell jegyezni, hogy a kút mélyítése során 2690 m-től a raeti emelet *A* szintjének tetőrészét is harántolták, amely szintén omlásra hajlamos.

Nl-I.

E kút mélyítéséről szelvényanyag nem állt rendelkezésünkre. A vizsgált kritikus szakasz 2750 m-től 3130 m-ig terjed. Az utánfúrási tényezők nagyságából egyértelmű, hogy itt az omlás rendkívüli mértékeket öltött, hiszen elég, ha az átlagosan 1,5 h/m, de egyes esetekben 6,4 h/m utánfúrási tényezőt említjük.

A kút mélyítéséhez vízüveges iszapot használtunk eredmény nélkül, majd a 7″-es csövezés után hazai alapanyagokból előállított fordított emulziós iszapot, szintén sikertelenül. A sűrűség- és viszkozitásértékeket nézve csak 3100 m-től próbáltunk nagyobb sűrűségű és viszkozitású iszappal fúrni, de e jellemzők maximális értéke nem volt több, mint 1,5 g/cm³, illetve 70/30 s. Ezen értékek mellett sem értünk el eredményt, az omlást nem tudtuk megállítani.

Egyes szakemberek véleménye az volt, hogy az előzőleg használt vízüveges iszaptól a lyukfal annyira megbomlott, hogy a fordított emulziós iszap már hatástalan maradt.

A 8 $^1/_2$″-es szakasz mélyítésekor több esetben történt megszorulás.

Lyukfal-stabilitási számítások

A fúrólyukat egy iszappal feltöltött függőleges aknának tekintjük, melynek falán, illetőleg a fal környezetében a kőzet összetett igénybevételnek van kitéve. Ez az igénybevétel omlás esetén a kőzet rugalmassági-képlékenységi határához közeli értéket jelent.

Megjegyezzük, hogy számos szerző foglalkozott és foglalkozik a fenti témával. A téma megközelítési módja azonban más és más. Egyes szerzők eltérő alapokról [1—4] indulnak ki, és közelítik meg a kérdést (pl. „kinetikus energia és impulzusáram" [4] vagy a „torzítási munkatétel" [2]).

Így elvetnek korábbi elméleteket (Coulomb-, Mohr-, De Saint Venant-, Beltrami-), egyedül a Huber—Mises—Hencky-féle munkaelméletet fogadják el kisebb-nagyobb kiegészítésekkel. Ezért a szakirodalomban gyakran használt Huber—Mises—Hencky-féle legnagyobb alak- és térfogat-változási munkaelmélet a következő lyukfal-stabilitási számítások alapja. A redukált feszültség:

$$\sigma_{red} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_Z-\sigma_R)^2+(\sigma_R-\sigma_T)^2+(\sigma_T-\sigma_Z)^2}, \quad (1)$$

ahol σ_Z, σ_R, σ_T a főfeszültségek.

Hingl J. és *Tóth B.* szerint [1] egyszerűsítve és bizonyos tényezőket elhanyagolva, a főfeszültségek:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_Z &= -0{,}1\varrho_k H \\ \sigma_R &= -0{,}1\varrho_i H \\ \sigma_T &= -2(0{,}1\xi\varrho_k H+0{,}1\varrho_i H), \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

ahol H — a mélység,
ϱ_k — a fedőkőzet átlagsűrűsége,
ϱ_i — iszapsűrűség.

A jelöléseket egyszerűsítve:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_Z &= -P_k && \text{petrosztatikus nyomás, fedőkőzetnyomás;} \\ \sigma_R &= -P_h && \text{hidrosztatikus nyomás;} \\ \sigma_T &= -2\xi P_k+P_h, \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

ahol

$$\xi = \frac{\mu}{1-\mu} \quad \text{átadódási tényező} \quad (4)$$

μ — a Poisson-szám.

Mi az omlás megakadályozásához szükséges iszapsűrűséget keressük, ezért a (3) számú kifejezéseket az (1)-be helyettesítjük, és a másodfokú egyenletet P_h-ra megoldjuk:

$$P_h = \xi P_k \pm \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{\sigma^2-[P_k(1-\xi)]^2}. \quad (5)$$

Az egyes kifejezések fizikai értelme:

$\xi P_k = P_{ká}$ a fedőkőzetnyomás átadódó része,
$(1-\xi)P_k = P_{kn}$ a fedőkőzetnyomás át nem adódó része, mely magában a kőzetben lefékeződik, elemésztődik;
$\sigma = \sigma_{red}$.

A kőzetek anyagi tulajdonságaiktól függően három mélységi övre:

— rugalmas,
— képlékeny rugalmas és
— képlékeny folyás állapotúra oszthatók.

Ezeket a szakaszokat megkülönböztetett mélységhatárok

($-H_{kri}$ és H_0) választják el egymástól, ahol

H_0 — az (5) képlet gyökjel alatti tagja, zérus esetében adódó határmélység;

H_{kri} — az a mélység, amely felett az adott folyáshatár és Poisson-szám esetén nem keletkezik kőzetnyomás.

Üres lyuk esetében ezek a határok befolyásolják az (5) képlet használhatóságát, mivel $H > H_0$ esetén az említett képlet nem használható. H_0 számszerű értéke viszont — mivel iszappal feltöltött lyuk állapotát vizsgáljuk — mélyebbre tolódik, és ezen mélységek értéke számításaink szerint jóval meghaladja a vizsgált 2600 m és 3500 m közötti szakaszt. Ezzel a feltétellel az (5) képlet a vizsgált esetekben végig használható.

Az (5) egyenlet egy olyan függvény, melynek értékei a gyökjel alatti két négyzetes tag abszolút értékétől függően különböző görbesereget jelentenek:

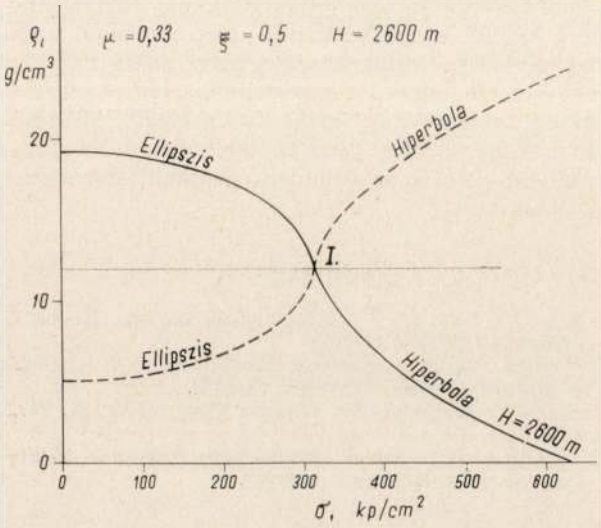
$$\sigma > P_k(1-\xi).$$

Ha a gyökjel alatt a fenti feltétel teljesül, akkor egy hiperbolát kapunk; ha $\sigma < P_k(1-\xi)$, akkor pedig egy ellipszist *(2. ábra)*. A két görbe az (I) inflexiós pontban kapcsolódik, melynek helye ott van, ahol a gyökjel alatti kifejezés értéke nulla, vagyis

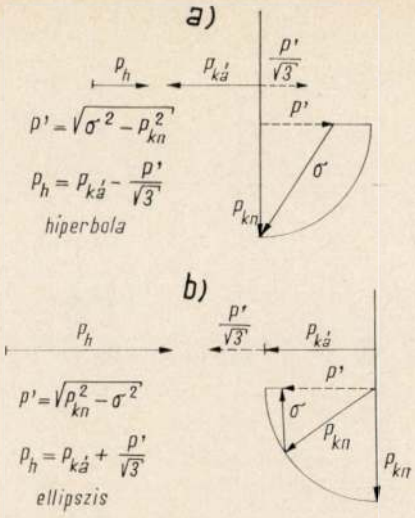
$$\sigma^2 - [P_k(1-\xi)]^2 = 0, \quad \text{így}$$

$$\sigma = P_k(1-\xi). \qquad (6)$$

Felfogásunk szerint fizikai értelme a hiperbola alsó



2. ábra



3. ábra

és a fél ellipszis felső ágának van. A hiperbola alsó ágának egyenlete (negyed hiperbola):

$$P_h = \xi P_k - \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{\sigma^2 - [P_k(1-\xi)]^2}, \qquad (7)$$

$$\text{ahol} \quad \sigma > P_k(1-\xi).$$

A fél ellipszis felső ágának egyenlete (negyed ellipszis):

$$P_h = \xi P_k + \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{[P_k(1-\xi)]^2 - \sigma^2}, \qquad (8)$$

$$\text{ahol} \quad \sigma < P_k(1-\xi).$$

A képletek fizikai értelmezését a *3. ábra* adja meg. A (7) és (8) kifejezést egyszerűbb alakba írva:

$$P_h = P_{ká} - \frac{P'}{\sqrt{3}} \quad \text{és}$$

$$P_h = P_{ká} + \frac{P'}{\sqrt{3}},$$

ahol

a) esetben $P' = \sqrt{\sigma^2 - P_{kn}^2}$, ha $\sigma > P_{kn}$;

b) esetben $P' = \sqrt{P_{kn}^2 - \sigma^2}$, ha $P_{kn} > \sigma$;

itt P' a P_{kn} és a σ kölcsönhatásából keletkező feszültségösszetevő, mely a nagyságviszonytól függően növeli vagy csökkenti a $P_{ká}$-t.

A (7) és (8) kifejezéseket számításainkhoz megfelelő alakra, ϱ_i-re kifejezve:

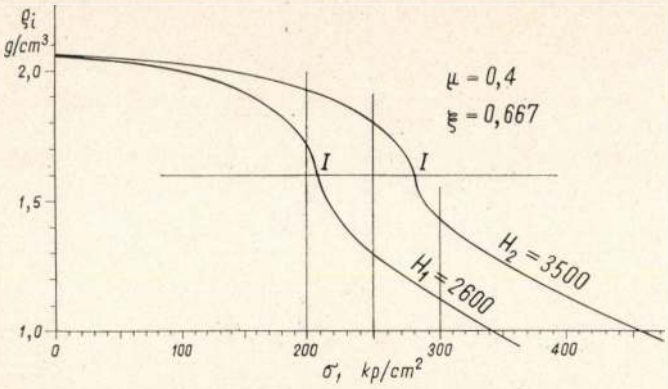
$$\varrho_i = \xi\varrho_k - \frac{10}{\sqrt{3}H}\sqrt{\sigma^2 - \left[\frac{H\varrho_k}{10}(1-\xi)\right]^2},$$

$$\text{ahol} \quad \sigma > \frac{H\varrho_k}{10}(1-\xi)$$

és

$$\varrho_i = \xi\varrho_k + \frac{10}{\sqrt{3}H}\sqrt{\left[\frac{H\varrho_k}{10}(1-\xi)\right]^2 - \sigma^2},$$

$$\text{ahol} \quad \sigma < \frac{H\varrho_k}{10}(1-\xi).$$



4. ábra
Lyukfal-stabilitási görbék

Különböző μ=konst. (vagyis ξ=konst.) értékeket felvéve a

$$\varrho_i = f(\sigma H)$$

függvény egy olyan térbeli felület, melynek alsó része egy negyed hiperboloidrész, a hozzá kapcsolódó felső rész pedig egy negyed ellipszoid. A felületből a H= =konst. felvett értékek metszik ki a lyukfal-stabilitási görbéket. Ezekből a tetszőleges törési feszültségű kőzethez kiválasztjuk az adott mélységben a lyuk stabilitásához elméletileg szükséges iszapsűrűséget *(4. ábra)*. A nyomáshullámzás, a hőmérséklet, a mechanikai és vibrációs tényezők miatt a stabilitási görbékből kapott iszapsűrűséget még 0,05—0,15 g/cm³-rel növelni kell.

Alkalmazás

A fent vázolt számítási módszer természetesen csak pontosan megállapított folyáshatárokra és Poisson-számokra érvényes. Ezek meghatározásának alapvető feltételei a vizsgálatokhoz szükséges kőzetanyagok, melyekből a próbatesteket el lehet készíteni.

Maganyag hiányában a vizsgálatokhoz szükséges nagyságú próbatesteket nem sikerült biztosítani. Az általunk elkészített lyukfal-stabilitási görbék különböző folyáshatárokra és mélységekre készültek, melyekből adott helyzetet feltételezve a szükséges iszapsűrűség meghatározható.

Tájékoztatásul megemlíthető, hogy az 1968-ban mélyített zalai mélyfúrásokból származó eocén és felsőkréta korú kőzetminták kőzetmechanikai vizsgálatainak eredményei között található néhány márgára vonatkozó adat *(2. táblázat)*. Ezeket az eredményeket tekintve nyilvánvaló, hogy első közelítésben a kérdéses márga Poisson-száma 0,28—0,5 között van, hiszen a fenti vizsgálatok esetében ezek a márgák fúrás közben stabilan viselkednek.

2. táblázat

Kút	Mélység	σ	μ
Nl-280.	3900	428	0,29
Nl-381.	2670	568	0,25
Nl-395.	2645	552	0,28
B-V.	4200	636	0,28
Algyő	2600	350—400	0,38

Hingl J. és *Tóth B.* tanulmányából [1] kiderül, hogy az Algyőn megtalálható omló márgák Poisson-száma 0,388 volt laboratóriumi mérések alapján. Véleményünk szerint a nagylengyeli márga Poisson-száma is e körül van, illetve a tapasztalt nagyobb mérvű omlásokat figyelembe véve még ennél nagyobb, vagyis 0,4 lehet.

Az elkészített lyukfal-stabilitási görbék alapján a *3. táblázat* szerinti iszapsűrűségeket lehet javasolni μ=0,4 feltételezése esetén.

3. táblázat

L, m	2600	3500
σ, kp/cm²	ϱ_1	ϱ_2
200	1,73	1,92
250	1,31	1,80
300	1,12	1,42

A lyukfal-stabilitási görbékből látható, hogy az (I) inflexiós pont környezetében már minimális folyáshatár-változás is nagymértékű iszapsűrűség-változást követel a lyukfal stabilitásának megóvása érdekében.

Tapasztalataink alapján feltételezzük, hogy a σ értéke 200—250 kp/cm² között van, ezért kiinduló iszapsűrűségnek 2600 m-ben 1,5 g/cm³-t javasolunk.

Összefoglalás

Összeállításunkban a nagylengyeli pergő márga átfúrására tett kísérletek tapasztalatait vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a lyukfal stabilitását elsősorban a következő tényezők befolyásolják:

1. a márgarétegbe betelepült mészkőpadok gyakorisága;
2. a fúróiszap sűrűsége;
3. a márga szilárdsága, tektonikus igénybevétele.

A fajlagos utánfúrási diagram és a típusszelvény szemlélteti az omlási viszonyokat.

Lyukfal-stabilitási számításainkban a HMH-elméletből kiindulva szerkesztettük meg a lyukfal-stabilitási görbéket, amelyek segítségével adott Poisson-szám és σ ismeretében a lyuk stabilitásához elméletileg szükséges iszapsűrűség értéke kiválasztható. Számítógép segítségével egész lyukfal-stabilitási görbesorozat készíthető, mely jó támpontot ad a stabilitási kérdések megoldásához.

IRODALOM

[1] *Hingl J.—Tóth B.:* A lyukfalstabilitás kérdései. Kőolaj és Földgáz *6* (1971); *8* (1972).
[2] *Horváth J.:* Kőzetnyomás számítása körszelvényű aknákban és vágatokban. BKL Bányászat *4* (1968).
[3] *Zambó J.:* Bányaművelés. Műszaki Könyvkiadó Bp., 1972. VIII. fej.
[4] *Asszonyi Cs.:* A kőzetek képlékenységi állapota és tönkremenetele. BKL Bányászat *5* (1976).

Béléscső-gazdálkodás számítógéppel

SASVÁRI JUDIT—
CSABA JÓZSEF

A tanulmány a készletgazdálkodási szempontból optimális béléscső-raktárkészlet és a fúrási tevékenység koordinálására alkalmas számítógépes programrendszert mutatja be. A béléscső-gazdálkodás blokkvázlata alapján tárgyalja a számítási módszer lépéseit, különös figyelmet fordítva a kőolajkutató tevékenység jellegéből fakadó és a fúrási terveket módosító okok hatásaira.

A tanulmányban a műszaki és készletgazdálkodási szempontokból optimális béléscső-raktárkészlet tervezésére, a raktárkészlet és a fúrási tevékenység összehangolására és koordinálására alkalmas számítógépes programrendszert mutatunk be.

A bemutatott módszer mintájára a fúrási tevékenységgel összefüggő más anyagfelhasználás koordinálását is hasonlóképpen lehet megszervezni.

A forgóalappal való gazdálkodás az iparvállalatok irányításának fontos része. Iparági és népgazdasági érdek a készletek olyan szinten tartása, amely

— biztosítja a folyamatos termelést,
— lehetővé teszi a fúrási költségek optimális szinten tartását, és
— biztosítja az eszközlekötési járulék minimumszintjének megközelítését.

A kőolajkutató tevékenység természetszerű velejárója az éves fúrási program olyan módosítása, ami a szénhidrogénvagyon bővítésének irányába hat (a kutatás során oda összpontosítják a fúrási kapacitást, ahol nagyobb a szénhidrogénvagyon gyors feltárásának valószínűsége). A fúrási program változtatása maga után vonhatja a béléscső-felhasználás csökkenését, ami a raktárkészletek időszakos feldúsulását okozza. A program módosítása olyan béléscsőigényt is jelenthet, amit a korábban folyamatba tett intézkedésekkel nem lehet kielégíteni. Ebben az esetben lelassul a fúrási tevékenység, mert a csőkészlet hiányossága miatt béléscsőre kell várakozni.

Az iparágban kialakult tervezési időrend, valamint a beszerzés időigénye nincs összhangban. Az import és a hazai gyártású béléscsőre a rendelést néhány hónappal korábban kell feladni, mint ahogy a tárgyévi kutatási program elkészül. Súlyosbítja a helyzetet az a tény, hogy az éves sávos diagram készülésének időszakában nem áll rendelkezésre annyi geológiai és műszaki adat, ami lehetővé tenné a béléscsőigénylés pontos specifikálását méret, anyagminőség, falvastagság stb. tekintetében.

Mindezeket figyelembe véve célszerű egy olyan számítógépes eljárás kidolgozása, ami lehetővé teszi

— a várható béléscsőigény megállapítását statisztikai alapon;
— a készletek, a várható szállítások, valamint a rendelések-stornók olyan operatív számbavételét, ami rugalmasan alkalmazkodik a fúrási üzem körülményeihez;
— a lefúrt kút csövezési tervének elkészítését úgy, hogy biztosítva legyen a béléscsőköltség minimuma (adott raktárkészletből);
— a fúrási program változtatása esetén annak megállapítását, hogy milyen fúrási sorrend elégíthető ki a raktárkészletből és a várható beérkezésből.

A számítógépes blokksémát időrendbe illesztettük. A tárgyév fúrási tevékenységét kutatási tervezés, sávosdiagram-készítés, a szükséges anyagok piackutatása és megrendelése előzi meg. Ezen időigényes tevékenységeknek elemzése miatt béléscső-raktárgazdálkodási szempontból a tárgyévet megelőző időszakot két részre bontottuk: pontosítási és módosítási időszakra.

Pontosítási időszaknak nevezzük a tárgyévet megelőző év áprilisa előtti két év időtartamát, míg módosítási időszaknak a tárgyévet megelőző 8 hónapot. A pontosítási időszakban az OKGT Kutatási főosztálya kutatási és feltárási tervet készít. A tervben meghatározza a kutató- és feltárófúrások arányát, a magyarországi szénhidrogén-kutatási tájegységekre és medencerészekre egy vagy több összmérethossz-változatra a fúrási tevékenységet. A kutatási terv alapján az előzetes béléscsőrakat-méretezéssel (még számos geológiai és műszaki tervezési alapadat hiányzik) és az előző évek tevékenységét alapul vevő statisztikai módszerrel kialakított béléscsőigény meghatározható.

Ezzel szemben a belföldi és importbéléscső-ellátás mértékét az OAÁH által meghatározott beszerzési kontingens, illetve annak számítási anyaga határozza meg.

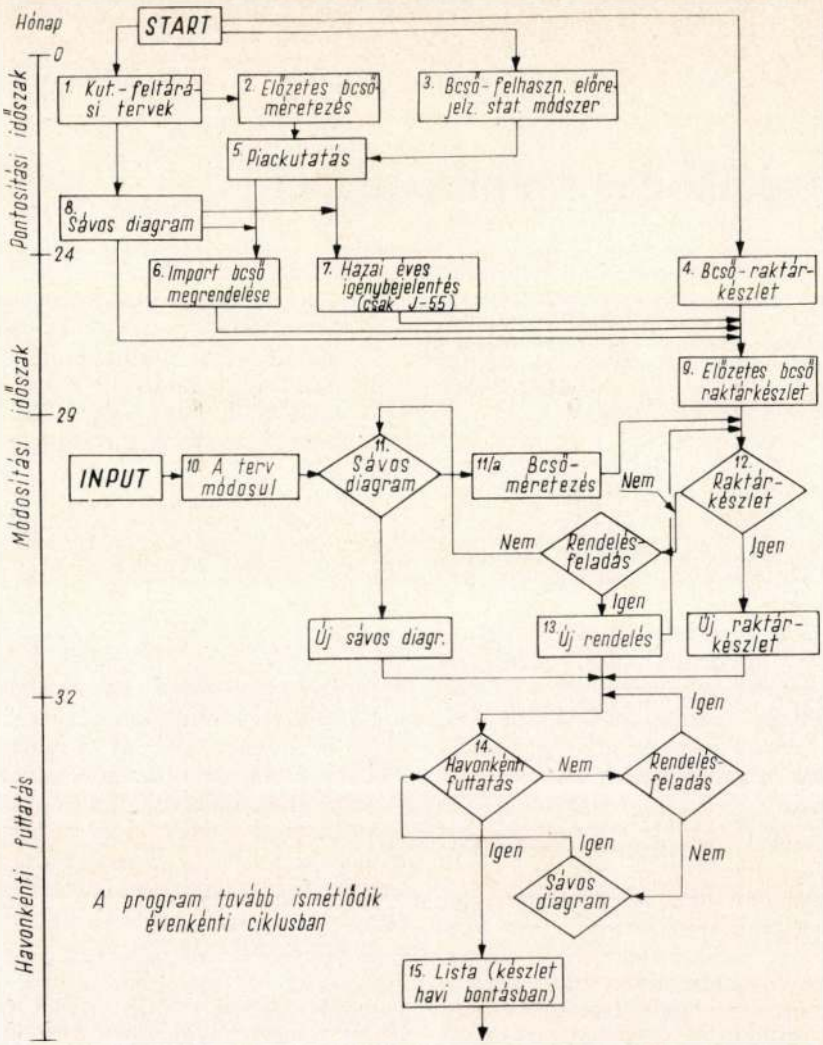
A Csepeli Csőgyár kapacitáslekötési szerződést nem köt az olajiparral.

Az importbéléscső-ellátás kedvező feltételek mellett való biztosítása érdekében az Anyagellátó Iroda a METALIMPEX-et tájékoztatja a szükségletekről; kapacitáslekötést az olajipar külföldi szállítóknál nem kezdeményez. A METALIMPEX azonban a kapacitás biztosítása érdekében tárgyalásokat folytat az AG tájékoztató adatai alapján.

A feltárási terv alapján típus-béléscsőtervek készülhetnek, és a szükséges béléscsőigény anyagminőségre, falvastagságra stb. pontosan megadható. A pontosítási időszakban különféle okok miatt (pl. kutatási-feltárási arányváltozás, népgazdasági ok stb.) változhat a tárgyévre vonatkozó kutatási és feltárási tevékenység. Ezt a szokásos anyagmegrendelési feltételek még nem befolyásolják kedvezőtlenül.

A módosítási időszak a tárgyévet megelőző év áprilisától a tárgyév kezdetéig tart (kb. 8 hónap). Erre az időszakra kell elkészíteni a sávos diagramot, melyben minden fúróberendezésnek kijelölt tevékenysége van.

A számítógépes raktárgazdálkodásnak a kőolajkutató tevékenység jellegéből adódó módosító okokat figyelembe kell vennie. Természetesen a módosításoknak



1. ábra
Béléscsőbeszerzés a fúrási tevékenység függvényében

a tárgyév fúrási tevékenységére hatásuk van, de a pillanatnyi helyzetben mindig a fúrási költségek optimális szinten tartását kell figyelembe venni.

A raktárgazdálkodás az alábbi feltételek megvalósulása esetén funkcionál:

a) a tervidőszakra vonatkozó kutatási és feltárási terv másfél évvel a terv beindulása előtt elkészül;

b) a kőolaj- és földgázkutatás éves fúrási terve (sávos diagram) nyolc hónappal a terv beindulása előtt elkészül. A fúrási terv a tevékenység konkretizálását tartalmazza. A lefúrandó kutak egy részének típusterve van, így béléscsőszükséglete ismert (feltáró-fúrások);

c) a béléscső-megrendelést az OKGT Anyagellátó Irodája (AGI) végzi. Átfutási idő importcsövekre nyolc hónap, hazaira fél év;

d) a sávos diagramokat (fúrási terveket) a fúrási üzemek készítik. A sávos diagramról leolvasható, hogy mely fúróberendezés melyik kutat, mennyi ideig fúrja, mikor csöveznek, mikor költöznek stb. Megállapítható továbbá a fúróberendezések által fúrt kutató- és feltáró-fúrások összméterhossza is.

A fenti feltételek figyelembevételével készült és az *1. ábrán* látható blokkvázlat a béléscső-gazdálkodás rendszerét mutatja. Tárgyalásunk követni fogja a blokkvázlat „dobozainak" sorszámát, így az események kronológiai sorrendben következnek.

A béléscső-gazdálkodási rendszer egyes elemei

Kutatási, feltárási tervek megadásának módja (1)

A béléscső-gazdálkodási rendszer kutatási, feltárási tervekre épül. A kutatási, feltárási tervek alapján a fúrási tevékenység fontossági sorrendjét táblázatos formában célszerű megadni. A táblázat első oszlopában üledékesmedence-részek, tájegységek vagy konkrét fúrási helyek megjelölései olvashatók. A felsorolásban sokkal több hely szerepel, mint a tervidőszakban (pl. ötéves terv) mélyíthető kutak száma. A felsoroltak közül a várhatóan megvalósuló fúrásokat a táblázat utolsó oszlopában +-tel jelöljük.

A táblázat második oszlopában a kutató- és feltáró-fúrásokat jelöljük, majd mellettük „sekély", „közép", „mély" és „nagymélységű" megnevezésekkel mélységkategóriákba osztjuk a fúrásokat (béléscső-méretezés miatt).

A táblázat negyedik oszlopában a számítógépes programokhoz szükséges kódjeleket adjuk, majd az ötödik oszlopban megjelöljük azokat a fúrásokat (+ jellel), melyeknek típustervük van.

Előzetes béléscsőrakat-méretezés (2)

A kutatási, feltárási tervekben megadott fúrások béléscsőrakatainak méretezését számítógéppel végezzük, majd a tárgyévre vonatkozó, egyenként méretezett bé-

léscsőoszlopok méret, falvastagság, anyagminőség szerinti összesítését is. Ez a lépés szükséges a piackutatás elindításához.

Nagy mennyiségű számítás gyors elvégzésére van szükség, ezért számítógépes méretezési technikát javasolunk. A „pontos" béléscső-méretezéshez számos figyelembe veendő alapadat még hiányzik (várható belső túlnyomások, hőmérséklet stb.), ezért csak „előzetes" a béléscső-méretezés. Az „előzetes" számítógépes béléscső-méretezési módszer később természetesen pontosításra szorul (elkészülnek az egyes kutak geoműszaki tervei). A béléscsőszükséglet pontosítás miatti változása az *1. ábrán* látható blokkvázlat szerint korrigálható.

Béléscső-felhasználás előrejelzése statisztikai módszerrel (3)

A számítógéppel végezhető matematikai statisztikai módszer a tárgyévet megelőző kb. 10 év tényleges adatai alapján a tárgyévre számítja a várható béléscső-felhasználást.

A számítógépes programhoz az előző évek alábbi adatai szükségesek:

a) a tervezett átlagos fúrási mélység;
b) a tervezett fajlagos béléscső-felhasználás;
c) a ténylegesen lefúrt összméterszám;
d) a tényleges fajlagos béléscső-felhasználás;
e) a tényleges átlagos fúrási mélység.

A tényleges adatok figyelembevételével és feldolgozásuk alapján korrelációs kapcsolat található az átlagos csövezési mélység és az átlagos fajlagos béléscső-felhasználás között. A korrelációs összefüggések segítségével, valamint a tervezett átlagos csövezési mélység és a tárgyévet megelőző évek fúrási adatainak felhasználásával előrejelzést kapunk a fajlagos béléscső-felhasználásra. A számítási eredményeket a piackutatáshoz, illetve kapacitáslekötésre felhasználhatjuk.

Béléscső-raktárkészlet (4)

A csőraktárak vezetői a mindenkor meglevő raktárkészletet számítógépes adatfeldolgozásra alkalmas formanyomtatványon közlik a raktárgazdálkodás irányításával megbízott számítógépes csoporttal. A formanyomtatványt a módosítási időszak utolsó hónapjától kezdve havonta kell kitölteni úgy, hogy tartalmazza a hó elejei raktárkészletet (a különböző típusú béléscsőveket sorszám jellemzi), a hónap folyamán a raktárba beérkezett vagy eladott, valamint a fúróberendezéseknél beépített vagy selejtezett béléscsövek mennyiségét.

Piackutatás (5)

Piackutatással és béléscsőrendeléssel az OKGT Anyagellátó Irodája foglalkozik. Ahhoz azonban, hogy az AGI ezt a munkát el tudja végezni, szükséges ismernie a fúrási üzemek igényeit. Az igényeket vagy a matematikai statisztika módszerével számított táblázat, vagy az előzetes béléscső-méretezés alapján számított és összegezett béléscsőszükséglet alapján lehet megadni. A béléscső-készletgazdálkodás tervezésekor az alábbiakat vettük figyelembe:

Az import béléscsövek megrendelését a piackutatás csak annyiban előzi meg, hogy a METALIMPEX ismeri az AGI által közölt éves szükségletet és a félévenkénti megbízatásokat. Ezek ismeretében végzi piaci munkáját. A METALIMPEX esetenként, tőlünk függetlenül, még nem véglegesített igényeink ismeretében a legfontosabb európai vagy japán szállítóknál biztosít kapacitást, de nem az ipar megbízásából. E kapacitáslekötés általában olyan jellegű, hogy a népgazdasági szintű csőimportigényeket veszi alapul; ezen belül kombinálja az olajipar igényét is. Ez azt jelenti, hogy viszonylag tág határok között specifikációs változtatási lehetőség marad nyitva. Ez a körülmény azonban az eddigiekhez képest nem befolyásolja a végleges külkereskedelmi szerződés és a teljesítés átfutási idejét. Ha a megrendelés előtt kapacitáslekötést jelentenek be, akkor a megrendelés átfutási ideje kb. fél év. Ha kapacitáslekötés nélkül történik a megrendelés, akkor az átfutási idő kb. 7—8 hónap. A szállítási visszajelzést is az Anyagellátó Iroda kapja. Módosításra nincs nagy lehetőség, általában „új rendelés"-ként szerepel. A csövek árát a kereslettől és kínálattól függő napi ár határozza meg.

A Csepeli Csőgyár béléscsőszállításra az OAÁH által adott összevont, belföldi, melegen hengerelt acélcső-beszerzési kerettel összhangban, annak számítási anyagaként jelöl meg éves keretlehetőséget. E keret csak akkor használható ki teljesen, ha negyedévenként egyenlő ütemezéssel vesszük azt igénybe.

Az Anyagellátó Iroda a tárgynegyedév előtt 90 nappal feladja a megrendeléseket a Csepeli Csőgyárnak (ekkor nem igényeket közöl).

A Csőgyár a negyedéves beszerzési keretnél kevesebb csőre megrendelést elfogad ugyan, de ez esetben az igénybe nem vett mennyiség elvész; az nem vihető át a következő negyedévre. A Csepeli Csőgyár ugyanis kizárólag negyedévi egyenlő ütemezés mellett tudja számunkra a maximális 14 200 t/év béléscsövet szállítani. A Csepeli Csőgyár teljesítése megrendelésenként $\pm 5\%$ eltérést mutathat az általános szállítási feltételek szerint.

A szállítást megelőzően 105 nappal az üzemeknek specifikálniuk kell az igényeket, melyeket az Anyagellátó Iroda 90 nappal a szállítás előtt közöl a Csőgyárral, és a Csőgyár ezt visszaigazolja 60 nappal a szállítás előtt. Rendelésmódosításra is lehetőség van (5% módosítási díj ellenében) a kereten belül, 30 nappal megelőzve a tárgyi negyedévet. A megadott keretet meghaladó igényt nem tudnak figyelembe venni.

Sávos diagram (6)

A sávos diagramokat (fúrási tervet) a fúrási üzemek készítik. A sávos diagram fúróberendezésekre, havi beosztásban készül. Tartalmazza a fúrási tevékenységet, a béléscsövezések helyét és időpontját, ezért a számítógépes béléscső-raktárgazdálkodás — megrendelés és béléscsőkészlet-ellenőrzés — egyik legfontosabb eleme. Szükséges, hogy a tárgyévre vonatkozóan a tárgyév kezdete előtt nyolc hónappal elkészüljön.

Az első sávos diagramot később számos módosított változat követi úgy, hogy minden hó elején elkészül, és mindig előre 12 hónapra szól. A szénhidrogén-kutatás természetéből fakadóan a fúrási tevékenység módosulásai a sávos diagram állandó változásában nyilvánulnak meg. Ezeket a változásokat a havonta megismétlődő raktárkészlet-ellenőrzési számításoknál figyelem-

be kell venni. A béléscső-raktárgazdálkodáshoz a sávos diagramból csak a béléscsövezések időpontja, helye és mélysége, valamint a béléscsövek sorszámai szükségesek. Az adatokat mátrix formában használjuk fel.

A számítógéppel közölt fenti adatokat ellenőrizhetjük, mert a gép táblázatos formában kinyomtatja a béléscső-felhasználás helyét, időpontját, mennyiségét és a béléscső geometriai és szilárdsági adatait. A számítás további lényege, hogy a táblázat adatait béléscsőfajtánként havi bontásban összegezve (mindig 12 hónapra előre) újra táblázatos formában kapjuk.

Importbéléscső-megrendelés (7)

A leírtak alapján a piackutatás megindítása érdekében az AGI-val közöljük a tárgyévre vonatkozó béléscsőszükségletet. A közölt béléscsőszükséglet kiszámítása a tárgyévet megelőzően jóval korábban indult, mint azt a béléscső-megrendelés átfutási ideje szükségszerűen megköveteli. A tárgyévet megelőző nyolc hónappal korábbi időszakban a számítások alapját képező kutatási, feltárási tervek módosulhattak, de a béléscső-megrendelés időpontjában a sávos diagram már rendelkezésre áll.

A számítógépes program a mátrix alakú csövezési tervből kiírja az importbéléscső-szükségletet, csőfajtánként összegezve. Ez a havonta készülő táblázat (havi bontásban, mindig 12 hónapra előre) szolgálhatna az importbéléscső-megrendelés alapjául. De az import jelenlegi gyakorlatát, illetve a félévenként szakaszolt szerződéskötést nem célszerű módosítani, és ennek befolyásolására nincs lehetőségünk. Az olajbányászati béléscső egyértelmű mennyiségi és minőségi specifikációja alapján ugyanis a külkereskedelemnek a szállító és a viszonylat megválasztásában szabad elhatározása van, ugyanis azonos terméket több gyártól vásárolhat, és a legkedvezőbb változatot önállóan választja meg. Módunkban van ezzel szemben a számítógép havonkénti kiírása alapján a szállításokat sürgetni, azok kedvezőbb ütemezés szerinti lehívását kérni.

Hazai éves igénybejelentés (8)

Induláskor a tárgyévre, később havonta előre 12 hónapra vonatkozó, csőfajtánként összegezett hazai beszerezhetőségű béléscsőszükségletet az előzőekhez hasonló módon a mátrix alakú csövezési tervből a számítógép táblázatos formában kiírja. Ennek alapján az AGI a Csőgyárhoz megteheti az igénybejelentést. Az Anyagellátó Iroda a Csepeli Csőgyárnak ad ugyan éves igénybejelentést, de a belföldi, melegen hengerelt acélcső beszerzési lehetőségét az OAÁH a kötött gazdálkodásra vonatkozó előírással — beszerzési kontingenssel — szabja meg. E beszerzési keretszám számítási anyaga a belföldi béléscsőellátás maximális mennyiségét is meghatározza, vagyis a belföldi ellátás maximuma nem az igénybejelentő olajipar és a szállító Csepeli Csőgyár kétoldalú megállapodásától függ.

Előzetes béléscső-raktárkészlet (9)

Az aktuális fúrási tervet (sávos diagramot), a béléscső-megrendelések feladását és a béléscsőszállítások visszajelzését követően elkészül havi bontásban a tárgyévre vonatkozó előzetes béléscső-raktárkészlet. Ezt követően később — a tárgyév megkezdése után — minden hónap első napjaiban 12 hónapra előre aktualizált fúrási terv (béléscsövezések időpontja) és a béléscső-megrendelések alapján visszaigazolt szállítási terv, valamint a havi béléscső-raktárkészlet alapján a számítógép táblázatos formában elkészíti havi bontásban, 12 hónapra előre a várható béléscső-raktárkészletet. A „Raktárkészlet ellenőrzése" címet viselő táblázatból kiolvashatjuk a hónap sorszámait, a béléscső átmérőjét, anyagfokozatát, falvastagságát, karmantyúfajtáját és a megjegyzés rovatban a béléscső mennyiségére utaló kiírásokat.

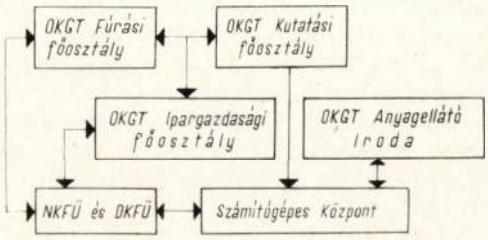
Például:

1 — CSŐ KEVÉS
15 — CSŐNÉL BIZT. TART. FELH.
16 — CSŐNÉL BIZT. TART. FELH.
21 — CSŐ KEVÉS
24 — CSŐ KEVÉS
29 — CSŐNÉL BIZT. TART. FELH.
31 — CSŐNÉL BIZT. TART. FELH.
32 — CSŐNÉL BIZT. TART. FELH.

Mit mond ez nekünk? Azt, hogy az 1, 21, 24 kódszámú cső kevés, de drágábbal pótolható, vagy pótrendeléssel biztosítható, a 15, 16, 29, 31, 32 kódszámú csöveknél csak a biztonsági tartalékot használtuk fel, drágább csövet nem építünk be.

Megjelenhet olyan felirat is, hogy pl. 32 — CSŐ MIATT A TERV NEM MEGY; ez azt jelenti, hogy az összes 4½"-es csövet számba véve még drágább csővel sem tudjuk a fúrási tervet teljesíteni (az 1—32 sorszám a 4½"-es béléscsöveket jelöli).

A korábbiakban leírtuk, hogy a kutatási tevékenység természetéből adódóan a tárgyévet megelőzően nyolc hónappal készült „első sávos diagram" előírásai a tárgyév kezdetéig is, de később a tárgyévben is módosulhatnak. Bármely okból következzen is be módosítás, a havonta elkészítendő béléscsövezési tervmátrix ezt tartalmazza. A tárgyévet megelőzően nyolc hónappal előbb készült előzetes béléscső-raktárkészlet kiírásainak, valamint a megrendelések feladása és visszaigazolása tükrében 12 hónapra előre (havi bontásban) az előzetes béléscső-raktárkészlet adatait kapjuk. Ezt az előzetes raktárkészletet (mindig 12 hónapra előre) minden hónap végén kiírja a számítógép. Ezen előzetes raktárkészlet-számítás bemenőadatai: havonként aktuális béléscsövezési tervmátrix (havi bontásban, egy évre előre), havonkénti tényleges béléscső-raktárkészlet, havonta jelentett béléscső-megrendelés és -visszaigazolás (havi bontásban, egy évre előre). A bemenőadatok birtokában az *1. ábra* blokksémájának *10* „dobozától" a számítógépes program havonkénti ciklusban — esetenként sűrűbben is — az ábrán látható módon számol.



2. ábra

A számítógépes béléscső-raktárgazdálkodás működéséhez szükséges kapcsolatok

A program futtatásával megbízott csoportnak rendszeres adatszolgáltatásra van szüksége. Közvetlen kapcsolatban kell állnia az OKGT Kutatási főosztályával, az OKGT Fúrási főosztályával, az OKGT Anyagellátó Irodájával, valamint a fúrási üzemekkel *(2. ábra)*.

Az OKGT Kutatási főosztálya: rendszeresen közölné a kutatási tervet, valamint a tervmódosításokat.

Az OKGT Ipargazdasági főosztálya: rendszeresen közölné az engedélyezett fúrási tervet, valamint a terven közölt változtatásokat.

Az OKGT Anyagellátó Iroda: jelezné a béléscsőmegrendeléseket, illetve a szállítási visszajelzéseket.

Az NKFÜ és DKFÜ: közölné a fúrási tervet, a raktáron levő béléscsőkészletet, valamint a kiszállított és beépített béléscsöveket.

A fenti jelzések és közlések szabványosított adatlapon kerülnének a számítóközpontba.

EGYESÜLETI HÍREK

HORST BACHMANN professzor az OMBKE-ben

Dr.-Ing. *Horst Bachmann*, a Bergakademie Freiberg (NDK) professzora, a közelmúltban az OMBKE vendégeként hazánkban járt. Kapcsolatai Magyarországgal főként a színesfémércbányászat, valamint az ásványinyersanyag-ellátás kérdéseiben régebbi keletűek. Ez alkalommal az OKGT-VVB EE (Gommern) közötti közvetlen együttműködés keretében került sor újabb kapcsolatfelvételre.

Bachmann professzor — az OMBKE és az ETE közös rendezésében — április 21-én előadást tartott „Ásványi nyersanyagok a népgazdaságban és a világgazdaságban — új ismeretek, problémák és fejlesztési tendenciák" címen. Az előadás különböző prognózisok sokoldalú kritikai elemzésére támaszkodva foglalt állást az ásványinyersanyag-ellátás alapvető műszaki és gazdasági perspektívái tekintetében, s a hallgatóság körében élénk vitát váltott ki. A teljes anyag közlésére — más folyóiratban — rövidesen sor kerül, ezért itt csak néhány jellemző, szénhidrogénvonatkozású megállapítást emelünk ki.

Az elmúlt 20—25 esztendőben az ásványi nyersanyagok termelése a világon több mint háromszorosára emelkedett. A bányászat termelésének értékben számítva több mint 70%-át az energetikai bányatermékek tették ki. Ebben nagy szerepe volt a szénhidrogén-bányászat sokoldalú fejlődésének (pl. geológia, geofizika, geokémia, sekély tengeri fúrások, korszerű leművelési technológiák). A kőolajprognózisok elemzése rámutatott arra, hogy a kutatás eredményei sorozatosan rácáfoltak a készletkimerüléssel számoló, pesszimista előrejelzésekre. A kutatás költsége és a bányatermékek ára azonban emelkedett, és számítani lehet további drágulásra. A nagyobb árak újabb technológiai fejlődés alapjait és ezáltal további nyersanyagforrások bekapcsolásának lehetőségét teremtik meg. A kőolajkészlet jelenlegi szintje sem látszik nyugtalanítónak. Főleg közgazdasági (finanszírozási) okokból a szükségesnek tartott készletellátottságnak megfelelő szinten tartják a geológiai, kutatás-feltárási ráfordításokat. A szénhidrogének részesedése a világ energiaellátásában elérte a maximumot. A termelés mennyisége az energiaszükséglet növekedési ütemének megfelelően — a részesedés csökkenése ellenére — hosszabb ideig viszonylag gyorsan fog emelkedni. Hosszú távon arra lehet számítani, hogy a szénhidrogéneket — az új energiahordozók térhódításának ütemében — egyre értékesebb nyersanyagok és termékek előállítására használják majd fel. Végül a bányavagyon komplex hasznosítására (kísérő gáz, inert gáz, cseppfolyós egyedi termékek stb.), valamint a kismértékben hasznosítható ásványi nyersanyagok (pl. CO_2) intenzívebb kihasználására, s nem utolsósorban a nyersanyaghulladékok ismételt felhasználásának módszereire és eljárásaira hívta fel a figyelmet.

A látogatás során a KFH—Bergakademie Freiberg, illetve az OKGT—VVB EE közötti közvetlen együttműködés keretében dokumentációcserére vonatkozó megállapodás jött létre, amely kiterjed a külszíni szénfejtés, a bányaipari fejlesztés optimalizálása, az ásványinyersanyag-gazdálkodás, a bányavagyonértékelés kérdéseire és számos egyéb közös témára.

Budapest, 1977. május hó

Pogány László
Ipargazdasági Szakcsoport
Budapest

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Vezetéktervezés a Kőolajvezeték Építő Vállalatnál

A hazai gázprogram folyamatos végrehajtása érdekében az olajipari tervező vállalat alvállalkozónak kérte fel a KVV-t nagynyomású gázvezeték tervezésére. A feladatot a Vállalkozási főosztály Műszaki előkészítési osztályának nagy szakmai gyakorlatú és jó képzettségű mintegy 15 dolgozója kapta.

A Mezőszentgyörgy—Nagykanizsa közötti gázvezeték első részének beruházási költsége 570 millió forint, ebből 250 milliót tervez a KVV. A tervezés átfogja a Mezőszentgyörgy—Lengyeltóti 67 km hosszú, 400 mm névleges átmérőjű és a Lengyeltóti—Kaposvár közötti 44 km hosszú, 300 mm névleges átmérőjű szakaszt, valamint a balatonszéplaki 0,8 km és a balatonboglári 6,5 km hosszú leágazást, a kaposvári gázátadó állomást s az ezek nyomvonalán található 108 műtárgyat.

Az év elején vállalt tervezést gyorsított ütemben, javarészt munkaidőn túl, *Horváth Péter* főosztályvezető és *Várai László* osztályvezető irányításával végezte a csoport.

A rövid idő alatt elkészült kiviteli tervek lehetővé teszik, hogy a vezetéképítés áprilisban megkezdődhessen, s ezzel a KVV is folyamatosan végezheti építő tevékenységét, így Somogy megye gázellátása zavartalan ütemben fejlődhet tovább.

Siófok, 1977. március hó

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök
(Gáz- és Olajszállító V., Siófok)

Csővágó gép a Tavaszi Nemzetközi Vásáron

Az ez évi Tavaszi Nemzetközi Vásáron nagy érdeklődést váltott ki a „Hatos" elnevezésű csővágó gép. Az eddig ismert vágógépekhez viszonyítva fő jellemzői: kis súly, könnyű energia-tápegység, szerszáma a vágatban nagy hajlító- és nyomófeszültségek mellett sem szorul meg. A hegesztési kiemelkedéseken áthalad, szerszámai kereskedelmi gyorsacélkések, közönséges csiszolókorongon élezhetők.

A gép főleg beépített olajat, gázt, vizet és egyéb, esetleg bedermedt anyagokat szállító csövek hegesztési rézsüre való elvágására alkalmas. A berendezés, mely az OKGT pavilonjában volt kiállítva, a GOV-nél hosszú ideig nagy igénybevételnek volt kitéve, és hibátlanul működött. Gyártása esetén komoly építési, rekonstrukciós, hibaelhárítási — régen fennálló — gondokon enyhítene az egész olajipar területén. A berendezés alkalmas 150 mm-től 1600 mm-ig hengerelt, spirálhegesztett, hosszvarratú, öntöttvas és egyéb fémcsövek, gáz- és olajvezetékek tűzbiztos elvágására. A vágandó nyomvonalat képes kézi vezérléssel, oldalirányban követni. Hidraulikus távhajtással működtethető. Teljesítménye falvastagságtól függően 2000—4000 mm/h. A gép súlya 82 kg. Vállalatunknál *Sajni Ferenc*, több mint 30 éve dolgozó szakember közreműködésével fejlesztették ki a gépet.

Siófok, 1977. május hó

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök

Az Országos Telemechanikai Rendszer megvalósításával kapcsolatos kérdések

STUKOVSZKY ERNŐ

A cikk az Országos Telemechanikai Rendszer (OTR) létesítésével kapcsolatban vizsgálja a — műszaki-gazdasági kérdésekkel összefonódó — megvalósításra ható tényezőket, és ismerteti a megvalósítás elősegítése érdekében tett lépéseket, megfontolásokat, valamint az új létesítmény üzemeltetésével kapcsolatban felmerülő kérdéseket.

Új létesítmények megvalósítását általában egy sor nehézség késlelteti. Bár ezek a kivitelezési, fejlesztési és háttér-biztosítási kérdések mind a megvalósulás, mind az üzemeltetés szempontjából ugyanolyan döntőek, mint például a tervezés műszaki problémái, mégis ritkák az olyan tanulmányok és előadások, amelyek a gyakorlati megvalósítás kérdéseivel is foglalkoznak. Az alábbiakban a rendszer megvalósítását hátráltató tényezőkre mutatunk rá, illetve azokat a nehézségeket ismertetjük, amelyek a megvalósításra hatnak.

A szénhidrogén-szállító vezetékek közül az olaj- és gázszállító vezetékek üzemeltetője a GOV, a termékvezetékeké pedig az ÁFOR. A különböző üzemeltetés ellenére mindenképpen célszerű olyan törekvések támogatása, melyek egymáshoz közel álló irányítástechnikai megoldás létrehozását segítik elő. Bár problémákat és többletigényeket vet fel, de gazdasági okokból célszerű közös telemechanikai egységeket telepíteni az azonos helyen levő gáz- és olajszállító objektumok kiszolgálására is.

Az OTR célja a gáz- és olajvezetékek irányításának biztosítása, az irányítás megbízhatóságának és hatékonyságának a növelése korszerű telemechanikai eszközök és üzemeltetői szervezet segítségével.

Az OTR létrehozását a munkaerőhelyzet is sürgeti. Ismertek az ország munkaerőgondjai. Azt is tudjuk, hogy a csővezeték-hálózat fejlesztése a vezetékek hagyományos üzemeltetése mellett olyan létszámigényt támaszt, amit nem lehet biztosítani. A vezetékhálózat legkisebb (és egyben a legerőteljesebben növekvő számú) objektuma: a gázátadó állomás létszámvonzata átlagosan 4,2 fő. A létszámigény mérsékeltebb növekedése mellett a meglevő rendszer átalakításával is munkaerő szabadul fel.

Vállalatunk felmérte a fenti problémákat, és megállapította, hogy az OTR kapcsán bizonyos munkakörökben (gázátadó, vonaljárőr stb.) mintegy 190-200 fő szabadul fel. Ezzel szemben jelentkezik az új rendszer üzemeltetéséhez szükséges 110 fő körüli, jól kvalifikált létszám. A felszabaduló munkaerővel a vállalat egyéb területein jelentkező munkaerőhiányt lehet bizonyos mértékig enyhíteni.

Amikor az OTR megvalósításának gondolata útjára indult, fel kellett állítani a megvalósítás metodikáját, a megvalósítást részfeladatokra, problémakörökre kellett osztani, és vizsgálni kellett ezek tartalmi jegyeit, megvalósítási lehetőségeit. A feladatok bontását a következőképpen végezhetjük el:

— koncepciókialakítás;
— tervezés;
— a beruházás lebonyolítása;
— gyártás, kivitelezés;
— üzemeltetés.

Koncepciókialakítás

Mindenekelőtt meg kellett teremteni a technológia s a műszaki eszközök figyelembevételével az egész rendszer alapját, a megfelelő műszerezési és telemechanikai koncepciót. Ennek létrehozásában szerepet játszottak bizonyos szabályozók, körülmények. Elsősorban az importnehézségek, amik az alkalmazható berendezések választékát jelentősen lecsökkentik. A koncepcionálás során természetesen figyelembe vettük az előzetes adottságokat, az egyeztetéseket és az eredményeket. A koncepciók által leírt kategóriákat és ezek műszaki tartalmát illetően csak néhány jellegzetes és lényeges szempontot ragadtunk ki.

A *műszerezési koncepció* a technológia által megadott igényeket, valamint a biztonságtechnikai követelményeket alapul véve, megfelelő típusműszerezésre irányul. Az importlehetőségek korlátozása, valamint a hazai gyártás beindulása miatt a technológia felműszerezése MMG-bázisra épül (az MMG BAILY-licenc megvásárlásával alakította ki műszercsaládját). Az MMG-műszerekről eddig megfelelő hazai üzemeltetési tapasztalat nem áll rendelkezésünkre. A Szovjetunióban felszerelt MMG-műszerekről és -berendezésekről kedvező üzemeltetői információkat kaptunk.

Mivel átadás előtt áll több olyan beruházás a vállalatunknál, ami MMG-műszerezésre épül (pl. a Testvériség I. rendszer), így biztosítva látjuk azt, hogy mire az OTR üzemeltetésére sor kerül, a műszerezésről megfelelő referenciával rendelkezünk.

A *telemechanikai koncepció* szintén a technológiai igény alapjain nyugszik, amire bizonyos visszahatást fejthetnek ki a megvalósítás eszközei, lehetőségei. Ennél a fázisnál az eszközválasztási lehetőség bővebb, mint a műszerezési koncepciónál. Magyarországon olyan számítástechnikai eszközöket, amelyek a mi feladatainkra alkalmazhatók (real-time periféria-rendszer, szószervezés stb.) mind a Videoton, mind a KFKI gyárt. Az OTR számítástechnikai eszközeire a javaslatot, illetve az egyes megoldások vizsgálatát a tervezőtől kértük egy koncepciós tanulmány keretében.

Tervezés

A telemechanikai és műszerezési koncepció, valamint az ezekhez kapcsolódó adatszolgáltatásaink képezték a tervező részére a koncepciós tanulmányra vonatkozó megrendelésünk műszaki tartalmát.

Itt kell rámutatnunk az OTR megvalósításának egyik további lényeges munkafolyamatára, a tervezés problémakörére. Ezt a folyamatot tovább bonthatjuk az alábbiak szerint:

— tanulmány,
— beruházási program,
— rendszerterv,
— kiviteli terv.

A tervezés feladatának elvégzésére az intézmény a trösztön belül adott volt (OLAJTERV). Sajnos a szűk tervezési kapacitás miatt viszonylag hosszú átfutási idővel kell számolnunk. Ez jelentős mértékben megnehezíti a szoros határidők tartását. Már eddig is nehézségek mutatkoztak a beruházó és a tervező közötti ügyrendi határidők tartásával, holott ezeket szabályozza a Bá.-1/1976-os vezérigazgatói utasítás. A tanulmány elkészítése jelentős késést szenvedett. Feltétlenül szükséges a tervezési munka meggyorsítása, valamint a további tervezési fázisokban a lépcsőzetes tervezési módszer alkalmazása.

A megvalósítás ütemezését figyelembe véve szakaszos tervezéssel elkerülhető lesz a tervezési kapacitás túlterhelése, illetve rossz kihasználása.

A beruházás lebonyolítása

A témával mint az OTR-megvalósítás egyik feladatsorával nem kívánunk részletesen foglalkozni, mivel ezt a tevékenységet erősen szabályozza a többi tevékenység. A szoros határidők tartása csak egy megoldást tesz lehetővé, mégpedig azt, hogy a beruházási tevékenységet gyorsan, hibátlanul hajtsuk végre. Így azokra a feladatokra, amelyek tőlünk függnek, a lehető legrövidebb átfutást kell biztosítanunk. A feladat nagysága és sokrétűsége miatt célszerűnek látszana egy feladatorientált beruházási apparátus (csoport stb.) létrehozása.

Az OTR kialakításához és az ehhez hasonló nagyobb volumenű feladatok megoldásához szükséges az egész téma vertikumát jól ismerő összefogó szerv vagy személy kijelölése, ami vagy aki a vállalati feladatokat organizálja, illetve a feladatokat elvégezteti, és az elvégzett feladatok eredményeit összefogja. A szervezet és a személy kijelölése megtörtént. Az OTR megvalósulásának egyik sarkalatos pontja a különböző területek szakembereinek jól összehangolt együttműködése, a szakembereknek a kapcsolódó szakterületen való továbbképzése. Elkerülhetetlenül szükséges, hogy a feladat megoldása kapcsán a technológusok irányítástechnikai vonalon történő előrelépése, valamint a telemechanikai, számítástechnikai szakemberek technológiai ismeretanyagának bővülése megtörténjen.

Gyártás, kivitelezés

A problémakör szerteágazó. Ha csak azt nézzük, hogy ennek a feladatnak van a legnagyobb időigénye, itt vannak a legnagyobb buktatók és egyben a legnagyobb időnyerési lehetőségeink, máris meggyőződhetünk a feladat fontosságáról. Először is be kell számolnunk az eddig szerzett tapasztalatokról a Testvériség I. telemechanikai rendszerének kivitelezésével kapcsolatosan. A fővállalkozó az MMG Automatikai Művek. Ez a gyár készíti a technológiai pontok felműszerezését, a technológiai objektumok telemechanizálását és a telemechanikai központ egyes részeinek kivitelezését (szinoptikus tábla, TM-szekrények). A számítástechnikai eszközöket: az R—10-es számítógépet és perifériális rendszerét a Videoton szállította. A Videoton Fejlesztési Intézet (VIFI) — mint az MMG alvállalkozója — vállalta a software rendszer elkészítését. Ezt a feladatot lényegében a Budapesti Műszaki Egyetem végzi mint a VIFI alvállalkozója. Ez a többszörös alvállalkozói viszony is közrejátszik a rendszer elkészültének késésében.

A software-készítés vonaláról utólagos hardware-igények léptek fel, amit a programrendszer készítőinek idejében kellett volna jelezni. Ezek az utólagos igények csak további idő- és anyagi ráfordításokkal elégíthetők ki, ami határidő-eltolódáshoz, valamint költségtúllépéshez vezethet. Sajnos az MMG mint fővállalkozó sem tudta teljesíteni a szerződésben lefektetett feltételeket. További problémát jelentett az, hogy a többi kivitelező késése miatt több esetben, további kivitelezők részére — a megadott időpontokra — munkaterület nem volt biztosítható. Ezek a problémák is irreálissá tehetik a megvalósítási határidő tervezését. További nehézséget jelent, hogy a software- és hardware-fejlesztési kérdések megoldásában nincsenek kellően érdekelve a gyártók; ez vállalkozási készség hiányában, hosszú határidőkben, nagy költségekben jelentkezik a gyakorlatban, pedig ez a kérdés az OTR nagy feladatorientáltsága miatt fontos. Távlatilag a technológiai műszerezés, valamint a telemechanikai állomások tekintetében mint gyártó és kivitelező az MMG—AM vehető figyelembe.

Területi diszpécserközpont, illetőleg az Országos Diszpécserközpont vonatkozásában már más lehetőségeink is vannak, mint amivel az eddigi rendszerek kapcsán élhettünk.

Az MMG-vel kapcsolatos eddigi tapasztalatokat, valamint az OLAJTERV tanulmányában vázolt megoldásokat figyelembe véve kapcsolatot kerestünk a Központi Fizikai Kutatóintézet illetékes szakterületével. Vizsgáltuk az intézet által nyújtott lehetőségeket. A KFKI-nél rendelkezésre áll a TPÁ-i számítógép, melyből az intézet már jelentős évi mennyiséget gyárt és szerel fel.

Ez a gép kiválóan alkalmas a real-time feladatok ellátására. A berendezésekhez kifejlesztették a nemzetközi szabványnak megfelelő CAMAC real-time periféria-rendszert. A gép lényegesen nagyobb software-szolgáltatású, mint az azonos nagyságrendű Videoton-kisszámítógép. Több olyan egység kifejlesztése fejeződött be, amit más rendszereknél jelentős anyagi és időráfordítással kellene kifejleszteni. Itt kell megemlítenünk a KFKI által kifejlesztett és gyártott szemigrafikus display-t, ami jelentős szerepet tölt be a telemechanikai rendszerben. Ez a berendezés kiválthatja a más rendszerek adottságából következő szinoptikus táblát. A szinoptikus tábla amellett, hogy nagyobb a helyigénye és a költsége, műszakilag elavult, és jelentősen kisebb a flexibilitása. Meg kell még jegyeznünk,

hogy a szemigrafikus display sokkal több információt is nyújt. A vezetékhálózat dinamikus fejlődése, az információáradat növekedése, a gyorsasági követelmény a szinoptikus táblarendszer alkalmazását célszerűtlenné teszi. Szükséges a tábla kiváltása egy olyan eszközzel, ami az említett feltételeket kielégíti, és komplett technológiai információközlésre alkalmas eszköz. Továbbá célszerű, hogy a központot homogén számítástechnikai eszközökkel alakítsuk ki. Erre a KFKI-konfigurációnál lehetőség nyílik.

A Testvériség I. vezeték TM-rendszerének építése kapcsán már említett fejlesztési kérdések megoldásának biztosítása érdekében a továbbiakban célszerűnek látszik ezen irányban való kapcsolatbiztosítás. Az intézet — helyzeténél fogva — képes egy-egy feladat megoldása során bizonyos mennyiségű mérnöki fejlesztési munkára. Lehetőség van egy vállalkozáson belül a hardware és software komplett elkészítésére és installálására.

A KFKI már elkészítette az ÁFOR irányítási rendszerét (KIR), mely a termékvezetékek irányítására szolgál. Így a cikk elején említett rendszer (KIR) átfutása a KFKI-ben kevesebb volt, mint 18 hónap. Ez a mi Testvériség I. rendszerünk átfutási idejével összevetve bizony jelentősen kisebb idő.

Részben a fenti körülmények mérlegelésével vállalatunk arra az elhatározásra jutott, hogy a területi központokat, valamint az OD-t tiszta számítástechnikai eszközökkel kell ellátni, a hardware- és software-gyártással és -kivitelezéssel pedig a KFKI-t kell megbízni.

A speciálisan telemechanikai berendezések gyártásával (ilyen pl. a telemechanikai állomás), valamint a technológia felműszerezésével az MMG Automatikai Műveket tudjuk megbízni. Az MMG vállalkozási készsége is erre a vállalkozási területre intenzívebb. Ahhoz, hogy az említett vállalatok, intézetek ezeket a feladatokat a szükséges határidőkön belül teljesítsék, szükséges az iparágak közötti szoros együttműködés és a vállalatok, intézetek kormányszintű kijelölése. Az ilyen jellegű intézkedések nélkül nem bízhatunk az OTR megfelelő megvalósításában.

Üzemeltetés

Az Országos Telemechanikai Rendszer megvalósulása után újabb problémákkal kell számolni az üzemeltetés feladatát illetően. Kivel, mivel és hogyan üzemeltessünk? A rendszer üzemeltetéséhez szükséges szakemberek kiválasztása nagy figyelmet érdemel, mert csak így lehetséges a nagy értékű berendezés gyakorlatban való gazdaságos alkalmazása. A rendszerrel együtt fel kell nőnie egy olyan szakembergárdának, amely kellő képesítéssel és gyakorlattal rendelkezik. A szükséges szakemberek egy részét a vállalaton belül ki, illetve át lehet képezni, de a teljes létszámigényt jórészt új szakemberek felvételével tudjuk biztosítani. Közismert, hogy a számítástechnikai szakemberek létszáma a dinamikusan fejlődő számítástechnikai alkalmazáshoz viszonyítva kicsi, kevés. Ez a kép, ha bizonyos üzemi gyakorlatot is figyelembe veszünk, még kedvezőtlenebb. Az üzemeltetőnek ezeket a nehézségeket meg kell oldania, vállalnia kell ennek a létszám- és bérkihatásait, esetleges külső segítségek igénybevételével. Tehát a megfelelő szakembergárda megteremtésének meg kell előznie a rendszert, hogy a rendszer adta lehetőségekkel élni tudjon.

A hibákból és az eddigi tapasztalatokból kiindulva ki kell kerülnünk a buktatókat, le kell küzdenünk a nehézségeket, és létre kell hoznunk egy minden igényt kielégítő, lehetőségek szerinti legfejlettebb, leggazdaságosabb Országos Telemechanikai Rendszert.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

(Folytatás a 228. oldalról)

A számítógépes rendszer üzemeltetési tapasztalatai alapján természetesen adódnak fejlesztési, ésszerűsítési feladatok. Nem véletlen, hogy az Alkotó Ifjúság pályázaton ez évben két fiatal is foglalkozott tanulmányában a termelésnyilvántartási rendszer fejlesztésével.

Bányász Györgyné okl. olajmérnök „Technológiai adatfeldolgozás számítógépi rendszerének ismertetése" című munkájában a rendszeres felhasználói szempontokat érvényesítve, javaslatot tett új, jobban kezelhető formában szerkesztett táblatervekre, melyek a programozási munka alapját képezhetik a fejlesztés során. Alkotását a vállalati zsüri jutalmazta.

Beck György gépésztechnikus „Törzsadatok karbantartását egyszerűsítő számítógépes program" című pályaműve egy összetett számítástechnikai feladat megoldását tartalmazza. Ismerteti a programrendszer kialakításának előzményeit (törzstárak összevont kiíratása a karbantartásért felelős szakterületenként), a programrendszer kidolgozásának fázisait, a beüzemelt programok eredményeit. A vállalati zsüri a pályaművet első díjjal jutalmazta, mivel a feladat megoldása jelentős költségmegtakarítást eredményezett.

Tervezzük a rendszer továbbfejlesztését: a szén-dioxidos művelési eljárásnak megfelelően bizonyos mértékig módosítjuk az elszámolási módszert, hogy továbbegyszerűsítsük az üzemi adatszolgáltatók munkáját.

Pach Ferencné
számítástechnikai osztályvezető

Munkaverseny a jubileumi zászlóért

A Dunántúli Kőolajipari Gépgyár 1976. évi társadalmitermék-tervét — az előző évhez képest — 114,5%-ra teljesítette, ez pedig 66 MFt értékű többletterméket eredményezett. A termelésnövekedésből termelékenységgel fedezett részarány 61,3%-ról 78,2%-ra növekedett. Az üzemi eredményterv teljesítésében meghatározó jelleggel hatott a vállalati újítómozgalom. A vállalat dolgozói 163 beadott újítással 4 MFt hasznos gazdasági eredményt értek el; a hatékonyságot 323 DH-javaslattal növelték.

Az elért eredmények alapján az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt „Dicsérő Oklevéllel" tüntette ki a vállalatot.

Az 1977. évi 559 MFt árukibocsátási terv maradéktalan teljesítése érdekében áprilisban tartották az „Újítási hónapot" a vállalatnál. A beadott javaslatok közül kiemelkedik *Dobri Sándor* „Örvénylő menetvágóhoz szükséges késélező készülék" tárgyú újítása, mely kb. 560 000 Ft hasznos gazdasági eredményt biztosít a vállalatnak. *Mezei Dénes* „Esztergatokmány élettartam-növelése" tárgyú újítási javaslata kb. 250 000 Ft-tal növeli a vállalati eredményt, *Tóth Salamon, Gergály József* „Kovácsszerszámok anyagának helyettesítése" tárgyú újítási javaslata kb. 73 000 Ft értékű anyagmegtakarítást tesz lehetővé.

Az 1977. évben dolgozóink által benyújtott újítási javaslatok kalkulált, hasznos gazdasági eredménye több mint 2 MFt, amit még számos DH-javaslat bevezetése is növel.

Berger István
újítási előadó

Fúráselemző műszercsoport

SCHALL ISTVÁN—
TATÁR ANDRÁS

A túlnyomásos rétegek előrejelzésére különböző érzékelő és regisztráló rendszereket fejlesztettek ki szerte a világon; ezek közül 6 éve ismeretes a Dresser cég készítette DATA Unit (Data Acquisition and Technical Analysis Unit) elnevezésű egység.

A cikk a Magyarországon 1976 eleje óta üzemben levő első ilyen műszerkocsit ismerteti.

A kutatásra fordított nagy összegek feltétlenül szükségessé teszik, hogy a kutatófúrásokból a maximális információmennyiséget megszerezzük, azokat értelmezzük, és sokoldalúan felhasználjuk. A korszerű kiegyensúlyozott fúrási rendszer alkalmazása nemcsak a költségeket mérsékli, hanem az adatszerzést is segíti.

A Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem *B-IX.* jelű, nagymélységű alapfúrásának mélyítéséhez állították üzembe az OKGT első DATA Unit műszerkocsiját, amely növeli a munka hatékonyságát, a személyzet és a berendezések biztonságát.

A könnyen szállítható egységbe szerelt műszercsoportot főleg integrált áramkörökből, az 1969—71-es technikai színvonalnak megfelelően, az akkori fúrási műszerezettséget figyelembe véve építették fel. Az információk gyűjtésére, rögzítésére és elemzésére szolgáló egység a következő feladatokat látja el:

— meghatározza a szénhidrogén- és más gáztelepek pontos mélységét a kút mélyítésekor, a tárolóréteg fúrásával egyidejűleg;
— érzékeli és regisztrálja a fúrási rendszer minden lényeges adatát;
— folyamatos geológiai szelvényt készít, jelzi a rétegváltozásokat;
— segíti a pórus- és repesztési nyomásgradiens meghatározását;
— folyamatos fúrási felügyeletet biztosít;
— végrehajt számos, járulékos, előre nem tervezhető fúrási értelmezési feladatot.

A DATA Unit-tal végzett mérések segítségével megállapítható:

— az egyes paraméterek normáltartománya;
— az eltérés ettől az értéktől;
— az eredeti érték visszaállításának módja.

A mérőérzékelők

A *horogterhelés* mérésére két rendszert dolgoztak ki.

a) A Swaco-diafragmát a holtkötélre hagyományos módon erősítik fel. A terhelés hatására a holtkötél megtörése kiegyenesedni igyekszik. Az elmozdulás során az érzékelő a bevezetett levegő nyomását szabályozza, és a jelátalakító ezt a nyomásváltozást alakítja át elektromos jellé.

b) A Martin—Decker-rendszert a holtkötéllekötő dobbal felszerelt berendezéseknél lehet alkalmazni. A hidraulikus körbe beépített elágazóhoz nyomás-feszültség átalakítót csatlakoztatnak. Ennek elektromos jele a műszerkocsi megjelenítőjén olvasható le numerikus alakban. A mindenkori fúrószerszámsúlyt számkapcsoló segítségével beállítva a műszer a horogterhelés levonásával számítja a fúróterhelést.

A *forgatóasztal-nyomaték* mérése a hajtólánc feszültségváltozásának érzékelésével történik (szintén Martin—Decker-rendszer). A hidraulikus henger elmozdulása nyomásváltozást hoz létre, ezt a mérőérzékelő elektromos jellé alakítja. A forgatóasztal-nyomaték értéke a műszerkocsiban a digitális megjelenítőn kívül a kétcsatornás időléptékű diagramon is rögzíthető. A rendszer hátránya, hogy csak relatív nyomatékértékeket szolgáltat.

A *fúrólyuk gyűrűstér-nyomásának* érzékelője egy gyorskapcsolónak kiképzett pohárban kapott helyet, amelyben a belső tértől rugalmas membránnal elválasztott olajtöltés van. Az olajnyomás változását a tömlő végén elhelyezett nyomás-feszültség átalakító elektromos jellé alakítja. Ez a műszerkocsiban digitális kijelzőn válik láthatóvá.

A *kifolyó iszap mennyiségét* a vízszintes kifolyóban elhelyezett ún. „Flow sensor" érzékeli. Az áramló iszap egy — a csatorna szelvényét részben lezáró — lapot mozdít el. A zárólap elmozdulását egy szinuszjelleggörbéjű potenciométer elektromos jellé alakítja át. A kifolyó iszap mennyiségértékeit nemcsak a digitális megjelenítőn lehet látni, hanem változását az időléptékű négycsatornás regisztráló folyamatosan rajzolja is.

A *kifolyó iszap hőmérsékletét* mérő termisztor a rázósziták előtti iszapelosztó csatornában (Shaker room) van elhelyezve. A mért érték digitálisan megjelenik, és azt egy analóg időléptékű regisztráló is rögzíti.

A *kifolyó iszap fajsúlyát* mérő érzékelőt szintén a rázósziták előtti iszapelosztó csatornában helyezték el. Ez biztosítja azt, hogy a gázos iszap fajsúlyát is lehessen mérni. Az iszapba merülő két függőleges tengelyű műanyag pohár alsó pereme meghatározott (127 mm) távolságra van egymástól. Mindkét pohárba levegőt vezetnek, a poharak alján a levegőkilépéshez különböző nyomás szükséges. Ezt a nyomáskülönbséget érzékeli a differenciálisnyomás-mérő cella. A nyomás-feszültség átalakító elektromos jelét a műszerkocsiban digitális és analóg regisztráló rögzíti.

A *gázkiválasztó* nagy fordulatszámmal forgó keverője segíti a kifolyó iszap gáztartalmának kiválasztását. A gázminta iszapcsapdán és nedvességleválasztó edényen keresztül jut el a gázelemzőkhöz.

A *felszíni iszapkészletmérő* érzékelője tengely körül elforduló hosszú kar végén elhelyezett úszó, mely követi a tartályban levő iszap szintváltozását. A tengely elfordulását egy szinuszos potenciométer elektromos jellé alakítja. Az elektromos jelet a műszer digitális és analóg módon is megjeleníti. Minden „aktív" tartályon

érzékelő van, és a térfogatok összegezése elektromos úton történik.

A *bemenő iszap fajsúlyát* a szívótartályra szerelt érzékelő méri. A mérések módja megegyezik a kifolyó öblítőiszap fajsúlymérésével, de itt a poharakat mélyen az iszapszint alatt helyezik el.

Az *iszapszivattyú löketszámlálójának mérőérzékelője* egy mikrokapcsoló. A mikrokapcsoló tengelyéhez erősített rugalmas kart a szivattyú dugattyúrúdja mozgatja. A mikrokapcsoló így minden szivattyúlöketre egy impulzust ad, mely a műszerkocsiban egy számlálót működtet.

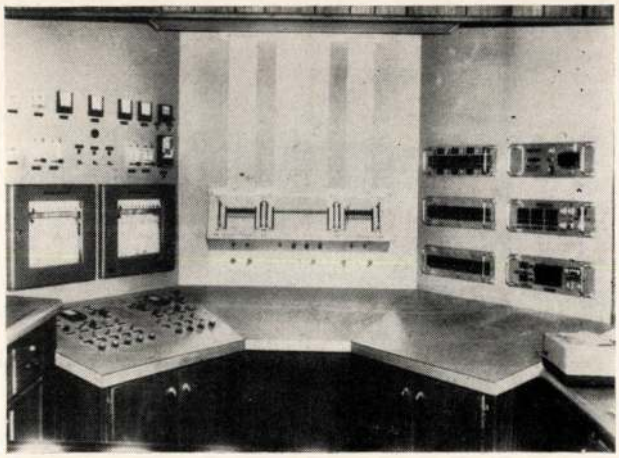
A *fúrócsőnyomás-mérő* ugyanolyan felépítésű, mint a már leírt nyomásmérő. A mérőérzékelő az állócső alján van elhelyezve. Az elektromos jel kijelzése digitális és analóg módon történik.

A *forgatóasztal fordulatszámlálója* egy mágnesestér-erősség-változásra működő mikrokapcsoló, melynek érzékelője az öblítőfej alsó részéhez van rögzítve. Az adó — egy öntöttvas hasáb — a forgatórúddal együtt forog. Az impulzusok egy számlálót működtetnek, ebből képezi a műszer automatikusan a percenkénti fordulatszámot, és — ha a fúrót terhelik — a fúró összes fordulatát.

A *fúróhaladás*. Az öblítőfej mozgását huzalrendszer közli egy tárcsával. A tárcsa — elfordulása közben — két mikrokapcsolót működtet. Kétféle jelet képez aszerint, hogy felfelé halad-e a fúrószerszám vagy lefelé. A fúró leterhelt állapota mellett képzett „le" jel azt jelenti, hogy egy mélységegységgel (0,1 m vagy 0,33 m) előrehaladt a fúró, ennyivel megnövekedett a talpmélység. A fúrószerszám megemelésekor „fel" jel keletkezik, akkor egy helyzetjelző lámpa jelzi a műszerkocsiban, hogy a fúró már nincs a talpon. Ez egyben azt is jelzi, hogy megszűnt a fúróterhelés, és ha a fúrószerszámot ebben az esetben is forgatják, akkor a műszer nem képez kumulatív fordulatszámot és kumulatív fúrómunkaórát.

A fúróberendezésnél kiépített mérőérzékelők 0—5 V közötti egyenáramú elektromos jelet képeznek. A jelkábeleket az iszaptartály mellett elhelyezett gyűjtődobozba („J" box) vezetik, ahonnan egy — 54 eret tartalmazó — közös főkábel vezet a műszerkocsihoz. Ez a megoldás egyrészt könnyíti a mérőérzékelők fel-, illetve leszerelését, másrészt jó áttekinthetősége segíti az esetleges hibakeresést.

1. ábra



2. ábra

A műszerkocsi

A 3 m széles és 18,5 m hosszú műszerkocsi vontatható kivitelben készült *(1. ábra)*. Három részre tagolódik:

— műszerek és kijelzők,
— munkatér,
— lakótér.

A műszereket, a regisztrálókat és a gázelemzőt úgy helyezték el, hogy leolvasásuk, kezelésük könnyű legyen *(2. ábra)*.

Műszerfal

A vészjelző, az 1. és a 2. számú négycsatornás kijelző fontosabb adatait az *1. táblázat* tartalmazza.

Talpmélység és mechanikai sebesség

A műszerfalon látható a mindenkori talpmélység és a mechanikai sebesség. Kapcsolókkal lehet az üzemmódot és a mérési tartományt beállítani. A fúrószerszám lyuktalphoz viszonyított helyzetét a megfelelő lámpa felvillanása jelzi. A beépített automatika rátoldáskor szünetelteti a mélységszámlálást.

Kijelzők:

Talpmélység méterben. Méréshatára 0—99 999 m vagy 0—9999,9 m; pontossága 0,5, ill. 0,05 m.

Élettartama a mozgó alkatrészek (sodronykötél, tárcsa) élettartamával egyezik meg.

Mechanikai sebesség, m/h. Méréshatára 0—200 m/h, pontossága a jeladó pontosságától függ.

Tartozék műszercsoport

Három számláló található rajta:

— forgatóasztal összes fordulatszáma (öt helyérték, melyből a sornyomtató az első három helyértéket rögzíti);
— szivattyúlöketszám (a kijelzett öt helyérték első három jegyét nyomtatja a sornyomtató);
— szivattyúlöketszám, ez figyelembe veszi a furadék felszállításához szükséges löketszámot.

1. táblázat

	Méréshatár	Érzékenység	Pontosság	Megbízhatóság	Alkalmazási határok
Vészjelző műszercsoport					
Kifolyóiszapszint-jelző	0—100%	1%	±1%	$2{,}5 \cdot 10^7$ ford.	−65 és +125 C°
Tartálytérfogat	0—999 m^3	±1,0 m^3	1%	$2{,}5 \cdot 10^7$ ford.	−18 és +51 C°
Iszapfajsúly (ki- és belépő)	1,0—1,8 kg/dm^3 vagy 1,6—2,4 kg/dm^3	±0,01 kg/dm^3	1%	*	*
1. sz. négycsatornás kijelző					
Horogterhelés	0—300 Mp	±1%		*	*
Fúróterhelés	0— 50 Mp	1 Mp	±1%	*	*
Gyűrűstér-nyomás	0—700 at	±1 at	±1%	100 nap	−18 és +51 C°
Forgatóasztal-nyomaték	0—999 osztás	1 osztás	±1%	*	−18 és +51 C°
2. sz. négycsatornás kijelző					
Szivattyúnyomás	0—350 at	±1 at	±1%	100 nap	−18 és +51 C°
Szivattyúlöketszám	0—200 min^{-1}	±0,5 löket	±1%	100 nap	*
Forgatóasztal-fordulatszám	0—200 min^{-1}	±0,5 min^{-1}	±1%	200 nap	*
Iszaphőmérséklet	0—92 C°	±1 C°	±1%	1 év	*

Megjegyzés: * alkalmazása gyakorlatilag korlátlan

A műszerfalon elhelyezett kapcsolók lehetővé teszik, hogy kiválasszuk a megfelelő szivattyút. A számláló az öblítőszivattyú löketszámát mutatja, és a beérkező impulzusokból automatikusan számítja a percenkénti löketszámot. Ezt a 2. sz. négycsatornás kijelző mutatja. A kifolyószint-ellenőrző lámpa akkor ég, ha legalább 5%-ig feltelt a kifolyó.

A szerszámsúly beállítása számkapcsoló segítségével itt történik.

A „ki-, beépítés—fúrás" kapcsoló alkalmassá teszi a műszert arra, hogy pl. a lyuktöltési műveletkor csak az utántöltésre felhasznált löketszámot összegezze.

Vezérlő műszercsoport

A sornyomtató vezérlésére szolgál;

kinyomtatás 1 percenként,
10 percenként,
0,1 méterenként,
1 méterenként vagy
manuális vezérlésre.

Ezen a műszerfalon kapott helyet a digitális óra is, mely az 1, illetve a 10 percenkénti kinyomtatást vezérli, és bármelyik üzemmódnál az időadatot szolgáltatja. Itt helyezték el a kézi adatbevitelre alkalmas 16. és 17. jelzőcsatornát 3—3 pozícióval a geológiai és műszaki kódok számára.

Regisztrálók

A tizenhárom mért és tíz származtatott adat közül a fúrás biztonsága szempontjából lényeges négy adatot időléptékű regisztrátum, a technológiai szempontból lényeges hét adatot pedig idő- és mélységlépték regisztrátum ábrázolja.

Kétcsatornás, mélységlépték regisztráló

A fúrási sebesség és a fúróterhelés értékét rögzíti. A fúrásisebesség-értékeket eredetileg három léptékben (0—10; 0—100; 0—200 m/h) regisztrálta, de átalakítással érzékenységét sikerült növelni. Jelenleg 0—2 m/h intervallumban is dolgozik. Leolvashatósága 1%.

A második csatorna a fúróterhelés értékét rajzolja 0—50 Mp határok között. Leolvashatóság 0,5 Mp.

A regisztrátum bal szélén elhelyezett két állású írótoll által húzott jelzővonal 0,5 m talpmélységnövekedés után változik. A mélységlépték papír 0,1 méter előrehaladás alatt 1,27 mm-t mozdul el, közben a tollak az újonnan számított értékekre térnek ki. Ez a működési mechanizmus jellegzetes görbét eredményez.

Négycsatornás időléptékű regisztráló

Ez a regisztráló a kút egyensúlyi állapotát, az öblítési viszonyokat rögzíti.

Az első csatorna: kifolyóiszap-szint; az írótoll 0-tól 100%-ig térhet ki. Vízszintes irányban a lépték: 1 mm 2%-os változásnak felel meg.

A második csatorna: felszíni iszapkészlet. A méréstartományból 20 m^3 széles rögzítési sáv választható ki. Lépték: 1 mm 0,2 m^3-nek felel meg; leolvashatóság 200 liter.

Harmadik csatorna: kifolyó iszap hőmérséklete. A méréstartományban 20 C° szélességű rajzolási sáv bárhol kiválasztható. Lépték: 1 mm 0,5 C°; leolvashatóság 0,2 C°.

Negyedik csatorna: kifolyó iszap fajsúlya. A regisztráló a mérési tartományból kiválasztott 1 kg/dm^3 szélességű sávot rajzol. Lépték: 1 mm 0,02 kg/dm^3; leolvashatóság 0,01 kg/dm^3.

A négycsatornás időléptékű regisztráló bal szélén elhelyezett jelzőtoll fúrás közben a mélységnövekedést rajzolja. Így megállapítható a mélység—idő összefüggés is. A papír haladási sebessége lassú sebességnél 50 mm/h, gyors sebességnél 100 mm/h.

Kétcsatornás időléptékű regisztráló

Eredeti kiépítésben a műveleti kapcsoló állásától függően a
— szivattyúnyomás,
— szivattyúlöketszám,
— horogterhelés

2. táblázat

Művelet	A műveleti kapcsoló állása	1. csatorna	2. csatorna
Fúrás	Autó	Szivattyúnyomás	Forgatóasztal-nyomaték
	Horogterhelés	Horogterhelés	Forgatóasztal-nyomaték
	Szivattyúnyomás	Szivattyúnyomás	Szivattyúlöketszám
Ki- és beépítés	Autó	Horogterhelés	Szivattyúlöketszám
*	Horogterhelés	Horogterhelés	Kútfejnyomás
*	Szivattyúnyomás	Szivattyúnyomás	Kútfejnyomás

Megjegyzés: *Zárt kitörésgátló mellett

értékei közül kettőt volt képes regisztrálni. Az általunk végzett módosítás után a regisztráló a *2. táblázatban* leírt adatpárokat rögzíti. Ez az átalakítás lehetővé tette, hogy a forgatóasztal-nyomaték változásáról időfüggő folyamatos görbe készüljön.

	Lépték	Leolvashatóság
Horogterhelés	1 mm 4 Mp	1 Mp
Szivattyúnyomás	1 mm 4 at	1 at
Szivattyúlöketszám	1 mm 4 löket/min	1 löket/min
Forgatóasztal-nyomaték	1 mm 4 osztás	1 osztás
Kútfejnyomás	1 mm 4 at	1 at

A papír haladása lassú sebességgel 51,6 mm/h, gyors sebességgel 103 mm/h.

A gázelemző

A műszerkocsiba érkező gázminta kristályos nedvességelszívó tartályon halad keresztül, majd egy hengerből háromfelé osztva folytatja útját, mégpedig
— a kromatográf,
— a gáztartalom-regisztráló és a
— kén-hidrogén-jelző felé.

A kromatográf

A gázmintát a hajtó gáz (levegő) két kolonnán vezeti keresztül; ezekben a komponensek szétválnak, és különböző késéssel folytatják útjukat az izzószál felé. Az izzó fémszál hőmérséklete a gázösszetételtől függően változik, az ezzel együtt járó ellenállás-változás regisztrálható.

A metánkolonnán észlelhető a
— a hélium 30 s-mal a belépés után, negatív kitéréssel;
— a hidrogén 36 s-mal a belépés után, pozitív kitéréssel;
— a metán 70 s-mal a belépés után, pozitív kitéréssel.

A komponenskolonnán észlelhető
— az összes gáz 25 s-mal
a belépés után, pozitív kitéréssel;
— az etán 30 s-mal
a belépés után, pozitív kitéréssel;
— a CO_2 40 s-mal
a belépés után, negatív kitéréssel;
— a propán 60 s-mal
a belépés után, pozitív kitéréssel;
— az izobután 90 s-mal
a belépés után, pozitív kitéréssel;
— a normálbután 110 s-mal
a belépés után, pozitív kitéréssel.

A vizsgálati idő 2, illetve 4 perc lehet. A hosszabb elemzésre akkor van szükség, ha magasabb szénatomszámú vegyületek is találhatók a gázmintában. Az elemzés automatikusan, folyamatosan történik. A regisztráló határértékjelzőkkel (hang és fény) is fel van szerelve.

Gáztartalom-regisztráló

A regisztráló a gázminta összes éghető gáztartalmával arányos értéket mutat. Működési elve azonos a kromatográféval. Az elemzett gázminta azonosításának megkönnyítését szolgálja a fúrólyuk mélyítésekor mélységegységenként a regisztráló jobb szélére rajzolt mélységlépték. Ennek a regisztrálóegységnek is vannak határértékjelzői.

Kén-hidrogén-regisztráló

A gázmintát ólom-acetáttal impregnált, fehér színű papírcsíkra vezetik, mely kén-hidrogén jelenléte esetén elszíneződik. Az elszíneződés mértékével arányosan a fotocellás érzékelő elektromos jelet ad. A regisztráló ezt rögzíti. Mérési tartomány: 0—20 ppm, érzékenység 0,2 ppm, pontosság 1%. A mérőegységnek határértékjelzője (hang és fény) is van.

Digitális adatrögzítés

Sornyomtató

Az NCR típusú 17 csatornás sornyomtató által rögzített adatokat a *3. táblázat* tartalmazza.

3. táblázat

1. Idő	4 jegy	h, min
2. Mélység	5 jegy	0,1 m
3. m/h	3 jegy	0,01 m/h
4. Horogterhelés	3 jegy	1 Mp
5. Fúróterhelés	3 jegy	1 Mp
6. Forgatóasztal-fordulat	3 jegy	1 min^{-1}
7. Összes fúrófordulat	3 jegy	·100
8. Szivattyúlöketszám	3 jegy	1 min^{-1}
9. Szivattyúnyomás	3 jegy	1 at
10. Kifolyószint	3 jegy	1%
11. Felszíni iszapkészlet	3 jegy	0,1 m^3
12. Iszapfajsúly (bemenő)	3 jegy	0,01 kg/m^3
13. Iszaphőmérséklet (kimenő)	3 jegy	1 C°
14. Iszapfajsúly (kimenő)	3 jegy	0,01 kg/m^3
15. Összes szivattyúlöket (talpi)	3 jegy	·100
16. Jelzőcsatorna	3 jegy	
17. Jelzőcsatorna	3 jegy	

Lyukszalaglyukasztó

A *3. táblázatban* szereplő adatokat a Facit 4070 típusú 5 vagy 8 sávos szalaglyukasztó 10 sor sebességgel, 1% hibával rögzíti.

Az irányító és a kiértékelő munka megkönnyítésére kialakított segédeszközök, valamint programozott számítások (hordozható laboratórium, 6 sebességű viszkoziméter, fajsúlymérő, viszkozitásmérő tölcsér, időjelző, stopper, mintavizsgáló készlet, keverő, kalibrálógáz, szitasorozat, mikroszkóp, szárító centrifuga, iszapszelvényezés, DATA-szelvény, nyomásprofil és d_{es}-görbe, lyuktöltés-ellenőrzés, napi jelentés, gyűrűs téri áramlásdinamika-munkalap, kitöréselhárítás, számológép) jól szolgálják az adatok rendszerezését és a döntések előkészítését. A műszerkocsiban furadékelemzésre is van lehetőség (térfogatsúly-, karbonáttartalom-meghatározás, mikroszkópos vizsgálat).

A DATA Unit-tal eddig végzett, majdnem egyéves munka során szerzett tapasztalatok igazolták a várakozást, mert segítségével a fúrási folyamat alapos ellenőrzésére nyílt lehetőség. A *Budafa-IX.* nagymélységű fúrás mélyítése közben nyert információmennyiség értelmezése és feldolgozása jelenleg még folyamatban van. A geológiai és fúrástechnológiai elemzőmunka befejeztével a fúráselemző műszercsoport alkalmazásának tapasztalatairól egy későbbi tanulmányban számolunk be.

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Bányászat** márciusi különszámában ismét közreadta *Simonyi F.—Brunn Gy.* **A vizsgáló állomás sújtólég- és robbanásbiztos villamos gyártmányokra kiadott jogosítványainak és behozatalainak jegyzéke** c. közleményét, mely az 1976. január 1-től 1976. augusztus 31-ig kiadott jogosítványok és behozatali nyilatkozatok fontosabb adatait (típusjel, megnevezés, védelmi jelölés, BKI-jogosítvány száma, érvényességi határidő) tartalmazza.

Az **Energiagazdálkodás** márciusi száma folytatja az Országos Gázkonferencia (1976. Szombathely) előadásainak közlését. *Meszléri C.* **A gázmennyiség és mértékegységei** c. tanulmánya a gáztechnikában fontos mennyiségek SI-mértékegységeit tárgyalja, hogy meggyorsítsa az SI elterjesztését a gázipari gyakorlatban. *Melich I.* **Robbanásveszélyes áramló gázok mérése gyújtószikramentes mérőrendszerekkel** c. írásában először összefoglalja a gyújtószikramentes készülékek védelmi módjának jelöléseit, a robbanásveszélyes terek villamos besorolásait. A tanulmány második részében ismertet egy turbinás áramlásmérős, gyújtószikramentes mérőrendszert, melyet zárt csővezetékben áramló gázok pillanatnyi áramlási sebességének és az átáramlott összes térfogat mennyiségének mérésére dolgoztak ki. A lap áprilisi számában találjuk *Kiss L.—Piskóty M.* **Kistartályos pébészolgáltatás a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban** c. tanulmányát, melyben a szerzők a magyar gáziparban is időszerűvé váló rendszer műszaki problémáit és tanulmányútjuk tapasztalatait írják le.

A **Munkavédelem** 1.—3. számában *Telkes E.* **Új típusú, sisakra szerelhető hegesztőpajzs** címmel röviden ismerteti a villamos ívhegesztés káros kihatásait, és megoldásként egy új típusú hegesztőpajzs használatát javasolja. Az új munkavédelmi eszközt a maximális szűrési hatásfok és a jó közérzet biztosítása jellemzi. *Kérdő Sarolta* **Korszerű munkavédelmi lábbelik** címmel neoprén talpú (olaj- és vegyszerálló) hajlékony munkásbakancccsal, hosszú direktvulkanizált lábbelivel és műszőrme béléses csizmával ismerteti meg olvasóit. *Dr. Szilárd Szilvia—Dr. Mayer Katalin* **Égési sérülések korszerű ellátása** c. írása elemzi a különböző okokból kifejlődött égési sérüléseket, a szerzők által kidolgozott gyógyítási eljárásokat és sokktalanító módszereket.

A **Híradástechnika** áprilisi számában találjuk *Halász M.* **A szénhidrogénipar hírközlő-hálózata** c. írását. A szerző részletesen leírja a saját kezelésű hírközlő rendszer felépítését. A rendszer jelenlegi helyzetének ismertetésén túlmenően a cikkben a fejlesztés irányelveit is megtalálhatjuk.

A **Számítástechnika** márciusi hírei közül érdeklődésre tarthatnak számot az első R—22-es számítógép üzemi tapasztalatairól, az adatbázison alapuló számítógépes vállalatirányítási rendszerről, valamint a számítástechnika finanszírozásáról szóló írások. Az áprilisi hírek közül pedig az árubeszerzés automatizált irányításáról, a csoportos adatrögzítésről (TPA/i számítógéppel), a lipcsei újdonságokról, valamint a számítástechnikai terminológia hazai irodalmáról szóló cikkek.

A **Mérés és Automatika** 3. száma közli *Hajnal M.—Loványi I.* **Ipari adatgyűjtő számítógép és folyamatműszerezés illesztésének néhány kérdése** c. tanulmányát. A tanulmány az illesztés olyan kérdéseivel foglalkozik, mint a villamos zavarjelek keletkezése és fajtái, a kábelezés és a zavarjelek kapcsolata, a gyújtószikramentes kivitel következtében jelentkező speciális méréstechnikai és illesztési problémák. A megállapításokat üzemi mérések eredményei illusztrálják.

A **Villamosság** januári számában találjuk *Győri J.* **Gépek villamos szabályzata** c. írását, mely az azonos című, közelmúltban megjelent kiadványt (Szabványkiadó, Bp., 1976) ismerteti. A kiadvány egységes, áttekinthető rendszerben foglalja össze mindazokat az érvényes előírásokat, amelyek a gépek villamos berendezéseire vonatkoznak.

Budapest, 1977. május hó

Csaba József

EGYESÜLETI HÍREK

Külföldi vendégek előadása Budapesten

1977. április 13-án az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület rendezésében a francia SAPAG cég tartott gyártmányismertető előadást a Budapesti Francia Műszaki és Tudományos Tájékoztatási Központban. Az előadást *Götz Tibor*, az OKGT Biztonságtechnikai Főosztályának vezetője nyitotta meg. Ezt követően *L. P. Truchot*, a SAPAG cég műszaki igazgatója ismertette a cég gyártmányait, a területi elhelyezkedést és az üzleti forgalmat, majd felolvasásban elhangzott *L. P. Truchot* „Rugóterhelésű biztonsági szelepek" c. előadása.

Az előadás részletesen tárgyalta a biztonsági szelepek működési elvét, számítását, konstrukcióját, továbbá képet adott a szelepek néhány alkalmazási lehetőségéről. Az előadás után a műszaki igazgató színes diafilmvetítés keretében mutatta be üzemét, főleg a kísérleti csarnokot, majd az érdeklődő hazai szakemberek kérdéseire adott választ.

Az előadás befejezéseként a SAPAG cég koktélpartit adott.

Pál Zsolt

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Szimpozion az OGIL 10 éves tevékenységéről

A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium 1977. szeptember 1-én és 2-án a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Természettudományi Stúdiójában (Budapest XI., Bocskay út 37.) tudományos ülésszak keretében számol be 10 éves tevékenységének kutatási és fejlesztési eredményeiről.

Az első nap délelőttjén a plenáris ülést dr. *Bán Ákos* vezérigazgató nyitja meg, majd *Rácz Dániel* igazgató ismerteti az OGIL 10 éves műszaki-tudományos tevékenységét. A plenáris ülés az OGIL-lal együttműködő intézetek képviselőinek hozzászólásával ér véget.

Délután két szekcióban folytatódik az ülésszak előadás-sorozata. Az A szekcióban *Tóth Zoltán* igazgatóhelyettes elnökletével a *Földtani kutatás és a mélyfúrás* tárgyköréből a két napon 12 előadás hangzik el, míg a B szekcióban a *Rezervoármechanika és a termelés* köréből *Kassai Lajos* igazgatóhelyettes elnökletével 13 előadás megtartására kerül sor.

M. Z.

Az országos olajipari hírközlő rendszer az iparági technológiák szolgálatában*

BUDAY REZSŐ

A kőolaj- és gázipar távvezeték-hálózatának nagyarányú fejlődése szükségessé tette az addigi légvezetékes hírközlési távolsági hálózatnak nagyobb biztonságú hírközlő rendszerrel való kiegészítését, helyettesítését.

A cikk ismerteti az iparág különböző ágazataiban használatos vezetékes kábeles és vezeték nélküli (URH-rádiótelefon) hírközlési rendszereket, különös figyelmet fordítva az üzemzavarelhárítás és a diszpécserszolgálati igényeire.

A kőolaj- és gázipar hírközlő rendszerének kialakulása a felszabadulás előtti időszakra nyúlik vissza. Az iparnak szüksége volt az információcserére, s az akkori viszonyok mellett ez csak saját vállalkozásban volt megoldható. Így alakult ki a még ma is üzemelő, légvezetékes távolsági hálózat alapja.

A felszabadulás után ezt a hálózatot újjáépítették és az igényeknek megfelelően kiegészítették. Az ötvenes évek végén, a hatvanas évek elején is épült még légvezetékes távolsági hálózat.

A gázipar rohamos fejlődése megkövetelte nagyobb biztonságú hírközlő rendszer kialakítását. Ezzel együttesen jelentkezett az áramkörszám növelésének igénye is. A Hajdúszoboszló—Vecsés, Hajdúszoboszló—Ózd közötti gázszállító vezetékek mellé így távkábelek lefektetésére került sor. Megépült a budapesti körvezeték, s ezen kábeleken, a hírközlő áramkörök felhasználásával létesült az Északi Telemechanikai Rendszer. A dél-alföldi szénhidrogén-feltárásokat vezetéképítések követték, s e vezetékeken jutott a földgáz a Dunántúlra, ill. a főváros körzetébe.

A Szovjetunióból hazánkba érkező kőolajat szállító Barátság II. kőolajvezeték s a közelmúltban átadott Testvériség gázszállító vezeték tartozékát képező hírközlő kábelek üzembe helyezésével — a kapcsolódó hírközlő egységekkel — az összefüggő hálózat keleti irányban is kialakult. A hatvanas évek közepétől vezették be a kutatási, fúrási területen az URH rádiótelefonokat, melyek rugalmasságuknál fogva nagymértékben elterjedtek, és széles körű alkalmazásra kerültek az egész iparágban.

A szénhidrogén-ipari hírközlő hálózatra kezdetben a berendezések sokfélesége volt a jellemző. A hatvanas évek közepétől kezdődő időszakban a hazai ipar rugalmatlansága miatt importberendezésekre támaszkodtunk. Később a kőolaj- és gázipar fejlesztési szerződései révén jó minőségű hazai berendezések kifejlesztésére került sor. A berendezések tipizálása terén példamutató eredmények születtek. Példaként említhetjük a hangfrekvenciás berendezések alkalmazását (az Elektromechanikai Vállalat gyártmánya), a CA—2-es végződésű központtípus alkalmazását (ez a BHG terméke), a következetesen alkalmazott Dieselhorst—Martin rendszerű, papír légűrszigetelésű szimmetrikus távkábeltípusokat, valamint a BRG URH rádiótelefon-családjának alkalmazását. A hálózatban üzemeltetett minden berendezés alkalmas a legmodernebb üzemeltetési, karbantartási, hibaelhárítási technológiák bevezetésére, és ezen keresztül nagyfokú üzembiztonság elérésére. Mindezeket a tervező, kivitelező és üzemeltető kollektíva szoros együttműködése tette lehetővé.

Ezek után tisztázzuk a technológiai hírközlés fogalmát. A hírközlő hálózat rendszere a felhasználási szempontok alapján két fő csoportra bontható:

— a technológiai és

— az igazgatási igények kielégítésére szolgáló hírközlő eszközökre.

Talán erőltetettnek tűnik az ilyenfajta szétválasztás, azonban ha jól meggondoljuk, biztonsági oldalról megközelítve a kérdést, feltétlenül tehető ilyen szétválasztás. Például egy anyaghivatallal, leltározási egyeztetéssel összefüggő összeköttetéssel szemben mindenkor elsőbbsége van a hibabejelentésnek, veszélyfelhívásnak. A kezdeti időszakra gondolva ez a funkció nem vált szét élesen, és csak a központkezelő biztosította a beszélgetések sorolását. Ma már azonban az áramkörök és a rendszerek köre lényegesen kibővült. Elég, ha arra gondolunk, hogy a telemechanikai áramkör nem vehető igénybe beszélgetésre.

Mindenekelőtt vizsgáljuk meg, hogy az iparág technológiai sorrendjének megfelelően milyen hírközlő igényekről van szó.

— A kutatás területén a geofizikai mérésekhez használt eszközök kiegészítőjeként alkalmazott rádiótelefon-rendszer.

— A fúrási területen alkalmazott URH rádiótelefonkörzetek üzemeltetése, mely a fúróberendezés egyedüli információkapcsolatát jelenti.

— A feltárás területén a lyukbefejező, kútjavító berendezések az előbbihez hasonló felszereltségűek.

— A termelés területe koncentráltabb. A termelőkutakat összefogó tankállomások, a gáz- és olajelőkészítő üzemek belső területének hírközlési igénye jelent sokrétű feladatot. Itt megjelenik az üzemirányító diszpécserszolgálat eszköze, a tűzjelző hálózat és központ, az automatikus üzemirányítás adatátviteli problémái, valamint URH rádiótelefon felhasználása kiegészítő eszközként.

— A szállítás területe a technológiai hírközlés legszélesebb skáláját jelenti. A szállítóvezetéki járőr részére biztosítani kell a bejelentkezést. Ide tartozik a telemechanikai berendezések adatainak

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Siófokon, 1976. okt. 31.—nov. 2. között rendezett II. Gázipari vitaülésén elhangzott előadás. (A szerkesztő.)

átvitele; a gázátadó állomások és a körzeti diszpécser közötti, úgynevezett diszpécserkapcsolat megteremtése; a javító-karbantartó szolgálat kapcsolattartása; a katódállomások és potenciálmérő helyek információjának központba juttatása; az üzemzavar-elhárító szolgálat hírközlésének biztosítása.

— A feldolgozás területe zárt egységet képez; itt hasonló problémák megoldása szükséges, mint a termelésnél. Erre a részletezéskor visszatérünk, hiszen ahány finomító, annyi sajátosságot kell megoldani.

— Az értékesítés, szolgáltatás területén az ÁFOR tájegységi és bázistelepeinek belső, sajátos hírközlését és a gázszolgáltató vállalatok szerelési-zavarelhárítási, irányítási rendszerét kell megemlíteni.

— A csővezeték-építés területén is adódik a technológiával összefüggő hírközlési igény (szállítás, munkacsoport-irányítás, nyomáspróba, görényezés stb.).

— A hírközlő hálózat biztonsága és megbízhatósága érdekében a hírközlési technológiát kiszolgáló, figyelő rendszer szükséges.

E felsorolás után részletes ismertetés szükséges az egyes területeken jelentkező problémákról.

A *kutatás-feltárás* területén korábban vezetékes hírközlés kiépítésére került sor. Ez ideiglenes légvezetéket jelentett, mely igen költséges megoldás volt a rendkívül sok költözés miatt. Ennek a kiépítési-bontási munkának a munkaigényessége is gondot okozott. Ezért ezen a területen az URH rádiótelefonok bevezetésére került sor. Általában a megoldás az, hogy az üzem vagy egység területén telepített központi rádióberendezéssel tartanak kapcsolatot a fúróberendezéseknél telepített mobil készülékek. Üzemmódtól függően lehetőség nyílik a rádiós áramkör továbbkapcsolására vezetékes hálózaton. Itt nehézséget okoz a készülékek egy részének, a régi berendezéseknek elavultsága, emiatt ezeket a közeljövőben új készülékkel ki kell cserélnünk. Gondot okoz az egyes üzemi területek kiszélesedése, például a DKFÜ-nek a Kisalföld északi részében végzett munkája, az NKFÜ komádi, orosházi területeken való tevékenysége. Ezt az URH terjedési tulajdonságából következően — a terjedési viszonyok sík terepen 10 W-os teljesítmény mellett mintegy 40 km hatósugarat tesznek lehetővé — nem tudjuk közvetlen módon követni. Megoldásként URH átjátszóállomások telepítésére kerül sor. A hálózatban a karbantartás, hibaelhárítás rendszerének korszerűsítésére is szükség van. A készülékcserés hibaelhárítás bevezetését tűztük ki célul, s ezért a rádióberendezés és tartozékainak egységes szekrényben történő elhelyezését valósítjuk meg, amivel a javításban az eddigieknél nagyobb hatékonyságot érünk el.

A *termelés* területén fokozottabb mértékben alkalmazható a vezetékes rendszer kiépítése. Elsősorban a mezőbeli vezetékek biztonságát szolgáló helyi jellegű kábelhálózatra alapozva oldjuk meg a felmerülő távbeszélő, diszpécser-, tűzjelző és jelzésátviteli feladatokat. A diszpécserszolgálat távbeszélőigényének kielégítésére a kőolaj- és gázipar berendezéseket fejlesztett ki az igénynek megfelelő szolgáltatásokkal. Megemlítendő a körözvényhívási lehetőség kialakítása, mely tetszés szerinti körözvényrendszer létrehozására teszi alkalmassá a berendezést.

A tűzjelző hálózat kiépítésében kettős alkalmazással találkozunk. A kézi tűzjelzők általában betörésre adnak jelzést, ugyanakkor — ahol erre lehetőség van — automatikus tűzjelzők (határértékjelzők) alkalmazására kerül sor. Ezek működése többféle is lehet.

Kiegészítő eszközként ezen a területen is széleskörűen alkalmazunk URH rádiótelefonokat, melyek rugalmasságuknál fogva alkalmasak a feladat ellátására. Itt talán még a kézi rádiókról tehetünk említést. Kis méretűk, és relatíve nagy hatósugaruk sok operatív feladat megoldásában jelent segítséget.

Meg kell említeni még az automatikus irányítás bevezetését ezen a területen, mely a hírközléssel szemben magas minőségi követelményt jelent. A hálózat kiépítése és karbantartási normái az igényeknek megfelelnek, így e feladatok ellátására felkészültnek érezzük magunkat.

A *szállítás* területét elemezve elsősorban a vonalbejárók hírközlő igényét kielégítő, úgynevezett járőrrendszerről kell beszélnünk. A 7—8 kilométerenként, utak mellett elhelyezett csatlakozási lehetőség és közvetlen LB-áramkör biztosítja az üzemi diszpécserszolgálattal a kapcsolatot. A jelenlegi rendszer hátrányaként jelentkezett a nehéz készülék, az azonosíthatatlanság, a többszörös leterhelés esetén bekövetkezett minőségromlás. Ezeket a hátrányokat igyekeztünk kiküszöbölni egy saját fejlesztésben készült konstrukcióval, melynek üzempróbáira 1976 végéig került sor.

Beszélnünk kell a telemechanika információs csatornájaként szolgáló áramkörről. Az elmúlt időben nagy lépéseket tettünk az ÉTR tapasztalatait felhasználva. Megoldottnak tekinthető az ott nehézséget jelentő többszörös leterhelés kérdése, s így a kialakított társasvonal nem okoz beállítási problémákat. Ez a rendszer elvileg lehetővé teszi az átviteli sebesség fokozását is, amennyiben erre a telemechanikai oldalról igények merülnek fel. Lényeges eleme az úgynevezett leágazóerősítő, melynek az adott állomás illesztésében van szerepe.

A következő terület a diszpécser-gázátadó kapcsolatot megoldó, úgynevezett diszpécser-távbeszélő rendszer. A rendszer kifejlesztésekor figyelembe vettük mindazon igényeket, amelyeket a technológusok támasztottak, és megoldottuk a hírközlő áramkörök kihasználtságát is azáltal, hogy a rendszert társasvonal alkalmazásával, szelektív hívással készítettük el. A szolgáltatások közül a korlátozási fokozatoknak megfelelően programozható körözvények kialakítását vagy az erőszakos bontást említhetjük meg.

Beszélni kell még a rendszer fővonali összekapcsolásáról is. Ez egyértelműen annak a diszpécsernek a feladata, aki a körzeti gázrendszerért felelős, tehát amennyiben gázátadóját külső személy utasítja, ezt a felelősséget nem háríthatja el, mivel a kapcsolatot ő hozza létre. Meg kell még emlékezni a karbantartó—hibaelhárító csoportok, katódvédelmi mérőcsoportok munkáját elősegítő URH hírközlő rendszerek kialakításáról, mely részben az elkövetkező évek feladata.

A *feldolgozás* területe kiterjedt telepek belső hírközlő hálózatának üzemben tartását jelenti néhány spe-

ciálisnak mondható feladattal. Különböző szintű és rangú termelésirányító diszpécserfeladatok ellátását kell megoldani. Ezen a területen már a kép a berendezés oldaláról nem olyan egységes. Kiterjedt tűzjelző, hangosító berendezési hálózat, központi órahálózat, URH rádiótelefonok segítik a termelés zavartalanságát, biztosítják az információk folyamatosságának fenntartását. A korábban szerzett tapasztalataink, a DKV postai rendszerének átvételekor feltárt hiányosságok ismeretében alakítjuk ki a tervezővel, technológusokkal közösen a TIFO belső hálózatát, hírközlési igényeinek kielégítését.

Az *értékesítés* területén az ÁFOR tájegységi és bázistelepeinek hírközlése a feldolgozáshoz hasonló feladatot jelent. A gázszolgáltató vállalatok igénye a városon belüli javítószolgálat rádiótelefonnal való ellátása, melynek kapcsán a munka jobb megszervezését, szivárgás, illetve törés esetén az intézkedések gyorsaságát kívánjuk biztosítani.

A *vezetéképítés* területén elsősorban a rugalmas URH rádiótelefon-kapcsolat jelent nagy segítséget mind a munkaszervezési, mind a technológiát kiszolgáló tevékenységben. Az elkészült vezeték tisztításakor, katódvédelmi mérések elvégzésekor, folyókeresztezések elkészítésekor ezek az eszközök nélkülözhetetlenek.

A *hírközlési* technológiát közvetlenül szolgáló úgynevezett távfelügyeleti rendszert kell még megemlíteni. Ennek feladata a felügyelet nélküli erősítőállomások hibáinak központi felügyeleti helyre való jelzése.

Az eddig elmondott feladatokból kitűnik, hogy a hírközlés közvetlenül az üzemeket kiszolgáló tevékenység, és sok esetben a szolgálat elmaradása közvetlenül hat vissza az üzem működésére, a minőségre. Ezért arra kell törekednünk, hogy ennek a rendszernek biztonságát ésszerű határokon belül fokozzuk. Ezt a célt szolgálja az exponált helyen egyidejűleg kiépített vezetékes és vezeték nélküli rendszer, a kerülőirányok megszervezése.

Az V. ötéves terv során megvalósuló fejlesztési elképzeléseink ezt a célt kívánják elsősorban szolgálni. Ezekkel az intézkedésekkel szeretnénk hozzájárulni iparágunk nagy feladatainak gyorsabb megvalósításához.

MTESZ-HÍREK

Megalakult az MTESZ Siófoki Intéző Bizottsága

1977. május 26-án Siófokon a KTE, HTE, GTE, MEE, MHT, OMBKE helyi önálló csoportjaiból megalakult az MTESZ Intéző Bizottsága, mely mintegy 380 szakember továbbképzését, ismereteinek gyarapítását szolgálja. Elnöke *Füredi Gyula*, a KTE helyi csoportjának elnöke, a MAHART Balatoni Üzemigazgatóságának vezetője, titkára *Meggyes Gábor*, a KVV műszaki titkára lett.

Az alakuló ülésen dr. *Kovács Sándor*, az MTESZ főtitkára „A XII. Közgyűlés határozatai" címmel tartott előadást. A Bizottságnak dr. *Exner Zoltán*, az MSZMP Somogy megyei Bizottsága gazdaságpolitikai osztályának vezetője kívánt jó munkát.

Siófok, 1977. május hó

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök
az Intéző Bizottság szaktitkára

*

HTE-szakcsoport alakulása Siófokon

A kőolaj- és földgáziparban dolgozó távközlési szakemberek összefogására és az egyesületi életbe való bevonására 1977. március 15-én, Siófokon 60 fős taglétszámú helyi csoport alakult a Híradástechnikai Tudományos Egyesület keretében. A csoport legfontosabb céljának tekinti az iparág területén jelentkező sajátos műszaki problémák megoldásának elősegítését. Ehhez szoros együttműködést kívánnak kialakítani a HTE-n kívül elsősorban az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel, továbbá az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesülettel, a Magyar Elektrotechnikai Egyesülettel, a Közlekedéstudományi Egyesülettel, valamint a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesülettel.

A csoport megalakítását helyi kezdeményezés segítette a két siófoki kőolajipari vállalat gazdasági vezetőinek és társadalmi szervezeteinek külön dicsérendő támogatásával. Az MTESZ-en belüli egyeztetés után a szakmai hovatartozás miatt legcélszerűbbnek az látszott, hogy a csoport tevékenységét a Híradástechnikai Tudományos Egyesület irányítsa az Energiaipari Távközlési Szakosztály közreműködésével.

Halász Miklós
a HTE Energiaipari Távközlési
Szakosztályának elnökhelyettese

KÖNYVISMERTETÉS

KOVALEV, V. Sz.—ZSITOMIRSZKIJ, V. M.: **Kőolaj-előfordulások művelésének előrejelzése és a vízelárasztási rendszerek hatékonysága** *(Prognoz razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij i éffektivnoszt' szisztem zavodnenija)*. Moszkva, Nedra, 1976. 247 p.

A szerzők vizsgálják, hogy a különböző tényezők miként befolyásolják kőolajtelepek esetében a vízelárasztás menetét. Ismertetik az elárasztási mutatók előrejelzésének ama módszereit, amelyek figyelembe veszik a műveletet legnagyobb mértékben befolyásoló tényezőket. Igen nagy figyelmet fordítanak a produktív rétegekben a tárolótulajdonságok dinamikai heterogenitására és a kútrendszer felé irányuló folyadékszivárgás hatására, vizsgálják a heterogén közegekben végbemenő folyadékszivárgás térképeinek elkészítési módszerét elektromos modellek felhasználásával.

Ismertetik a különböző földtani és fizikai feltételek között alkalmazott elárasztási rendszerek hatékonyságvizsgálatának eredményeit, és javaslatot tesznek a legésszerűbb elárasztási rendszerek és elemeik kiválasztására.

A könyv a kőolaj-bányászati mérnökök és technikusok széles körének szól, de azt haszonnal forgathatják az olajbányászati főiskolák és tanszékek hallgatói és aspiránsai is.

A szöveges anyagot 17 táblázat, 76 ábra és 130 irodalmi hivatkozás teszi teljessé. A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi Károly

KÜLFÖLDI HÍREK

Jakut (SZU) földgáz az USA-nak, ill. Japánnak

A Jakut ASZSZK területén feltárt biztos földgázkészlet nagyságát 700 milliárd m^3-re becsülik. Újra előtérbe került az a terv, hogy az itt termelt földgázt az Ohotszki-tengerhez vezetnék, ahol a gázt cseppfolyósítás után az USA-ba, ill. Japánba szállítanák. Mintegy évi 10 milliárd m^3-t exportálnának ily módon. A SZU keleti területének a gázellátására a területekről származó gázból 12 milliárd m^3-t szándékoznak fordítani.

Kisházi Anna

Pressekonferenz der Occidental Petroleum, VED, 1977. ápr. 30.

MTESZ-HÍREK

Az MTESZ XII. Küldöttközgyűlése

Budapest, 1977. április 23.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége a Kertészeti Egyetem központi épületének nagytermében tartotta XII. Küldöttközgyűlését. A kb. 140 ezer tagot számláló egyesületek képviseletében megjelent csaknem 500 küldöttet *Ajtai Miklós*, az MTESZ elnöke üdvözölte, majd megnyitó beszédében hangoztatta, hogy a legutóbbi közgyűlés óta eltelt időszakban a szövetség, a tagegyesületek, valamint a tagság megfeleltek azoknak a feladatoknak, amelyek a fejlett szocialista társadalom felépítésében ránk hárultak. Idézett *Kádár* elvtársnak a Béke és Szocializmus ez évi 1. számában megjelent cikkéből, amelyben pártunk első titkára a szocialista gazdasági építőmunka lényegét ismertette, és a szocialista tervgazdálkodásban döntő szerepűnek nevezte a távlati ötéves és éves népgazdasági terveket. A most kezdett V. ötéves terv teljesítésével nagy lépést teszünk majd előre a fejlett szocialista társadalom megteremtésének útján. — A továbbiakban utalt V. ötéves tervünk gazdasági-műszaki-tudományos céljaira; a tudománypolitikai irányelvekre; az országos távlati tudományos kutatási tervben lefektetett munkára, amely igazodik az idézetben jelzett munkamódszerhez, tehát ahhoz, hogy a döntő célokat központilag szabjuk meg, a terv további részeiről pedig decentralizáltan különböző szervek és vállalatok döntenek. A továbbiakban nagy jelentőségűnek tartotta a munkánk megjavítását célzó feladatok teljesítését, így a tudományos kutatómunka vizsgálatát, új utak, új módszerek keresését. Ide sorolta ipari struktúránk vizsgálatát, annak helyes, a kornak, helyzetünknek, feladatainknak megfelelő alakítását, nem utolsósorban pedig a külgazdasági stratégiával foglalkozó vizsgálatot, amely a népgazdaságunkban hallatlanul fontos szerepet betöltő külgazdaságunk kérdéseivel foglalkozik. Ezt a sokrétű feladatot kell mind tartalmilag, mind pedig formailag a közgyűlésen áttekinteni.

Az elnöki megnyitó után *Kovács Sándor* főtitkár fűzött beszámolójában kiegészítéseket az országos elnökség írásos jelentéséhez. Hangsúlyozta, hogy mindenképpen kiemelést érdemel a szövetségnek és az egyesületeknek az a munkája, amellyel a műszaki és agrárértelmiség társadalmi aktivitásának kibontakozását, s ezzel a gazdasági és műszaki feladatok megoldását eredményesen segítette. E társadalmi aktivitás egyaránt jellemző volt a IV. ötéves terv végrehajtása, valamint az V. ötéves terv céljainak kidolgozása során. Az elnökségi jelentés kiemeli az 514 vállalatnál működő üzemi csoportok munkáját, a szövetségnek és az egyesületeknek a vállalati, üzemi tevékenység fokozása érdekében kifejtett eddigi erőfeszítéseit. A tudomány eredményeinek, valamint a meglevő szakismereteknek az anyagi termelésben való közvetlen alkalmazása azonban jóval szélesebb körben jelentkezik, mint amennyit az üzemi csoportok jelenleg átfognak.

Az MSZMP Központi Bizottságának tudománypolitikai irányelvei kedvező feltételeket teremtettek a hazai tudomány fejlesztésének intenzív szakaszához. A tudomány megnövekedett társadalmi szerepe, valamint az a körülmény, hogy a tudományos kutatás eredményei egyre nagyobb mértékben integrálódnak az anyagi termelésben, sőt a mindennapi életben, a szövetség és az egyesületek munkájával szemben is új követelményeket támaszt. Ezeknek csak alapos felkészüléssel tudunk megfelelni, csak akkor válhatunk igazán részeseivé a tudományos és műszaki haladásnak, ha erőinket koncentráljuk e feladatok megoldására, ha szándékainkat töretlenül egységesítjük, ha teljes cselekvési egységben dolgozunk. Mindezekhez az elmúlt időszak eredményei jó alapot nyújtanak, ezt a tendenciát kell tehát a jövőben is erősítenünk.

A főtitkári beszámolót követően került sor az Ellenőrző, a Mandátumvizsgáló és az Alapszabály-bizottság tevékenységének ismertetésére, majd a hozzászólások keretében a párt és a kormány jókívánságait *Huszár István*, az MSZMP Politikai Bizottságának tagja, a minisztertanács elnökhelyettese tolmácsolta. Hangoztatta, hogy pártunk Központi Bizottsága és a kormány igen nagyra értékeli, hogy a műszaki értelmiséget ilyen nagy számban összefogó tudományos szervezet céltudatosan összpontosította munkáját gazdaságunk fejlesztésének feladataira, a műszaki-gazdasági-szervezési kultúra ápolására és széles körű terjesztésére, segítve ezzel a társadalmunk előtt álló igen nehéz feladatok megoldását. Hangsúlyozta, hogy a társadalom termelőerőinek már a mai fejlettségi fokán, de a jövőre tekintve még inkább arra kell törekednünk, hogy a műszaki-természettudományos ismereteket fokozottabban összekapcsoljuk a szocialista fejlődés társadalmi és politikai tényezőivel, és egyre több, korábban autonóm műszaki kérdést a társadalmi viszonyokkal való kölcsönhatásukban vizsgáljunk.

Az MTESZ egyesületeiben kifejtett munka sokszínű, és az erősen tudományos tartalmú kérdések mellett a gyakorlati problémákat is felöleli. A tudományigényes ágazatokban minden bizonnyal előtérbe kerül a termelő és kutatási szervezetek kapcsolatának kérdése; fontos feladattá válik a kutatási, termelési és a szervezési intézkedések összehangolása. Befejezésül hangoztatta, hogy az MTESZ tagegyesületeinek megkülönböztetett jelentőségű feladatuk lesz, hogy a párt tudománypolitikai irányelveinek megvalósításával összefüggő munkánkban — fórumot biztosítva kutató- és termelőegységek számára — elősegítsék a tudománypolitikai irányelvek eddiginél következetesebb végrehajtását, előmozdítsák a hazai és külföldi kutatási eredményeknek a jelenleginél gyorsabb bevezetését és alkalmazását, segítsék a hazai kutatási apparátus célra orientáltabb felhasználását. Felszólalását azzal zárta, hogy az MTESZ programja ígéretes, vonzó célokat rögzített, olyanokat, amelyekért érdemes dolgozni, alkotni, élni.

A hozzászólások során a tagegyesületek vezetői tájékoztatták a közgyűlést egyesületük munkájáról, majd *Kovács Sándor* főtitkár összefoglalva a vitában elhangzottakat, ígéretet tett a vita során felvetett javaslatok alapos tanulmányozására.

Ezután a küldöttek megválasztották a 162 tagú új országos elnökséget, amelyben iparágunk képviselői közül *Simon Pál* nehézipari miniszter, *Lőrinc Imre* ny. államtitkár, *Kreffly Gábor*, az OMBKE elnöke és *Bese Vilmos* ny. vezérigazgató mellett helyet kapott *Bérczi István*, *Csókás János*, *Dank Viktor*, *Deres János* és *Mózes Gyula* is.

Az Országos elnökség megválasztotta a 27 tagú végrehajtó bizottságot, a bizottság pedig saját kebelén belül a szövetség tisztségviselőit. A szövetség elnöke *Ajtai Miklós*, főtitkára *Kovács Sándor*, a Műszaki Élet felelős szerkesztője *Valkó Endre* lett.

A szavazást követően nyújtotta át *Ajtai Miklós* az egyesületek 34 tagjának a szövetségben és az egyesületekben kifejtett kiváló és eredményes társadalmi-tudományos tevékenységük elismeréseként az elnökség által odaítélt MTESZ-díjakat.

Ezután a közgyűlés egyhangúan megszavazta a határozati javaslatokat, amelyeket az elnökség 19 pontba foglalva terjesztett a küldöttközgyűlés elé. E határozatok legfontosabb feladatként jelölik meg a népgazdaság hatékonyságának növelését, a szövetségnek a tudományos közélet formálásában, a párt tudománypolitikai irányelveinek érvényesítésében való részvételét. Az egyesületeknek nagy figyelmet kell fordítaniuk a fiatal szakembereknek az alkotó munkára és a közéleti tevékenységre való nevelésére, továbbá a szakmai képzés és továbbképzés korszerűsítésére. Tovább kell emelni a rendezvények színvonalát mind tartalmi, mind pedig módszerbeli szempontból. Erősíteni kell a nemzetközi kapcsolatokat, hangsúlyozva szocialista országunknak a békés együttélést támogató politikáját.

A közgyűlés *Ajtai Miklós* zárszavával ért véget.

M. Z.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

И. Конц, инженер-химик: **Подход к генезису углеводородов со стороны кинетики реакции** ..... **Стр. 225**

В статье приводится метод определения постоянных кинетики реакции, пригодных для описания кинетики процесса термического разложения в дисперсном органическом веществе пород, исходя из изменения содержания летучих материалов в дисперсных органических веществах отложений Паннонского бассейна.

Я. Боди, инж.-строитель, инж. по газовому делу: **Деятельность Матраальских угольных шахт в нефтяной промышленности** ..... **Стр. 229**

Предприятие Матраальских угольных шахт участвует в осуществлении общегосударственной программы строительства магистральных нефтегазовых и продуктопроводов с 1969 г. В начале только один небольшой цех, а позже несколько цехов предприятия включились в работу, и в настоящее время Цех по строительству нефте- и газопроводов с объемом выполняемых строительных работ в 270—300 млн. форинтов в год, работает на осуществление капиталовложений Государственного треста нефтяной и газовой промышленности (ОКГТ). В статье описывается деятельность предприятия, в том числе развитие работ по строительству трубопроводов. Приводятся основные капитальные работы, осуществленные до сих пор предприятием, а также основные задачи в настоящее время.

Дь. Баньас, инж.-нефтяник—*Дь. Хаас,* инж.-нефтяник—*Й. Мадьар,* инж.-нефтяник: **Проблемы неустойчивости стенок скважин в районе Надьлендел** ..... **Стр. 223**

В статье рассматриваются проблемы неустойчивости стенок скважин, пробуренных в районе Надьлендел, с теоретической и практической точек зрения. Цель работы заключается в первую очередь в том, чтобы оказывать помощь в бурении пачки отваливающихся мергелей рэтского яруса верхнего триаса, представляющих самое большое затруднение в осуществлении плана глубинной разведки, выдвинутой в последние годы в этом районе на передний план.
В первой части статьи на основе фактических данных дается описание склонности к обвалообразованию в ряде скважин, пробуренных в районе Надьлендел, а также сделанные из этого выводы, а во второй части приводятся расчеты по устойчивости стенок стволов скважин.

Юдит Шашвари, физик—*Й. Чаба,* инж.-нефтяник: **Учет складских запасов обсадных труб при помощи вычислительной машины** ..... **Стр. 239**

В статье показывается система порграммы ЭВМ для координации оптимальных запасов обсадных труб на складе и буровых работ. На основе блоксхемы хозяйствования обсадными трубами рассматривются шаги метода расчета, обращая особое внимание на влияние причин, вытекающих из характера разведочных работ на нефть, и вызывающих изменения планов по бурению.

Э. Штуковски, инж.-технолог по вычислительной технике: **Вопросы осуществления системы телемеханики нефтяной промышленности в ВНР** ..... **Стр. 244**

В связи с созданием системы телемеханики нефтяной промышленности рассматриваются факторы, влияющие на осуществление работ, и связанные с вопросами технико-экономического характера. Излагаются рассуждения и меры, принятые в интересах осуществления системы, а также вопросы, возникающие в связи с эксплуатацией нового сооружения.

И. Шхал, инж.-нефтяник—*А. Татар,* инж.-нефтяник: **Группа приборов для регистрации и анализа параметров бурения** ..... **Стр. 247**

Для прогнозирования отложений с аномально высоким пластовым давлением разработаны различные системы датчиков и регистраторов во всем мире; уже 6 лет применяется на практике аппаратура ДАТА Юнит (Data Acquisition and Technical Analysis Unit), изготовленная фирмой Дрессер. В статье описывается аппаратура, эксплуатирующаяся впервые в Венгрии с начала 1976 г.

Р. Будаи, инж.-электрик: **Государственная система связи на службе отраслей нефтяной и газовой промышленности** ..... **Стр. 252**

В связи со стремительным развитием сети магистральных трубопроводов нефтяной и газовой промышленности стало необходимым дополнение (местами замен) существующей сети воздушных линий связи системой повышенной эксплуатационной надежности. В статье описываются системы связи, проводные (кабельные), и беспроводные (УКВ радиотелефон), применяемые в разных отраслях нефтяной и газовой промышленности, уделяя особое внимание требованиям аварийной и диспетчерской службы.

*

Dipl.-Ing. *István Koncz:* **Eine reaktionskinetische Annäherung der Kohlenwasserstoff-Genesis** ..... **S. 225**

Aufgrund der Änderungen des Flüchtigengehalts der in den Sedimentgesteinen des Pannonischen Beckens befindlichen dispersen organischen Substanz wird eine Methode der Bestimmung reaktionskinetischer Konstanten behandelt, die zur Beschreibung der Kinetik des in der dispersen organischen Substanz der Gesteine vor sich gehenden thermischen Zersetzungsprozesses geeignet ist.

Dipl.-Ing. *János Bódi:* **Erdölindustrielle Tätigkeit des Kohlenbergbauunternehmens Mátraaljai Szénbányák Vállalat** . **S. 229**

Mátraaljai Szénbányák Vállalat (Mátraaljaer Bergwerke) nimmt seit 1969 an der Verwirklichung des ungarischen nationalen Bauprogramms der Kohlenwasserstoff- und Produktenleitungen teil. In die Arbeiten schaltete sich anfangs ein kleiner Betrieb, später auch mehrere Betriebe der Bergwerke ein. Gegenwärtig arbeitet Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem (Gas- und Erdölfernleitungsbetrieb) mit einer Fernleitungsbaukapazität von 270—300 Millionen Forint pro Jahr an der Verwirklichung der Investitionen des Ungarischen Erdöl- und Erdgastrustes. Der Beitrag schildert das Unternehmen und innerhalb desselben die Entwicklung des Fernleitungsbaus. Besprochen werden die bisher realisierten grösseren Investitionen, sowie die hauptsächlichen Aufgaben der Gegenwart.

Dipl.-Ing. *György Bányász*—Dipl.-Ing. *György Haász*—Dipl.-Ing. *József Magyar:* **Bohrlochstabilitätsprobleme in Nagylengyel** ..... S. 233

Der Beitrag untersucht sowohl praktisch wie auch theoretisch die Bohrlochstabilitätsprobleme bei den Bohrungen von Nagylengyel. Ziel des Verfassers ist in erster Linie beim Durchbohren der in der rhätischen Stufe des Obertrias befindlichen nachfallenden Mergel Hilfe zu leisten, die bei der Exploration übertiefer Horizonte in den letzteren Jahren in Nagylengyel des grösste Hindernis bilden.
Der erster Teil des Beitrags beschreibt die Neigung einiger Bohrungen in Nagylengyel zum Nachfall aufgrund von tatsächlichen Daten, sowie die daraus ziehbaren Folgerungen. Der zweite Teil beschäftigt sich mit Bohrlochstabilitätsberechnungen.

Dipl.-Phys. *Judit Sasvári*—Dipl.-Ing. *József Csaba:* **Futterrohr-Ökonomie mittels Computer** ..... S. 239
Ein Rechnerprogrammsystem wird vorgeführt, das für die Koordinierung des vom Gesichtspunkt der Vorratswirtschaft optimalen Futterrohr-Lagerbestandes und der Bohrtätigkeit geeignet ist. Die einzelnen Schritte der Berechnungsmethode werden aufgrund des Blockschemas der Futterrohr-Ökonomie behandelt, mit besonderer Rücksicht auf die Einflusse der aus dem Charakter der Erdölerkundungstätigkeit entspringenden und die Bohrpläne modifizierenden Ursachen.

Dipl.-Ing. *Ernő Stukovszky:* **Fragen im Zusammenhang mit der Verwirklichung eines telemechanische Landessystems** ..... S. 244

Die mit den technisch-ökonomischen Problemen verbundenen und die Realisierung beeinflussenden Faktoren werden im Zusammenhang mit der Errichtung eines nationalen telemechanischen Systems untersucht. Überlegungen und Schritte, die im Interesse der Beförderung der Realisierung vorgenommen wurden, sowie Fragen des Betriebs der neuen Anlage werden dargelegt.

Dipl.-Ing. *István Schall*—Dipl.-Ing. *András Tatár:* **Geräteaggregat für die Analyse von Bohrprozessen** ..... S. 247

Für die Voraussage von Überdruckszonen wurden überall in der Welt verschiedene Fühl- und Registriersysteme entwickelt; von diesen ist das durch die Firma Dresser hergestellte DATA UNIT (Data Acquisition and Technical Analysis Unit) seit 6 Jahren bekannt.
Der Artikel bespricht das erste solche Geräteaggregat, das in Ungarn anfangs 1976 in Betrieb gesetzt wurde.

Dipl.-Ing. *Rezső Buday:* **Landesnachrichtenübermittlungssystem der Erdölindustrie im Dienste der Technologien der Industriezweige** ..... S. 252

Die grossangelegte Entwicklung des Fernleitungsnetzes der Erdöl- und Erdgasindustrie hat die Ergänzung und Ersetzung des bisher angewandten Nachrichtenübermittlungsnetzes mit Freileitung durch ein Nachrichtenübermittlungssystem höherer Sicherheit erforderlich gemacht.
Der Beitrag behandelt der in den verschiedenen Industriezweigen gebräuchlichen Nachrichtenübermittlungssysteme mit Leitung (Kabel) und ohne Leitung (UKW-Radiotelephon) mit besonderer Rücksicht auf die Ansprüche der Betriebsstörungsbeseitigung und des Dispatcherdienstes.

*

István Koncz, Chemical Eng.: **An approach of hydrocarbon genesis by means of reaction kinetics** ..... p. 225

Based upon the changes of the volatile content of dispersive organic substance in the sedimentary rocks of the Pannonian Basin, a method is given for determining constants of reaction kinetics suitable for describing the kinetics of the thermal decomposition process taking place in the dispersive organic substance of the rocks.

János Bódi, Architect, Gas Eng.: **Activity of Mátraaljai Szénbányák Vállalat (Mátraalja Coal Mines) assisting the oil industry** ..... p. 229

Mátraaljai Szénbányák Vállalat has been taking part in the realization of the nation-wide Hungarian hydrocarbon and product pipeline program since 1969. Initially, a small plant, later on several plants of the above company joined in the work. At present, the Gáz- és Olajvezeték Építő Üzem (Gas and Oil Pipeline Building Enterprise) with a 270—300 million Forint pipeline building capacity per annum is working for the realization of the investments of the Hungarian Oil and Gas Trust. The paper describes the Company and the development of its pipeline building activity. Major investments realized so far and today's principal tasks are discussed.

György Bányász, Petroleum Eng.—*György Haász*, Petroleum Eng.—*József Magyar*, Petroleum Eng.: **Bore-hole stability problems at Nagylengyel** ..... p. 233

Bore-hole stability problems encountered in the wells around Nagylengyel are practically and theoretically examined. The paper aims at lending a hand in penetrating friable marls in the Rhaetian stage of the Upper-Triassic presenting the most serious difficulty when exploring ultra-deep layers at Nagylengyel having become conspicuous in the past years.
The first part of the paper describes the inclination of some Nagylengyel wells to falling in based on actual data as well as the conclusions drawn. The second part deals with bore-hole stability calculations.

Judit Sasvári, Physicist—*József Csaba*, Petroleum Eng.: **Casing economy by using computers** ..... p. 239

A computer programme system is shown suitable for coordinating casing stocks optimal for reserve economy with the drilling activity. The individual steps of the computing method are discussed on the basis of the block scheme of casing economy with special regard to the effects of causes arising from the character of petroleum exploration activity and modifying drilling plans.

Ernő Stukovszky, Plant Eng. of Computer Technics: **Problems connected to the realization of a nation-wide telemechanical system** ..... p. 244

Factors influencing the realization of a nation-wide telemechanical system related to technical and economical problems are examined. Steps and considerations promoting realization and operational questions for the new project are outlined.

István Schall, Petroleum Eng.—*András Tatár*, Petroleum Eng.: **Instrument group for drilling analysis** ..... p. 247

For predicting overpressure layers, various sensing and recording systems have been developed all over the world; from among these the DATA UNIT (Data Acquisition and Technical Analysis Unit) manufactured by Dresser has been used for 6 years.
The paper describes such a unit put into operation in Hungary at the beginning of 1976.

Rezső Buday, Electrical Eng.: **The nation-wide oil industrial telecommunication system for serving the technologies of the industrial branches** ..... p. 252

The large-scale development of the pipeline network of the oil and gas industry has necessitated the completion and substitution of the open-wire line telecommunication network used so far by a communication system offering higher safety.
The wire (cable) and wireless (USW radio telephone) telecommunication systems employed in various branches of the indutsry are discussed with special regard to breakdown prevention and dispatching requirements.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 257—288 oldal BUDAPEST, 1977. SZEPTEMBER HÓ 9

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

BÉRES DEÁK LÁSZLÓ — Talajba ágyazott csővezetékek elmozdulásának számítása a véges elemek módszerével 257

PÁPAY JÓZSEF — Új eljárás a tranziens kúthőmérséklet számítására 1. r. 261

SZARVASINÉ SZABÓ VERONIKA — A szénhidrogén-kutatás és -feltárás költséggazdálkodásának számítógépes részrendszere ... 268

SIPŐTZ ISTVÁN—POGÁNY LÁSZLÓ—DEMETER ISTVÁN — A hazai nagy tisztaságú természetes szén-dioxid-vagyon gazdasági megítélése 272

MIKA GYÖRGY—PACZUK LÁSZLÓ — Örvénykamrás földgáz-szeparálási kísérletek eredményei 280

Egyesületi hírek. A szénhidrogén- és vízkutatás, valamint -bányászat földtani információszerzési lehetőségei és fejlesztési irányai c. ankét 286

Szakosztályi hírek
- A DKFV Ipargazdasági Szakcsoportjának előadóülése az ásványvagyon-minősítésről.... 287
- Fúrási szakmai nap Szegeden 287

Egyetemi hírek
- Új olaj- és gázmérnökök 284

Hírek az üzemekből
- Telemechanikai kijelzőkészülék a GOV Országos Diszpécserközpontjában 285

Az iparág köréből
- Az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumának középtávú terve 283
- Túlnyomás-előrejelzés szeizmikus módszerrel 287
- GOLCMAN professzor előadása az MGE-ben 287

Hazai műszaki lapszemle 285

Külföldi hírek
- Líbia kőolajexportjának földrajzi megoszlása 260
- Az Egyesült Királysághoz tartozó kontinentális talapzat becsült kőolajvagyona 260
- Csökkent Hollandia földgázvagyona 267
- Nagy hatásfokú folyadékos rétegrepesztés földgáztelepekben 267
- Ausztria földgázfogyasztása 267
- Az USA függősége a külföldi olajszállításoktól 267
- Norvégia szénhidrogénvagyona és -termelése 271
- Fokozódik a kőolajtermelés az Északi-tenger brit szektorában 271
- Csökken Venezuela kőolajvagyona 283
- Románia kőolaj- és földgáztermelése 283

Pályázati felhívás 288

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 288

A SZÁM SZERZŐI:

BÉRES DEÁK LÁSZLÓ okl. gépészmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); DEMETER ISTVÁN okl. közgazdász, kutatóközgazdász (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); MIKA GYÖRGY okl. vegyészmérnök, vezető műszaki fejlesztő (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); PACZUK LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, üzemegység-vezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szank); PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, okl. közgazdasági mérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SZARVASINÉ SZABÓ VERONIKA okl. közgazdász (NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: MUNKÁCSI ZOLTÁN

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 223-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

77-3103 — Szegedi Nyomda Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110.) évf 9. szám 1977. szeptember

Talajba ágyazott csővezetékek elmozdulásának számítása a véges elemek módszerével 1. r.

BÉRES DEÁK LÁSZLÓ

A talajba ágyazott csővezetékek hosszirányú elmozdulása igen fontos szerepet játszik a szénhidrogén-bányászat és a távvezeték-építés egyes létesítményeinél. Számos, különböző alapokon nyugvó módszert dolgoztak már ki a várható elmozdulások számítására. E tanulmány olyan módszert ismertet, amely a probléma teljesen általános megoldását adja a véges elemek módszerének alkalmazásával.

Bevezetés

Röviden a feladatról

A kőolaj- és földgázbányászat területén az egyik visszatérő probléma a talajba fektetett csővezetékek hőmérséklet-változás hatására történő elmozdulása [1, 2]. Ez a felszíni berendezésekhez való kapcsolódást megnehezíti, gyakran nagy helyigényű lírák alkalmazását vagy a földbe fektetett iránytörések, rögzítő szerkezetek beépítését követeli meg [3].

A feladat megoldásának nehézségei:

— a csővezeték elmozdulása a hőtágulás és a belső nyomás együttes következménye;
— a talajsúrlódást csak első közelítésben vehetjük állandónak, valójában a talajminőség változása, valamint az elmozdulás nagysága ezt befolyásolja;
— a csővezeték hossza mentén a csőfal fémkeresztmetszete, hőmérséklete és a talaj jellemzői egyidejűleg változhatnak.

A feladat analitikus megoldása a fenti okok miatt általában lehetetlen, vagy olyan összefüggésekre vezet, amelyek a gyakorlat számára alkalmazhatatlanok.

Röviden a megoldási módszerről

A véges elemek módszerének lényege, hogy a vizsgált testet (jelen esetben a talajba fektetett csövet) véges nagyságú részekre, elemekre bontjuk. A módszer ebben tér el a differenciálegyenletekből kiinduló analitikus módszerektől, amelyek a vizsgált testet végtelenül kicsiny részekre osztják fel.

A jelen esetben a minimális potenciális energián alapuló módszert alkalmazzuk [4].

A feladat alapösszefüggése:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{U} = \mathbf{R}, \tag{1}$$

ahol

R a rácsponti erőrendszer mátrixa,
K az elem merevségi mátrixa,
U a rácsponti elmozdulások vektora.

Az egyenletben szereplő mátrixok és vektorok mérete az elemek számától függ, pl. n elem esetén **K** mérete $(n+1)\cdot(n+1)$. A véges elemek módszerének elvi megalapozása a variációszámítás módszereivel történt; a tanulmányban a jelenség fizikai leírásából indulunk ki, az elméleti levezetéseket lehetőleg mellőzzük.

Az alapegyenlet megoldása legtöbb esetben számítógépet igényel, azonban — mint ezt a közölt példák is mutatják — bizonyos egyszerűbb esetekben a megoldás manuálisan is megkapható.

Tengelyszimmetrikus elem vizsgálata

Az egyenlet egyes tagjainak meghatározásához az *1. ábrán* feltüntetett egyetlen elem (jelen esetben csődarab) vizsgálatából indulunk ki.

Tételezzük fel, hogy

— az elem keresztmetszete (A) állandó,
— a külső felületre teljes hosszban azonos nagyságú megoszló terhelés (q) hat,
— az elem hőmérséklete (t) és a hőmérsékletből eredő öndeformáció (ε_0) állandó,

1. ábra
Tengelyszimmetrikus elem

— az elem anyaga homogén,
— az elem végpontjai csak tengelyirányban mozdulnak el.

Tételezzük fel, hogy az elmozdulás az elem hossza mentén lineárisan változik, azaz

$$u(x) = a_0 + a_1 x, \tag{2}$$

ahol a_0 és a_1 tetszőleges konstansok.
Mátrixos alakban

$$u(x) = [1 \;\; x]\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix}. \tag{3}$$

Legyen a végpontok elmozdulása ($x=0$, ill. $x=L$ helyen) u_0 és u_1. Behelyettesítve a (3) egyenletbe:

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & L \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix}, \tag{4}$$

azaz mátrixos formában

$$\mathbf{U} = \mathbf{G} \cdot \mathbf{a}. \tag{5}$$

Fejezzük ki most az elem tetszőleges pontjának elmozdulását a végpontok elmozdulásának függvényében úgy, hogy a számunkra lényegtelen **a** vektort kiküszöböljük:

$$u(x) = [1 \;\; x]\mathbf{G}^{-1}\mathbf{U}. \tag{6}$$

Az invertálást és a szorzást végrehajtva [5]

$$u(x) = \left[1 - \frac{x}{L} \;\; \frac{x}{L}\right]\mathbf{U} = \mathbf{N}\mathbf{U}, \tag{7}$$

ahol
N az elmozdulások közti összefüggés mátrixa.
Behelyettesítve az $x=0$ értéket

$$u(0) = u_0$$

és az $x=L$ értéket

$$u(L) = u_1,$$

azaz a kapott eredmény helyes.

Az elem merevségi mátrixának előállításához a megnyúlások értékeinek ismerete szükséges:

$$\varepsilon(x) = \frac{\mathrm{d}u(x)}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}\mathbf{N}}{\mathrm{d}x}\mathbf{U}. \tag{8}$$

Végrehajtva a differenciálást

$$\varepsilon(x) = \left[-\frac{1}{L} \;\; \frac{1}{L}\right]\begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \end{bmatrix} = \mathbf{B}\mathbf{U}, \tag{9}$$

ahol **B** a deformációk és elmozdulások közötti összefüggés mátrixa. A feszültség és a deformáció közötti összefüggés:

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{D}(\varepsilon - \varepsilon_0), \tag{10}$$

ahol ε_0 az öndeformációt jelöli (hőtágulás), **D** pedig egy szimmetrikus mátrix, mely tengelyszimmetrikus esetben az alábbi lesz:

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{bmatrix}. \tag{11}$$

Az elem merevségi mátrixát az alábbi integrál definiálja:

$$\mathbf{K} = \int_V \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} \, \mathrm{d}v. \tag{12}$$

Az integrálás az elem térfogatára vonatkozik, itt az állandó keresztmetszet miatt hossz menti integrálássá alakítható át. Mivel pedig sem **B**, sem **D** nem függ az x helykoordinátától, ezek az integrál elé kiemelhetők:

$$\mathbf{K} = A\mathbf{B}^T\mathbf{D}\mathbf{B}\int_L \mathrm{d}x = AL\mathbf{B}^T\mathbf{D}\mathbf{B}. \tag{13}$$

Végrehajtva a műveleteket:

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & -\frac{AE}{L} \\ -\frac{AE}{L} & \frac{AE}{L} \end{bmatrix}. \tag{14}$$

A **K** merevségi mátrix fizikai értelmezése a következő: hozzunk létre egységnyi elmozdulást az elem egyik végpontján (pl. $u_0=1$), míg a másik végpont maradjon a helyén ($u_1=0$). Ekkor a két végponton fellépő erők (X_1 és X_0) az alábbi egyenlőségből számíthatók:

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \end{bmatrix} = \mathbf{K}\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \tag{15}$$

azaz

$$X_0 = \frac{AE}{L}, \quad X_1 = -\frac{AE}{L}.$$

A pozitív előjel azt jelzi, hogy X_0 és u_0 iránya megegyezik, X_1 ezekkel ellentétes. Ezzel megkaptuk a **K** mátrix első oszlopát.

Ha most $u_1=1$ és $u_0=0$ értéket tételezünk fel, kapjuk a végpontokban fellépő erőket:

$$X_0 = -\frac{AE}{L}, \quad X_1 = \frac{AE}{L}$$

s így a **K** mátrix második oszlopa adódik.

Vizsgáljuk most az elemre ható terheléseket. Legyen

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_0 + \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2, \tag{16}$$

ahol $\mathbf{R}_0$ az öndeformációból (hőtágulásból),
$\mathbf{R}_1$ a megoszló terhelésből és
$\mathbf{R}_2$ a rácsponti erőkből eredő terhelés.

Az egyes tagok definíciója

$$\mathbf{R}_0 = \int_V \mathbf{B}^T \mathbf{D} \varepsilon_0 \, \mathrm{d}v. \tag{17}$$

Jelen esetben $\varepsilon_0 = \alpha \Delta t =$ állandó, s a térfogati integrál itt is hossz menti integrállá alakítható át, így

$$\mathbf{R}_0 = \begin{bmatrix} -AE\alpha\Delta t \\ AE\alpha\Delta t \end{bmatrix}. \tag{18}$$

Fizikai értelmezése a következő: ha az elem egyik végpontja sem mozdul el, az ébredő erők

$$X_0 = AE\alpha\Delta t \quad \text{és} \quad X_1 = -AE\alpha\Delta t.$$

A megoszló terhelés erővektora

$$\mathbf{R}_1 = \int_V \mathbf{N}^T \mathbf{q}\, \mathrm{d}v. \tag{19}$$

Az előzőekhez hasonló meggondolásokat alkalmazva

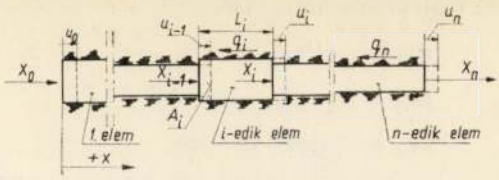
$$\mathbf{R}_1 = -\begin{bmatrix} \dfrac{qL}{2} \\ \dfrac{qL}{2} \end{bmatrix}. \tag{20}$$

A negatív előjel oka, hogy a q talajsúrlódás az elmozdulással ellentétes irányban hat.
Végül

$$\mathbf{R}_2 = \begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \end{bmatrix}. \tag{21}$$

Az egyetlen elemre felírható egyensúlyi egyenlet végső alakja:

$$\begin{bmatrix} \dfrac{AE}{L} & -\dfrac{AE}{L} \\ -\dfrac{AE}{L} & \dfrac{AE}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -AE\alpha\Delta t \\ AE\alpha\Delta t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \dfrac{qL}{2} \\ \dfrac{qL}{2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \end{bmatrix}. \tag{22}$$



2. ábra
Összetett tengelyszimmetrikus elem

Több elemből álló test vizsgálata

A vizsgálathoz fel kell tételezni, hogy az egyes elemeken belül *(2. ábra)*

— a hőmérséklet (t);
— a megoszló terhelés (q);
— az elem keresztmetszete (A) állandó;
— az egyes elemek anyaga homogén.

Az elemek hossza tetszőleges lehet. Az összefüggő csődarabot alkotó elemek darabszáma legyen n.

Az (1) egyenlet tagjainak általános definíciója és levezetése azonos, mint az egyetlen elemre vonatkozó összefüggés. Az egyes mátrixok viszonylag egyszerűen adódnak az egyetlen elemre vonatkozó tagokból. Az eredő merevségi mátrix $(n+1)\cdot(n+1)$ méretű négyzetes mátrix, felépítése

$$\mathbf{K} = \left[\begin{array}{ccc:cc} \dfrac{A_1E_1}{L_1} & -\dfrac{A_1E_1}{L_1} & 0 & 0 & 0 \\ -\dfrac{A_1E_1}{L_1} & \dfrac{A_1E_1}{L_1}+\dfrac{A_2E_2}{L_2} & -\dfrac{A_2E_2}{L_2} & 0 & 0 \\ 0 & -\dfrac{A_2E_2}{L_2} & \dfrac{A_2E_2}{L_2}+\dfrac{A_3E_3}{L_3} & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & 0 & 0 & \dfrac{A_{n-1}E_{n-1}}{L_{n-1}}+\dfrac{A_nE_n}{L_n} & -\dfrac{A_nE_n}{L_n} \\ 0 & 0 & 0 & -\dfrac{A_nE_n}{L_n} & \dfrac{A_nE_n}{L_n} \end{array}\right]. \tag{23}$$

Bizonyítható, hogy a merevségi mátrix minden esetben szimmetrikus és szinguláris [4]. A merevségi mátrix elemei:

$$k_{ii} = \frac{A_{i-1}E_{i-1}}{L_{i-1}} + \frac{A_iE_i}{L_i}, \quad \text{ha} \quad 1 < i < n+1$$

$$k_{11} = \frac{A_1E_1}{L_1}, \quad k_{n+1,n+1} = \frac{A_nE_n}{L_n},$$

$$k_{ij} = -\frac{A_iE_i}{L_i}, \quad \text{ha} \quad j = i+1 \quad \text{és} \quad j = i, i = i+1,$$

$k_{ij} = 0$ egyéb esetben.

Az $\mathbf{R}_0$ öndeformációs erő:

$$\mathbf{R}_0 = \left[\begin{array}{ccc:c} -A_1\alpha_1E_1 & 0 & 0 & 0 \\ A_1\alpha_1E_1 & -A_2\alpha_2E_2 & 0 & 0 \\ 0 & A_2\alpha_2E_2 & -A_3\alpha_3E_3 & 0 \\ \hdashline 0 & 0 & 0 & -A_n\alpha_nE_n \\ 0 & 0 & 0 & A_n\alpha_nE_n \end{array}\right] \begin{bmatrix} \Delta t_1 \\ \Delta t_2 \\ \vdots \\ \Delta t_n \end{bmatrix} \tag{24}$$

Rövidebb írásmóddal:

$$\mathbf{R}_0 = \mathbf{MT}.$$

Az **M** mátrix általános eleme:

$$m_{ii} = -A_i \alpha_i E_i,$$

$$m_{ij} = A_j \alpha_j E_j, \quad \text{ha} \quad i = j+1,$$

$$m_{ij} = 0 \text{ egyéb esetben.}$$

A **T** mátrix elemei a Δt_i hőmérséklet-különbségek. Az $\mathbf{R_1}$ megoszló terhelésből eredő erő:

$$\mathbf{R_1} = \left[\begin{array}{ccc:cc} \frac{L_1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{L_1}{2} & \frac{L_2}{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L_2}{2} & \frac{L_3}{2} & 0 & 0 \\ \hdashline 0 & 0 & 0 & \frac{L_{n-1}}{2} & \frac{L_n}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{L_n}{2} \end{array}\right] \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \qquad (25)$$

$$\mathbf{R_1} = \mathbf{SQ}.$$

Az **S** mátrix elemei

$$s_{ij} = \frac{L_j}{2}, \quad \text{ha} \quad j = i \quad \text{és} \quad i = j+1,$$

$$s_{ij} = 0 \text{ egyéb esetekben.}$$

Q elemei az egyes szakaszokon fellépő talajsúrlódás-értékek.

A (23), (24) és (25) összefüggésekben

$$1 \leqq i \leqq n+1,$$

azaz $\mathbf{K}(n+1)\cdot(n+1)$ méretű, **M** és **S** pedig $(n+1)\cdot n$ méretű mátrix.

A rácsponti erők mátrixa:

$$\mathbf{R_2} = \begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_{n+1} \end{bmatrix} \qquad (26)$$

A több elemből álló test általános egyenlete:

$$\mathbf{K}\cdot\mathbf{U} = \mathbf{M}\cdot\mathbf{T} - \mathbf{S}\cdot\mathbf{Q} + \mathbf{R_2}. \qquad (27)$$

Az egyenletben szereplő **U** $n+1$ tagból álló oszlopvektor, az egyes elemek kezdő- és végpontjaiban fellépő elmozdulások vektora. A (27) egyenlet teljesen általános összefüggést ad meg a feladat megoldására, tetszőleges külső terhelés, változó hőmérséklet és nyomás figyelembevételével.

A 2. részben az itt levezetett általános összefüggés néhány gyakorlati alkalmazását ismertetjük.

JELÖLÉSEK

t	csőfal-hőmérséklet	C°
t_0	szerelési hőmérséklet	C°
$\Delta t = t - t_0$	a hőtágulást kiváltó hőmérséklet-különbség	C°
α	lineáris hőtágulási együttható	1/C°
E	rugalmassági modulus	kg/cm²
q	a csőfalon ható talajsúrlódás megoszló terhelése	kg/cm
L	a vizsgált csődarab hossza	cm
A	a csőfal fémkeresztmetszete	cm²
x	hosszkoordináta	cm
u	elmozdulás	cm
ε	fajlagos megnyúlás	
ε_0	fajlagos megnyúlás a hőmérséklet-változás hatására (öndeformáció)	
σ	tengelyirányú nyomó-, ill. húzó-feszültség	kg/cm²
X	erő	kg
V	térfogat	cm³

Egyéb jelölések

$\mathbf{Z}^T$	a **Z** mátrix transzponáltja
$\mathbf{Z}^{-1}$	a **Z** mátrix inverze
z_{ij}	a **Z** mátrix i-edik sorának j-edik eleme
y_i	az **Y** oszlopmátrix (oszlopvektor) i-edik eleme

IRODALOM

[1] Handbuch für den Rohrleitungsbau. VEB Verlag, Berlin, 1968.

[2] *Kamerstejn, A. G.:* Uszlovija rabotü sztal'nüh truboprovodov, rezervü ih neszuscsej szposzobnoszti. Moszkva, 1966.

[3] *Fekete, L. A.:* Structural design of pipe lines, subject to temperature change. Pipeline Industry. Sept. 50—5 (1974).

[4] *Martin, H. C.—Carey, G. F.:* Bevezetés a végeselem-analízisbe. Bp. Műszaki K., 1976.

[5] *Scharnitzky V.:* Mátrixszámítás. Bp. Műszaki K., 1973.

KÜLFÖLDI HÍREK

Líbia kőolajexportjának földrajzi megoszlása

	1970		1973		1974		1975	
	Mt	%	Mt	%	Mt	%	Mt	%
USA	4,7	2,8	10,3	9,4	0,1	0,1	16,0	22,3
Olaszország	41,9	25,4	28,3	26,0	25,1	33,7	14,7	20,5
NSZK	30,3	18,3	24,8	22,8	16,5	22,1	14,2	19,9
Nagy-Britannia	24,5	14,8	12,4	11,4	9,1	12,3	2,5	3,5
Spanyolország	8,0	4,9	1,6	1,5	2,7	3,7	4,4	6,2
Összesen	165,3	100,0	108,7	100,0	74,5	100,0	71,5	100,0

Bjulleten' Inosztr. Kommercs. Inf.
1977. 60. sz.

Sz. K.

Az Egyesült Királysághoz tartozó kontinentális talapzat becsült kőolajvagyona (Mt)

	Biztos	Valószínű	Lehetséges	Összesen
Feltárás alatt vagy művelésben levő mezők	1070	110	80	1260
Egyéb jelentős, még nem teljesen értékelt mezők	310	460	470	1240
Még felfedezendő mezők		350	350	700
Összesen	1380	920	900	3200

Petroleum Economist 1977. 6.

Sz. K.

Új eljárás a tranziens kúthőmérséklet számítására

PÁPAY JÓZSEF

A szerző a termelő-, a besajtoló- stb. kutakat körülvevő kőzettömeg termikus viselkedésének jellemzésére a termikus hatásfüggvényt alkalmazza. E függvény összevontan tartalmazza a kőzettömeg valamennyi paraméterét, amelyek annak termikus viselkedését megszabják.

A termikus hatásfüggvény felhasználásával algoritmust mutat be a tranziens kúthőmérséklet számítására, majd módszert ismertet arra vonatkozóan is, hogy miként lehet mérésekből hatásfüggvényt meghatározni.

A geofizika, a fúrás és a termelés igényei indították el a kutakban és a kút körül történő hőáramlás tanulmányozását [1, 2].

A [3, 4, 5] tanulmány a fúrólyukbeli iszapcirkuláció termikus leírásával foglalkozik. A gáz-, illetve folyadéktermelő kutakban áramló fluidum hőmérsékletének számítását már 1957-ben és 1958-ban publikálták [6, 7].

A [8] a besajtolókutak hőmérsékletét a [6]-ban leírt módon számítja azzal a különbséggel, hogy a megoldás egyszerűsítése miatt a kőzettömegre vonatkozó differenciálegyenletet az idő nagy értékeire oldja meg. Az idő kis értékeire a [9, 10] ad megoldást.

A [11] a besajtolókutakban áramló fluidum hőmérsékletét úgy számítja, hogy a stacioner állapotra vonatkozó megoldásban szereplő hőátbocsátási tényező az idő függvénye.

A felsorolt publikációk stacioner vagy kvázistacioner megoldást közölnek, mert a szuperpozíció elvének alkalmazásától eltekintenek.

A [12] érdeme a szuperpozíció alkalmazása. A tanulmány értékét nagyban lerontja az a hibája, hogy a béléscsőközben cirkuláló iszap hőmérsékletét korrelációs úton becsüli. A [13—17] a legkülönbözőbb kútszerkezetek: termelő-besajtoló, termelő-termelő, besajtoló-besajtoló, egyszerű és szelektív segédgázos, több szintes szelektív kutak és fúrólyuk esetén ad tranziens megoldást a föld alatti hidraulikában elterjedt, *Van Everdingen—Hurst* által kidolgozott függvények és a szuperpozíció elvének alkalmazásával.

A [13—17]-ben kidolgozott eljárás helyességét, valamint fontosságát igazolja a [18, 19], ahol is a külföldi szakirodalomban először alkalmazzák a szuperpozíció elvét a [13—17]-ben bemutatott módon.

Meg kell jegyezni azt, hogy a szuperpozíció elvét *Duhamel* [25] a szilárd közegek termikus viselkedésének meghatározása példáján dolgozta ki 1833-ban. Ennek ellenére a termelő-, a besajtolókutak, a fúrólyuk körül kialakuló hőáramok elemzésében a szakirodalom csaknem teljes egészében megfeledkezett e fontos alapelv alkalmazásáról.

A felsorolt valamennyi módszer feltételezi, hogy a kútban áramló fluidum hőmérsékletét a kőzetben történő vertikális hőáramlás nem befolyásolja, a kőzettömeg a kút mélységében vagy legalábbis horizontális irányban teljes egészében izotrop.

Érdekességként még annyit, hogy a [13—17] és a [28] tanulmányokat kivéve valamennyi publikáció ideális viselkedésű fluidumok áramlását vizsgálja, amikor is a kútban áramló fluidum hőmérsékletét a környezettel való hőcsere, esetleg még ehhez adódóan a helyzeti energiaváltozás határozza meg.

A csővezetékben áramló fluidum hőmérsékletét egyrészt magában a csővezetékben lejátszódó termodinamikai folyamatok, másrészt a csővezeték és az azt körülvevő rendszer termikus kölcsönhatása határozzák meg. Az áramló fluidum összetételéről, áramlási viszonyairól, valamint a csővezeték vagy csővezeték-rendszer geometriai felépítéséről, a vezeték anyagminőségéről általában megfelelő pontos ismereteink vannak.

Lényegesen nehezebb probléma a csővezetéket körülvevő végtelen kiterjedésű inhomogén rendszer, a kőzet termodinamikai viselkedésének meghatározása. Kutak esetében (termelő-, besajtoló-, szelektív kutak, fúrólyuk stb.) csupán a kút tengelyvonalában van lehetőségünk közvetlen ismeretszerzésre, a kút közvetlen környékéről és a kőzettömeg zöméről az esetek többségében az ismereteink igen hiányosak. Ez igen megnehezíti a megbízható előrejelzést. A gyakorlatban rendszerint úgy járnak el, hogy a termelő- vagy besajtolókútban, fúrólyukban hőmérsékletmérést végeznek, és az ismertetett módszerek valamelyikével az ismeretlen paramétert kiszámolják. Az így kapott paraméter lesz az alapja az előrejelzésnek (pl. [20, 21]).

A visszaszámolt termikus jellemző értéke akkor fogadható el egzaktnak, ha a kút termikus előélete megfelel azoknak a követelményeknek, amelyeket feltételezve a felhasznált összefüggést levezették. Ez a feltétel a legritkább esetben teljesül.

A másik probléma az, hogy melyik termikus jellemzőt (a hővezetést, a fajhőt, a sűrűséget stb.) számítsuk vissza a mért értékekből úgy, hogy a mért és a számított hőmérséklet eltérése a legkisebb legyen. A feladatot megoldjuk, azonban nem vagyunk konzekvensek. Az eljárás nyilvánvalóan önkényes, hiszen a kitüntetett paraméter visszafelé kiszámított értéke fiktív mennyiség. Az esetek többségében értéke távol áll a valóságtól, és lényegében egy olyan korrigált paraméter, amellyel a csővezeték hőmérsékleti előélete modellezhető, és várhatóan az előrejelzés is elfogadható lesz. Mindamellett fel kell tételezni a kőzettömeg termikus homogenitását (horizontális irányban) vagy az inhomogenitás ismeretét.

E tanulmány célja egyrészt a legegyszerűbb esetben bemutatni a tranziens kúthőmérsékletek számítását az

ún. termikus hatásfüggvény segítségével és a szuperpozíció elvének felhasználásával, másrészt bemutatni egy olyan eljárást, amelynek segítségével a rendszer termikus viselkedését meghatározó és az irodalomban a kúthőmérsékletek számítására először alkalmazott termikus hatásfüggvény számítható.

1. A termikus hatásfüggvény értelmezése

Az egyszerűség kedvéért vegyünk egy homogén hengerszimmetrikus rendszert, amelynek tengelyvonalában legyen egy q ütemű hőforrás (vagy -nyelő). τ idő után, r távolságban az aktuális és az eredeti kőzethőmérséklet különbsége [27]

$$t-t_r=-\frac{q}{4\pi hk}\varepsilon_i\left(-\frac{r^2\varrho c}{4k\tau}\right). \qquad (1)$$

Ha $r=r_w$, akkor $t=t_w$ és $\frac{r^2\varrho c}{4k\tau}<0{,}02$, így az összefüggés:

$$t_w-t_r=\frac{q}{4\pi hk}\ln\frac{4k\tau}{1{,}78r_w^2\varrho c}. \qquad (2)$$

Az (1) vagy a (2) egyenlőség az alábbi módon is felírható:

$$t_w-t_r=qF(\tau). \qquad (3)$$

Az $F(\tau)$ termikus hatásfüggvény azt fejezi ki, hogy a csővezeték falán egységnyi ütemű hőmennyiség átáramlásához egy adott időpontban mekkora hőmérséklet-különbség szükséges. Ez függvénye a hővezetésnek, a fajhőnek, a sűrűségnek, a rendszer geometriai felépítésének és az időnek. Amennyiben a rendszerre vonatkozó, az időben változó $F(\tau)$ függvényt ismerjük, akkor a csővezetékben vagy csővezeték-rendszerben áramló fluidum hőmérsékletét hőmérleg segítségével számíthatjuk (l. a FÜGGELÉK-et).

A kútban áramló fluidum (vagy fluidumáramok) hőmérsékletének számításához nem szükséges ismerni a csővezetéket körülvevő kőzetben a hőmérséklet-eloszlást, csupán a hőforrás (vagy -nyelő) falán átáramlott hőmennyiséget.

Ha a csővezetéket körülvevő kőzet homogén és végtelen radiális kiterjedésű, akkor az adott állandó ütemű hőmennyiség átáramlásához szükséges hőmérséklet-különbség a hőhatás sugarának növekedésével nő (vagy csökken), de mérsékelt ütemben. Ez az (1), illetve (2) összefüggés elemzéséből megállapítható.

Tételezzük fel, hogy a kutat körülvevő kőzet inhomogén, pl. adott távolságnál a hővezető képesség megváltozik, csökken. Értéke itt legyen zérus. Tehát a hőforrás (vagy -nyelő) egy olyan kőzetben van, amely véges és szigetelt. A hőforrás üzembe helyezésétől kezdődően egy adott időszakig a rendszer az előző esetnek megfelelő módon viselkedik. Amikor a hőhatás sugara eléri a rendszer külső hatását, tehát a szigetelést, ahol is hőáramlás nincs, a csővezeték falán adott ütemű hőmennyiség kiáramlásához (beáramlásához) szükséges hőmérséklet-különbség változása az idő függvényében állandósul, és értéke

$$\frac{\Delta t}{\Delta\tau}=\frac{q}{\varrho cV}, \qquad (4)$$

azaz, ettől az időponttól kezdődően a csővezeték hőmérséklete lineárisan nő (vagy csökken).

Tételezzük fel, hogy egy adott távolságtól kezdődően a kőzetnek végtelen nagy hővezető képessége van, azaz a rendszer külső falán a hőmérséklet állandó. Ebben az esetben is „a homogén rész" viselkedése azonos az előzőekben vázolt rendszerek megfelelő kőzettömegének termikus viselkedésével. Amikor a hőhatás sugara eléri azt a kőzettömeget, amelynek a hővezető képessége végtelen nagy, a csővezeték falán át ható, adott ütemű hőáramlás biztosításához szükséges hőmérséklet-különbség állandósul.

Vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor adott távolságra a kőzet hővezető képessége csökken, de értéke nagyobb, mint zérus, majd ezt követően a kőzet hővezető képessége legyen azonos a csökkent hővezető képességű kőzettömeget „megelőző" térfogat hővezető képességével.

Attól az időponttól kezdődően, amikor a hőhatás sugara eléri a csökkent hővezető képességű részt, a hőmérséklet-különbség (a kőzet eredeti hőmérsékletének és a csővezeték hőmérsékletének különbsége), amely a cső falán az adott ütemű hőmennyiség biztosításához szükséges, nagyobb mértékben változik a homogén esethez képest, de a változás mértéke kisebb a teljes szigetelés esetéhez viszonyítva.

Amint a hőhatás sugara áthalad ezen a zónán, a csökkent áteresztőképességű rész hőmérséklet-módosító hatása továbbra sem szűnik meg. Hasonlóképpen elemezhetnénk a csőben áramló fluidum hőmérsékletére, akár a kőzetfajhő, akár a -sűrűség, akár a rendszer geometriája változásának hatását a helykoordináta függvényében. A fentiekből egyértelműen megállapítható, hogy az idő függvényében a hatásfüggvény iránytangense monoton csökken, vagy egy időszak után állandósul. Az iránytangens értéke legnagyobb a zérus időpontnál.

A föld alatti hidraulikában a gyengén kompresszibilis folyadékok heterogén rendszerekben való szűrődését leképező hatásfüggvény monotonitását [22, 23] és a szuperpozíció elvének alkalmazhatóságát ezen rendszerekben [22, 24] igazolta.

A termikus hatásfüggvény monotonitása teszi alkalmassá a méréssel való meghatározást.

Hangsúlyozni kell azt, hogy a vizsgált rendszernek csupán azon részéről kapunk információt, amelyet a hőhatás sugara ért, az ezen kívül eső kőzettérfogat termikus viselkedése továbbra is ismeretlen marad. Ebben az esetben nem tudunk más megoldást, mint feltételezni azt, hogy az ezen kívüli kőzettérfogat átlagos termikus viselkedése azonos a magismerettel, és ennek megfelelően extrapoláljuk a hatásfüggvényt az idő függvényében.

Tekintettel arra, hogy a kút körüli kőzettömeg kiterjedése végtelennek tekinthető, ezért bizonyos időszak után azon időszakra, amelyikre már mérési adatokkal nem rendelkezünk, a hatásfüggvényt $\log\tau$ függvényében egyenesként extrapolálhatjuk.

A hatásfüggvényt jellemezhetjük az alábbi összefüggéssel is:

$$Q_w(\tau)=(t_w-t_r)F^*(\tau). \qquad (5)$$

Ebben az esetben az $F^*(\tau)$ azt fejezi ki, hogy egységnyi hőmérséklet-különbség hatására mekkora a csővezeték falán átáramlott hő kumulatív mennyisége τ

időszak alatt. Az $F^*(\tau)$ függvény értelmezése az előzőekben ismertetett módon különösebb problémát nem jelent, ezért azt itt nem részletezzük. A hatásfüggvények egymástól nem függetlenek, egyik ismeretében a másik meghatározható.

Az e típusú integrálfüggvények összefüggését [26] az alábbi formában közölte:

$$\frac{1}{2}\tau^2 = \int_0^\tau F(\Theta)F^*(\tau-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta \qquad (6)$$

$$\frac{1}{2}\tau^2 = \int_0^\tau F^*(\Theta)F(\tau-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta. \qquad (7)$$

A gyakorlati számítások során az $F(\tau)$ függvényt egyrészt előrejelzésre célszerű felhasználni, másrészt a mérési eredményekből ezt a függvényt javasoljuk visszaszámolni. Az $F^*(\tau)$ függvényt akkor célszerű a rendszer termikus jellemzésére alkalmazni, ha pl. numerikus modell segítségével akarjuk az inhomogén rendszer termikus hatásfüggvényét meghatározni. Ugyanis ez alkalommal, anizotrop rendszer esetén is, a határfeltétel kézenfekvő: a beáramlás hatására a hőmérséklet — kezdeti hőmérséklettől eltérő — értéke állandó. Számítjuk az adott hőmérséklet-különbség hatására a rendszer falán átáramló hő kumulatív mennyiségét.

2. A termikus hatásfüggvény meghatározása

A műszaki gyakorlatban általában kéttípusú feladatot kell megoldani:

— az adott kútra hőmérséklet-mérési adat nincs, és így kell a kútban áramló fluidum hőmérsékletét számítani, előre jelezni;

— a kútban végzett hőmérsékletmérések alapján a rendszer termikus viselkedését meghatározó paraméter vagy paramétercsoport számítható.

Az így visszaszámolt jellemzőkkel történik az előrejelzés.

2.1. Termikus hatásfüggvény meghatározása függvénytáblázatok segítségével

Abban az esetben, ha üzemi mérések nem állnak rendelkezésre, de ismerjük (pl. laboratóriumi méréssel) vagy becsüljük az (1) összefüggésben szereplő hővezető képességet, fajhőt, sűrűséget, valamint ismerjük a kútszerkezetet és az áramlási viszonyokat, akkor a hatásfüggvény értékét pl. a következő módon számítjuk:

$$F(\tau) = \frac{-1}{4\pi hk}\,\varepsilon_i\left(-\frac{r_w^2\varrho c}{4k\tau}\right). \qquad (8)$$

Hasonló módon számíthatunk a *Van Everdingen—Hurst* által meghatározott dimenzió nélküli függvényekkel is.

Az előrejelzés esetén tehát „irodalmi" hatásfüggvényt használunk fel a rendszer hőmérsékletviszonyainak meghatározására. A rendszert a kút tengelyvonalára merőleges síkokkal elmetsszük. Az így kapott, függőleges irányban véges (elemi), sugárirányban pedig végtelen kiterjedésű hengerre oldjuk meg a hőmérleget a szuperpozíció elvének alkalmazásával, mint ahogyan azt a FÜGGELÉK-ben is bemutatjuk.

2.2. A termikus hatásfüggvény méréssel történő meghatározása

Abban az esetben, ha hőmérséklet-mérési adatokkal rendelkezünk, akkor számítással a hatásfüggvény meghatározható.

A méréseket azonos időszakonként kell elvégezni, vagy pedig a különböző időszakonként elvégzett méréseket (pl. grafikus úton) azonos intervallumokra kell átszámítani.

2.2.1. A hatásfüggvény közvetlen visszaszámolása

A FÜGGELÉK-ben közölt algoritmus tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a kútba áramló fluidum mennyiségének, valamint hőmérsékletének, illetve a hőmérséklet eloszlásának az ismeretében a hatásfüggvény pl. a FÜGGELÉK-ben közölt egyenletrendszer segítségével számolható. Ez a módszer azonban csak igen pontos hőmérsékletmérések esetén alkalmazható.

Tételezzük fel, hogy minden méréskor hibát követünk el. Az első időpontra vonatkozó visszaszámolt F_1 tehát már mérési hibával terhelt. A következő időpontra jellemző F_2 az F_1 és a második időpontban mért hőmérséklet függvénye. Mindkettő értéke pontatlan, így tehát F_2 mind a két időpontban mért hőmérséklet hibájával terhelt. A harmadik időszakra vonatkozó F_3 mindhárom hőmérsékletmérés hibáját tartalmazza stb.

A mérések során elkövetett hibák miatt végül is olyan F értékeket kapunk, amelyek a rendszer termikus viselkedésére nem jellemzőek.

Az így meghatározott F-ek a monotonitás feltételét nem elégítik ki, az F értékek oszcillálnak.

2.2.2. A hatásfüggvény meghatározása analitikus függvénnyel

Az 1. fejezetben megállapítottuk azt, hogy a termikus hatásfüggvény az idő függvényében monoton változó függvény.

A monotonitás feltételét számtalan függvény kielégíti. Ezek közül a kőzetben történő hőáramlást legjobban jellemzőt (vagy jellemzőket) kiválasztva a függvényparamétereket úgy számítjuk ki, hogy a mért és a számított hőmérsékletérték eltérésének négyzetösszege a legkisebb legyen. Tipikus szélsőérték-feladat.

2.2.3. Hatásfüggvény meghatározása lineáris programozással

Ha a csővezeték falán, esetünkben a béléscső (vagy termelőcső) falán átáramló hőmennyiség változó, akkor a hőmérséklet-változás

$$\bar{t}_w - \bar{t}_r = \int_0^\tau q(\Theta)\frac{\partial}{\partial t}F(\tau-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta. \qquad (9)$$

$\bar{t}_w(\tau)$ értékét méréssel vagy pl. a mért kútfej- és az ismert kúttalp-hőmérséklet alapján számítással határozzuk meg. Az átlaghőmérséklet analitikus vagy numerikus összefüggésekkel számítható.

Átlagos hőmérséklet ismeretében a hőmérsékleteloszlás visszaszámítható.

A fenti összefüggéssel — a kút mélységében — a rendszert az algoritmus és a számítás miatt átlagos tulajdonságaival jellemeztük!

A (9) összefüggés az alábbi módon közelíthető:

$$\bar{t}_{wi}-\bar{t}_r = \sum_{j=1}^{j=i} (q_{i-j+1}-q_{i-j})F_j \qquad (10)$$

vagy

$$\bar{t}_{wi}-\bar{t}_r = \sum_{j=1}^{i} q_{i-j+1}\Delta F_j, \qquad (11)$$

ahol

$\Delta F_j = F_j - F_{j-1}$; az összefüggésben q_0 és F_0 zérus.

A (10) és (11) egyenlet az alábbi módon is felírható:

$$\bar{t}_{w1}-\bar{t}_r = q_1F_1;$$

$$\bar{t}_{w2}-\bar{t}_r = (q_2-q_1)F_1+q_1F_2;$$

$$\bar{t}_{w3}-\bar{t}_r = (q_3-q_2)F_1+(q_2-q_1)F_2+q_1F_3$$

. . . . .

. . . . .

. . . . .

. . . . .

A csővezetéket körülvevő kőzettömeg termikus viselkedésének mérésekből történő meghatározásakor q_i értékét úgy kell számítani, hogy az entalpiaváltozás mellett figyelembe kell venni az áramló rendszer potenciális munkavégző képességének megváltozását is [16, 28].

A $\bar{t}_r$, t_{wi}, q_i értékét mérésekből ismerjük; F_i úgy számítandó, hogy az F_i függvény értelmezéséből az alábbi feltételek is teljesüljenek:

$\tau_0 = 0$ esetén $F_0 = 0$;

$$F(\tau) > 0;$$

$$\frac{dF(\tau)}{d\tau} \geqq 0;$$

$$\frac{d^2F(\tau)}{d\tau^2} \leqq 0;$$

$$\frac{d^3F(\tau)}{d\tau^3} \geqq 0 \text{ stb.}$$

F_i értékét úgy kell meghatározni, hogy az alábbi feltétel teljesüljön:

$$\sum_{i=1}^{n} \left|(\bar{t}_{wi}-\bar{t}_r) - \sum_{j=1}^{i} q_{i-j+1}\Delta F_j\right| = \min. \qquad (12)$$

A (12) feltételi egyenlet lineáris programozás segítségével az alábbi módon írható fel:

$$\sum_{j+1}^{i} \alpha_{i,j}F_j + u_i - v_i = b_i; \quad i = 1, 2, \ldots, n, \qquad (13)$$

amihez még az alábbi feltételek tartoznak:

$$F_i \geqq 0; \quad i = 1, 2, \ldots, n; \qquad (14)$$

$$\sum_{j=n-i}^{n} c_{i,j}F_j \geqq 0; \quad i = 1, 2, \ldots, n, \qquad (15)$$

és minimalizálni kell a célfüggvényt:

$$\sum_{i=1}^{n} (\mu_i + v_i) = \min., \qquad (16)$$

ahol

$$\alpha_{i,j} = q_{i-j+1} - q_{i-j};$$

$$b = \bar{t}_{wi} - \bar{t}_r;$$

$c_{i,j}$ jelöli az i differenciához tartozó konstansok értékét.

Ha pl. $i=1$, akkor a (15) összefüggés

$$F_n - F_{n-1} \geqq 0;$$

ha pl. $i=2$, akkor

$$F_n + 2F_{n-1} + F_{n-2} \geqq 0 \text{ stb.}$$

A (13), (14), (15) és (16) összefüggés-rendszer lineáris programozással megoldható.

A fenti eljárást [23] dolgozta ki gyengén kompresszibilis folyadékok szűrődését jellemző hatásfüggvény meghatározására.

Az algoritmus értelemszerűen alkalmazható $F^*(\tau)$ számítására is.

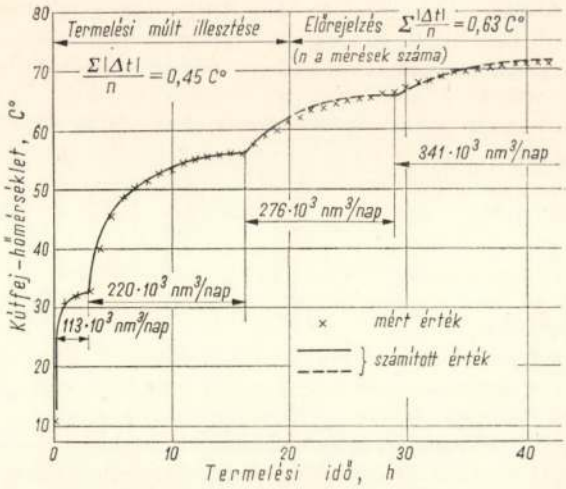
3. Gyakorlati alkalmazás

A kidolgozott eljárás alkalmazhatóságának igazolására a *Szank-38.* jelű gázkútban végeztek méréseket.

A kutat különböző ütemekkel termeltették: 3 órán keresztül $113 \cdot 10^3$ nm³/nap, ezt követően 13 órán át $220 \cdot 10^3$ nm³/nap, majd a következő 13 órás periódusban $276 \cdot 10^3$ nm³/nap volt a termelési ütem. A kút folyamatosan termelt, tehát az ütemváltások között termelési szünet nem volt.

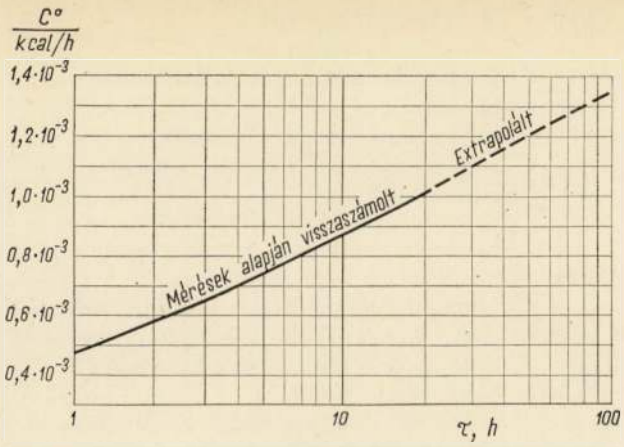
A mért kútfej-hőmérsékleteket a termelési idő függvényében az *1. ábra* szemlélteti. Az első időszakban mért hőmérsékletértékek alapján a 2.2.3. módszer segítségével visszaszámoltuk az $F(\tau)$ függvényt (folytonos vonal a *2. ábrán*), majd ezt követően értékét a termelési időszak második felére féllogaritmikus rendszerben egyenessel extrapoláltuk.

A termelés első időszakában a mérésekből meghatározott $F(\tau)$ függvénnyel és a FÜGGELÉK-ben közölt algoritmussal számítottuk a kútfej-hőmérsékletet. A mért és számított érték egy mérésre vonatkozó eltérésének abszolút értéke 0,45 C° volt, ami jó illeszkedésnek fogadható el *(1. ábra)*.

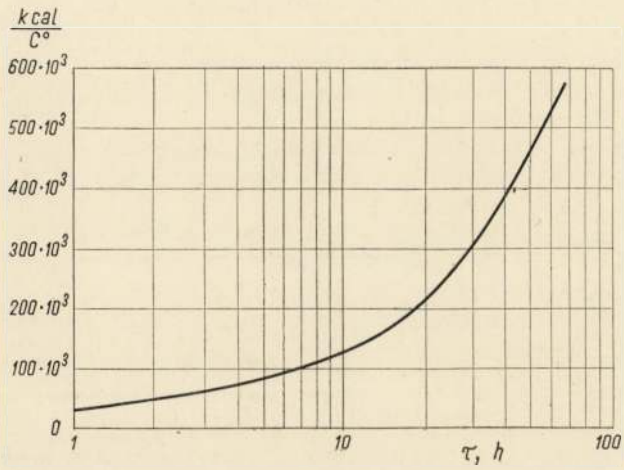


1. ábra

A Szank-38. *jelű kút kútfej-hőmérsékletének alakulása a termelési idő függvényében*



2. ábra
A Szank-38. *jelű kút termikus hatásfüggvénye (F)*



3. ábra
A Szank-38. *jelű kút termikus hatásfüggvénye (F*)*

Ezt követően az extrapolált $F(\tau)$ függvényértékek figyelembevételével megvizsgáltuk a termelési időszak második felére, azaz az előrejelzés időszakára vonatkozó eltérést is.

Ebben az időszakban a számított és mért hőmérséklet abszolút értéke egy mérésre vonatkozóan 0,63 C°, tehát a számított és mért értékek előrejelzés esetén is jól egyeznek.

A *3. ábra* szemlélteti az (F^*) függvényt.

FÜGGELÉK

Az alábbiakban bemutatott algoritmus több oknál fogva egyszerűsített, csupán besajtoló- vagy termelőkútra érvényes. Alkalmazása megfelelő módosítás után bonyolultabb kútszerkezetek esetén sem okoz különösebb gondot.

Az algoritmus felírásakor feltételezzük, hogy a csővezeték elemi szakaszában a hőmérséklet-változás lineáris; az egyszerűbb megoldás miatt eltekintünk az áramlási viszonyoktól függő hőátadási tényező értékének változásától.

Amennyiben a feltételek mások, akkor az algoritmus a [13—17] és a [28]-ban leírt alapelvek alapján módosítható.

A csővezetékre, valamint a csővezetéket körülvevő rendszerre felírt hőmérleg közös megoldásától számítjuk az áramló fluidum hőmérsékletét.

A csővezetéket körülvevő kőzettömegre vonatkozó hőmérleg, ha t_{wi} helyett t_i jelölést alkalmazunk:

$$(t_i - t_r)_{k-1/2} = \left[\sum_{i=1}^{j=i} (q_{i-j+1} - q_{i-j}) F_j\right]_{k-1/2}. \quad (1)$$

Az adott időintervallumban az $(i-1)\Delta\tau$ és az $i\Delta\tau$ értékét a q_i átlagos értékével kell számolni, amelyet pl. az alábbi módon fejezhetünk ki a csővezetékben áramló fluidum hőmérlegének segítségével:

$$q_{i,k-1/2} = m_i c_{i-1,k-1/2}(t_{i-1/2,k-1} - t_{i-1/2,k}) + Q_{i-1/2,k-1/2}. \quad (2)$$

A $Q_{i-1/2,k-1/2}$-del belső hőforrást jelöltünk, ami nem más, mint egy korrekciós tag, amellyel figyelembe vehetjük a fázisátalakulást, a kinetikus- és potenciálisenergia-változást, a külső rendszer munkavégzését, az áramló fluidum reális viselkedését.

A $c_{i-1,k-1/2}$ fajhő értékét helyettesíthetnénk pl. $c_{i,k-1}$-gyel is, de ezzel nem bonyolítjuk a feladat megoldását. A pontos megoldáshoz $c_{i-1/2,k-1/2}$-et kell alkalmazni. Az utóbbi esetben iterációval célszerű az értékét meghatározni.

Az i idő 1, k a helykoordináta indexe. A feladat megoldásához ismerni kell $i=0$ időpontban a csővezetékben és az azt körülvevő kőzetben a hőmérsékleteloszlást, és a $k=0$ helyen, azaz a kúttalpon a csővezetékbe belépő fluidum hőmérsékletét.

A vezetékszakasz átlagos falhőmérséklete az időintervallum közepén:

$$t_{i-1/2,k-1/2} = \frac{t_{i-1/2,k-1} + t_{i-1/2,k}}{2}. \quad (3)$$

A (3) egyenlet másképpen felírva

$$t_{i-1/2,k-1/2} = \frac{t_{i-1,k-1/2} + t_{i,k-1/2}}{2}. \quad (4)$$

A (3) és (4) összefüggés alapján az elemi csővezeték végén és az időintervallum közepén az áramló fluidum hőmérséklete:

$$t_{i-1/2,k} = t_{i-1,k-1/2} + t_{i,k-1/2} - t_{i-1/2,k-1}. \quad (5)$$

Az (5) egyenletet a (2)-be behelyettesítve:

$$q_{i,k-1/2} = m_i c_{i-1,k-1/2}(2t_{i-1/2,k-1} - t_{i-1,k-1/2} - t_{i,k-1/2}) + Q_{i-1/2,k-1/2}. \quad (6)$$

A (6) egyenletet az (1)-be helyettesítve az első időszak után a k-adik csőszakasz átlagos falhőmérséklete, esetünkben az áramló fluidum átlaghőmérséklete az alábbi összefüggésből számítható:

$$(t_1 - t_r)_{k-1/2} = [m_1 c_{0,k-1/2}(2t_{1/2,k-1} - t_{0,k-1/2} - t_{1,k-1/2}) + Q_{1/2,k-1/2}] F_{1,k-1/2}. \quad (7)$$

A második időszak után:

$$(t_2-t_r)_{k-1/2} = [m_2 c_{1,k-1/2}(2t_{1/2,k-1}-t_{1,k-1/2}-t_{2,k-1/2})+ +Q_{1/2,k-1/2}-m_1 c_{0,k-1/2}(2t_{1/2,k-1}- -t_{0,k-1/2}-t_{1,k-1/2})-Q_{1/2,k-1/2}]F_{1,k-1/2}+ +[m_1 c_{0,k-1/2}(2t_{1/2,k-1}-t_{0,k-1/2}-t_{1,k-1/2})+ +Q_{1/2,k-1/2}]F_{2,k-1/2}. \quad (8)$$

A harmadik időszak után:

$$(t_3-t_r)_{k-1/2} = [m_3 c_{2,k-1/2}(2t_{2\,1/2,k-1}-t_{2,k-1/2}-t_{3,k-1/2})+ +Q_{2\,1/2,k-1/2}-m_2 c_{1,k-1/2}(2t_{1\,1/2,k-1}- -t_{1,k-1/2}-t_{2,k-1/2})-Q_{1\,1/2,k-1/2}]F_{1,k-1/2}+ +[m_2 c_{1,k-1/2}(2t_{1\,1/2,k-1}-t_{1,k-1/2}-t_{2,k-1/2})+ +Q_{1\,1/2,k-1/2}-m_1 c_{0,k-1/2}(2t_{1/2,k-1}-t_{0,k-1/2}- -t_{1,k-1/2})-Q_{1/2,k-1/2}]F_{2,k-1/2}+ +[m_1 c_{0,k-1/2}(2t_{1/2,k-1}-t_{0,k-1/2}-t_{1,k-1/2})+ +Q_{1/2,k-1/2}]F_{3,k-1/2}. \quad (9)$$

A negyedik, ötödik, ... n-edik időszakra e hőmérleg hasonló módon írható fel.

A (7), (8) és (9) egyenletben az ismeretlen a k-adik csőszakaszban áramló fluidum átlaghőmérséklete az adott időszak végén. Az ismeretleneket az egyenlőségek mindkét oldala tartalmazza. Az egyenletet rendezve az ismeretlennel lineáris összefüggést kapunk, ami könnyen megoldható. Amennyiben $Q_{i,j}$ figyelembevételével az egyenletrendszer nem lineáris, akkor a megoldás során iterációt alkalmazunk. A számítást a csővezeték azon szakaszától kezdjük el, ahol az elemi vezetékszakaszban a belépő fluidum hőmérséklete ismert. Az algoritmussal számítjuk az áramló fluidum átlaghőmérsékletét, ebből a csővezeték végén a hőmérsékletet. Ez a hőmérséklet lesz a következő csőszakaszba áramló fluidum belépő hőmérséklete stb.

Így lépésről lépésre csőszakaszonként, majd időszakonként számíthatjuk a csővezetékben, esetünkben a termelőcsőben áramló rendszer hőmérséklet-eloszlását az idő függvényében.

JELÖLÉSEK

t	a kőzet hőmérséklete a vonalforrástól r távolságban, τ időpontban	C°
t_r	a kőzet hőmérséklete a vonalforrás működése előtt	C°
q	a hőforrás üteme	kcal/h
h	a vonalforrás hossza	m
r	a vonalforrás és a vizsgált pont távolsága	m
ϱ	a kőzet sűrűsége	kg/m³
c	a kőzet fajhője	kcal/kg C°
k	a kőzet hővezető képessége	kcal/m h C°
r_w	a csővezeték (pl. termelőcső) sugara	m
t_w	a csővezeték (pl. termelőcső) falhőmérséklete	C°
$F(\tau)$	termikus hatásfüggvény	
$F^*(\tau)$	termikus hatásfüggvény	
τ	a hőforrás működésének kezdetétől eltelt idő	h
ε_i	exponenciális integrálfüggvény	
$\bar{t}_r$	a csővezeték hossza mentén (vagy elemi szakaszán) az az átlagos kőzethőmérséklet, amelyet a hőhatás sugara még nem ért	C°
$Q_w(\tau)$	a csővezeték falán átáramlott hő kumulatív mennyisége τ időszak alatt	kcal
$\bar{t}_w(\tau)$	a csővezeték átlagos falhőmérséklete	C°
$\bar{t}_{wi}$, $\bar{t}_i$	az átlagos fal-, ill. fluidumhőmérséklet az i időszak végén	C°
u_i, v_i	a lineáris programozáshoz alkalmazott ún. lazító konstansok	
n	a mérések maximális száma	
m_i	az i időszakban áramló fluidum átlagos mennyisége	kg/h
$c_{i-1,k-1/2}$	az áramló fluidum fajhője a k-adik csőelem átlagos paramétereinél az $i-1$ időszakban	kcal/kg C°
$t_{i-1/2,k-1}$	az áramló fluidum hőmérséklete a k-adik csőszakasz elején az $i-1/2$ időpontban	C°
$t_{i-1/2,k}$	az áramló fluidum hőmérséklete a k-adik csővezeték végén az $i-1/2$ időpontban	C°
$t_{i-1,k-1/2}$	a csőszakasz átlagos hőmérséklete az $i-1$ időszak végén	C°
$t_{i,k-1/2}$	a csőszakasz átlagos hőmérsékete az i időszak végén	C°

IRODALOM

[1] *Bird, S. M.:* Interpretation of temperature logs in water and gas producing wells. API Drilling and Production Practice 1955. 187—95.

[2] *Kuntz, K. S.—Tixier, M. P.:* Temperature surveys in gas producing wells. Pet. Trans. AIME 1955, **204** 111-36.

[3] *Jaeger, S. C.:* The effect of the drilling fluid on temperatures measured in bore holes. J. Geophys. Bef. **66** *2* 563—9 (1961).

[4] *Afanasz'ev, A. A.:* Zaviszimoszt' temperaturü cirkuljacionnogo potoka ot glubinü burjascsejszja szkvazsinü. Tr. MINH i GP im. Gubkina, 1965. *53* 6—15.

[5] *Csarnüj, J. A.:* O termicseszkom rezsime burovüh szkvazsin. Gazovaja Promüslennoszt' *10* 7—13; *12* 1—5 (1966).

[6] *Lesem, K. B.* and others: A method of calculating the distribution of temperature in flowing gas wells. Pet. Trans. AIME 1957, **210** 169—76.

[7] *Boldizsár, T.:* The distribution of temperature inflowing wells. American J. Science **256** April (1958).

[8] *Squier, D. P.* and others: Calculated temperature behavior of hot-water injection wells. J. Pet. Techn. *4* 436—40 (1962).

[9] *Ondonin, N. A.* i dr.: Izmenenie temperaturü zsidkoszti pri ego dvizsenii pro sztvolu szkvazsinü. M., VNIIÉNG, 1967. 56-8.

[10] *Csekaljuk, E. B.:* Termodinamika neftjanogo plaszta. M., Nedra, 1965.

[11] *Ramey, H. S., Jr.:* Wellbore heat transmission. J. Pet. Techn. *4* 427—35 (1962).

[12] *Edwardson* and others: Calculation of formation temperature disturbances caused by mud circulation. J. Pet. Techn. *4* 416—26 (1962).

[13] *Pápay J.:* Hő- és molekuláris diffúzió. Kőolaj és Földgáz *4* (1974).

[14] *Pápay J.:* Kutak tranziens hőviszonyainak számítása. OMBKE-pályázat, 1973.

[15] *Pápay J.:* Kutak, vezetékek és azok rendszereinek tranziens hőáramai. VII. Szénhidrogén-bányászati Geokémiai Nemzetközi Tudományos Konferencia, Budapest, 1973.

16] *Pápay J.:* Kutakban és kút körül történő hőáramlások elmélete. Termeléstechnikai feladatok, termoszelvények és kúthőmérséklet-mérések szempontjai. Áramlásvizsgálatok kutakban. Magyar Geofizikusok Egyesülete Budapest, 1975.
[17] *Pápay J.:* Neusztanovivsajaszja konvekcija tepla v szkvazsinah, truboprovodah i szisztemah. KGST tudományos koordinációs ülés 1973. Ufa, Osztrava.
[18] *Scserban', A. N.—Csernjak, V. P.:* Prognoz is regulirovanie, teplovogo rezsima pri burenii glubokih szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1974.
[19] *Karacsinszkij, V. E.:* Metodü geotermodinamiki zalezsej gaza i nefti. Nedra, Moszkva, 1975.
[20] *Szilas A. P.:* Gáztalan olajat termelő kutak üzemi jellemzőinek meghatározása felszíni adatokból. MTA Műszaki Osztályának Közleményei XXIV. k. *1—4* (1959).
[21] *Szilas A. P.:* Production and transport of oil and gas. Akadémiai Kiadó, 1975, Budapest.
[22] *Hutchinson, T. S.—Sikora, V. J.:* A generalized water drive analysis. Pet. Trans. AIME **216** 1959.
[23] *Coats, K. H.* and others: Determination of aquifer influence functions from field data. J. Pet. Techn. *12* (1964).
[24] *Hurst, W.:* Solution of nonlinear equation for flow of fluids. Oil a. Gas J. Dec. 10., 17. (1973).
[25] *Duhamel, S. M. C.:* Mémoire sur la méthode générale relative au movement de la chateur dans les corps solides plonges dans les millieux dont la temperature varie avec le temps. J. Eco. Polytechn. Paris **14** Cah. *20, 22* (1833).
[26] *Dumore S. M.—Marsal, D.:* The use of integral equations in the numerical solution of complex reservoir engineering problems. Soc. Pet. Eng. J. 321—7 (1973).
[27] *Carslaw, H. S.—Jaeger, S. C.:* Conduction of heat in solids. 1960. Oxford at the Claredon Press.
[28] *Pápay J.:* Termelőkutak és vezetékek hőmérsékletviszonyai stacioner állapotban. Kőolaj és Földgáz *11* (1970).

KÜLFÖLDI HÍREK

Csökkent Hollandia földgázvagyona

A groningeni gázmező felfedezése óta első ízben 1976-ban csökkentek Hollandia földgázkészletei. 1977. jan. 1-én a készletek nagyságát 2396,9 milliárd m³-re becsülték (az előző évben 2477,3 milliárd m³ volt). 1976-ban a földgáztermelés 96,6 milliárd m³ volt, ez az előző évhez képest 4,8%-kal növekedett.

Petroleum Economist, 1977. máj.

Kisházi Anna

*

Nagy hatásfokú folyadékos rétegrepesztés földgáztelepekben

Az észak-német medence felsőkarbon rétegeiből kereken 100 milliárd m³ földgáz kitermelése válhat valóra a közeljövőben. Ez a lehetőség a Zechstein-formáció feltárásával kapcsolatban már több éve folyó kutatási tevékenység eredményeire támaszkodik. Mind ez ideig azonban a 4000 m mélyen települt, igen rossz áteresztőképességű felsőkarbon homokkövekből ipari mennyiségű gázbeáramlást nem kaptak. Az emulziós szuperrepesztési eljárás alkalmazási lehetőségeinek kivizsgálására a *Goldenstedt Z I* jelű fúrást használták fel. A repesztés sikeressége érdekében költséges béléscsövezési és lyukbefejezési technológia alkalmazására volt szükség, melynek következtében a teljes költségek egy hagyományos fúrás költségeihez képest 50%-kal nagyobbak voltak, és végeredményben kereken 11 millió nyugatnémet márkát tettek ki.

A *Goldenstedt Z I* jelű kútban végrehajtandó repesztési művelet megtervezésekor a legkorszerűbb technika alkalmazását és kereken 300 m hosszú repedések létrehozását irányozták elő.

Az emulziós szuperrepesztési eljárást a Német Szövetségi Köztársaságban első alkalommal a Mobil Oil irányításával az *Alfeld-Elze Z 4* jelű kútjában, a viszonylag kis mélységben, —1500 m-en települt vörös fekü homokkőben sikerrel hajtották végre. Ehhez az eljáráshoz repesztőfolyadékként két rész dizelolajból és egy rész vízből álló emulziót használtak. A kitámasztó anyag Ottawa-homok volt. A tárolóba összesen 340 m³ dizelolaj—víz emulziót és 70 t Ottawa-homokot sajtoltak be 575—475 bar nyomáson és 2500 l/min ütemmel. A Halliburton szivattyúegység összegezett teljesítménye 6200 LE volt.

A repesztés előtt a kút 6 bar nyomáson óránként kereken 1000 nm³ gázt termelt, a kezelés után pedig óránkénti termelése gazdaságosnak mondható szintre, kereken 5000 nm³-re emelkedett. Az NSZK területén ilyen mélységben első alkalommal sikerrel végrehajtott kútserkentés új távlatokat nyit meg a felsőkarbon, valamint a többi mélyebben települt, rossz áteresztőképességű formációk gázvagyonának gazdaságos feltárása előtt.

Europe-Oil-Telegram 1977. 45. sz.

Sz. K.

Ausztria földgázfogyasztása

Ausztriában a földgázfogyasztás 1975-ben és 1976-ban az egyes szektorok között az alábbiak szerint oszlott meg:

Ezer m³

Szektor	1975	1976	1975/1976, %
Gázművek	321 768	271 113	−15,7
Villamos művek	800 354	911 385	+13,9
Ipar	1 639 423	1 884 936	+15,0
Petrolkémia	318 941	454 779	+42,6
Háztartások	475 646	624 778	+31,4
Távfűtő művek	58 309	67 159	+15,2
Kőolaj-finomítók	nincs adat	201 261	
Összesen	3 614 441	4 414 591	+22,1

Europe-Oil-Telegram 1977. 45. sz.

Sz. K.

*

Az USA függősége a külföldi olajszállításoktól

Az importforrások földrajzi megoszlása

%

	1960	1970	1973	1974	1975	1976
Nyugati országokból	78	78	50	42	34	28
Keleti országokból	22	22	50	58	66	72

Megjegyzés: Az USA-ba irányuló kanadai olajexport csökkenése az USA keleti olajtól való függőségét még jobban elmélyíti, és ez a függőség katonai válság vagy háború esetén katasztrofális lehet.

Az USA olajimportjának megoszlása származási országonként

%

	1960	1970	1973	1974	1975	1976
Arab OPEC	15	12	30	24	21	17
Nem arab OPEC	70	57	48	58	49	45
Egyéb országok	15	31	22	18	30	38

Megjegyzés: Az 1976. évi import az USA olajfogyasztását 42%-ban fedezte. Az 1977-ben várható szint 46%. Egy esetleges OPEC-embargó az 1977. évi ellátást 40%-kal csökkentené, ami az 1973—1974. évi embargóval okozott csökkenés ötszöröse.

J. Pet. Technology 1977. márc.

Sz. K.

A szénhidrogén-kutatás és -feltárás költséggazdálkodásának számítógépes részrendszere

SZARVASINÉ
SZABÓ VERONIKA

A növekvő információigény, elsősorban a rendelkezésre bocsátott kutatási keretekkel való pénzügyi gazdálkodás ellenőrzése, szükségessé teszi a kutató-feltáró üzemek információ-rendszerének korszerűsítését.

A tanulmány értékeli a jelenlegi információ-rendszert, kiemeli előnyeit, rámutat hiányosságaira. E hiányosságok kiküszöbölését a szerző az OKGT használatában levő egyik számítógép segítségével tervezi. Vázlatosan ismerteti a számítógépi rendszert és annak működési vázlatát.

Helyzetelemzés és szervezési elgondolás

A növekvő információigény szükségessé, az elektronikus számítógép lehetővé teszi a kutatás-feltárás információ-rendszerének korszerűsítését. Nagy vonalakban vázoljuk a kialakítandó számítógépi rendszer koncepcióját, és ismertetjük az ahhoz vezető megfontolásokat.

A koncepciókészítéssel kapcsolatos szempontok három fő kérdés köré csoportosíthatók:

— melyek a jelenlegi információ-rendszer hiányosságai;
— mi legyen a számítógépesítés fő iránya, és ezen belül milyen területre terjedjen ki;
— a kijelölt területeken milyen koncepció szerint kell a számítási fejlesztést végrehajtani.

Az alábbiakban a szénhidrogén-kutatás és -feltárás költséggazdálkodási részrendszerének elgondolását e kérdések részletes megvizsgálásával kapcsolatosan fejtjük ki.

A jelenlegi információ-rendszer értékelése

A szénhidrogén-kutatás és -feltárás költséggazdálkodási rendszere egy viszonylag jól megtervezett és rendszeresen, üzemszerűen működő információ-rendszerre támaszkodik.

A jelenlegi rendszer előnyei a következők:

— az információfeldolgozási tevékenységek és műveletek rögzítettek (pl. elő- és utókalkuláció);
— az információigény ismert (kutankénti, kalkulációs fejezetek és naptári időszakok szerinti költségbontás, összesítések);
— a rendszer működéséhez a megfelelő bizonylatok és kódszámrendszerek többségükben rendelkezésre állnak;
— a rendszer már hosszabb ideje üzemszerűen működik.

Mindezek ellenére a rendszernek a szénhidrogén-kutatást és -feltárást irányító vezetés különböző szintjein álló vezetők véleménye szerint számos hiányossága van, és funkcióját csak részben képes betölteni. Ez alapvetően azzal magyarázható, hogy az információrendszer fejlődése nem tartott lépést a szénhidrogénkutatásban, valamint a tröszt munkájában és szervezeti felépítésében az utóbbi időben bekövetkezett változásokkal.

A jelenlegi rendszer főbb hiányosságai a következőkben összegezhetők.

a) *Az információszolgáltatás számviteli mérlegszemlélete.* A rendszerben folyamatos adatfeldolgozás folyik — a költségeket rendszeresen vezetik, illetőleg összesítik —, ebből azonban információs táblázatokat csak negyedévenként, a számviteli mérleg összeállításának idején készítenek. A mérlegszemlélet egyben az információfeldolgozás irányát és gyakoriságát is megszabja.

b) *Az információfeldolgozás utólagos, regisztratív jellegű.* Jórészt a mérlegszemléletből következik, hogy a rendszer csak utólagos információk kibocsátására alkalmas. Ez egyet jelent azzal, hogy vezetési céllal operatív információkat a rendszer nem szolgáltat. Az információkibocsátás negyedéves gyakorisága vezetési szempontból önmagában is elégtelen.

c) Az adatfeldolgozási folyamatoknak *az egyedi utókalkulációra beállított egyoldalúsága.* A rendszer működésének alapját a kutakról (fúróponokról) készített egyedi elő- és utókalkulációs célú feldolgozások képezik. A rendszernek ez a része aránylag jól kidolgozott, de *az* ezekből előállítható üzemi, tröszti szintű *aggregált információk* feldolgozásának, illetőleg *előállításának rendszere hiányzik.*

d) *A felsőbb vezetés számára készült információk feldolgozásának hiánya.* A rendszer túlzottan pénzügyi (számviteli) szemléletű. Az egyedi kalkulációra való irányítottsága miatt a vezetési szintenként differenciált információszolgáltatás teljes mértékben hiányzik. Ez többek között az üzemek irányítóit vagy a tröszt különböző szerveit informáló táblázatok, így a termelési fázisokat vagy technológiai szakaszokat (pl. a befejezett és a befejezetlen kutak készültségi állapotát) tükröző táblázatok hiányából is észrevehető.

e) *Az elemző információk hiánya.* A rendszer a fentieken kívül az elmúlt időszakban végzett tevékenységek adatainak jövőbeli, főleg tervezési célú felhasználására sem nyújt lehetőséget, tekintve, hogy ilyen jellegű feldolgozásokat és táblázatokat szintén nem készítenek. A hasonló geológiai adottságokra telepített és mélyített, illetőleg a földrajzilag

azonos helyen telepített fúrások utókalkulációs adatainak feldolgozása a tervezést jelentős mértékben segítené.

A rendszer felsorolt hiányosságai természetszerűleg nem jelentik azt, hogy ezeket a funkciókat a rendszer egyáltalán nem látja el. Sokkal inkább van szó arról, hogy a működtetés során a rendszer karbantartását végző szervezetek minden szükségesnek ítélt feldolgozást elvégeztettek, az így létrejött információszolgáltatás azonban nem tartozott a rendszer állandóan viszszatérő, bevezetett szolgáltatásai közé. Ezt az adatszolgáltatást a feldolgozásokkal járó manuális munka nagysága nem is tette volna lehetővé.

A tröszti vezetés információigényei azonban mindinkább ilyen egyedi információszolgáltatás irányába tolódtak el. Ezt az igényt egyrészt a termelési erőforrásokkal (a pénzügyi kerettel, nagy értékű termelőberendezésekkel) való hatékonyabb gazdálkodásra való törekvés váltotta ki, másrészt az is szerepet játszott, hogy a kutatási és feltárási tevékenység szervezésében a tröszt egyrészt a vállalatvezetés, másrészt az iparági középszintű irányító szerv, valamint a főhatóság szerepét és az ezzel járó feladatokat egyaránt gyakorolja, ami önmagában is meglehetősen nagy volumenű és strukturált információigényt feltételez.

A növekvő információigény, valamint az ezzel járó manuális munka szükségessé teszi a költséggazdálkodáshoz kötődő információ-rendszer átszervezését. Egy tröszti számítógép üzembe helyezése ugyanakkor lehetőséget ad arra, hogy az új rendszer koncepcióját számítógépre alapozva készíthessük el.

A számítógépesítés irányainak és területeinek vizsgálata

A rendszer számítógépre való átszervezésével kapcsolatosan elsőként a számítógépesítés irányait és lehetséges területeit kell feltérképeznünk, és csak ezt követően lehet hozzáfogni a rendszer koncepciójának felvázolásához.

A lehetséges területek kijelölésekor abból kell kiindulni, hogy adva van egy kialakult és jól begyakorolt költséggazdálkodási input alrendszer. Ez az alrendszer a felmerült elemi költségek bizonylatszerű rögzítésére alapozódik, vagyis a költségek lehető legrészletesebb bontása rendelkezésre áll. Ilyenformán az új rendszer változtatás nélkül támaszkodhat a régi rendszer input alrendszerére, tekintve, hogy ez a feldolgozás és az információszolgáltatás rendszerét nem fogja befolyásolni.

A jelenlegi rendszerbe a bemenő adatok — a számviteli célú felhasználást követően — az elszámolási alrendszer számára meghonosított bizonylatok másodlagos feldolgozása útján kerülnek be. A számítógépes feldolgozás sok esetben szükségessé teszi az input adatoknak az „ébredés helyéhez" közelebb eső rögzítését, mivel ez nagyszámú hibalehetőség kiküszöbölését eredményezheti. Esetünkben egy ilyen megoldás nem látszik célszerűnek, mivel ez egyet jelentene az üzemek összes termelési bizonylatának teljes átdolgozásával. Ez pedig — tekintve a költséggazdálkodási rendszer input adatainak nagyfokú heterogenitását (bér-, anyag-, idegen munkavállalási stb. költségeket) — a rendszer szervezési munkálatait jelentős mértékben megnövelné, és az egész rendszer bevezetését irreálissá tenné.

A kutatási és feltárási tevékenység információ-rendszerének számítógépesítési előrehaladása során, amikor a termelésirányítással kapcsolatos területek számítógépesítése is jelentős mértékben előrehaladt, ezt a kérdést ujólag meg kell vizsgálni. Ekkor ugyanis az „ébredés helyén" megvalósuló közvetlen adatrögzítés, illetőleg a költséggazdálkodási rendszer más részrendszerből, közvetlen számítógépi adathordozón történő inputját már reális változatként lehet majd megvizsgálni.

Az eddig elmondottak természetszerűleg nem vonatkoznak az input adatok formai bevitelének szabályaira; ezen a területen a meglevő bizonylatoknak az adatrögzítés megkönnyítését célzó átalakítására mindenképpen szükség lesz.

Nagyobb problémát jelent az output-táblák megtervezése. A meglevő rendszer információkibocsátása, amint azt az előző pontban kifejtettük, nem felel meg a jelenlegi igényeknek.

Ezeket az igényeket a bemenő adatokkal összefüggésben vizsgálva *megállapítható, hogy az információszolgáltatást nem az adatok hiánya, hanem a feldolgozási kapacitások elégtelensége gátolja.* Ebből eredően a számítógépesítés fő feladataként a meglevő adatok minél szélesebb körű feldolgozását kell megjelölni az elemi költségek tételes nyilvántartása által nyújtott lehetőségekből kiindulva, figyelembe véve a különböző jellegű információigényeket is. A rendszernek az alábbi területek információellátását kell célul kitűzni:

— az üzemek költségfelhasználásának követése és a tröszti pénzügyi kerettel való gazdálkodás irányítása;
— az üzemi termelőtevékenység operatív munkájának előmozdítása, és a fúrások készültségi állapotának figyelése;
— egyedi, fúrópontonkénti kalkulációs számítások elvégzése;
— utólagos elemző és egyéb statisztikai információk összeállítása.

Az elsőként megjelölt területen a fő feladat a fúrópontonkénti egyedi és üzemenkénti összesített költségek naptári időszakok szerinti nyilvántartása. A költségeket a különböző szervek igényeinek megfelelően differenciálva kell nyilvántartani, így pl. a tervezett költségekhez viszonyítva, kalkulációs fejezetek szerint bontva, azonkívül fúrástípusok (kutató és feltáró) szerint elkülönítve stb.

A második terület feladata a költségek nyomon követése: a terv- és tényadatokból nyerhető termelésirányítási információk előállítása, és ezen keresztül a termelés operatív irányításának elősegítése. Mindezek a költségek fúrópontonként való és különböző részletezésű kimunkálásával érhetők el.

A harmadik terület a meglevő rendszer utókalkulációs információszolgáltatásának átvételét és bizonyos mértékű kiterjesztését jelenti. Az adatszolgáltatás szerkezetének változására csak minimális mértékben van szükség, míg a kiterjesztés csak bizonyos aritmetikai feldolgozások gépi elvégzését jelenti.

A negyedik terület a műszaki vagy a gazdasági tervezést segítő, elemző információk utólagos kimunkálását jelenti. Műszaki és gazdasági szempontból egyaránt javítja a tervezés megalapozottságát, pl. egy adott

földrajzi körzetben végzett fúrások tényadatainak elemzését, illetőleg felhasználását, vagy pl. a különböző mélységű fúrások költségszerkezetének összehasonlítását.

A számítógépi rendszer koncepciója

Az elmondottak alapján az újonnan kialakítandó rendszer koncepcióját már könnyen fel lehet vázolni.

A rendszer működése az egyedi fúrópontok lemélyítése folyamán felmerült költségek (elemi költségtételek) tételes nyilvántartásán és rendszeres feldolgozásán alapul. Egy elemi költségtételt egy költségfelhasználási bizonylat vagy annak egy tétele reprezentál. A költségtétel két részből tevődik össze: az egyik részét a felmerült költség forintban kifejezett értéke, a másik részét pedig a felhasználás helyét, célját, idejét stb. megjelölő kódszámok sorozata alkotja.

Az input adatokat az eddig is alkalmazott rendszer szerint kell begyűjteni, az erre szolgáló bizonylatokat azonban az adatrögzítés megkönnyítése érdekében formailag át kell alakítani. Az adatrögzítés közvetlenül mágnesszalagra, esetleg lyukszalagra történhet.

A betáplált és rögzített adatok tárolására egy fúrópontonként vezetett költségnyilvántartást, valamint egy mozgás-file-t kell létrehozni, utóbbit az elemi költségtételek nyilvántartására. Az adatokat mágneses adathordozón kell nyilvántartani, a mozgás-file-t lehetőleg lemezen, az egyedi fúrópontok file-ját mágnesszalagon, mivel itt a hozzáférés elsődlegesen, szekvenciálisan történik.

A rendszer információkibocsátása az elemi költségtételek, illetőleg az egyedi fúrópontok file-rekordjainak különböző szempontok szerinti feldolgozására alapozódik. Az információkibocsátás az előre meghatározott közlési táblák rendszeres elkészítésével történik. A rendszer céljait tekintve főleg a havi gyakoriságú információkibocsátás tartható célszerűnek. Biztosítani kell azonban, hogy a rendszer potenciálisan alkalmas legyen a lekérdezés útján megvalósuló információ kibocsátására. Mivel nem nagy adattömegről van szó, a nyomtatás on-line módon megvalósítható.

A táblázatok a költségfelhasználás figyelése által, a pénzügyi forrásokkal való gazdálkodás mellett adjanak információt a fúrópontok készültségi állapotáról és a költségek alakulásáról, tegyék lehetővé a fúrások utókalkulációs számításainak elvégzését, valamint a befejezett fúrások adatainak elemzési célokra való utólagos statisztikai feldolgozását.

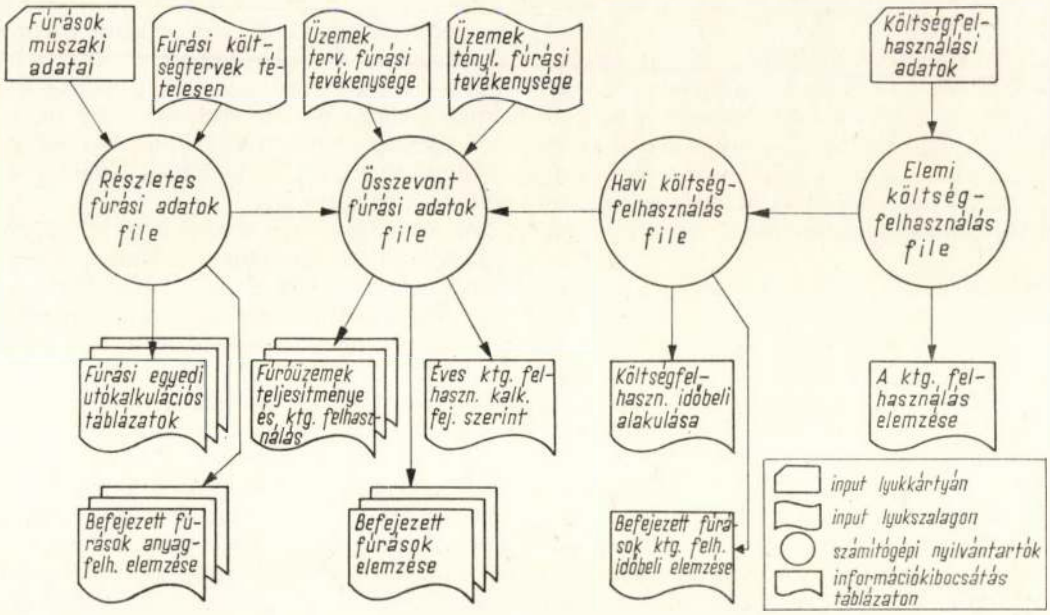
Az első két területen az operatív vezetéshez döntéselőkészítési és tájékoztató információk előállítása a cél, a harmadik területen pedig az egyedi elszámolás és elemzés biztosítása képezze a rendszer feladatát. A negyedik területen a műszaki és gazdasági tervezés szempontjai alapján kell az információszolgáltatást kialakítani. Ez elsődlegesen az egyedi fúrások adataiból készített, aggregált információk előállítását igényli.

A koncepcióban végül azt is rögzíteni kell, hogy az új rendszer vegye figyelembe a tröszti számítógépesítés terjedéséből eredő hatásokat, illetőleg adjon lehetőséget az ilyen irányú későbbi továbbfejlesztésre.

Ezt a szempontot főleg a rendszertervezés egyes fázisaiban, ezen belül is a file-szerkezet tervezésében, valamint a programrendszer kellően moduláris struktúrájának kiépítésében kell tekintetbe venni.

A rendszer információkibocsátásának tervezése

A rendszerbe betáplált adatok széles körű információkibocsátásra adnak lehetőséget. A költségadatokból ugyanis — bizonyos más adatokkal kombinálva — számos olyan új információ is előállítható, amelyek felhasználási területe már elég távol esik a pénzügyi kerettel való gazdálkodás vagy akár tágabb értelemben véve a költséggazdálkodás területétől.



1. ábra
Az OKGT szénhidrogén-kutatási és -feltárási tevékenysége költséggazdálkodási rendszerének működési vázlata

Az információfeldolgozási lehetőségeket figyelembe véve a rendszer az alábbi területekre képes információt szolgáltatni:

— a pénzügyi kerettel való gazdálkodás nyomon követésére;
— a fúrási üzemek tevékenységének és a fúrások készültségének figyelemmel kísérésére;
— a fúrások egyedi utókalkulációjára;
— elemzési és statisztikai feldolgozásokra.

A fenti csoportokon belül további megkülönböztetést kell tenni aszerint, hogy az információt a vezetés mely szintjén fogják felhasználni. A felső vezetés számára az átfogó, aggregált információnak van jelentősége, míg a vezetési hierarchiában lefelé haladva egyre részletesebb információkra van szükség.

A rendszer működése

Végezetül — a kialakított rendszer működésének kérdéseivel kapcsolatban — röviden vázoljuk a rendszer működését megvalósító programrendszert.

A rendszer működését viszonylag egyszerű programrendszerrel lehet megvalósítani. Tervezetünk szerint ez a programrendszer az alábbi részekből (modulokból) tevődik össze:

— a részletes fúrási adatok file-jának létrehozása;
— az összevont fúrási adatok file-jának létrehozása;
— az elemi költségek file-jának létrehozása;
— a költségadatok feldolgozása;
— a közlési táblázatok elkészítése.

A rendszer működési vázlatát az *1. ábra* szemlélteti.

A rendszer futtatása havi gyakorisággal történik, amely az éves terv- és tényadatokra alapozódik. Év közben a file-okból rekordot csak technikai okokból kell törölni. A havi feldolgozás mellett ezért csupán a *rendszer évenkénti felújítása jelent* még futtatási feladatot. Ennek keretében az élő fúrások rekordjainak a rendszer file-jaiból való leválasztását, a már nem élő rekordok archiválását, valamint a következő év adatait tartalmazó file-ok technikai előkészítését kell elvégezni.

IRODALOM

[1] *Kiss I.:* A gazdasági rendszerszervezés alapjai. Bp. Stat. K., 1971.
[2] *Du Roscoat:* A számítógépek programozásának alapelvei. Bp. 1971.
[3] *Homonnay H.:* Az elektronikus adatfeldolgozás technikai eszközei. Bp. Stat. K., 1970.
[4] *Nijssen G. M.:* Bevezetés a file-szervezésbe. Bp. Stat. K., 1971.
[5] OKGT B—6/1973. sz. vezérigazgatói utasítás.

KÜLFÖLDI HÍREK

Norvégia szénhidrogénvagyona és -termelése

A norvég kormány hivatalos kiadványban (Fehér Könyv) ismertette a szénhidrogén-bányászat fejlesztésének 1978—1981. évi programját, a kontinentális talapzat szénhidrogénvagyonának becslési adatait, valamint előrejelzéseit 1995-ig. A kiadvány szerint az ország kontinentális talapzatán 1976 végéig összesen 35 kőolaj- és földgáztelepet fedeztek fel, a feltárással kapcsolatos beruházások pedig (az elő- és mélykutatást kivéve) kb. 21 milliárd norvég koronát tettek ki.

A biztos szénhidrogénvagyon 1,5 milliárd t (itt és a továbbiakban olajra átszámítva). A feltárás alatt álló vagy a feltárásra előirányzott előfordulások összes készlete 1,2 milliárd t. A Fehér Könyv újraértékelte az ország kontinentális talapzatában rejlő valószínű szénhidrogénvagyont, s ennek nagyságát a korábbi 2—4 milliárd t helyett 3—4 milliárd tonnában jelölte meg.

A szénhidrogén-bányászat fejlesztési programja szerint az 1978—1981. évi időszakban Norvégia ebbe az iparágba — 1975-ös árakon számolva — 19 milliárd koronát ruház be. Az Északi-tenger norvég szektorában a három legnagyobb szénhidrogénmezőn — Ekofisk, Frigg és Statfjord mezőin — a kőolaj- és földgáztermelést az ez évi 20—25 millió t-ról 1981-re 65—70 millió t-ra emelik. Később a termelés már csak lassúbb ütemben emelkedik, 1985-ben eléri a 75 millió t-t, majd 1995-ig fokozatosan évi 25 millió t-ra csökken. A valamivel kisebb mezők (Hod, Valhall és az 1./9 blokk) termelésbe állítása 1985-ig némi termelésnövekményt eredményez majd. A szakértők véleménye szerint a jövőben esetleg még felfedezendő szénhidrogén-előfordulások 1985-ig aligha járulnak hozzá jelentősebb mennyiséggel a szénhidrogén-termeléshez.

A norvég kormánynak a szénhidrogén-termelésből eredő jövedelmét az 1978—1981. évi időszakra — 1975-ös árakon számítva — kb. 50 milliárd norvég koronára, folyó árakon számítva pedig 65—70 milliárd koronára becsülik. 1981-ig az adóbevételek oroszlánrészét az ekofiski, majd a friggi, de főként a statfjordi mező kőolaj- és földgáztermelése szolgáltatja.

Mint ismeretes, a friggi földgázmező az Északi-tengerben az angol és a norvég szektor határán fekszik. A közelmúltban a mező földgázvagyonának megoszlását újraértékelték, és a norvég Norske Hydro olajvállalat képviselőjének közlése szerint a korábbi 50%-kal szemben a földgázvagyonnak 60%-a fekszik a norvég szektorban.

A Norske Hydro társaságnak kb. 30%-os részesedése van a Frigg-mező norvég szektorában, és a földgázvagyon újrafelosztása — a társaság vezetőinek véleménye szerint — lényegesen növeli a mező termeltetéséből eredő nyereséget. Erről a mezőről a földgázt 1977 októberétől már folyamatosan a skóciai St. Fergus kikötőjébe szállítják. A számítások szerint a mezőn a maximálisnak tekinthető évi 15—17 milliárd m³-t kitevő földgáztermelést 1980—1981-ben érik el.

Petroleum Economist 1977. 5. sz.

Sz. K.

*

Fokozódik a kőolajtermelés az Északi-tenger brit szektorában

1976 folyamán a 98 millió tonnás angol kőolajszükségletből 11 milliót az északi-tengeri saját termeléssel fedeztek, 1977 januárjában már az angol kőolajfogyasztás 27%-át biztosították saját termeléssel.

Gas Wärme International 1977. máj.

Kisházi Anna

Az Egyesült Királyság hazai energiafogyasztása

Mt olajegyenérték

	1973	1975	1976*	1976/1975, %
Olaj	96,6	80,3	78,9	−1,7
Szén	78,2	70,6	71,8	+1,7
Földgáz	26,0	32,6	34,6	+6,1
Atomerőművi villamos energia	5,9	6,4	7,6	+18,7
Vízenergia	1,2	1,2	1,1	−8,3
Összesen	207,9	191,1	194,0	+1,5

* Előzetes adatok
Petroleum Economist 1977. 6.

Sz. K.

A hazai nagy tisztaságú természetes szén-dioxid-vagyon gazdasági megítélése

SIPŐTZ ISTVÁN—
POGÁNY LÁSZLÓ—
DEMETER ISTVÁN

A tanulmány a kutatástól a felhasználásig elemzi a szén-dioxid-termelés és a szén-dioxidos kihozatalnövelés technikai-gazdasági relációit az ásványvagyon-védelem és a vállalatirányítás szemléletében. A gazdasági elemzés szerint a két — céljában különböző, egymással dialektikus ellentétben álló — szemlélet együttes alkalmazásával feltárhatók a szén-dioxid-vagyon hasznosításának fő kérdései, és megfelelő információs bázison készíthetők el a fejlesztési döntések.

1. Bevezetés

Hazánk nemzetközileg is számottevő mennyiségű természetes szén-dioxiddal rendelkezik [1]. A szén-dioxid alkalmazási területe a tudomány és a technika fejlődésével párhuzamosan bővül. A felhasználás a fejlett ipari országokban előreláthatólag évi 10—15%-kal növekszik [2]. A hazai szén-dioxid-előfordulások hosszabb időn át értéktelennek minősültek. A költséghatár megállapítása [3] tette lehetővé, hogy a szén-dioxidot védett ásványvagyonnak tekintsük, és az ásványvagyon-gazdálkodás szemléletében is értékelhessük.

A tanulmány a nagy tisztaságú szén-dioxid-előfordulások hasznosításával foglalkozik. A hazai természetes szén-dioxid jelentős része földgázzal együtt fordul elő. A szén-dioxiddal szennyezett földgáz használati értéke elsősorban éghetőségétől, másodsorban nyomásától függ. A nagy tisztaságú előfordulások használati értékét ellenben a szén-dioxid előnyös tulajdonságai (élettani hatása, emberi fogyasztásra való alkalmassága, a levegőnél nagyobb sűrűsége, védőgázjellege, továbbá a szénhidrogén—szén-dioxid elegyek kedvező sajátságai stb.) határozzák meg. A nyomás a tisztítás, a szállítás és esetenként a felhasználás során hasznosítható. Az elválasztás gazdaságossága alapján, és a hazai ásványvagyon-gazdálkodás gyakorlatának [4] megfelelően az *1. táblázatban* részletezett — nagyrészt a 10 térf.%-nál kevesebb szennyeződést tartalmazó — előfordulásokat minősítettük nagy tisztaságúnak. Hasznosítás szempontjából a szén-dioxidot céltermékknek, a szénhidrogént pedig szennyeződésnek tekintettük.

2. A gazdasági elemzés feltételei

A felmérés a kutatástól a felhasználásig terjedő szén-dioxid-vertikum keretében különböző fázisszintű tevékenységekre terjedt ki. A gazdasági elemzést

— a vállalatirányítás gazdasági környezetét kialakító vállalati döntési modell szerint, és
— az ásványvagyon-védelem és -értékelés szemléletében

végeztük el. A vertikumhoz tartozó tevékenységeket és a kétféle szemlélet egyes azonos és eltérő vonásait az *1. ábra* mutatja be.

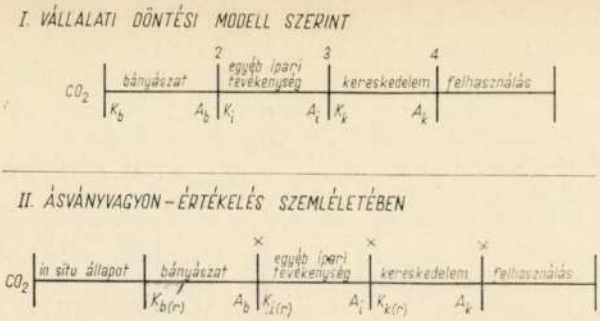
A vállalati döntési modell esetében a piaci árfeltételekből, a várható vállalati árbevételből indulunk ki. Számba vesszük az egyes fázisban szükséges tevékenységek költségét, és arra keresünk választ, hogy meny-

1. táblázat

Magyarország nagy tisztaság szén-dioxid-vagyonának néhány jellemzője

Az előfordulás helye és jellege	Ismeretesség	Kezdeti földtani vagyon %	Kihozatali tényező %	Kezdeti kitermelhető vagyon %	Kezdettől kitermelve Gnm³	Kitermelhető vagyon 1975. I. 1-én %
1	2	3	4	5	6	7
Mihályi, szabad	C_1	28	87	29	0,4	29
Répcelak, szabad	C_2	13	87	13	—	14
Budafa-mélyszint, szabad	C_2	13	53	9	0,7	6
Pásztori, szabad	C_2	2	87	3	—	3
Ölbő, szabad	C_2	18	87	19	—	20
Mezőcsokonya, szabad	C_1	7	85	7	—	8
Nagykőrös, olajjal összefüggő	B	2	85	2	0,4	—
Nagykőrös, szabad	C_1	*	80	*	—	*
Rákóczifalva, szabad	C_1	16	87	16	—	18
Zagyvarékas, szabad	C_2	*	87	*	—	*
Alföldi kis előfordulások	—	*	84	*	—	*
Összesen	—	100	—	100	1,5	100

* 1% alatt.



1. ábra
Fázisszintű tevékenységek a szén-dioxid-vertikumban

nyit fordíthatunk a szén-dioxid-bányászatra a vertikumi és a fázisszintű akkumuláció (nyereség) biztosítása mellett. Az általános feltételi egyenletek ennek megfelelően:

$$\acute{A} = \sum_f (K+A) \qquad (1)$$

$$\sum_f A \geqq 0 \quad \text{és} \quad A_f \geqq 0. \qquad (2)$$

Az ásványvagyon-értékelés szemléletében először a költséghatárt [3] és a reálköltséget, majd a költséghatár és a reálköltség különbözetét, vagyis az in situ értéket kell kiszámítani [12].
A feltételi egyenletek:

$$w = 3830(CO_2 - 0{,}53), \qquad (3)$$

$$\sum_f K_r = \sum_f F + \sum_f u, \qquad (4)$$

$$Y = w - \sum_f K_r. \qquad (5)$$

Ezután megvizsgáljuk annak a lehetőségét, hogy a számított in situ értéket — vagyis az előfordulás ásványvagyon-szemléletű értékét — a vállalati árbevételben realizáljuk. Kiszámítjuk tehát az in situ érték, valamint a vállalati költség és az akkumuláció összegét, s így megkapjuk a szükséges árbevételt:

$$Y + \sum_f (K+A) = \acute{A}_y. \qquad (6)$$

A jelenlegi gyakorlatnak és a művelésfejlesztés célkitűzéseinek megfelelően konkrét elemzés készült a Szénsavtermelő Vállalat 1980-ra prognosztizált termékválasztéka szerint, valamint a kőolaj-kihozatal növelését szolgáló művelési prognózisok alapján.

A Szénsavtermelő Vállalat a mihályi—répcelaki előfordulásból desztillációs és adszorpciós tisztítással nagy tisztaságú cseppfolyós szén-dioxidot termel, amit tartálykocsiban, tankautóban, valamint palackba és patronba töltve, továbbá szárazjégként hoznak forgalomba. A tisztítási veszteség — 5% szennyeződést tartalmazó nyersgáz mellett — 15%-ra tehető. A technológiai veszteség a termékstruktúra függvénye. A cseppfolyós szén-dioxid kereken 20%, a szárazjég kb. 40%, a patron mintegy 70% összveszteséggel állítható elő [5]. Az átlagveszteség a *2. táblázatban* ismertetett termékszerkezetben nyersgázra számítva 38%.

A szén-dioxid-besajtolás hazai alkalmazásának eredményeiről és lehetőségeiről [1] és [6] nyújt áttekintést. A Budafa-mélyszinti előfordulásra alapított dunántúli kihozatalnövelés kérdéseivel [7], [10] és [11] foglalkozik, a rákóczifalvi előfordulás hasznosítására előirányzott algyői kihozatalnövelés feltételeit pedig [8, 9, 10, 11] tárgyalja.

A budafai és lovászi mezőből szén-dioxid-besajtolással a művelési terv szerint 1975. I. 1-től még kereken 1,9 Mt kőolaj termelhető ki. A jelenlegi felhasználás ismeretében az ismételt visszasajtolás lehetőségét figyelembe véve és a műveléssel járó veszteséget becsülve feltételezzük, hogy egy tonna kőolajra 0,6 Enm³ szén-dioxid szükséges, tehát összesen mintegy 1,3 Gnm³ szén-dioxidot kell kitermelni. Az algyői mezőn ugyancsak 1975. I. 1-től mintegy 15 Mt kőolajtermelést várnak. A technológiai szén-dioxid-felhasználás a művelési prognózis szerint 1300 nm³/t kőolaj. A visszasajtolás és a veszteség figyelembevételével a fajlagos szén-dioxid-felhasználás mintegy 800 nm³/t kőolajra csökken. A szén-dioxid-szükséglet Algyőn kereken 1,8 Gnm³-re tehető. A távolsági szállítás és az előkészítés vesztesége mintegy 20%, tehát kereken 2,3 Gnm³ szén-dioxidot kell kitermelni.

Megjegyezzük, hogy a szén-dioxidos kihozatalnövelés olyan sajátos esetnek tekinthető, ahol a szén-dioxid-termelés és -felhasználás a bányászati fázison belül történik, az értékesített termék pedig nem a szén-dioxid, hanem a kőolaj. Ezért célszerűnek látszik, hogy a kőolaj- és a szén-dioxid-profilt együtt tárgyaljuk. Így fel sem merül az a kérdés, hogy mennyi a kihozatalnöveléssel elért többletkőolaj. Erre a kérdésre egyébként is csak közelítő válasz adható, első-

2. táblázat

A Szénsavtermelő Vállalat termékprofilja és prognosztizált (1980) ár- és költségszerkezete

Termékcsoport	Értékesített szén-dioxid-mennyiség	Árbevétel	Költség, MFt			Nyereség
	Et	MFt	bányászati fázisban	egyéb ipari fázisban	Összesen	MFt
Szifonpatron						
csere	4,9	245	4	203	207	38
új	0,2	52	1	39	40	12
export	0,4	146	1	115	116	30
Cseppfolyós szén-dioxid						
palackban	19,5	48	17	35	52	27
tartálykocsiban	19,5	31				
Szárazjég	17,5	73	10	15	25	48
Összesen	62,0	595	33	407	440	155

sorban a kőolaj ipari készletének lehetséges hibája és egyes műveléstechnológiai kérdések tisztázatlansága következtében.

3. Gazdasági megítélés a vállalatirányítás szemléletében

3.1. A Szénsavtermelő Vállalat profilja

A szénsavtermelő vállalati sémában *(2. ábra* I.*)* bányászati tevékenységnek tekintettük a kutatástfeltárást, a leművelést, a nyersgáz tisztítását és cseppfolyósítását. Egyéb ipari tevékenységnek minősítettük a töltést (kiszerelést), valamint a palack- és patronforgalommal járó tevékenységet. A termékek nagy részét ab gyártelep értékesítik, a szállítás általában a felhasználó dolga. A belföldi patront a kereskedelem hozza forgalomba. Az árfeltételeket a *3. táblázat:* az árbevételt, a költséget és a nyereséget termékprofil szerint a *2. táblázat* mutatja be [5] alapján. Az előirányzott árbevételnek közel 30%-a tőkés relációból származik, főként patronexportból.

A szén-dioxid-bányászatra fordított költség és a vállalati akkumuláció kapcsolatát kifejező (1) általános egyenlet konkrét formája a *2. ábra* I. modelljében a következő:

$$\acute{A} = K_b + K_i + A_b + A_i. \qquad (7)$$

A számszerű megoldás az értékesített szén-dioxidra számítva, MFt-ban (ami a *2. táblázatból* részben közvetlenül is leolvasható):

$$595 = 33 + 407 + A_b + A_i,$$

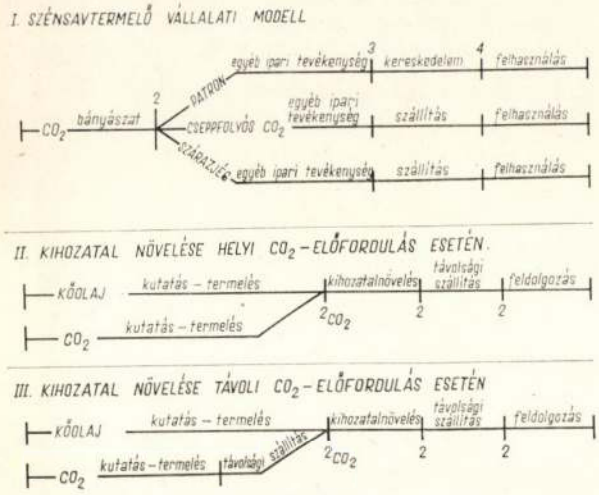
$$A_b + A_i = 155.$$

A fajlagos megoldás ugyancsak az értékesített szén-dioxidra számítva, Ft/t-ban:

$$9600 = 500 + 6600 + 2500;$$

a kitermelt ásványvagyonra számítva a veszteség (38 Et) és a fajsúly (2 kg/nm³) figyelembevételével, Ft/Enm³-ben kerekítve:

$$11\ 900 = 600 + 8200 + 3100.$$



2. ábra
Különböző szén-dioxid-profilok tevékenységi sémája vállalati döntési modell szerint

3. táblázat

A szén-dioxid ipari ára a termelés helyén (1975)

Egység: Ft/t szén-dioxid

Terméklista	Termékár ab gyártelep	Megjegyzés
Belföld		
Szifonpatron (csere)	50 000	3 Ft/doboz ár jóváhagyása esetén*
Cseppfolyós szén-dioxid		
palackban	2 500	átlagminőség
tartálykocsiban	1 600	
Szárazjég	4 100	
Export		
Szifonpatron új (Sparklets)	320—400 000	8000—10 000 $/t, 40 Ft/$
Szifonpatron új	150 000	4300 Rbl/t, 35 Ft/Rbl
Cseppfolyós szén-dioxid tartálykocsiban	1 000	730 o.Sch/t, 1,3 Ft/o.Sch.
Szárazjég	6 000	jugoszláv kötés alapján

* A szifonpatroncsere jelenlegi ipari ára 2,40 Ft/doboz, kereskedelmi ára 6 Ft/doboz.

Megállapítható, hogy a szóban forgó termékstruktúra, valamint ár- és költségszerkezet mellett igen jelentős nyereség (2500 Ft/t értékesített szén-dioxid; 3100 Ft/Enm³ kitermelt nyersgáz) képződik. A *3. táblázat* termékválasztékából csak a tartálykocsis export ráfizetéses. A nyereségén a szén-dioxid-bányászat és a -feldolgozás osztozhat az állammal, meg iparágon belül, ha bevezetik a szén-dioxid elszámoló árát.

A gazdasági elemzésből az is kitűnik, hogy a jelenlegi költség- és árszerkezetben igen kis bányászati költséghányad realizálódik, mivel a kútköltséget a feltárási alap (64 Ft Enm³) jelenti, a tisztítási költség pedig az egyéb ipari költséghez viszonyítva kicsi. A további kutatás-feltárás és az esetleges vezetékes szállítás, valamint a nyomásfenntartás és a tisztítási technológia fejlesztése a jelenlegi költséget lényegesen növelheti.

3.2. Kihozatal növelése a kőolaj-előforduláshoz közel eső szén-dioxiddal

A sémát a Budafa-mélyszinti előfordulás hasznosítására alapoztuk *(2. ábra* II*)*. A gazdasági értékelésre szolgáló (1) egyenlet konkrét formája a sémában, kőolajra és szén-dioxidra együtt a következő:

$$\acute{A}_o = K_{o,b} + A_{o,b} + K_{o,s} + A_{o,s}. \qquad (8)$$

Az árbevétel a kőolaj minőségét és elszámoló árát figyelembe véve a finomítóban 2100 Ft/t, a termelés helyén, a távolsági szállítás levonásával ($K_{o,s} + A_{o,s} = 100$ Ft/t), kereken 2000 Ft/t. A bányászat költségét — az 1,9 Mt kőolajkészlet letermeléséig, ami egyben 1,3 Gnm³ szén-dioxid kitermelését és felhasználását jelenti — a felsorolt szakirodalmi források felhasználásával a *4. táblázat* szerint becsültük.

Az előirányzott kőolajtermelés várható önköltsége tehát a termelés helyén mintegy 2100 Ft/t-ra tehető. Az önköltségnek csaknem 70%-át a kőolajtermelés

4. táblázat

Egység: MFt

Múltbeli ráfordítás a kőolajmezőn (nettó eszközérték 1975. I. 1-én)	400
Új föld alatti létesítmények a kőolajmezőn	236
Új felszíni létesítmények a kőolajmezőn	370
Új létesítmények a szén-dioxid-lelőhelyen	150
A kőolajtermelés folyó költsége (eszközmegtérülés és feltárási alap nélkül, 1400 Ft/t fajlagos költség alapján)	2660
A szén-dioxid-termelés folyó költsége (az anyagmérleg és a veszteség figyelembevételével 70 Ft/t kőolaj)	130
Összes bányászati költség a finanszírozástól függetlenül, a művelés végéig ($K_{o,b}$)	3946

folyó költsége teszi ki, a szén-dioxid költsége ehhez képest nem jelentős.

A (8) egyenlet számszerű megoldása a gazdasági elemzés alapján, Ft/t kőolaj egységben:

$$2100 = 2100 + A_b + 100,$$

$$A_b = -100.$$

A várható tényleges viszonyokat véleményünk szerint jó közelítéssel tükröző feltételek mellett a kőolajtermelés helyén nem várható akkumuláció.

3.3. Kihozatal növelése a kőolaj-előfordulástól távol eső szén-dioxiddal

A *2. ábra* III. sémáját a rákóczifalvi előfordulás Algyőn előirányzott hasznosítására alapoztuk, ennek megfelelően a szén-dioxid távolsági szállítását is tartalmazza. Megjegyezzük, hogy a kőolaj- és a szén-dioxid-előfordulás távolsága különböző lehet. A szállítás módját és konkrét megoldását sok tényező határozza meg. Távolsági szállításra a kihozatal növelésén kívül más okból is szükség lehet. A modell általánosabban is értelmezhető.

A tevékenységi sémának megfelelő konkrét összefüggés az (1) egyenlet értelmében a következő:

$$\acute{A}_o = K_{o,b} + A_{o,b} + K_{o,s} + A_{o,s} + K_s + A_s. \qquad (9)$$

A kőolaj árbevétele és szállítása az előző modellel azonos ($\acute{A}_o = 2100$ Ft/t; $K_{o,s} + A_{o,s} = 100$ Ft/t). A 2,3 Gnm³ szén-dioxid szállítása Rákóczifalváról Algyőre becslés szerint 300 MFt fejlesztési költséggel és 230 MFt üzemi költséggel jár. A bányászati költséget kőolajra és szén-dioxidra — a szén-dioxid távolsági szállítását is beleértve — az *5. táblázat* szerint becsültük.

Az előirányzott 15 Mt kőolajtermelés várható önköltsége tehát mintegy 760 Ft/t-ra tehető. Az önköltségnek kereken 50%-a a kőolajtermelés folyó költsége.

A (9) egyenlet számszerű megoldása a gazdasági elemzés alapján, Ft/t kőolajban:

$$2100 = 760 + 100 + A_{o,b} + A_s$$

$$A_{o,b} + A_s = 1240.$$

Az előre jelzett feltételek mellett — a kőolaj- és szén-dioxid-bányászatban és a szén-dioxid távolsági szállításánál közösen — a kőolajtermelés helyén (Algyőn) az értékesített kőolajra számítva tonnánként mintegy 1200 Ft nyereség képződhet, amin osztozkodni lehet az állammal, és szén-dioxid-elszámolóár bevezetése esetén az iparágon belül.

5. táblázat

Egység: MFt

Múltbeli ráfordítás a kőolajmezőn (nettó eszközérték 1975. I. 1-én)	1 000
Új föld alatti létesítmények a kőolajmezőn	1 800
Új felszíni létesítmények a kőolajmezőn	2 100
Új felszíni és föld alatti létesítmények a CO_2-mezőn (kereken 15 Ft/t kőolaj)	200
Szén-dioxid távolsági szállításának fejlesztési költsége (20 Ft/t kőolaj)	300
A kőolajtermelés átlagos folyó költsége (eszközmegtérülés és feltárási alap nélkül, 370 Ft/t fajlagos költséggel)	5 550
A szén-dioxid-termelés folyó költsége (15 Ft/t kőolaj)	230
A szén-dioxid-szállítás folyó költsége (15 Ft/t kőolaj)	230
Összes bányászati költség a finanszírozástól függetlenül, a művelés végéig ($K_{o,b}$)	11 410

4. Gazdasági megítélés az ásványvagyon-értékelés szemléletében

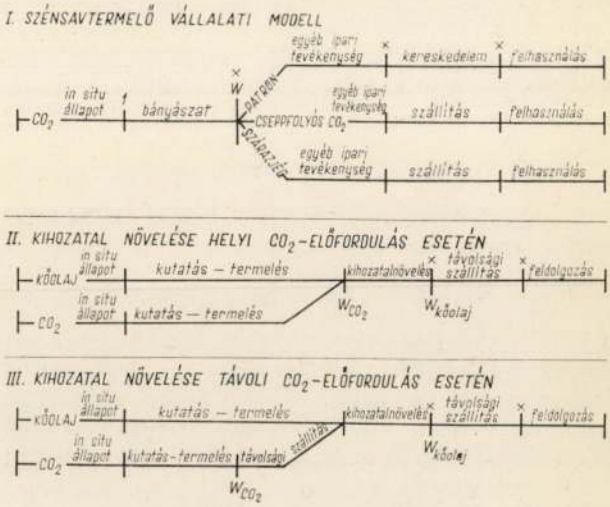
4.1. A Szénsavtermelő Vállalat profilja

A feldolgozásra előirányzott szén-dioxid szennyeződéstartalma 5%, egyenértékes szén-dioxid-tartalma 0,95. A költséghatár a (3) összefüggés alapján a kitermelt nyersgázra számítva:

$$w = 3830(0{,}95 - 0{,}53) = 1609 \text{ Ft/Enm}^3,$$

vagyis kereken 1300 Ft/t értékesített szén-dioxid.

A bányászati tevékenység reálköltsége ($K_{b,r}$) a *3. ábra* I. sémában — közelítő megoldásként — azonosnak vehető a vállalati bányászati költséggel (K_b), ami a 3.2. fejezet szerint 500 Ft/t értékesített szén-dioxid, illetve 600 Ft/Enm³ kitermelt nyersgáz.



3. ábra
Különböző szén-dioxid-profilok tevékenységi sémája az ásványvagyon-értékelés szemléletében

A feldolgozásra előirányzott szén-dioxid in situ értéke az (5) egyenlet alapján:

— a kitermelt nyersgázra számítva $Y=1609-600=$ $=1009$ Ft/Enm³,

— az értékesített szén-dioxidra számítva $Y=1300-$ $-500=800$ Ft/t.

Az in situ érték realizálásának feltételét a (6) általános egyenlet alapján ebben a sémában a következőképpen fejezzük ki Ft/t értékesített szén-dioxidban:

$$\acute{A}_y = Y+K_b+K_i+A_b+A_i. \qquad (10)$$

A 3.2. fejezetben láttuk, hogy az átlagtermékre 7100 Ft/t bányászati és egyéb ipari költség jut (K_b+ $+K_i=7100$ Ft/t). A gazdasági elemzés alapján kiszámíthatjuk az in situ érték realizálásának átlagárfeltételét akkumuláció nélkül az értékesített szén-dioxidra számítva a következők szerint:

$$\acute{A}_y = 800+7100 = 7900 \text{ Ft/t}.$$

A ténylegesen elérhető vállalati árbevétel (Á) — a 3.2. fejezet szerint — 9600 Ft/t. Az összehasonlításból megállapítható, hogy

$\acute{A}_y-\acute{A}=9600-7900=1700$ Ft/t értékesített szén-dioxid, vagyis a szénsavtermelő profil (a vizsgált termékválaszték és az előre jelzett ár- és költségszerkezet mellett [5]) az in situ értékben megnyilvánuló akkumuláción felül további 1700 Ft nyereséget hoz létre az értékesített szén-dioxidra számítva.

Az in situ érték realizálása némileg csökkenti a vállalati akkumulációt. Az in situ érték azonban a vállalati önköltséghez és az árbevételhez képest nem jelentős, ezért a tevékenység annak beszámítása esetén is nyereséges, vállalati szempontból vonzó marad.

4.2. Kihozatal növelése a kőolaj-előforduláshoz közel eső szén-dioxiddal

A Budafa-mélyszinti előfordulás költséghatára a 19% szennyeződéstartalomnak, ill. a 0,81 egyenértékes szén-dioxid-tartalomnak megfelelően a (3) egyenlet alapján, a nyersgázra számítva:

$$w = 3830(0{,}81-0{,}53) = 1072 \text{ Ft/Enm}^3.$$

A reálköltséget [12] felfogásában, a művelési technológiát [10] alapján prognosztizáltuk a (4) egyenletnek megfelelően, a következő végeredménnyel:

$$K_r = 336 \text{ Ft/Enm}^3 \text{ kitermelt nyersgáz.}$$

A szén-dioxid-vagyon in situ értéke a felmérés szerint számszerűen a következő:

$$Y = 1072-336 = 736 \text{ Ft/Enm}^3.$$

A kőolaj költséghatárát [12] szerint, a minőségi ismérveknek megfelelően számítottuk ($w_o=4600$ Ft/t), a reálköltségét pedig ugyancsak [12] szerint a tervezett kihozatalnövelés — (10) egyenlet — alapján becsültük ($K_{r,o}=2060$ Ft/t). A kőolaj in situ értéke számszerűen:

$$Y_o = 4600-2060 = 2540 \text{ Ft/t}.$$

Az in situ érték realizálásának feltételét kifejező (6) általános egyenlet konkrét formája a *3. ábra* II. sémájában kőolajra és szén-dioxidra együtt:

$$\acute{A}_{o,y} = Y_o+q\cdot Y+K_o+K+A_o+A. \qquad (11)$$

A kőolaj- és a szén-dioxid-termelés együttes önköltsége — a 3.2. fejezet szerint — 2100 Ft/t kőolaj. Láttuk továbbá (2. fejezet), hogy 1,9 Mt kőolajhoz 1,3 Gnm³ szén-dioxid kell, vagyis $q=0{,}7$ Enm³ CO_2/t kőolaj.

A szén-dioxid-besajtolással kitermelt kőolaj minimális árbevétele a fenti tételekkel, a termelés helyén, akkumuláció nélkül ($A_o+A=0$) a következő:

$$\acute{A}_{o,y} = 2540+0{,}7\cdot 736+2100 = 5160 \text{ Ft/t}.$$

A finomítóban a kőolaj távolsági szállítását számba véve ($K_{o,s}+A_{o,s}=100$ Ft/t) pedig 5260 Ft/t. Ekkora kőolaj-árbevétel elérésére nincs sok kilátás.

4.3. Kihozatal növelése a kőolaj-előfordulástól távol eső szén-dioxiddal

A rákóczifalvi előfordulás költséghatára a 10% átlagos szennyeződéstartalomnak megfelelő 0,90 egyenértékes szén-dioxid-tartalom mellett a (3) egyenlet alapján:

$$w = 3830(0{,}90-0{,}53) = 1417 \text{ Ft/Enm}^3.$$

A reálköltséget a bányászat és a távolsági szállítás fázisában (*3. ábra* II. séma), [12] felfogásában, a művelési tervelőirányzat [10] alapján prognosztizáltuk:. A (4) egyenlet értelmében végzett becslés végeredménye:

$$K_{b,r} = 150 \text{ Ft/Enm}^3, \quad \text{és} \quad K_{s,r} = 250 \text{ Ft/Enm}^3.$$

A szén-dioxid-vagyon in situ értéke az ismertetett feltételek mellett az (5) általános egyenletnek megfelelő konkrét formában erre az esetre a következő:

$$Y = w-K_{b,r}-K_{s,r}, \qquad (12)$$

számszerűen a gazdasági elemzés alapján pedig:

$$Y = 1417-150-250 = 1017 \text{ Ft/Enm}^3.$$

A kőolaj költséghatára (w_o) ugyancsak a [12] szerint és a minőségi ismérveknek megfelelően 4500 Ft/t, reálköltsége (Y_o) pedig a művelésprognózis [10] alapján a (4) egyenlet szerint kereken 950 Ft/t-ra becsülhető. A kőolaj előrelátható in situ értéke számszerűen, a felmérés szerint:

$$Y_o = 4500-950 = 3550 \text{ Ft/t}.$$

A kőolaj és a szén-dioxid in situ értékének együttes realizálását, a kőolaj árbevételében az adott feltételek mellett, a termelés helyén, a (6) általános egyenletnek megfelelően, a következő konkrét formában fejezzük ki:

$$\acute{A}_{o,y} = Y_o+qY+K_o+K_b+K_s+A_o+A_b+A_s. \qquad (13)$$

Láttuk (2. fejezet), hogy 15 Mt kőolaj kitermeléséhez 2,3 Gnm³ szén-dioxidot kell kitermelni, vagyis $q=$ $=0{,}15$ Enm³ CO_2/t kőolaj. A kőolaj- és a szén-dioxid-termelés és -szállítás együttes önköltsége 765 Ft/t kőolaj (3.3. fejezet). Az egyszeri és a folyamatos költségek részletezéséből kitűnt, hogy szén-dioxid-bányászatra (K_b) kereken 30 Ft/t kőolaj, a szén-dioxid távolsági szállítására (K_s) 35 Ft/t kőolaj önköltség jut;

vagyis a kőolajtermelés önköltsége (K_o) 700 Ft/t-ra tehető.

A szén-dioxid odaszállításával és besajtolásával kitermelt kőolaj minimális árbevétele az ismertetett feltételezés esetén, a termelés helyén, akkumuláció nélkül ($A_o+A_b+A_s=0$) a gazdasági elemzés szerint számszerűen a következő:

$$\acute{A}_{o,y} = 3550+0{,}15\cdot 1017+700+30+35 = 4465 \text{ Ft/t.}$$

A finomítóban a kőolaj távolsági szállításával ($K_{o,s}+$ $+A_{o,s}=100$ Ft/t) 4565 Ft/t. A minimális árbevétel realizálása valószínűtlennek tűnik.

5. Az elemzés eredményei

A főbb kiinduló feltételeket és eredményeket a *6. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázatban az előfordulás helyét és a felhasználás módját együttesen jelöltük meg, mert a felhasználás nagymértékben meghatározza az előfordulás hasznosítási lehetőségét.

A mihályi—répcelaki előfordulás belátható ideig biztosíthatja a jelenlegi termelési ütemben a nyersanyagellátást, sőt a termelés növelésére is nyújthatna lehetőséget. A Budafa-mélyszinti előfordulás csak a folyó és a tervezett helyi kihozatalnövelés szükségletét fedezi. A rákóczifalvi előfordulás pedig biztonsággal kielégítheti az Algyőn előirányzott kihozatalnövelést és a jelenlegi viszonylag kis ipari felhasználást [13] (*6. táblázat* 2. és 3. oszlop).

A készletellátottság megítélésekor figyelembe kell venni, hogy a szén-dioxid-vagyon túlnyomó része a C_1 és C_2 ismeretességi kategóriába tartozik. Szénhidrogén-analógiai valószínűsége pedig 0,50—0,75 lehet. Az ipari termékek előállítására vonatkozó vállalati előrejelzés 5% szennyeződést tartalmazó, az ipartelephez közel eső, és a jelenlegi tisztítási technológia révén meghatározott minimális nyomású nyersgázra vonatkozik. Nagymértékű bizonytalanság, hogy a felsorolt hármas feltételt a mihályi—répcelaki előfordulásnak jelenleg pontosan nem ismert hányada elégíti ki. Az igen nagy készlet ellenére indokolt tehát az óvatosság a termelés gyors növelése és újabb ipari fogyasztók bekapcsolása [13] megítélésében.

Kihozatalnövelés esetén a minőség és a tisztítás követelménye enyhébb, a kőolajtelep távolsága ellenben itt is lényeges.

A készletellátottsággal kapcsolatos meggondolások miatt merült fel a veszteség vizsgálata (*6. táblázat* 4. oszlop). Az ipari termékek előállítása, valamint a besajtolás és a visszatermelés során fellépő veszteségtényezőket és az okokat a 2. fejezetben ismertettük. Itt arra mutatunk rá, hogy a veszteség csökkentése a kitermelendő szén-dioxid mennyiségét is csökkenti, és ezzel növeli az ásványvagyon hasznosan kitermelhető hányadát. A veszteség csökkentése környezetvédelem szempontjából is fontos, különösen a széndioxidos műveléssel járó nagy anyagforgalom mellett.

Az ásványvagyon-értékelés mutatói közül a költséghatárt számszerűen (*6. táblázat* 7. oszlop) a kiszámítására előírt képletben levő állandók (3) és az előfordulás szennyeződéstartalma, illetve az egyenértékes szén-dioxid-tartalom (*6. táblázat* 5. és 6. oszlop) határozza meg, azzal a kiegészítéssel, hogy a hazai szén-dioxid-előfordulásokat — a szennyeződéstől eltekintve — egyenértékűnek tekintik.

A reálköltséget az ásványvagyon további kutatási és feltárási költsége; a termelés üteme, vagyis a bányászati létesítmények kapacitása és azok kihasználása; a tisztítási költség, vagyis a termékek minőségi követelménye; az esetleges távolsági szállítás, valamint az anyagmérleg közvetítésével a veszteség befolyásolja. Az elemzés szerint (*6. táblázat* 8. oszlop) a szén-dioxid reálköltsége közeli kőolaj-előfordulásnál való hasznosítás esetén a legkisebb, mivel nagy mennyiségben felhasználható tisztítás és távolsági szállítás nélkül. A távolsági szállítás és a vele járó veszteségtöbblet némileg növeli a szén-dioxid reálköltségét. A reálköltség ipari termékek előállítása esetén a legnagyobb — annak ellenére, hogy távolsági szállítást nem feltételeztünk — a viszonylag kis termelési ütem és a nagy tisztítási költség miatt.

Az in situ érték (*6. táblázat* 9. oszlop) a vizsgált tartományban érzékenyebb a költséghatár, tehát a szennyeződéstartalom különbségeire, mint a reálköltség eltéréseire. A költséghatárban és a reálköltségben kifejezésre jutó különbségek különböző előfordulásoknál azonos in situ értéket is eredményez-

6. táblázat

Az elemzés főbb kiinduló feltételei és eredményei

A szén-dioxid-előfordulás helye és a felhasználás módja	Kitermelendő szén-dioxid mennyisége	Kitermelendő szén-dioxid a kitermelhető vagyon %-ában	Veszteség a kitermelésre számítva	Szennyeződéstartalom a kitermelésre számítva	Egyenértékes szén-dioxid-tartalom	Költséghatár	Reálköltség	In situ érték
	Gnm³		térf. %	térf. %		Ft/Enm³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mihályi—répcelaki ipari termékek előállítása	évi 0,05—0,1	évi 0,5—1,0	38	5	0,95	1610	600	1010
Budafa-mélyszinti kihozatalnövekedés	1,3	87	40	19	0,81	1070	340	730
Rákóczifalvi kihozatalnövekedés	2,3	55	60	10	0,90	1420	400	1020

hetnek. Az in situ érték realizálhatóságát célzó elemzések megmutatták, hogy a jelenlegi számviteli és mérlegrendszerben a mihályi—répcelaki előfordulásból termelt ipari termékek árbevétele a szén-dioxid in situ értékében kifejezésre jutó akkumuláción felül további jelentős akkumulációs lehetőséget nyújt; a szén-dioxid-besajtolással kitermelt kőolaj árbevétele viszont elsősorban a kőolaj, valamint a szén-dioxid in situ értékében megnyilvánuló akkumuláció realizálását teszi lehetővé.

A vállalati szemléletű elemzések szerint a szénsavtermelő vállalati profil erősen nyereséges, a széndioxid-besajtoláson alapuló kőolajtermelés Algyőn nyereséges, a Dunántúlon viszont nem lehet nyereségre számítani. A vállalati szemlélet a mihályi—répcelaki előfordulásra alapított termelés növelésére, a devizaszerző export fokozására, a töltés és a csomagolás további automatizálására, a patroncsere helyett a vissza nem térő patron bevezetésére és a palacktöltés decentralizálására ösztönöz, de költségében gyakorlatilag nem érzékeli a veszteséget. A kihozatalnövelés tanulmányozása megmutatta, hogy a szén-dioxid-besajtolás a kőolajtermelés leszálló periódusában kis maradékkészlet esetén nem jár vállalati eredménnyel. Célszerűbb a besajtolást a kőolajtermelés felszálló periódusában megkezdeni, mert ebben az esetben kedvezőbb eredmény elérésére van kilátás.

6. Feladatok és döntési kérdések

A gazdasági felépítmény számos korlátja és ellentmondása (a költséghatár és az in situ érték vonatkozási helyével kapcsolatos kérdések, a reálköltség csak a bányászat meghatározott területén egyértelmű, és a számviteli és mérlegrendszertől eltérően értékeli a múltbeli és a jövőbeli ráfordításokat; a vállalati költségben a kutatás-feltárás költségei csak részben vagy egyáltalán nem jutnak kifejezésre, a feltárási alapképzés és a kútamortizáció összekapcsolása stb.) nehezíti az elemző-értékelő munkát, s ezért téves következtetésekhez vezethet. Az ebből adódó kettős feladat: a korlátok feloldásával és az ellentmondások feltárásával eljutni a helyes következtetésekhez, és figyelembe venni azok gyakorlati következményeit, s párhuzamosan fejleszteni a gazdasági felépítményt.

A szén-dioxid-előfordulások, valamint a szénhidrogénvagyon számbavételének kapcsolata tárgyában két kérdésre hívjuk fel a figyelmet.

— A földgázt és szén-dioxidot tartalmazó vegyes előfordulások értékelhetők földgázként vagy széndioxidként. Adott összetétel-tartományban a kettős értékelés lehetősége is fennáll. Szükséges a vegyes előfordulások értékelési bázisának egyértelmű meghatározása.
— A definíciószerűen marginális költséghatárt a kőolajnál a legnagyobb tőkés importár alapján, a szén-dioxidnál viszont az exportár bázisán állapították meg. Célszerűnek látszik a marginális jelleg egységes megítélésének vizsgálata.

A bányatermékek egyidejű többféle piaci megítélésének problémája a szén-dioxid költséghatárának megállapításakor is felmerült. Az általános ipari és mezőgazdasági felhasználásra és emberi fogyasztásra alkalmas szén-dioxiddal szemben ugyanis sokkal szigorúbb követelményeket támasztanak, mint a rétegbe történő besajtolás esetén. Besajtoláshoz elegendő a kismértékű vagy a távolsági szállításhoz megkívánt tisztítás, a másik esetben viszont alapos tisztítás, valamint a széndioxid értékének többszörösét kitevő további ipari és kereskedelmi tevékenység szükséges. Erre a gondolatmenetre vezethető vissza, hogy a Budafa-mélyszinti előfordulás költséghatárát az ismertetett általános feltételi egyenlettől eltérve más alapon állapították meg. Ez a körülmény metodikai szempontból azt jelenti, hogy előzetesen meg kell választani a széndioxid-vertikumnak *(3. ábra)* azt a pontját, amely a piaci feltételekre jellemző, és ebből kiindulva kell a költséghatárt kiszámítani. A besajtolásra felhasznált szén-dioxid költséghatára kisebb a másikénál, ezt a gazdasági körülményt a fejlesztési döntésekhez számításba kell venni.*

A szénhidrogénvagyon gazdaságilag optimális hasznosításához szükséges ismeretek közül leglényegesebbnek tartjuk a következőket:

— A számításba jövő kihozatalt növelő eljárások összehasonlítása alapján meghatározni a széndioxidos művelés alkalmazásának területi, technológiai és időbeli feltételeit.
— A mihályi—répcelaki előfordulás alaposabb megismerését. Geológiai feladat a készlet feltérképezése kutatással az ipari termékgyártás hármas követelménye (szennyezettség, nyomásviszonyok, az iparteleptől való távolság) szerint.

A fontos részproblémák közül kiemeljük

— a szén-dioxid távolsági szállításának egyeztetését az előkészítéssel és a felhasználással, vagyis a besajtolással és az ipari termékgyártással. A különböző halmazállapotú (gáznemű, cseppfolyós, szuperkritikus [15] szállítás összehasonlítását;
— a veszteségcsökkentés és a technológiai fejlesztés lehetőségének vizsgálatát, a töltés és a csomagolás automatizálását is beleértve; valamint
— a visszatermelt szén-dioxid megsemmisítésének, tárolásának vagy további hasznosításának kérdését.

Az ismeretszerzés és a fejlesztés lehetőségét behatárolja a korlátozottan rendelkezésre álló anyagi-szellemi forrás, ami a finanszírozásban jelentkezik. Az egyéb feladatokat szem előtt tartva lehet állást foglalni abban a kérdésben, hogy a műszaki fejlesztés, a kutatás-feltárás és a fejlesztés (beruházás) forrásaiból mennyit fordíthatunk a szén-dioxid-vagyon hasznosítására. Számításba jön a külkereskedelmi pénzügyi források igénybevétele is, mivel a veszteségcsökkentés és a technológiai fejlesztés exportra értékesíthető árualapot hozhat létre az ipari termékgyártásban. A szén-dioxid-vagyon hasznosítására vonatkozó és folyamatosan időszerűvé váló középtávú

* Általánosítva a tapasztalatokat leszűrhető az a következtetés, hogy az ásványvagyon gazdasági megítélését (in situ értékét, műrevalóságát) a nagyrészt bányászati adottságokból levezethető reálköltség mellett a piaci feltételekből meghatározandó költséghatár is nagymértékben befolyásolja. Egyidejűleg többféle költséghatár alkalmazása a szénhidrogénekre — különösen a földgázra — természetesnek tűnik, bár ez a felfogás elvi és kalkulatív nehézségek miatt eddig még nem terjedt el a gyakorlatban. A különböző energiahordozók termikus összehasonlításán alapuló költséghatár-kalkulációs gyakorlat azonban rávilágít arra, hogy az általánosítás számos előfeltételével rendelkezünk.

és távlati döntések a rendelkezésre álló ismeretek alapján hozhatók meg. A mihályi—répcelaki előfordulás perspektívája akkor tisztázható, ha megismerjük az előfordulás minőségi és helyi megoszlását, a kutatás és a fejlesztés technológiai és financiális lehetőségeit, valamint az értékesítés mennyiségi és árfeltételeit. Így kialakul az ipari termékgyártásra gazdaságosan felhasználható vagyon mennyisége, valamint az új termékstruktúra és technológia. Közben azonban időszerűvé válhat a folyamatos nyersgázellátás kérdése a jelenlegi technológiai és értékesítési feltételeknek megfelelően, illetve a technológia és esetleg az értékesítés módosítása a változó nyersgázellátásnak megfelelően. A rákóczifalvi előfordulás perspektivikus megítélése elsősorban az algyői szén-dioxidos kihozatalnöveléstől függ. Algyői felhasználás esetén a hasznosítás adott. Ellenkező esetben az előfordulás ipari termékforrásnak tekintendő, és annak megfelelően kutatandó és értékelendő. Kérdés azonban, hogy a korlátozottan rendelkezésre álló kutatási erőforrásokból mennyit lehet erre a célra fordítani? A Budafa-mélyszinti előfordulást besajtolásra előreláthatólag felhasználják. A kihozatalnövelés bővítése esetén távolabbi szén-dioxid-forrás igénybevételére is sor kerülhet.

A nagy horderejű döntések előkészítését szolgálja a technikai és a gazdasági feltételek kölcsönhatására alapított elemzés. Célszerűnek látszik az elemzéseket mind a vállalatirányítás, mind az ásványvagyon-gazdálkodás szemléletében elvégezni. Tapasztalatunk szerint ugyanis a kétféle, céljában eltérő és egymással dialektikus ellentmondásban levő szemlélet együttes alkalmazása vezet helyes következtetéshez.

JELÖLÉSEK

$\acute{A}$	árbevétel
$\acute{A}_y$	az in situ érték realizálásához szükséges árbevétel
K	költség
K_r	reálköltség
F	a fejlesztés reálköltsége
u	reál-üzemi költség
A	akkumuláció
w	költséghatár
Y	in situ érték
b	a bányászati tevékenység (fázis) indexe
i	az egyéb ipari tevékenység (fázis) indexe
s	a távolsági szállítási tevékenység (fázis) indexe
f	a fázisok száma
o	a kőolaj indexe
q	egy tonna kőolaj kitermeléséhez szükséges szén-dioxid Enm^3-ben.

A számításokat szükség szerint abszolút (MFt) és fajlagos (Ft/t, Ft/nm^3) számadatokkal végeztük; az alkalmazott dimenziót a szövegben tüntettük fel.

ÁBRAJELÖLÉSEK

x	a költséghatár levezetésére szolgáló információ lehetséges vonatkozási helye
w	a költséghatár vonatkozási helye
1	az in situ érték vonatkozási helye
2	a bányászati tevékenység végpontja
3	az egyéb ipari tevékenység végpontja
4	a kereskedelmi tevékenység végpontja
b	bányászati tevékenység (fázis)
i	egyéb ipari tevékenység (fázis)
k	kereskedelmi tevékenység (fázis)
(r)	reáljelleg (a zárójel a reáljelleg részlegességére utal)
K	a fázisban felmerülő költség
A	a fázisban szükséges akkumuláció.

IRODALOM

[1] *Bálint—Doleschall—Török:* A CO_2 alkalmazása a kőolaj- és földgázbányászatban. Bányaipari Gazdasági Tájékoztató különszáma. NIMDOK, 1969.

[2] Nagy fellendülés várható a CO_2-piacon. Chemical Week Aug. 13. 71—2 (1975).

[3] A nyers CO_2-gáz költséghatárának megállapítása. A KFH 1975. augusztus 26-i levele.

[4] Magyarország földgázkészletének mérlege az 1975. január 1-i helyzet szerint. OKGT-nyilvántartás.

[5] Szénsavtermelő Vállalat: A kitermelt nyersgáz gazdaságossága 1980-ban. (Számítási anyag a NIM részére.) 1975. júl. 10.

[6] *Bálint V.:* Olajkihozatalt növelő művelési eljárások fejlődése és hazai alkalmazásának lehetőségei. Kőolaj és Földgáz 289 (1975).

[7] *Németh E.:* Olajkiszorítás gázzal, vízzel és szén-dioxiddal a Felső Lispe K-2. jelű lencséjében. 2. r. Kőolaj és Földgáz 261—70 (1974).

[8] OKGT—OGIL: Rákóczifalva terület összefoglaló kutatási jelentése, 1975.

[9] OGIL: Rákóczifalva CO_2-mező művelési terve, 1975.

[10] OKGT—OGIL: Kőolajtelepek kihozatalának növelése (ÁTB-előterjesztést előkészítő tanulmány), 1975.

[11] OKGT—OGIL: A kihozatalt növelő eljárással termelt kőolaj gazdasági elszámolásának és szabályozásának módosítása az V. ötéves tervidőszakban. 1975. október.

[12] KFH—OÁB: A legfontosabb ásványi nyersanyagok műrevalósági újraminősítésének szakmai-módszertani előírásai. 1975.

[13] Magnezitipari Művek: A szénsavexpandáló beruházás üzemi tapasztalatai. Zárójelentés, 1971. február.

[14] A Központi Földtani Hivatal elnökének 12/1972. KFH számú utasítása a szénhidrogén-előfordulások ásványvagyonának ismeretesség (kategóriák) szerinti osztályozására. Bp., 1972.

[15] *West, J.:* Line will move 240 MMcfd of CO_2. The Oil and Gas J. *8* Nov. (1971).

Örvénykamrás földgáz-szeparálási kísérletek eredményei

MIKA GYÖRGY—
PACZUK LÁSZLÓ

A szerzők ipari méretű kísérleti berendezésben vizsgálták víz és gazolin leválasztását földgázból örvénykamra segítségével. Kifejlesztettek egy olyan örvénykamrát, amely megoldja a fázisok szétválasztását. A gázáramok gázkromatográfiás elemzésével megállapították, hogy a hideg és meleg gázáramok összetétele azonos, a komponensszétválasztás tehát kizárólag a fázisváltozás következménye. Vizsgálataik szerint az örvénykamrában a fázisok szétválasztása jó hatásfokú.

A legjelentősebb örvénykamrás földgáz-szeparálási kutatások eredményeinek összefoglalása

1961—65 között *T. Sz. Alekszejev* a krasznodári gázkondenzátum-lelőhelyen végzett örvénykamrás kísérleteket [1]. Az 1961-ben vizsgált kamra 45 mm átmérőjű volt, archimedesi spirális alakú bevezető csatornával. Az 1962-ben vizsgált 94 mm belső átmérőjű és 1500 mm hosszúságú örvénykamrának egyszerű tangenciális fúvókája volt. Sokat levon mérési eredményeik értékéből, hogy a folyadék mennyiségét szintezőléccel és vízérzékeny papírral mérték.

Alekszejev megállapította, hogy az örvénykamrában leváló kondenzátum zöme a meleg gázáramba jut. Összehasonlította az örvénycső és gravitációs szeparátor, ill. fojtószelep és gravitációs szeparátor segítségével kapott kondenzátum hozamát. Örvénycső alkalmazásával ugyanabban a berendezésben maximálisan 33-34%-kal nagyobb kondenzátumhozamot értek el.

Az eddigi kutatások szerint az örvénycsőbe vezetett földgázáramban levő, a fúvókában lejátszódó állapotváltozás során és az örvénytérben keletkező folyadékcseppek az örvénycsőben uralkodó nagy centrifugális erő hatására az örvénykamra falához repülnek [1—6]. Ha az örvénycsövet a klasszikus, *Hilsch* [7] szerinti módon képezik ki, akkor addig, amíg az örvénycső tengelyéből elvezetett áramrész, a hideg gázáramrész bizonyos küszöbértéket el nem ér, a kondenzátum zöme az örvénycső fala menti térből elvezetett meleg gázárammal távozik az örvénycsőből [1, 2].

Rajszkij és *Tunkel* a legnagyobb kondenzátumhozamot akkor érte el, amikor a teljes gázáramot a hidegoldalon, a diafragmán át vezették el [2]. Felhívták a figyelmet arra, hogy az örvénycsőben kondenzálódott szénhidrogéneket gyorsan el kell választani, de ennek módját szabatosabban nem határozták meg.

Kimutatták, hogy a kondenzátum a fúvóka síkjának közelében elhelyezett diafragmán forgó folyadékgyűrűt képez [2, 4], melyet a diafragmán áthaladó gázáram magával ragad, rontva a szeparációt. Ennek kiküszöbölésére folyadékelvezető gyűrűt alkalmaztak. Berendezésük teljesítménye 0,75 millió m^3/nap volt; 220—230 cm^3/m^3 instabil kondenzátumtartalmú gázáramot 100 att-ról 50 att-ra expandáltattak. A cső átmérője a fúvóka síkjában 80 mm, a diafragmanyílás átmérője 40 mm; az örvénykamra kúpszöge 5°. A folyadékgyűrű elvezetése a hideg gázáramrész szénhidrogén-harmatpontját 6 C°-kal csökkentette.

Zsidkov és munkatársai [5] a kondenzátumelválasztásra ún. háromáramú örvénycsövet fejlesztettek ki, melyben a folyadékot egy betétcső és az örvénykamra fala közötti térből vezetik el.

Ez ideig az örvénykamrán átáramló földgáz kémiai elemzését csak szórványosan végezték el; a komponensmegoszlásra vonatkozó adatok az irodalomból hiányoznak.

A vizsgálatok céljáról, a kísérleti módszerekről és a kísérleti berendezésről

Az örvénycsővel végzett földgázszeparálást két oldalról vizsgálhatjuk. Energetikai (termodinamikai) szempontból vizsgálhatjuk a fúvókában végbemenő energiaátalakulást, melynél a hőmérséklet-csökkenés kondenzációt idézhet elő, majd az örvénycsőben végbemenő energiamegoszlást a periféria menti és a magban levő áram között, az ún. Ranque—Hilsch-effektust, melyre szuperponálódik a gőz—folyadék fázisváltozás hatása oly módon, hogy a kondenzáció során felszabaduló energia növeli a tengely menti tér és ezzel a hideg gázáram hőmérsékletét, a periféria menti térben párolgó kondenzátum pedig csökkenti a meleg gázáram hőmérsékletét.

Áramlástani szempontból: a fúvókában a hangsebességet megközelítő sebességre felgyorsult és az örvénycsőben csavarpályára kényszerített, gázfázisból és folyadékfázisokból álló áram szerkezete a nagy, irány menti gyorsulás hatására megváltozik, a folyadékfázisok a fal felé áramlanak és koncentrálódnak az örvénycső fala menti térben és a hidegáram-elvezető csatorna felületén.

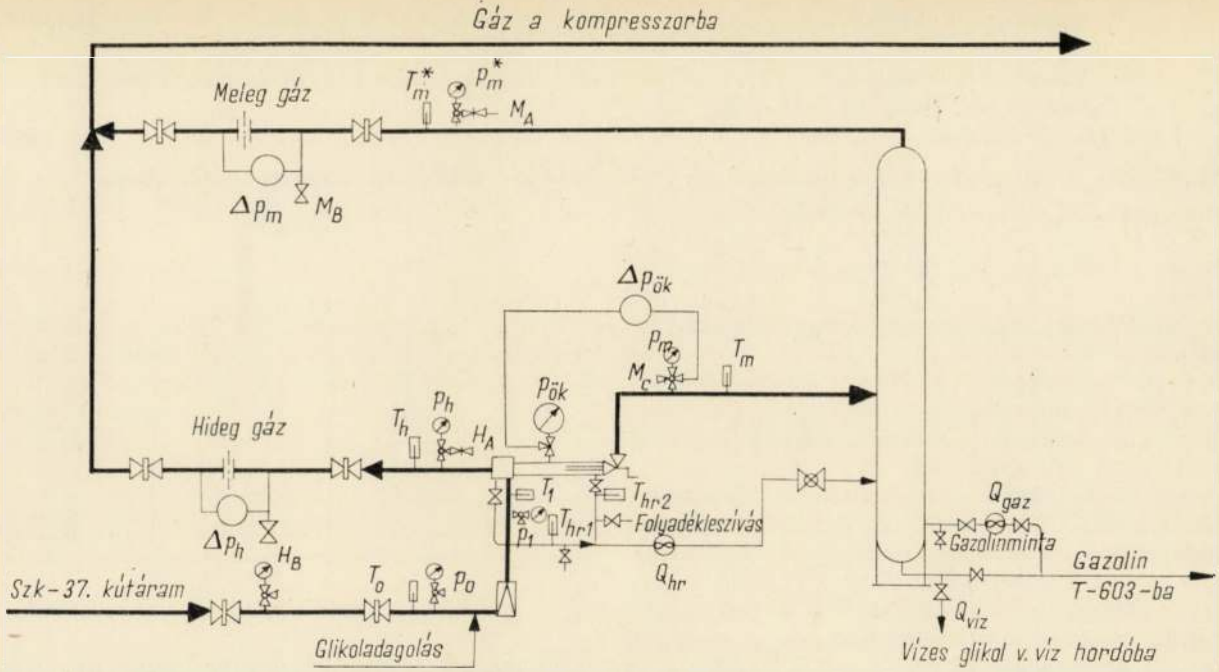
A termodinamikai és áramlástani feltételek együttesen határozzák meg az örvénykamrában leválasztható kondenzátum tömegáramát, hőmérsékletét és összetételét.

A vizsgálatoknál az alábbi célokat tűztük magunk elé:

1. Olyan örvénykamra kifejlesztését, mely magában az örvénykamrában valósítja meg a folyadékfázis elválasztását, úgy, hogy az örvénykamrából elvezetett gázáramok kondenzátummentesek legyenek.
2. Vizsgáljuk az örvénykamra geometriájának a mechanikai szétválasztására gyakorolt hatását.
3. Vizsgáljuk a komponensmegoszlást a kilépő áramok hozamának és összetételének meghatározásával.

A kísérleti örvénykamra konstrukciójánál az alábbi elveket tartottuk szem előtt:

1. Más támpont híján az energetikai szétválasztást szolgáló örvénycsövek méreteiből indultunk ki. 76 mm



1. ábra
Földgáz, víz és szénhidrogén-kondenzátum leválasztására létesített örvénykamrás kísérleti berendezés kapcsolási vázlata

belső átmérőjű örvénycsövet választottunk, amelynek hosszát 1210 mm-re vettük fel.

2. Az előző kutatások eredményei alapján meg voltunk győződve arról, hogy az örvénycsőben — már a fúvóka síkjának közelében — forgó folyadékgyűrű létezik, melyet a centrifugális erő a fal közeli térben tart a kifejlett turbulencia ellenére. Megkíséreltük és megoldottuk ennek a folyadékgyűrűnek az elvezetését.

3. A forgó gázáram és a folyadékáram közötti nyírófeszültség hatására a gáz a folyadékgyűrűt magával ragadja.

4. A folyadékgyűrűnek a hideg gázáramot elvezető csatorna falán a hideg gázáramba való „kúszása" a határrétegre ható, sugárirányú nyomáskülönbség következménye, amelyet a centrifugális erő nem kompenzál.

A kísérletsorozatban a kísérleti örvénykamra geometriáját a kísérletek eredményei alapján módszeresen változtattuk. Négy különböző geometriájú örvénycsövet vizsgáltunk. Arra törekedtünk, hogy lehetőleg minden folyadékot magából az örvénycsőből vezessünk el, számolva azzal, hogy a fal menti tér megszívásával nemcsak a folyadékot, hanem gázt is elvezetünk.

A kísérleteknél azt a módszert követtük, hogy az örvénykamrás földgázszeparálást integrálisan jellemző mennyiségeket mértük, és a mérési eredményekből vontunk le következtetéseket az örvénykamra működésére.

A kísérleti berendezést az *1. ábrán* mutatjuk be. Örvénykamrás üzemvitelnél az Szk-37. kút áramát csoportos fúvókán át vezettük a vizsgált örvénykamrába. Az örvénykamrából elvezetett meleg gázt szeparátoron át, a hideg gázt szeparálás nélkül vezettük a kompresszorokra. Az örvénykamra előtti nyomást a csoportos fúvóka segítségével 103—29 att között változtattuk. Az expanzió utáni nyomást a kompresszorok mindenkori szívónyomása határozta meg. Ez viszonylag szűk határok között — 13 att-tól 16 att-ig — változott. Az örvénykamrából elszívott vegyes fázisú áramokat a szeparátor folyadékterébe vezettük. A szeparátorból a kondenzátumot kézi szabályozó szelepen át egy max. 2 att nyomású tartályba, a vizet és egyes üzemmódokban a felhígult etilénglikolt 200 l űrtartalmú hordókba engedtük.

Az alábbi mennyiségeket mértük:

p_0, T_0 a kútáram nyomása és hőmérséklete (a fojtás előtt);
p_1, T_1 az örvénykamra előtti nyomás és hőmérséklet;
$p_h = p_m = p_m^*$ az expanzió utáni nyomás a hideg gázáramban, meleg gázáramban és a szeparátorból jövő gázáramban;
Δp_h a hideg gázáram hozamával arányos nyomáskülönbség;
Δp_m a meleg gázáram hozamával arányos nyomáskülönbség;
T_h az örvénykamrából elvezetett hideg gázáram hőmérséklete;
T_m az örvénykamrából elvezetett meleg gázáram hőmérséklete;
T_m^* a szeparátorból kilépő gázáram hőmérséklete;
Q_{gaz} a szeparátor folyadékteréből leürített folyadék térfogatárama;
T_{hr1} a fúvóka síkjának közelében levő határréteg-elvezetés hőmérséklete;
T_{hr2} az örvénykamra melegoldali végébe nyújtott betétcső és a kamra fala közötti térből elvezetett áram hőmérséklete;
Q_{hr} a határréteg-elszívások együttes térfogatárama;

$p_{ök}$ az örvénycső egy pontjának nyomása;
$\Delta p_{ök}$ az örvénykamra falán és a szeparátorban uralkodó nyomás különbsége;
$Q_{víz}$ a szeparátorból elvezetett víz vagy vizes etilénglikol hozama.

Mintákat az *1. ábrán* feltüntetett helyeken vettünk: a hideg gázáramból a H_A és H_B, a meleg gázáramból az M_A, M_B, M_C jelű mintavételi helyeken; a szénhidrogén-kondenzátumból a szeparátorból elvezető csövön át.

A mérőműszerek ismertetésétől a tömörség kedvéért eltekintünk.

A gázfázisok elemzését az NKFV szanki laboratóriuma végezte atmoszferikus minták alapján. A szénhidrogén-kondenzátum elemzését a MÁFKI végezte, nyomás alatt vett mintákból.

A minták összetétele, a mért nyomás és hőmérséklet alapján, a MÁFKI Hewlett—Packard 9100B típusú számítógépére írt programja segítségével határoztuk meg a gáz- és a folyadékáramok sűrűségét [9]. A gázáramok tömegáramát az MSZ 1709—56 szerint számítottuk a mért nyomáskülönbség és a számított sűrűség felhasználásával.

Az örvénykamra működésének megítéléséhez méréseket végeztünk fojtószelep, ill. az adott gravitációs szeparátor segítségével. Ezen üzemvitelkor a kút áramát a csoportos fúvókán expandáltattuk, és az *1. ábrán* is feltüntetett szeparátorban választottuk szét.

A kísérletek eredményei

Számítógépen végzett számításokkal meghatároztuk a gázminták fázisviszonyát a mintavételkor fennálló nyomáson és hőmérsékleten. Ha az elegy kondenzátummentesnek bizonyult az örvénykamrából való kilépés nyomásán és hőmérsékletén, akkor kiszámítottuk az elegy harmatpont-hőmérsékletét a mért nyomáson. Megállapítottuk, hogy megfelelő geometriai viszonyok esetén a gázmintákból számított harmatpont-hőmérséklet alacsonyabb, mint az örvénykamrából kilépő gázáramok hőmérséklete, vagy csak kis mennyiségű folyadék van az örvénykamrából kilépő gázáramokban. Ez azt bizonyítja, hogy a fázisok mechanikai szétválasztása jó hatásfokkal lejátszódik az örvénykamrában.

Ugyanolyan kezdeti és végállapot mellett összehasonlítottuk a leghatékonyabbnak bizonyult örvénykamrával, illetve a fojtószelep és az üzemi szeparátor segítségével kapott földgáz-szeparálási eredményeket.

Az expanzió előtti nyomás 62—63 att, a hőmérséklet 32—33 C°, az expanzió utáni nyomás 14,2—15,5 att, a kútáram hozama 3885—3975 kg/h között volt. Az örvénykamra segítségével elért fajlagos kondenzátumhozam 0,105 kg/kg, a fojtószelep és az azt követő szeparálással elért fajlagos kondenzátumhozam 0,076 kg/kg volt a teljes kútáramra vonatkoztatva, vagyis örvénykamrával mintegy 38%-kal volt nagyobb a kondenzátumhozam. Ebben az állapotban a gázelemzési eredmények mólszázalékban (párhuzamos minták átlaga) az *1. táblázatban* szerepelnek.

1. táblázat

Gázáramok összetétele (mólszázalékban)

	Örvénycsővel		Fojtószeleppel
	hideg	meleg	
	áram		
N_2	2,73	2,64	2,55
C_1	86,91	86,91	84,69
C_2	4,63	4,46	4,87
CO_2	1,46	1,62	1,60
C_3	2,13	2,09	2,36
C_4	1,33	1,37	1,67
C_5	0,52	0,59	0,97
C_6	0,19	0,22	0,61
C_7	0,10	0,10	0,39
C_8	—	—	0,16
C_9	—	—	0,10
C_{10+}	—	—	0,03

Az adatokból megállapíthatjuk, hogy az örvénycsőből elvezetett hideg és meleg gázáramok összetétele megegyezik, tehát az örvénykamra gázterében homogén a koncentrációeloszlás. A fojtószelepes üzemvitelkor a szeparátorból a gázáram kondenzátumot ragadt magával. (Az összehasonlítás alapjául szolgáló fojtószelepes üzemállapotban a minták átlagos folyadéktartalma 1,2 mólszázalék volt.) Az örvénycsővel elért nagyobb kondenzátumhozam tehát elsősorban annak a következménye, hogy az örvénycső jó hatásfokkal szétválasztja a gáz- és folyadékfázisokat, míg a fojtószelepes üzemvitelkor a szétválasztás tökéletlen volt. Az örvénykamrában elért legnagyobb hozam 6000 kg/h volt, mely mellett hatékony működést tapasztalhattunk.

Az örvénykamrás földgázszeparálás eredményeit a MÁFKI J—128/1975. sz. összefoglaló jelentésében ismertette.

Ezúton is köszönetet mondunk a MÁFKI, az NKFV és az OKGT azon munkatársainak, akik munkánkat elősegítették, személy szerint *Csákó Dénes* osztályvezetőnek és dr. *Nagy Zoltán* tudományos tanácsadónak.

IRODALOM

[1] Podgotovka prirodnogo gaza i kondenszata na transzport. Moszkva, 1968. VII. fej. 115.
[2] *Rajszkij, Ju. D.—Tunkel, K. E.:* Him. Prom. *10* 63 (1973).
[3] *Lejtesz, I. L.—Szemenov, V. P.* i dr.: Him. Prom. *5* 25 (1970).
[4] *Rajszkij, Ju. D.—Tunkel, L. E.—Kljusin, A. N.:* Gazovaja Prom. *5* 12 (1973).
[5] *Zsidkov, M. A.—Lejtesz, I. L.* i dr.: Gazovaja Prom. *6* 43 (1974).
[6] *Lay, J. E.:* J. Heat Transfer **91** 202 (1959).
[7] *Hilsch, R.:* Z. für Naturforschung *1* 208 (1946).
[8] *Spaihu, I.—Cserveny, I.:* J. Rev. Electr. et d'energ. Acad. RPR, B. 7 *2* 201 (1962).
[9] MÁFKI: J. 120/1972. sz. kutatási jelentés.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumának középtávú terve

A Magyar Tudományos Akadémia Bányászati Tudományos Bizottsága 1977. május 31-i ülésén megvitatta az MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium középtávú tervében szereplő témákat és a kutatások helyzetét.

Az előzetes írásbeli tájékoztatóhoz *Tóth József*, a Laboratórium igazgatója fűzött néhány kiegészítő megjegyzést, ezek figyelembevételével az alábbi kutatási helyzetképet ismerhettük meg.

A Laboratórium, 1976—80. évi középtávú tervének megfelelően, három témacsoporttal foglalkozik:

I. A megkutatott szénhidrogénvagyon optimális kitermelését biztosító feltárási és művelési eljárások kialakítása.
II. Az optimális kőolaj-művelési eljárások kialakításához szükséges laboratóriumi modellberendezések tervezése, kivitelezése és a mérési módszerek kidolgozása.
III. A kőolajok genetikai tulajdonságainak meghatározására alkalmas analitikai módszerek kidolgozása és továbbfejlesztése.

Az I. témacsoporton belül legjelentősebb eredmény a vizes polimeroldatokkal történő kőolaj-kiszorítási eljárás hazai alkalmazásának előkészítése. A hat évvel ezelőtt kezdett mélyreható és széles körű alap-, majd alkalmazott kutatásokra építve a módszer üzemi kipróbálása Algyőn jelenleg folyamatban van. Megoldottnak látszik az ojajbányászati célra alkalmas polimer hazai előállítása is, melyre a Nitrokémia fűzfői gyártelepe sikerrel vállalkozott.

A Laboratórium kidolgozta a polimeres kőolaj-kiszorítás matematikai szimulációját is, s erre építve elkészítette az algyői ötpontos kísérleti elárasztás tervét.

Az I. témacsoporton belül jelentősebb eredmény még, hogy a Laboratórium kutatói a pórusos szilárd testek póruseloszlásának, a pórusok belső geometriai és hidrodinamikai tulajdonságainak új elméleti leírását adták meg. Ennek alapján elegendő, ha a kapillárisnyomás-görbék meghatározásához csak két jellemző pontot mérünk meg, a függvény további menete ezekből megbízhatóan számítható.

A II. témacsoporton belül eddig két jelentősebb eredményről számolhatott be a Laboratórium. Az egyik egy olyan mikro-pVT-cella tervezése, gyártása és üzembe helyezése, mellyel kőplaj—kiszorítófázis—gáz rendszerek fázisviszonyai meghatározhatók. A mérések elvégzéséhez szükséges folyadék vagy gázminta mennyisége mindössze 0,5—1,5 cm³, és a készülék 500 att nyomásig, illetve 50 C° hőmérsékletig használható. A másik eredmény egy olyan nagy magos kiszorítóberendezés, melyben 1,2—1,5 m hosszú, konszolidált magminta helyezhető el, s melyben a kiszorítási folyamat alatt a telítettségi profilok meghatározása a magminta teljes hosszában, a kísérleti nyomáson és hőmérsékleten, a rendszerbe való beavatkozás nélkül, folyamatosan, elektronikus módszerrel történik. A berendezés egyik legfontosabb része egy saját tervek alapján, saját kivitelezésben készült manosztatikus, automatikus, nagynyomású kompresszor, amely 1000 kp/cm² nyomásig 0,6—60 cm³/h szállítási sebességeket biztosít.

A III. témacsoport keretén belül a Laboratórium a kőolajok genetikai elemzési rendszerét dolgozza ki, melynek során UV- és IR-spektroszkópiás, gázkromatográfiás, nagynyomású folyadékkromatográfiás, CHN-elemzési módszereket használ a kőolajok genetikai rokonságának és relatív korának meghatározására. E vizsgálatok végső célja egy geokémiai szénhidrogénprognózis készítése vagy kiegészítése, mely hathatósan hozzájárul a hazai szénhidrogén-kutatás jövőbeli irányainak és arányainak meghatározásához.

Az írásos beszámoló és szóbeli kiegészítés után *Faller Gusztáv, Bálint Valér, Rácz Dániel, Szilas A. Pál, Tarján Gusztáv, Kassai Ferenc, Tóth Miklós* fejtették ki véleményüket a Laboratórium kutatási tervéről és eredményeiről. Valamennyi hozzászóló igen eredményesnek, szervezettnek, magas színvonalúnak és célratörőnek ítélte a Laboratórium tevékenységét, s hangsúlyozták azt a hathatós segítséget, amelyet a Laboratórium az olajbányászati ipar számára nyújt. A további fejlődés útját több hozzászóló is abban jelölte meg, hogy a Laboratórium szélesítse és mélyítse tovább munkakapcsolatait az ipari kutatóhelyekkel és az ipari irányító szervekkel. Ez úton a Laboratórium tevékenysége még szorosabban illeszthető lesz az ipar igényeihez és célkitűzéseihez.

Dr. *Tóth József*

KÜLFÖLDI HÍREK

Csökken Venezuela kőolajvagyona

A venezuelai kormány nyugtalankodik az ország olajtartalékainak csökkenése miatt. 1976-ban a bizonyított olajkészlet 2,54 milliárd tonnára csökkent, szemben az 1975. évi 2,6 milliárd tonnával. Mint ismeretes, az 1976. évi államosításkor az ország kormánya a „Petroven" állami olajtársaságban egyesült 14 vállalat részére a kitermelhető olaj maximális szintjét 110 millió t/év-ben határozta meg; a növekvő olajkereslet miatt az elmúlt évi termelés meghaladta ezt a szintet.

1977 elején az ország olajtermelése a fokozódó export miatt tovább növekedett, és 1977. március végére napi 2,35 millió bbl-re emelkedett; ez az érték éves szinten 117 millió tonna. A kormány ez évre az olajtermelést 120 millió tonnás szinten akarja stabilizálni.

A venezuelai olaj legnagyobb vásárlója az Egyesült Államok és Kanada. Az USA keleti partjaira az elmúlt évben 53 millió tonna venezuelai olaj érkezett, míg Kanada 13 millió tonnát vásárolt.

Venezuelában ma a legintenzívebb kutató-feltáró munkát a határvidékeken folytatják a szomszédos országok bevonásával.

Bjulleten' Inosztrannoj Kommevcseszkoj Informacii
1977. ápr. 16.

Kisházi Anna

Románia kőolaj- és földgáztermelése

Az 1971—1975. évi ötéves tervidőszakban Románia évi átlagban 14,26 millió t kőolajat és 23,70 milliárd m³ metángázt termelt. Az 1976—1980. évi időszakra előirányzott termelés ugyancsak évi átlagban kőolajból 15,5 millió t, földgázból (metánból) pedig 26,8 milliárd m³. Ez az előző ötéves tervidőszakhoz képest kőolajból 840 000 t, földgázból pedig 3,3, milliárd m³ növekedést jelent. 1980-ban a földgáztermelés még az 1975. évi szintet sem fogja elérni. A növekvő hazai szükséglet fedezése és a kőolajtermékek exportjára kötött szállítási szerződések teljesítése céljából Romániának már 1970 óta kőolajat kell importálnia: ennek mennyisége 1970-ben 2,291 millió t, 1975-ben pedig már 5,085 millió t volt. Ehhez, amint az alábbi táblázat mutatja, földgáz is fog társulni.

A kőolaj- és földgáztermelés alakulása az 1970—1980. évi időszakban

	1970	1975	1980	Különbözet	
				1975/70	1980/75
Kőolaj, Mt	13,37	14,59	15,5	+1,22	+0,9
Földgáz, Gm³	19,97	27,0	26,8	+7,03	−0,2

Erdöl-Dienst 1977. 42/43. sz

Sz. K.

Új olaj- és gázmérnökök

Dr. *Simon Sándor*, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem rektora, 1977. június 25-én ünnepélyes külsőségek között adta át a diplomát a végzett mérnököknek, közöttük 9 olaj- és 9 gázmérnöknek.

Az idén végzett hallgatók diplomamunkájáról az alábbiakban számolunk be.

Bérczesi Zsolt szokatlan feladatot kapott. Üzemi méréssorozatot kellett kidolgoznia a 4DH—315 típusú fúróberendezés üzemi viszonyainak tisztázására. Munkájához hasonló problémákat a szakirodalom nem tárgyal: hazánkban egy hasonló méréssorozatot végeztek (1976. Ganz-MÁVAG—NME Olajtermelési Tsz.), ennek kiértékelése folyamatban van. *Bérczesi* szakmai érettséggel választotta ki a mérésekhez szükséges műszereket, megállapításai más típusú berendezések vizsgálatára is általánosíthatók. *Halik György*nek a 4000 m mélységű *Nagylapos-I.* fúrás kútszerkezetét kellett megterveznie üzemi mérések és számítások segítségével. A tervet adott pórusnyomás-gradiens és kőzetrepesztési nyomásgradiens alapján állította össze, és a számításokat az egyensúly megbomlása miatt beáramló gázdugó okozta nyomásnövekedés esetére is ellenőrizte. Feladatát műszakilag kifogástalanul oldotta meg. A folyadékos kőzetrepesztés kérdéseivel *Gilicz András* foglalkozott. Összehasonlította egy számítási eljárás (Dowell—Schlumberger) és egy megtörtént kőzetrepesztési művelet (*Szank-49.* jelű kúton 1968. okt. 24-én) eredményeit. A számításokat a Halliburton-módszerrel is ellenőrizte. A repesztési műveletet 3 repesztőfolyadékkal tervezte meg, és optimalizációs kérdéseket is vizsgált. Bírálója szerint a diplomamunka széles körű szakmai ismeretekre utal, és gyakorlati felhasználásra is alkalmas.

Kinyó Rozália a szénhidrogéntelepek szimulálására az OGIL által készített számítógépi programokkal eredményesen vizsgálta a kapillárisnyomás-telítettség görbe alakjának hatását a kiszorítás vertikális hatásfokára, valamint a rácsháló felépítésének hatását a kiszorítás területi hatásfokára. A jelölt munkája közben elsajátította a szimuláció elvét és technikáját, diplomaterve rendkívül gondos kivitelű volt. *Csendes Ágnes* feladatát, mely szintén rezervoármérnöki feladat volt, jól oldotta meg. A termelési múlt adatainak felhasználásával előrejelzést végzett a szanki gázsapkás telep egyes részein a vízbeáramlás és a réteg-nyomás jövőbeli alakulására. Az előrejelzéshez az OGIL ZG—34 jelű számítógépi programját alkalmazta, mely a Havlena—Odeh-módszerre épül. A hahót—edericsi föld alatti gáztároló üzemjellemzőit határozta meg *Tersánszky Tibor* besajtolás és termelés esetére több, lehetséges változatban. A helyes eredményeket adó, logikusan felépített diplomamunkájában a várható paraméterek számításakor az első ütemben végrehajtott gázbesajtolás adatait is figyelembe vette. *Bottyán László* a hajdúszoboszlói termálkutak rezervoármechanikai vizsgálatát végezte el, munkájával bizonyítva jó szakmai felkészültségét. Helytállóan elemezte a viszonyokat, és tényszerű megállapításokat tett a víztermelés távlati lehetőségeinek fokozására.

Egy kettős kiképzésű nigériai olajkút termelési adatai alapján *Raymond O. Eneberi* valószínűsítette a hiányzó paramétereket, és tanszéki számítógépi program segítségével helyesen határozta meg a felszálló termelés várható időtartamát. A jelölt a felszállás megszűnése utáni időszakra segédgázos termelési rendszert javasolt, és hiánytalanul rögzítette a rendszer főbb paramétereit. *Nguyen Manh Tien* egy algyői kút termelési adatait felhasználva több változatban (Camco R-20, ill. Merla L. típ. szelepekkel és 3 különböző segédgáznyomáson) tanszéki program segítségével megtervezte a kút folyamatos segédgázos termelésére szolgáló szelepsort, majd megbízhatóan elvégezte a tervek műszaki-gazdasági elemzését is.

Pálfy Gábor jó problémamegoldó készségről tanúskodik diplomatervében. Feladata egy nem izotermikus körülmények között üzemelő, tixotróp-pszeudoplasztikus kőolajat szállító távvezeték optimális szigetelésvastagságának, valamint a szükséges közbenső melegítő, ill. nyomásfokozó szivattyúállomások legkedvezőbb telepítési helyének meghatározása volt. Feladatához nagyszámú laboratóriumi mérés kapcsolódott, ezeket is lelkiismeretesen, pontosan végezte el. Egy 60 km hosszú, etilént szállító csővezeték lehetséges üzemviszonyait körültekintően, jó elméleti felkészültséggel tervezte meg *Rakonczai László*. A nyomásveszteség számítására FORTRAN-programot készített, és részletesen tárgyalta az üzemeltetés technológiai problémáit is.

Egy szokásos diplomamunkát meghaladó nagyságú feladatot, Hajdúszoboszló város kisnyomású gázhálózatának hidraulikai elemzését *Czike Gábor* és *Völgyi Miklós* közösen oldotta meg. Az Olajtermelési Tanszéken kidolgozott GFS jelű programcsalád segítségével nagyszámú mért adatból valósághűen képezték le a hálózat 1976. téli bázisállapotát, majd 11 változatban feltételezett üzemzavarokat és hálózatfejlesztési variációkat vizsgáltak. Színvonalas munkájuk igazolja, hogy elméleti felkészültségük mellett gyakorlati problémák helyes megoldására is képesek. *Tombi Lajos* munkaigényes diplomaterve számos újszerű elemet tartalmaz. A jelölt a szajoli pb-töltőállomás és a csatlakozó körzet ellátását elemezve kiválasztotta a palacktöltés és -elosztás folyamatának kulcsparamétereit. A jelenségre sztochasztikus modellt épített fel, önállóan készítette el a matematikai modellt, a számítás algoritmusát és a számítógépi programot. Vizsgálatai helyesen mutatnak rá a téma fontosságára és a további kutatás irányára.

Bodola Miklós egy kommunális földgázfogyasztó (Bp. V., Markó u. 16., NIM-épület) csúcsidejű terheléskorlátozásának lehetőségét, és ennek a körzet gázellátására vonatkozó hatását vizsgálta. Bírálója szerint hasonló problémák megoldásához a diplomaterv jól használható forrásmunkaúl szolgálhat, színvonala megfelel egy szigorló mérnöktől elvárható legmagasabb követelményszintnek.

Tüzeléstechnikai kérdésekkel három diplomaterv foglalkozott. *Harsányi László* megfelelő műszaki-elméleti színvonalon készítette el feladatát. Az OKÜ-ben üzemelő léghevítők forrószél-hőmérsékletének növelése céljából a jelölt részletes számításokat végzett a fűtőgáz dúsítását és a levegőtényező optimális beállítását figyelembe véve, majd megtervezte a folyamatos fűtőérték-szabályozási rendszert. Üzemben mért adatok alapján *Ladányi Judit* számítással ellenőrizte a TVK Olefingyárában levő vegyipari benzin elbontására szolgáló csőkemence hő- és tüzeléstechnikai paramétereit, vizsgálta a kemence hőtechnikai hatásfokának növelési lehetőségeit. A felmerült problémákra eredményes, jó megoldásokat javasolt. Hasonlóan reális eredményekre jutott *Litkei Éva* jól rendszerezett, gondos diplomamunkájában. A TVK Olefingyárában üzemelő hőhasznosító kazánjának tüzeléstechnikai ellenőrzése során elkészítette az olaj—gáz vegyestüzelésű kazán hőmérlegét, vizsgálta a tiszta gáztüzelés gazdaságosságát, és összefoglalta a tüzelésszabályozási rendszert.

Az 1977. június 22—23-án lebonyolított diplomatervvédésen és államvizsgán valamennyi jelölt eredményesen szerepelt.

Olajmérnöki oklevelet szerzett: *Bérczesi Zsolt, Bottyán László, Csendes Ágnes, Gilicz András, Halik György, Kinyó Rozália, Nguyen Manh Tien, Raymond Ogbonah Eneberi* és *Tersánszky Tibor*.

Gázmérnöki oklevelet szerzett: *Bodola Miklós, Czike Gábor, Harsányi László, Ladányi Judit, Litkei Éva, Pálfy Gábor, Rakonczai László, Tombi Lajos* és *Völgyi Miklós*.

Miskolc, 1977. június hó

Dr. *Csete Jenő*
egyetemi adjunktus

A **Magyar Geofizika** 2. száma közli *Greutter A.* **Földi hőáram Edelényben** c. tanulmányát. Az Edelény környéki lignitkutató fúrásokban végzett geofizikai, geológiai és laboratóriumi mérések alapján meghatározott földi hőáramot a szerző összehasonlítja az irodalomból ismert, Kárpát-medencére vonatkozó geotermikus kutatási eredményekkel. Újra felhívja a figyelmet a magyar medencében megismert geotermikus energia mennyiségére, mely az egész világon eddig ismert geotermikus mezők között a legnagyobb hőtartalmú. *Czeglédi I.—Gellért T.—Markó L.—Réz F.* **Karotázs elemző programrendszer tervezése a TPA-70 számítógépre** c. cikkben megtaláljuk a szelvényértelmezési munka fázisait. A szelvényadat-feldolgozás fázisaira épít a számítástechnikai rendszerterv, mely a folyamat rutinszerű fázisait automatizálja, de nyitva hagyja a lehetőséget az interpretátori beavatkozásra is. *Rumpler J.—Szilágyi L.—Várkonyi L.* **Szeizmikus kísérleti mérések az „AIR-GUN" rezgéskeltő berendezéssel** címmel tanulmányt olvashatunk a robbanóanyag nélküli energiaforrások egyik geofizikai alkalmazására. Az air-gun működési elvének és főbb jellemző paramétereinek ismertetése után a szerzők a hazai alkalmazási lehetőségeket foglalják össze.

A felhasználó szemével nézve figyelmet érdemel a **Kohászat** februári számában megjelent két cikk: *Éles L.* **A kén hatása az acélok szívóssági és ridegtörési tulajdonságaira** és *P. Detrez* **Az acélöntvények mechanikai tulajdonságai** c. tanulmánya, melyek az olajiparban dolgozó tervezőknek is adnak hasznos információkat.

Az **Energia és Atomtechnika** januári száma közli *Koczfán F.—Soós E.* **Ioncserés vízkezelések gazdaságossági kérdései** c. tanulmányát. A víz felhasználása az energiaátadási és -átalakítási folyamatokban számos problémát vet fel. Ezek minimálisra való csökkentése a vízelőkészítés feladata. A szerzők a vízkezelési módok közül kiemelkedő jelentőségű ioncserés eljárás gazdaságossági kérdéseivel foglalkoznak. *Poczók I.* **Hőtechnikai berendezések elszennyeződéseivel és kémiai tisztításukkal kapcsolatos hazai tapasztalatok** címmel a hőtermelő és hőcserélő berendezéseken kialakult lerakódások eltávolítására ajánlott módszerek tapasztalatait foglalja össze.

A lap februári számában találjuk *Bátor B.* **Nyomástartó rendszerek komplex biztonságtechnikája** c. írásának a biztonság filozófiájával foglalkozó részét. A szerző a veszélyesség, a biztonság, a kockázatvállalás és a biztonsági intézkedések rendszerét mint a biztonsági filozófia alapvető követelményeit ismerteti olvasóival. Dr. *Harmatha A.* **Közelítő számítás a hőhasznosító hőcserélők optimális méretének meghatározásához** címmel könnyen kezelhető összefüggéseket ad a hőcserélő optimális méretének meghatározásához. A lap márciusi számából *Peti L.* **Korunk és a szénhidrogének** c. írását, a Tüzeléstechnikai Kutató Intézet, valamint az OLAJTERV tevékenységét ismertető közleményeket ajánljuk olvasóink figyelmébe. A lap áprilisi száma közli *Machács M.* **A földgáz szerepe a népgazdaság V. ötéves tervében** c. tanulmányát, mely felhasználási csoportonként tárgyalja a várható gázfogyasztás alakulását. Dr. *Bátor B.* **Nyomástartó rendszerek komplex biztonságtechnikája** c. írásának folytatását is a lap áprilisi száma közli. A szerző termodinamikai és reakciókinetikai összefüggések alapján a nyomástartó rendszerek veszélyességének matematikai logikai alapjait közli.

A **Műanyag és Gumi** februári számában találjuk *László Gy.* **Hidraulika és pneumatika tömítések fejlesztési irányzatai című** írását, melyből megismerhetjük a pneumatikus és hidraulikus munkahengerek dugattyú- és dugattyúrúd-tömítéseihez használható új anyagok tulajdonságait.

A **Korróziós Figyelő** 1. száma közli *Huszár J.—Csizinszky L.—Barta S.* **A védőcső hatása a szállítóvezeték katódos védelmére** c. tanulmányát, mely a védőcsővel kapcsolatos problémákat tárgyalja, és megállapítja, hogy a „védőcsövek egy régebbi időből való csökevények, akkor alkalmazták, amikor még nem volt katódos védelem, és a hegesztési technika még nem érte el a mai fejlettségi fokot." A lap 2. számában *Galambosi I.* **Műanyagok gázipari alkalmazásának hazai eredményei** címmel a tömítésekhez, a készülékek és eszközök egyes alkatrészeiként, valamint csővezetékként használt műanyagok hazai tapasztalatairól olvashatunk.

A **Számítástechnika** májusi számában *Simon Vera* **Számítógépes tervező-programok** címmel beszámol az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetében folytatott, a mérnöki tevékenység egyes fázisainak — elsősorban a mérnöki alkotótevékenység rutinjellegű elemeinek — magas szintű automatizálási kísérleteiről. Az elektronika és a gépipar területére kidolgozott programrendszer a TPA-70 kisszámítógépen futtatható. *Kiss S.* **A MÜM SZÁMTI csoportos adatrögzítő rendszere** c. tanulmánya hasznos tapasztalatokat ír le, melyeket az olajiparban is előbb-utóbb bevezetendő adatgyűjtő rendszer tervezéséhez hasznosan figyelembe lehet venni.

1977. június hó

Csaba József

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Telemechanikai kijelzőkészülék a GOV Országos Diszpécserközpontjában

A Gáz- és Olajszállító Vállalat Északi Telemechanikai Rendszere az országos nagynyomású földgáztávvezeték-hálózat budapesti, hajdúszoboszlói és miskolci körzetének üzemirányítását segíti. A hajdúszoboszlói és vecsési telemechanikai központ végzi a gázszállítás hidraulikai paramétereinek, az üzemviteli jelzések felügyeletét, naplózását és a szükséges távvezérléseket.

Az Országos Diszpécserközpontban (a továbbiakban OD) — ahol a teljes nagynyomású földgáztávvezeték-hálózat üzemirányítását végzik — működik a telemechanikai rendszer M/S CHIEF berendezése. Ennek kijelzőegysége egy IBM-írógép, amely rendszeresen naplózza a fent említett távvezetéki körzeteknek az országos rendszer szempontjából fontosabb hidraulikai paramétereit. Az OD fődiszpécsere a területi diszpécserek jelentései mellett így telemechanikai úton is információkhoz jut a gázszállító rendszer üzemállapotáról.

Az üzemirányítási gyakorlatban sokszor adódik olyan helyzet — üzemzavar, kritikus szállítási üzem —, amikor az IBM-írógép szakaszos információáramlásával szemben a távvezeték-hálózat egy-egy fontos csomópontjáról azonnal és folyamatosan kell a gázszállítási paramétereket az OD-be juttatni. Ebben fog segíteni a vecsési távvezetéki üzem telemechanikai szakemberei szerkesztette kijelzőkészülék.

Az EUROSTILE elnevezésű TTL MSI és LSI integrált áramkörös felépítésű egységet az M/S CHIEF berendezés perifériájaként építik meg az OD-ben. A gázátadó állomások azonosító kódszámának billentyűzésével a hidraulikai paraméterek pillanatnyi értékét a kódszám törléséig szolgáltatja. Lehetőség van a szakaszoló tolózárak és pillanatzárak állapotának bejelzésére is. A készüléket az OD-ben kizárólag üzemfelügyeletre használják, és a vezérlést az eddigi gyakorlatnak megfelelően a területi központokban végzik.

Az Északi Telemechanikai Rendszer üzemirányításában nagyobb biztonságot nyújtó berendezést e hónaptól használhatják az OD fődiszpécserei.

Budapest, 1977. június hó

Molnár Gábor
okl. gázmérnök

EGYESÜLETI HÍREK

A szénhidrogén- és vízkutatás, valamint -bányászat földtani információszerzési lehetőségei és fejlesztési irányai c. ankét

Szolnok, 1977. május 25—27.

Az MTA X. osztálya és három földtudományi tudományos egyesület — a Magyarhoni Földtani Társulat, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete — közös rendezésében, a szolnoki Pelikán szállóban szervezett tudományos konferencia azt a szaktársadalom oldaláról jelentkező, a Központi Földtani Hivatal és a két iparág gazdasági vezetése által támogatott igényt kívánta kielégíteni, hogy tekintsük át a fluidumok kutatása és bányászata során szerezhető információk körét és minőségét, különös tekintettel a magfúrásokra, az egymást helyettesítő információkra, illetve a műszaki haladás és a gazdasági hatékonyság növelése indokolta fejlesztési igényekre, lehetőségekre.

Az ankét elnökségében helyet foglalt dr. *Fülöp József* akadémikus, a Központi Földtani Hivatal elnöke, dr. *Bán Ákos*, az OKGT vezérigazgatója és *Pápa Aladár*, az NKFV igazgatója.

Az elhangzott előadások:

Dr. *Fülöp József:* „A szénhidrogénipar szerepe a földtani információszerzésben."

Hangyál János—dr. *Dank Viktor*—dr. *Kókai János:* „A szénhidrogéntelepek optimális kutatása és leművelése tervezésének problémái a földtani információszerzés fényében."

Dr. *Alliquander Ödön—Ferenczi Imre—Kassai Lajos:* „Újabb földtani információszerzési lehetőségek a fúrástechnológia és a termeléstechnológia műszaki fejlődésének eredményeképpen."

Molnár Károly—Varga Imre—Pozsgay Károly: „Magokon végzett kőzetfizikai-mechanikai mérések szerepe a geofizikai előkutatási eredmények értelmezésében."

Dr. *Vető István*—dr. *Viczián István—Koncz István*—dr. *Szalay Árpád*—dr. *Mucsi Mihály*—dr. *Tóth József:* „Szerves geokémiai információszerzés lehetőségei a szénhidrogének keletkezésének és vándorlásának helyéről és idejéről."

Dr. *Somfai Attila—Szalóki István*—dr. *Völgyi László:* „A magfúrások telepítésének elvi és gyakorlati kérdései a különböző kutatási fázisokban."

Bardócz Béla—Komjáti János—Bíró Ernő—dr. *Somfai Attila—Kőváry József—Balázs Endre:* „A kőzettani és őslénytani vizsgálatok szerepe a távlati szénhidrogén-kutatási koncepciók kimunkálásában."

Dr. *Hingl József—Barabás László—Győry Gyula:* „A magvétel technikai kérdései és perspektívái."

Tóth Béla—Mucsányi József—Csaba József: „Kőzetek mechanikai szilárdsági vizsgálata és eszközei."

Dr. *Hingl József—Mucsányi József—Tóth Zoltán:* „A lyukfalstabilitás vizsgálatának újabb eredményei."

Dr. *Kókai János*—dr. *Völgyi László—Tilesch Leó—Szalóki István—Horváth Gabriella—Molnár János:* „A kőzetmagokból és karotázsmérésekből származó tárolófizikai paraméterek felhasználhatósága rezervoárgeológiai feldolgozásokban."

Kassai Lajos—dr. *Bérczi István*—dr. *Tóth József:* „A pórusszerkezet-kutatás eredményei és további feladatai."

Révész István—Csató Anna: „Az üledékképződési viszonyok vizsgálata eredményeinek felhasználása a rezervoárgeológiában és a műveléstervezésben."

Markó László—Kiss Bertalan—Suba Sándor—Czeglédi István: „A karotázseszközök felbontóképessége és a szelvények értelmezési problémái sűrűn rétegzett és aleuritos képződményekben."

Dr. *Bálint Valér—Paál Tibor—Augusztin János—Czeglédi Istvánné—Szanka István:* „Kőzetmagokon és rétegmodelleken végzett laboratóriumi vizsgálatok és azok eredményeinek felhasználása a műveléstervezésben."

Kassai Lajos—dr. *Megyeri Mihály—Simon Sándor:* „Hidrodinamikai mérések felhasználása a tárolóra vonatkozó információszerzésben."

Dr. *Szebényi Lajos* és munkatársai: „Rétegvizeink kutatása és a regionális felszín alatti vízkészlet számításához szükséges fúrási információk és fejlesztésük irányai."

Dr. *Böcker Tivadar* és munkatársai: „A mélyfúrási információk köre és szerepe a karsztvízkutatás területén."

Dr. *Zsilák György*—dr. *Csáki Ferenc:* „A magyarországi felszín alatti vízkutatás és -feltárás által támasztott mélyfúrási információs igény."

Az előadásokat — az egyes témakörök után — igen értékes hozzászólások és viták követték.

Az előadások és hozzászólások eredményeképpen kialakult állásfoglalást az ankét tudományos titkársága 19 pontos záródokumentum-tervezet formájában összegezte; a tervezet leglényegesebb megállapításait — a teljesség igénye nélkül — az alábbiakban foglalhatjuk össze:

— Az alapfúrásokkal kapcsolatban egyöntetű véleményként szögezzük le, hogy a jövőben végig maggal mélyített, és a lehető legkomplexebb módon feldolgozott fúrásokat kell kutatási területegységenként mélyíteni.

— A nagy költségráfordítással, időigénnyel és a fúrólyuk biztonságának bizonyos veszélyeztetésével vett, nagy információs értékű magminták vizsgálatát, dokumentálását pontosan szabályozni kell. A mindenkori műszaki és szellemi felkészültségnek megfelelően az összes lehetséges módszert figyelembe véve kell vizsgálni a magmintákat a belőlük kinyerhető maximális információ tényleges előállítása céljából. Megszervezendő a vizsgálatokra való szétosztás, és a különböző helyen keletkezett adatok összesítése.

— Ki kell alakítani az információáramlás racionális progresszív módozatait. A magfúrás mértékét és mennyiségét nem lehet és nem is kell adminisztratív módon, mereven előírni; áramoltatási iránya, módja, köre viszont rendeletileg szabályozható.

— Sikerült meghatározni, és a végleges záródokumentumban részletezni is fogjuk azoknak az információknak a körét, amelyek sem jelenleg, sem belátható időn belül magmintavétel és -vizsgálat nélkül nem szerezhetők be.

— Fontos momentumként szögezzük le ankétunk azon tanulságát, hogy messzemenően óvatosnak kell lenni az olyan külföldi példáknak hazai adaptálásával, amelyek más földtani felépítésű, más műszaki fejlettségi fokon álló országok módszereinek és elsősorban előírásainak átvételét jelentik a magfúrások mennyiségének meghatározása tekintetében.

— A karotázsmódszerek fejlesztését két irányban, egyszerre kell folytatni. Intenzíven fejleszteni kell a magminták kőzetfizikai—paramétervizsgálati módszereit, és fokozott erőt kell fordítani a szondapark korszerűsítésére; csak e két feltétel együttes megoldása hozhat ezen a téren gyors, hatható eredményt.

— A különböző információszerzési módszerek alkalmazása során (fúrás, magvétel és -vizsgálat, karotázsvizsgálatok, furadékvizsgálat, iszapszelvényezés, teszterezés stb.) intenzíven növelni kell a technológiai fegyelmet.

— Az ankét témájában további kerekasztal-megbeszéléseket, vitákat kell szervezni az itt jelenlevő különböző szakterületek képviselőinek részvételével.

— Javasoljuk a vízellátás elősegítésére alakuló tudományos tárcaközi bizottság létrehozását.

— Javasoljuk a szénhidrogén-kutatási és vízkutatási együttműködés fejlesztését általában, és kiemelten a gázos vízkutakkal kapcsolatos további kutatások terén, valamint a vízvisszatáplálással foglalkozó szakterületen.

— A magyarországi szedimentológiai és üledékes petrológiai oktatás és továbbképzés fejlesztése sürgető feladat. Több szakember beállítása szükséges szedimentpetrográfiai vonalon a szénhidrogén-földtani feladatok megoldására.

— A hidrodinamikai vizsgálatok terén a módszerek és műszerek fejlesztése, illetve beszerzése intenzíven, párhuzamosan folytatandó a jelenlegi világszínvonal megközelítése érdekében.

A végleges záródokumentumot a tervezet alapján az illetékes iparági szakemberek dolgozzák ki.

Végezetül meg kell köszönnünk a dr. *Bohn Péter* vezette szervező bizottság, különösen *Kricsfalusy László* technikai szervező áldozatos munkáját, amely lehetővé tette a kétnapos ankét gördülékeny lebonyolítását.

Dr. *Bérczi István*

A DKFV Ipargazdasági Szakcsoportjának előadóülése az ásványvagyon-minősítésről

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat keretében alakult Ipargazdasági Szakcsoportja 1977. június 2-án Gellénházán előadóülést tartott „Az ásványvagyon-gazdálkodás néhány kérdése a szénhidrogén-bányászatban" tárgykörben.

Az ülést *Trombitás István* igazgató, a helyi szakcsoport elnöke nyitotta meg.

Az első vitaindító előadás keretében *Molnár János*, a DKFV Földtani önálló osztályának vezetője ismertette a minősítési egységek lehetséges és célszerű kiválasztását. Ezt követően *László Pál*, az NKFV Közgazdasági osztályának vezetője példával érzékeltette a természeti paraméterfüggvény alkalmazhatóságának körét, és a problémákra hívta fel a figyelmet, majd *Zácsfalvi Ferenc*, a DKFV osztályvezetője „Az ásványvagyon-minősítés néhány kérdése a szénhidrogén-bányászatban" címmel nyújtott áttekintést az ásványvagyon-minősítés számos kérdéséről.

Az ülésen részt vett és hozzászólásával hozzájárult a téma széles körű megvitatásához *Placskó Józsefné*, az OKGT Ipargazdasági Főosztályának vezetője, aki hangsúlyozta az ásványvagyon-gazdálkodás helyes értelmezését és szükségességét. *Pogány László*, az OGIL Közgazdasági osztályának vezetője az ásványvagyon értékét meghatározó tényezőket ismertette, majd az ásványvagyon közgazdasági megítélésének céljairól és a költséghatár felülvizsgálatának szempontjairól beszélt.

A vitában részt vettek továbbá a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem illetékes szakemberei, valamint a DKFV-szakcsoport tagjai.

Barta Endre, a DKFV Ipargazdasági Szakcsoportjának elnöke összefoglalóan megállapította, hogy a vitaülés igen aktív és célratörő volt. A gyakorlati szakemberek hangsúlyozták, hogy a műrevalósági minősítés nemcsak népgazdasági megítélést és hasznosságot fejez ki, hanem alapja a gazdálkodó egységek stratégiájának és az ásványvagyon-leművelés döntés-előkészítésének is. A természeti paraméterfüggvény alkalmazása igen hasznos. Emellett vizsgálni kell az egyedi műrevalósági számítás fenntartását, illetve a természeti paraméterfüggvények alkalmazását néhány sajátos esetben (pl. a termelővállalatoknak a leművelés-sel kapcsolatos beruházásainál, a művelési tervek értékeléséhez, különösen a művelési mód változása esetén, a bányaterület felhagyásakor és egyes határesetekben).

Zácsfalvi Ferenc
okl. közgazdász

*

Fúrási szakmai nap Szegeden

Jól sikerült szakmai napot tartott Szegeden az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Alföldi Szakcsoportja 1977. június 1-én.

Az elhangzott előadások:

Simon Balázs: „A szegedi ferdefúrások mélyítésének újabb tapasztalatai."

Dr. *T. Kovács Gábor*: „Újabb perspektívák az üllési szénhidrogén-kutatásban."

Tornyi Lajos: „A mélyszinti fúrások gazdasági kérdései."

Szücs Károly: „A rétegvizsgálatoknál előforduló mérgező gázok elleni védekezés módjai és gyakorlati alkalmazásuk."

Balaicz Tibor—Patay Tibor: „A rétegterhelhetőség mint a kútszerkezet-tervezés kritériuma."

Tatár Attila: „A szeged-móravárosi kútkiképzések tapasztalatai."

A mintegy 60 résztvevő nagy érdeklődéssel fogadta az előadásokat, majd a kialakult vita során több kérdésben kirajzolódtak a megoldás lehetőségei (pl. a bokorfúrások telepítése a lyukbefejezési és kútjavítási munkák biztonsági követelményeinek figyelembevételével; a béléscsőcsaru helyének kijelölése a rétegrepesztési nyomáson alapuló számítással stb.).

A program hangulatos vacsorával fejeződött be.

Szeged, 1977. június hó

Török Iván
fúrómérnök
(NKFÜ)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Túlnyomás-előrejelzés szeizmikus módszerrel

Az MGE Felszíni Geofizikai Szakosztályának előadóülésén (1977. junius 9-én, Budapesten) *Zsellér Péter* **Túlnyomásos zónák előrejelzése szeizmikus sebességvizsgálatok alapján** című előadása a korszerű fúrástechnológia egyik legfontosabb problémájának megoldását segítette elő.

Az előadás — érintve az alapfogalmakat — bemutatta, hogy a szeizmikus sebességvizsgálatok felhasználásával a hazai kutatási területeken is észlelni lehet a túlnyomásos rétegeket. A túlnyomás értékének meghatározását egyelőre külföldi irodalomból vett példák alapján mutatta be. Hangsúlyozta, hogy a hazai módszer kidolgozásához e szakterületek kutatóinak szorosabb együttműködésére és még számos ellenőrző mérésre van szükség.

Csaba József

*

GOLCMAN professzor előadása az MGE-ben

Dr. *F. M. Golcman* professzor, a matematikai-fizikai tudományok doktora, leningrádi egyetemi tanár, június 13-án előadást tartott a Magyar Geofizikusok Egyesületében, Budapesten. Előadásának címe: „Nem számszerű adatok felhasználása geológiai és geofizikai objektumok felismerésében".

Az ismertetett módszer lényege: a vizsgált rendszer véges számú állapotaihoz rendeli hozzá a rendszerről kapott lehetséges információk bekövetkezési valószínűségeit olyan feltétellel, hogy ezek összege egy-egy állapotra vonatkozóan egységnyi legyen. Az így kapott döntési táblázat segítségével határozza meg a döntési stratégiát. A használt valószínűségértékeket a szakemberek tapasztalatai alapján állapítják meg, s ilyen módon az évek alatt felhalmozódó egyéni megfigyelések is felhasználhatók, számítógépre vihetők. Természetesen folytonosan előálló, számszerű értékeket is használhatunk információforrásként, azonban ezeket kvantálni kell, azaz a végtelen felbontású értékkészletet véges szakaszokra kell bontani (pl. kicsi, közepes, nagy stb.).

Ennek az eljárásnak különösen nagy jelentősége van a földtani kutatásban: nagyon sok nem számszerű információval rendelkezünk, a méréseink is közelítő jellegűek, és nem tudunk olyan modelleket felállítani, amelyek egzaktul közelítenék meg a valóságot. Ilyen körülmények között nagyon jól alkalmazhatók a fenti, illetve a fentihez hasonló eljárások. Célszerű lenne ezt a módszert a szénhidrogén-kutatás területén is meghonosítani.

Komlósi Zsolt
okl. geofizikusmérnök
(OGIL)

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A SZOT Munkavédelmi Osztálya az alábbi pályázatot írta ki:

FEJLESSZÜK EGYÜTT A MUNKAVÉDELMET!

Vegyen részt a SZOT Munkavédelmi Osztályának

PÁLYÁZATÁN!

Munkásnők, munkások, fiatalok, szocialista brigádok, szakszervezeti tisztségviselők, műszakiak, gazdasági vezetők! Munkavédelmi szakemberek, aktivisták és őrök!

MIT TENNÉNEK A DOLGOZÓ EMBER BIZTONSÁGÁÉRT, A KORSZERŰ MUNKAVÉDELEMÉRT?!

Pályázni lehet a munkavédelemmel kapcsolatos bármely kérdés megoldására, továbbfejlesztésére szolgáló új, még be nem vezetett javaslattal, ötlettel, nem publikált tanulmánnyal.

A pályázatokat elsősorban az alábbi témakörökben várjuk:

— a munkavédelmi szabályok, előírások fejlesztése, végrehajtásának és betartatásának módszerei, megszegésének következményei;
— a dolgozók — vezetők — munkavédelmi képzésének, továbbképzésének feladatai, követelményei, módszerei;
— a munkavédelmi ismeretterjesztés, nevelés módszerei, eszközei;
— a tudományosan és anyagilag megalapozott tervszerű vállalati munkavédelmi fejlesztés feladatai, különös tekintettel a beruházásokra, rekonstrukciókra, üzembe helyezési eljárásokra;
— biztonságtechnikai kérdések megoldásának műszaki és szervezeti feladatai, a legjellemzőbb baleseti veszélyforrások felszámolása;
— a balesetek feltárásának, bejelentésének nyilvántartása, a baleseti okok valósághű vizsgálatának, a kártérítési igények elintézésének módszerei.

A pályázatokat, a beérkező javaslatokat szakbizottságok értékelik. Minden hasznosítható elgondolást, ötletet felkarolunk, a legjobbakat 500—5000 Ft pályadíjban részesítjük, illetve könyv- és tárgyjutalmat adunk. Biztosítjuk az arra alkalmas tanulmányok, cikkek és egyéb írások megjelentetését a szokásos honoráriummal; támogatjuk a munka- és üzemszervezési, illetve más javaslatok bevezetését, megvalósítását a rendeletben biztosított díjazással.

A SZOT Munkavédelmi Propaganda Központ (1368 Bp. 5. pf. 200)

1977. október 31-ig várja pályázatukat!

A pályázat értékelésére *1977. december 31-ig* kerül sor. Gondolkozzunk, cselekedjünk együtt jelmondatunk megvalósításán:

ELŐZZÜK MEG A BALESETEKET!

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Л. Береш Деак, инж.-механик: **Расчет продольных перемещений заглубленных трубопроводов способом конечных элементов часть I.** ..... **Стр. 257**

Продольное перемещение заглубленных трубопроводов играет очень важную роль при сооружении отдельных объектов нефтегазодобывающей промышленности и строительства магистральных трубопроводов. Для определения ожидаемой величины перемещений трубопроводов был разработан ряд методов, основывающихся на различных принципах. В статье приводится метод расчета, дающий вполне общее решение данной проблемы с применением способа конечных элементов.

Д-р. *Й. Папаи*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Новый способ расчета неустановившейся температуры в скважинах** ..... **Стр. 261**

Для характеризации термического поведения массы пород в пристволной зоне эксплуатационных, нагнетательных и т. д. скважин автором используется функция термического влияния. В эту функцию во сводном виде входят все параметры массы пород, определяющие ее термическое поведение.
С использованием функции термического влияния приводится аглоритм расчета неустановившейся температуры в скважинах, и описывается метод определения функции влияния по данным измерений.

Сарвашине Вероника Сабо, экономист: **Частичная система учета затрат на поиск и разведку углеводородов с помощью ЭВМ** ..... **Стр. 268**

В связи с возрастающей протребностью в информации, и в первую очередь контролем расходования средств, отпущенных для выполнения поисково-разведочных работ, стало необходимым совершенствование системы информации поисково-разведочных предприятий.

В статье дается оценка настоящей системы информации, подчеркиваются ее преимущества и указывается на ее недостатки. Устранение этих недостатков намечается автором с помощью одной вычислительной машины Треста ОКГТ. Схематически описывается информационоая система с применением ЭВМ и ее работа.

Д-р *И. Шипёц*, экономист—*Л. Погань*, инж.-химик, инж.-экономист—*И. Деметер*, экономист: **Экономическая оценка отечественных запасов естественной CO_2 высокой чистоты** ..... **Стр. 272**

В статье с точки зрения охраны ресурсов полезных ископаемых и управления предприятием анализируются от разведки до использования включительно технико-экономические условия добычи CO_2 и ее применения для увеличения нефтеотдачи. Согласно результатам экономического анализа основные вопросы использования запасов CO_2 могут быть решены путем применения указанных двух, по цели различных и друг другу диалектически противоречивых точек зрения, и решения для развития могут быть приняты на базе соответствующей информации.

Дь. Мика, инж.-химик—*Л. Пацук*, инж.-химик: **Результаты экспериментов по сепарации природного газа с помощью вихревой камеры** ..... **Стр. 280**

Авторами исследовался процесс отделения воды и газолина из природного газа на промышленной экспериментальной установке с применением вихревой камеры. Для решения вопроса разделения фаз была разработана вихревая камера. В результате анализа газовых потоков газохроматографией было установлено, что состав холодных и горячих потоков газа идентичен, и разделение компонентов является вследствием исключительно изменения фаз. Согласно результатам исследований, разделение фаз в вихревой камере происходит при хорошей эффективности.

Dipl.-Ing. *László Béres Deák*: **Berechnung der Bewegung erdverlegter Rohrleitungen nach der Methode endlicher Elemente — 1. Teil** ..... S. 257

Die longitudinale Bewegung erdverlegter Rohrleitungen spielt bei einigen Anlagen des Kohlenwasserstoff-Bergbaus und Fernleitungsbaus eine sehr wichtige Rolle. Für die Berechnung der zu erwartenden Bewegungen wurden schon zahlreiche, auf verschiedenen Basen beruhende Methoden entwickelt. Der Beitrag beschreibt ein Verfahren, das durch Anwendung der Methode endlicher Elemente eine völlig allgemeine Lösung des Problems liefert.

László Béres Deák, Mechanical Eng.: **Calculation of the displacement of buried pipelines by using the finite element method — Part 1** ..... p. 257

Longitudinal displacement of buried pipelines plays a very important role in some projects of the hydrocarbon industry and pipeline building. For calculating displacements to be expected, numerous methods have been developed on different bases. The paper outlines a method giving fully general solution to the problem by using the finite elements method.

Dr.-Ing. *József Pápay*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Eine neue Methode zur Berechnung transienter Sodentemperaturen** ..... S. 261

Für die Charakterisierung des thermischen Verhaltens des die Förder-, Einpressonden, usw. umgebenden Gesteinsblocks wird die thermische Wirkungsfunktion angewandt. Diese Funktion enthält zusammengezogen alle Parameter des Gesteinsblocks, die das thermische Verhalten desselben bestimmen.
Durch Anwendung der thermischen Wirkungsfunktion wird ein Algorithmus zur Berechnung transienter Sondentemperaturen vorgelegt. Dann wird eine Methode für die Bestimmung der Wirkungsfunktion aus Messungen beschrieben.

Dr. *József Pápay*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **A new method for calculating transient well temperatures** ..... p. 261

For characterizing the thermal behaviour of rock masses around production, injection, etc. wells, the thermal influence function is used. This function includes, in a contracted form, all parameters of the rock mass determining its thermal behaviour.
By using the thermal influence function, an algorithm is shown for calculating transient well temperatures. A method is also shown for determining the influence function from measurements.

Dipl.-Ökonom Frau *Veronika Szabó:* **Rechnerteilsystem der Kostenwirtschaft der Kohlenwasserstofferkundung und -erschliessung** ..... S. 268

Der zunehmende Informationsanspruch, in erster Linie die Kontrolle des finanziellen Wirtschaftens mit den verwendeten Explorationskostenkontingenten benötigen die Modernisierung des Informationssystems der Erkundungs- und Aufschlussbetriebe.
Der Beitrag wertet das gegenwärtige Informationssystem, hebt sein Vorteile hervor und weist auf seine Unvollkommenheiten hin. Die Beseitigung dieser Unvollkommenheiten wird durch den Einsatz eines Rechners des OKGT geplant. Das rechenmaschinelle System und dessen Betrieb werden in groben Umrissen dargelegt.

Mrs. *Veronika Szabó* Economist: **Computer part system of the cost economy of hydrocarbon exploration and development** ..... p. 268

The increasing demand for information, first of all checking the financial economy with the exploration contingents used necessitates the modernization of the information systems of exploration and development enterprises. The article evaluates the present information system with its advantages stressed and its deficiencies shown. The author envisages eliminating these deficiencies by means of one of the computers used by OKGT. The computer systems and its operation are outlined.

Dr.-Ökonom *István Sipőtz*—Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *László Pogány*—Dipl.-Ökonom *István Demeter*: **Ökonomische Beurteilung der ungarischen hochreinen CO_2-Vorräte** ..... S. 272

Die technisch-ökonomischen Beziehungen der CO_2-Produktion und der Anwendung von CO_2 für die Erhöhung der Ausbeute werden in der Anschauung des Mineralvorratsschutzes und der Betriebsleitung von der Erkundung bis zum Verbrauch analysiert. Der ökonomischen Analyse nach können durch die gemeinsame Anwendung der beiden Anschauungen, die hinsichtlich ihrer Zwecke verschieden sind und sich miteinander dialektisch in Widerspruch befinden, die Hauptfragen der Verwertung der CO_2-Vorräte aufgeschlossen werden. Die Entwicklungsentscheidungen können auf einer entsprechenden Informationsbasis getroffen werden.

Dr. *István Sipőtz*, Economist—*László Pogány*, Chemical Eng., Economist—*István Demeter*, Economist: **Economic appraisal of the high-purity domestic natural CO_2 reserves** ..... p. 272

Technical and economical relationships of CO_2 production and recovery increase by using CO_2 are analysed from exploration to utilization against the background of mineral ressources protection and company management. According to economical analyses, by applying both aspects that are different as to their aims and dialectically opposed to each other, principal problems of utilizing the CO_2 reserves can be elucidated and development decisions can be made on an adequate information basis.

Dipl.-Ing. *György Mika*—Dipl.-Ing. *László Paczuk*: **Ergebnisse der Erdgasseparationsversuche mittels Wirbelkammer** ..... S. 280

Das Trennen von Wasser und Gasoline von Erdgas mittels Wirbelkammer wurde in einer Versuchseinrichtung industriellen Ausmasses untersucht. Eine Wirbelkammer wurde entwickelt, die das Problem der Trennung der Phasen löst. Durch gaschromatographische Analyse der Gasströme wurde festgestellt, dass die Zusammensetzung der kalten und warmen Gasströme identisch ist, die Trennung der Komponenten also ausschliesslich Folge der Phasenänderung ist. Den Untersuchungen der Verfasser nach weist die Trennung der Phasen in der Wirbelkammer einen guten Wirkungsgrad auf.

György Mika, Chemical Eng.—*László Paczuk*, Chemical Eng.: **Results of experiments for vortex-chamber natural gas separation** ..... p. 280

Water and natural gasoline separation from natural gas was examined in a full-scale experimental equipment by means of a vortex- chamber. A vortex-chamber has been developed which solves the problem of phase separating. By means of gas chromatography, the compositions of cold and warm gas streams were found to be identical, the separation of components is therefore exclusively the result of phase changing. The separation of phases in the vortex-chamber is, according to investigation results, highly effective.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

10 éves az OGIL

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 289—320 oldal BUDAPEST, 1977. OKTÓBER HÓ 10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

E számunk a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) 10 éves fennállása alkalmából Budapesten, 1977. szeptember 1-én és 2-án rendezett szimpozion plenáris előadását és a szekcióülések 5 előadását tartalmazza.
A szerzők a vállalat dolgozói.

TARTALOM

RÁCZ DÁNIEL — Az OGIL tudományos kutató- és fejlesztőtevékenységének 10 éve 289

MUCSÁNYI JÓZSEF—SZABÓ MÁTYÁS—TÓTH ZOLTÁN — A kútszerkezet-tervezés elvi alapjai és optimalizálásának feltételei 297

AUGUSZTIN JÁNOS—KUHN TIBOR—SOLT KATALIN—SZAKONY ISTVÁN—VINCZE TAMÁS — Kőolajtelepek műveléstervezésének korszerű módszerei 302

DORMÁN JÓZSEF—KATONA JÓZSEF — Nem diszperzív öblítőfolyadékok előállításának elvi és gyakorlati tapasztalatai 306

BÉRCZI ISTVÁN—MARKÓ LÁSZLÓ — A Szeged-Móraváros tároló rezervoárgeológiai viszonyai 311

ADORJÁN KÁROLYNÉ—CSORBA MIKLÓS—HEVESI SÁNDORNÉ—GUNDEL ILONA—PÁPAY JÓZSEF — Földgáztelepek és -tárolók hazai tervezési módszerei 314

Személyi hírek. Kandidátusi értekezés megvédése 301

Egyesületi hírek. Elnökségi ülés 319

Külföldi hírek. Üzembe helyezték az alaszkai kőolajvezetéket 319

Föld alatti olaj- és gáztárolás 1976-ban 319

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 320

A SZÁM SZERZŐI:

ADORJÁN KÁROLYNÉ okl. olajmérnök; AUGUSZTIN JÁNOS okl. olajmérnök, főosztályvezető; BÉRCZI ISTVÁN dr. okl. geológus, osztályvezető; CSORBA MIKLÓS vegyipari gépészmérnök; DORMÁN JÓZSEF dr. okl. vegyész, osztályvezető; GUNDEL ILONA okl. matematikus; HEVESI SÁNDORNÉ dr. okl. matematikus; KATONA JÓZSEF okl. vegyészmérnök, főosztályvezető; KUHN TIBOR okl. olajmérnök; MARKÓ LÁSZLÓ okl. geofizikusmérnök, osztályvezető; MUCSÁNYI JÓZSEF okl. gépészmérnök, csoportvezető; PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető; RÁCZ DÁNIEL okl. olajmérnök, igazgató; SOLT KATALIN okl. vegyészmérnök; SZABÓ MÁTYÁS dr. okl. olajmérnök, főosztályvezető; SZAKONY ISTVÁN okl. olajmérnök; TÓTH ZOLTÁN okl. bányamérnök, igazgatóhelyettes; VINCZE TAMÁS dr. okl. bányamérnök.
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: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-3394 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110. évf.) 10. szám 1977. október

Az OGIL tudományos kutató- és fejlesztőtevékenységének 10 éve*

RÁCZ DÁNIEL

A szerző a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium 10 éves fennállásával kapcsolatban elemzi az alapítást követő tevékenységet. Kitér a kezdeti időszakban megfogalmazott vállalati, iparági célkitűzésekre, a kutatókkal szemben támasztott igényekre. Rövid áttekintést ad az egyes szakterületek legfontosabb munkáiról, kiemeli a kutató- és fejlesztőmunka eredményeinek ipari realizálását. Végezetül néhány gazdasági mutatót közöl, s hangsúlyozza a hazai és nemzetközi kooperáció jelentőségét a szerteágazó feladatok megoldásában.

Több mint 10 évvel ezelőtt, 1967. július 1-i hatállyal a nehézipari miniszter elrendelte a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium vállalat létrehozását. A vállalat alapvetően az OKGT Tudományos Kutató és Fejlesztési Főosztályából szerveződött, ehhez hozzákapcsolták azokat a részlegeket, amelyek egyes vállalatoknál, illetve üzemeknél hasonló jellegű tevékenységet folytattak. A nehézipari miniszter az alapító levélben az OGIL feladatait az alábbiakban jelölte meg:

— A kőolaj- és földgáztelepek kutatásával, feltárásával, leművelésével, továbbá a kitermelt kőolaj és földgáz előkészítésével és szállításával kapcsolatos műszaki, gazdasági és tudományos feladatok vizsgálata, tervezése és gazdasági elemzések végzése.
— A kőolaj- és földgázbányászati kutatás és termelés elméletének fejlesztése, valamint a más országokban már elért eredmények hazai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata.
— Korszerű fúrási és termelési technológiák kidolgozása, tudományos és műszaki vizsgáló-elemző módszerek elvi és gyakorlati fejlesztése.
— A kőolaj- és földgázbányászat tervszerű műszaki fejlesztésének biztosítása, a vállalatok és üzemek kutatási és termeléstechnikai tevékenységének operatív segítése.

A tömören megfogalmazott feladatok kifejezik felettes szerveinknek azon igényét is, hogy a szénhidrogén-bányászat területén a tudományos kutatással, műszaki fejlesztéssel, a speciális mérő- és értékelőszolgálattal foglalkozó kollektíva a felgyorsuló gazdasági életünkben segítse elő a rendelkezésre álló ásványvagyonkincs korszerű megkutatását és leművelését.

Az OGIL 10 éves vállalati élete nem tükrözi kellő mértékben azokat a tradíciókat, azt a szakismeretet, amely ebben a kollektívában hosszú évek során felhalmozódott. Ennek a szakmai ismeretnek az alapjait valahol a 30-as évek végén, a 40-es évek elején lehet keresni, amikor Budafán 1938-ban létrehozzák a Bázakerettyei Laboratóriumot és 1942-ben a Lovászi Ipari Laboratóriumot. Nem kívánom ezeket az időszakokat és különböző helyen folyó munkákat összehasonlítani. Az természetes, hogy szakmai téren is óriási változás, fejlődés következett be.

Azt említem meg, hogy a kezdeti időszakban a laboratóriumi feladatok csak vegyészeti jellegűek voltak. A szénhidrogén-kutatással és -termeléssel kapcsolatos feladatok azonban egyre differenciáltabb munkák elvégzését követelték, ezért az időközben Nagykanizsára költözött laboratóriumot 1947-ben pVT-részleggel bővítették. Az egész országra kiterjedő egységes elvek szerint végzett szénhidrogén-kutatási, -fúrási és -termelési tevékenység hatékonyabb irányítása érdekében 1952-ben Budapesten is korszerű vegyészeti és geológiai adatfeldolgozó laboratórium létesült, de jelentősen továbbfejlesztették a nagykanizsai laboratóriumot is. A laboratóriumi tevékenység köre ezt követően bővült, és ma már a szénhidrogén-kutatás, -feltárás és -termelés úgyszólván egész területére kiterjed. Az induláskor tehát bizonyos szakismeret, szakmai tapasztalat, nem utolsósorban az egész iparra jellemző tenniakarás és a szervezeti keret rendelkezésre állt. Most, a 10 éves tevékenységünk értékelésekor, e rövid számvetés során a jól végzett munka sikerének örömei mellett a hivatását és szakmáját szerető emberben azok a gondolatok is felmerülnek, hogy megtettünk-e mindent annak érdekében, amelyet 10 évvel ezelőtt számunkra feladatként meghatároztak? Teljesítettük-e a vállalatot létrehozó Nehézipari Minisztérium és a közvetlen felügyeleti szervünk, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt elvárásait? Megfelelő módon értékeltük-e, hajtottuk-e végre azokat a párthatározatokat, amelyek vállalatunkra mint ipari kutató helyre sok vonatkozásban, legközvetlenebbül azonban a tudománypolitikai téren vonatkoztak?

A 10 éves visszatekintés egy lehetőség ugyan munkánk különböző mérlegelésére, valójában azonban ezt a mérlegelést az élet azokban az esetekben adja meg, amikor azt látjuk, hogy munkánk eredményei a korszerű művelési eljárásokban realizálódnak, továbbá a kifejlesztett eszközök, berendezések, módszerek és tervek alapján népgazdaságunk a szénhidrogénbányászat területén gyarapodott. Gyakorlatilag nincs ma Magyarországon egyetlen olyan olaj- és gázmező, amelyet ne az OGIL-ban készült művelési program szerint, a mai korszerű technológiai eljárásoknak megfelelően művelnének; nincs egyetlenegy kút, amelynek fúrási munkálataiban, valamilyen formában az OGIL szakemberei ne vettek volna részt. Nem ismeretes olyan hazai szakmai tudományos konferencia, ahol az OGIL szakemberei nem játszanának meghatározó szerepet a tudományos kutatás, fejlesztés különböző területén jelentkező eredmények ismertetésében. Jelentős eredményről lehet beszámolni a nemzetközi együttműködésben, a szocialista országok között létrejövő elvtársi, baráti kapcsolatok erősítésében.

A 10 éves múlt a külső szemlélő számára viszonylag rövid idő, annak súlyát azonban megfelelően akkor lehet értékelni, ha a különböző összetevőket, hatásokat is figyelembe vesszük. Ezek közé tartozik, hogy ennek a vállalatnak a feladata a világ egyik legdinamikusabban fejlődő ipara kutatási és fejlesztési programjának meghatározása, eligazodás a hazai és nemzetközi irányokban, akkor, amikor az információknak már olyan tömegével találkozunk, amelynek feldolgozása a legkorszerűbb módszerekkel és eszközökkel sem vezetett volna

*Plenáris előadásként elhangzott a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium 10 éves fennállása alkalmából rendezett szimpozionon, 1977. szeptember 1-én. (A szerkesztő.)

kielégítő eredményre. Olyan időszakban létrehozott ipari kutatóhely műszaki-gazdasági feladatainak, tevékenységének az irányát kellett behatárolni, amikor hazai viszonylatban is eléggé ellentmondásos energiapolitikával találkoztunk. Az azonban egy percig nem volt vitás, hogy az energiastruktúra átalakítása a hazai lehetőségek feltárását, a korszerű eljárások kutatását ennek a vállalatnak is alapvető feladatává tette. Ebben az időszakban a kőolaj- és földgáztermelés vonatkozásában szerte a világon forradalmi változások következtek be. A világ kőolaj- és földgáztermelése 1960-tól 1973-ig közel 3-szorosára, a készletek pedig ugyanezen időszakban közel 4-szeresre növekedtek. Mindez arra mutat, hogy szerte a világon a tudományos eredmények nagy erővel hatoltak be a termelés területére. Ezt bizonyítja, hogy a legkülönbözőbb területen olyan körülmények között találnak olajat és földgázt, ahol korábban azt nem tételezték fel; világot átfogó óriási programokat dolgoznak ki, sikeresen oldják meg az arktikus és tengeri kutatást, és több más, korábban hihetetlennek látszó műszaki, technikai és gazdasági feladatot. Hazánkban szembe találjuk magunkat a legbonyolultabb földtani és műveléstervezési kérdésekkel. Az anomális réteghőmérséklet és túlnyomás, a heterogén tárolóviszonyok, a bonyolult szaturációs állapotok kutatóinkat és szakembereinket ugyancsak próbára teszik.

Egy dinamikusan fejlődő iparág, óriási nemzetközi műszaki-tudományos és gazdasági eredmények, energiakrízis, árrobbanás, különböző társadalmi környezet, a hazai bonyolult szakmai feladatok, mindezek azok a ható tényezők, amelyeken belül kutatóknak és vezetőknek el kellett igazodniuk annyira, hogy vállalatunk műszaki-gazdasági feladatait megfelelő szinten teljesíteni tudjuk.

Az útkeresés időszakában, a 60-as évek végén, különösen azonban 1972-től az MSZMP Központi Bizottságának üzem- és munkaszervezési határozatával kapcsolatosan fogalmazódtak meg vállalatunknál azok a sajátos feladatok, amelyek döntő módon befolyásolták a gazdasági munkák vitelét, de sok tekintetben szakembereink szemléletének formálását is. Álláspontunk az volt, hogy a szénhidrogén-bányászati kutatás még szorosabb kapcsolatot építsen ki a termelő részlegekkel, segítse elő a fúrás és a termelési munkák magasabb szintű vitelét. Nem lehet szabad folyást engedni a cél nélküli kutatgatásoknak, megfelelő mederbe kell terelni azokat, ügyelve arra, hogy — különösen a fiatalok körében hangoztatott kutatói szabadság — megfelelően érvényesüljön.

A kutatás, tervezés vonatkozásában az elsőrendű feladatok közé az egyes kutatóhelyek, osztályok szakterületének általános módszerfejlesztését soroltuk, és korán elhatároztuk, hogy minden ilyen kutatóhelynek el kell jutnia a számítógépes eljárás értelem és szükség szerinti alkalmazásához. A nemzetközi kooperáció és integráció vonalán elsősorban a KGST-kötelezettségekre helyeztük a súlyt a kétoldalú, intézetek közötti együttműködés fejlesztése mellett.

Belső kapacitásunk intenzív növelése révén a szükségleteknek megfelelően formáltuk a vállalati profilt. A követelményeknek megfelelően emeltük tevékenységünk színvonalát, s ahol saját erőből erre különböző okok miatt lehetőséget nem láttunk, megbízható partnerekkel, kutatóintézetekkel, oktatási intézményekkel kooperációban oldottuk meg a feladatokat. Ezek voltak azok a legfontosabb szervezeti elvek, amelyekhez számos részletkérdés kapcsolódott, és most 10 év után úgy látjuk, hogy ezek közül jó pár célkitűzést sikerült elérni. Több vonatkozásban még csak a kezdet kezdetén tartunk; olyan is volt, amikor a mércét magasabbra állítottuk, mint amit elérni képesek lettünk volna. Mint minden vállalat életében itt is voltak olyan részlegek, amelyek kimagasló munkát végeztek; voltak közepesek vagy annál gyengébbek, összességükben azonban nagy felelősségérzettel végezték a kutatási és fejlesztési munkát, és a legkülönbözőbb feladat megoldására lehetett mozgósítani dolgozóinkat, sokszor mostoha körülmények között és kedvezőtlenebb anyagi és erkölcsi elismerés mellett, mint más kutatóhelyeken, ipari üzemeknél és vállalatoknál.

A lendület, a lelkesedés ebben a szakmában és ebben a körben ennek ellenére mindig kifogástalan volt, még akkor is, ha panaszt itt-ott lehetett hallani, és sok területen a fáradtság jelei is mutatkoztak. Megrendelésekre készültek itt olyan módszerek, amelyeket még ki kellett dolgozni, fel kellett találni, mert még világviszonylatban sem voltak ismeretesek. A terepen dolgozóknak, mérőszolgálatot ellátó szakembereinknek, kollektoroknak éjjel-nappal, télen-nyáron is el kellett látniuk a feladatokat.

Nagyon messzire vezetne azoknak a munkáknak a felsorolása, amelyeket az elmúlt időszakban végeztünk, és amelyek a népgazdaság számára is döntő jelentőségűek voltak. Nem is lehet vállalkozni erre, néhányat azonban feltétlenül meg kell említeni szerteágazó tevékenységünkből.

Földtani anyagfeldolgozási tevékenységünk a hazai szénhidrogén-kutatás szerves része. Ennek során a szénhidrogén-kutatás számára kettős feladatot látunk el. Az operatív tevékenység keretében folyamatos földtani (kőzettani-rétegtani) alapadatszolgáltatást nyújtunk, kutatómunkaként pedig földtani tárgyú témákat dolgozunk ki.

Az operatív munka során elvégezzük a fúrási üzemekből földtani anyagvizsgálatra beküldött minden kutatófúrási kőzetminta komplex módszerekkel történő vizsgálatát, és a magmintavizsgálatok alapján folyamatos földtani alapadat-szolgáltatást nyújtunk.

Az utóbbi 10 év alatt összesen 6655 „Előzetes magvizsgálati jelentést" és 758 befejezett fúrásról „Összefoglaló magvizsgálati jelentést" készítettünk.

A földtani anyagvizsgálati eredmények és az összefoglaló jelenségek 1953-ig visszamenően minden területre fúrásonként vannak rendezve, így az operatív munka során adódó összehasonlításhoz, továbbá a kutatási témák elkészítéséhez ez a dokumentációs anyag mint mélyföldtani alapadatbank áll rendelkezésre.

A már megvizsgált maganyagokat megfelelően rendszerezzük és tároljuk az összehasonlítás, illetve a későbbi újravizsgálatok megkönnyítése érdekében. Az 1953 óta hazánkban lemélyített, több mint 3000 szénhidrogén-kutató fúrásból összegyűjtött kőzetanyag mintegy 120 tonna összsúlyt képvisel.

A folyamatosan végzett anyagvizsgálati munkákon kívül kutatási témáink célja egy-egy nagyobb kőzettani vagy rétegtani egység részletes vizsgálata, illetve egy-egy terület mélyföldtani és szénhidrogén-földtani feldolgozása.

Ennek a munkának a keretében eddig több mint 50 kutatási téma készült el és került kiadásra. Ezen különböző földtani korú és kifejlődésű medencebeli képződmények országos vonatkozású szintézisét, számos nagyobb területi egység (Dunántúl, Duna—Tisza köze, Tiszántúl), illetve különböző szénhidrogén-kutatási tájegység kristályos medencealjzatának, magmás és üledékes képződményeinek elemző vizsgálatát és kőolaj-földtani értékelését tartalmazzák.

Mind a regionális, mind a konkrét kutatási területre vonatkozó témák kidolgozásából származó földtani eredmények a mélyföldtani viszonyok tisztázásával közvetlenül szolgálják a hazai szénhidrogén-kutatás perspektivikus céljait, értékük a hazai szénhidrogén-kutatás eredményességében mutatkozik meg.

Rezervoárgeológiai tevékenységünk kiterjed a szénhidrogéntelepek kőolaj-földtani és tárolási viszonyainak elemzésére, értékelésére, a műveléstervezés-műveléselemzés alapjául szolgáló tárolómodell felállítására, a földtani kőolaj- és földgázvagyon meghatározására, valamint a területi földtani kutatási zárójelentések rezervoárgeológiai vonatkozású részeinek elkészítésére.

Nagyon fontosnak ítélhető feladatunk volt az algyői generál művelési terv kőolaj-földtani részének elkészítése, melyet a Nagyalföldi Kőolajfúrási Üzem szakembereivel közösen végeztünk. Hazánk legjelentősebb szénhidrogén-előfordulására kidolgozott kőolaj-földtani modell alapvető helyességét azóta a gyakorlat igazolta, és a művelés — bár pontosításokra, illetve részletesebb elemzésekre az idő folyamán természetesen szükség volt — azóta is ennek alapján folyik.

Nem sokkal később került sor az algyői felsőpannóniai „Maros" sorozat gáztelepei tárolási viszonyainak elemzésére és a gázvagyon pontosítására.

Elkészítettük az algyői Tisza 2. kőolajtelep és a Szeged 2. vékony kőolajtároló zónával rendelkező, de gáztelepként kezelhető telep részletes rezervoárgeológiai feldolgozását, a Szőreg 1. — az algyői felsőpannóniai telepek közül egyik legjelentősebb — nagy gázsapkás kőolajtelep részletes rezervoárgeológiai elemzését.

Az algyői „Deszki szint" és a szabadgáz-telepek víztestméretének becslésénél az Algyő—Szeged környéki szénhidrogén- és vízkutató fúrások kútgeofizikai szelvényanyagán túlmenően figyelembe vettük a korszerű módszerekkel végzett szeizmikus mérések eredményeit is.

Egyik legjelentősebb feladatunk a szanki nagy gázsapkás kőolajtelep rezervoárgeológiai elemzése, majd a kutatási zárójelentés elkészítése volt.

Jelentős munka volt már a művelés alatt levő Algyő 1., Algyő 2. és Szeged 1. telepek rezervoárgeológiai újraértékelése, a tárolómodell és a szénhidrogénvagyon pontosítása. A tárolómodellek kialakításához természetesen felhasználtuk a nagyszámú laboratóriumi porozitás- és permeabilitásmérési adatot, valamint a nyomásemelkedési és kapacitásmérési vizsgálatok

alapján számított termelékenység-, illetve áteresztőképesség-adatokat is, a víztelítettség becsléséhez pedig a kapillárisnyomásmérések alapján felállított összefüggést. Ettől kezdve a szénhidrogénvagyon megállapítása „izovol"-térképek alapján már számítógép alkalmazásával történt, ami a munka színvonalának emelését jelentette.

A Hajdúszoboszlón megvalósítandó föld alatti gáztárolás tervezéséhez elkészítettük a Szoboszló II. és Szoboszló III. gáztelepek tárolási modelljét.

Rezervoárgeológiai feldolgozást és értékelést készítettünk a Szeged város alatti „Szeged-Móraváros" telep művelési tervéhez. A részletes rezervoárgeológiai elemzés keretén belül újszerű módon vizsgáltuk a telephez tartozó víztest hidrogeológiai viszonyait. A piezometrikus felszín- és a hidrodinamikai vezetőképesség-adatok, valamint a fázishatár-anomáliák regionális elemzésével következtettünk az egységes hidrodinamikai rendszerként értelmezett víztároló várható viselkedésére.

Az elmúlt tíz évben a tárolók rezervoárgeológiai feldolgozása elvi és módszertani szempontból egyaránt nagyot fejlődött, és tevékenységünk úgyszólván valamennyi jelentős hazai telepre kiterjedt.

Kútgeofizikai elméleti és értelmező tevékenységünk három egymással kapcsolatban levő területre terjedt ki:

— a fúrólyukszelvények értelmezésével kapcsolatos elméleti, módszertani és alkalmazási problémák megoldására;
— a vizsgált tárolók legfontosabb kőzetfizikai jellemzői és a szelvényekkel mért paraméterek közötti kapcsolat vizsgálatára laboratóriumi magmérések alapján;
— a szelvényértelmezés gépi megvalósítására.

A szelvényértelmezés fejlesztésével kapcsolatos tevékenységet a hazai legfontosabb szénhidrogén-tárolók problémái határozzák meg. Különösen fontos a homokkövek, valamint az agyagos, aleuritos homokkövek problémája, elsősorban az algyői felső- és alsópannon rétegsorok értelmezésével kapcsolatosan.

Munkáinkat kiterjedt laboratóriumi tevékenység alapján végezzük.

A karbonátos tárolók értelmezése képezte és képezi ma is az egyik legnehezebb feladatot. Nagy előrelépés volt a neutronszelvények bevezetése, valamint a laterolog szelvények általánossá válása.

Egyszerű és hatékony módszert dolgoztunk ki a halmaztelepek értelmezésére az izovolmódszeren keresztül. Külön említést érdemel az összetett litológiájú tárolók értelmezése 3, illetőleg 2 porozitásszelvény, valamint fajlagosellenállás-szelvények felhasználásával. Ennek gyakorlati példája a Szeged-Móraváros telep szelvényértelmezése, amelyet jelentős módszertani fejlesztési munka előzött meg.

A módszertani munkák, de a szelvényértelmezés konkrét feladatainak megvalósítása is szükségessé teszi a számítógépek alkalmazását. Több mint 50 különféle program készült el eddig, amelyek egy-egy részfeladatot oldottak meg. Így pl.: természetes-gamma-korrekció, PS-korrekció, általános számoló-rajzoló program, szelvénytranszformációk, fajlagos ellenállás optimális és pszeudolaterolog szondákból való meghatározása, mészkőtárolók repedéses porozitásának számítása, izovolparaméterszámítás neutron és laterolog szelvényekből, rétegvíz fajlagos elektromos ellenállásának számítása szelvényekből és sótartalom-adatokból, kumulatívellenállás-számolás stb.

Részt vettünk az általános karotázsértelmező programrendszer (KÉR) fejlesztésében, a porozitás és víztelítettség, valamint a rétegvíz-meghatározó programszegmensek elkészítésében.

A számítógépes szelvényértelmezés fejlesztésében a feldolgozási rendszer geofizikai feladatainak megfogalmazásával, a számítástechnikai rendszerterv készítésében és az adattár tervezésében végzett munkával vettük ki eddig részünket. Megemlítjük, hogy míg 1973 előtt évente néhány kút szelvényértelmezése történt csak az OGIL-ban, addig 1973-ban 50, 1974-ben 80, 1975-ben kb. 370 és 1976-ban több mint 600 kút egy-egy telepre történő értelmezését végeztük el.

A *geofizikai műszerfejlesztés* területén az 1976—77. években az alábbi jelentősebb témákban értünk el eredményeket:

— Nagynyomású, nagy hőfokú fejek, ill. ércsatlakozók

A DKFÜ-nél 1972 óta folyamatos használatban van a hétgyertyás fejekben az OGIL által kifejlesztett ércsatlakozó rendszer, amely jobb szigetelést és így megbízhatóbb szelvényezési eredményt biztosít. Az 1972—76-os időszakban mintegy 50 értömítési hely összesen legalább 100 000 alkalommal működött megfelelően, üzemszerű körülmények között. Szélsőséges üzemi körülmények (180—210 C°; 900—1000 kg/cm²) között is számos eredményes felhasználás volt, amikor az erek szigetelése teflonkábelen, a lyuktalpon 400 Mohm felett volt.

— Laterolog műszercsalád

Az NKFÜ és a DKFÜ valamennyi KLT-2-es laterolog berendezése az OGIL-ban kifejlesztett és labor szinten gyártott lyukelektronikákkal dolgozik 1968 óta. 1972—76 során kifejlesztésre került a legkorszerűbb méréstechnikai és technológiai alapokon működő I. C. áramkörös laterolog berendezés.

Ipari bevezetése 1977-ben fog megtörténni az NKFÜ-nél és a DKFÜ-nél.

Folyamatban van a kis érszámú és a kétcsatornás laterolog műszertípus fejlesztése; e műszer a kombinált, egyidőben több paramétert mérő, nagyobb termelékenységű, eszközcsalád alapjául fog szolgálni. Az OGIL-ban folyó fejlesztés biztosította és biztosítja, hogy méréstechnikai oldalról a magyar olajiparban világszínvonalon van a laterolog típusú ellenállás szelvényezés.

— Nyitható-zárható karos szondarendszerek, valamint elektromechanikus mérőrendszerek
— Szonikus műszercsalád

E témakörben folytattuk a legnagyobb arányú fejlesztést, az elért eredmények is a legjelentősebbek. A téma nagymélységű eszközeinek kutatására az OKGT mellett a NIM is jelentős támogatást nyújtott. A témában sok irányú kutatás és fejlesztés volt, amelyek közül a legfontosabbak az alábbiak:

Cementlog (CBL) szelvényező rendszer; lehetővé teszi a cementek béléscső és kőzet közötti kötés minőségének meghatározását 150 C°, 600 kg/cm²; 200 C°, 1000 kg/cm² tartós ipari, és célműszerként 260 C°, 1400 kg/cm² határjellemzőjű szondákkal. A kifejlesztett eszközök tartós terepi kipróbáláson mentek keresztül, és 1976-ban az üzemszerű bevezetés is megtörtént. 1974—76 között összesen mintegy 500 ezer méter kúthosszról készült eredményes szelvény ezekkel az eszközökkel. A témarész méretére jellemző, hogy mintegy 22 db különféle szonda készült a hozzájuk tartozó felszíni berendezésekkel.

A CBL-mérések bevezetésének biztosítása mellett ez a munka adta meg az alapot a szonikus kőzetszelvényezés problémáinak megoldásához is.

Szonikus kőzetszelvényező (Δt) berendezés lehetővé teszi a CBL-szelvényezés mellett a kőzet longitudinális sebességének és csillapításának a meghatározását, valamint a szeizmikus célokat szolgáló, átlagsebesség-integrátorral történő méréseket. Ezekből a műszerekből mintegy 24 db különféle méretű, 180—260 C° hőfok- és 1000—1400 kg/cm² nyomáshatárú szonda készült az 1972—76. években a hozzájuk tartozó felszíni műszerekkel. A tartós ipari kísérletek 1975-ben indultak, és 1976 során már folyamatosan készültek ipari felhasználásra alkalmas szelvények. Az eredmények alapján az ipari bevezetés 1977 elején megindult.

Az OGIL-ban kialakított lyukműszerek gazdaságosságára jellemző, hogy összehasonlítva az OKGT geofizikai szolgálatának egyszeri teljes ellátásához szükséges darabszám importárát és ugyanannak hazai kifejlesztési és előállítási költségeit, a hazai előállítás csak mintegy 65—75%-a a tőkés importból történő beszerzésnek.

Helyes fejlesztési-laborgyártási arányok kialakítása mellett még szocialista, sőt tőkés exportra is lehetőség van.

A *fúrástechnológia* területén belül igen széles körű, jelentős munkák történtek fúrástechnológiai feladatok számítógépes programjainak elkészítésével.

Ezek tulajdonképpen 1968-ban indultak a hőmérsékletmérések kiértékelésével és a fúrólyuk hőmérsékletmodell kezdeti elképzelésének leírásával. Segítségével pontosíthatók a reológiai számítások; a modell használható a cementreceptúrák kidolgozásához (konzisztométervizsgálatok hőmérsékletprogramja, cementfront-hőmérséklet stb.), a rétegvizsgálati és rétegkezelési technológia kidolgozásához, rétegnyomás-előrejelzéshez.

Az elmúlt 10 évben másik kiemelkedő témánk a kiegyensúlyozott nyomású fúrásmód fejlesztése és bevezetése volt az elméleti és gyakorlati feladatok megoldásával.

Az elmúlt években elkezdődött a kiegyensúlyozott nyomású fúrásmód elvét is tartalmazó, gazdaságossági szempontokat figyelembe vevő optimális fúrási paraméterekkel dolgozó fúrásmód kifejlesztése. A fúrás tervezése során az átfúrandó rétegsor ismeretében (kőzetmechanikai és rétegnyomásértékek) a kidolgozott számítógépes program a fúrótípushoz olyan terhelés- és fordulatszámértékeket rendel, amelyek megvalósításával a fúrólyukszakasz a legolcsóbban fúrható le. A számítógépes program segítségével, a fúróiszap optimális paramétereit megadó résszel kiegészítve számos fúrási terv készült. A fúrások mindkét szelvényének mélyítési költsége kevesebb lett a korábbi kutak mélyítésének átlagköltségénél.

Kutatási tevékenységünk eredményeképpen kidolgozásra került a béléscsőrakatok szilárdsági-gazdasági méretezése. A számítógépes tervezési eljárás alkalmazhatóságának vizsgálatára összehasonlító elemzést végeztünk a hazai fúrásokban ténylegesen beépített, ill. egyes külföldi méretezési eljárásokkal összeállított béléscsőrakatokkal. Ennek eredményeképpen megállapítottuk, hogy szilárdsági-gazdasági tervezési eljárásokkal a kis- és középmélységű olajtermelő fúrások esetében 20%-kal, a kis- és középmélységű gáztermelő fúrások esetében 35%-kal, nagymélységű kutatófúrások esetében pedig 15—20%-kal könnyebb és rendre 15, 50, ill. 25%-kal olcsóbb béléscsőrakatok tervezhetők.

A fentieken kívül számos olyan tanulmány, terv készült, amelyekben felhasználtuk a kutatás eredményeit. Elsősorban nagymélységű fúrásokat (*Hódmezővásárhely.*, a *Makó-II.*, *Sándorfalva-I.*, *Letenye-II.*, *Budafa-IX.*) terveztünk.

Az irányított ferdefúrások műszaki fejlesztésével kapcsolatban sokéves kutatási tevékenységünk eredményeként sor került a hagyományos turbinás-átmenetes ferdítés hatékonyságának vizsgálatára és meghatározására geológiai és műszaki körülmények figyelembevételével, a tervezés és kivitelezés számára.

A „Fúrástechnológiai szervízszolgálat" keretén belül nagyszámú irányított ferdefúrást végeztünk az Algyő mezőben, és részt vettünk a terepi ferdefúrási munkák műveletében. Ezenkívül irányított ferdefúrásokat terveztünk még Szeged, Lovászi, Hahót-Ederics, Demjén-kelet, Endrőd, Ferencszállás-kelet és Szank térségében. Számos, kritikussá vált mentési munkálatban vettünk részt, általában nagymélységű, igen kemény kőzetformációkban végzett mentő jellegű kitérő ferdítésekkel.

A lég- és haböblítéses fúrás első, magyarországi kísérleteit szovjet segítséggel készítettük elő.

A fúrási eszközök fejlesztése területén említésre méltó a rudazatmozgatás következtében fellépő nyomáslökések számítása, hőmérsékletmérés és kiértékelés, ami alapul szolgált a mélyfúrási hidraulika tanulmányozásához, a mélyfúrások tervezéséhez, valamint a számítógépi programok kidolgozásához.

A rétegelzáró eszközök fejlesztése terén kiterjedt kutató-, szerkesztő- és kísérleti munkát végeztünk, melyek alkalmazására sor került a *Hód-I.* és *Hunya-I.* nagymélységű fúrásoknál. Már évek óta folyamatosan elégítjük ki a csehszlovákiai megrendeléseket ilyen rétegelzáró eszközökből.

Az iszapkezelő rendszerek tervezése, a főbb szilárdanyag-szabályozó eszközök kialakítása több éves kutatómunkát igényelt. A fejlesztés időszakában üzemre alkalmas ciklonokat gyártottunk, kétszintes rázószita kísérleti példányát készítettük el és gyártottuk a fúróiszap-gáztalanító prototípusát is. Az eszközök előnyös alkalmazhatóságát sikeres üzemi próbák igazolták.

A fúrhatóság hidromechanikai modellezése céljából olyan mikrofúrót terveztünk, amely 20 dm^3/min öblítési mennyiség biztosításával 500 kg/cm^2 nyomás mellett, a legfontosabb paraméterek mérésével és regisztrálásával lehetővé teszi a teljesen hidraulikus működtetéssel végzett sorozatméréseket. Ez jelentős mértékben hozzájárul a technikai fúrások optimális paramétereinek kutatásához, ill. azok megállapításához.

A kitörésvédelmi oktatás színvonalának növelése érdekében a Nehézipari Műszaki Egyetemmel közösen végzett munka eredményeként elkészült egy oktatószimulátor, amely a lyukegyensúly-helyreállítás műveletének begyakorlását segíti elő.

Jelentős szerep a KGST keretében szovjet—magyar együttműködéssel kialakítandó „Fúrási mozgó laboratórium" munkáiban való részvétel.

A kőzetmechanikai vizsgálatok területén elsődleges kutatási feladat a rétegsorok stabilitásának, terhelhetőségének és fúrhatóságának vizsgálata, a vizsgálati eredmények alapján technológiai ajánlások kidolgozása.

A lyukfal-stabilitási vizsgálatok alapján technológiai ajánlást tudunk kidolgozni az ozmotikus hidratációra hajlamos márgák instabilitásának megelőzésére, ill. lefékezésére.

Az OGIL keretében a kőolaj- és földgázkutatást segítő *öblítőiszap- és mélyfúrási cementkísérleteink fő* célja volt egyrészt a külföldi tapasztalatok alapján a legkorszerűbb megoldások bevezetése, másrészt a fúrástechnika hazai követelményeit kielégítő saját megoldások kialakítása és üzemi megvalósítása.

A 60-as évek közepének egyik döntő tényezője és jellemzője a fúrási mélység jelentős növekedése, s ezzel annak a kritikus hőmérséklethatárnak az áttörése, amely a *hagyományos agyagiszapok* hőstabilitásának felső határát jelenti. A megoldás kulcsa a gipszbázisú öblítőfolyadék alkalmazásának bevezetése volt.

A kutatási tevékenység eredményeképpen sikerült kidolgoznunk a hazai ferrokróm-lignoszulfonát, a viscosol előállítását és gyártási technológiáját. Az éveken keresztül folytatott kutatómunka a viscosolgyártás tökéletesítésére, újabb nehézfémkomplexek kialakítása eredményes volt, s jelenleg ez a hazánkban gyakorlatilag egyedüli organikus viszkozitáscsökkentő. Alkalmazását a közvetlen hatékonyság és gazdaságosság jellemzi. Felhasználásával a nagymélységű fúrásokban a gipszbázisú öblítőfolyadék eredményesen alkalmazható 210—220 C°-os réteghőmérsékletig.

A vizes közegű öblítőfolyadék hőstabilitásának növelése érdekében hő- és elektrolittűrő, vízleadás-csökkentő adalék (Termohumex) előállítását dolgoztuk ki.

Az utóbbi évek legfőbb kutatási iránya a szabályozott nyomású fúrási technológia követelményeinek megfelelő alacsony szilárdanyag-tartalmú (szilárdanyag-mentes), nem diszperzív öblítőfolyadékok előállítása volt.

A hazai kutatás eredménye — a külföldi eredményeket, tapasztalatokat is hasznosítva — az XC biopolimer. Ez a bioszintetizált poliszacharid (Xanthan) igen alacsony koncentrációban már megfelelő tulajdonságokkal rendelkező alapfolyadékot ad.

A szabadalmaztatott SYN-CM rendszer igen jó reológiai tulajdonságokkal és víztartó képességgel rendelkező, eredményesen és gazdaságosan alkalmazható szilárdanyag-mentes öblítőfolyadék.

Kutatásaink során igen fontosnak tartottuk, hogy a fúrások biztonságos lemélyítéséhez szükséges feltételek megteremtése mellett az öblítőfolyadék elősegítse a tárolórétegek produktivitásának megőrzését. Vizsgálataink azt mutatták, hogy főként a felületaktív anyagok alkalmazása jelent kellően hatékony megoldást. Ugyanezen céllal dolgoztuk ki a korszerű követelményeknek megfelelő lyukfeltöltő-folyadékok összetételét.

Nagy fajsúlyú iszapok előállítási lehetőségeinek vizsgálata során kidolgoztuk a 2,4 g/cm^3-es fajsúlyig barittal nehezíthető iszap receptúráját.

Különböző összetételű, 2,0 g/cm^3-ig nehezíthető, 180 C°-on is stabil olajos és néhány vizes közegű pakkerfolyadék receptúráját dolgoztuk ki. A vizes közegű receptúrák közül a legperspektivikusabb a K_2CO_3-alapon készült folyadék. Ez teljesen szilárdanyag-mentes, fajsúlya 1,47 g/cm^3-ig növelhető, a korrózió ellen teljes védelmet nyújt, ugyanakkor a K-ion jellege miatt rétegkárosító hatása is minimális.

A kiegyensúlyozott fúrásmód fejlesztése kapcsán foglalkoztunk a különböző kőzettulajdonságok meghatározására alapozott túlnyomásos előrejelzési módszerek közül a márgasűrűségmérés és az agyagossági tényező vizsgálatával.

Az *olajos közegű iszapokkal* kapcsolatos kutatásaink során sikerült megoldani a hazai adalékokból álló „fekete" fordított emulziós iszap előállítását, melynek elektrolittartalma tetszés szerinti határok között szabályozható. A laboratóriumi vizsgálatok szerint ez az iszap 2,2 g/cm^3-ig nehezíthető, hőstabilitása csaknem azonos a kereskedelmi forgalomban kapható iszapokéval, reológiai tulajdonságai azonban kedvezőbbek. Felületaktív anyag felhasználásával megoldottuk, hogy az iszap viszkozitása hasonló módon csökkenthető, mint a vizes közegű iszapoké Ezt a módszert olajos közegű iszapokhoz eddig nem alkalmazták·

A „fehér" fordított emulziós iszap előállítására irányuló kísérleteink során nagyszámú vizsgálatra és sok irányban végzett kutatómunkára volt szükség. Ezek eredményeként a József Attila Tudományegyetem Kolloidkémiai Tanszékével közösen, laboratóriumi körülmények között, az összes szükséges adalék előállítását sikerült megoldani. A laboratóriumi minták vizsgálata azt bizonyította, hogy ezen anyagokból jó minőségű fordított emulziós iszapok készíthetők. A hazai adalékokból készített „fehér" fordított emulziós iszappal két sikeres üzemi kísérletet végeztünk. A szabadalmaztatott iszap iránt több ország érdeklődést tanúsít.

Ezek kapcsán kidolgoztuk egy ún. védő olajdugó elkészítését. Ezt az olajdugót eddig 160 esetben használtuk eredményesen olajtermelő szintek perforálásához. A receptúra ugyanakkor alkalmas a megszorult fúrószerszám felszabadításához, nehezített olajdugó készítésére is. Az ilyen jellegű eredményes alkalmazásra is több esetben sor került.

Foglalkoztunk a K-alapú öblítőiszapok hazai előállítási lehetőségével. Vizsgálataink során hazai barnaszénőrleményből előállítható K-humátra alapozva laboratóriumi körülmények között megoldottuk a K-alapú iszap előállítását. Az üzemi alkalmazás tapasztalatai azt bizonyították, hogy ez az iszaptípus a K-ion speciális hatása miatt alkalmas egészen kis szilárdanyag-tartalmú iszapok előállítására, ugyanakkor kavernásodásra hajlamos agyagos-márgás szakaszokon lehetővé teheti az elméletihez közel álló méretű lyuk fúrását.

Az egyre nagyobb mélységekben történő szénhidrogén-kutatás szükségessé tette a *mélyfúrási cementek* vizsgálati módszereinek állandó fejlesztését, ehhez egyre újabb mérési módszerek és eszközök bevezetését, ill. kifejlesztését.

A cementkutatás területén az egyik legfontosabb feladatunk a nagymélységű fúrások cementezésére alkalmas alap- és adalék anyagok kifejlesztése volt. A sokéves kutatómunka eredményeképpen a kőolaj- és földgázkutak létesítéséhez és folyamatos üzemeltetéséhez szükséges mindenfajta cementezési művelethez rendelkezésre áll a megfelelő hőálló cementezőanyag.

A komplex kutatás eredményeképpen sikerült hazai kohósalakból 260 C°-ig hőstabil cementezőanyag kidolgozása a nagymélységű, max. 6000 méteres fúrólyukak béléscső-cementezésére.

A cementezőanyag két-két változatát dolgoztuk ki (nagy fajsúlyú és normál fajsúlyú) a nagynyomású gázos és normálnyomású rétegek cementezésére diósgyőri, ill. dunaújvárosi kohósalak-alapanyagokból.

Jelenleg már a 280 C°-ig hőálló normál és nehezített fajsúlyú, ill. 220 C°-ig hőálló könnyített fajsúlyú portlandcement—pernye—$Ca(OH)_2$ és kohósalak—pernye—$Ca(OH)_2$ alapú cementtej-receptúrák kidolgozása folyik. Ezen cementtejek kötési, ill. szivattyúzhatósági idejének szabályozása új kötéslassítókkal, furfurollal, gipánnal, viscosollal, Ca-glukonáttal, ill. azok kombinációival történik.

A gázkutak *homokbeáramlásának* megszüntetésére, áteresztőképes homok megkötésére fenol-formaldehid- és epoxigyanta-összetételeket és homokmegkötési technológiát dolgoztunk ki.

Kútcementezési receptgyűjteményt állítottunk össze a kútjavítási tevékenység körébe tartozó cementezési munkálatok tervezésére és kivitelezésére. Az ebben szereplő receptúrák maximálisan 120—130 C° hőmérséklet és 300—400 at nyomásviszonyokra alkalmazhatók.

Foglalkoztunk továbbá a termelőrétegek megóvásának kérdésével, ezzel kapcsolatban olajelmulziós cementtejek receptúráit dolgoztuk ki.

A röntgendiffrakciós laboratórium felkészült a cementező anyagok, úm. portlandcement, kohósalak, erőművi pernye és egyéb hidraulikus kötőanyagok, kőzetek, fúrási magok és öblítőiszapok, valamint egyéb kristályos anyagok vizsgálatára.

Fontos kutatási területünk a hidraulikus kötőanyagok — a cement és kohósalakok — szilárdulási mechanizmusának felderítése. A munka célja a cementező anyagok kötési tulajdonságainak vizsgálata magas hőmérsékleten és korrozív közegben, az optimális cementezőanyagok összetételének valamennyi kívánt körülményre vonatkozó tervezése céljából.

Előállítottunk MECRONAC-29 jelű szénhidrátszármazék alapú krómkomplexeket, amely a karboxi-metil-cellulóz és különféle biopolimerek térhálósítására alkalmas. Az anyag korrozív kéntartalomtól mentes. Jól alkalmazható szilárdanyagmentes, ill. kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékok előállítására. Nagyüzemi gyártása megvalósult.

Kifejlesztettük a DEHIDROSOL jelű szénhidrátszármazék alapú krómkomplexet — diszpergáló hatású, jól alkalmazható vizes közegű iszapokban — viszkozitáscsökkentő adalékként. Az üzemi kísérlet során a jó viszkozitáscsökkentő, diszpergáló hatása mellett kedvező volt az a tény, hogy a gipszesítés során a korábbiakban használt anyaghoz képest a DEHIDROSOL-lal kezelt iszap nem habzott. Korrozív kéntartalma ennek az adaléknak sincs.

Szénhidrátszármazék alapú alumíniumkomplexet is előállítottunk, amely a lyukfal agyagrétegeinek, ill. a furadék és az iszap agyagtartalmának duzzadását, hidratációját gátolja meg.

Az operatív *termodinamikai* munkáknál évente 2 gáz-csapadék, 6 olaj, 12 gázrendszer pVT-vizsgálatára és 10 gáztartalmú olaj viszkozitásváltozásának szolgáltatás jellegű meghatározására került sor. Ezen adatokból összefüggést dolgoztunk ki a kőolajok teleptérfogat-tényezőjének és rétegviszonyok közötti viszkozitásának gyors előrejelzésére. Szolgáltatásainkat Csehszlovákia, Jugoszlávia és a Német Demokratikus Köztársaság vállalatai is igénybe vették. Módszereinket hasznosítják azok a lengyel és jugoszláv szakemberek, akiket ezen munkára vállalatunknál képeztünk ki.

Az operatív tevékenységen kívül kiterjedt kutatómunkát is folytatunk.

A szén-dioxidos földgázokra általánosított redukált kompresszibilitási diagramot készítettünk, amely az egy- és kétfázisú tartományt egyaránt felöleli. Ezen összefüggés felhasználásával általánosított leírást adtunk a gáz teleptérfogat-tényezőjére, valamint a gáz és a cseppfolyósított gáz sűrűségére és az entalpia nyomásfüggésére. Meghatároztuk a szén-dioxidos földgázok egyensúlyi vízgőztartalmát, valamint összefüggést dolgoztunk ki a hidrátképződés és -bomlás viszonyainak számítására; ezt a munkát a Nehézipari Műszaki Egyetem Általános és Fizikai-Kémiai Tanszékével közösen végeztük. A fenti feladatok elsősorban a szállítás és előkészítés tervezésének igényeihez kapcsolódtak.

Számos kőolaj felhasználásával vizsgáltuk a szén-dioxid oldhatóságát különböző nyomáson és hőmérsékleten, továbbá olyan körülmények között, amikor a gáz eltérő minőségű és mennyiségű szénhidrogén-frakciót is tartalmazott.

Vizsgáltuk a szén-dioxid oldhatóságát különböző minőségű és mennyiségű sót tartalmazó vizekben, valamint ezen rendszerek teleptérfogat-tényezőjének, sűrűségének, izoterm kompresszibilitási tényezőinek, izobár hőtágulási együtthatóinak és viszkozitásának alakulását. Mindezekre korrelációt dolgoztunk ki.

Tevékenységünkkel szoros kapcsolatban három szakirodalmi összefoglalót jelentettünk meg a földgázok pVT-sajátságairól, a fázisegyensúlyok elméletéről és olajmérnöki felhasználásáról, valamint a szén-dioxid kőolaj-bányászati alkalmazhatóságáról.

Rétegfizikai tevékenységünk első csoportját a feltárt szénhidrogén-tárolókból, valamint a kutatási területeken lefúrt kutakból kinyert kőzetminták fizikai tulajdonságainak vizsgálata, jellemző paramétereinek megadása, továbbá a kutatási, tervezési és technológiai témák kidolgozásához szükséges paraméterek, illetve függvények és függvénykapcsolatok meghatározása jelenti.

Ezen feladatok megoldásához új módszereket vezettünk be a kőzetfizikai paraméterek vizsgálatánál, a kapillárisnyomás hiszterézisvizsgálatoknál, a nem nedvesítő fázis maradék telítettségének és a víz—olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbéknek a meghatározásánál. Szolgáltatási tevékenységünk keretében évente kb. 3000 porozitás- és áteresztőképesség-mérést végzünk, 300—400 kapillárisnyomás-görbét veszünk fel. Kőzetfizikai alapparamétereket és áramlástani jellemzőket (relatíváteresztőképesség-görbéket, kapillárisnyomás-görbéket) határoztunk meg a jugoszláviai INA-NAFTAPLIN felkérésére is a Sandrovač-i mezőre.

Módszert alakítottunk ki és berendezést hoztunk létre a relatíváteresztőképesség-görbék meghatározására tárolóviszonyok között.

A korszerű másodlagos, illetve harmadlagos kőolaj-termelési eljárások alkalmazhatóságának vizsgálata új laboratóriumi, fizikai modellezési metodikánkkal sikeresen végezhető el. Segítségével lehetőség nyílik különböző típusú anyagok hatásosságának vizsgálatára heterogén tárolók esetén is.

Több éven keresztül tanulmányoztuk a szén-dioxidos olajkiszorítás hatásmechanizmusát és alkalmazási lehetőségét kimerült háromfázisú, elvizesedett tárolókra. A vizsgálatokat elvégeztük a lovászi, nagylengyeli, algyői, ásotthalmi és a jugoszláviai Sandrovač-i mező tárolóviszonyaira.

Felületaktív anyagos olajkiszorítási modellkísérleteink célja a hatásmechanizmus tanulmányozásán túl elsősorban az algyői mező bázistelepeiben való alkalmazhatóság vizsgálata volt.

Az ammóniás kiszorítással és rétegkezeléssel kapcsolatos eredményeink alapján a nagylengyeli mezőben eredményes kisüzemi kísérletek indultak.

Vizsgálatokat végeztünk továbbá a NaOH-oldatnak kiszorító közegként való alkalmazhatóságára is tárolóviszonyok mellett.

A műveléselemzési tevékenységhez tartozik a már termelő és a művelés előrehaladott stádiumában levő olaj- és gáztelepek művelésének elemzése, azon intézkedések körének meghatározása, amelyekkel a kihozatal még tovább növelhető. Vizsgáljuk a telepek működési rendszerét, az alkalmazott művelési eljárások és koncepciók megvalósításának módját és eredményességét.

A tevékenység komplex jellegét mutatja, hogy foglalkoztunk a termálvíztárolók művelésével, a komplex gépi termelési adatnyilvántartás és feldolgozás kérdésével, az a priori kihozatal meghatározásának módszertanával.

Műveléselemzéseinket a termelési és intézkedési tervek összeállításában hasznosítják. Olajtelepeink termelési viszonyait elemző munkáink összefoglaló áttekintést adnak az összes, korábban feltárt és termelésbe állított jelentős homokkőtároló termelési folyamatáról, az alkalmazott művelési módok és másodlagos eljárások hatásáról, a termelés akkori helyzetéről. Az elemzés a budafai, lovászi, újfalui, demjéni, pusztaföldvári és a szanki mezőre terjedt ki, melyeknél sorozatonként, illetve főbb termelési egységenként vizsgáltuk a telepek természetes energiarendszerét, a gáz- és vízbesajtolás eredményességét, a művelés állapotát, az elért kihozatalt. Ez a munka a részben vagy telje-

sen kimerült, illetve a művelés előrehaladott stádiumában levő olajtelepek további művelési lehetőségének vizsgálatát kívánta elősegíteni.

A pusztaföldvári Békés-szint, valamint a pusztaszőlősi, battonyai és a mezőhegyesi mezők olajtelepei termelésének elemzése alapvetően a kihozatal további növelésének vizsgálatával foglalkozott. Az energiaviszonyok és a fázishatár-elmozdulások alapján a legnagyobb olajkészletű Békés-szintnél az olajkihozatal növelése érdekében elérendő célként a vízkivétel fokozását, a fázishatár elmozdulásának mérséklését jelöltük meg. Ennek megfelelően javasoltuk az intenzív csapolás széles körű kiterjesztését. A tárolószint csapolásának jelentékeny növelésével az olajtermelés a tervezettnél is kedvezőbben alakult, a termelés évek óta tartó csökkenő tendenciája hosszú időre megszűnt.

A szanki mező művelési tanulmánya az akkor még kutatás alatt levő mező termelési múltját, tapasztalatait elemezte. Javaslatot adott a telep további művelési módjára, a rétegműködés ellenőrzésére, előre jelezte a termelést.

A szénsavtermelés és a helyi gázellátás érdekében foglalkoztunk a mihályi—répcelaki és az ölbői mező gáztelepeinek földtani és művelési kérdéseivel, a termelő telepek művelés-elemzésével.

A repedezett tárolók rétegparamétereinek kiértékelésére új számítógépi programokat dolgoztunk ki, amelyek kiterjednek a nyomásemelkedési, nyomáscsökkenési, az interferencia- és az impulzusmérésekre.

Vizsgáltuk a termelési, illetve elnyelési depressziók, valamint a hozamok alapján a kúttal átharántolt rétegekben levő repedések méretét a nagylengyeli mezőben.

A hatékony művelési eljárások szakirodalmi tanulmányozása alapján javaslatot tettünk az algyői mezőben számításba vehető művelési módok konkrét alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatára. A laboratóriumi vizsgálatok ennek megfelelően kezdődtek el.

A lovászi mezőben a Lovászi-sorozat együttes és rétegenkénti szén-dioxidos művelése közötti eltérést vertikális szimulációval vizsgáltuk a gázbesajtolás időszakában.

A *műveléstervezési* tevékenység a szénhidrogéntelepek megismerése és a termelést megvalósító konkrét beruházások között álló, ezek optimális összhangját biztosító komplex tevékenység. A mindenkori tervezőmunka korszerű színvonalon történő ellátása érdekében kiterjedt módszertani kutató-fejlesztő munkát végeztünk.

A különböző típusú szénhidrogéntelepek termelésének előrejelzéséhez, illetve a művelés megtervezéséhez csaknem száz — részben független, részben többé-kevésbé összefüggő — számítógépi programunk van. A fejlődés tendenciája — céljainknak megfelelően — olyan volt, hogy az egyszerűbb, csak egyetlen feladat megoldására alkalmas, másikkal össze nem építhető programoktól haladtunk a komplex tárolószimulációs modellek felé.

A kezdetben létrehozott, gáztelepekre vonatkozó anyagmérleg, vízbeáramlás és gőz—folyadék egyensúlyi számítások után kifejlesztettük és a gyakorlatban is alkalmaztuk a földgáztelepek műszakilag optimális kúttelepítését és a kútfúrás sorrendjét meghatározó modellprogramot.

A programot továbbfejlesztettük több, egymás felett levő, összenyitott gáztelepből álló objektummal kapcsolatos számítások elvégzésére. A modell már figyelembe veszi a talpi víztükör egyenlőtlen emelkedését is.

Az általunk modellprogramoknak nevezett telepszimulációs célú fejlesztésekkel párhuzamosan foglalkoztunk más feladatokkal is, amelyek már rendszerszemléletben készültek. Ezek közül említésre méltó az ellenáramú, illetve egyenáramú többszörös kútkiképzések hőmérsékletprofiljának számítására alkalmas program, a kúttalpnyomás, a hőmérséklet, a kútfejnyomás számítása a termelés, illetve a besajtolás alatt, a felszíni rendszer (kútbekötő vezeték, gyűjtőpont, főgyűjtővezeték) nyomás- és hőmérsékletviszonyainak meghatározása, a fázisviszonyok számítása a termelőcsőben és a felszíni rendszerben, különös tekintettel a hidrátképződés lehetőségének és helyének meghatározására, az expanziós gázelőkészítő egység teljesítményének és összmunkájának alakulása termelés alatt, a kompresszorozás teljesítményének, összmunkájának a számítása a művelés során stb.

A fentieket a modellprogrammal összekapcsolva egy olyan tárolószimulátor állítható elő, amely alkalmas a termelési technológia (a föld alatti vízbeáramlástól a távvezeték indító állomásáig) komplex megtervezésére, rész- és globális optimalizálások elvégzésére.

Jelenlegi tervezési módszerünk a háromfázisú, kétdimenziós területi (horizontális) és keresztmetszeti (vertikális) tárolómodellek kombinációjára épül. A modellszámításokkal először a termelési múltat reprodukáljuk, és ilyen módon pontosítjuk a tárolóról alkotott ismereteinket, ezután kerül sor a művelési folyamat előrejelzésére. A kezdeti állapot meghatározását, a háromfázisú összenyomható áramlási folyamat számítását, valamint az eredmények kiértékelését és a tervezés speciális igényeinek megfelelő gyűjtését és csoportosítását külön programok végzik.

A folyadékkiemeléssel kapcsolatos program folyamatos vagy időszakos segédgázos termelés üzemviszonyainak műszaki-gazdasági optimalizálására alkalmas. Az optimalizálás alapján az adott segédgáz árából és a lehetséges kútszerkezetek költségeiből meghatározható a minimális segédgáz-felhasználás, illetve költség. A program leírja a felszíni rendszer üzemviszonyait is, és alkalmazásakor bármelyik — az irodalomban ismertetett — függőleges csőbeni több fázisú áramlási elmélet használható.

A tervezési tevékenység teljes területét átfogó módszerfejlesztő tudományos kutatómunka eredményeit a népgazdaság energiaellátását számottevően befolyásoló kőolaj- és gázmezők művelési terveinek elkészítéséhez hasznosítottuk.

Tervezési tevékenységünk legnagyobb jelentőségű alkotása az 1965-ben feltárt algyői mező generál művelési tervének elkészítése volt. A több mint 20, számottevő földtani vagyonú szénhidrogéntelepből álló mező művelési és beruházási koncepcióit e terv elkészítése nélkül nem lehetett kialakítani. A generál művelési terv a nagy gázsapkás olajtelepek művelését 6 változatban vizsgálta. A változatok műveléstechnológiai alapja a világviszonylatban is még kevés helyen alkalmazott kétoldali, illetve gáz—olaj határi vízelárasztás volt. A megvalósításra elfogadott és azóta már alkalmazott generálváltozat értelmében, a művelés első időszakában az olajtermelés alapját a kétoldali vízelárasztással művelt bázistelepek (Algyő 1., Algyő 2., Szeged 1. telepek) képezik. A szabadgáz-telepek művelését a generálterv 7 változatban vizsgálta. Az elfogadott és bevezetett változat szerint a gáztermelés a Maros-szint termeltetésével folytatódott.

Az algyői szénhidrogéntelepek generál művelési tervét a telepek részletes művelési tervei követték. Jelentősége miatt a bázistelepek művelési tervének pontosítását kell megemlíteni.

A nagy gázsapkás Szőreg 1. olajtelep előzetes művelési terve az 5 rétegből álló tárolóösszlet vízelárasztásos művelésének lehetőségeit vizsgálta.

A kommunális gázfelhasználás növekedése a földgázfelhasználás szezonális egyenlőtlenségeit megnövelte. A téli csúcsigények kielégítése érdekében készítettük el az algyői csúcsüzem előzetes művelési tervét. Megterveztük az algyői olajtermelés szempontjából kisebb jelentőségű Szeged 7. telep olajszegélyének természetes energiás leművelését is.

A Szoboszló III. telepben létesítendő föld alatti gáztárolóra részletes művelési tervet készítettünk.

A kutatási tevékenység Szeged város alatt egy nagy etázsmagasságú kőolaj-halmaztelep feltárásához vezetett. A művelés lehetőségeit a Szeged-Móraváros telep előzetes művelési tervében vizsgáltuk.

Az OGIL megalapításakor a Vegyészeti Főosztály tevékenységi körébe *a földtani kutatást kiszolgáló olaj-, gáz- és vízvizsgálatok, korrózióvédelmi és izotópalkalmazási kutatások* tartoztak. A tízéves fejlesztési periódus folyamán azonban a szénhidrogén-bányászati kemizálás műszaki fejlesztési igényeinek megfelelően a Vegyészeti Főosztály felkészült és bekapcsolódott a kémiai és fizikai-kémiai technológiai folyamatok kutatásába a műszaki tervezési és műszaki fejlesztési tevékenységnek kutatómunkával történő alátámasztására.

A szénhidrogének földtani kutatásának tervezése szempontjából alapvető jelentőségű a prognosztikus készletbecslés. Ennek megismerését elősegítik a geokémiai vizsgálatok, melyek célja a szénhidrogén-kutatás szempontjából alapvető természeti folyamatok, a genezis és migráció törvényszerűségeinek felfedezése.

Az OGIL-nál csaknem tív éve folyamatban levő geokémiai vizsgálatok komplexitása — gyakorlati szempontok alapján a vizsgált közeg típusai szerint csoportosítva — magában foglalja a rétegfluidumok, a kőzetmagok vizsgálatát, valamint a felszíni geokémiai méréseket.

A rétegfluidumok vizsgálata keretében kőolajok kormeghatározására, egyes kőolajtelepek korrelációjára végeztünk vizsgálatokat, és 5 éve rutinszerűen végezzük a rétegvizek szerves anyagának és oldottgáz-tartalmának vizsgálatát.

A geokémiai vizsgálatok súlypontját a kőzetmagok vizsgálata képezi.

A telepkutatás hatékonyságának növelésére a Szovjetunióban és a világ más részein is elterjedőben van a felszíni geokémiai vizsgálati módszerek alkalmazása. Ennek alapján kezdtük meg négy éve azokat a vizsgálatokat, amelyek célja a szeizmikus szerkezetek produktivitásának igazolása. A kutatás magában foglalja a talaj- és vízminták szénhidrogéngáz-tartalmának, a szénhidrogén-oxidáló mikroorganizmusok mennyiségének és a talaj nyomelemeinek vizsgálatát.

Korrózióvédelmi kutatásaink elsősorban a földgáztermelés és -szállítás biztonságát szolgálják, de a berendezések védelmének jelentős gazdaságossági kihatásai is vannak. Az elmúlt években több száz inhibitort minősítettünk, és üzemi kísérletek révén kialakítottuk az egyes földgázüzemek korrózióvédelmi technológiáját. Közreműködtünk román gyártmányú inhibitor üzemi próbáinál, amelyek kedvező eredményt mutattak. Vizsgáltuk a nagymélységű kutak cementezésére alkalmas összetételű cementkövek szén-dioxidos és termikus korrózióját.

Foglalkoztunk a kénvegyületek hatására képződő piroforos vegyületek tulajdonságainak vizsgálatával, és tisztáztuk a piroforos korróziós termékek robbanásveszélyével kapcsolatos körülményeket.

Részletesen vizsgáltuk a vízelőkészítés és -besajtolás korróziós problémáit, a veszélyes korróziós lehetőségeket felderítettük, és a technológia módosításával a korróziót csökkentettük.

A korróziós csoport munkájának legkiemelkedőbb eredménye, hogy a nagyobb szénhidrogén-termelő üzemekben a folyamatos korrózió-ellenőrző rendszer megvalósult, és hatékonyan működik.

Az iparág igényének megfelelően az elmúlt két évben korrózióvédelmi tevékenységünket kiterjesztettük a távvezetékhálózat korrózióvédelmi kérdéseire. Kidolgoztuk és alkalmazzuk a szigetelő fóliák vizsgálati és minősítési módszerét, amely alapját képezi az import szigetelő fóliák hazaival történő kiváltására irányuló kutatásoknak.

Az algyői főgyűjtő tervezéséhez kidolgoztuk a folyamatos termikus-vegyszeres emulzióbontás technológiáját az algyői kőolajra. A kőolajok szállításával kapcsolatos problémák megoldására több alföldi kőolaj — algyői, ásotthalmi, kelebiai, kiskunhalasi stb. — csővezetéki szállításához szükséges reológiai tulajdonságát vizsgáltuk, és eredményes megoldást javasoltunk a kőolajok, illetve keverékeinek, gazolinnal hígított kőolajok szállítására.

Az algyői vízbesajtolás indulása után jelentkező műszaki nehézségek megoldásában, a hibák elemzésében és kiküszöbölésében jelentős tevékenységet fejtettünk ki. A vízbesajtolással kapcsolatosan vizsgáltuk az algyői kőolajból termelt rétegvizek tisztíthatóságát, a besajtolhatóság feltételeit. Az algyői ideiglenes rétegvíztisztító, illetve végleges rétegvíztisztító alapadatait és elvi technológiai folyamatát a tervezők részére kidolgoztuk.

Különböző kiszorító folyadékok alkalmazásával kapcsolatosan kidolgoztuk a minősítő vizsgálati módszereket, adaptáltuk a szakirodalomból ismert és hazai tárolóviszonyokra felhasználható adatokat, majd a MÁFKI bevonásával elegyedő, illetve elegyedő és alacsony határfelületi feszültségű kiszorításra alkalmas petróleumszulfonátokat, petróleumszulfonát-oldatrendszereket állítottunk elő.

A fúrás és geofizika területén több izotópalkalmazási módszert dolgoztunk ki, illetve fejlesztettünk tovább, és ezeket rendszeresen alkalmazzuk.

A kutak műszaki állapotának vizsgálata terén vezető helyen áll a cementtető magasságának radioaktív izotóppal való ellenőrzése.

A kutakban előforduló műszaki hibák, a mesterségesen előidézett rétegrepesztések helyének meghatározása mellett, sok esetben fontos a béléscsősérülés, a repedés irányának meghatározása is. Erre a célra kifejlesztettünk egy forgó, ólompalástú szondát, amely méri a kútba juttatott radioaktív anyag eloszlását.

A zárt radioaktív sugárforrások alkalmazása elsősorban a mélyfúrási geofizika terén terjedt el. Ezen a területen foglalkoztunk az ún. modellkutakon végzett vizsgálatokkal, amelyek célja az volt, hogy mesterségesen előállított rétegsoron meghatározza a neutron- és gamma-sugárzás indikációja és a kőzetfizikai paraméterek, így a permeabilitás, a sűrűség, a különböző jellegű telítettség mértéke közötti összefüggéseket.

A gamma-szondák hitelesítéséhez terepen is használható hitelesítőket terveztünk, és ennek továbbfejlesztéseként kidolgoztuk a természetes radioaktivitás energiaspektrumával azonos sugárzást adó hitelesítőket, amelyeket szintén üzemszerűen alkalmaznak.

A termelővállalatok laboratóriumaival közösen továbbfejlesztettük a szénhidrogéngázok és -folyadékok mintavételét és vizsgálati módszereit, és a többszörösen ellenőrzött eljárásokat vállalati szabványokban rögzítettük (VSZ 1.—6).

Folyadékkromatográfiás módszerek bevezetésével bővítettük a gazolinok aromástartalmának, ásványolaj-szulfonátok szulfonát- és olajtartalmának meghatározását, valamint az oldható diszperz szerves anyagok vegyületcsoport-összetételének vizsgálatát.

A *mélységi nyomásmérésen* alapuló mérések tudományos szintű feldolgozására nagy műszaki és elméleti felkészültséggel rendelkezünk. A kutanként felvett nyomásemelkedési görbék alapján számítjuk a rétegparamétereket.

Gázkutak vizsgálatánál a bevezetett eljárás eredményeként lehetővé vált a nyomásemelkedési görbe és a hozamegyenlet együttes felhasználása hidrodinamikai paraméterek meghatározására. Ez lehetővé tette a kút körül, áramlás közben kialakuló nyomásveszteség megkülönböztetését az elszennyeződésből és a turbulens áramlásból adódó nyomásveszteségtől.

Kidolgoztuk az ún. „feltöltési mérési eljárást", amely lehetővé teszi az utánáramlás kiküszöbölését. A mérési módszerrel nagy pontossággal meghatározhatók a réteg- és a kútkiképzési adatok olyan esetekben is, amikor a kutak gazdasági értékének megállapítása más módon lehetetlen.

A besajtolókutak vizsgálatára módszertani kutatási programot készítettünk. Kísérleti mérések alapján kidolgoztuk a besajtolókutakon mérhető nyomáscsökkenési görbék értékelési módszerét. A nyomáscsökkenési görbék értékelésére szolgáló módszerünket egyaránt sikerrel használták az algyői vízbesajtoló kutak, a hahót—edericsi gázbesajtoló kutak, a demjéni föld alatti elégetéses kísérlet levegőbesajtoló kútjának paramétermegállapításához.

A teszteres tevékenység eredményeinek elemzése alapján egyértelműen meghatároztuk a vizsgálatok műszaki-gazdasági helyét, alkalmazásának feltételeit a szénhidrogén-kutatásban és -feltárásban.

A termelt fluidumban levő homokmennyiség meghatározásához új vizsgálati eszközt és eljárást dolgoztunk ki.

Kiemelt fontosságú vizsgálatokhoz BSB automatikus kútvizsgáló egységet használunk, amely lehetővé teszi a gáz-csapadék rendszerek pVT-vizsgálatához szükséges mintavételt és a gáz-csapadék rendszerek különböző nyomáson és hőmérsékleten való tanulmányozását.

Pulzációs interferenciavizsgálatokhoz szükséges 0,00001 at érzékenységű nyomásmérőt hoztunk létre. A Nagylengyel és környékén levő karbonátos karsztrendszerben végzett sikeres vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a módszer segítséget nyújt a nem homokkő típusú tárolók átlagos áteresztőképességének és tárolóterének meghatározásához.

A *laboratóriumi eszközfejlesztés* területén számos eredmény született. Statikus és dinamikus iszapprést, gyorsextraháló készüléket, a föld alatti elégetéses termelés modellezését célzó komplett laboratóriumi berendezést, a másodlagos és harmadlagos olajtermelési eljárások laboratóriumi vizsgálatához szükséges készülékeket, berendezéseket alakítottunk ki a legkorszerűbb kutatás követelményeinek megfelelően.

Elkészítettük a HM típusjelű (Hidraulikus-Manipulációs) pakker prototípusát. Ez a béléscsőből roncsolásmentesen kiépíthető, javítócsomagban biztosított alkatrészek felhasználásával újraszerelhető és ismét felhasználható. Számos beépítés igazolta a konstrukció megfelelő minőségét, elsősorban szén-dioxid-besajtoló kutak esetében.

Ezt követően kezdtük el a korszerű fúrható-permanens pakker kialakítását (FP típus), amely alkalmas acél béléscsővel ellátott mélyfúrások egymás alatt elhelyezkedő, megnyitott rétegeinek elválasztására nagy nyomáskülönbségek és réteghőmérséklet-viszonyok mellett.

Az általunk tervezett „HT" típusjelű, ék nélküli hidraulikus tömítő alkalmas acél béléscsővel ellátott mélyfúrások egymás alatt elhelyezkedő két vagy több megnyitott rétegének egyidejű elválasztására.

A hazai tervezésű pakkerek választékának bővítésére korszerűsítették a korábbi autofix-C, majd az autofix-B típusú pakkereket.

Kidolgoztuk a cementdugót helyettesítő fúrható dugót, amelynek sorozatgyártása elkezdődött.

Kidolgoztuk a földgáztárolók komplett kútkiképzési eszközeinek fejlesztését. A kavics szűrőágy létesítését biztosító szerelvények üzemi alkalmazása megkezdődött.

A szén-dioxidos besajtolókutaknak egy termelőcsöves, két réteg egyidejű üzemeltetéséhez kidolgoztuk a huzallal cserél-

hető kettős talpfúvókát. Ez biztosítja a szén-dioxidos gáz szabályozott, szelektív besajtolási lehetőségét. A sikeres üzemi kísérletek után az általános alkalmazásba vétel elkezdődött.

Foglalkoztunk még 350 att nyomásra alkalmas lubrikátor tervezésével, hidraulikus öblítőközdarab kifejlesztésével, D közdarabba ültethető termelőcső visszacsapó szelep, valamint pillangószelepek kialakításával stb.

A szovjet szakemberekkel közösen dolgoztuk ki az egy termelőcsöves, kettős kútkiképzés szerelvényeit, ami lehetőséget biztosít az egyes rétegek időszakonként történő egyedi vizsgálatára.

A *termokatalitikus kémiai reakciók kőolaj-bányászati alkalmazásával* kapcsolatosan kiterjedt kutatómunkát végeztünk. A laboratóriumi kísérletek és az elméleti kutatások alapján kidolgoztunk egy komplex művelési eljárást, amely a könnyűolajat tartalmazó szénhidrogéntelepekben is lehetővé teszi az égésfront általi leművelést az in situ tüzelőanyagtartalom-növelés segítségével a leművelési idő egyidejű csökkentése mellett.

A laboratóriumi kísérleti eredmények igazolása, valamint a módszer nagyüzemi bevezetéséhez szükséges tapasztalatok megszerzése érdekében kisüzemi kísérletre került sor a Demjénkelet mező 12. blokkjában. A kísérleti elem kiválasztásának fő szempontja az volt, hogy egy nagy földtani és kis ipari készletű mezőben a későbbi nagyüzemi művelés tervezéséhez elegendő alapadatot nyerjenek.

A kísérlet jelenlegi eredményei jól megfelelnek a tervezett technológiai jellemzőknek, és azt mutatják, hogy a demjéni szerkezet bonyolultsága ellenére is elérhető a tervezett 60%-os olajkihozatal.

A *nagylengyeli maganyagvizsgálatok* során mintegy 350 ezer kőzetrés likacs-üreg-pórus felmérése történt meg. A vizsgálatok zöme — mintegy 200 ezer adat — a nagylengyeli kréta mészkőre esik. További vizsgálatokat végeztünk a Szilvágy, Ortaháza, Pusztaapáti környéken lemélyített kutak anyagán.

Az elmúlt évek során a 10 év alatt szerzett információkat számítógépes vizsgálatra és tárolásra alkalmassá tettük. Az értelmezés során ez lehetővé teszi a tágabb variációs feldolgozást, és jelentős segítséget nyújt a repedezett, karsztos, törmelékes tárolók készleteinek meghatározásához.

Jelenleg a különféle visszakereső, értékelő programok kidolgozása van folyamatban.

A *gazdasági kutatási tevékenység* főként a szénhidrogénbányászat problémáinak vizsgálatára összpontosul, de kiterjed a tröszti és az országos szénhidrogén-ipari és energetikai gazdaságfejlesztés számos kérdésének elemzésére is.

Az OGIL súlyponti feladataihoz kapcsolódva a fúrásoptimalizálás, a kutatási jelentések és a művelési tervek közgazdasági értékelésével foglalkoztunk. Utóbbiak közül az algyői bázistelepek és szabadgáz-telepek, a kihozatalt növelő eljárások és a föld alatti gáztárolók közgazdasági értékelése emelhetők ki.

A gazdaságkutatás témái között szerepelt a harmadik országbeli kőolaj-behozatal közgazdasági következményeinek számbavétele. Az újabb eredmények közül jelentős az ásványvagyongazdálkodásra vonatkozó gazdasági előírások alkalmazásának egységessé tétele.

A bányászati fejlesztés témakörében említésre méltó az éves kutatási költség-előirányzatok kidolgozása és karbantartása, valamint a felszíni geofizika és a fúrás tevékenységeinek rendszeres elemzése.

A kőolaj- és földgázipari fejlesztés keretében belföldi és külföldi piaci és árfelméréseket készítettünk, és tanulmányoztuk a hazai szénhidrogén-felhasználás növekedésének gazdasági előnyeit. A tapasztalatok alapján először a kőolajtermelést, a -szállítást és az importot, valamint a feldolgozást és a termékgazdálkodást magában foglaló kőolajmodellt készítettük el. Később hasonló számítógépes távlati fejlesztési modellt készítettünk a földgáztermelés, a -szállítás és az import, valamint a szolgáltatás területére.

Ezeken túlmenően nagyszámú egyedi szakértői munkát és prognosztikus elemzést készítettünk. Ezek jórészt a földgázfelhasználás központi fejlesztési programjának, valamint az energetikai műszaki fejlesztés egy-egy súlyponti kérdéséhez kapcsolódnak.

A *Magyar Olajipari Múzeum* 1969-ben létesült és azóta az OGIL keretében működik. Létrehozását az iparág dinamikus fejlesztése, a műszaki fejlődés szükségszerű következményeképpen az 50-es, 60-as években végbemenő óriási ipari rekonstrukció által veszélyeztetett műszaki emlékek megmentése indokolta, illetve tűzte szükségszerűen napirendre.

Kezdetben feladatának szinte kizárólag a veszélyeztetett műszaki emlékek feltárását, megmentését tartottuk. Ezt a feladatot eredményesen megoldottuk. A magyar kőojajipar műszaki fejlődésére jellemző eszközöket, berendezéseket felkutattuk, nyilvántartásba vettük, begyűjtöttük, vagy a helyszínen védelemben részesítettük. 1976 végén tárgyi gyűjteményanyagunk több mint 1680 darabra rúgott; e gyűjtemény alkalmas a magyar kőolajipar műszaki fejlődésének szemléltetésére.

A múzeum létrehozása óta eltelt 8 év alatt tevékenységünk lényegesen kibővült, módosult. Szervesen bekapcsolódtunk a hazai és nemzetközi műszaki muzeológia keretében folyó technikatörténeti, iparág-történeti kutató- és feltárómunkába, műszaki kultúránk ápolásába, terjesztésébe. Eredményesen tevékenykedünk sajátos, speciális eszközeinkkel az MSZMP XI. kongresszusán hozott közművelődési célkitűzések végrehajtása érdekében.

A műszaki emlékek éves gyarapodása 50—100 tétel körül mozog. Történeti dokumentumgyűjteményünk közel 700, adattári gyűjteményünk több mint 230 tétel. Fotógyűjteményünk 2000 db, könyvtárunk állománya több mint 5000 kötet kifejezetten szakmai jellegű könyv.

A múzeum a magyarországi szakmúzeumok között a Közlekedési és az Országos Műszaki Múzeum után a leglátogatottabb. Ebben az évben megközelítjük az évi 50 000 főt, és az eddigi összes látogatók száma megközelíti a negyedmilliót.

Az előzőekben vázolt tudományos kutató- és fejlesztőmunkákat különböző mélységű tudományos alapossággal és jelleggel oldottuk meg. A vállalat össztevékenységéből mintegy 5%-ra tehető az a munka, amely a vállalaton belül — külső kooperáció nélkül — *alapkutatási szinten* folyik. Olyan alapkutatások ezek, amelyek valamilyen nagyobb kutatási célhoz kapcsolódnak. Például a föld alatti elégetés katalitikus folyamatait, a reakciókinetikai vizsgálatokat az egész kérdéskomplexumon belül alapkutatási mélységig tanulmányozzuk, vagy pl. alapkutatási jelleggel kell vizsgálni az olaj keletkezési körülményeit, a migrációs folyamatokat a geokémián belül.

Alkalmazott és fejlesztő kutatást mintegy 70%-ban végzünk. Ezek a módszerfejlesztést, a rezervoármechanikai tervezéseket és az eszközfejlesztési tevékenységet foglalják magukban.

A *speciális mérő- és értékelőszolgálat* a vállalat tevékenységének mintegy 25%-a. Ez kiterjed az iszap—cement szolgálatra, a rétegfizikai mérésekre és értékelésekre, termodinamikai vizsgálatokra, speciális kémiai vizsgálatokra és más, csak az OGIL-ban végzett mérésekre.

Munkánk jellegéből adódóan következik, hogy tevékenységünk egy része naponta *közvetlenül segíti az ipart*, a földtani kutatás, a termelés valamilyen területén úgy, ahogy ez az alapítólevélben is megfogalmazódott. Vannak eljárások, módszerek és tervek, amelyek *középtávú feladatok megoldásában* járulnak hozzá az ipari célkitűzések teljesítéséhez (pl. a fúrástechnológiai tervek, eszköz- és módszerfejlesztések).

A rezervoármechanikai elvekre épülő művelési terv egy-egy szénhidrogén-tárolóra vagy azok rendszerére *több évtizedes, hosszú távú programot* dolgoz ki, meghatározza az olaj- és gáztermelés ütemét, a végső kihozatalt, a víztermelés alakulását, az alkalmazandó korszerű másodlagos és harmadlagos termelési eljárást, a lefúrandó kutak számát stb.

Hosszú távú földtani kutatási és termelési lehetőségek reális felmérését célozzák azok a tudományos kutatások, amelyek a 77 000 km² felszínű és 196 000 km³ térfogatú üledéktömeg földtani viszonyait, fizikai-kémiai körülményeit hivatott elemezni.

A vállalat ezeket a szerteágazó felelősségteljes feladatokat meghatározott *gazdasági körülmények* között oldotta meg. Tíz év alatt gazdasági tevékenységünk kiegyensúlyozott volt.

Lényegileg ráfordításos alapon dolgozunk minimális nyereségképzési lehetőség mellett. A társadalmi termék értéke 1976-ban 103,3 MFt volt, ami az OKGT társadalmi termelésének 0,19, a bányászati ágazat társadalmi termelésének 0,69%-a.

Az OGIL képzett létszáma 1976-ban 560 fő volt, ami az OKGT képzett létszámának 1,1%-a, a bányászati ágazat képzett létszámának 3,4%-a. Úgy gondolom ezek a számok is világosan mutatják a vállalat intenzív tevékenységét különösképpen azért is, mert közvetlen szoros kapcsolatunk van az iparral.

A vállalat létszámából 1976. december 31-én 160 dolgozónak volt felsőfokú végzettsége. Emellett jelentős, mintegy 120 fő a speciális feladatok ellátására alkalmas munkásállományú, a többi a kutatói munkát elősegítő középkáder és alkalmazott. Ezekből a számokból is kitűnik, hogy ezt a rendkívül szerteágazó műszaki, tudományos tevékenységet, a kapacitások növelését csak a hazai és külföldi kooperáció igénybevételével lehetett biztosítani, amelyek közül kiemelkedik a Műszeripari

Kutató Intézet, Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet, Geofizikai Mérőműszerek Gyára, Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Nehézipari Műszaki Egyetem, Budapesti Műszaki Egye-Am, Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem, József tettila Tudományegyetem, Nehézipari Minisztérium Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet, Bányászati Kutató Intézet, Veszprémi Vegyipari Egyetem, MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, MTA Központi Kémiai Kutatóintézet, MTA Központi Fizikai Kutatóintézet, MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium, Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézet, Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kutatóintézetekkel folytatott műszaki-tudományos és gazdasági kooperáció.

Ezúton is szeretném az OGIL dolgozói és a magam nevében kifejezni köszönetemet ezeknek az intézményeknek, melyek nagymértékben járultak hozzá feladataink sikeres teljesítéséhez.

Megkülönböztetett tisztelettel kell megemlékezni arról a nemzetközi kooperációról is, ami a 10 év során a szocialista országok keretében egyre inkább erősödött. Mindenekelőtt a Szovjetunió Össz-szövetségi Kutatóintézetének, a VNII-nek és a VNIIBT szakembereinek azért a sokoldalú segítségért, amit a 10 év során vállalatunk részére nyújtottak. Ennek jelentőségét emeli az a tény, hogy a Szovjetunió óriási tudományos bázisa ma már a mindennapi munkánk során rendelkezésünkre áll, és olyan együttműködési formák alakultak ki, amelyek eredményei konkrétan a hazai ipar fejlesztésében realizálódnak. Köszönetemet fejezem ki a Német Demokratikus Köztársaság Forschungsinstitut für die Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas (FIEE, Gommern) intézetének, a Csehszlovák Szocialista Köztársaság Výzkumný ústav geologického inženýrstvi (VUGI, Brno), és a Lengyel Népköztársaság Institut Naftowy (Krakkó) intézetének és mindazon nemzetközi szerveknek, amelyek esetenként vagy a kétoldalú együttműködés kapcsán a nemzetközi munkamegosztásban hathatósan működtek közre.

Vállalatunk szakmai felkészültsége, nemzetközi eredménye nagymértékben járult hozzá ahhoz, hogy a világ számos országában igénybe kívánják ma már venni az OGIL szellemi tapasztalatát. Különböző megbízásokkal fordulnak vállalatunkhoz a legbonyolultabb rezervoármechanikai és más tudományos és fejlesztő kérdések megoldásában.

Feladataink tehát a hazai és nemzetközi vonatkozásban is egyre inkább növekednek, éppen ezért arra kell törekedni, hogy pozíciónkat erősítve állandóan növeljük szakembereink tudását, ismeretanyagát; csak ennek révén biztosítható, hogy még szélesebb körben kapcsolódjunk be a nemzetközi tevékenységbe. Összességében olyan műszaki, tudományos, gazdasági és politikai tevékenységet kell folytatni a vállalat minden dolgozójának, mellyel elősegíti az ipari feladatok maradéktalan megoldását, és hozzájárul hazánk gazdasági alapjainak további erősítéséhez.

A kútszerkezet-tervezés elvi alapjai és optimalizálásának feltételei

MUCSÁNYI JÓZSEF—
SZABÓ MÁTYÁS—
TÓTH ZOLTÁN

A szerzők a kútszerkezet-tervezés logikai rendjének megalkotása után a rétegsorok terhelhetőségének és igénybevételeinek egyensúlyából határozzák meg a szükséges béléscsősaru-helyeket. Ipari mérésekkel ellenőrzött képletet közölnek a pannon korú homokkőrétegek minimális repesztési nyomásainak számítására.

A kútszerkezettel szemben támasztott általános műszaki követelmények a szakemberek előtt ismeretesek, és a kútszerkezetek tervezése is üzemi gyakorlat. A kérdéssel mégis foglalkozni kell

— az egységes tervezési szempontok kialakítása,
— a biztonsági tényezők halmozásának elkerülése,
— típuskútszerkezetek tervezése

érdekében. A műszakilag-gazdaságilag optimális kútszerkezet iránti igény, ill. az optimális kialakítást sürgető gazdasági kényszer egyértelművé teszi a feladatcsoport megoldásának fontosságát.

A kútszerkezet-tervezés logikai rendje *(1. ábra)*

A rendszer kidolgozásakor a logikai sorrend feltárásán túl alapvető feladatunknak tekintettük, hogy a döntés szempontjából optimális helyen biztosítsuk a technológus beavatkozási lehetőségét.

A kútszerkezet tervezését alulról fölfelé sorrendben képzeljük. A logikai rendben az első sarut a kút — geoműszaki tervben rögzített — célmélységében (időrendben utolsóként) helyezzük el.

A logikai rend egyes lépéseinek részletezése:

1. A kút célja

— Kutatófúrás (ismeretlen terület).

— Feltárófúrás (részben ismert terület).

— Termelőfúrás (ismert terület):
  Gáztermelő kút;
  Olajtermelő kút;
  Kondenzátumtermelő kút;
  Víztermelő kút.

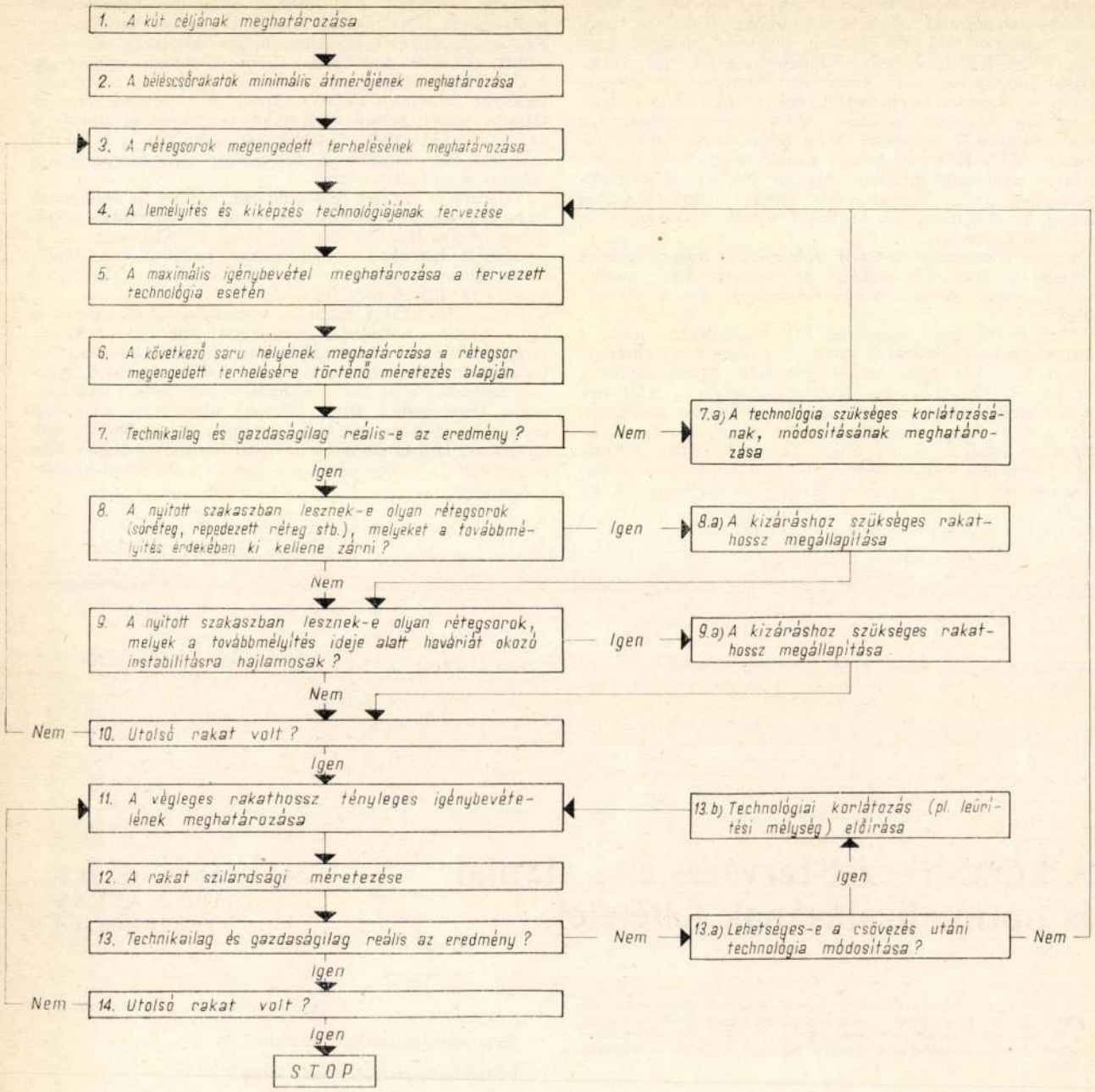
— Technikai célú fúrás:
  Gázbesajtoló kút;
  Vízbesajtoló kút;
  Megfigyelőkút;
  Egyéb célú kút (pl. mélységi elégetéshez vagy föld alatti gáztároláshoz ciklikus üzemű kút).

2. A béléscsőrakatok minimális átmérője

— A kút lemélyítése és a csövezés-cementezés a rendelkezésre álló eszközökkel elvégezhető legyen.

— A kút céljától függő technikai és termelési szerelvények beépíthetők legyenek.

— A beépíthető termelőcső tegye lehetővé a rétegenergia (ill. a felszíni energiaközlés) optimális hatásfokkal történő hasznosítását (az áramlási ellenállás optimalizálása).



1. ábra
A kútszerkezet-tervezés logikai vázlata

3. A rétegsorok megengedett terhelése

— Kutatófúrás esetén a megengedett terhelés a homokkövek minimális felrepesztési nyomása.
— Feltárófúrások esetén a nagy települési vastagságú, felrepedésre nem hajlamos rétegsorok (márga, aleurit stb.) teherbírását figyelembe kell venni, a többi szakaszon a homokkövek minimális felrepesztési nyomása a megengedett terhelés.
— Termelő- és technikai célú fúrások esetén a rétegsorok felrepesztési nyomásai jelentik a — szakaszonként változó — megengedett terhelést.

4. A lemélyítés és kiképzés technológiája

Az adott kutatási területet jellemző rétegtani tulajdonságok és a rendelkezésre álló fúró- (és segéd-) berendezések kapacitásának ismeretében tervezhetők a hidraulikai és mechanikai paraméterek. Eldöntendő, hogy felszínig csövezett vagy betétcsövezett kútszerkezetet kell-e megvalósítani.

5. A maximális igénybevétel meghatározása

A nyitott lyukszakasz maximális igénybevétele — általános esetben — vagy a rakat cementezésekor, vagy az (esetleg) megbomlott egyensúly helyreállításakor jelentkezik.

6. A következő saru helyének meghatározása

A következő saru helyét a nyitott lyukszakasz megengedett terhelése és az ott kialakuló maximális igénybevétel vonalának metszéspontja adja. A metszéspontot meg kell határozni fúrást, cementezést és egyensúly-helyreállítást feltételezve. A saru helyéül az így adódó értékek közül a legnagyobbat kell választani.

7. Reális-e az eredmény?

A technológus beavatkozási lehetősége. Amennyiben az eredmény irreálisnak tűnik, módosítani lehet a maximális igénybevételt eredményező technológiai folyamatokat. Módo-

sítási lehetőségek pl. a cementtejsűrűség csökkentése és/vagy a cementpalást-magasság megváltoztatása. Maximálni lehet a csőfejnyomás — egyensúly-helyreállítás közbeni — értékét.

8. Nyelő (vagy azzá váló) rétegsorok

Meg kell vizsgálni, hogy a nyitva maradó rétegsorok között van-e olyan, amelyik nyelő (repedezett), és a továbbmélyítés közben technológiai problémát okozhat. Szükség szerint módosítani kell a sarumélységet. A pliocénnél idősebb (repedezett) tárolók esetén — azok nyelővé válása miatt — általában szükséges, hogy a fedőrétegben helyezzük el a sarut. Ilyen esetekben ezt a sarut tekintjük első sarunak, és a továbbmélyítést az általánostól eltérő, egyedi technológiaként tervezzük.

9. Instabilitási problémák vizsgálata

Meg kell vizsgálni, hogy a nyitva maradó rétegsorok között van-e olyan, amelyik a továbbmélyítés ideje alatt mentést okozó instabilitásra hajlamos. Amennyiben ez az instabilitás a technológia és/vagy az öblítéstechnika módosításával nem fékezhető a szükséges mértékben, a sarumélységet kell módosítani.

10. Utolsó rakat volt?

Utolsó a béléscsőrakat, ha a beépítéséhez szükséges lyukszakasz a felszíntől — újabb béléscsőrakat védelme nélkül — lemélyíthető. Amennyiben a rakat nem utolsó, a saru számított mélységét kiindulási adatként kezelve, a 3. logikai lépéssel kezdődően egy következő (nagyobb átmérőjű) béléscsősaru helyét határozzuk meg.

11. A tényleges igénybevételek meghatározása

A számítás végeredménye: a teljes kútszerkezet, végleges rakathosszakkal. Meg kell határozni a végleges rakathosszaknak megfelelő tényleges igénybevételeket. Ezek az igénybevételek jelentik a rakatok szilárdsági számításának alapadatait.

12. A rakatok szilárdsági méretezése

A béléscsőrakatokat összetett igénybevételre kell méretezni. Célszerű a méretezést számítógépre programozni.

13. Reális-e az eredmény?

Beszerzési vagy készletgazdálkodási nehézségek szűkítik a béléscsőválasztékot (nem tervezhető teljes, szabványos választék). A választék korlátozása miatt — a szükséges technológiai módosítások útján — a kútszerkezet újratervezésének kényszere is fennállhat. Egyszerűsíti a feladatot, ha a méretezési programot a készletgazdálkodási programmal összekapcsolva futtatjuk.

A továbbiakban a rétegsorok megengedett terhelésének, a maximális igénybevételnek és — ezek ismeretében — a saruk helyének meghatározásával foglalkozunk.

A rétegsorok megengedett terhelése

A repesztési nyomás gradiensének számítására a módosított Hubert—Willis-összefüggést használjuk:

$$\bar{p}_5 = \bar{p}_2 + K_i(\bar{p}_1 - \bar{p}_2), \qquad (1)$$

ahol

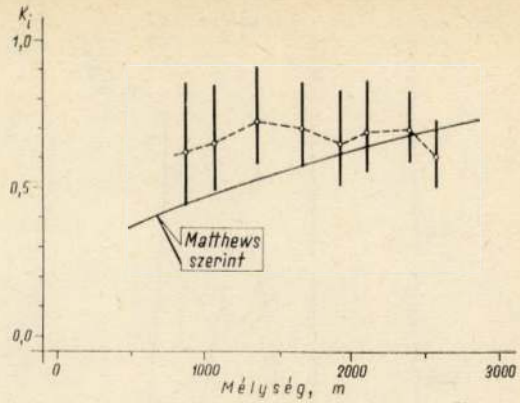
$\bar{p}_5$ a repesztési nyomás gradiense, kPa/m;
$\bar{p}_2$ a pórusnyomás gradiense, kPa/m;
$\bar{p}_1$ a fedőkőzet nyomásgradiense, kPa/m;
K_i a mátrixfeszültségi tényező.

Megjegyezzük, hogy a gradiens jelentése nem egyezik meg annak matematikai értelmével. Itt az aktuális nyomásérték és a hozzá tartozó mélység hányadosaként értelmezzük.

A mátrixfeszültségi tényező a

$$K_i = f[\mu(H); \bar{p}_2] \qquad (2)$$

összetett függvénnyel fejezhető ki. A pórusnyomás olyan kis mértékben hat (25% túlnyomás 3%-kal növeli a repesztési



2. ábra

nyomást), hogy változása mindkét képletben elhanyagolható [1]. A mátrixfeszültségi tényező indirekt függvénye a települési mélységnek, és aktuális értékeit a

$$K_i = \ln\left[\frac{H}{100}\right]^{0,22} \qquad (3)$$

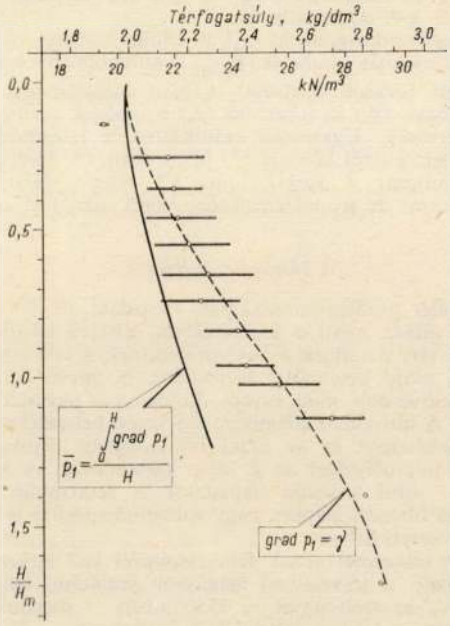
képlettel közelítjük. A közelítő képletet a BAROID-kézikönyv [2] alapján dolgoztuk ki. A hazai technikai repesztések adatainak feldolgozása [3] nem igazolta a közelítés helyességét *(2. ábra)*, de a nagy szórás miatt a feldolgozás eredményét egyértelmű cáfolatként sem fogadhatjuk el. A kérdés megnyugtató tisztázásához további adatgyűjtés és feldolgozás szükséges.

A fedőkőzetnyomás értékét általában az 1 psi/láb átlagos gradienssel veszik figyelembe.

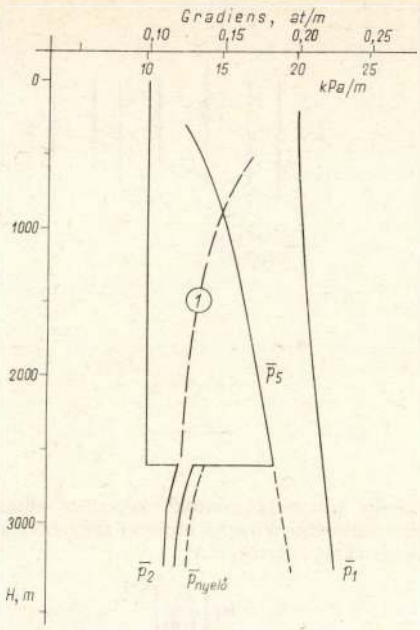
A kőzetek tömörödése — első közelítésben — anyagi összetételükön túlmenően koruknak, települési mélységüknek és az ott uralkodó hőmérsékletnek függvénye. Ezért feltételezhető, hogy az azonos ideje eltemetett, azonos összetételű kőzetek térfogatsúlya azonosnak tekinthető. Durva közelítéssel azonos ideje eltemetettnek tekintettük azokat a rétegsorokat, amelyeknél a települési mélység és az alsópannon feküméllységének aránya azonos. Ezt a mélységarányt a továbbiakban relatív mélységnek nevezzük.

6666 térfogatsúly-mérési eredmény feldolgozásával nyertük a

$$\bar{p}_1 = \left[\left(a_3\frac{H}{H_m} + a_2\right)\frac{H}{H_m} + a_1\right]\frac{H}{H_m} + a_0 \qquad (4)$$



3. ábra



4. ábra

regressziós polinomot, ami 5%-nál kisebb hibával illeszkedik az 50% valószínűségű térfogatsúlyokhoz *(3. ábra)*. A (4) képlet mélység szerinti határozott integrálja

$$p_1 = \left\langle \left[\left(\frac{a_3}{4} \frac{H}{H_m} + \frac{a_2}{3} \right) \frac{H}{H_m} + \frac{a_1}{2} \right] \frac{H}{H_m} + a_0 \right\rangle H \qquad (5)$$

a fedőkőzetnyomás aktuális értékét adja, ahol

p_1 a fedőkőzetnyomás, kPa;
H az aktuális mélység, m;
H_m az alsópannon fekü mélysége, m;
a regressziós együtthatók értékei:

$a_0 = 19{,}496 \quad a_1 = 0{,}652$
$a_2 = 6{,}835 \quad a_3 = -2{,}472.$

A rétegsorok megengedett terhelését mint a homokkőrétegek legkisebb repesztési nyomásgradiensét, a sarkadkeresztúri kutatási terület példáján mutatjuk be [4]. A gradiensmegoldás használatát javasoljuk, mert ez a módszer könnyebben kezelhető és szemléletesebb. A kutatási területet jellemző gradiensek a *4. ábrán* láthatók.

A rétegnyomás-gradiens ($\bar{p}_2$) az eddigi teszteres vizsgálatok, a nyelési nyomás gradiense ($\bar{p}_{nyelő}$) esettanulmányok (az eddig lemélyített fúrások analízise) alapján megállapított értékek. A fedőkőzet- ($\bar{p}_1$) és repesztési ($\bar{p}_5$) nyomások gradiensei számított értékek. Ugyancsak számítottuk a rétegfluidum gradienseit termeltetés közbeni *(1)* állapotban. (A fluidumnyomások számítását a *Sark-1.* fúrás 2/2. rétegvizsgálata közben mért hozam- és nyomásemelkedés-mérés adataival végeztük.)

A kútszerkezet tervezése

A terület gradiensviszonyainak vizsgálata alapján a tároló nyelővé válása miatt a fedőrétegben célszerű elhelyezni egy sarut. A tárolót ennek a béléscsőrakatnak a védelmében kell megütni, majd betétcsővel biztosítani. A tároló harántolását és béléscsövezését mint egyedi (különleges) technológiát kell tervezni. A tárolótető különböző szerkezeti helyzetéhez ajánlott fajsúlytartományt és az azzal biztonságban (nyelés nélkül) elérhető talpmélységet az *5. ábra* tartalmazza. A tárolótető helyét — mint tervezési alapadatot — 2600 m-nek vesszük. Az eddigi fúrások alapján, nagy valószínűséggel ez a legmagasabb szerkezeti helyzet.

A kútszerkezetet annak feltételezésével kell tervezni, hogy a tárolótető a tervezettnél magasabb szerkezeti helyzetű, és azt a $8^1/_2$"-es szelvénnyel — 2550 m-ben — megütik. Ebben az esetben — 1,12-es iszapfajsúlyt feltételezve — 25,5 at nyomáshiány mutatkozik, és a tároló termelni fog. Az egyensúlyt folyamatos öblítéssel és szabályozott ellennyomással lehet helyreállítani, majd a fajsúlyt fokozatosan 1,25-ra kell növelni. Az egyensúly-helyreállítással párhuzamos fajsúlynövelés nem célszerű, mert a szükséges ellennyomás értéke és a saru környezetének igénybevétele is növekszik.

Az egyensúly-helyreállítás folyamatánál feltételezzük, hogy a tárolótető megütését a személyzet néhány percen belül észreveszi.

A biztonsági saru helyének grafikus tervezését a *6. ábrán* mutatjuk be. A biztonsági saru helyét az egyensúly-helyreállítás *(1)* és a homokkövek repesztési ($\bar{p}_5$) nyomásgradienseinek metszéspontja adja. A konkrét esetben a biztonsági saru elméleti mélysége (a *4. ábrán*)

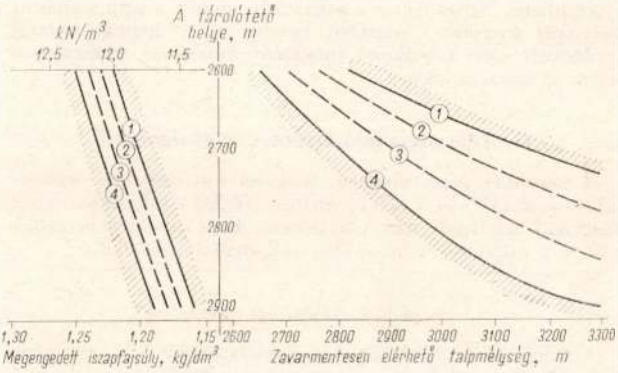
$$H_e = 890{,}0 \text{ m}.$$

A saru tényleges helye az $n = 1{,}10$ biztonsági tényezőt a mélységre vonatkoztatva

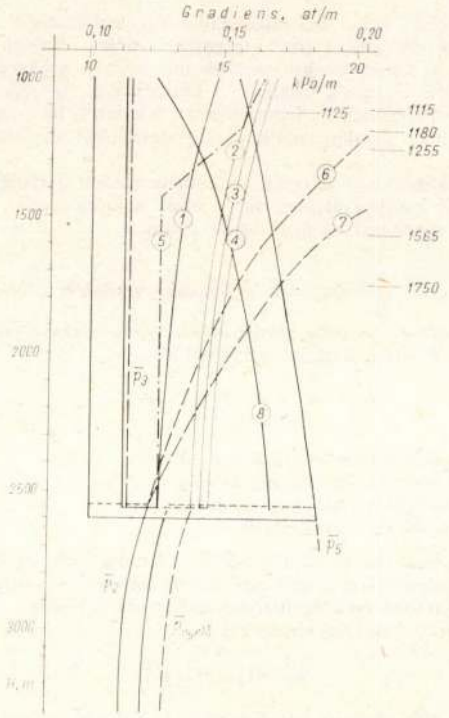
$$H_{s1} = 1{,}10 \cdot H_e = 979{,}0 \text{ m}$$

lehet.

A saru tényleges helyének másik meghatározási módja, hogy a biztonsági tényezővel az igénybevétel *(1)* értékét növeljük. Ebben az esetben a saru tényleges helyét a biztonsági tényezővel növelt igénybevétel-gradiens (*2, 3, 4* görbék) és a homokkövek repesztésigradiens-görbéinek ($\bar{p}_5$) metszéspontja adja.



5. ábra



6. ábra

A biztonsági tényezők értékei:

2 görbe $n = 1{,}10$.
3 görbe $n = 1{,}125$,
4 görbe $n = 1{,}15$.

A saru választható helyei:

$H_{s2} = 1115{,}0$ m,

$H_{s3} = 1180{,}0$ m,

$H_{s4} = 1255{,}0$ m.

A döntés elősegítése érdekében feltételezzük, hogy a tároló megütését a személyzet kb. 20 perc múlva észleli. Ezalatt a tárolóba 5—6 métert előfúrnak, és kb. 3 m³ túlfolyást észlelnek. A 3 m³ túlfolyás a $8^1/_2$″—5″ XH kombinációban kb. 125 m gázoszlophosszúságot jelent. A túlfolyás mértékét a 25,5—40,0 at növekvő depresszió figyelembevételével, a már említett hozammérés alapján számítottuk.

A saru környezetének maximális igénybevétele akkor következik be, amikor ellennyomásos kiöblítéskor a fokozatosan táguló gázdugó teteje eléri a sarut. Ezt a pillanatot rögzíti az *5* görbe. A saru helye eszerint

$$H_{s5} = 1125{,}0 \text{ m}.$$

Ezzel az eljárással nemcsak a döntést segítjük elő, hanem egyúttal ellenőrzést is végzünk. Megállapíthatjuk, hogy az $n = 1{,}10$ biztonsági tényező alkalmazása nem elégséges, mert különleges esetben a saru környezete felrepedhet.

Az eddigiek alapján kijelenthetjük, hogy a biztonsági csőoszlop saruját

$$H_s = 1180 \pm 50 \text{ m}$$

mélységben kell elhelyezni. A saru konkrét helyét — ezen a mélységtartományon belül — a litológiai jellemzők figyelembevételével kell kijelölni.

Ha feltételezzük, hogy valamilyen ok miatt a folyamatos öblítést nem lehet fenntartani, de a tároló ellenőrzött (fúvókán keresztül történő) termeltetése megvalósítható, akkor az igénybevétel gradiense a rétegfluidum — termeltetés közbeni — nyomásgradiensével (*6*) megegyezik. Ebben az esetben a biztonsági sarut

$$H_{s6} = 1565{,}0 \text{ m}$$

mélységben kellene elhelyezni.

Ha feltételezzük, hogy sem a folyamatos öblítés, sem az ellenőrzött termeltetés nem valósítható meg, hanem a kutat le kell zárni, akkor a fúrólyuk gázzal fog feltöltődni, és az igénybevétel gradiense a gazostatikus nyomásgradienssel (*7*) fog megegyezni. Ebben az esetben a biztonsági sarut

$$H_{s7} = 1750{,}0 \text{ m}$$

mélységben kellene elhelyezni.

Figyelembe véve, hogy a homokkövek rétegfluidummal történő felrepesztése nem valószínű, másrészt a konkrét kutatási területen a geofizikai értelmezés szerint az átfejtődés lehetősége kicsi (1450 m körüli mélységben fordul elő kb. 10 m vastagságú lazább homokkő), biztonságtechnikailag elégséges a $H_s = 1180{,}0$ m saruállást megvalósítani.

Annak igazolásául, hogy a maximális igénybevételt az egyensúly-helyreállítás jelenti, az ábrán feltüntettük a cementezés dinamikus viszonyok közötti nyomásgradiensét (*8*). A számításkor 1,86-os normál cementtejfajsúlyt és 1000 m-es cementpalásttetőt vettünk figyelembe.

A $12^1/_4$″-es szelvény fúrásakor a maximális igénybevételt a $9^5/_8$″-es béléscső cementezése jelenti. Miután a cementtejnek a felsőbb, laza rétegekbe való részleges injektálása kedvező hatású (ha az injektálás nem egy — hidraulikus ütéssel létrehozott — repesztést követ), a vezető béléscsősaru helyét litológiai szempontok figyelembevételével lehet megválasztani.

A sarkadkeresztúri kutatási területen elégségesnek látszik a holocén rétegek kizárása ($H < 100{,}0$ m), de semmiképpen sem szükséges a vezetősaruval a holocén-pleisztocén rétegek együttes kizárásánál ($H < 350$ m) nagyobb biztonságot megvalósítani.

A felsorolt szempontok szerint tervezett kútszerkezetet az *1. táblázaton* mutatjuk be.

1. táblázat

A lyuk		A béléscsőoszlop	
átmérője hüvelyk	mélysége m	átmérője hüvelyk	mélysége m
$17^1/_2$	110—360	$13^3/_8$	100—350
$12^1/_4$	1200	$9^5/_8$	1180
$8^1/_2$	2560	7	2550
$5^5/_8$	célmélységig	$4^1/_2$	célmélységig

IRODALOM

[1] Szabályozott fúrásmód fejlesztése. M75—NIM—2—12—IV. OGIL-részjelentés, 1975. december.
[2] BAROID MUD TECHNOLOGY HANDBOOK. Houston, Texas.
[3] Szabályozott nyomású fúrásmód fejlesztése. M76—NIM—OMFB—2—3. OGIL-részjelentés, 1976. december.
[4] Technológiai ajánlások a sarkadkeresztúri kutatási terület mélyfúrásos kutatásához. OGIL-jelentés, 1977. április.

SZEMÉLYI HÍREK

Kandidátusi értekezés megvédése

A Magyar Tudományos Akadémia kistermében 1977. augusztus 4-én, de. 11 órakor volt *Rácz Dániel* igazgató „Diffúziós transzport szerepe heterogén tárolórendszerek kialakításában és a termokatalitikus kémiai reakciók alkalmazása a kőolajbányászatban" c. kandidátusi értekezésének nyilvános vitája. Az értekezés opponensei: dr. *Németh András*, a kémiai tudományok doktora, dr. *Tóth József*, a kémiai tudományok doktora, és dr. *Bálint Valér*, a műszaki tudományok kandidátusa.

A jelölt a nagyszámú érdeklődő hallgatóság előtt a Bíráló Bizottság egyhangú elismerő véleménye alapján szerezte meg a műszaki tudományok kandidátusa címet.

A kandidátusi értekezés első témájának tudományos eredményeként elfogadták, hogy a szénhidrogén-tárolóknál kimutatható kőzetszerkezeti változások és az érintett sajátos rezervoármechanikai folyamatok általánosan érvényesülő fizikai-kémiai törvényszerűségek hatására jönnek létre. Ezek a fizikai-kémiai törvényszerűségek megnyilvánulnak abban a kőzetszerkezeti változásban, amely a szénhidrogén és a rétegvíz közös komponensének, a szén-dioxidnak a diffúziójából és extrakciójából adódik. A kőzetszerkezeti változás a legtöbb szénhidrogén-tároló körzetében olyan megnövekedett ellenállású zónát alakít ki, amely akadályozza a víz kiszorító energiájának az érvényesülését. A tudományos munka során új megvilágításba került kiszorítási mechanizmus számos műszaki és technikai megoldás alapjául szolgál.

Az értekezés második részében a jelölt a termikus művelési eljárás szélesebb körű elterjedését akadályozó és azt elősegítő fizikai, kémiai és rezervoármechanikai hatásmechanizmusok összefüggéseit tárta fel. Számos intézet és munkatárs alap-, alkalmazott és fejlesztő kutatási tevékenységének irányításával és a részeredmények elemzését követően olyan új művelési eljárást — gőz- és melegvizes kiszorításos eljárást — sikerült kidolgozni, amely olyan körülmények között is lehetőséget biztosít a termikus eljárás kivitelezésére, ahol arra az eddigiekben nem voltak meg a feltételek.

Csaba József

Kőolajtelepek műveléstervezésének korszerű módszerei

AUGUSZTIN JÁNOS—
KUHN TIBOR—
SOLT KATALIN—
SZAKONY ISTVÁN—
VINCZE TAMÁS

A tanulmány a kőolajtelepek műveléstervezéséhez az utóbbi két évben kifejlesztett legfontosabb eszközöket és azok gyakorlati alkalmazásának néhány példáját mutatja be. Az eszközök közül a területi és a keresztmetszeti kétdimenziós, háromfázisú tárolómodelleket ismerteti részletesebben, az alkalmazások a termelési múlt illesztéseinek tapasztalataira, a területileg egyenlőtlen természetes vízbeáramlás vizsgálatára, a gáz—olaj határon besajtolt víz elhelyezkedésére, valamint az optimális küttelepítésre és a metszetmodell felhasználására terjednek ki.

Bevezetés

Minden tudomány fejlődését a társadalmi igények szabják meg. Napjainkban, amikor a világ energiafogyasztása rohamosan emelkedik, különös jelentőséget kapott a rezervoármechanika, a föld alatti szénhidrogén-előfordulásokban lejátszódó folyamatok megismerésének és tervezésének tudománya.

Az OGIL Műveléstervezési osztályán a mindenkori tervezőmunkával párhuzamosan az igényeknek megfelelő módszertani kutató-fejlesztő tevékenységet végeztünk, és végzünk ma is. Jelenleg a különböző típusú szénhidrogételepek művelésének tervezéséhez, illetve a termelés előrejelzéséhez csaknem 100, részben egymástól független, részben többé-kevésbé összefüggő számítógépi programunk van. A fejlődés tendenciája — céljainknak megfelelően — olyan volt, hogy az egyszerűbb, csak egyetlen feladat megoldására alkalmas, másokkal össze nem építhető programoktól haladtunk a komplex számítógépi programok felé.

1. Rövid történeti áttekintés

Mielőtt rátérnénk az 1975/76-ban kifejlesztett új tervezési módszerek és azok alkalmazásának ismertetésére, igen röviden bemutatjuk a hazai műveléstervezés történeti fejlődésének markánsabb állomásait.

A Kőolajipari Tröszt Laboratóriumi Főosztályán 1959-ben készült el a „Lovászi-sorozat művelési terve", amelyben a tervezők anyagmérleg-számítások és a Buckley—Leverett-elmélet alapján oldották meg feladatukat. A kihozatalok és a termelés becslésekor elsősorban irodalmi adatokra támaszkodtak. Azonos elvek alapján készült „A pusztaföldvári előfordulás előzetes művelési terve" is (1961), amelyben az irodalmi ismeretek tervezésben való gyakorlati alkalmazásának módszertanát dolgozták ki.

A „Hajdúszoboszlói gáztelepek előzetes művelési tervé"-ben alkalmaztak először elektronikus számítógépet. Egy évvel később (1963) a pusztaföldvári művelési tervhez készült el az első olyan számítógépi program, amely már matematikai szimulációnak tekinthető, és kézi erővel gyakorlatilag kivitelezhetetlen feladatot oldott meg. Az új eszköz azért okozott minőségi változást a tervezésben, mert lehetőséget teremtett nagyszámú műszaki változat kidolgozására. Ezzel a megalapozott műszaki-gazdasági optimalizálást és a hatékonyabb termelésirányítást segítette elő.

A célorientált fejlesztés első jelentősebb eredménye a tervezési módszertanban a kétfázisú területi szimulációs programok létrehozása és alkalmazása az elárasztási folyamatok vizsgálatára az „Algyői szénhidrogéntelepek művelési tervé"-ben (1968). A fejlődés következő állomása a három mozgóképes fázis áramlását leíró területi modellprogram kifejlesztése és alkalmazása a „Szőreg 1. olajtelep előzetes művelési tervé"-ben (1971). A további módszertani fejlesztések, a problémák együttes kezelésének fontosságát szem előtt tartva, rendszerszemléletben történtek.

2. Az 1975—76. évi fejlesztési eredmények

A történeti áttekintésben vázolt folyamat eredménye, hogy az olajtelepek művelésének tervezésénél az elktronikus számítógépek alkalmazása általánossá vált. A tervezőmérnökök szimulációs eszközökkel vizsgálják a telepben, a kútban és a gyűjtőrendszerben lejátszódó áramlási folyamatokat a művelés különböző műszaki változatainál.

A gépidő tetemes részét a telepbeni áramlási folyamatokat leíró háromfázisú szimulációs programok alkalmazására fordítjuk. E programokat két csoportba sorolhatjuk:

— területi modellprogramok, amelyeknél feltételezzük, hogy a telítettségeloszlás függőlegesen homogén vagy a kapillárisgravitációs egyensúlynak megfelelő;
— metszetmodellprogramok, amelyeknél feltételezzük, hogy az áramlás irányára, a fő metszetirányra merőlegesen a telítettségeloszlás homogén.

A két alapfeladat megoldására kialakított programcsalád jelentősen eltér egymástól. Emiatt a két területen elért fejlesztési eredményeket külön ismertetjük.

A *területi szimulációs vizsgálatokat* 6 programból álló programcsalád felhasználásával végezzük. A programok funkciói:

— Program a telepet leíró paraméterek (tető, vastagság, $h \cdot \phi$, $h \cdot k$), a telepfluidum-tulajdonságok (B_o, B_g, B_w, R_s, μ_o, μ_g, μ_w), a kezdeti állapot (VOH, GOH, P_i, S_{wi}) és a szimulációhoz használt rácsháló adatainak a felírására papírszalagról mágnesszalagra, illetve szükség esetén a mágnesszalagon őrzött információk javítására.
— Program a telepjellemzőket tartalmazó mágnesszalag felhasználásával a tároló kezdeti telítettség- és nyomáseloszlásának számítására, valamint az eredmény mágnesszalagra való felírására.
— Program a relatív áteresztőképesség görbéit, a kúthálózat jellemzőit (kutak száma, helye) és a termelési elképzeléseket (nyomásalakulás vagy megcsapolási ütem) leíró adatok felírására papírszalagról mágnesszalagra, illetve szükség esetén a mágnesszalagon őrzött információk javítására.
— Program a művelés jellemzőit őrző, és a tároló kezdeti állapotát tartalmazó mágnesszalagok felhasználásával a különböző időpontokhoz tartozó telítettség és nyomáseloszlás számítására, valamint a termelvény-összetétel meghatározására, a kapott eredmények mágnesszalagra való írására. A program két változatát alakítottuk ki. Az első változatnál függőleges irányban homogén telítettségeloszlást tételezünk fel. Az elemek közötti anyagforgalomra jellemző relatív áteresztőképesség értékeit az áramlás irányát meghatározó elem átlagos telítettségéből számítjuk. A kutakat tartalmazó elemek telítettségviszonyaiból számítjuk a fázishozamokat. A második változatnál függőlegesen a kapilláris-gravitációs egyensúlynak megfelelő a telítettségeloszlás. Az elemek közötti anyagforgalomra jellemző relativáteresztőképesség-értékeket az áramlást meghatározó elem mélységfüggvényében változó telítettségéből számolt relatív áteresztőképesség-értékek átlagából számítjuk. A kutak fázishozamát a kutat tartalmazó elem megnyitási mélységében levő telítettségviszonyok alapján határozzuk meg.
— Program a mágnesszalagon tárolt, különböző időpontokhoz tartozó telítettségeloszlás, a termelvény-összetétel kiírására a sornyomtatóra, és a számítási eredmények kiértékelésére a tervezés szempontjainak megfelelően.
— Program az eredményeket tartalmazó mágnesszalag karbantartására, azaz átmásolására, esetleges javítására, lezárására és a tárolt információk csoportosítására.

A metszetjellegű szimuláció eszközei

A metszetszimulációs számításokra két egymáshoz kapcsolódó programot fejlesztettünk ki:

— Az indítóprogram a tároló kezdeti állapotának leírására szolgál. A tárolót leíró paraméterek, a rétegfluidum tulajdonságainak, a nedvesítési jellemzők és a rácsháló adatainak felhasználásával számítjuk a kezdeti — a kapilláris-gravitációs egyensúlynak megfelelő — nyomás- és telítettségeloszlást.
— A futóprogram a termelési jellemzőket tartalmazó adatok felhasználásával számítja a művelés különböző időpontjaihoz tartozó telítettség- és nyomáseloszlást, továbbá a kutak ter-

melvény-összetételének alakulását. A program jellegzetessége, hogy az alapvetően implicit nyomás, explicit telítettség felírású modellel is lehetséges a folyamat szimultán megoldás szintű megközelítése iterációval. Az iterációs paramétereket gépi kapcsolók ki-, illetve bekapcsolásával — akár futtatás közben is — lehet változtatni. A kutak termelvény-összetételének számítása — implicit módon — az időlépcső végén adódó telítettségek ismeretében történik.

A területi és metszetszimulációs számítások elvégzésére szolgáló két programcsomag néhány újnak tekinthető jellemzője:

— A tároló lefedésére használt rácsháló méreteit széles határok között lehet változtatni. A rácspontok ott sűríthetők, ahol a folyamat érdemi része lejátszódik.
— Az időlépcső méretének (Δt) meghatározása automatikusan az egy időlépcsőre engedélyezett ΔS, illetve ΔP ismeretében történik. A program figyelembe veszi a számítandó időlépcső előtti Δt-t és a hatására létrejövő ΔS-et is. Amennyiben a telítettségváltozás a folyamat nemlineáris volta miatt nagyobb lenne az engedélyezettnél, új, kisebb Δt-vel ismételjük meg a számítást.
— A szimulációs egyenletek megoldása direkt módszerrel, egy általunk kialakított, speciálisan szimulációs egyenletrendszerek eliminálására szolgáló szubrutinnal történik.
— Valamennyi lényeges eredményt mágnesszalagra írunk fel, így lehetséges a folyamatot leíró különböző paraméterek plotter vagy printer rajzolással történő megjelenítése, speciális programok felhasználásával.

3. A fejlesztési eredmények alkalmazása

Mint már említettük, a fejlesztési eredmények gyakorlati alkalmazását művelési tervekből vett példákon mutatjuk be. Az ismertetésre kerülő problémaköröket úgy választottuk meg, hogy a sokoldalú felhasználhatóságot szemléltessük.

A termelési múlt illesztésének lehetőségei és tapasztalatai

A területi háromfázisú tárolómodell egyik leggyakoribb felhasználási köre a kőolajtelepek egy teleprészén a termelési múlt szimulálása. A szimuláció célja a tárolókép és a jelenlegi dinamikus állapot lehető legjobb pontosítása megbízható előrejelzés érdekében.

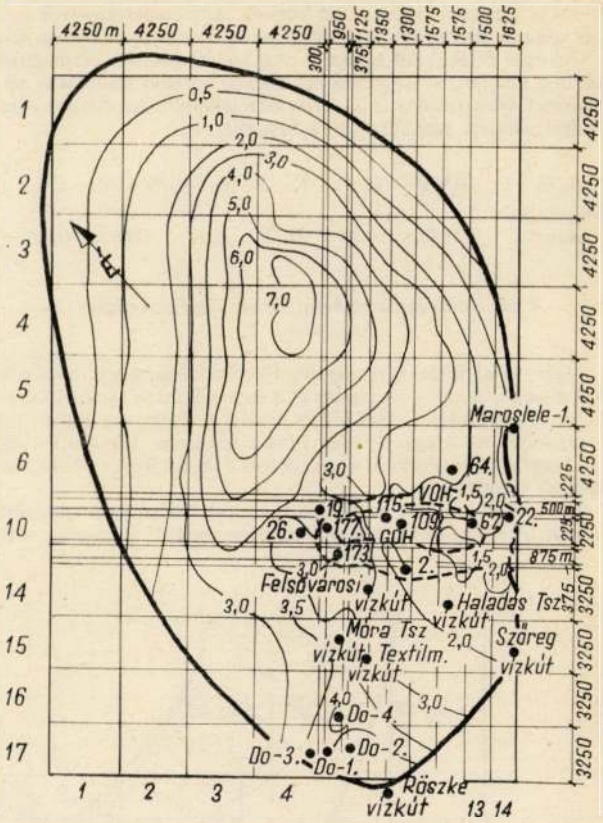
A termelési múlt modellezésekor illesztendő paraméterek a legfontosabb művelési jellemzők: az olajtermelés, a gázosodás, a vizesedés, valamint az átlagnyomás időbeli alakulása. Ez természetesen együtt jár a mért és számított kumulatív termelések egyezésével is. A termelési múlt egyeztetését a bemenő adatok közül legtöbbször a $h \cdot \phi$, a $k \cdot h$ és a relatív áteresztőképesség görbéinek módosításával érjük el. Az első két paraméter a lokális, a relatív áteresztőképesség görbéi pedig az egész modellezett térfogatban megfigyelhető tendenciózus eltérések korrigálására szolgálnak. A módosításokra elvi alapot a $h \cdot \phi$, $k \cdot h$, illetve k_r adatok ismeretének hiánya ad. Bár a $h \cdot \phi$ és a $k \cdot h$ adatok változtatása lokális eltérések korrigálására szolgált, az esetek többségében a relatív áteresztőképesség görbéinek változtatásával a modellezett terület egészének viselkedését kívánjuk megközelíteni.

Az eddigi tapasztalatok alapján az elfogadható egyezést a mérési és számítási eredmények között 8-10 éves termelési múlt esetén 3-4 újramodellezéssel érjük el. Elfogadható egyezésnek a művelési jellemzők maximálisan 20%-os eltérését tekintjük. Az egyes kutak, valamint a terület gázosodása és vizesedése kezdetének pedig legfeljebb 6 hónapos eltéréssel kell megegyezniük.

A területileg egyenlőtlen vízbeáramlás vizsgálata

Ismereteink szerint az algyői bázistelepeket körülvevő víztároló aszimmetrikusan helyezkedik el. Ezt a tényt a regionális geológiai feldolgozáson kívül elsősorban a termelési múlt eredményei támasztják alá. Tekintettel arra, hogy a bázistelepek elhelyezkedésükben és kőzetkifejlődésükben a lokális sajátosságoktól eltekintve hasonlóságot mutatnak, a probléma vizsgálatát csak az Algyő 2. telepre végeztük el.

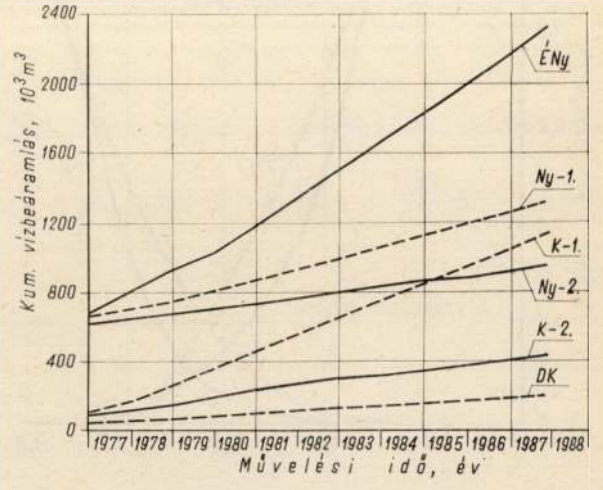
Az egyenlőtlen vízbeáramlás vizsgálatához a területi háromfázisú tárolómodellt használtuk. A vizsgálat az alábbi lépésekből épült fel:



1. ábra
Az Algyő 2. telep feltételezett víztárolójának $h \cdot \phi$ térképe rácshálózattal

— A rendelkezésre álló információk alapján feltételeztük a víztest regionális geológiai elhelyezkedését és kőzetfizikai paramétereloszlását.
— Modelleztük a művelési folyamatot az egész együttműködő rendszerre.
— A kapott eredményeket ellenőriztük a termelési múlt, illetve egyéb, a modelltől független közelítő vizsgálatok (pl. víztükör-emelkedés) eredményeivel.
— Az összehasonlítás után a víztestre vonatkozó feltételezéseinket korrigáltuk, és a számításokat megismételtük mindaddig, amíg elfogadható egyezést kaptunk.

Az alkalmazott rácshálózatot, az elemek méreteit és a $h \cdot \phi$ eloszlást az *1. ábrán* mutatjuk be. A rácstávolságokat úgy választottuk meg, hogy azok a szénhidrogéntelep szekcióhatáraival azonosak, illetve az olaj- és gáztároló zónák szélességével arán-



2. ábra
Az összes vízbeáramlás megoszlása területenként

nyosak legyenek. Külön elemsor reprezentálta a gáz—olaj határi és a peremi vízbesajtoló kútsort. Az elemek (amelyek egy-egy szekciót jelentettek) pórustérfogata, termelése és besajtolása a tényleges értékekkel egyezett meg. A számítások eredményei közül a különböző művelési egységekbe történő kumulatív természetes vízbeáramlást a *2. ábrán* szemléltetjük. Az átlagos megoszlási arányok szekciónként a következők:

Szekció	ÉNY	K—1	K—2	Ny—1	Ny—2	DK
Megoszlási arány	0,47	0,21	0,11	0,12	0,07	0,02

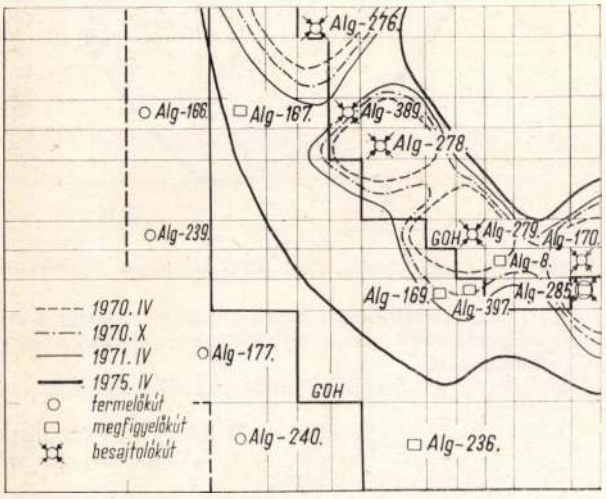
A gáz—olaj határon besajtolt víz elhelyezkedésének vizsgálata

A gáz—olaj határi vízbesajtolás fő célja a telep olajkihozatalának növelése a gáz—olaj határ és a termelőkútsor közé eső területen. A gáz—olaj határi vízbesajtolási tevékenység több mint 6 éve folyik az Algyő 2. telep ÉNy-i területén. Ugyanitt kiterjedt megfigyelési tevékenység is történt a besajtolt víz elhelyezkedésének vizsgálatára.

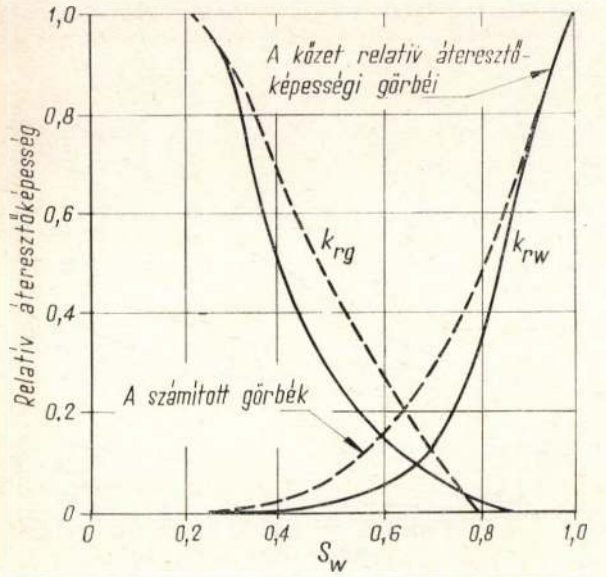
A gáz—olaj határi vízbesajtolás modellezése nem egyszerű feladat. A szimuláció háromdimenziós modellt igényelne. Mivel ilyen modellel nem rendelkezünk, a vizsgálatokat kétdimenziós, háromfázisú modellel végeztük. A kétdimenziós modell alkalmazása akkor helyes, ha a számítások eredményei megegyeznek a háromdimeziós modell számítási eredményeivel. A megoldást a pszeudorelatív áteresztőképességi görbék alkalmazása adja, amelyek segítségével a függőleges metszetben két dimezióban történő áramlás egydimeziósra redukálható. A követelmény az, hogy az egy dimezióban pszeudoértékekkel kapott áramlási kép egyezzen meg a valós kétdimeziós áramlási képpel, ahol a gravitációs és kapilláriserő is működik.

A pszeudogörbéket kétdimenziós keresztmetszeti modellszámításokból nyertük. A metszetet az átlagos tárolókifejlődésnek megfelelően jelöltük ki. Miután megvizsgáltuk a pszeudogörbék áramlásisebsség-függését, a területi modellezéshez azokat a görbéket választottuk ki, amelyek a besajtolókúttól kb. 150 m távolságban, a vízbesajtoló kutak távolságfelezőjében érvényesülnek. A mért és a számításokhoz felhasznált pszeudogörbéket a *3. ábrán* közöljük.

A területi modellszámítások és a megfigyelési tevékenység eredményeinek összehasonlítása azt mutatta, hogy a valóságos folyamatot jól sikerült megközelítenünk. A számításos vizsgálatok eredményeinek szemléltetéséül a *4. ábrán* bemutatjuk a besajtolt víz területi elhelyezkedését különböző időpontokban. Az ábrán a kezdeti értékhez viszonyított 10%-os növekedés kontúrvonalait rajzoltuk meg mint jellemző küszöbértéket, amelyek már karotázsvizsgálatokkal is kimutathatók. A kapott eredményeket részletesen nem közöljük. Itt csak annak megállapítására szorítkozunk, hogy a gáz—olaj határon besajtolt víz döntő hányada hasznos olajkiszorítási tevékenységet végez, továbbá a besajtolt víz a lokális körülményektől és a dinamikus egyensúlytól függően esetenként hidrodinamikailag elválasztja a gázsapkát az olajtesttől.



3. ábra
A modellezéshez felhasznált relatív és számított pszeudorelatív áteresztőképesség görbéi



4. ábra
A vízfront előrehaladása a művelési idő függvényében

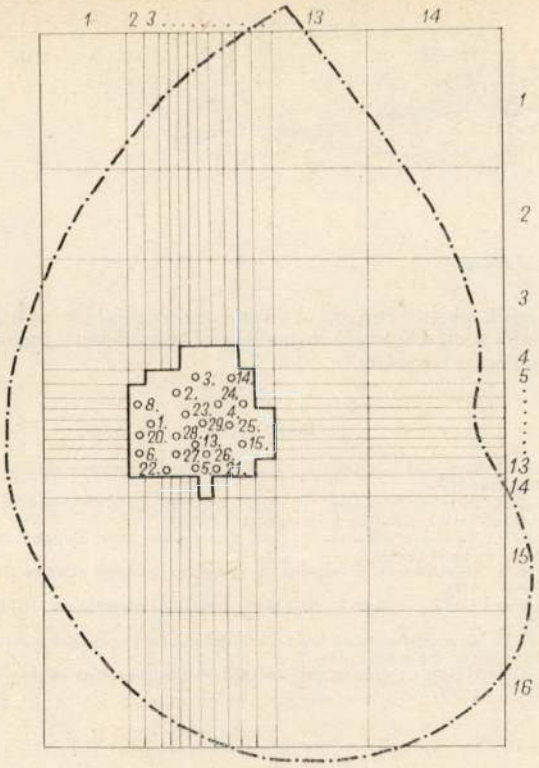
Kúttelepítési vizsgálatok

A kúttelepítési vizsgálatok tervezési eszközei a két- és háromfázisú területi szimulációs programok. A vizsgálatok lényege: különböző, a célszerűség határain belül felvett kúthálózatok mellett meghatározni a művelés jellemzőinek időbeli alakulását. A műszaki vizsgálatokat gazdasági elemzésekkel kombinálva műszaki-gazdasági optimumként kapjuk az olajtelep művelésére kialakítandó kúthálózatot.

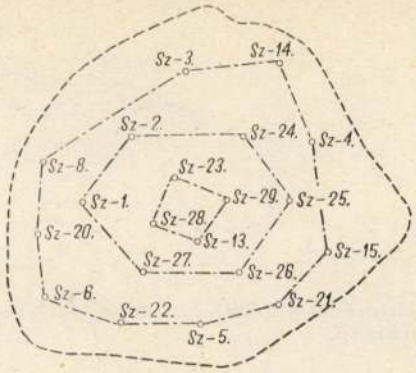
A kúttelepítési vizsgálatok területén az első lépés az algyői bázistelepek célszerű peremi besajtolókút-hálózatának a kialakítása volt. A vizsgálat célja kettős. Vizsgálni kellett a peremi besajtolókútsor víz—olaj határtól való távolságának, továbbá a kútsoron belül a kutak egymástól való távolságának a művelési folyamat jellemzőire gyakorolt hatását. Az algyői generál művelési terv kiegészítésének keretében végzett számítások eredményei szerint a peremi besajtolókútsort a víz—olaj határ közelében kell lemélyíteni 500—600 m-es besajtolókút-távolsággal.

A nagy gázsapkás algyői olajtelepeknél az optimális termelőkút-távolság meghatározására a Szőreg 1. és az Alsópannon 13/b. telepeknél került sor. Az öt rétegből álló Szőreg 1. olajtelepnél a rétegenkénti egy termelőkútsor 600 m-es kúttávolsággal, az Alsópannon 13/b. telepnél egy termelőkútsor 300 m-es kúttávolsággal mutatkozott optimálisnak.

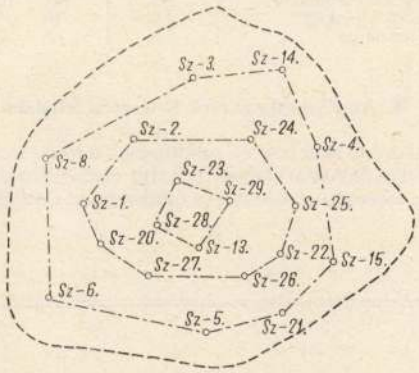
A természetes energiák hasznosításával művelendő Szeged-Móraváros halmaztelep termelésbe állítására a művelési terv elkészítését megelőzően 20 termelőkutat jelöltek ki. A termelőkutakat három kútsorban helyezték el úgy, hogy a kutakra eső földtani vagyon csaknem azonos legyen. A termelési célra előzetesen kijelölt kúthálózat optimalizálására az előzetes művelési terv készítése során került sor. Az optimalizáláshoz a háromfázisú területi modell azon változatát használtuk, amelynél a telítettségeloszlás függőlegesen a kapilláris-gravitációs egyensúlynak felel meg. A regionális geológiai feldolgozás által meghatározott víztestkontúrt és az alkalmazott rácshálózatot az *5. ábrán*, a termelési célra kijelölt kúthálózatot a *6. ábrán* mutatjuk be. A *6. ábrán* bemutatott kúthálózattal és a földtani vagyonnal arányos kútmegcsapolási ütemekkel modelleztük a halmaztelep művelését. A modellezésből megállapítható volt, hogy a vizesedés döntően ÉNy—DK-i irányú. A számított vizesedési folyamatot — a még lehetséges és célszerű kúthelyváltoztatásokat — figyelembe véve alakítottuk ki a *7. ábrán* látható kúthálózatot. E kúthálózattal — a megelőző vizsgálattal azonos feltételek mellett — megismételjük a telep természetes energiás művelésének modellezését. A vizesedési folyamathoz jobban igazodó módosított kúthálózat alkalmazása 2,3%-os kihozatalnövekedést eredményezett.



5. ábra
Rácshálózat a területi szimulációhoz



6. ábra
A Szeged-Móraváros telep kúthálózata



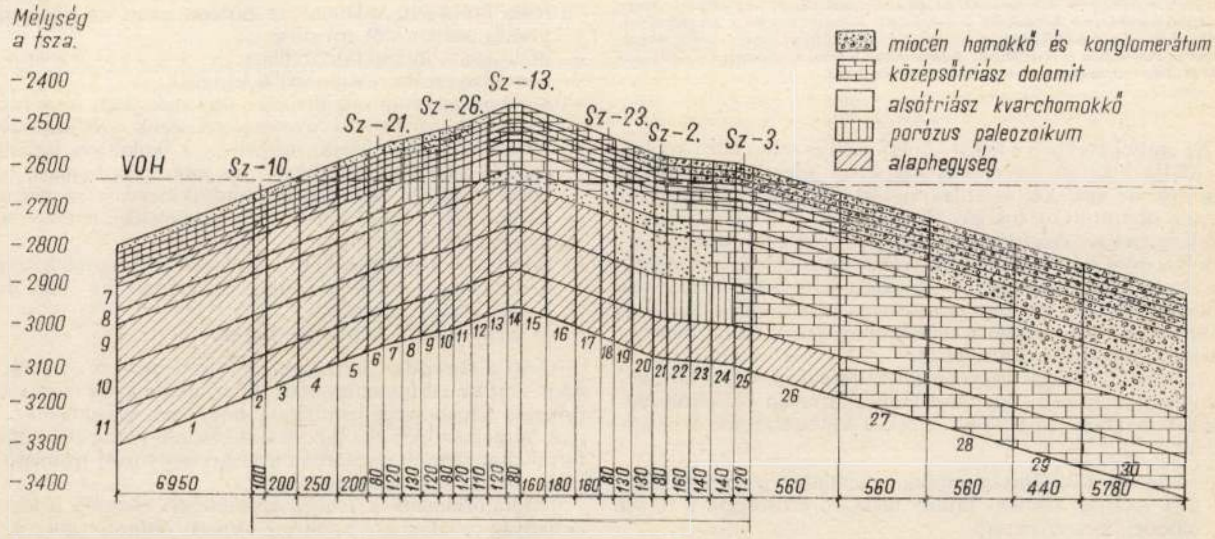
7. ábra
A Szeged-Móraváros telep optimális kúthálózata

Keresztmetszeti modell alkalmazása

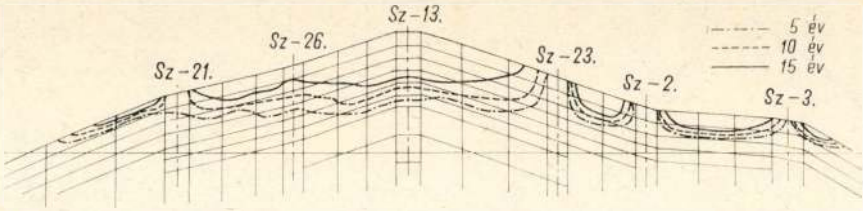
A kiszorítási folyamatok tervezéséhez az elmúlt években széles körben kezdtük alkalmazni a 2. fejezetben ismertetett keresztmetszeti modellt. Alkalmazásának gyors elterjedését az okozta, hogy a területi modellek — adottságaikból következően — az elárasztás vertikális hatásfokára információt nem adtak, holott az elárasztási folyamatok eredményessége e tényezőtől nagymértékben függ. A keresztmetszeti modell alkalmazását a több típusú, eltérő kőzetfizikai paraméterekkel jellemezhető tárolókőzetekből felépített, nagy etázsmagasságú Szeged-Móraváros halmaztelepen mutatjuk be.

A kúttelepítési vizsgálatoknál ismertetett területi szimulációs vizsgálatok alapján, a vizesedés fő irányát követve jelöltük ki a metszet horizontális kontúrjait úgy, hogy a metszethatárokon folyadékátlépés ne legyen. A metszet vertikális felépítését és az alkalmazott rácshálózatot a *8. ábra* szemlélteti. Az ábrán jól megfigyelhető a tárolót felépítő kőzetek sokfélesége. A vizsgálat célja a vizesedési folyamat jellegének vizsgálata volt. A vizesedési folyamat modellezés nélküli előrejelzésének bonyolultságát mutatják a tárolókőzetek eltérő kőzetfizikai paraméterei (*1. táblázat*).

A metszetszimulációs számítások eredményeit szemlélteti a *9. ábra*. Az ábrán a vízfront helyzete látható 5, 10 és 15 éves művelés után. A vizsgálat eredményeiből megállapítható, hogy a bonyolult kőzetfelépítésű halmaztelepben talpi víztükör-emelkedéssel kell számolni. A talpi víztükör-emelkedést lokális je-



8. ábra
Rácshálózat



9. ábra
A vízfront helyzetének alakulása

lenségekként vízkúpképződések és az olajtároló kőzettérfogatok lefűződései kísérik.

1. táblázat

	ϕ %	$K_{vízszintes}$ mD	Anizotrópia
Miocén konglomerátum	13,3	87	2,2
Középsőtriász dolomitbreccsa	6,8	141	1,0
Alsótriász kvarchomokkő	4,0	10	1,5
Porózus paleozoikum	5,6	5	1,5

4. Az elkövetkező évek fejlesztési feladatai

A következő évek fejlesztési célkitűzéseit a hazai szénhidrogénipar igényei és feladatai szabják meg. Így elsősorban két területen kívánjuk a tervezési eszközöket és módszertant továbbfejleszteni. Az egyik a kettős porozitású tárolók modellezésének megoldása, a másik pedig a korszerű harmadlagos olajtermelési technológiák szimulációs vizsgálata.

IRODALOM

[1] OGIL Termelési főosztály: Az algyői szénhidrogéntelepek generál művelési terve (1968).
[2] OGIL Termelési főosztály: Az algyői szénhidrogéntelepek generál művelési tervének kiegészítése és pontosítása (1969).
[3] OGIL Műveléstervezési osztály: Az Alsópannon 13/B. olajtelep előzetes művelési terve (1973).
[4] OGIL Műveléstervezési osztály: A Szőreg-1. olajtelep előzetes művelési terve (1971).
[5] Heinemann Z.—Vincze T.: Szénhidrogéntelepek szimulációja. NIMDOK, 1974.
[6] OGIL Műveléstervezési osztály: A bázistelepek csökkenő telepnyomás mellett történő művelése (1976).
[7] OGIL Műveléstervezési osztály: Szeged-Móraváros telep előzetes művelési terve (1977).

Nem diszperzív öblítőfolyadékok előállításának elvi és gyakorlati tapasztalatai

DORMÁN JÓZSEF—
KATONA JÓZSEF

A korszerű fúrástechnológiai módszerek megkövetelik az új típusú öblítőfolyadék-technológiák kifejlesztését és alkalmazását. Az ismert külföldi iszaprendszerek példájára hazánkban is sor került néhány (xanthan biopolimeres, SYN—CM és a H-FLOC polimer alapú iszaptípus kidolgozására; ezeket már az üzemi gyakorlatban is használják. A tanulmány a fenti iszaptípusok előállításának és alkalmazásának tapasztalatait foglalja össze.

Az utóbbi években a fejlett kőolajiparú és széles körű kőolaj- és földgázkutatást folytató országokban jelentős kutatásokat végeztek az ún. kis szilárdanyag-tartalmú, ill. szilárdanyagmentes öblítőfolyadékok előállítására. Az új iszaptechnológia kifejlesztését szükségessé tette a fúrástechnika fejlődése, melynek bizonyos gátat szabott a konvencionális öblítőiszap-technika. Az a tény, hogy a gyors és gazdaságos fúrási módszerek előtérbe kerültek, törvényszerűen maga után vonta a korszerű és legtöbb esetben teljesen új alapokon nyugvó öblítőiszap-összetételek kutatását és alkalmazását.

Az irodalmi adatok alapján megismerhetjük azokat a követelményeket, melyeket a kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékokkal szemben támasztanak. Ezek a követelmények a következők:

— minimális szilárdanyag- (agyag-) tartalmú legyen, ami lehetővé teszi az alacsony fajsúly tartását, és elősegíti a fúrási sebesség megnövelését;
— a kis szilárdanyag-tartalom és az alapanyagok tulajdonságai következtében növelje a fúró élettartamát;
— a kis alapanyag-szükséglet miatt csökkentse a szállítás, tárolás költségeit, valamint az előzőek miatt az előkészítési, kondicionálási időt rövidítse le;
— biztosítsa a jó lyukfalstabilitást;
— nem diszpergáló tulajdonságai legyenek;
— reológiailag olyan tulajdonságai legyenek, hogy azok hozzájáruljanak az öblítési nyomásveszteségek csökkentéséhez;
— „nyírásra hígulló" jellege mellett így a lyuktalpra juttatható energia mennyisége növekszik, és jobb kőzetbontást, lyuktalptisztítást és biztonságos furadékkihordást eredményez;
— paraméterei a követelményeknek megfelelően tetszés szerint módosíthatók legyenek;
— fajsúlya — szükség esetén — változtatható legyen az ismert nehezítőanyagokkal, valamint összeférjen az öblítőiszap ismert adalék anyagaival;
— jó elektrolittűrő képessége legyen.

Mint a fentiekből láthatjuk, a követelmények nagyok, és adott esetben ellentmondásosak, de az alkalmazott megoldások ismerete alapján megállapíthatjuk, hogy ezek teljesíthetők.

A hazai fúrástechnika fejlődése is hasonló paraméterű öblítőfolyadékot igényel, elsősorban a kiegyensúlyozott nyomású fúrási módszer megvalósításához.

Laboratóriumunk a fentiek ismeretében elkezdte a kis szilárdanyag-tartalmú (szilárdanyag-mentes) öblítőfolyadékok hazai előállítására irányuló kísérleteit, melyek során az alábbi utakat követték:

1. az irodalomból ismert XCP (xanthomonas campestris polimer) adalék anyag hazai előállítása;

2. hazai poliszacharidszármazékok felhasználása szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékok előállítására;

3. kettős hatású polimer öblítőiszapok előállítási és alkalmazási kísérlete.

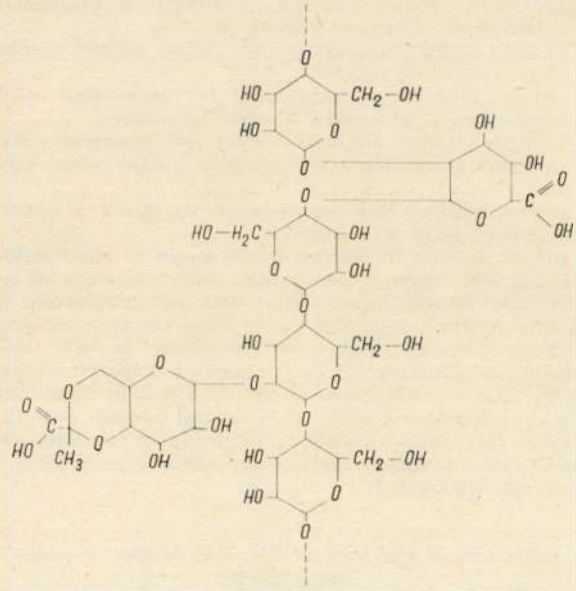
A kísérletek során eddig elért eredményeink az alábbiak.

Az XC-biopolimer hazai előállítása

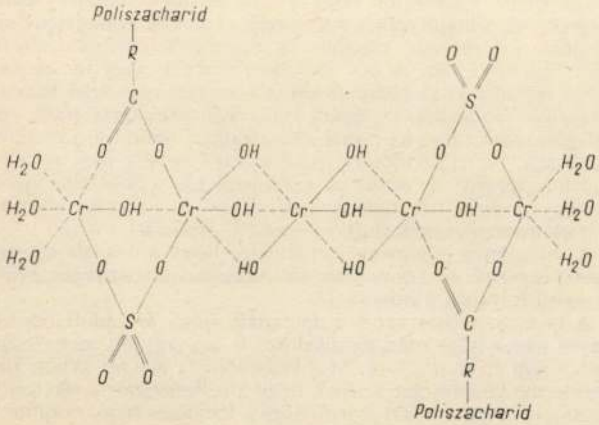
Az amerikai irodalomból ismert XCP-biopolimer alapon készült öblítőfolyadék kielégíti a bevezetőben leírt feltételeket, és így felhasználása a nyugati országok kőolaj- és földgázkutatásában egyre nagyobb tért hódít. Kedvező tulajdonságai ismeretében megkíséreltük hazai alapanyagok felhasználásával szintézisét megoldani. A xanthomonas campestris baktériumok által cukrokból bioszintetizált, bonyolult szerkezetű poliszacharidszármazék kémiai szempontból az alábbiakkal jellemezhető.

Az XC-biopolimer egy lineáris polimer, mely béta-kötésű vázból tevődik össze; ez D-glukose, D-manose és D-glukoronsavat tartalmaz egy oldallánccal minden nyolcadik cukormaradékon, valamint minden 16. lánctagon egy karboxi-etilén-D-glukose-gyököt *(1. ábra)*.

Az XC-biopolimer szerkezetében levő –OH és COOH csoportok alkalmassá teszik a molekulát több vegyértékű fémionokkal való komplex kialakulására *(2. ábra)*, melyet az XCP-módszer alkalmaz is az öblítőiszap elkészítéséhez. Ezt a bonyolult kémiai szerkezetű biopolimert kíséreltük meg szintetizálni közös kutatási munka keretében a Biogál Gyógyszergyár kutatórészlegével.



1. ábra



2. ábra

A vegyület szintézise aránylag rövid idő (6 hónap) alatt megvalósult, és laboratóriumi méretű tételben már rendelkezésünkre áll a késztermék, melyet XN jelzéssel láttunk el.

A bioszintézishez alkalmas baktériumtörzs kikeresése és kitenyésztése valóban igen rövid idő alatt sikerült; ezzel szemben néhány ország olajipari biokémikusai már kb. 5 éve foglalkoznak hasonló vegyülettípus szintézisének megvalósításával.

A következőkben ismertetjük azon vizsgálatainkat, melyeket az XN-biopolimer hatékonyságának megállapítása céljából végeztünk el.

Az XN-biopolimer vizsgálata

A Biogál Gyógyszergyárral folytatott közös kutatómunkánk eredményeképpen több hasonló összetételű, de különböző módon tisztított biopolimer állt rendelkezésünkre. A por alakú végtermékek közül jelen összeállításunkban csak azokat említjük meg, melyeknek tulajdonságai megközelítik a külföldi vegyületekét, mivel nem tartjuk célszerűnek a nagyszámú eredménytelen vizsgálatok közlését.

A laboratóriumi kísérletek során három biopolimer minta tulajdonságai mutatkoztak kedvezőnek, így a

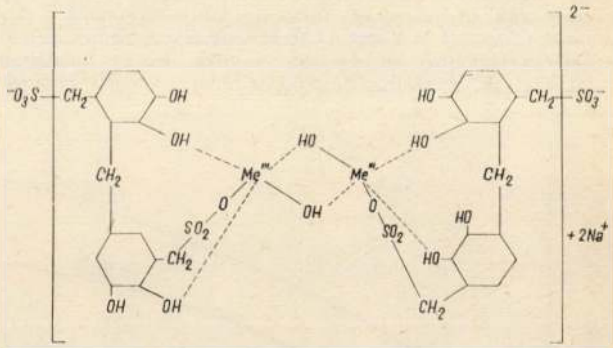
Xanthan-gyanta	002-1173-CH,
Xanthan-gyanta	02-00773,
Xanthan	003-0377 E ch

jelzéssel ellátott termékek.

Vizsgálatainkat úgy folytattuk le, hogy összehasonlítási anyagként az amerikai eredetű XCP-biopolimert, illetve ennek változó koncentrációjú oldatát használtuk fel. Az XCP-ből készült vizes oldatok reológiai jellemzőit az *1. táblázat* és a *3. ábra* tünteti fel.

1. táblázat

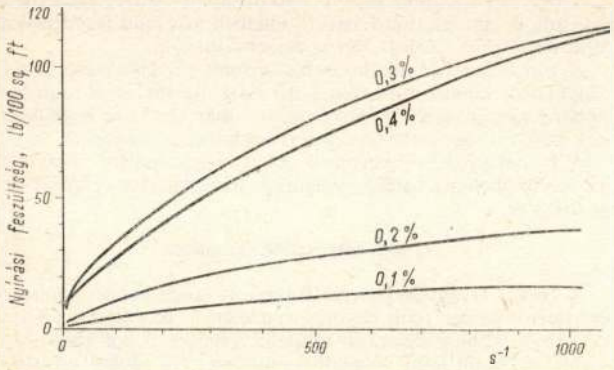
Folyadékparaméter	XCP-koncentráció, %			
	0,05	0,1	0,15	0,20
Látszólagos viszk., cP	8,5	28	52	69,5
Plasztikus viszk., cP	7	18	33	41
Mozg. ell. 0', dyn/cm²	2,4	12,4	24,4	43,4
10', dyn/cm²	38,8	110,4	240	220,8
Folyásgörbe (F_1, B_1, R_1) 600 f/min	17	56	104	139
300	10	38	71	98
200	7	29	55	78
100	4	18	35	62
6	1	4	8	12
3	0,5	2,5	5	9
Vízleadás 7 at, 30', ml	140	106	72	39
pH	6	6	6	6



3. ábra

A mérési adatokból látható, hogy az XCP-biopolimer kis koncentrációban is igen nagy mértékben növeli a folyadék viszkozitását és gélesedési tulajdonságait.

Hasonló jellegű mérést elvégezve a Xanthan-gyanta 002-1173-CH jelzésű hazai kísérleti termékkel, az alábbi eredményeket kapjuk *(2. táblázat, 4. ábra)*.



4. ábra

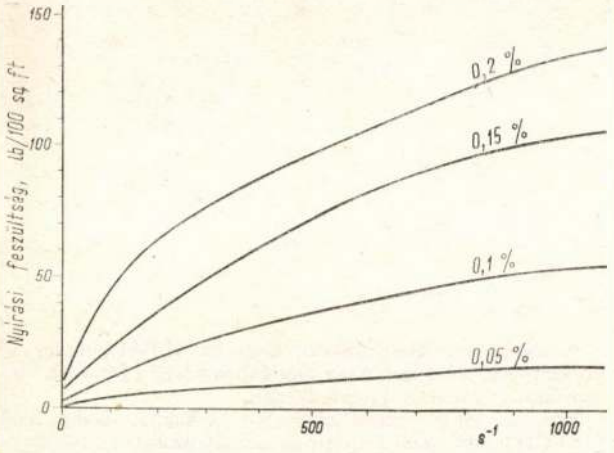
2. táblázat

Folyadékparaméter	Xanthan-gyanta 002-1173-CH, %			
	0,1	0,2	0,3	0,4
1	2	3	4	5
Látsz. viszk., cP	8,5	20	58,5	58
Plaszt. viszk., cP	6	13	34	43
Mozg. ell. 0', dyn/cm²	4,8	14,4	38,8	48
10', dyn/cm²	48	81,6	100,0	124,8
Folyásgörbe				
(F_1, B_1, R_1) 600 f/min	17	40	117	116
300	8	22	67	56
100	5	15	44	37
6	1,5	4	10	11
3	1	3	8	10
Vízleadás 7 at, 30', ml	105	72	71	36
pH	5	5	5	5

Az adatok alapján hasonló következtetést vonhatunk le, mint az előző vizsgálatok esetében, oly módosítással, hogy a hazai termék kétszer nagyobb koncentrációban biztosítja az XCP-hez hasonló viszkozitási értékeket. Ennek a megnövekedett biopolimertartalomnak tudható be a vízleadás értékeinek már mérhető mennyisége. Hasonló folyadékparamétereket kaptunk a Xanthan 02-00773 jelzésű biopolimer esetében is.

Az 1977-ben elkezdett — új megoldásokat kereső — kutatómunka eredményeként kapott 003-0377 E ch minta már azonos eredményeket szolgáltat, mint az összehasonlítási alapként bemutatott XCP-biopolimer.

Mint a bevezetőben említettük, az XC-biopolimerek vizes oldatának reológiai jellemzői nemcsak a koncentrációjuk változtatásával módosíthatók, hanem különböző, több vegyértékű fémkomplexeinek kialakításával is. Erre a célra a krómvegyületek mutatkoztak a legalkalmasabbnak. A szervetlen krómsók helyett újabban az ún. organikus krómpolielektroliteket (OCP) alkalmazzák, melyeknek egy változatát laboratóriumunk is előállította *(5. ábra)*. A Viscosol CR-12 jelzésű vegyületnek igen jó krómkomplexképző tulajdonságai vannak. Ennek tudatában megkíséreltük a xanthan-biopolimer-oldat reológiai paramétereinek módosítását az előbbi vegyületekkel. Méréseink eredményeit a *3. táblázat* mutatja.



5. ábra

3. táblázat

Folyadékparaméter	0,1 % Xanthan + %-térhálósító	
	0,0	0,1
Látsz. viszk., cP	27	30
Plaszt. viszk., cP	11	18
Mozg. ell. 0', dyn/cm²	12,4	24
10', dyn/cm²	68,4	38,4
Folyásgörbe (Fann)		
(R_1, B_1, F_1) 600 f/min	54	60
300	43	42
200	26	34
100	16	24
6	4	7
3	2,5	5
Vízleadás 7 at, 30', ml	98	42
pH	5,5	9,0

A laboratóriumi vizsgálatok kedvező eredményei birtokában az XN-öblítőfolyadékokkal üzemi kísérleteket is végeztünk, melyek eredményeiről a későbbiekben számolunk be.

Hazai poliszacharidszármazékok felhasználása szilárdanyag-mentes öblítőfolyadék előállítására

A külföldi szakirodalomból megismert új iszaptechnológiai irányelvek, valamint a hazai igények ismerete — mely elsősorban a kiegyensúlyozott nyomású fúrási technika területén jelentkezett — arra inspirált bennünket, hogy kíséreljük meg a hazai lehetőségek figyelembevételével az alacsony fajsúlyú, kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékok előállítását. A kísérleteknél az alábbi célokat tűztük ki magunk elé;

— az iszap ne tartalmazzon ásványi eredetű kolloid részeket, tehát agyagmentes legyen;
— kedvező öblítőiszap-paramétereket kis mennyiségű oldott, szerves eredetű anyagokkal lehessen biztosítani;
— reológiai jellemzői elégítsék ki a korszerű követelményeket;
— az öblítőfolyadéknak nem diszpergáló tulajdonságai legyenek;
— az iszap fajsúlyát lehetőleg vízoldható vegyületekkel lehessen a kívánt értékre beállítani;
— átlagos üzemi körülmények között gyors és olcsó legyen.

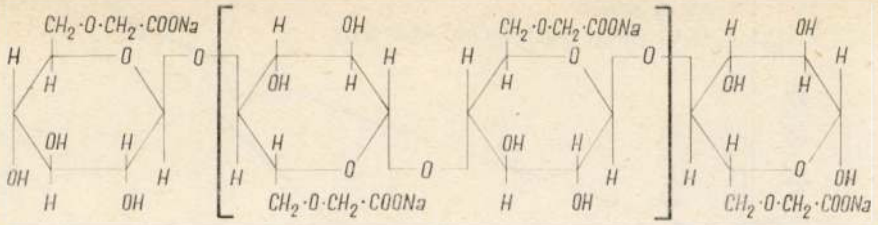
Hosszú laboratóriumi kutatómunka után kialakítottunk egy olyan öblítőfolyadék-típust, mely a fenti követelményeket kielégítette, és eltérő megoldású volt az eddig ismert összes iszapféleségekhez képest. Legnagyobb hasonlóság az XCP—OCP biopolimeres öblítőfolyadék és az általunk kidolgozott módszer között van, s ez a hasonlóság elsősorban abban nyilvánul meg, hogy az új eljárással is az alap poliszacharid funkciós csoportjai és a több vegyértékű fémionok közötti komplex vegyületképződéssel biztosítja a fúrástechnikai szempontból lényeges fizikai és kémiai tulajdonságokat.

Laboratóriumi kísérletek a SYN—CM iszaptechnológia kidolgozására

Laboratóriumi kísérleteink során az első feladat volt a megfelelő alapanyagok felkutatása, ill. előállítása. A részletek ismertetése nélkül megemlítjük, hogy az egyik alkotó komponens lehet bármely vízoldható cellulózszármazék, a másik komponens az általunk kifejlesztett speciális és nagymértékben módosított krómlignoszulfonát. A két vízoldható szerves, nagy molekulasúlyú vegyület vizes oldatban olyan komplex vegyületet képez, mely úgy módosítja az egyedi komponenseket tartalmazó víz tulajdonságait, hogy az fúrási célra alkalmas öblítőfolyadékként viselkedik. Az elmondottak illusztrálására nézzük meg az Na-cellulóz-glikolát *(6. ábra)* és a Viscosol CR-12-ből álló vizes közegű rendszer tulajdonságainak változását az egyes alkotóelemek mennyiségének függvényében *(4. táblázat)*.

A vizsgálatok eredményeiből látható, hogy a két alapanyag mennyiségének és arányainak változtatásával tetszőleges viszkozitású folyadék állítható elő.

A táblázat adatai azt is bemutatták, hogy az oldott összes anyag mennyisége még az alkalmazott legnagyobb mennyiség esetén sem éri el a 2%-ot. Még kedvezőbb a helyzet akkor, ha figyelembe vesszük azt a tényt, hogy a cellulózszármazék technikai minőségű, ami azt jelenti, hogy a tényleges hatóanyag-tartalma 30—35% körül mozog.



6. ábra

4. táblázat

Viscosol CR-12	Látszólagos viszkozitás, cP		
	Na-cellulóz-glikolát, %		
	0,75	1,0	1,25
0,00	4	6	8,5
0,05	4,5	6,5	8,5
0,10	5	7	10
0,15	5,5	8	13
0,20	6,5	12	17,5
0,25	9	15	28
0,30	14	20	50
0,35	20	30	80
0,40	33	60	120
0,45	50	85	—
0,50	70	115	—

Megismerve az összetétel függvényében a kialakult viszkozitásértékeket, kiválasztottunk egy olyan folyadék-összetételt, amelyet összehasonlítási alapként véve megvizsgáltuk több behatás érvényesülése esetén a folyadékparaméterek módosulását. E behatások:

— az agyagtartalom,
— a nehezítőanyag,
— az elektrolitok,
— a hőmérséklet,
— a nyírási sebesség növekedésének és
— a pH-növelés hatása.

A különböző hatások tanulmányozása céljából az alábbi összetételű és öblítőiszap-tulajdonságú folyadékot használtuk:

víz	990 g (99%)
Na-cellulóz-glikolát	7 g (0,7%)
Viscosol CR-12	5 g (0,3%).

A vizes oldatot a szokványos vizsgálati módszerekkel elemezve 3 órai állás után az alábbi eredményeket kaptuk:

fajsúly	1,02 g/cm³
látsz. viszkozitás	32,5 cP
plaszt. viszkozitás	17 cP
mozgási ellenállás, 0'	19,2 dyn/cm²
mozgási ellenállás, 10'	76,8 dyn/cm²
vízleadás, 6 at, 30'	12,8 ml
iszaplepény-vastagság	0,4 mm
pH	7,4

A Fann-viszkoziméterrel meghatározott folyásgörbe adatai R_1, B_1, F_1 kombinációval a következők:

Nyírási sebességgradiens s^{-1}	Nyíróerő dyn/cm²
1022	321,6
511	240
340,6	182,4
170,3	124,8
10,2	28,8
5,1	19,2
„n" tényező	0,422
K faktor	1,28

Az itt leírt összetételű és iszapparaméterekkel rendelkező folyadékot használtuk fel alapiszapként vizsgálatainkhoz.

Az elvégzett laboratóriumi mérések alapján megállapítottuk, hogy

— az öblítőfolyadékba adagolt bentonit vagy őrölt agyagmárga nem gyakorolt lényeges hatást egészen addig a pontig, ameddig az adszorpciós jelenségből adódóan a Viscosol CR-12 koncentrációjának csökkenése be nem következett;
— barittal történt nehezítés során kedvező paramétereket kaptunk, és az iszapból kiülepedés nem volt tapasztalható még 1,62 g/cm³ fajsúly esetén sem;
— az elektrolitok (NaCl, $CaCl_2$) hatása az új öblítőiszapra kedvezőnek mondható, ugyanis az iszap paraméterei lényegesen nem változnak meg, sőt pl. víztartó képessége még kismértékű javulást is mutatott;
— a hőtűrő képesség vizsgálata során kapott eredmények azt mutatták, hogy kb. 140 C°-ig az iszap megtartja eredeti tulajdonságait, és így ez a hőfok az alkalmazhatóság határának tekinthető;
— a Baroid-kapillárisviszkoziméterrel elvégzett mérések egyértelműen bizonyították az öblítőiszap nyírásra hígulló tulajdonságait, ami alapvető kritérium a korszerű öblítőfolyadékoknál;
— a pH változása gyakorlatilag nem befolyásolja az iszap tulajdonságait.

Az eredményes laboratóriumi kísérletek alapján ma már számtalan üzemi kísérletet végeztünk, amelyeknek eredményeit a későbbiekben ismertetjük.

A laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján első üzemi kísérleteinket érckutató fúrásoknál folytattuk le. Az itt kapott eredmények alapján a SYN—CM iszaptechnológiát már három fúrási műveletet végző vállalat, így a MÉV, az OFKFV és a Bauxitkutató Vállalat alkalmazza széles körben. Olajipari kísérleteinket az *Szk-112.* jelű fúrásponton végeztük, mely a vártnál kedvezőtlenebb eredményt szolgáltatott. A nehézséget a szilárdanyag-tartalom növekedése okozta, ami a fajsúly fokozatos emelkedését hozta magával. A nehézség kiküszöbölésére dolgoztunk ki egy módosított SYN—CM összetételt.

Az üzemi tapasztalat birtokában összetétel-módosítási kísérleteket kezdtünk el, melyek fő célja kettős volt:

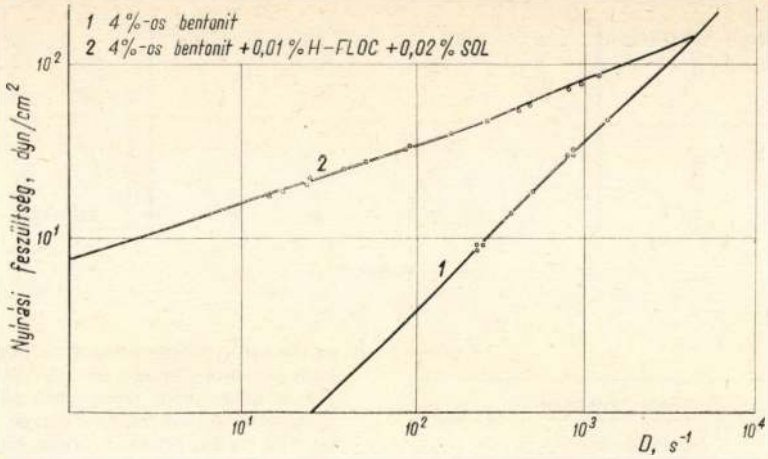
— az iszap reológiai tulajdonságainak javítása,
— az iszap nem diszpergáló képességének fokozása.

A fenti két cél elérésére az 1972. évi kísérleteinkhez már alkalmazott, hazai gyártmányú Flokonit-E jelű polimer anyagot kívántunk felhasználni. E hatóanyagnak — vizsgálataink alapján — mindkét feladatot el kell látnia, mivel egyrészt kis koncentrációban is kedvező irányban módosítja a folyásgörbe alsó szakaszát, másrészt mint „teljes flokkulálóképességű" anyag biztosítja az agyagok kémiai úton történő kiválasztását az iszapból.

Kettős hatású polimer öblítőiszapok előállítási és alkalmazási kísérletei

Laboratóriumunkban széles körű vizsgálatokat végeztünk olyan polimerek előállítására, melyek alkalmazásával kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszpergált öblítőfolyadék állítható elő. A kísérleti munka első fázisában a polimerizációs reakciók törvényszerűségeit, az előállított polimerek tulajdonságait és azok változtatásának lehetőségeit tanulmányoztuk. A továbbiakban korábbi eredményeinket, tapasztalatainkat felhasználva egy hazai flokkulálószer módosításával sikerült — az előzőekben ismertetett terminológia szerint — szelektív flokkulenst (H-FLOC) előállítani, amely az üzemi alkalmazást is lehetővé tette.

Vizsgálataink azt is kiderítették, hogy egy — szintén hazai beszerzésű — akrilpolimer segítségével a reológiai tulajdonságok előnyösen módosíthatók. Ezt igazolják az *5. táblázat* adatai 4%-os bentonitszuszpenzió esetén.



7. ábra

5. táblázat

Polimer	Plasztikus vizskozitás cP	Folyási határ dyn/cm²	Gélerősség	
			10″	10′
—	4,5	4,8	2,4	9,6
0,01 % H-FLOC	4,0	4,8	4,8	12,0
0,01 % H-FLOC + +0,02 % SOL	9,5	57,6	21,6	91,2

Amint a táblázat adataiból kitűnik, az akrilpolimer hozzáadásával a reológiai paraméterek rendkívül kedvezően alakulnak, a folyadék „nyírásra hígló" (shear thinning) karakterisztikát mutat *(7. ábra, 5. táblázat)*, s ez a jelleg különösen az alacsony nyírásisebesség-tartományban érvényesül. Az Ostwald-modell karakterisztikus állandói ($n = 20$, 46 és 0, 30, illetve $K = 3{,}6$ és 7,2 dyn·s^n/cm^2) nagyobbak, illetve kisebbek a magasabb, illetve az alacsonyabb nyírásisebesség-értékeknél. A log-log ábrázolású görbén kb. $D = 200\ s^{-1}$-nél töréspont látható. Az így kialakított rendszer reológiai tulajdonságai biztosítják a megfelelő furadékkiszállítást, s ugyanakkor lehetővé teszik a kívánt fajsúlyra történő nehezítést is a nehezítőanyag (barit) kiülepedésének veszélye nélkül.

A laboratóriumi eredmények alapján elvégzett üzemi kísérletekről az alábbiakban számolunk be.

A kis szilárdanyag-tartalmú (szilárdanyag-mentes) polimer öblítőfolyadékok alkalmazásának tapasztalatai

Az előző fejezetekben azokat az öblítőfolyadékokat, illetve előállításuk laboratóriumi kísérleteit írtuk le, amelyekhez hazai alapanyagokat használtunk fel. A kísérletek eredményeit figyelembe véve ezen iszaptípusokat több-kevesebb fúrásponton a gyakorlatban is alkalmaztuk, illetve használatuk folyamatban van.

Ezek mellett nagyszámú üzemi kísérletet végeztünk külföldi adalékokból készített polimer iszapokkal. Ezek az iszaptípusok a biopolimerekből a szelektív flokkulenseken keresztül a kettős hatású polimerekig bezárólag széles skálán mozogtak. Ezen import iszaptípusok alkalmazásának célja elsősorban a tapasztalatszerzés, illetve hatásuk és alkalmazhatósági területük megismerése volt. Ezek az üzemi kísérletek egyben alkalmat adtak az összehasonlításra is saját megoldásainkra vonatkozólag, valamint meghatározták a hazai megoldások továbbfejlesztésének irányait.

A külföldről származó adalék anyagaink:

dextrid	USA
XB-28 (biopolimer)	francia
Ben-Ex	USA
Drillaid—420	USA
Drillaid—421	USA

A hazai anyagok:

Xanthan (biopolimer)
SYN—CM és
H-FLOC megjelöléssel váltak ismertté.

Az üzemi kísérletek során a lemélyítendő fúrások nagy átmérőjű szakaszaiban ($17^1/_2''$ és $12^1/_4''$) került sor a fenti polimer iszapok alkalmazására.

Az ilyen körülmények között, az elmúlt időszakban mintegy 45 000 m fúrási hosszban alkalmaztuk mind a hazai, mind importból származó iszapjainkat.

A mélyítések során szerzett tapasztalatainkat röviden az alábbiakban foglaljuk össze.

Az üzemi eredmények értékeléséhez a kísérleti fúrások mutatóit az azonos területen és körülmények között mélyített kontrollfúrások adataival hasonlítottuk össze. Különböző okok miatt a legfőbb paraméter: a fúrás mechanikai sebességének növekedése széles határok között változott. Figyelemreméltó tény azonban, hogy a 19 500 m összehasonlítható fúrás elemzése szerint a mechanikai sebesség átlagos növekedése 25,7%. Ez reális érték, amely megfelelően reprezentálja a polimer öblítőfolyadékok alkalmazásának fúrástechnológiai előnyeit, lehetőségeit.

Öblítőfolyadék-technológiai szempontból alapvetően pozitív eredményeket kaptunk. A reológiai tulajdonságok a bentonit, valamint a polimer és bentonit adagolásával jól szabályozhatók voltak, és a követelményeknek megfeleltek. A víztartó képesség szabályozására hazai előállítású poliakrilátot (SOLACROL) alkalmaztunk jó eredménnyel.

Komoly nehézséget jelentett viszont a kis szilárdanyag-tartalom fenntartása fúrás közben. A jelentős mértékű, vízzel való hígítás kényszermegoldás volt, amelyet az utóbbi kísérleteknél már sikerült számottevően csökkenteni. Az üzemi kísérletek során lyukfal-stabilitási problémával nem találkoztunk, azonban ez a megállapítás érvényes a kontrollfúrásokra is.

Bebizonyosodott, hogy a polimer öblítőfolyadékok hőtűrő képessége kielégítő. A *Do-9.* és a *Med-2.*, *Med-3.* jelű fúrásokban 140—150 °C hőmérséklet mellett is megfelelő, stabil paramétereket kaptunk. A nehezíthetőség kérdésére két fúrásban (a *Do-9.* — H-FLOC és *Kiszombor-7.* — XB-28) kaptunk választ. Igaz, hogy a fajsúly nem volt túl magas (1,30—1,38 kg/dm³), de a viszonylag magas hőmérséklettel együtt sem jelentkezett nehézség. Ez utóbbi két tapasztalat különösen fontos a polimer öblítőfolyadékok alkalmazásának kiterjesztése szempontjából. Az öblítőfolyadék-költségek alakulása a gazdaságosság egyik fokmérője. Kezdetben a polimer öblítőfolyadék fajlagos költsége magasabb volt a hagyományos típusokénál, ma azonban már egyértelműen alacsonyabb.

11 fúrás iszapjavítóanyag-költségének elemzése összességében 29,5%-os költségcsökkenést mutat. Ez az adat nem tartalmazza a biopolimer öblítőfolyadékkal mélyített kutak igen magas költségeit.

A fenti megállapításainkból kissé eltérő a véleményünk a SYN—CM ölbítőfolyadékkal lemélyített kutakkal kapcsolatban. Ez az iszaptípus nem vált szükségessé a szilárdanyag-szabályozás vizes hígításos módszeréhez. A jól működő szilárdanyag-szabályozó mechanikus eszközök segítségével ez megoldható volt, sőt a Demjén környéki fúrásokban ezek hiánya sem okozott gondot az alacsony fajsúlyérték tartásakor. Ez a tapasztalat igen hasznos, és távlataiban az iszap alkalmazási területének kiszélesítését jelentheti. Hasonló okok miatt széleskörűen alkalmazták a SYN—CM rendszert az érc-, bauxit- és szénkutatásban is.

Röviden összefoglalva az e területen a fúrási üzemekkel közösen végzett munkánk eredményeit, megállapítható, hogy ez az iszaptechnológia egyértelműen fúrástechnikai, iszapkémiai és gazdaságossági szempontból is a jövő megoldása, és további erőfeszítéseket kell tenni fejlesztésük és alkalmazásuk érdekében.

A Szeged-Móraváros tároló rezervoárgeológiai viszonyai

BÉRCZI ISTVÁN—
MARKÓ LÁSZLÓ

A Szeged város alatt feltárt szénhidrogén-előfordulás paleozoós repedezett metamorfitban, alsótriász kvarchomokkőben, repedezett középsőtriász dolomitban és az ezekre lepelszerűen települt miocén konglomerátumösszletben található, bonyolult felépítésű, oldott gázos kőolaj-halmaztelep. A tárolási paraméterek a középsőtriász és a miocén telepekre kvantitatív karotázsértelmezésből jól meghatározhatók. A szerzők ismertetik a telep tárolási viszonyait és a tárolóhoz kapcsolódó víztest hidrogeológiai jellemzőit.

1. Bevezetés

A szeged—dorozsmai terület átnézetes gravitációs (Bouguer-) anomáliatérképét a MÁELGI készítette el 1958 előtti graviméteres mérései alapján, de ez a fúrásos kutatás megindítására elégtelennek bizonyult.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzeme 1958—61 között hagyományos, fotoregisztrálású, átnézetes reflexiós méréseket végzett. A mérések Kiskundorozsma környékén záródó kiemelkedést jeleztek. Ennek fúrásos kutatása 1964-ben a *Do-2.* és *3.* fúrással kezdődött, majd 1968—69-ben a *Do-1.* fúrás lemélyítésével folytatódott.

Miután a fúrások a szeizmikus kép alapján kialakított földtani modellt nem igazolták, ezért a GKÜ 1970-ben szűrőmátrixok alkalmazásával újravizsgálta a térség Bouguer-anomáliatérképét. A szűrt anomáliakép a már lemélyített dorozsmai fúrásoktól ÉÉK-re jelzett szerkezeti indikációt. Ezen a Szegedtől nyugatra elterülő, orrszerűen nyújtott pozitív anomálián 1970 őszén 6 rövid reflexiós szelvényt fektettek keresztül, de zárt vonalhálózat híján felülettérképeket nem tudtak szerkeszteni, így a *Do-4.* és a *Szeged-1.* fúrásokat a szűrt maradékanomália-kép alapján tűzték ki. Mivel a *Do-4.* fúrás az újabb szeizmikus mérések által valószínűsített földtani képet sem igazolta, a GKÜ 1971. szeptember és 1972. január között újabb graviméteres méréseket végzett 500 m-es állomásközzel. Ennek két szűrőmátrix alkalmazásával szerkesztett anomáliaképén a dorozsmai és szegedi szerkezeti egységek elkülöníthetők voltak. A szeizmikus szelvények Szeged város belterületének irányában egyértelműen szerkezeti emelkedésre utaltak, a *Szeged-1*-től KDK-re, mintegy 400-800 m-re valószínűsítve a tetőzónát. Ennek az értelmezésnek helyességét a *Szeged-13.* fúrás igazolta.

A földtani szerkezetet és a rétegsort az *1. ábra* vázlatos földtani metszete és a *2. ábra* szerkezeti térképe szemlélteti.

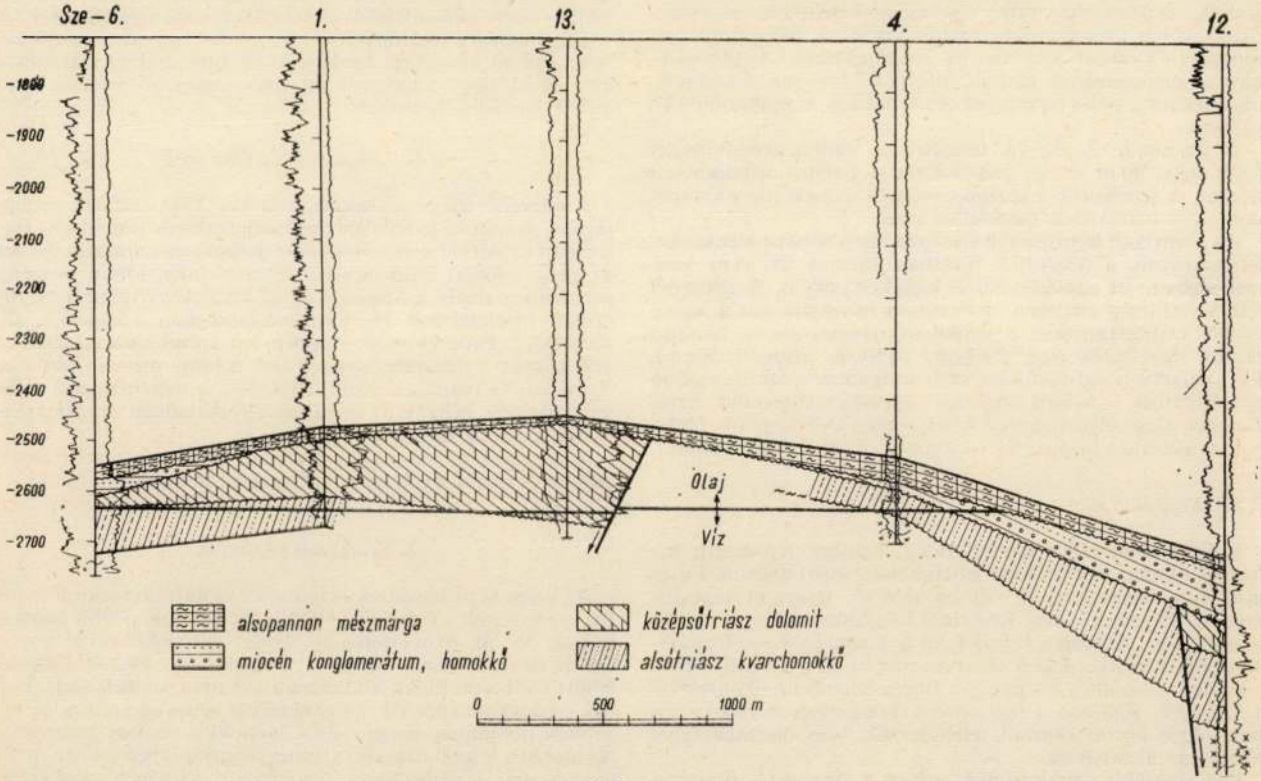
2. Rétegtani viszonyok

2. 1. Paleozoikum

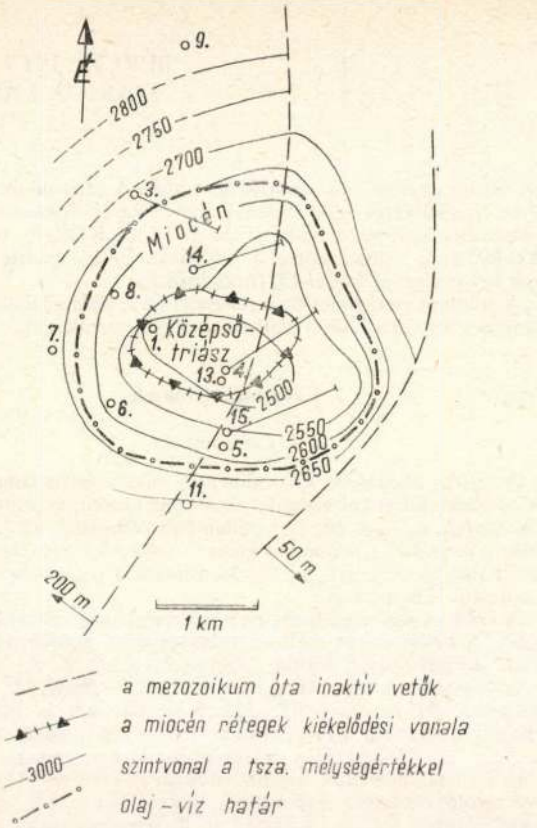
A terület legidősebb képződményei paleozoós metamorfitok. A részletes kőzettani vizsgálatok szerint kvarcit, csillámkvarcit *(Szeged-2., 4., 7., 8., 10., 11.)* csillámpala *(Szeged-7., 10.)*, kloritpala *(Szeged-15.)*, milonitos gneisz *(Szeged-9.)* egyaránt megtalálható. (A *Szeged-1., 3., 13., 14.* fúrások a paleozoós medencealjzatot nem érték el.)

A szálban álló, repedezett paleozoós metamorf alaphegységet több fúrásban erősen mállott, breccsásodott, autochton metamorf törmelékanyag borítja *(Szeged-2., 5., 6., 7., 8., 10., 11., 12.)*. Vastagsága helyenként igen jelentős — *Szeged-2.* 117 m; *Szeged-5.* 297 m; *Szeged-7.* 152 m —, bár azt is meg kell állapítanunk, hogy a breccsa és a szálban álló repedezett alaphegység elkülönítése igen bizonytalan, következésképp a felsorolt vastagságértékek megbízhatósága is kérdéses. Ugyanakkor tárolókőzettani szempontból a breccsa és a repedezett metamorf alaphegység nem különbözik lényegesen egymástól (szabálytalan lefutású repedésrendszer részben kvarc, részben pátos, illetve mikrokristályos karbonát repedéskitöltéssel; 3—5% porozitás, 1—5 mD áteresztőképesség).

Paleozoósnak tekintjük a *Szeged-2.* fúrásban a 2918—2965 m között feltárt, metamorfizált kvarcporfir tufa sorozatot.



1. ábra
Ny—K irányú földtani metszet a Szeged-Móraváros tárolón keresztül



2. ábra
A pannon medencealjzat szerkezeti térképe

2.2.1. Alsótriász

Az alsótriászt a szegedi szerkezeten a paleozoós alaphegység lepusztított felszínére került, 12—138 m vastag (*Szeged-15.*, *Szeged-2.* fúrásban), rosszul rétegezett, helyenként breccsásodott, zöldesszürke, illetve tarkaagyag-betelepüléseket tartalmazó, vörös kvarchomokkő-összlet képviseli. Másodlagos rerepedéskitöltésként karbonát is megfigyelhető. A törmelékanyag szemcsemérete alulról felfelé fokozatosan finomodik, ugyanakkor a palás tarkaagyag-betelepülések is gyakoribbakká válnak.

A *Szeged-1.*, *2.*, *5.*, *13.* fúrásban a vöröshomokkő-összlet felett max. 40 m vastag, zöldesszürke dolomitos márgasorozat települ, és feltehetően a középhegységi és mecseki triász kampili dolomitos márgájának megfelelője lehet.

Az alsótriászt legmagasabb szerkezeti helyzetben a kiemelt keleti szárnyon, a *Szeged-15.* fúrásban találjuk 2525,4 m tsza. mélységben. Itt egyszersmind a legvékonyabb is. A szárnyak felé a vastagság általában fokozatosan növekszik, bár a legnagyobb vastagságértékek a lezökkent nyugati szárny középső részein figyelhetők meg. (*Szeged-2.* 130 m; *Szeged-6.* 95 m). Ezt az alaphegységi morfológia sajátosságainak — lokális, záródó elmélyülésnek — és nem tektonikai hatásnak tulajdonítjuk. Ezzel szemben a legmélyebb szerkezeti helyzetben levő *Szeged-9.* fúrásban az alsótriász hiánya csak tektonikus okokkal magyarázható.

2.2.2. Középsőtriász

Szürke, sötétszürke, tömött, rideg, kemény, repedezett, helyenként breccsásodott, fehér kalciterekkel átjárt dolomit. Egyes magokon határozott, 20—50°-os dőlésű, irányított repedésrendszer figyelhető meg. Kőzettani kifejlődését tekintve az *Algyő-26.*, *29.*, újabban a *Felgyő-1.* és a *Csanádapáca-4.* fúrásokban feltárt szürke dolomittal (breccsával) azonosítható. Mivel a kampili dolomitos márga egyes fúrásokban hiányzik, továbbá a *Szeged-9.* fúrásban a homokkő a dolomitbreccsa és a paleozoós aljzat között kimarad, feltételezzük, hogy üledékhézaggal települ az alsótriászra.

Legmagasabb szerkezeti helyzetben a *Szeged-13.* fúrásban találjuk 2454,1 m tsza. mélységben, egyszersmind itt a legvastagabb is: 197 m. A szóban forgó fúrás közvetlen közelében húzódó, kissé ívelt csapásirányú (É—DDNy), kb. 200 m ugrómagasságú vetőtől keletre a dolomitösszlet kimarad, majd tovább keletre, a *Szeged-12.* fúrásban — szerkezeti vonal mentén — újból jelentős vastagságban megtalálható. A vastagságértékek regionális változásai másodlagos szerkezeti helyzetre utalnak; a déli és nyugati szárnyon a legvékonyabb (*Szeged-6.* 21 m; Szeged-7. 27 m), a tetőzónában a legvastagabb (*Szeged-1.* 110 m; *Szeged-13.* 197 m). A jelenlegi szerkezeti kép még a miocén előtt keletkezett, a mezozoikum óta feltehetően inaktív vetők mentén alakult ki.

2.3. Miocén képződmények

A középsőtriász dolomitbreccsa vagy az alsótriász kvarchomokkő esetleg közvetlenül a paleozoós alaphegység felett diszkordanciával települő, 17—357 m vastag összlet. A szerkezet tetőzónájában (*Szeged-1.*, *Szeged-13.*), illetve délkeleti részén kimarad. Az előbbit a tetőzónát el nem borító transzgresszió, az utóbbit a *Szeged-10.*, *12.* fúrás körzetében futó, ÉK—DNy csapásirányú vető déli részének miocén utáni reaktiválódásaként értelmezhetjük: a reaktiválódott vetőszakaszt szintén posztmiocén, K—Ny-i irányú, ismeretlen ugrómagasságú vető zárná le.

A konglomerátumösszlet szemcsemérete alulról felfelé haladva finomodik. Legalul, elsősorban a szárnyhelyzetben levő fúrásokban igen durva, sokszor inkább breccsára emlékeztető rétegezetlen konglomerátum helyezkedik el. Polimikt törmelékanyagában szürke csillámpala, feketésszürke dolomit, vörös homokkő és zöldes agyagpaladarabok, alárendelten kvarcporfirtörmelékek egyaránt megtalálhatók.

A felsőbb szintek felé az uralkodó, közepesen és jól koptatott dolomit szemcsék mellett kevesebb metamorfit jelentkezik; a vörös homokkőszemcsék, illetve kvarcporfirdarabok úgyszólván teljesen hiányzanak. A kőzetanyag többnyire rosszul rétegezett, laza, néhol morzsolható. Kőtőanyaga karbonátos homokkő. A karbonáttartalom helyenként erőteljesen megnövekszik, keleten, a *Szeged-12.* fúrásban 7 m vastag biogén, lithothamniumos mészkő-betelepülés osztja ketté a konglomerátumhomokkő összletet. A felfelé megfigyelhető szemcseméret-finomodás eredményeképpen a *Szeged-3.*, *6.*, *9.* fúrásban tömött, kemény, rétegzetlen aleurit, aleuritos homokkő zárja a miocén rétegsort.

Legmagasabb szerkezeti helyzetben a *Szeged-15.* fúrás érte el a miocént: 2507,7 m tsza. mélységben. A tényleges tetőzóna ettől nyugatra, a kiékelődési vonal körzetében szerkeszthető ki, eddigi ismereteink alapján 2500 m tsza. mélységértékekkel. A rétegvastagság a tetőzónától a szárnyak felé egyenletesen növekszik, ami az elsődleges szerkezeti helyzetre utal, és más szóval azt jelenti, hogy miocénnél fiatalabb szerkezeti vonalak nem érintik a produktív területet.

2.4. Pannóniai képződmények

A miocén—triász—paleozoós aljzaton 2500—2800 m vastagságban pannóniai és fiatalabb medenceüledékek települnek. Hasonlóan az Alföld más területeihez, jellegzetes színttartó összlet az alsópannóniai alján meglevő feketésszürke, tömött kemény mészmárga, amely a *Szeged-9.* fúrás kivételével valamennyi fúrásban megtalálható 15—85 m vastagságban (*Szeged-5.*, ill. *Szeged-2.*). Érdekes módon éppen két szélső vastagságértéket adó kútban a mészmárgaösszlet alsó néhány méteres szakasza repedezett és olajtároló. Ettől eltekintve a mészmárga és a felette települő, néhány tíz m vastag alsópannóniai agyagmárgaösszlet a csapda zárórétege.

A magasabb pannóniai tagozatoknak a Móraváros-telep szempontjából jelentőségük nincs, így ezekkel nem foglalkozunk.

3. Szerkezeti viszonyok

Az egyes képződmények helyzete és vastagságviszonyai alapján egy-egy ívelt lefutású É—DDNy, illetve ÉÉK—DNy csapásirányú, 200, ill. 70 m elvetési magasságú vető jelölhető ki a produktív területen. Ezek mentén a *Szeged-4.*, *5.*, *14.*, *15.* fúrással feltárt szerkezeti blokk a középsőtriász után kiemelkedett. Ennek eredményeképpen a dolomitbreccsa teljes egészében, az alsótriász dolomitos márga, vörös homokkő részben lepusztult. Az utóbbi a kisebb-nagyobb alaphegységtöbrökben jobban megmaradt, ami meglehetősen rapszodikus vastagságeloszlást eredményez.

Az a tény, hogy a *Szeged-9.* fúrásban a paleozoós alaphegység és a középsőtriász dolomitbreccsa között az alsótriász vörös kvarchomokkő hiányzik, az előbbieknél idősebb, K—Ny csapásirányú vetőzóna jelenlétét valószínűsíti.

A miocén képződmények lepelszerűen szabályosan települve borítják a paleozoós-mezozoós alaphegységet, így fiatalabb szerkezeti vonalak — a *Szeged-10.* körzete kivételével — nem mutathatók ki. Az említett fúrás körzetében azonban az ÉK—DDNy-i vető déli szakasza, egy feltételezett és ismeretlen elvetési magasságú, K—Ny-i csapású vető mentén csak a miocén után zökkent le jelenlegi helyzetébe. Egy korábbi, feltehetően 100—150 m-rel magasabb szerkezeti helyzet megmagyarázná a miocén hiányát.

A környező területeken (Dorozsmán, Algyőn) kimutatott intrapannon szerkezeti mozgások, eddigi ismereteink szerint, Szeged-Móraváros produktív területét nem érintették.

4. Szénhidrogén-földtani és -tárolási viszonyok

4.1. A tárolókőzetek jellemzői

A szeged-móravárosi előfordulás kőzettani szempontból rendkívül heterogén telepnek minősül. A porozitást a hagyományos és nagymag-vizsgálati eredmények, valamint a kvantitatív karotázsértelmezés adatainak egybevetésével határoztuk meg. Figyelembe vettük azt, hogy azokban a kőzetekben, amelyeknél a másodlagos porozitás jelentősebb szerephez jut, valószínűleg a kvantitatív karotázsértelmezés közeliti meg jobban a valóságot, mivel a hagyományos magvizsgálati eljárások számára általában megfoghatatlan repedéses pórusteret is érzékelni képesek, ám az elsődleges és másodlagos porozitás külön-külön mennyiségi meghatározása egyértelműen e módszerekkel sem lehetséges.

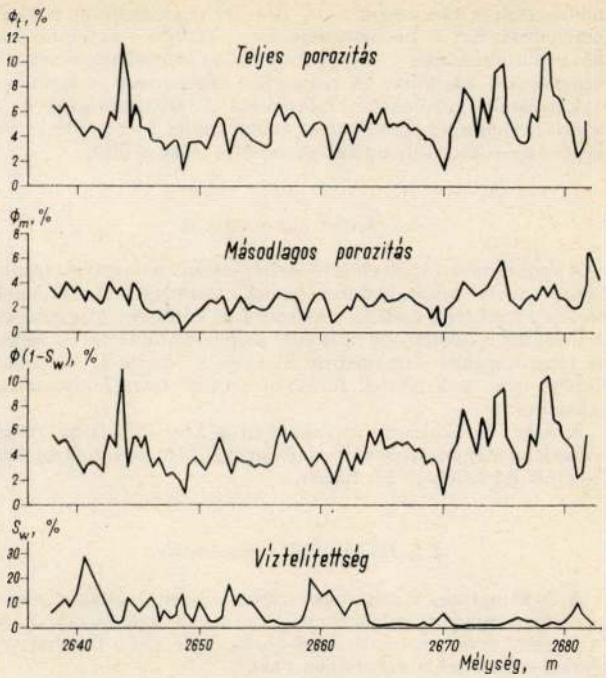
Az áteresztőképesség-adatok meghatározásakor elsősorban a hidrodinamikai vizsgálatok adataira támaszkodtunk: a víztelítettség- és az effektívvastagság-adatokat a kvantitatív karotázsértelmezés alapján vettük fel.

4.2. A mennyiségi szelvényértelmezési munka ismertetése

A szelvények mennyiségi értelmezése alapvetően a laterolog, természetes-gamma-, neutron-, szonikus és lyukbőségszelvényekre épült. A *Szeged-6.* és *13.* fúrásban készültek Schlumberger és Dresser Atlas típusú porozitásszelvények, valamint kompenzált neutron-, kompenzált sűrűség- és szonikus szelvények. Az olajtermelő kutakban (*Szeged-1., 2., 3., 5., 6., 8., 13.*) a mennyiségi értelmezés eredményeképpen a teljes porozitást, a víztelítettséget, a szénhidrogén-tartalmat [$\phi(1-S_w)$], valamint a másodlagos porozitásértékeket határoztuk meg. A vizes kutakban (*Szeged-7., 9., 11., 14.*), valamint az invert iszappal fúrt olajtermelő kutakban (*Szeged-4., 14.*) csak porozitást számoltunk.

A *Szeged-6.* és *13.* jelű kútban a korszerű szelvények alkalmazásával a komplex litológiákra kidolgozott eljárást követtük, amelynek eredményeképpen meghatároztuk a litológiától mentes teljes porozitást, és így összefüggést tudtunk teremteni a többi kútban alkalmazott neutronszelvény és a teljes porozitás között. Az így bekalibrált neutronszelvényeket használtuk a többi kútban a teljes porozitás meghatározására. A szonikus szelvényből a mátrixporozitást határoztuk meg; a másodlagos porozitást a teljes porozitás és a mátrixporozitás különbsége adta. A magokon megállapított formációfaktor—porozitás összefüggés lehetőséget teremtett az úgynevezett vizesréteg-ellenállások meghatározására, amiket akkor mértünk volna a laterolog szelvényekkel, ha az olajtároló szakaszok vízzel lettek volna telítve. A laterolog által mért és az elárasztás hatására korrigált fajlagos ellenállásokat ehhez a számolt vizesréteg-ellenálláshoz viszonyítottuk, és ebből határoztuk meg a víztelítettségeket.

A szénhidrogén-tartalom jellemzésére, vagyis az izovol paraméter kiszámítására meghatároztuk a $\phi(1-S_w)$ szorzatot. A számításokat félméteres mintavételezési közzel (1:200 szelvényen 2,5 mm) végeztük, és az eredményeket a mélység függvényében folyamatosan ábrázoltuk. A *3. ábra* a karotázsszelvények értelmezéséből kapott eredmények szelvényszerű ábrázolását mutatja a *Szeged-13.* kút egyik szakaszán. Az eredményeket ilyen folyamatos ábrázolásban a vizes szakaszon is megadtuk, és ezek a szelvények szolgáltak a tárolókiértékelés alapparamétereül.



3. ábra
A Szeged-13. *jelű kút porozitás- és víztelítettség-szelvénye*

4.3. Az egyes képződmények tárolóparaméterei

A paleozoós repedezett, metamorf alaphegység és a metamorfit breccsa a legrosszabb paraméterekkel jellemezhető tárolóösszlet. Helyenként teljesen impermeábilis (*Szeged-5.*), csak az erősen mállott szakaszokban éri el vagy haladja meg a 2—8% porozitást és a 10 mD áteresztőképességet. A produktív területre számított átlagporozitás 5,6%, az átlagos áteresztőképesség 5,3 mD. (A produktív terület átlagparamétereit minden esetben az olajos $h_{eff} \cdot k$-térképekből meghatározott kőzettérfogat-értékekből — a kőzettérfogat szerint súlyozva — határoztuk meg.)

Az alsótriász kvarchomokkő tárolási szempontból hasonlít a metamorfit breccsára. Eltérő viszont az, hogy a kvarchomokkő repedései gyakrabban vannak másodlagos ásványokkal kitöltve, így a tárolótérfogatban az elsődleges pórusok kerülnek előtérbe. A porozitás csak a valószínűleg mállottabb felső szakaszokon éri el a 8—10%-ot, a rétegszakaszok túlnyomó többségében, a nagymag- és a hagyományos magvizsgálatok, valamint a karotázsértelmezés egybehangzó adatai alapján 2-5%. Az áteresztőképesség hasonlóan alacsony, csak kivételesen éri el a néhány 10 mD-t. A produktív területre eső rétegszakaszok átlagporozitása és -permeabilitása a nyugati területrészen 3,5%, ill. 21 mD, a keletin 5,5, ill. 5,6 mD.

A középsőtriász dolomitbreccsa — a miocén konglomerátum mellett — a legkedvezőbb tárolási paraméterekkel jellemezhető tárolókőzet a Szeged-Móraváros telepben. A breccsásodott tetőzónában az elsődleges porozitás is jelentősebb, az összporozitás rendszerint meghaladja a 10%-ot, kivételesen a 15%-ot. A dolomitösszlet mélyebb szintjei kevésbé breccsásodtak, összporozitásuk 3—8%, uralkodó a repedezett pórustér. Az áteresztőképességértékek többnyire 100 mD nagyságrendűek, a hidrodinamikai mérésekkel meghatározott értékek a több száz mD-t is elérik. A produktív területre eső dolomitösszlet átlagos porozitása 6,8%, áteresztőképessége 140,9 mD.

A miocén konglomerátumösszletben a szemcseközi porozitás az uralkodó, csupán az alsó, durva konglomerátum-, breccsaszerű rétegszakaszból fúrt magokban észlelhetők a többnyire már karbonátanyaggal kitöltött repedések. A móravárosi tárolókőzetek közül a miocén törmelékösszlet az egyetlen, amelyben — az egészen durvaszemcsés szakaszok kivételével — gyenge rétegzettség, mégpedig osztályozott rétegzettség figyelhető meg. A kőzetanyagban impermeábilis szakaszok ritkán jelentkeznek, ezek azonban a magmintákon is látható módon, térben nem kitartóak. A porozitásértékek általában 10—20% közé esnek, a többség meghaladja 15%-ot. A produktív területre eső átlagos porozitás 13,3%. Az áteresztőképesség-értékek között — a dolo-

mitbreccsához hasonlóan — a 100 mD nagyságrendű értékek uralkodnak. Két — próbatermeltetésre kiképzett — rétegszakaszból a hidrodinamikai mérések során 1 D-t meghaladó áteresztőképességeket kaptunk. A rétegzetlen alsópannon mészmárga a legrosszabb tárolókőzet: porozitása a magvizsgálatok és a karotázsértelmezés egybehangzó adatai szerint 7—8%, áteresztőképessége — hidrodinamikai mérésből — max. 2 mD.

4.4. Telitettségi viszonyok

A szeged-móravárosi előfordulás az eddigi eredmények szerint oldott gázos kőolaj-halmaztelepnek tekinthető. Ismereteink szerint a szerkezeti vonallal elválasztott és kőzettani felépítésében is eltérő két területegység fázishatár szempontjából nem egységes. A rétegvizsgálati eredmények alapján a *Szeged-1.* fúrásban 2621 m tsza., a *Szeged-3.* fúrásban 2650 m tsza. fázishatárral számoltunk.

A keleti területrészre vonatkozóan a *Szeged-5.* fúrás rétegvizsgálatai alapján nagy valószínűséggel 2623 m tsza. mélységben vehetjük fel az olaj—víz határt.

4.5. Telepnyomás, -hőmérséklet

A 2630 m tsza. vonatkozási szintre számított átlagos réteg-nyomás a nyugati teleprészen 335,9 att, a keletin 337,7 att. A területre érvényes hőmérséklet-gradiens alapján a fázishatárra extrapolálható telephőmérséklet 144 C°.

4.6. A telepfolyadékok fizikai-kémiai tulajdonságai

Az olaj paraffin jellegű, többnyire zöld, alárendelten barna színű. A dermedéspont 10—15 C° közé esik. Összetételét tekintve a maradékfrakció az uralkodó 50% körüli értékkel, majd a benzinfrakció következik 30% körüli mennyiséggel. A petróleumfrakció mennyisége 16—21%. Az átlagos fajsúly a nyugati teleprészen a 0,8140 g/cm³, a keletin, 0,8204 g/cm³.

A kísérőgáz összetételében a metántartalom uralkodik 65—71% mennyiséggel, az etán 9—10%, a propán 6—8%. Az inert-tartalom meglehetősen magas (CO_2 7—8%; N_2 1—6%), néhol eléri a 10%-ot is. Az abszolút fajsúly 1 g/l felett van, a fűtőérték meghaladja a 10 000 kcal/m³-t. A H_2S-tartalom $1—3 \cdot 10^{-3}$ tf%.

A teleptérfogati tényező 1,900 m³/m³, ill. 1,762 m³/m³ a telep nyugati, illetve keleti részen. Az oldott gáz mennyisége 264,5, ill. 230 mm³/mm³.

4.7. Teleprezsim, víz-utánáramlási viszonyok

A szeged-móravárosi telep peremi- és talpivíz-kihajtásos oldott gázos kőolajtelep. A peremi és talpi víz aktivitására vonatkozóan számos rétegvizsgálati adattal rendelkezünk; ezek alapján a peremi és talpi víztesttől egyaránt jelentős aktivitás várható, elsősorban a legjobb átlagos áteresztőképességű dolomitbreccsás dolomit tárolóösszletből.

Azokban a kutakban, ahol a megfelelő magvizsgálati adatok rendelkezésünkre álltak, megvizsgáltuk a függőleges és vízszintes áteresztőképesség arányának alakulását. A legnagyobb anizotrópia a dolomitbrecsát jellemzi (5,07), a legkisebb a miocén konglomerátumot (1,3—1,1). Az eredményt nem tudjuk mértékadónak elfogadni, már ami a dolomitbreccsát illeti, mivel a rapszodikusan repedezett, eredetileg sem jól rétegezett kőzetanyagban ilyen nagy anizotrópia általánosságban nem fogadható el. Másfelől azonban a jelenség felhívja a figyelmet arra, hogy lehetnek olyan kevésbé repedezett szakaszok, amelyeknek függőleges áteresztőképességük kicsi, ezért a termelés során a talpi víz mozgását korlátozzák, azonban a peremek felől a vizet bevezethetik.

A víztest regionális kiterjedésével kapcsolatban a Szeged környéki medencerésznek az alsópannon mészmárga alatt elhelyezkedő képződményeit egyetlen víztároló rendszernek tekintjük. Ezt a feltételezést alátámasztják a Dorozsmától Algyőig terjedő terület bázisszintjében észlelt, azonos mértékű túlnyomás és a tárolóban levő rétegvizek nagyon hasonló geokémiai jellemzői (10 g/l nagyságrendű összsótartalom, $NaHCO_3$-os kémiai jelleg stb.).

Vízutánáramlást elsősorban észak és — esetleg — dél felől várhatunk. Ebben az irányban a víztest méretét eddigi ismereteink szerint nem korlátozza jelentősebb impermeábilis gát.

Az újabb kutatási területeken (KihaÉK, Sarkadkeresztúr) tett megfigyelések szerint a metamorf alaphegység mélyebb szakaszainak áteresztőképesség-viszonyai kedvezőbbé válnak, ugyanitt nyitott repedésrendszerek találhatók. Ez a tény felveti annak a lehetőségét, hogy a rossz áteresztőképességű zóna alatt intenzív hidrodinamikai kapcsolat állhat fenn a Móraváros-telep és az algyői deszki szint között.

1. táblázat

	h, m	ϕ, %	S_w, %	k, mD
Miocén	16,8	13,3	23,6	86,9
Dolomit (breccsa)	60,0	6,8	10,0	140,9
Triász, K-i szárny	9,5	5,5	10,4	5,9
Kvarchomokkő, Ny-i szárny	3,0	3,5	42,0	21,3
Paleozoós breccsa + repedezett alaphegység	33,3	5,6	31,0	5,3
Teljes telepre vonatkozó átlag	46,6	6,5	18,8	90,3

Földgáztelepek és -tárolók hazai tervezési módszerei

ADORJÁN KÁROLYNÉ—
CSORBA MIKLÓS—
HEVESI SÁNDORNÉ—
GUNDEL ILONA—
PÁPAY JÓZSEF

A szerzők röviden ismertetik a földgáztelepek és gáztárolók jelenleg Magyarországon alkalmazott alábbi tervezési módszereit:
— szénhidrogén-rendszerek fázisviselkedésének számítását;
— földtani szénhidrogénkészletek meghatározását;
— komplex modelleket a termelő- és tárolóobjektumok fő paramétereinek meghatározására;
— numerikus eljárásokat.
A módszerek ismertetése mellett bemutatják azok gyakorlati alkalmazását is.

Hazánk energiakészletei korlátozottak, ezért erőfeszítést kell tenni annak érdekében, hogy azokat a lehető leggazdaságosabban termeljük ki. Ez a cél határozza meg a mi feladatainkat is; törekednünk kell az optimális termelési technológiák kidolgozására és azok alkalmazására.

Az elmúlt 10 év alatt több új módszert dolgoztunk ki. A rezervoármérnöki tudományok fejlődésén túl ezt elősegítette, hogy lehetőségünknek megfelelően nagy kapacitású számítógépeken dolgozunk. Ez egyúttal a művelési változatok vizsgálatának számszerű növekedését és a művelési tervek készítésének minőségi változását is jelenti.

A módszertani fejlesztést alapvetően az határozta meg, hogy hazánk legjelentősebb szénhidrogén-előfordulásának — az algyői telepeknek — a feltárása és termelésbe állítása a problémák igen széles körét hozta.

A föld alatti gáztárolók létesítését a szezonális csúcsigények jelentkezése teszi szükségessé. Röviden ismertetjük azokat a jelentősebb módszereket, amelyeket az OGIL Műveléstervezési osztályán fejlesztettünk ki a földgáztelepek és föld alatti gáztárolók művelési terveinek készítéséhez és a művelés elemzéséhez.

Szénhidrogén-rendszerek fázisviselkedésének kvantitatív számítása

A gáz-csapadék telepek művelésének tervezése és elemzése során ismerni kell a szénhidrogén-rendszer viselkedését, a gáz- és folyadékfázis mennyiségét, összetételét stb. a telepben, a termelőcsőben, a felszíni gyűjtőrendszerben és a technológiai berendezésekben.

A számítások kiindulási alapját a rétegtartalom meghatározása jelenti. Ha a telepfluidum összetételét ismerjük, akkor megfelelő modellekkel számíthatjuk a szénhidrogén-rendszer viselkedését a telepben, a kutakban, a gyűjtőrendszerben, az előkészítő egységben stb., meghatározhatjuk a cseppfolyós termékek mennyiségét, a távvezetéki gáz összetételét, fűtőértékét stb.

A rétegtartalom megállapítása telítetlen rendszerek esetén különösebb problémát nem jelent, mert a próbatermeltetések során vett minták alapján meghatározott kútáram-összetétel megegyezik a rétegtartalommal. Ha a rétegnyomáson és a réteghőmérsékleten a rendszer telített (telített gáz-csapadék rendszer), akkor a kútáram a rétegben levő rendszer gázfázisával azonos, így a mintázás során csak a gázfázis összetétele állapítható meg, holott a telepben a rendszer fázisos viselkedését a gáz és a nem áramlóképes folyadékfázis határozza meg. Ilyen esetben a rétegtartalom megállapítása a következő módon történhet.

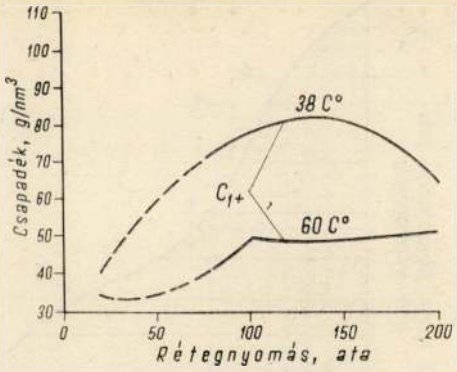
Az eljárás azon a felismerésen alapszik, hogy a kétfázisú rendszer gőz-, illetve folyadékfázisához végtelen sok olyan rendszer-összetétel rendelhető adott nyomáson és hőmérsékleten, amely rendszerben a gőz-, illetve a folyadékfázis összetétele megegyezik a vizsgált gőzfázis összetételével. A feladat a rendszer összmóljainak a meghatározását jelenti. A vizsgált rétegnyomáson a telepben, a rendszer gáz- és folyadékfázisában levő összes móljainak számát úgy kell meghatározni, hogy a termelési múlt modellezése során kapott jellemzők megegyezzenek a megfigyelt termelési adatokkal.

E probléma vizsgálatára akkor került sor, amikor már viszonylag hosszú — kb. 6 év — termelési múlt után megállapították, hogy Hajdúszoboszlón a stabilgazolin mennyisége lényegesen csökkent a telepben létrejött kondenzáció miatt.

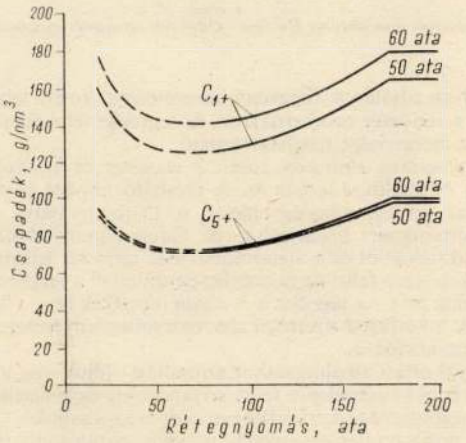
A telepre vonatkozó pontos kezdeti összetétel, elsősorban a C_{5+}-ra nem állt rendelkezésünkre. A termelés közben meghatározott összetételek pedig csak a telepfluidum gázfázisát reprezentálták különböző telepnyomásokon. Ebből kellett meghatároznunk a rendszer összetételét. A rendszer összetételének meghatározása a következő módon történt. Különböző időpontokban ismertük a kútáram, illetve a telepben levő rendszer gázfázisának összetételét. Feltételeztük, hogy rétegviszonyok között a folyadék- és a gázfázis termodinamikailag egyensúlyban van, ez pedig azt jelenti, hogy a folyadékfázis összetétele is adott. A gázfázis mennyisége (gázkészlet) ismert, a folyadékfázis mennyisége az ismeretlen. Különböző folyadékfázis-mennyiséget tételeztünk fel, s a folyadékfázis és a gázfázis mennyiségének és összetételének segítségével számítottuk a rendszer összetételét.

A rendszer összetételének ismeretében egyensúlyi számítások sorozatával modelleztük a termelési múltat, és azt a rendszerösszetételt fogadtuk el, amelynek segítségével a számított és a mérésekkel meghatározott termelési múlt a lehető legjobban megegyezett. Az összetétel ismeretében számítottuk a telepben létrejövő veszteségeket, valamint előre jeleztük a gazolintelepben feldolgozásra kerülő nyersgáz összetételét, ami a cseppfolyós termékek mennyiségének megállapításához fontos. A számítások alapján megállapítottuk, hogy a rendszer a kezdeti rétegnyomáson telítetlen, a kondenzáció 119,2 ata rétegnyomáson kezdődik. A kondenzáció miatti veszteség pl. 105 ata nyomáson $84 \cdot 10^3$, 85 ata nyomáson $155 \cdot 10^3$ és 20 ata nyomáson $107 \cdot 10^2$ tonna.

A gáz-csapadék telepekben történő kondenzáció okozza a kútáram-összetétel változását, ez pedig maga után vonja a termelőkút, a gyűjtővezeték és a gázelőkészítő rendszer technológiai viszonyainak módosulását is. Pl. a Szeged 1. telep esetén az *1. ábra* szemlélteti a kútközpontban levált csapadék mennyiségének változását a rétegnyomás függvényében. A *2. ábra* az expanziós szeparátorban leválasztott csapadékmennyiséget mutatja, ha a szeparátor nyomása 50, illetve 60 ata, és a hőmérséklete −10, illetve −13 C°.



1. ábra
A leválasztott csapadék mennyisége az expanziós szeparátorban



2. ábra
Kútközpontban leválasztott csapadék mennyisége

Földtani gázkészlet meghatározása anyagmérleg-számítások alapján

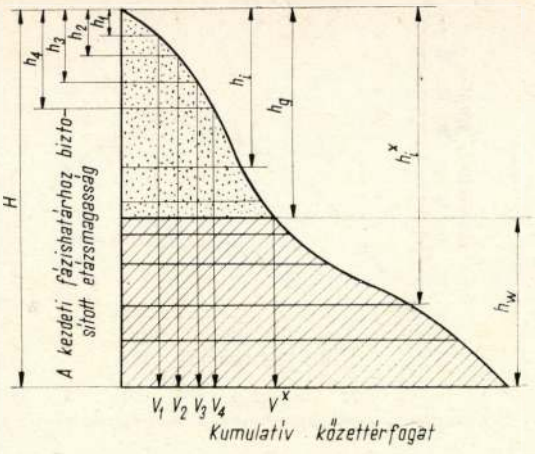
A művelés kezdetén a szénhidrogéntelepek készletét a rendelkezésre álló geológiai adatok és a telepfluidumok fizikai jellemzőinek ismeretében lehet számítani. A készlet pontossága függvénye az adatok mennyiségének — a telep feltártságának — és minőségének. A termelés egy későbbi időpontjában a termelési adatok ismeretében, anyagmérleg-számításokkal lehet a kezdeti készleteket pontosítani.

A telepet az ezt határoló víztesttel együtt egy egységes rendszernek tekintjük. A termelés megkezdésekor a rendszer egyensúlyát megbontjuk, a termelés hatására csökken a nyomás. Ennek következtében a telepben levő olaj, gáz, víz és maga a kőzet kiterjed, kitölti a rendelkezésre álló térfogatot úgy, hogy a kezdeti és az egyes állapotokra felírt (telepben maradt, kitermelt, esetleg visszanyomott) össztérfogatok értéke megegyezik. Ez az anyagmérleg-számítások lényege. Ha az anyagmérleg-egyenleteket megfelelően rendezzük, akkor a kiértékelésük igen szemléletes úton, grafikusan történhet.

Az anyagmérleg-számítások során általában két ismeretlent kell meghatározni: a kezdeti készletet és a szénhidrogéntelepbe áramlott víz mennyiségét. Az utóbbi a teleppel hidrodinamikai kapcsolatban levő víztároló intenzitásának a függvénye.

A *vízbeáramlás* mértékének meghatározása nem egyszerű feladat, mert rendszerint a víztárolóra vonatkozóan nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre. A víztároló intenzitására jellemző diffuzivitási egyenletet a kutatók különböző mértani konfigurációkra oldották meg, s az adott telepnek megfelelően kell ezeket alkalmazni.

A telepbe áramlott víz mennyisége *hatásfüggvény* alapján is számítható. A termelési múlt adatainak ismeretében lehetőségünk



3. ábra
Felosztás a módosított Havlena—Odeh-féle anyagmérleg-számításhoz

van olyan általános függvény bevezetésére, amely teljesen független a rendszer geometriájától, és segítségével a telepbe áramlott víz mennyisége meghatározható.

A *numerikus eljárások* során a víztestet és a szénhidrogéntelepet rácsháló fedjük le. A rácsháló minden pontjára felírjuk az anyagmérleg-egyenletet, a Darcy-törvényt, majd az egyenletrendszert linearizálva (pl. Gauss-eliminációval) számítjuk a gáztelepből és a víztárolóból álló rendszer jellemzőit.

A gáztelepre felírt anyagmérleg-egyenletnél a rendszert 3 részre osztjuk fel — a tagolást a *3. ábrán* mutatjuk be —, figyelembe vesszük a kétfázisú áramlási zónában fellépő nyomásveszteséget és a gravitációt is.

A gyakorlati alkalmazáshoz szimultán oldjuk meg a víztestre és a szénhidrogéntelepre felírt anyagmérleg-egyenleteket.

A megoldásokat kétféleképpen csoportosíthatjuk:

— az anyagmérleg-egyenletek minden paramétere ismert, és előrejelzés történik;

— ismeretlen a kezdeti földtani készlet és a víztároló intenzitása.

Az egyszerűség és a rövidség miatt csupán az utóbbira kidolgozott számítógépi programjainkat és módszereinket ismertetjük.

A *Havlena—Odeh*-módszer az anyagmérleg-egyenlet véges alakját használja. Valós rétegparaméterek esetén egyenest kapunk. Négy ismeretlen: a kezdeti készlet, a vízbeáramlási állandó, a dimezió nélküli idő paramétercsoportja, továbbá a vízkontúr és a telepsugár aránya között ad összefüggést radiális geometria esetén.

Hidrodinamikailag összefüggő telepek rétegparamétereit, tehát azt az esetet, amikor egy víztárolóval több telep áll hidrodinamikai kapcsolatban, Havlena—Odeh módszerének egy általunk módosított formájával tudjuk meghatározni.

A *kezdeti készlet explicit* számítására is új módszert dolgoztunk ki. Készletsort veszünk fel, minden készletértékhez számítjuk a telepbe beáramlott víz kumulatív mennyiségét, ennek ismeretében a felvett hidrodinamikai renszerekre meghatározzuk a hatásfüggvényeket. Azt a hatásfüggvényt és készletet fogadjuk el, amelyek segítségével a számított és a megfigyelt termelési múlt a lehető legjobban megegyezik.

Módszert dolgoztunk ki a kezdeti földtani készletet és a víztároló intenzitását meghatározó paraméterek hibaszámítással — az *LN—LP* módszerrel (legkisebb négyzetek módszere — lineáris programozás) — való számítására. Az eljárás lényege a következő: feltételezzük, hogy a telepre vonatkozó mért adatok, az átlagnyomás, a telepbe beáramlott víz kumulatív mennyisége ismert kumulatív termelésnél, függvényei

— a vízbeáramlási állandónak,

— a dimenzió nélküli időt meghatározó paramétercsoportnak,

— a vízkontúr—telepsugár arányának,

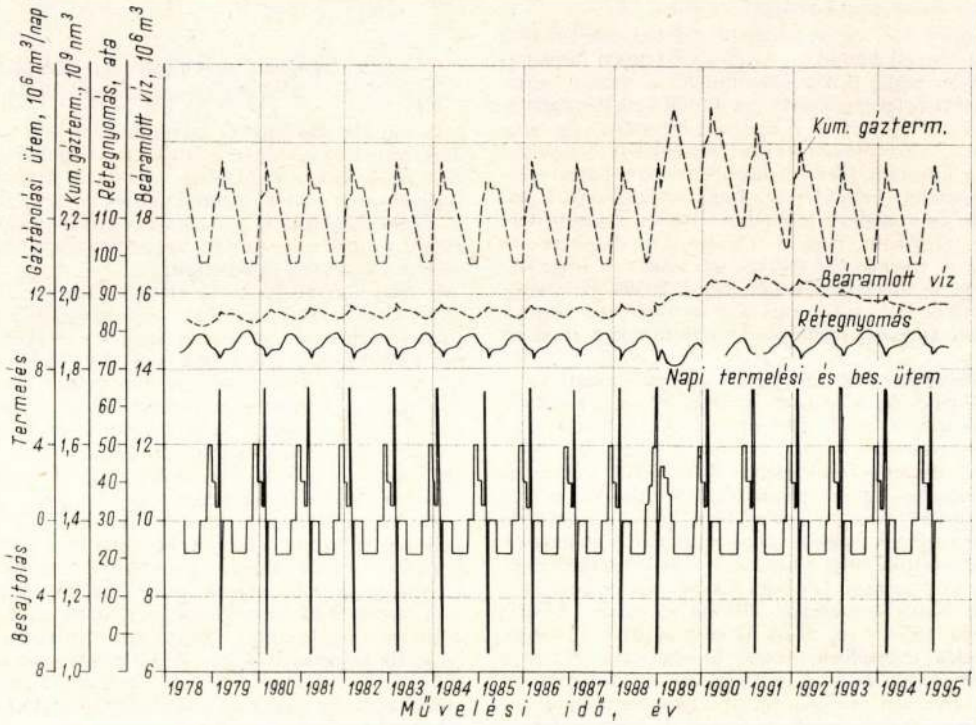
— a kezdeti gázkészletnek,

— a maradék gáztelítettségnek stb.

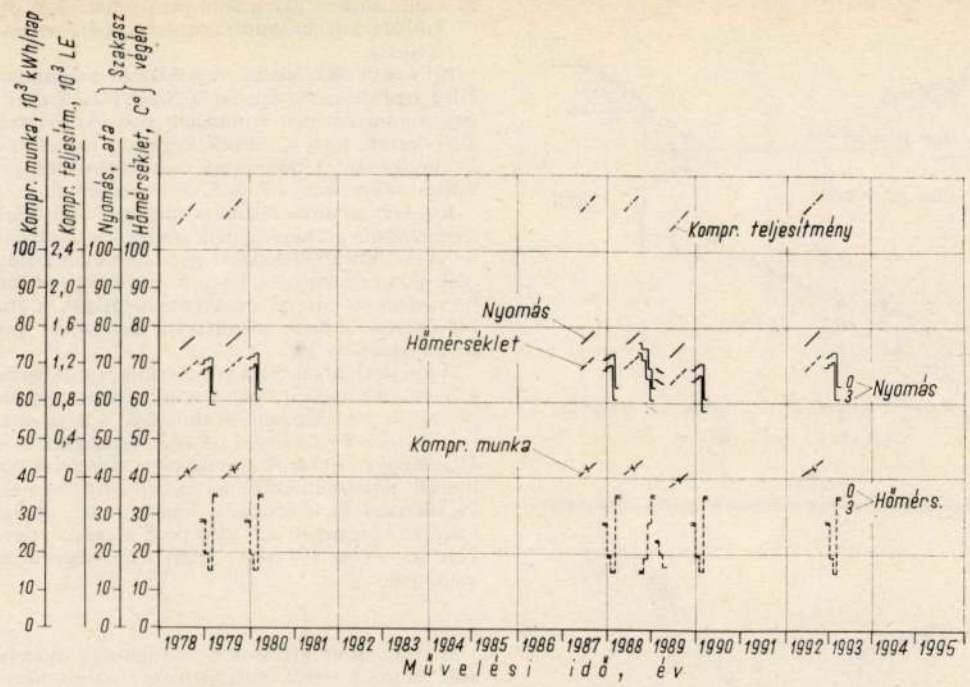
A független változók értéke nem tetszőleges, a geológiai-rezervoármérnöki ismereteknek megfelelően intervallumot kell megadni. Több paraméterkombinációval, anyagmérleg segítségével számítjuk a termelési idő függvényében a rétegnyomást és a telepbe áramlott víz mennyiségét. A független paraméterek értékét úgy határozzuk meg, hogy a mért és a számított jellemzők értékének eltérése a legkisebb legyen.

Komplex modellek

A gáztelep, a kút és a gyűjtőrendszer, a gázelőkészítő egység, a távvezeték és az elosztó hálózat egy egységes rendszert alkot. A rétegparaméterek adta feltételek, valamint a gázelosztó hálózat jellemzői, a távvezetékre kapcsolódó elosztó rendszer nyomásviszonyai egyértelműen és kötelezően meghatározzák a közbülső



4. ábra
A telepnyomás és a vízbeáramlás előrejelzése (Szoboszló III. telep; 1. változat)



5. ábra
A technológiai paraméterek előrejelzése a művelési idő függvényében (Szoboszló III. telep; 4. változat)

rendszerek technológiai és műszaki-gazdasági paramétereit. A komplex rendszer fő méretei, technológiai adatai adott geológiai és elosztási viszonyoknál a depressziónak (egy kútra vonatkozó termelési ütemnek) és a távvezeték indítónyomásának a függvényei. Az egész termelő, feldolgozó és fogyasztó rendszer együttes kezelése lehetővé teszi az optimális depresszió és az optimális távvezetéki indítónyomás meghatározását.

Több éves fejlesztési munka eredményeként dolgoztuk ki a földgáztelepek és a föld alatti gáztárolók technológiai paramétereinek számítására vonatkozó komplex programcsaládot; ennek tagjai a fejlesztés sorrendjében:

— egy gáztelepből álló gázmező komplex programja;
— föld alatti gáztároló komplex programja;
— két gáztelepből álló, egy kúthálózatú összenyitott objektum komplex programja, és
— több objektumból álló gázmező komplex programja.

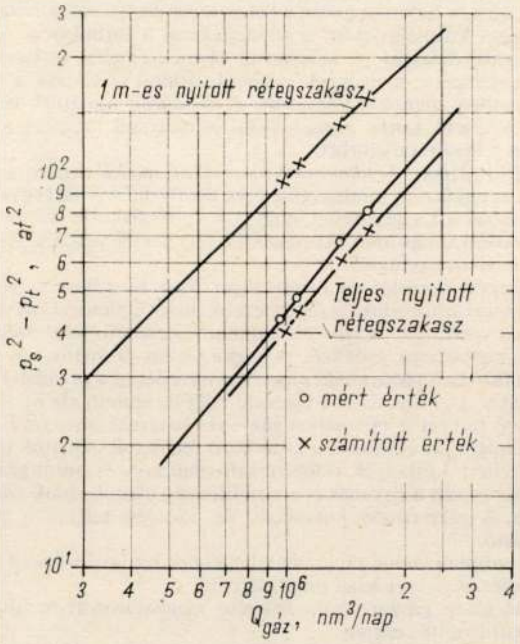
Ezeket a programokat a gyakorlati igényeknek megfelelően állandóan fejlesztjük, tökéletesítjük. A programok a telep, a kút, a gyűjtőrendszer, az előkészítő egység és a kompresszorállomás paramétereit számolják termelés, illetve gáztárolás esetén. Alkalmazásukkal lehetővé válik a telep, illetve a tároló csaknem optimális tervezése. A számítógépi program output adatainak felsorolásával bemutatjuk, hogy milyen paramétereket tudunk meghatározni ezekkel a modellekkel.

— A telepbe beáramlott víz kumulatív mennyisége.
— A telepek rétegnyomása.
— A gázveszteség.
— Egyik telepből a másikba átfejtődött gáz mennyisége.
— Adott össztermelést figyelembe véve az egyes telepek által termelt gáz mennyisége.
— A kutak, illetve az azokba benyitott rétegek elvizesedési időpontja.
— Új kutak fúrási időpontja.
— A gáz nyomása a kúttalpon, a kútfejen, a gyűjtőpontban, a gerincvezeték bármely pontjában, a gázelőkészítő egységben.
— A gáz hőmérséklete a kúttalpon, a kútfejen, a gyűjtőpontban, a gerincvezeték bármely pontjában, a gázelőkészítő egység előtt.
— A mesterséges hűtőegység üzembe állításának időpontja, teljesítményének és munkájának alakulása.
— A kompresszor üzembe állításának időpontja, teljesítmények és munkájának alakulása.
— Az összes gáztermelés alakulása azon termelési időponttól kezdődően, amikor nem az igények határozzák meg a kitermelt gáz mennyiségét, hanem a meglevő kútkapacitás, a gyűjtőrendszer és a kiépített kompresszor teljesítménye.

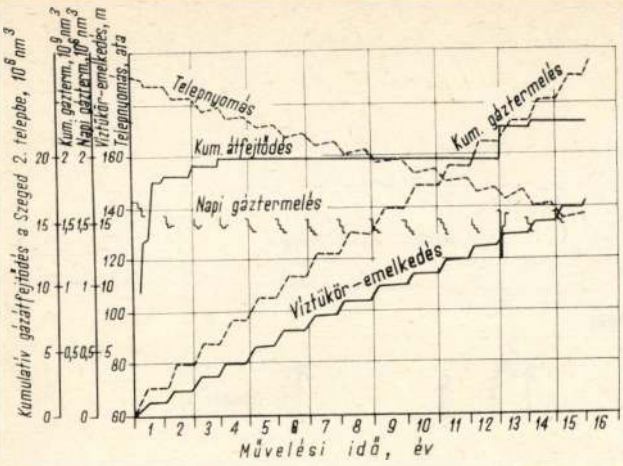
A felsorolt adatokat a termelés bármely időpontjában megkaphatjuk. Komplex modellel határoztuk meg a Szoboszló III. telepekre készült gáztároló paramétereit is. A *4.* és *5. ábrán* mutatjuk be a telepnyomás, a vízbeáramlás, valamint a technológiai paraméterek alakulását a művelési idő függvényében.

Gáztelep és gáztárolók tervezéséhez, üzemének ellenőrzéséhez kifejlesztett numerikus modellek

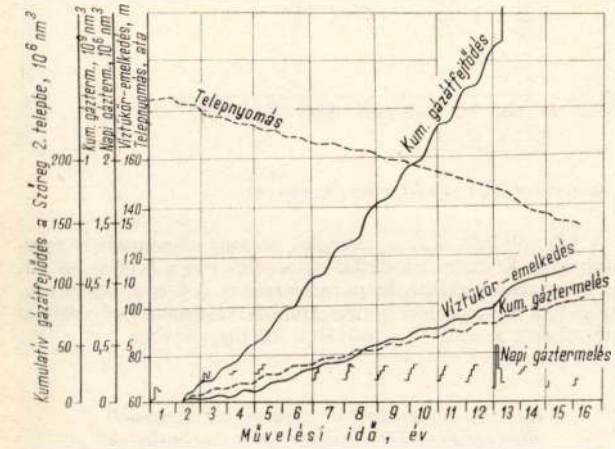
A gázkút teljesítményének meghatározására készített — egyfázisú — *numerikus modell* a kútkörnyék áramlási viszonyainak szimulálására alkalmas.



6. ábra
Az Algyő-392. jelű kút izokrongörbéje



7. ábra
A Szeged 2. telep termelési paramétereinek alakulása a művelési idő függvényében



8. ábra
A Szőreg 2. telep termelési paramétereinek alakulása a művelési idő függvényében

A modellben figyelembe vesszük az áramló közeg kompreszszibilitását a nyomás függvényében, a permeabilitás- és porozitásváltozást, a heterogenitást, a keresztáramlást, a vetők hatását, a részleges kútmegnyitást, a szkineffektus, a turbulencia és az utánáramlás hatását. A módszerrel olyan termelési variációkat tudunk elemezni, melyeknek méréssel történő vizsgálata a legtöbb esetben megvalósíthatatlan. A *6. ábrán* mutatjuk be az *Algyő-392.* jelű kútra a számítással és méréssel meghatározott izokron teljesítménygörbét.

Kvázikétfázisú, kétdimenziós numerikus modell matematikai alapját az egyfázisú rendszerekre vonatkozó diffuzivitási egyenlet képezi azzal a kiegészítéssel, hogy a nyomásalakulás számításához a vízbeáramlás miatti korrekciót is figyelembe vesszük. A modell valójában egyfázisú.

A telepbe áramló víz mennyiségét Van Everdingen—Hurst módszerével számoljuk, és feltételezzük, hogy a mindenkori víz—gáz határ vízszintes. A víz—gáz határ emelkedésével az elvizesedő elemek magassága csökken. A vízkiszorítás frontális, az alárendelt fázisban gázáramlás nincs. A vizesedéssel a gáztelep kontúrvonalának a hossza és a vizesedő telepbe áramló víz nyomásmódosító hatása a pillanatnyi gáz—víz határnál érvényesül.

A kidolgozott eljárással a következő feladatok oldhatók meg:

a) Rögzített kúthelyek (időben változhatnak) és adott gáztermelés esetén a nyomás és a víztelítettség alakulásának számítása. A gáztermelés kutanként, de az egész telepre is megadható.

b) Az optimalizációs programmal a kutak optimális fúrási sorrendjét és helyét lehet meghatározni.

c) Föld alatti gáztároló modellezése meghatározott besajtolás és kúttelepítés esetén.

d) Gáztermelő objektum modellezése. Két összenyitott, azonos kúthálózatú objektum szimulálása az a) pontban leírt feltételek mellett.

e) Optimalizálás gáztermelő objektumra. Két összenyitott, egy kúthálózatú objektum szimulálása a b) pontban leírt feltételek mellett.

A modellt több feladat megoldására is alkalmaztuk. A műszakilag legérdekesebb feladat a Szeged 2., Szőreg 2. gáztermelő objektumra készített szimuláció volt. Az értékelés során megállapítottuk, hogy a telepek között, a termelési szünetben gázátfejtődés van. A számítások szerinti termelési paraméterek alakulását telepenként a *7.* és *8. ábra* szemlélteti.

Konkrét tervezési feladatot még nem oldottunk meg az *akviferre települő gáztároló kifejlesztését szimuláló numerikus modellel.* Vizes rétegbe telepített gáztároló kifejlesztésének tervezése csak akkor eredményes, ha az alkalmazott eszközökkel figyelembe vesszük a rendszer összenyomhatóságát, a gravitációt, a kapilláriserők hatását, a vertikális és területi heterogenitást, a keresztáramlást stb.

A kifejlesztett modell a gravitációra, a kapilláriserőre, valamint a nyomásra implicit, míg a relatív áteresztőképességre explicit. A modell példaképpeni alkalmazását a *9. ábra* szemlélteti.

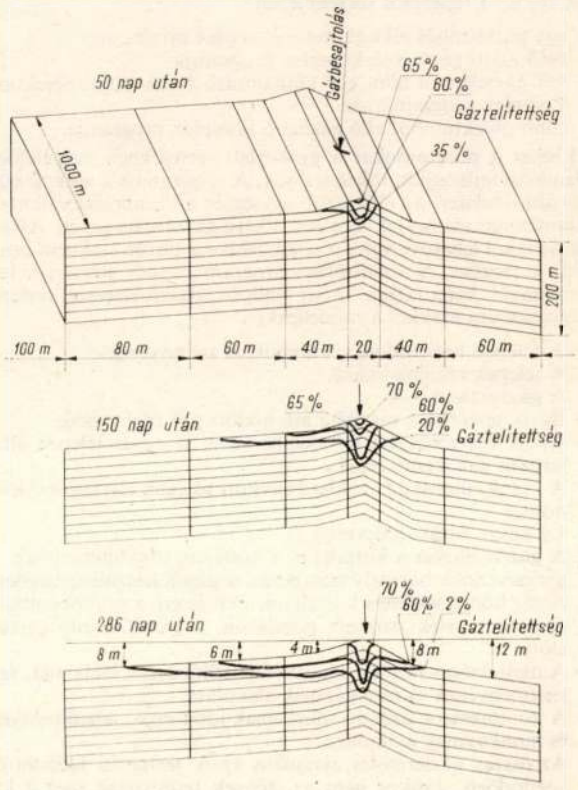
A gáztároló függőleges síkjában lejátszódó folyamatok szimulálására és a kút körüli áramlások modellezésére ún. félig implicit modellt fejlesztettünk ki, amelyben a nyomás, a gravitáció és a kapilláriserő az időlépcsőre vonatkoztatva implicit, míg a fázis áteresztőképességét az időlépcső elejéhez tartozó áteresztőképesség és az időlépcső alatti telítettségváltozás segítségével számítjuk.

*

A bemutatott eljárások és számítógépi modellek csak eszközök, és nem teszik nélkülözhetővé az eredményeket értékelő mérnökök, szakemberek gyakorlati tapasztalát, objektív és sokszor szubjektív értékítéletét. A legtökéletesebb számítógépi modell értéktelen a szakmát nem ismerők kezében.

A kutatók, a szakemberek döntését ezek a modellek nagymértékben elősegítik, és sokszor alkalmazásukkal olyan ismeretek birtokába jutnak, amelyek a leggyakorlottabb mérnök figyelmét is elkerülnék.

Ennek ellenére nem szabad a számítógépi modellek jelentőségét eltúlozni, mert a szakember előkészítő, kiértékelő és elemző tevékenysége nélkül a számítógépi eredmények értéktelen adathalmazt alkotnak.



9. ábra
A gáztelítettség alakulása 100 000 nm³/nap besajtolás hatására

IRODALOM

[1] *Pápay J.—Gundel I.:* Gázcsapadéktelepek rétegtartalmának meghatározása. Kőolaj és Földgáz *9* (1972).
[2] *Pápay J.:* Gáztelep és gázelosztó hálózat vertikális kapcsolata. Kandidátusi értekezés, 1974.
[3] *Pápay J.—Gundel I.:* Numerikus modell gázkút teljesítményének számítására. Kőolaj és Földgáz *10* (1975).
[4] *Pápay J.—Surányi A.:* Peremi víznyomásos földgáztelepek, objektumok és gáztárolók numerikus modellezésének módszere. Kőolaj és Földgáz *7* (1976).
[5] *Pápay J.—Gundel I.:* Szemelvények az anyagmérleg-egyenletek tárgyköréből. Az átmeneti zónában történő nyomásveszteség és a gravitáció hatása az anyagmérleg-egyenlettel való paramétermeghatározás pontosságára. Kőolaj és Földgáz *6* (1977).
[6] *Pápay J.—Gundel I.:* Kút körüli kétfázisú áramlás szimulációja félig implicit szimultán megoldású numerikus modellel. OMBKE XVI. Vándorgyűlés Balatonfüred, 1977.
[7] *Pápay J.—Hevesi S.-né:* Gázzal történő vízkiszorítás folyamatának elemzése. OMBKE XVI. Vándorgyűlés Balatonfüred, 1977.

EGYESÜLETI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége 1977. június 7-én kibővített elnökségi ülést tartott a Technika Háza tanácstermében. Az ülésen részt vett és az elnökségben helyet foglalt dr. *Kovács Sándor*, az MTESZ főtitkára is.

1. *Kreffly Gábor* elnök ismertette az MSZMP KB Titkárságának 1977. március 28-án az MTESZ munkájának továbbfejlesztésére hozott határozatát, és ennek alapján az MTESZ-re háruló feladatokat. A beszámoló az MSZMP Ipari, Mezőgazdasági és Közlekedési Osztályának jelentését, valamint az MTESZ Központi Titkárságának a Szövetség Országos Elnöksége részére készített előterjesztését vette alapul. A továbbiakban ismertette az előterjesztéssel kapcsolatos határozatot, majd röviden az Irányelveket, amit a cselekvési program összeállításához kaptunk.

A Szövetség és az egyesületek feladatainak meghatározásakor figyelembe kell venni a párt programnyilatkozatát, a XI. kongresszus határozatát, a gazdaság-, tudomány-, közművelődési és oktatási politika követelményeit. A fő feladatok:

1. a gazdasági tennivalók,
2. a párt közművelődési politikájának megfogalmazása,
3. aktív részvétel a párt politikai céljainak népszerűsítésében, a szocialista ember politikai-ideológiai tudatának formálásában,
4. az üzemi tevékenység fejlesztése, a fiatal szakemberek és a nők bevonása a közéleti tevékenységbe.

Bejelentette továbbá az elnök, hogy Egyesületünknek az 1976—1980. évi ciklusra jóváhagyott középtávú munkaprogramja van. Ezen túlmenően ki kell dolgoznunk az 1981—1985 közötti időszakra kiterjedő program koncepcióját. Ennek előkészítéséhez a szakosztályok segítsége szükséges.

Az elnöki beszámolóhoz *Beke Imre* (Bányászati Szakosztály), *Horváth Gyula* (Vaskohászati Szakosztály), dr. *Laboda Sándor* (Fémkohászati Szakosztály), dr. *Nándori Gyula* (Egyetemi Osztály), dr. *Vörös Árpád* (Öntödei Szakosztály), és dr. *Bálint Valér* (Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály) fűzött magvas, tartalmas hozzászólás keretében hasznos kiegészítéseket.

2. Dr. *Nagy Zoltán* főtitkár — második napirendi pontként — röviden ismertette az MTESZ 1977. április 23-i XII. közgyűlésének lefolyását, majd vázolta a főtitkári jelentés bennünket közelebbről is érintő fejezeteit. A jelentés megállapította, hogy a legutóbbi tisztújító közgyűlés óta eltelt időszak folyamán a Szövetség keretében kialakult széles körű társadalmi tevékenység elősegítette az ország műszaki, agrár, gazdasági és természettudományos fejlődését, és így hozzájárult hazánk társadalmi és gazdasági előrehaladásához.

A beszámoló részletesen ismertette

— a Szövetség és a tagegyesületek általános fejlődését,
— az MTESZ vezető testületeinek tevékenységét,
— az MTESZ-be tömörült egyesületek munkájának főbb jellemzőit,
— az MTESZ és az egyesületek szerepét az oktatásban és a közművelődésben,
— az MTESZ és az egyesületek nemzetközi kapcsolatait,
— az MTESZ új alapszabályát (ezt a közgyűlés néhány kisebb módosítással elfogadta),
— az MTESZ XII. közgyűlésének határozatait.

3. Utolsó napirendi pontként az Egyesület elnöke — kiemelkedő egyesületi munkája elismeréseként — *Kovács Dezső* okl. kohómérnöknek, az Öntödei Vállalat igazgatójának, átnyújtotta a **Sóltz Vilmos-emlékérmet,** amit a kitüntetett — akadályoztatása miatt — a 65. Küldöttközgyűlésen nem vehetett át. Ugyancsak ez alkalommal vette át dr. *Becker Ervin* okl. fémkohómérnök, 50 éves egyesületi tagsága alkalmából a **Zorkóczy Samu-emlékérem** kitüntetést.

M. Z.

KÜLFÖLDI HÍREK

Üzembe helyezték az alaszkai kőolajvezetéket

Az előirányzott építési ütemtervnek megfelelően 1977 júniusában megindult az olaj a kereken 1300 km hosszúságú csőtávvezetéken. Ez a vezeték a sarkkörön túl fekvő Prudhoe Bay olajmezőt köti össze a délnyugat-alaszkai Valdez jégmentes kikötőjével. Az 1220 mm átmérőjű vezetéken 54 C°-ra előmelegítve szállítják az olajat, kezdetben naponta 80—90 ezer m³ mennyiségben, de ez év végére már naponta 190 ezer m³ kőolaj érkezik Valdezba. További 4 kompresszorállomás üzembe helyezésével a csőtávvezeték áteresztőképessége 1978 közepére elérheti a napi 318 ezer m³-t.

A csőtávvezetéket az *Alyeska Pipeline Service Co.* konzorcium három év alatt építette meg kereken 9 milliárd dolláros költséggel. A termelés beindulása az észak-amerikai kontinens legnagyobb olajlelőhelyén — a szakértők véleménye szerint — a kőolaj világpiaci árára nem lesz különösebb hatással. A kezdeti napi 90 ezer m³-es termelés alig 1%-a a világ 1976 végére kialakult, naponta 9 millió m³-t meghaladó termelésének, az USA napi 3 millió m³-es kőolaj-felhasználásának pedig ez idő szerint 3—4%-át fedezi. A napi 1,4 millió m³-es importhoz képest aránya jelenleg 7% körüli, tehát az USA fizetési mérlegében évente mintegy 3 milliárd dolláros megtakarítást eredményezhet.

Világgazdaság 1977. június 24.

Sz. K.

Föld alatti olaj- és gáztárolás 1976-ban

A Szovjetunióban jelenleg 25 nagy tárolót tartanak üzemben a nagy ipari központok környékén. 1972 óta már több mint 14 billió m³ gázt tárolnak, s ebből 1975—1976 telén mintegy 13 billió m³-t használtak fel, ami az egész gáztermelésnek 4,5%-a. A jelenlegi tervek szerint 1980-ban a fogyasztás 10—12%-át fogják tárolni a föld alatt.

Romániában egyetlen, Szebentől 26 km-re levő, 1961-ben átalakított tárolót használnak gáztartalékolásra.

A Szovjetunióban 1975 óta sikeres ipari kísérletek folynak 400—600 kg TNT robbantásával 100—120 m³-es, a felszín alatt 24—26 m mélységben levő olajtárolók kiképzésére mezőgazdasági központok, vasútállomások környékén.

A Német Szövetségi Köztársaságban tavaly 32 millió m³ össztérfogatú föld alatti tárolókban — főleg volt sóbányákban — 8,7 Mt kőolajat tároltak.

B. O. Havdan: Worldwide Underground Storage. Oil Gas-European Magazine *4* 36—47 (1977).

Komornoki László Péter
okl. bányamérnök

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д. Рац, инж.-нефтяник: **Десятилетие деятельности ОГИЛ в области научных исследований и разработок** .. **Стр. 289**

В связи с 10-летним существованием Kőolaj- és Földgázbányászati Tudományos Kutató Laboratórium (Научно-Исследовательская Лаборатория по нефтегазодобывающей промышленности — ОГИЛ) автором анализируется работа Лаборатории за прошедшие 10 лет. Излагаются цели, поставленные в то время перед предприятием и отраслью, а также требования, предъявленные к исследователям. Дается короткий обзор основных работ отдельных специальных областей, подчеркивается значение промышленной реализации результатов научно-исследовательских работ и разработок. Наконец, приводится ряд экономических показателей, и подчеркивается значение отечественной и международной кооперации в решении разветвленных задач.

Й. Мучаньи, инж.-механик—д-р *М. Сабо*, инж-нефтяник —*З. Тот*, горный инженер: **Принципиальные основы проектирования конструкций скважин и условия его оптимизации** ..... **Стр. 297**

Создав логический порядок проектирования конструкций скважин, авторами определяется необходимая глубина спуска низа (башмака) колонн обсадных труб исходя из баланса нагружаемости и нагрузки на породы толщей отложений. Приводится формула, контролированная промысловыми измерениями, для расчета минимального градиента давления разрыва пород отложений паннонских песчаников.

Я. Аугустин, инж-нефтяник—*Т. Кун*, инж.-нефтяник—*Каталин Шолт*, инж.-химик—*И. Саконь*, инж.-нефтяник—д-р *Т. Винце*, горный инженер: **Современные методы проектирования разработки залежей нефти Стр. 302**

В статье показываются основные средства, разработанные за последние два десятилетия для проектирования разработки нефтяных залежей, и приводятся несколько примеров их применения на практике. Среди средств более подробно излагаются площадные и разрезные двумерные, трёхфазные модели коллектора. Излагается опыт контроля истории разработки, исследование по площади неровномерного естественного вторжения воды, расположение воды, закачиваемой на газо-нефтяном контакте, далее оптимальное размещение скважин и применение разрезной модели.

Д-р *Й. Дорман*, химик—*Й. Катона*, инж.-химик: **Принцип и практический опыт получения недисперсных промывочных растворов** ..... **Стр. 306**

Современная технология бурения требует разработки и применения нового типа технологии приготовления промывочных жидкостей. По примеру известных зарубежных систем в Венгрии также было разработано несколько типов промывочного раствора на основе полимеров (биополимерный ксантан, SYN-CM и H-FLOC), которые уже внедрены в промысловую практику. В статье обобщается опыт разработки и применения указанных типов промывочных жидкостей.

Д-р *И. Берци*, геолог—*Л. Марко*, геофизик: **Геолого-промысловые условия нефтегазового месторождения Сегед-Моравароош** ..... **Стр. 311**

Нефтегазовое месторождение, открытое под городом Сегед, приурочено к трещиноватым метаморфитам палеозоя, песчаникам нижнего триаса, трещиноватым доломитам среднего триаса, а также толще миоценового конгломерата, залегающей над ними в виде чехла. Оно представляет собой массовую залежь нефти сложного строения с режимом растворенного газа. Коллекторские свойства отложений среднего триаса и миоцена могут быть хорошо определены количественной интерпретацией каротажных диаграм. Излагаются коллекторские условия залежи, а также гидрогеологическая характеристика водяной зоны коллектора.

Адорянне Каталин Ваш, инж.-нефтяник—*М. Чорба*, инж.-механик хим. пром-и, д-р *Хевешине Илдико Бак*, математик—*И. Гундел*, математик—д-р *Й. Папаи*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Методы проектирования разработки газовых залежей и подземных газовых хранилищ** ..... **Стр. 314**

Авторами коротко излагаются нижеперечисленные методы проектирования разработки газовых залежей и подземных газовых хранилищ, применяемые в настоящее время в Венгрии:

— расчет поведения фаз углеводородных систем;
— подсчет геологических запасов углеводородов;
— комплексные модели для определения основных параметров эксплуатацонных объектов и хранилищ;
— численные методы.

Показывается также применение методов на практике.

*

Dipl. Ing. *Dániel Rácz*: **10 Jahre der wissenschaftlichen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit des OGIL** ..... **S. 289**

Annlässlich des 10-jährigen Bestehens des Kőolaj- és Földgázbányaszati Ipari Kutató Laboratórium (Forschungslaboratoriums für Erdöl und Erdgas, OGIL) analysiert der Verfasser die Tätigkeit des Laboratoriums nach der Gründung. Es wird auf die in der Anfangsperiode abgefassenen Zielsetzungen im Bereich sowohl des Unternehmens wie auch des Industriezweiges, auf die gegenüber den Forschern gestellten Forderungen eingegangen. Es wird ein kurzer Überblick über die wichtigsten Arbeiten einzelner Fachgebiete gegeben. Die industrielle Realisierung der Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeit wird betont. Schliesslich werden einige ökonomische Kennwerte angegeben. Die Bedeutung der einheimischen und der internationalen Zusammenarbeit wird bei der Lösung der weitverzweigten Aufgaben hervorgehoben.

Dipl.-Ing. *József Mucsányi*—Dr.-Ing. *Mátyás Szabó*—Dipl.-Ing. *Zoltán Tóth*: **Theoretische Grundlagen der Projektierung der Bohrlochkonstruktion und Bedingungen ihrer Optimierung** ..... **S. 297**

Nach der logischen Ausgestaltung der Projektierung der Bohrlochkonstruktion werden die notwendigen Stellen der Rohrschuhe aus dem Gleichgewicht der Belastbarkeit und Beanspruchung der Schichtenfolgen bestimmt. Eine durch industrielle Messungen kontrollierte Formel wird zur Berechnung der minimalen Berstdrücke der pannonischen Sandsteinschichten gegeben.

Dipl.-Ing. *János Augusztin*—Dipl.-Ing. *Tibor Kuhn*—Dipl.-Ing. *Katalin Solt*—Dipl.-Ing. *István Szakony*—Dr.-Ing. *Tamás Vincze:* **Moderne Methoden der Abbauprojektierung von Erdöllagerstätten** ..... **S. 302**

Der Beitrag zeigt die für die Abbauprojektierung von Erdöllagerstätten in den letzten 2 Jahren entwickelten wichtigsten Mittel und einige Beispiele der praktischen Anwendung derselben. Von den Mitteln werden die zweidimen-

sionellen, dreiphasigen, regionalen und Querschnittslagerstättenmodelle ausführlich besprochen. Die Anwendungen erstrecken sich auf der Erfahrungen der History-Match-Anpassung, die Untersuchung des regional ungleichen natürlichen Wassereinbruchs, die Lagerung des an der Gas/Öl-Grenze eingepressten Wassers, sowie auf die optimale Bohrlochanordnung und auf die Nutzung des Schnittmodells.

Dr.-Ing. *József Dormán*—Dipl.-Ing. *József Katona*; **Prinzipielle und praktische Erfahrungen der Herstellung von nichtdispersen Spülflüssigkeiten** ..... **S. 306**

Die modernen bohrtechnologischen Methoden verlangen die Entwicklung und die Anwendung von neuartigen Spülflüssigkeitstechnologien. Am Beispiel bekannter ausländischer Spülsysteme wurden auch in Ungarn einige Spülungstypen auf Polymerbase (Biopolymer-Xanthan, SYN-CM und H-FLOC) entwickelt; diese sind bereits auch in der Feldpraxis angewandt. Der Beitrag fasst die Erfahrungen der Anfertigung und Anwendung der obigen Spülungstypen zusammen.

Dr.-Geologe *István Bérczi*—Dipl.-Geophysiker *László Markó:* **Lagerstättengeologische Verhältnisse des Speichers Szeged-Móraváros** ..... **S. 311**

Das unter der Stadt Szeged aufgeschlossene Kohlenwasserstoff-Vorkommen befindet sich in einem Erdöl-Agglomeratsspeicher komplizierten Aufbaus mit gelöstem Gas bestehend aus paläozoischem Kluftmetamorphit, untertriassischem Quarzsandstein, mitteltriassischem Kluftdolomit und einem hüllenartig überlagerten Miozän-Konglomerat-Komplex. Die Speicherparameter können für die mitteltriassischen und Miozän-Lagerstätten aus quantitativen Bohrprofil-Interpretationen gut bestimmt werden. Die Speicherverhältnisse der Lagerstätte und die hydrogeologischen Kennwerte des sich der Lagerstätte anschliessenden Wasserkörpers werden behandelt.

Frau Dipl.-Ing. *Katalin Adorján*—Dipl.-Ing. *Miklós Csorba*—Frau Dipl.-Math. *Ildikó Hevesi*—Dipl.-Math. *Ilona Gundel*—Dr.-Ing. *József Pápay,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **Projektierungsmethoden für Erdgaslagerstätten und Speicher in Ungarn** ..... **S. 314**

Folgende Projektierungsmethoden für Erdgaslagerstätten und Gasspeicher, die in Ungarn gegenwärtig angewandt werden, werden kurz dargelegt:
— Berechnung des Phasenverhaltens von Kohlenwasserstoff-Systemen;
— Bestimmung der geologischen Kohlenwasserstoff-Vorräte;
— komplexe Modelle zur Bestimmung der Hauptparameter von Förderungs- und Speicherungsobjekten;
— numerische Verfahren.
Neben der Darlegung der Methoden wird auch die praktische Anwendung derselben vorgeführt.

*

Dániel Rácz, Petroleum Eng.: **OGIL's 10 year research and development activity** ..... **p. 289**

Commemorating the 10 year anniversary of the foundation of Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (Research Laboratory for Oil and Gas Industry, OGIL), the activity of the Laboratory is analysed. Industry branch targets formulated in the initial period and requirements concerning researchers are outlined. A brief survey is given of the most important tasks of the individual professional fields, industrial realization of the results of the research and development activity is stressed. Finally, several economic effeciency indices are shown and the significance of international co-operation in the solution of far-reaching tasks is emphasized.

József Mucsányi, Mechanical Eng.—Dr. *Mátyás Szabó,* Petroleum Eng.—*Zoltán Tóth,* Mining Eng.: **Theoretical bases of bore-hole construction planning and conditions of its optimization** ..... **p. 297**

Having shaped the logical order of bore-hole construction planning, the casing shoe places are determined from the equilibrium of load carrying capacity and stresses of the sequences of strata. A formula checked by industrial measurements is given for calculating the minimum bursting pressures of Pannonian sandstone layers.

János Augusztin, Petroleum Eng.—*Tibor Kuhn,* Petroleum Eng.—*Katalin Solt,* Chemical Eng.—*István Szakony,* Petroleum Eng.—Dr. *Tamás Vincze,* Mining Eng.: **Modern methods for planning the exploitation of oil reservoirs** ..... **p. 302**

The most important means of exploitation planning for oil reservoirs developed in the past two years and some examples of their practical use are shown. From among these means, areal, cross-sectional two-dimensional, three-phase reservoir models are discussed in detail. The applications include experience of matching production history, examination of the regionally unequal natural water incursion, location of water injected on gas-oil contact as well as optimal well spacing and use of section models.

Dr. *József Dormán,* Chemist—*József Katona,* Chemical Eng.: **Theoretical and practical experience of non-dispersive drilling fluids production** ..... **p. 306**

Up-to-date drilling technologies require the development and use of new-type mud technologies. Following the example of well-known foreign mud systems, several polymer-base mud types (biopolymeric Xanthan, SYN-CM and H-FLOC) have been developed; these are also being used in the field practice already. The paper sums up experience gained in the preparation and application of the above mud types.

Dr. *István Bérczi,* Geologist—*László Markó,* Geophysicist: **Reservoir geology conditions of the Szeged-Móraváros reservoir rock** ..... **p. 311**

Hydrocarbons discovered below the town Szeged are contained in a mass-type dissolved gaseous oil reservoir of complicated structure composed by Paleozoic fissured metamorphite, Lower-Triassic quartzsandstone, fissured Middle-Triassic dolomite and by a Miocene conglomerate complex overlain onto these in a sheet-like form. The reservoir parameters can be well defined by a quantitative well log interpretation for the Middle-Triassic and Miocene beds. Storing conditions of the reservoir as well as hydrogeological features of the water body attached to the reservoir are discussed.

Mrs. *Katalin Adorján,* Petroleum Eng.—*Miklós Csorba,* Mechanical Eng. for the Chemical Industry—Mrs. *Ildikó Hevesi,* Mathematician—*Ilona Gundel,* Mathematician—Dr. *József Pápay,* Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **Projecting methods for natural gas beds and reservoirs in Hungary** ..... **p. 314**

The following projecting methods for natural gas beds and reservoirs applied at present in Hungary are briefly outlined:
— calculation of phase behavior of hydrocarbon systems;
— determination of in-situ hydrocarbon reserves;
— complex models for determining the main parameters of production and storing objects;
— numeric methods.
Having outlined the various methods, also their practical use is shown.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

Budapest XIII., Révész u. 27—31.
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.
Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Köszöntjük
a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 60. évfordulóját

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 321—352 oldal BUDAPEST, 1977. NOVEMBER HÓ 11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

Köszöntjük a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 60. évfordulóját 321
PERGER JÓZSEF — Kis kéntartalmú gázolajok előállítása hidrogénező kénmentesítéssel 322
Szemelvények az anyagmérleg-egyenletek alkalmazásának tárgyköréből 2. r. 328
PÁPAY JÓZSEF — Heterogén felépítésű, szabálytalan geometriájú víztárolók energiaviszonyainak elemzése ... 328
BÉRES DEÁK LÁSZLÓ — Talajba ágyazott csővezetékek elmozdulásának számítása a véges elemek módszerével 2. r. 336
NAGY ZOLTÁN — Új kompresszortípus — a csavarkompresszor — a kőolaj- és földgáziparban 343
GARADNAI BÉLA — Hőálló és könnyített fajsúlyú cementek kutatása 348
SOÓS SÁMUEL 351
Hírek az üzemekből
Rekordidejű ferdefúrás Algyőn 343
A kőolaj-feldolgozás hírei
OLAJTERV típusú léghűtő berendezés próbaüzemeltetése a KKV Szőnyi Üzemében ... 347
Az iparág köréből
Mélyfúrási szimpozion a jugoszláviai Porec-ben 351
Könyvismertetés 352
Hazai műszaki lapszemle 335
Hibakiigazítás 327
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 352

A SZÁM SZERZŐI:

BÉRES DEÁK LÁSZLÓ okl. gépészmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat); GARADNAI BÉLA dr. okl. vegyész, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); NAGY ZOLTÁN okl. bányagépészmérnök, tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PERGER JÓZSEF okl. vegyészmérnök, vezető technológus (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta).

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: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-3820 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110. évf.) 11. szám 1977. november

Köszöntjük

a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 60. évfordulóját, a Szovjetunió Kommunista Pártját, a baráti szovjet népet!

1917-ben a Föld jelentős részén megkezdődött az új, szocialista társadalom kialakítása, ami gyökeresen megváltoztatta a történelem menetét, új irányt adva a világ fejlődésének.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom győzelme után a szovjet nép — történelmileg páratlanul rövid idő alatt — rendkívül nehéz, a külső és belső ellenséggel vívott harcok után az elmaradott országból a világ egyik — iparilag, technikailag, katonailag és kultúrában magas színvonalú — nagyhatalmává fejlesztette hazáját.

Az elmúlt 60 évben a nemzetközi imperializmus sokszor próbálkozott a néphatalom megdöntésével. Rendkívül súlyos helyzetet teremtett a II. világháború, amelyben a haza megvédése óriási véráldozatot követelt a szovjet néptől. A hosszú harc azonban győzelemmel végződött, és ezzel a szovjet emberek nemcsak saját hazájukat védelmezték meg, hanem lehetővé tették, hogy számos országban — köztük hazánkban is — megkezdődhessék a szocialista rendszer kialakítása.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom a magyar nép, a magyar kőolaj- és földgázipar számára is felbecsülhetetlen jelentőségű. A felszabadulás óta eltelt 32 esztendő hazánk politikai, társadalmi és gazdasági életében gyökeres átalakulásokat hozott. Ez az időszak a magyar kőolaj- és földgázipar műszaki fejlődésében, dolgozóink megbecsülésében soha nem várt előrehaladást jelentett.

Iparágunkat a felszabadulás óta önzetlenül segítette a világ első és legnagyobb szocialista hatalma. Az értékeinket nagyrészt elemésztő világégés után szovjet testvéreink segítségével épült újjá a romokon a magyar kőolaj- és földgázbányászat, valamint a kőolaj-feldolgozás. Igazi lendületet azonban a KGST megalakulása hozott iparágunk állandó és dinamikus fejlődésében. Az évtizedeken át szénhidrogénekben szegénynek tartott Nagyalföldön szovjet barátaink önzetlen segítségével épültek ki legjelentősebb kőolaj- és földgázbányászati bázisaink, nemzetközi mércével mérve is jelentős feldolgozó kombinátjaink.

Iparágunk fejlődése jelentős mértékben megváltoztatta hazai energiastruktúránkat is. Ma már az ország energiaszükségletének csaknem kétharmadát fedezi kőolaj- és földgáziparunk. Hazánkban azonban az energiahordozók csak korlátozott mértékben állnak rendelkezésre, ezért a rohamosan növekvő energiaigényt csak a szocialista országok támogatásával elégíthetjük ki, a KGST komplex programjával összhangban. E téren kiemelkedő szerep jut a Szovjetuniónak, amely ma is energetikai ellátásunk egyik bázisa, kőolaj-behozatalunknak és egyre növekvő mértékben földgázimportunknak is fő forrása. A Barátság kőolajvezeték-rendszeren, a Testvériség földgázvezetéken, valamint a jelenleg épülő orenburgi gáztávvezetéken — a Szovjetunió hatalmas szénhidrogénvagyonára alapozva — hosszú időre biztosítva van népgazdaságunk kőolaj- és gázellátásának túlnyomó része.

Az energiaigények kielégítése mellett — szovjet segítséggel — felkészültünk arra is, hogy a vegyipar alapanyagait is biztosítani tudjuk; az elmúlt években jelentősen fejlődött a vegyipari benzin és az aromás szénhidrogének termelése is.

Mindezek mellett gyümölcsöző kapcsolataink alakultak ki szakembereink képzése, a közös erővel végzett kutatások terén is. A testvéri segítségnek köszönhető, hogy eredményeinket egyre inkább megismerik és értékelik külföldön is. Nagyrendezvényeink külföldi látogatottsága, külföldi visszhangja mindennél meggyőzőbben bizonyítja, hogy a kőolaj- és földgázipar minden ágában elismerést és tiszteletet parancsoló eredményeket értünk el.

Mindezt a Nagy Októberi Szocialista Forradalomból kisarjadt, és immár világméreteket öltő szocializmus teremtette meg számunkra. E rövid megemlékezés keretében a testvéri együttműködésnek és a szovjet barátaink nyújtotta segítségnek csak néhány mozzanatát sorolhatjuk fel. Az a tény, hogy kőolaj- és földgáziparunk jelene és jövője, a fejlődés műszaki bázisa évtizedekre biztosítva van, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom folyományaként kialakult szocialista társadalmi rend eredménye.

Ezen az évfordulón a magyar kőolaj- és földgázipar minden dolgozója tisztelettel emlékezik meg a forradalom ismert és névtelen hőseiről, az elért világraszóló sikerekről, és őszinte barátsággal köszöntik a testvéri szovjet népet.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 60. évfordulóján gondolatban és tettekben együtt ünnepelünk a Szovjetunióval és a testvéri szocialista országokkal, további nagyszerű eredményeket és sikereket, békés fejlődést kívánva a Szovjetunió Kommunista Pártjának, a baráti szovjet népnek.

Kis kéntartalmú gázolajok előállítása hidrogénező kénmentesítéssel

PERGER JÓZSEF

Laboratóriumi reaktorban végzett kísérletekkel megállapították, hogy a Dunai Kőolajipari Vállalatnál (DKV) rendelkezésre álló könnyű, nehéz és vákuumgázolajok katalitikus hidrogénezésekor melyikből és milyen — az üzemben megvalósítható — paraméterekkel lehet a maximális kénmennyiséget eltávolítani. Az eredmények alapján a szerző ismerteti a gázolaj-kénmentesítés hatásfoknövelésének lehetőségeit a DKV-nél. Az épülő 1 Mt/év kapacitású gázolaj-kénmentesítő üzem új technológiai megoldásai lehetővé teszik a kéntelenítés hatásfokának javítását a korábban épített üzemekhez viszonyítva.

Bevezetés

Magyarországon a dízelmotorok üzemanyag-szükségletének zömét nagy kéntartalmú szovjet csővezetéki kőolajból származó gázolajjal fedezzük. Egyrészt a korszerű dízelmotorok, másrészt a környezetvédelem szükségessé teszi a desztillációval nyert gázolaj kénmentesítését, hogy a motorok korrózió okozta idő előtti tönkremenetelét, a motorolajok gyors elhasználódását és az ezzel összefüggő motorkopást elkerüljük, továbbá, hogy a kéntartalmú égéstermékeknek az atmoszférába jutását megakadályozzuk. Ezek mellett a szempontok mellett nem elhanyagolható az sem, hogy a kénmentes gázolaj tárolás közben tanúsított viselkedése is kedvezőbbé válik, stabilabb lesz, és a tárolóberendezés korróziós kárai is csökkennek. A kéntartalom csökkentésének a leggazdaságosabb módja a hidrogénező kénmentesítés, különösen akkor, ha a hidrogén mint reformálási melléktermék rendelkezésre áll.

Jelenleg a Dunai Kőolajipari Vállalatnál (DKV-nél) egy 760 Et/év kapacitású gázolaj-kénmentesítő üzemel, és ezzel kell biztosítani újabb üzem belépéséig — a növekvő gázolajmennyiség mellett — a termék előírt 0,5 súlyszázalékos kéntartalmát.

A szabványban előírt minőségű gázolaj előállítása úgy történik, hogy a különböző kéntartalmú és forrponthatárú gázolajpárlatok egy részét a gázolaj-kénmentesítő üzemben kéntelenítik, és az így nyert alacsony kéntartalmú gázolaj, valamint a kénmentesítetlen komponensek felhasználásával az előírt kéntartalmú gázolajat kikeverik.

Ha a termelt gázolaj mennyisége meghaladja a kénmentesítő kapacitást — tekintetbe véve, hogy a különböző kéntartalmú és forrponthatárú alappárlatok azonos tömegéből a technológiai paraméterek megváltoztatásával különböző mennyiségű kén távolítható el —, döntő az, hogy milyen alappárlatokat kéntelenítenek a lehető legnagyobb mennyiségű kén eltávolítása érdekében.

Az alapanyag forrásponthatárainak emelkedésével a kéntelenítés hatásfoka romlik, ugyanakkor az üzemvitel nehezebbé válik [1, 2, 3], és a kénmentesítésnek legjobban ellenálló tiofénhomológok mennyisége a magasabb forrásponthatárú párlatokban abszolút és relatív mértékben is nő [4, 5, 6, 7]; felmerül a kérdés, hogy nem célszerűbb-e a több ként és egyben a több tiofénhomológot is tartalmazó párlatot kénmentesíteni?

Laboratóriumi kísérletek

Az egyes alappárlatok kéntelenítési hatásfokának meghatározására laboratóriumi méretekben kéntelenítési kísérleteket végeztünk szovjet csővezetéki kőolajból származó könnyű, nehéz és vákuumgázolajnak mint alapanyagnak a felhasználásával. Vizsgálataink döntő részét szovjet Al-Co-Mo katalizátorral végeztük.

Célunk azoknak a műveleti paramétereknek a megállapítása volt, amely paraméterhatárok között a kénmentesítést végezni kell, hogy a megkívánt kéntartalmú gázolajat elő lehessen állítani. Ezeket a paramétereket olyan határok között változtattuk, amelyek szükség esetén a nagyüzemben is alkalmazhatók. A kísérletek eredményéből meghatározhatók a különböző arányú elegyek kénmentesítéséhez szükséges műveleti paraméterek, az elegyet alkotó komponensek arányának és a célul kitűzött kéntelenítési foknak az ismeretében.

A desztillációs üzemekben a szovjet kőolaj feldolgozása során keletkező gázolajelegynek mintegy fele nagy kéntartalmú nehéz és vákuumgázolajból áll, s ez az elegy a hidrogénezéssel szemben ellenállóbb kénvegyületeket tartalmaz, mint a könnyű gázolaj. Az alappárlatok kéntartalmát és a főbb desztillációs adatait az *1. táblázat* mutatja.

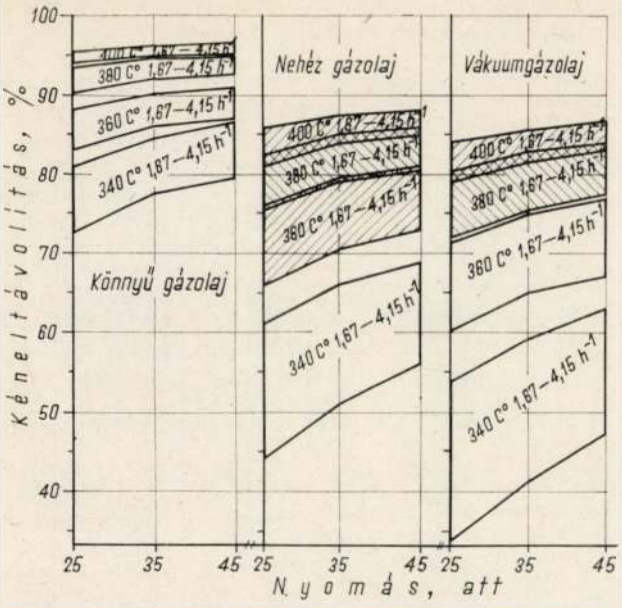
A kénmentesítési kísérletek eredményeit a következő szempontok szerint vizsgáltuk:

1. Hogyan alakul a különböző minőségű gázolajok kéntelenítési hatásfoka, azaz az alapanyagban levő kénnek hány százaléka távolítható el különböző műveleti paraméterek mellett?
2. Adott kéntartalomig, 0,15 súlyszázalékig történő kéntelenítéshez milyen műveleti paraméterek szükségesek?
3. Milyen paraméterek és alapanyag esetében távolítható el azonos tömegű alappárlatból nagyobb kénmennyiség?

1. táblázat

Az alappárlatok főbb desztillációs adatai és kéntartalma

Párlat	Kfp.	10%	50%	90%	Vfp.	Kéntart. s%
Könnyű gázolaj	170	220	270	300	320	0,72
Nehéz gázolaj	190	240	289	323	372	1,25
Vákuumgázolaj	242	264	292	342	365	1,38



1. ábra
A nyomás hatása a kéntelenítésre különböző paraméterek mellett

A kísérleti eredmények alapján a következőket állapítottuk meg.

Az eredmények szerint a három különböző gázolajalappárlat kénmentesítésekor a növekvő forrásponttal egyre erélyesebb műveleti paraméterek szükségesek ahhoz, hogy a megkívánt mélységű kénmentesítést elérjük.

A nyomásváltoztatás hatását az *1. ábrán* kísérhetjük figyelemmel. A könnyű gázolaj kéntelenítése a legkevésbé nyomásfüggő valamennyi vizsgált összetartozó hőmérsékleten és térsebességen, vagyis 35—45 att között a nyomás emelkedésével a kéneltávolítás hatásfoka csak kis mértékben emelkedik, ezért a nyomást 35 att fölé emelni nem érdemes.

A nehéz gázolajnál a nyomás hatása a kéntelenítésre jelentősebb. A nyomást 45 att-ig emelve a kéntelenítés hatásfokának a 380—400 C° közötti intervallumban kevésbé lesz jelentős a növekedése, mint ennél kisebb nyomásokon. A nyomás növelésének a kénmentesítési hatásfokra gyakorolt kedvező hatása vákuumgázolajnál még fokozottabb, mint a nehéz gázolaj esetében.

A hőmérséklet és a térsebesség hatása a *2. ábrán* látható.

A könnyű gázolaj kéntelenítésének a hőmérséklet-függése csak a 340—380 C° hőmérséklet-tartományban jelentős, de a kéntelenítés mélysége már 340 C°-on is megfelelő; 380 C° felett a kéntelenítés hatásfokának a javulása nem áll arányban a hőmérséklet emelésével, ezért a hőmérsékletet e fölé az érték fölé emelni nem célszerű.

A könnyű gázolaj esetében még 4,14 térsebesség esetén és 340 C°-on is megfelelő mélységű (72,5%) kéntelenítési hatásfokot, ill. 0,15 súlyszázalék alatti maradék ként érünk el az alkalmazott legkisebb nyomáson, 25 att-n is.

A vizsgálatokból egyértelműen látszik, hogy a könnyű gázolaj kénmentesítése a vizsgált határok között nem okoz nehézséget.

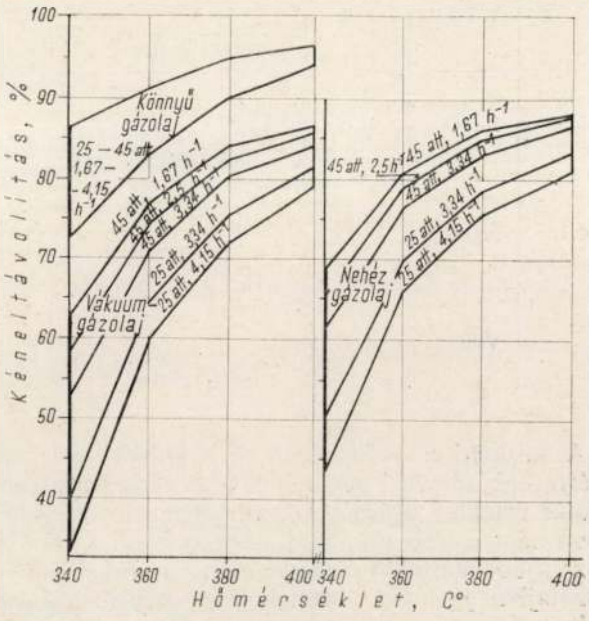
A nehéz gázolajnál a kéntelenítés hatásfoka a 360—380 C° közötti intervallumban még jelentősen nő. A nehéz gázolaj kénmentesítésének az eredményei azt mutatták, hogy 380 C° alatti hőmérsékleten és 2,5 fölötti térsebességnél a kénmentesítés hatásfoka nem kielégítő.

Vákuumgázolajnál a hőmérséklet emelésének a hatása még jelentősebb. Ennél az alapanyagnál 400 C° közelében szűnik meg a hőmérséklet emelésének a jelentős hatása a kéntelenítési hatásfokra. Magasabb nyomáson a hőmérséklet-emelés kisebb változást okoz, mint alacsonyabb nyomáson.

A nehéz és vákuumgázolaj esetében az állapítható meg, hogy 1:400 folyadék—gáz arányt tartva és a vizsgálatokat 25—45 att között végezve, a kéntelenítési hatásfok szempontjából kedvező hőmérséklet 380—400 C° között, a kedvező térsebesség pedig 1,67—2,5 között van.

A kiválasztott paraméterek mellett elvégzett kénmentesítési kísérletek jellemző eredményeit a *2. táblázat* tartalmazza. A táblázat alapján a következők állapíthatók meg, ha azt vesszük figyelembe, hogy a kénmentesítéssel 0,15 s% alatti kéntartalmat kívánunk elérni. Könnyű gázolaj esetén ez a legenyhébb műveleti paraméterek esetében is bekövetkezik. A nehéz gázolaj esetében 1,67 térsebesség mellett 45 att és 400 C° szükséges. A vákuumgázolaj 0,15 s%-os mélységű kéntelenítését 1,67 térsebesség, 400 C° hőmérséklet és 45 att nyomás alkalmazásával is csak megközelíteni lehet (0,17 s% kéntartalom érhető el).

Ahhoz tehát, hogy a nehéz, illetve a vákuumgázolajból távolítsuk el a ként, méghozzá olyan mennyiségben, hogy kis kéntartalmú keverőkomponenst nyerjünk, az szükséges, hogy erélyesebb műveleti paramétereket tartsunk, mint a könnyű gázolaj esetében. Ez azzal egyértelmű, hogy vagy a térsebességet kell csökkenteni a katalizátor mennyiségének növelésével, vagy a kénmentesítés hőmérsékletét, illetve nyomását növelni, azonos katalizátor esetében.



2. ábra
A hőmérséklet hatása a kéntelenítésre különböző paraméterek mellett

2. táblázat

Gázolaj-alappárlatok kénmentesítése (folyadék—gáz arány, ml/Nml: 1:400; katalizátor: Al-Co-Mo)

Térsebesség	Alapanyag	Alapanyag kéntartalma	Kéneltávolítás	Nyomás, att											
				45				35				25			
				Hőmérséklet, C°											
h^{-1}		s%		340	360	380	400	340	360	380	400	340	360	380	400
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
1,67	KGO	0,72	%	86	91	95	96	84	90	94	96	81	88	93	95
			t / 1000 t párlat	6,2	6,5	6,8	6,9	6,0	6,4	6,8	6,9	5,8	6,3	6,7	6,9
	NGO	1,25	%	69	81	86	88	66	79	85	87	61	76	82	86
			t / 1000 t párlat	8,6	10,1	10,7	11,0	8,2	9,9	10,6	10,9	7,6	9,5	10,3	10,7
	VGO	1,38	%	63	77	84	86	59	75	83	85	53	71	80	84
			t / 1000 t párlat	8,6	10,6	11,5	11,9	8,1	10,3	11,4	11,7	7,3	9,8	11,1	11,5
2,5	KGO	0,72	%	85	90	94	96	83	89	94	96	80	87	93	95
			t / 1000 t párlat	6,1	6,5	6,8	6,9	6,0	6,4	6,8	6,9	5,7	6,3	6,6	6,8
	NGO	1,25	%	65	79	85	87	62	77	84	86	56	73	81	85
			t / 1000 t párlat	8,1	9,8	10,6	10,9	7,7	9,6	10,5	10,8	7,0	9,1	10,1	10,6
	VGO	1,38	%	58	74	82	85	54	72	81	84	47	68	78	83
			t / 1000 t párlat	8,0	10,2	11,3	11,7	7,4	10,0	11,1	11,5	6,5	9,4	10,8	11,4
3,34	KGO	0,72	%	83	89	94	95	80	88	93	95	76	85	92	94
			t / 1000 t párlat	5,9	6,4	6,7	6,8	5,7	6,3	6,7	6,8	5,4	6,1	6,6	6,8
	NGO	1,25	%	61	76	83	86	57	74	81	85	50	70	78	83
			t / 1000 t párlat	7,6	9,5	10,3	10,8	7,1	9,2	10,1	10,6	6,3	8,7	9,8	10,4
	VGO	1,38	%	53	71	80	84	48	69	79	83	40	64	75	81
			t / 1000 t párlat	7,3	9,7	11,1	11,5	6,6	9,5	10,9	11,5	5,5	8,9	10,4	11,2
4,15	KGO	0,72	%	79	87	92	95	77	86	92	94	72	83	90	94
			t / 1000 t párlat	5,7	6,2	6,6	6,8	5,5	6,1	6,6	6,8	5,2	5,9	6,4	6,7
	NGO	1,25	%	56	73	80	85	51	70	79	84	44	66	75	81
			t / 1000 t párlat	7,0	9,1	10,0	10,6	6,3	8,8	9,8	10,5	5,5	8,2	9,4	10,1
	VGO	1,38	%	47	67	77	83	41	65	75	81	33	60	72	79
			t / 1000 t párlat	6,4	9,2	10,6	11,4	5,6	8,9	10,4	11,2	4,6	8,2	9,9	10,9

A kísérleti eredményekből az is kitűnik, hogy az erélyesebb műveleti paraméterek alkalmazásával abszolút értékben a nehéz és vákuumgázolaj elegyéből több ként el lehet távolítani, mint amennyi a könnyű gázolajból eltávolítható, illetve mint amennyi a könnyű gázolajban jelen van. 1000 t könnyű gázolajból a legerélyesebb műveleti paraméterek, 45 att, 400 C° és 1,67 térsebesség mellett majdnem 7 t kén távolítható el. A nehéz gázolajból megközelítőleg azonos mennyiséget 25 att, 340 C° és 2,5 térsebesség mellett lehet eltávolítani, tehát sokkal enyhébb műveleti paraméterek mellett. Vákuumgázolaj esetében ezt a kénmennyiséget 340 C° hőmérséklet, 2,5 térsebesség és 25—35 att közötti nyomás alkalmazásával lehet elérni. Az, hogy a könnyű gázolajból, illetve a nehéz és vákuumgázolaj elegyéből csaknem azonos kénmennyiség legyen eltávolítható azonos körülmények között, csak a legenyhébb műveleti paraméterek esetében teljesült. 25 att

nyomás, 340 C° hőmérséklet és 4,15 térsebesség alkalmazásakor a könnyű gázolajból az eltávolított kén mennyisége 5,2 t, vagyis csak elenyészően több, mint amennyi a nehéz és vákuumgázolaj elegyéből távolítható el.

Az eredmények szerint a még üzemi viszonyok között is alkalmazható szigorúságú paraméterhatárok között (360—380 C°; 35—45 att; 2,5—3,34 h^{-1}) az egyes alappárlatokból a következő kénmennyiség távolítható el 1000 t alapanyagra vonatkoztatva: a könnyű gázolajból 6,3—6,8, a nehéz gázolajból 9,3—10,6, a vákuumgázolajból 9,5—11,4 tonna. Ez utóbbi adatokból látható, hogy nagyobb kéntartalmú alapanyag megválasztása lehetővé teszi, hogy ugyanazzal az üzemmel több ként távolítsunk el, és így a késztermék kéntartalma csökkenjen.

A nehéz és vákuumgázolajból eltávolítható kénmennyiséget egymással összehasonlítva az adódik, hogy a vákuumgázolajból abszolút több kén 340 C°-on csak 45 att nyomás és 1,67 térsebesség mellett távolítható el, mint a nehéz gázolajból; ezen a hőmérsékleten, de ennél alacsonyabb nyomáson, illetve nagyobb térsebességnél a viszonyok fordítottak, azaz a nehéz gázolajból távolítható el több kén. 360 C° fölötti hőmérsékleten azonban valamennyi vizsgált nyomáson és térsebességnél több kén távolítható el a vákuumgázolajból, mint a nehéz gázolajból.

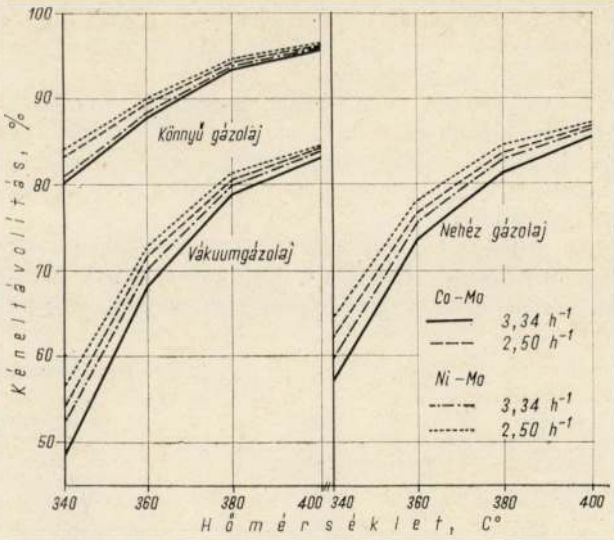
A könnyű gázolaj alacsony kéntartalmú gázolajjá történő hidrogénezése viszonylag enyhe körülmények között végbemegy, ezzel szemben a magasabb forráspontú, bonyolultabb szerkezetű kénvegyületek a nehéz és vákuumgázolajból csak erélyesebb körülmények között távolíthatók el, de a hidrogénezett termékben maradó kéntartalom még így is meghaladja a könnyű gázolaj hidrogénezésekor kapott termék kéntartalmát.

Összehasonlítottuk Co-Mo és Ni-Mo katalizátorral végzett kísérletek eredményeit is, amelyeket a *3. ábrán* mutatunk be. Az ábrából megállapítható, hogy Ni-Mo katalizátort alkalmazva azonos műveleti paraméterek mellett jobb a kéntelenítési hatásfok, mint Co-Mo katalizátorral, illetve azonos kéntelenítési hatásfok — egyébként változatlan paraméterek mellett — kb. 10 C°-kal alacsonyabb hőmérsékleten érhető el Ni-Mo katalizátorral. A kéntelenítési hatásfokban a Ni-Mo javára az ábrából láthatóan kb. olyan különbség adódik, mint ami 10—15%-os térsebesség-csökkentéssel érhető le.

Összegezve a kísérletek eredményeit elmondható, hogy a gázolajból a nehezen hidrogénezhető kénvegyületek eltávolítása is megvalósítható olyan mértékben, hogy az előírt gázolaj-kéntartalom biztosítható legyen, de ehhez szigorúbb műveleti paraméterek szükségesek, mint a könnyű gázolajban levő, kevésbé stabilis kénvegyületek eltávolításához. Legkedvezőbb eredményt úgy lehet elérni, ha egyidejűleg szigorítjuk a műveleti paramétereket, és jobb kéntelenítést biztosító katalizátort alkalmazunk.

Üzemi tapasztalatok

A kénmentesítés műveleti paramétereinek a szigorítása a DKV gázolaj-kénmentesítő üzemében feladatként jelentkezett. Az üzemet 1,0 s% kéntartalmú könnyű, nehéz és vákuumgázolaj elegyének 0,2 s% kéntartalomra való kéntelenítéséhez tervezték. Ma viszont



3. ábra
Co-Mo és Ni-Mo kéntelenítő hatásának összehasonlítása 35 att nyomáson

a termelt gázolaj mennyiségének és kéntartalmának növekedésével az 1 s%-ot lényegesen meghaladó kéntartalmú és emellett nagyobb mennyiségű párlatot kell kénmentesíteni, hogy a termékgázolaj kéntartalma megfeleljen az előírásoknak. Ez szigorúbb üzemvitel mellett érhető el, vagyis nagyobb hőmérséklet mellett, mivel ebben a paraméterben van legnagyobb tartalék. A hőmérséklet növelése a felmelegítés oldaláról nem jelent különösebb problémát, de a nagyobb hőmérséklet alkalmazásakor a reaktorból kilépő gáz—termék elegy szeparáció előtti lehűtése a kívánatos 40—50 C°-os szeparációs hőmérséklettel szemben csak 70—80 C°-ig lehetséges. Így a cirkulációs gáz monoetanolaminos mosása kedvezőtlenebb körülmények között történik, mivel a magasabb hőmérséklet miatt az abszorber alsó része nem működik megfelelően. A felső részben kiváló szénhidrogéneket pedig el kell választani a MEA-tól. Ennek ellenére a cirkulációs gázból a kén-hidrogén kimosását sikerült megvalósítani.

Az abszorber működésével kapcsolatban nehézséget okozott, hogy a monoetanolamin elszennyeződése miatt lerakódások keletkeztek, továbbá habzás és ebből eredő cseppelhordás lépett fel. A habzás megszüntetése céljából a cirkulációs gáz mennyiségét kb. 30%-kal csökkenteni kellett, ami a nyomás csökkentésével járt együtt. A cirkulációs gáz mennyiségének és a rendszer nyomásának csökkentése következtében romlottak a kénmentesítési reakciók körülményei, ami a kéntelenítési hatásfok leromlásában jelentkezett. A MEA-rendszer kitisztításával ezeket a jelenségeket sikerült megszüntetni. A problémák végleges megoldására és az eltávolítható kén abszolút mennyiségének növelésére az üzemben a következő módosításokat vezették be.

A kéntelenítés hatásfokának javítása a térsebesség csökkentésével, egy újabb reaktor beépítésével valósul meg. Így a rekatorokba helyezhető katalizátor a jelenleginek kb. kétszerese lesz, és megemelt bedolgozás mellett is lényegesen alatta marad a térsebesség a jelenleginek. A reaktorok kapcsolási módja lényeges ciklushossz-növekedést is jelent. Az átalakítás lehetővé teszi, hogy a kénmentesítés alacsonyabb hőmérsékleten tör-

ténjen. Ez nem jár többletfűtőanyag-, illetve hűtési igénnyel, és nem rontja tovább az amúgy is kedvezőtlen szeparációs hőmérsékletet.

A szeparációs hőmérséklet megfelelő, 40—50 C° közötti értéken való tartására új hűtőt építenek be. Így többlet-vízfelhasználás nélkül is kiküszöbölhetők lesznek a magas szeparációs hőmérsékletből adódó nehézségek.

A monoetanolamin-oldat szilárd anyagokkal való elszennyeződése MEA-szűrő beépítésével küszöbölhető ki. A regenerálható szűrőréteg aktív szénből, perlitből és azbesztből áll. A cirkulációban levő MEA-oldatnak kb. 10%-a halad át a szűrőn. A szűréssel csökkenthető az abszorberben a felhabzás, mivel a habzást a szilárd szennyezések nagymértékben elősegítik.

Az elmondottak megvalósítása után a gázolaj-kénmentesítő üzem kéneltávolító képessége lényegesen megnő, és a felsorolt problémák megoldódnak. A keletkező kénes benzin korrozivitásának megszüntetése a DKV III. keretében megépülő második gázolaj-kénmentesítő üzemben megvalósuló kén-hidrogén-kifúvató oszlop segítségével történik meg.

3. táblázat

Gázolaj-kénmentesítő üzemek üzemmódjai

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Jellemző érték		
00000	Kőolaj-feldolgozás	Mt/év	8	9	10
00100	Szovjet	Mt/év	6,5	7,5	8,5
00200	Hazai	Mt/év	1,5	1,5	1,5
01000	Összes gázolaj	Et/év	2890	3240	3590
01001	Kéntartalma	s%	0,81	0,82	0,84
01002	Kéntartalma	Et/év	23,33	26,70	30,06
01100	Szovjet (V+N)	Et/év	1105	1275	1445
01101	Kéntartalma	s%	1,40	1,40	1,40
01200	Szovjet (K)	Et/év	715	825	935
01201	Kéntartalma	s%	0,70	0,70	0,70
01300	Szovjet petróleum	Et/év	455	525	595
01301	Kéntartalma	s%	0,30	0,30	0,30
01400	Hazai gázolaj	Et/év	615	615	615
01401	Kéntartalma	s%	0,24	0,24	0,24
11001	Kénment. gázolaj ként.	s%	0,49	0,49	0,49
11002	Kénment. gázolaj ként.	Et/év	14,16	15,88	17,59
11003	Eltávolított kén	Et/év	9,17	10,82	12,47
11010	Kénmentesítendő gázolaj (V+N)	Et/év	760	866	998
11011	A termék kéntartalma	s%	0,19	0,15	0,15
21020	Kénmentesíthető gázolaj	Et/év	1760	1760	1760
21120	Második üzemben (V+N)	Et/év	1000	1000	1000
21121	A termék kéntartalma	s%	0,15	0,15	0,15
21123	Eltávolított kén	Et/év	12,5	12,5	12,5
21220	Első üzemben (V+N+K)	Et/év	760	760	760
21224	Alapanyag kéntartalma	s%	0,80	0,95	1,11
21221	A termék kéntartalma	s%	0,15	0,15	0,15
21223	Eltávolított kén	Et/év	3,93	6,08	7,30
21003	Eltávolított kén összesen	Et/év	16,43	18,58	19,80
21002	Kénment. gázolaj ként.	Et/év	6,90	8,12	10,26
21001	Kénment. gázolaj ként.	s%	0,24	0,25	0,29
02100	Krakkgázolaj (M)	Et/év	300	300	300
02101	Kéntartalma	s%	2,5	2,5	2,5
33000	Keverés (M+01000)	Et/év	3190	3540	3890
33002	Kéntartalma	Et/év	14,40	15,62	17,76
33001	Kéntartalma	s%	0,50	0,48	0,45
43030	Kénmentesíthető	Et/év	1760	1760	1760
43130	Második üzemben (V+N+M)	Et/év	1000	1000	1000
43134	Alapanyag kéntart.	s%	1,6	1,6	1,6
43131	A termék kéntartalma	s%	0,20	0,20	0,20
43133	Eltávolított kén	Et/év	14,0	14,0	14,0
43230	Első üzemben (V+N+K+M)	Et/év	760	760	760
43234	Alapanyag kéntart.	s%	1,24	1,4	1,56
43231	A termék kéntartalma	s%	0,20	0,25	0,30
43233	Eltávolított kén	Et/év	7,90	8,74	9,58
43003	Eltávolított kén	Et/év	21,90	22,74	23,58
43002	Kénmentes gázolaj ként.	Et/év	8,90	11,46	13,98
43001	Kénmentes gázolaj ként.	s%	0,28	0,32	0,36

Rövidítések: K könnyű gázolaj
N nehéz gázolaj
V vákuumgázolaj
M másodlagos

Újabb üzem belépése utáni lehetőségek

A kivitelezés alatt álló 1 Mt/év kapacitású gázolajkénmentesítő üzemnél már hatékonyabb kéneltávolítást és korszerűbb megoldásokat vettek figyelembe. Tervezett alapanyaga 1,5 s% kéntartalmú, 240—350 C° forrponthatárú romaskinói párlat, de figyelembe vették 370 C°-os végforrpontú romaskinói nehéz és vákuumgázolajból, valamint könnyű orsóolajból és 1,6 s% kéntartalmú, 370 C°-os végforrpontú közel-keleti nehéz és vákuumgázolajból, valamint könnyű orsóolajból álló elegyek kénmentesítését is. A kénmentesítés 50 att nyomáson, 380—400 C° reaktor belépő-hőmérsékleten, 300-as gáz—folyadék arány és 1,5—2 térsebesség mellett történik. Az 1,5 és 1,6 s% kéntartalmú alapanyagok esetében 1,5 térsebesség mellett 0,1 s%-ra, 2,0-es térsebesség mellett pedig 0,15 s%-ra csökkenthető a termék kéntartalma. Az üzem 120%-os leterhelése esetén az 1,0, illetve 1,2 s% kéntartalmú könnyű-, nehéz- és vákuumgázolaj-elegyből 0,15 s% kéntartalmú termék nyerhető.

A szigorúbb üzemvitelből adódó hatékonyabb kéneltávolításon kívül az új gázolaj-kénmentesítő abban is különbözik a jelenlegitől, hogy a stabilizálatlan termék felmelegítése a stabilizáláshoz nem csőkemence beépítésével történik, hanem a gáz—folyadék elegy forró szeparációja után vihető be a szükséges hőmennyiség a stabilizálóba. A cirkulációs gáz hidegszeparáció előtti lehűtésére pedig léghűtőt is beépítenek. Azon túlmenően, hogy a csőkemence elhagyható, a technológia fűtőanyagigénye is csökken, mivel a hőcseréből és hűtésből adódó hőveszteségekkel nem kell számolni. A csőkemencéhez kapcsolódik egy hőhasznosító berendezés. A füstgázok hulladékhőjének felhasználásával 15 att-s gőzt lehet termelni.

Új megoldás, hogy a stabilizálás a lefújt hidrogéndús gáznak mint kifúvatógáznak a felhasználásával, nyomás alatt történik. Ennek következtében nincs szükség a szénhidrogéngázok mosás előtti komprimálására, így kompressziós munka takarítható meg.

A stabilizációból nyert korrozív kénes benzinből kifúvatókolonnában szénhidrogéngázzal történik meg a kén-hidrogén kifúvatása. A gázmosó rendszernek tartozéka lesz a MEA-szűrő berendezés, és habzásgátló adagolására is lehetőség nyílik.

A DKV gázolaj-kénmentesítő kapacitásának a fenti mértékű növekedése olyan kedvező helyzetet teremt, hogy nemcsak elsődleges desztillációs párlatok előállítása esetén ad lehetőséget a szabványban előírt 0,5 s% alatti gázolaj-kéntartalom biztosítására, hanem másodlagos technológiából származó, nagy kéntartalmú gázolajkomponensek bekeverését is lehetővé teszi. Ez a *3. táblázatban* követhető nyomon, ahol bemutatjuk, hogy 8, 9, ill. 10 Mt/év kőolaj feldolgozása esetén — e mennyiségből a hazai termelés minden esetben 1,5 Mt/évet képvisel, a többi pedig szovjet „csővezetéki" eredetű — hogyan alakul az értékesítendő termék kéntartalma.

A táblázat 11010 és 11003 sorai azt mutatják, hogy 0,5 s% kéntartalmú késztermék biztosításához 8 Mt/év kőolaj feldolgozása esetén a 760 Et/év kapacitású gázolaj-kénmentesítő elegendő, 10 Mt/év feldolgozás esetén pedig az 1000 Et/év kapacitású üzemmel lecsökkenthető a kéntartalom a kívánt szintre. A fenti esetekben 9,17, ill. 12,47 t/év mennyiségű ként kell eltávolítani.

Abban az esetben, ha mindkét üzem teljes leterheléssel termel (21020, 21003, 21002 sorok), 8 Mt/év kőolaj feldolgozása esetén 0,24 s%, 10 Mt/év feldolgozásnál pedig 0,29 s% kéntartalmú gázolaj állítható elő, és 16,43, ill. 19,80 t/év kén nyerhető ki. Ebben az esetben a termék tulajdonságai ugyan kedvezőbbek, de előállításának költségei nagyobbak, így az előírtnál jobb minőségű termék előállítása a DKV számára nem kedvező, keverőkomponensként felhasználva azonban még jelentős mennyiségű, nagy kéntartalmú párlat bekeverésére van lehetőség. A táblázat 02100 és 33001 sorai azt mutatják, hogy 300 Et/év 2,5 s% kéntartalmú krakkgázolaj bekeverésével 0,50, 0,48, ill. 0,45 s%-os kénszint állítható be.

A 43030-tól 34001-ig terjedő sorokban a legszigorúbb üzemmenetet tüntettük fel. Ebben az esetben a krakkgázolaj is komponense a kénmentesítők alapanyagának, és 0,28, 0,32, ill. 0,36 s%-ig csökkenthető a késztermék kéntartalma. Az eltávolított kén mennyisége 21,90, 22,74, ill. 23,58 t/év. A kéntelenítés mértéke hatékonyabb katalizátor alkalmazásával még fokozható.

IRODALOM

[1] *Kalecsic, I. V.:* Himija gidrogenizacionnüh proceszszov v pererabotke topliv. Izd. Himija, M., 1973.

[2] *Thomas, C. L.:* Promüslennüe kataliticseszkie proceszszü i effektivnüe katalizatorü. Izd. Mir, M., 1973.

[3] *Shigeyoshi, Takaoka:* Petroleum desulfurization, Stanford Research Institute, Report No 47, California, 1969 Jan.

[4] *Prinzler, H. W.:* Schwefel im Erdöl. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1968.

[5] *Thompson, C. J.—Coleman, H. J.* stb.: American Chemical Society, Division Petroleum Chemistry, Preprints, *11.* No *3,* 1966.

[6] *Hopkins, R. L.—Coleman, H. J.* stb.: Anal. Chem. **41** 2041 (1969).

[7] *Thompson, C. J.—Foster, N. G.* stb.: U. S. Dept. of the Int. Library, 6879 Report, Bureau of Mines and API R. P. 48,Washington, 1966.

HIBAKIIGAZÍTÁS

Ez évi 9. számunk szerzői közül (a B-2. oldalon) sajnálatos módon kimaradt dr. SIPŐTZ ISTVÁN okl. közgazdász, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest). Mulasztásunkat ezúton pótoljuk.

Ugyanezen számunk 287. oldalán a **Fúrási szakmai nap Szegeden** című szakosztályi hírünkben *Balaicz Tibor* és *Patay Tibor* előadásának címe helyesen: „Segédgázos kútkiképzések és szerelvényeik". — „A rétegterhelhetőség mint a kútszerkezet-tervezés kritériuma" című előadás szerzői viszont *Tóth Zoltán,* dr. *SzabóMátyás* és *Mucsányi József.*

E tévedések miatt kedves olvasóink elnézését kéri

a *szerkesztő.*

SZEMELVÉNYEK AZ ANYAGMÉRLEG-EGYENLETEK ALKALMAZÁSÁNAK TÁRGYKÖRÉBŐL 2. r.

Heterogén felépítésű, szabálytalan geometriájú víztárolók energiaviszonyainak elemzése

PÁPAY JÓZSEF

A szénhidrogéntelepekkel hidrodinamikai kapcsolatban levő víztárolót a szerző egyrészt a hatásfüggvénnyel, másrészt numerikus modellel jellemzi. Rámutat arra, hogy numerikus modellel az inhomogén víztároló hatásfüggvénye meghatározható. Ez a függvény nem más, mint a heterogén víztárolóra jellemző Van Everdingen—Hurst-függvény, amely adott feladat megoldásakor a numerikus modell helyettesítésére is felhasználható.

A szerző bemutatja, hogy miként lehet a termelési múlt alapján a hatásfüggvényt meghatározni, és a függvény segítségével a kezdeti kőolaj- és földgázkészletet számítani.

A szénhidrogéntelep és az azt körülvevő víztároló alkotta hidrodinamikai rendszer igen összetett és bonyolult. A telep és a környezete közötti kapcsolat ismerete alapvető fontosságú. A víztároló intenzitása alapvetően meghatározhatja a szénhidrogéntelep lemű velési technológiáját. E kérdés vizsgálata egyidős a tudományos elveken nyugvó kőolaj- és földgáztermelés történetével.

Különböző módszerek születtek a víztároló intenzitásának kvantitatív jellemzésére. A szénhidrogéntelepbe beáramlott víz mennyiségét kezdetben stacioner, majd kvázistacioner összefüggésekkel számították.

Az ezt követően megjelent [1] mind a szemléletében, mind a módszerében úttörő jelentőségű. Talán nem túlozunk, ha megkockáztatjuk azt a kijelentést, hogy ez a munka az egyik alappillére a korszerű szemléleten alapuló szénhidrogén-termelésnek.

Később — hasonló alapelveken — több munkát publikáltak [2—5]. E módszerek közös tulajdonsága az, hogy a szénhidrogéntelepet és a víztárolót homogénnek tételezik fel, a rendszert analitikus formában leírható geometriával jellemzik, és a telepbe beáramlott víz mennyiségét tranziens áramlás feltételezésével határozzák meg.

A fejlődés következő lépcsőfokát jelentette a [6] tanulmány, amelyben a heterogén felépítésű víztároló intenzitását hatásfüggvénnyel számítják.

A digitális technika fejlődésével lehetővé vált, hogy a szénhidrogéntelepet és a víztárolót lokális paramétereivel jellemezzük. Ez a legáltalánosabb módszer. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ma már kizárólag ezt alkalmazzák.

Vannak feladatok (a teleprezsim, a kezdeti készletek meghatározása), amelyek megoldása egyszerűbb eszközökkel sokkal gazdaságosabb, és az eredmény sok esetben egyenértékű a legáltalánosabb módszer segítségével meghatározottal. Ezért a mindennapi gyakorlatban nem érdektelen azon módszereknek az ismertetése, amelyek az anyagmérleg-egyenletekkel történő kiértékelés fejlesztését célozzák úgy, hogy figyelembe vegyük a numerikus eljárások előnyeit, és a numerikus modelleket bizonyos típusú feladatoknál úgy egyszerűsítjük le, hogy az ne menjen a végeredmény rovására.

1. Geometriailag nem jellemezhető, heterogén felépítésű víztároló elemzése

1.1. Hatásfüggvény alkalmazása a szénhidrogéntelepbe beáramló víz mennyiségének meghatározására

A hatásfüggvény fogalmát [6] vezette be. A víztároló intenzitását az egységnyi vízáramlási ütemhez tartozó nyomásváltozással jellemzi. Igazolja, hogy az $F(t)$ hatásfüggvény egy olyan típusú monoton függvény, amelynek iránytangense legnagyobb a zérus időpontban. E tulajdonság figyelembevételével a [7] általános algoritmust dolgozott ki a hatásfüggvény mérési eredményekből történő meghatározására.

A hatásfüggvény más megfogalmazását adja [8]. A víztárolót az egységnyi nyomáskülönbség hatására a telephatáron átáramló víz kumulatív mennyiségével $[G(t)]$ jellemzi, és bemutatja a kéttípusú hatásfüggvény összefüggését:

$$\frac{1}{2}t^2 = \int_0^t G(\Theta)F(t-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta, \qquad (1)$$

$$\frac{1}{2}t^2 = \int_0^t F(\Theta)G(t-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta. \qquad (2)$$

Ha az egyik hatásfüggvény ismert, akkor a másik a megfelelő integrálegyenlettel számítható.

Lényegében a [6], a [7] és a [8] együttesen adja a hatásfüggvény általános megfogalmazását, továbbá a meghatározás egzakt és általános formáját.

A [6] bevezeti a hatásfüggvényt $[F(t)]$, a [8] ezt kibővíti $[G(t)]$, és rámutat $F(t)$ és $G(t)$ kapcsolatára, míg a [7] algoritmust közöl az $F(t)$ meghatározására, amely algoritmus — mint azt a tanulmányban bemutatjuk — $G(t)$ számítására is alkalmazható.

A teljesség kedvéért a [6], a [7] és a [8] módszereinek általános megfogalmazását az alábbiakban ismertetjük.

A víztároló és a szénhidrogéntelep fázishatárán $t=\Theta$ időponttól kezdődően $r(t)$ impulzus hat. A víz-

tároló válaszreakcióját jelöljük $K(t)$-vel. A $K(t)$ és az $r(t)$ függvény összefüggését lineáris rendszerek esetén az alábbi integrálegyenlet jellemzi:

$$K(t) = \int_0^t \frac{\mathrm{d}r(\Theta)}{\mathrm{d}\Theta} H(t-\Theta)\,\mathrm{d}\Theta. \qquad (3)$$

Ha a vizsgált időszakot azonos időintervallumokra osztjuk fel, akkor a (3) egyenlet az alábbi módon közelíthető:

$$K_i(t) = \sum_{j=1}^{j=i} (r_{i-j+1} - r_{i-j}) H_j. \qquad (4)$$

A (4) összefüggést részletezve:

$$\begin{aligned} K_1 &= \Delta r_1 H_1, \\ K_2 &= \Delta r_1 H_2 + \Delta r_2 H_1, \\ K_3 &= \Delta r_1 H_3 + \Delta r_2 H_2 + \Delta r_3 H_3, \\ &\vdots \end{aligned} \qquad (5)$$

A mérési adatok alapján K_i és r_i ismert, így az (5) egyenletrendszerből H_i közvetlenül számítható. Gyakorlati példákon elvégzett számítások azt igazolják, hogy H_i rendkívül érzékeny a mérési hibákra, általában nem teljesedik a $H(t) > 0$, $\mathrm{d}H(t)/\mathrm{d}t \geqq 0$, $\mathrm{d}^2H(t)/\mathrm{d}t^2 \leqq 0$ stb. feltétel. A mérések alapján meghatározott H_i értékek oszcillálnak.

A stabilitás biztosítására — $F(t)$ függvény esetén — a [7] dolgozott ki egy módszert. Az algoritmus $G(t)$ függvény számítására is alkalmazható.

Az algoritmus lényege a következő:

Mérésekből és anyagmérleg-egyenletből K_i és Δr_i ismert, számítandó a H_i úgy, hogy az alábbi feltételek teljesüljenek:

$$t = 0; \quad H_0 = 0,$$

$$H(t) > 0; \quad \frac{\mathrm{d}H(t)}{\mathrm{d}t} \geqq 0; \quad \frac{\mathrm{d}^2H(t)}{\mathrm{d}t^2} \leqq 0;$$

$$\frac{\mathrm{d}^3H(t)}{\mathrm{d}t^3} \geqq 0 \quad \text{stb.}$$

és

$$\sum_{i=1}^{n} \left| K_i - \sum_{j=1}^{j=i} (r_{i-j+1} - r_{i-j}) H_j \right| = \min. \qquad (6)$$

A (6) feltételi egyenlet lineáris programozás segítségével az alábbi módon írható fel:

$$\sum_{j=1}^{i} \alpha_{i,j} H_j + u_i - v_i = K_i; \quad i = 1, 2, 3, \ldots, n, \qquad (7)$$

ahol

$$\alpha_{i,j} = r_{i-j+1} - r_{i-j}.$$

A (7) egyenlet megoldása során teljesülni kell (ha $t=0$, akkor $H_0=0$) a

$$H_i \geqq 0; \quad i = 1, 2, 3, \ldots, n, \qquad (8)$$

és a

$$\sum_{j=n-i}^{n} c_{i,j} H_j \geqq 0; \quad i = 1, 2, 3, \ldots, n \qquad (9)$$

feltételeknek.

A $c_{i,j}$ jelöli az i differenciához tartozó konstansok értékét;

ha pl. $i=1$, akkor a (9) összefüggés

$$H_n - H_{n-1} \geqq 0;$$

ha $i=2$, akkor

$$-H_n + 2H_{n-1} + H_{n-2} \geqq 0 \quad \text{stb.}$$

A célfüggvény pedig az alábbi:

$$\sum_{i=1}^{n} (u_i + v_i) = \min. \qquad (10)$$

A (7)—(10) összefüggés-rendszert lineáris programozással oldjuk meg.

1.2. Numerikus modell alkalmazása a szénhidrogéntelepbe beáramló víz mennyiségének meghatározására

A [9] egy olyan módszert ismertet, amely a szénhidrogéntelepet átlagos tulajdonságaival, az anyagmérleg segítségével, víztárolót részeire bontva lokális paramétereivel, numerikus modellel írja le.

A telepet körülvevő víztestet kör alakúnak tekintették, ahol is a víztest paraméterei sugárirányban változók, míg azonos sugárnál a szögelfordulás függvényében homogén. Tehát a rendszer lényegében egydimenziós.

Az általunk kidolgozott módszer Descartes-koordináták segítségével írja le a szénhidrogénteleppel érintkező víztárolót, és a modell kétdimenziós.

Az algoritmus az alábbi összefüggéseken alapul.

A kontinuitás, a Darcy-törvény és az állapotegyenlet segítségével porózus közegben szűrődő fluidum kétdimenziós áramlását az alábbi összefüggés írja le [11]:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{Kb}{\mu}\frac{\partial}{\partial x}(p-\gamma D)\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{Kb}{\mu}\frac{\partial}{\partial y}(p-\gamma D)\right] - q_v(\alpha) = \frac{\partial \Theta b S}{\partial t}. \qquad (11)$$

A rendszer külső határán $\frac{\partial P}{\partial x}$, ill. $\frac{\partial P}{\partial y}=0$, a belső határon, a víztároló és a telep érintkezési vonalán $\frac{\partial P}{\partial x}$, ill. $\frac{\partial P}{\partial y} \lesseqgtr 0$. A telephatáron a potenciálgradiens értékét a víztestre vonatkozó lineáris differenciaegyenlet-rendszer és a telep átlagnyomását meghatározó anyagmérleg-egyenlet közös megoldása adja.

A közös megoldást iteráció adja. A fázishatáron a nyomás értéke adott is lehet, és ha értéke az időben állandó, akkor a numerikus modell segítségével a tetszőleges víztárolóra vonatkozó hatásfüggvény meghatározható. Az így előállított hatásfüggvénnyel a további számításainkban a numerikus modellt helyettesíthetjük. Egy ilyen típusú modellel tehát bármilyen alakzatú, heterogén víztárolóra vonatkozó Van Everdingen—Hurst-függvényt elő tudunk állítani.

2. Szénhidrogéntelepek földtani készletének számítása hatásfüggvény segítségével

A kezdeti földtani szénhidrogénkészlet meghatározásakor megtartottuk a [10] tanulmányban közölt módszer alapelvét, bizonyos módosítással. A két kiértékelő eljárás eltérése a következő: a [10] geometriailag jellemzett rendszerek esetén ad összefüggést a kezdeti készlet és a homogénnek feltételezett víztároló paraméterei: vízbeáramlási állandó, dimenzió nélküli idő, a víztároló—telepsugár arány stb. között, míg az alábbiakban bemutatott eljárás esetén csak a földtani készlet és a fent említett paramétercsoport által befolyásolt kumulatív vízmennyiség közti összefüggést keressük, inhomogén víztároló esetén.

Az anyagmérleg-egyenlet az alábbi formában irható fel kőolajtelepre:

$$\frac{F}{E_o + m\frac{B_{oi}}{B_{gi}}E_g} = N_i + \frac{W_e}{E_o + m\frac{B_{oi}}{B_{gi}}E_g}, \qquad (12)$$

ahol

$$F = N_p[B_o + B_g(R_p - R_s)] + W_p - W_i - G_i B_{gi},$$

$$E_o = B_g(R_{si} - R_s) + (B_o - B_{oi}),$$

$$E_g = B_g - B_{gi};$$

földgáztelepre

$$\frac{G_p B_g + W_p}{E_g} = G_i + \frac{W_e}{E_g}. \qquad (13)$$

Mindkét egyenletben

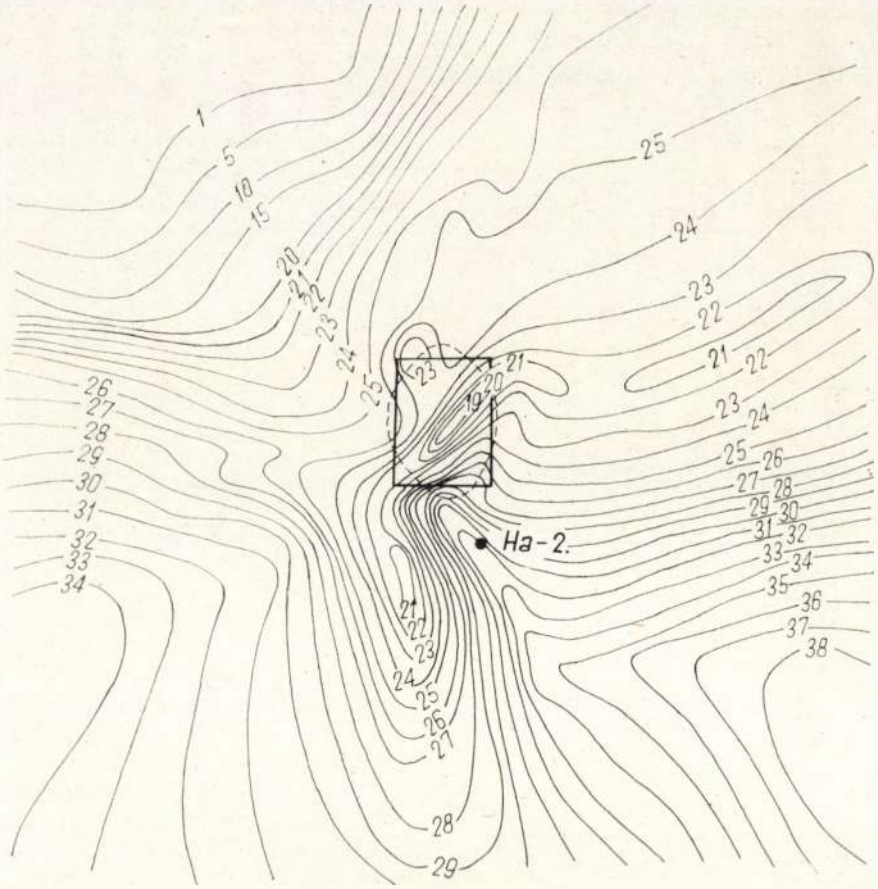
$$W_e = \sum_{j=1}^{k=i} (p_{i-j} - p_{i-j+1}) F_j. \qquad (14)$$

A telepfluidumok pVT-tulajdonságai, a kitermelt fluidumok mennyisége, valamint a rétegnyomás ellenőrzött termelés esetén ismertek. Ismeretlen N, a G_i és általában F_j.

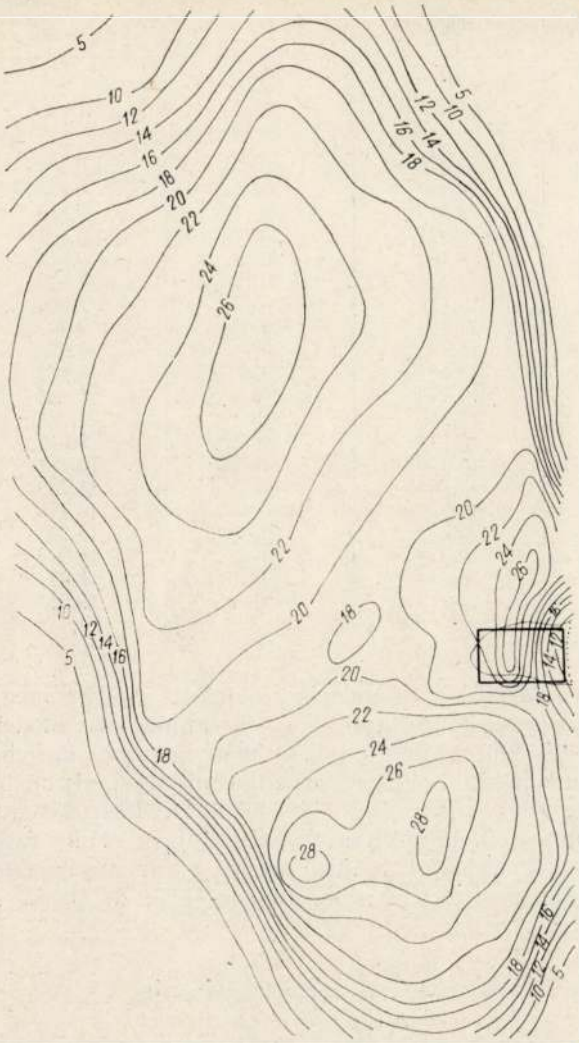
Az ismeretlen tulajdonságú víztesthez végtelen sok hatásfüggvényt rendelhetünk a monotonitás fenntartása mellett. Azért, hogy ezt elkerüljük, és a hatásfüggvény-kiválasztás módját egyértelműen determináljuk, az F_j függvényt a következő módszerrel számítjuk.

Felveszünk egy készletet, és a mért nyomások alapján anyagmérleg segítségével számítjuk a telepbe beáramlott víz kumulatív mennyiségét. Ezután az 1. fejezetben közölt eljárással meghatározzuk a felvett készlethez tartozó hatásfüggvényt, majd egy másik készlethez tartozó hatásfüggvényt számítunk stb.

Így lényegében egy hatásfüggvénysort kapunk. Különböző hatásfüggvények esetén megoldjuk a (12) vagy a (13) egyenletet. Azt a hatásfüggvényt fogadjuk el a víztárolóra jellemzőnek, amelyen az ábrázolt pontsor *45°-os egyenesen* helyezkedik el, az alábbi koordináta-rendszerben:



1. ábra
A Szoboszló II. telep és a víztároló vastagságtérképe (h_{eff}, m)



2. ábra
A Maros 3. telep és a víztároló vastagságtérképe (h_{eff}, m)

kőolajtelep esetén

$$y = \frac{F}{E_o + m\frac{B_{oi}}{B_{gi}}E_g}, \quad x = \frac{\sum_{j=i}^{k=i}(p_{i-j} - p_{i-j+1})F_j}{E_o + m\frac{B_{oi}}{B_{gi}}E_g};$$

földgáztelep esetén

$$y = \frac{G_p B_g + W_p}{E_g}, \quad x = \frac{\sum_{j=1}^{k=i}(p_{i-j} - p_{i-j+1})F_j}{E_g}.$$

A tengelymetszet adja N_i és G_i értékét.

A fent ismertetett eljárást a kezdeti készlet, valamint a víztároló intenzitására jellemző hatásfüggvény meghatározására más formában is alkalmazhatjuk.

Azt a kezdeti kőolaj- és gázkészletet fogadjuk el, anelynek segítségével a számított és a mért rétegnyomás a legjobban megegyezik. Ezt az eljárást elnevezhetjük a szénhidrogénkészletek explicit meghatározási módszerének, hiszen adott víztároló esetén a rétegnyomás csak a kezdeti földtani készlet és a termelés függvénye.

3. Gyakorlati alkalmazás

3.1. Hatásfüggvény meghatározása numerikus modellel

Az *1.* és a *2. ábra* szemlélteti a Szoboszló II. és a Maros 3. gáztelepeket körülvevő víztárolók regionális kiterjedését és vastagságtérképét. Hasonlóképpen felrajzolhatnánk a porozitás- és az áteresztőképességeloszlást is. A geológiai kép valószínűsített. A térképeken téglalap idommal jelöljük a numerikus modellel végzett számításokhoz figyelembe vett fázishatárokat. A téglalap idomokon belül a rendszert az anyagmérlegegyenlettel, tehát az átlagos paraméterekkel, a határon kívüli víztárolót a lokális paramétereivel jellemezzük.

1. táblázat

Szoboszló II. telep. Kezdeti rétegnyomás: 93,5 ata

Idő év	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³
1	92,5	0,422	83,5	4,222	92,5	0,422
2	92,5	0,729	83,5	7,288	92,5	0,729
3	92,5	0,992	83,5	9,916	92,5	0,992
4	92,5	1,230	83,5	12,301	92,5	1,230
5	92,5	1,452	83,5	14,519	92,5	1,452
6	92,5	1,661	83,5	16,609	88,5	3,351
7	92,5	1,860	83,5	18,595	88,5	4,776
8	92,5	2,050	83,5	20,491	88,5	6,017
9	92,5	2,231	83,5	22,308	88,5	7,152
10	92,5	2,406	83,5	24,053	88,5	8,214
11	92,5	2,573	83,5	25,732	83,5	11,329
12	92,5	2,735	83,5	27,351	83,5	13,819
13	92,5	2,892	83,5	28,913	83,5	16,047
14	92,5	3,042	83,5	30,423	83,5	18,117
15	92,5	3,189	83,5	31,882	83,5	20,070
16	92,5	3,330	83,5	33,294	78,5	24,038
17	92,5	3,467	83,5	34,662	78,5	27,348
18	92,5	3,600	83,5	35,987	78,5	30,367
19	92,5	3,728	83,5	37,271	78,5	33,199
20	92,5	3,852	83,5	38,516	78,5	35,888

2. táblázat

Maros 3. telep. Kezdeti rétegnyomás: 208,2 ata

Idő év	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³	$P_{\text{határ}}$ ata	W_e 10^6 m³
1	207,2	0,247	198,2	2,470	207,2	0,247
2	207,2	0,416	198,2	4,163	207,2	0,416
3	207,2	0,562	198,2	5,612	207,2	0,562
4	207,2	0,693	198,2	6,931	207,2	0,693
5	207,2	0,816	198,2	8,162	207,2	0,816
6	207,2	0,933	198,2	9,324	203,2	1,920
7	207,2	1,043	198,2	10,429	203,2	2,709
8	207,2	1,149	198,2	11,485	203,2	3,395
9	207,2	1,250	198,2	12,495	203,2	4,024
10	207,2	1,347	198,2	13,465	203,2	4,613
11	207,2	1,440	198,2	14,393	198,2	6,406
12	207,2	1,530	198,2	15,286	198,2	7,783
13	207,2	1,616	198,2	16,144	198,2	9,015
14	207,2	1,698	198,2	16,970	198,2	10,161
15	207,2	1,777	198,2	17,766	198,2	11,243
16	207,2	1,854	198,2	18,529	193,2	13,470
17	207,2	1,927	198,2	19,265	193,2	15,281
18	207,2	1,998	198,2	19,974	193,2	16,933
19	207,2	2,067	198,2	20,656	193,2	18,482
20	207,2	2,133	198,2	21,314	193,2	19,952

A tanulmányban bemutatott példákban a határnyomást az idő függvényében előírtuk. A határnyomás értékét mindkét esetben a következőképpen vettük fel:

— a kezdeti és a tényleges nyomás különbsége a határon állandó, és értéke 1 at;

— a kezdeti és a tényleges nyomás különbsége a határon állandó, és értéke 10 at;

— a kezdeti és a tényleges nyomás különbsége az idő függvényében változó.

Mindhárom esetben $t=0$ időpontban a fluidumpotenciál értéke a helykoordináta függvényében állandó.

Az 1.2. alfejezetben bemutatott modell segítségével számított végeredményeket a termelési idő függvényében az *1.* és *2. táblázat* tartalmazza.

Az *1.* és a *2. táblázat* alapján megállapítható, hogy az 1 at nyomáskülönbséghez tartozó kumulatív vízmennyiség-függvény segítségével bármely változathoz kiszámíthatjuk a telepbe áramlott víz kumulatív mennyiségét anélkül, hogy a numerikus modellt a további számításainkban felhasználnánk. Ez tehát azt is jelenti, hogy egy numerikus modellel, viszonylag igen kis számítógépi idővel, tetszőleges alakzatú, inhomogén tárolóra a Van Everdingen—Hurst-függvényt meghatározhatjuk, amely pl. az anyagmérleg számítással történő előrejelzésének lehet az alapja.

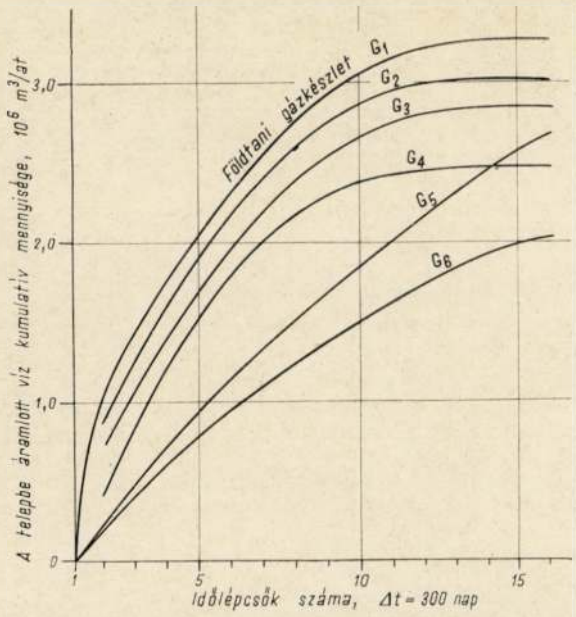
3.2. Készletmeghatározás hatásfüggvény segítségével

Az 1. részben, valamint a *3. táblázatban* közölt rétegnyomásértékekhez a Maros 3., a Szoboszló II. gáz- és a Szeged 1. gázsapkás kőolajtelepekre az 1. fejezetben közölt módszerrel meghatároztuk a kezdeti geológiai készleteket, és kiválasztottuk a megfelelő hatásfüggvényeket is.

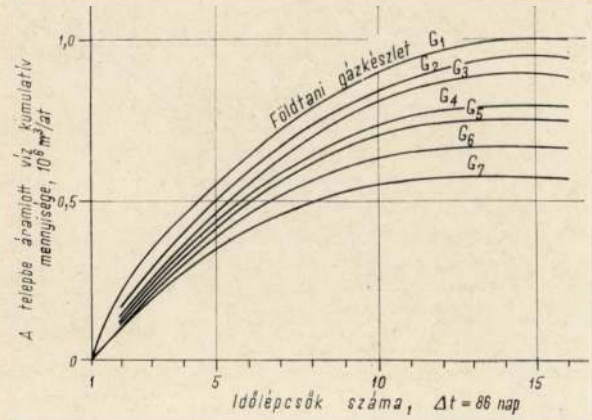
3. táblázat

Szeged 1. telep

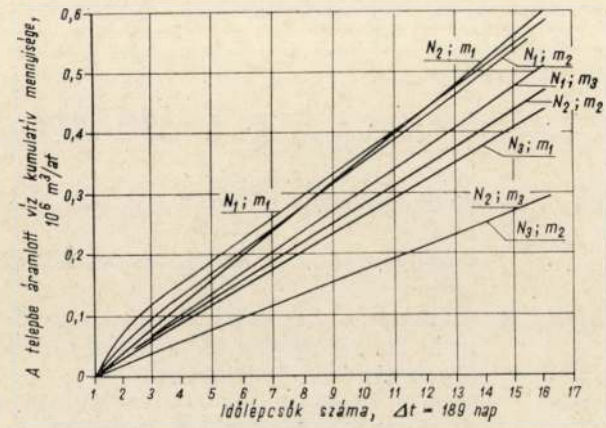
Idő nap	Nyomás, ata			Kum. ot. 10^3 m³	Kum. vízt. 10^3 m³	Kum. gázt. 10^3 nm³	Bes. víz kum. menny. 10^3 m³
	az olajtest közepén	VOH-on	GOH-on				
0	192,8	193,7	192,0	—	—	—	—
274	191,8	193,4	191,7	69,7	0,3	9 300,9	0,0
412	191,0	192,6	191,0	147,7	7,5	16 324,3	0,0
639	189,9	191,5	189,9	294,9	9,0	32 789,2	0,0
912	188,5	190,2	188,4	546,6	10,7	61 642,2	0,0
1050	187,4	189,1	187,3	694,4	11,8	78 655,3	0,0
1216	186,8	188,5	186,5	863,5	13,4	98 175,4	0,0
1384	186,2	188,3	186,0	1016,8	15,2	116 767,7	0,0
1552	185,6	187,7	185,4	1179,9	19,0	135 652,4	0,0
1750	185,4	187,0	185,2	1382,7	25,0	158 755,1	18,6
1901	186,5	187,8	186,4	1545,3	28,9	177 243,8	205,4
2085	189,5	190,5	188,8	1767,8	34,0	205 081,5	664,2
2282	190,6	192,2	190,9	2049,1	41,3	246 913,4	1299,2
2465	191,8	193,0	191,7	2269,4	49,3	282 536,2	1766,4
2661	191,6	191,5	191,8	2473,5	76,1	321 634,4	2300,3
2830	191,8	192,1	192,2	2666,4	107,8	367 640,7	2785,7



3. ábra
A Szoboszló II. teleppel érintkező víztároló hatásfüggvénye



4. ábra
A Maros 3. teleppel érintkező víztároló hatásfüggvénye



5. ábra
A Szeged 1. teleppel érintkező víztároló hatásfüggvénye
(a 8. ábra szerint a víztároló N_1; m_1 jelzésű hatásfüggvénnyel jellemezhető)

A számítási eljárás a következő volt. Különböző geológiai készleteket feltételezve (G_i és N_i) földgáz- és kőolajtelepre vonatkozó anyagmérleg-egyenlettel és a mért rétegnyomásértékekkel számítottuk a telepekbe beáramlott víz kumulatív mennyiségét. Ennek ismeretében az 1. fejezetben bemutatott algoritmussal meghatároztuk a $G(t)$ függvényeket. A számítások eredményeit a *3.*, *4.* és *5. ábra* szemlélteti.

A $G(t)$ függvények ismeretében a 2. fejezetben közölt módszer szerint megfelelő koordináta-rendszerben ábrázoltuk a független és a függő változók értékét. A 45°-os egyeneseket berajzolva a tengelymetszet adja a kezdeti gáz- és kőolajkészletet. A számítások eredményeit a *6.*, *7.* és *8. ábra* mutatja.

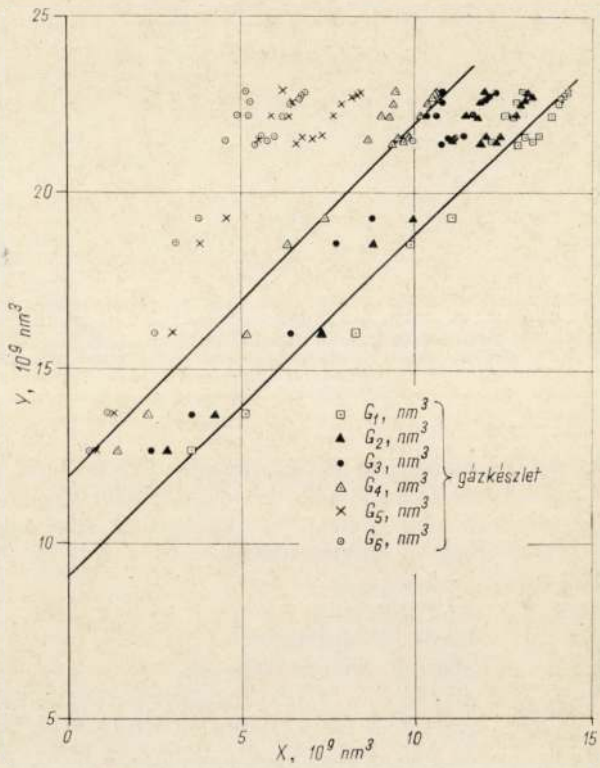
A diagramok szerint:

a Szoboszló II. telep geológiai gázkészlete	$9—12 \cdot 10^9$ nm³
a Maros 3. telep geológiai gázkészlete	$10—12{,}5 \cdot 10^9$ nm³
a Szeged 1. telep geológiai kőolajkészlete	$\approx 13 \cdot 10^6$ m³

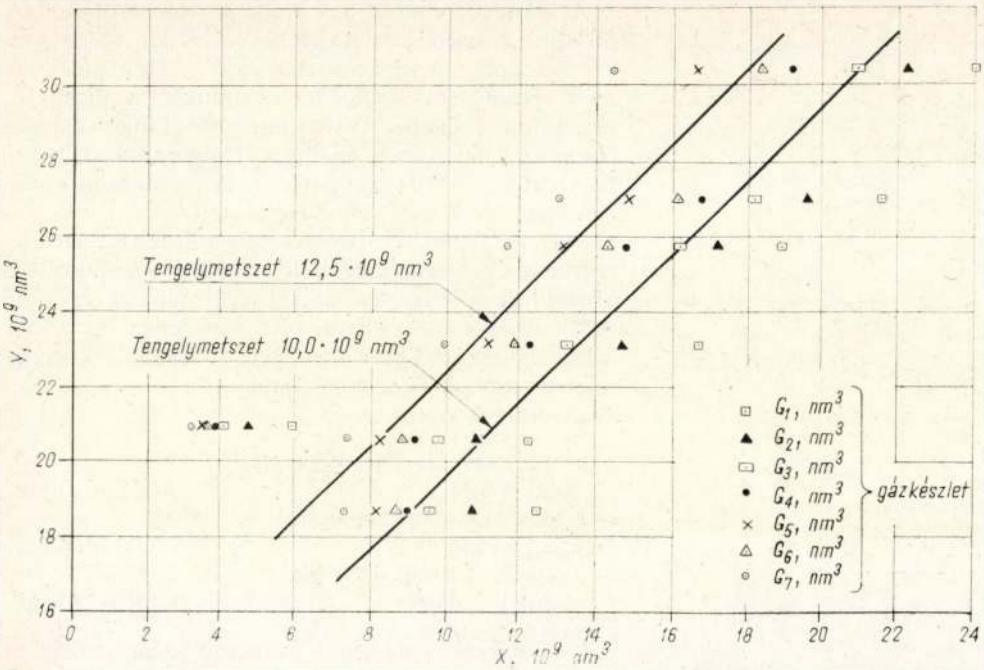
Az elemzéshez szükséges számítógépi programokat *Gundel Ilona* és dr. *Hevesi Sándorné* matematikusok készítették.

JELÖLÉSEK

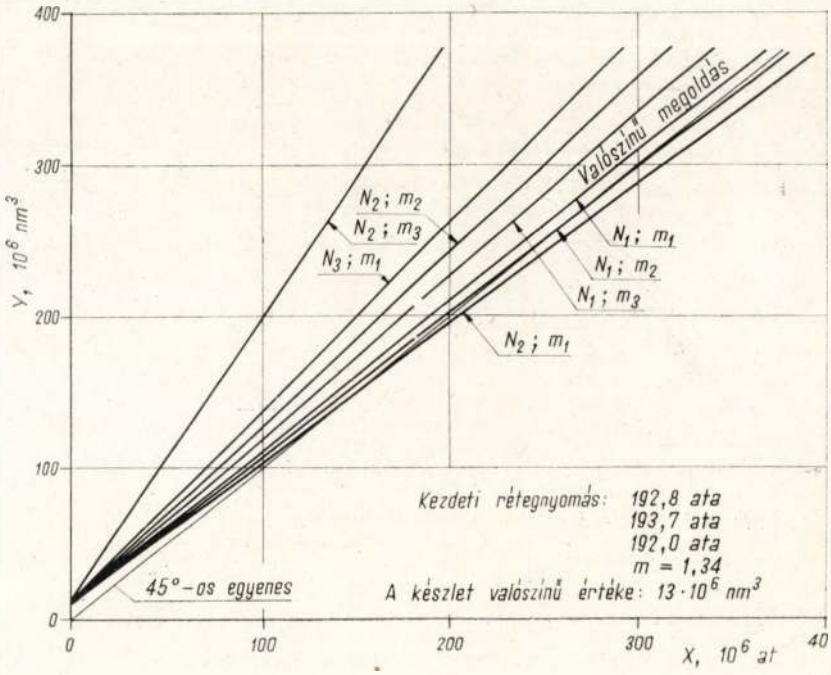
b	a teleptérfogati tényező reciproka
B_{oi}, B_{gi}	a kezdeti rétegnyomáshoz tartozó, olajra és gázra vonatkozó teleptérfogati tényező



6. ábra
Szoboszló II. telep
A kezdeti rétegparaméterek meghatározása hatásfüggvény segítségével



7. ábra
Maros 3. telep
A kezdeti rétegparaméterek meghatározása hatásfüggvény segítségével



8. ábra
Szeged 1. telep
A kezdeti készlet meghatározása anyagmérleg-egyenlettel számított hatásfüggvény alapján

B_o, B_g az aktuális rétegnyomáshoz tartozó, olajra és gázra vonatkozó teleptérfogati tényező

D a térfogatelem középpontjának távolsága egy viszonyító síktól

$F(t)$ hatásfüggvény

$G(t)$ hatásfüggvény

G_i kezdeti földgázkészlet

K abszolút áteresztőképesség

$K_i(t)$ a kezdeti és az aktuális nyomás különbsége (p_0-p_i) a fázishatáron, ha $H(t)=F(t)$, ill. a $t=0$ időpontban a telepben levő víz mennyiségének és a fázishatáron átáramló víz kumulatív mennyiségének a különbsége (W_0-W_i), ha $H(t)=G(t)$; W_0 rendszerint zérus

m a gázos és olajos pórustérfogat aránya

N_i kezdeti kőolajkészlet

N_p kumulatív olajtermelés

P fluidumpotenciál

p nyomás

q_v a térfogatelemre vonatkozó besajtolás, ill. kivétel

R_p, R_{si}, R_s a kumulatív gáz—olaj viszony, a kezdeti, ill. az aktuális rétegnyomáshoz tartozó oldott gáz és az olaj viszonya

$r_i(t)$ impulzusfüggvény; ha $H(t)=F(t)$, akkor $r_i(t)$ jelöli a fázishatáron átáramló vízmennyiség ütemét; ha $H(t)=G(t)$, akkor $r(t)$ jelenti a fázishatár nyomását; $\Delta r_i=g_i-g_{i-1}$, illetve $\Delta r_i=p_i-p_{i-1}$, ahol

g_i az i időintervallumban a fázishatáron átáramló víz átlagos üteme, a g_{i-1} pedig az $i-1$-edik időintervallumban, ill. p_i és p_{i-1} az átlagos fázishatárnyomás a megfelelő időintervallumban

S telítettség

t idő

u_j, ill. v_i a lineáris programozáshoz alkalmazott úgynevezett lazítókonstans; értékük pozitív

W_e a telepbe áramlott víz kumulatív mennyisége

W_i a telepbe besajtolt víz kumulatív mennyisége

γ a porózus közegben áramló fluidum fajsúlya

φ porozitás

μ az áramló fluidum viszkozitása

IRODALOM

[1] *Van Everdingen, A. F.—Hurst, W.:* The application of the Laplace transformation to flow problems in reservoirs. Trans. AIME 1949 305—24.

[2] *Coats, K. H.—Tek, M. R.—Katz, D. L.:* Unsteady-state liquid flow through porous media having elliptic boundaries. Trans. AIME 1959 460—4.

[3] *Mueller, T. D.:* Transient response of nonhomogeneous aquifers. Soc. Pet. Eng. J. March 33—43 (1962).

[4] *Coats, K. H.:* A mathematical model water movement about bottom-water-drive reservoirs. Soc. Pet. Eng. J. March 44—52.

[5] *Chatas, A. T.:* Unsteady spherical flow in petroleum reservoirs. Soc. Pet. Eng. J. June 102—14 (1966).

[6] *Hutchinson, T. S.—Sikora, V. J.:* A generalized water-drive analysis. Trans. AIME 1959 169—78.

[7] *Coats, K. H.—Rapaport, L. A.—McCord, J. R.—Drews, W.:* Determination of aquifer influence functions from field data. J. Pet. Technology Dec. 1417—24 (1964).

[8] *Dumoré, S. M.—Marshal, D.:* The use of integral equations in the numerical solution of complex reservoirs engineering problems. Soc. Pet. Eng. J. Dec. 321—7 (1973).

[9] *Henson, W. L.—Wearden, P. L.—Rice, S. D.:* A numerical solution to the unsteady-state partial-water-drive reservoir performance problem. Soc. Pet. Eng. J. Sep. 184—9 (1961).

[10] *Havlena, D.—Odeh, A. S.:* The material balance as an equation of a straight line. J. Pet. Technology Aug. 896—900 (1963).

[11] *Pápay J.—Gundel I.:* Numerikus modell gázkút teljesítményének számítására. Kőolaj és Földgáz *10* (1975).

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Anyagmozgatás-Csomagolás** áprilisi száma közli *Juhász Gy.* **A raktári felrakodógépek biztonságtechnikai minősítése** c. tanulmányát, melyből megismerkedhetünk a személykíséretű raktári felrakodógépek veszélyforrásaival és azok kiküszöbölésének lehetőségeivel. A lap májusi számából ajánljuk *Kenessei Jánosné* **Az anyagmozgatás hatékonyságának elemzése, mint a vállalati tevékenység fokozásának eszköze** c. írását, melyben a szerző összefoglalja „Az anyagmozgatás gépesítésének tudományos alapjai" c. KGST-téma konzultációs találkozóján tartott előadása alapján az anyagmozgatás és a vállalati gazdálkodás összefüggéseit feltáró mutatókat.

Az **Energiagazdálkodás** 6. száma „A levegőtisztaság-védelem időszerű kérdései" című ankét (1976. nov. 19.) előadásai közül az alábbiakat közli: *Milley V.* **Eeredményeink a levegőtisztaság-védelem területén,** *Francia J.* **Műszaki fejlesztési feladatok a levegőtisztaság védelmében,** *Kiss I.* **A levegőtisztaság-védelmi műszaki szabályozás fejlesztési irányelvei,** dr. *Várkonyi T.* **Településeink osztályozása levegőminőségük alapján,** dr. *Sik Stefánia* **Az ipari emisszióforrások ellenőrzése.** A cikkek azokkal a hazánkban is társadalmi üggyé váló problémákkal foglalkoznak, melyek az emberi élet és anyagi javak megóvásának immáron elengedhetetlen feladatai közé tartoznak.

Az **Ipargazdaság** márciusi számában dr. *László F.* **Az alkotó szellemi munka szervezésének gazdasági és politikai jelentősége, különös tekintettel a vezetői tevékenységre** címmel közölt írása azt vizsgálja, hogy a tudományos-technikai forradalom vívmányai miként szolgálják a társadalom és az egyén sokoldalú, harmonikus fejlődését. Hangsúlyozza, hogy az alkotó szellemi munkában rejlő lehetőségek kihasználása terén hazai viszonylatban számottevő olyan tartalékokkal rendelkezünk, melyek jelentős mértékben hozzájárulhatnak társadalmi-gazdasági fejlődésünk meggyorsításához. Ugyancsak ebben a számban találjuk *Horváth Gy.* **Az alkotó szellemi munka hatékonyságának megállapítása és a hatékonyság növelésének módszerei** c. tanulmányát, melyben a szerző az alkotó dolgozók munkájának hatékonyságát szolgáló lehetőségeket kutatja. Felhívja a figyelmet, hogy az alkotó munka hatékonyságának megállapítása aligha végezhető el „kívülről" megalkotott sablonokkal, hanem célszerűbb az alkotó munkát végzők őszinte „önfényképezésének" eredményeit alapul venni.

A lap áprilisi száma további cikkekben elemzi a szellemi munka hatékonyságát. E téren figyelemre méltóak dr. *Timár J.* **Az alkotó szellemi munka,** és *Frank T.* **A szellemi munka vezetésének és szervezésének néhány problémája** c. írásai. Dr. *Szűcs P.* **A vállalati irányítási rendszer továbbfejlesztésének egyes kérdései** címmel tanulmányt közöl, melyben a vállalati irányítási rendszert olyan mechanizmusként szemléli, mely megfelelő feltételeket biztosít a vállalat működéséhez és fejlődéséhez, meghatározza a folyamatok áramlásának célszerű irányát, ütemét és biztosítja, ellenőrzi a megfelelő végrehajtásukat.

A **Mérés és Automatika** májusi számában jelentette meg a **Műszaki Világ** című különszámát, melyben egyes gyártó vállalatok tájékoztatják a lap olvasóit a magyar műszer-, automatika- és számítástechnika-ipar legújabb fejlesztési eredményeiről, gyártmányairól és alkalmazásukról. A különszámban olvashatunk az *EMG* néhány új gyártmányáról (11 591 típ. impulzusgenerátor, jelalak-analizátorok, HUNOR programozható számológépek), a *BRG* alfa-numerikus adatrögzítő rendszeréről, a *Danuvia* új típusú hidraulikus modulelemeiről, a *Finomszerelvénygyár* korszerű pneumatikus elemeiről, a *Gamma Művek* folyamatirányító gépéről, a *Ganz Műszer Művek* legújabb mérőműszereiről, a *Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet* gyártmányairól (programozható széles sávú mérőrendszer, hálózati tápegységek), a *FOK—GYEM Szövetkezet* rajzdigitalizáló készülékéről, a *Kontakta* vezérlőpultjáról és a vezérléstechnikához tartozó mozaikrendszeréről, az *MMG Automatikai Művek* számítógépes irányítástechnikai rendszeréről, a *MIKI* mérőautomata rendszeréről, a *Puskás Tivadar Műszer és Gépipari Szövetkezet* robbanásbiztos szintmérő és -szabályozó berendezéséről, az *ORION* távadatfeldolgozó rendszeréről, a *Számítógépalkalmazási Kutató Intézet* tevékenységéről és a *Számítástechnikai Koordinációs Intézet* színes, grafikus megjelenítő (display) berendezéséről.

A **Számítástechnika** júniusi számából lapunk olvasóinak ajánljuk *Csányi—Szabó* **Tavaszi BNV' 77** című összefoglalóját és *Bánó Gy.* **VIDEOPLEX, R—10 alapú on-line adatrögzítő rendszer,** *Pogány Cs.* **Az operációkutatás** c. írásait.

A **Villamosság** 2. számában találjuk *Esztergár P.* **Robbanásveszélyes vegyipari üzemek világító berendezései** c. írását, melyben a szerző a tervezés egyes lépéseit elemzi, valamint a már üzemben levő berendezések karbantartására ad hasznos tanácsokat. *Jáni Józsefné* **Ipari világítási berendezések tervezése kérdései** c. írásában a belső téri világítás tervezőinek lelkiismeretét ébresztgeti a jó világítás jellemzőinek, a világítástervezés szempontjainak rövid összefoglalásával.

1977. július hó

Csaba József

Talajba ágyazott csővezetékek elmozdulásának számítása a véges elemek módszerével 2. r.

BÉRES DEÁK LÁSZLÓ

A tanulmány első része a feladat általános esetre vonatkozó megoldásának elvi alapjait tartalmazta; ismertette a kézi és gépi számításra egyaránt alkalmas összefüggéseket. A 2. rész bemutat néhány, a tervezési gyakorlatban előforduló alkalmazási lehetőséget.

A feladat általános megoldására felállított sémát alkalmazzuk a továbbiakban a gyakorlatban előforduló feladatokra. A számításokat konkrét számadatokkal is elvégezzük, hogy a gyakorlati alkalmazást megkönnyítsük. A feladatokat elsősorban a kézi számítások lehetőségeinek megfelelően választottuk ki.

1. feladat. *Állandó keresztmetszetű és hőmérsékletű csővezeték elmozdulása a hossz mentén azonos nagyságú talajsúrlódás ellenében, abszolút plasztikus talajban (1. ábra).*

A hőtágulás és a belső nyomás hatására a csővezeték egy szakasza elmozdul, ez az L elmozduló hossz. Tekintsük ezt az egész szakaszt egyetlen elemnek.

A feladat peremfeltételei:

a) az $x=0$ helyen $u_0=0$, a csővégre ható erő pedig a feltételezett elmetszés miatt a talajban mozdulatlanul maradó csőrész axiális erőhatását pótolja.

A befogott cső falában ébredő feszültségek:

az akadályozott hőtágulásból eredő

$$\sigma_{at} = -\alpha E \Delta t,$$

a belső nyomásból eredő

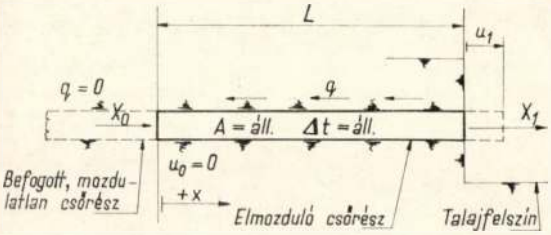
$$\sigma_{ap} = +\nu \frac{Dp}{2s}.$$

A végponti erő

$$X_0 = -A(\sigma_{at}+\sigma_{ap}) = \alpha\,\Delta t\,AE - \nu A \frac{Dp}{2s}.$$

b) a felszínre bukás helyén az elmozdulás u_1, a végponti erő pedig a belső nyomásból ered:

$$X_1 = A\frac{Dp}{4s}.$$



1. ábra
Felszínre bukó egyenes csővezeték elmozdulása

Behelyettesítve az egyetlen elemre vonatkozó egyensúlyi egyenletbe [1. rész (22) összefüggése]:

$$\begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & -\frac{AE}{L} \\ -\frac{AE}{L} & \frac{AE}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ u_1 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -AE\alpha\Delta t \\ AE\alpha\Delta t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{qL}{2} \\ \frac{qL}{2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A\alpha E\Delta t - A\nu\frac{Dp}{2s} \\ A\frac{Dp}{4s} \end{bmatrix}.$$

A mátrixegyenlet két egyenletből álló lineáris egyenletrendszerre bontható fel, melyekben L és u_1 az ismeretlen.

Összeadva a két egyenletet

$$L = \frac{AE\alpha\Delta t + A\left(\frac{1}{2}-\nu\right)\frac{Dp}{2s}}{q}.$$

Visszahelyettesítve bármelyik egyenletbe

$$u_1 = \frac{L}{2}\alpha\Delta t + \frac{L}{2E}\left(\frac{1}{2}+\nu\right)\frac{Dp}{2s}.$$

A talajba ágyazott csővezetékek elmozdulásának számításakor mindig problémát jelentett a belső nyomás figyelembevétele. Legtöbb szerző szerint nem hat a csővezeték elmozdulására [1, 2], mások szerint jelentősen befolyásolja azt [7]. A fenti eredmény azt mutatja, hogy a belső nyomás szerepe az elmozduló hossznál nem jelentős, a megnyúlás nagyságát viszont lényegesen befolyásolja.

Levonható az az érdekes következtetés is, hogy pusztán a belső nyomás hatására a csővezeték axiális elmozdulása jelentéktelen, ha azonban a hőtágulással együttesen lép fel, a belső nyomásból adódó elmozdulás hozzáadódik a hőtágulásból adódó elmozduláshoz.

Számpélda

Adatok: $D = 219$ mm $= 0{,}219$ m
$s = 10$ mm
$A = (D-S)\,\pi s = 65{,}66$ cm²
$p = 120$ kg/cm²
$t_0 = 5$ C°
$t = 45$ C°
$\Delta t = t - t_0 = 40$ C°
$\alpha = 12\cdot 10^{-6}$ 1/C°
$E = 2{,}1\cdot 10^6$ kg/cm²

A talajsúrlódás számítása az [1] alapján történt az alábbi felvett adatokkal:

talaj térfogatsúlya $\gamma_E = 1700\ \mathrm{kg/m^3}$
súrlódási tényező $\mu = 0{,}3$
fektetési mélység $H = 100\ \mathrm{cm} = 1\ \mathrm{m}$.

A csőfelületre ható normális irányú talajerők a felső felületen

$$N_0 = \frac{\gamma_E D\pi}{4}\left(H + 0{,}15\frac{D}{2}\right) =$$

$$= \frac{1700 \cdot 0{,}219 \cdot \pi}{4}\left(1 + 0{,}15\frac{0{,}219}{2}\right) = 297{,}2\ \mathrm{kg/m};$$

az alsó felületen (a szállított közeg súlyát elhanyagoljuk)

$$N_u = 0{,}85\left[D\gamma_E\left(H + 0{,}125\frac{D}{2}\right) + G_R + G_N\right] =$$

$$= 0{,}85\left[0{,}219 \cdot 1700\left(1 + 0{,}125\frac{0{,}219}{2}\right) + 51{,}5\right] =$$

$$= 364{,}6\ \mathrm{kg/m}.$$

A plasztikus talaj súrlódásból eredő terhelése a csőfalon

$$q = \frac{\mu}{100}(N_0 + N_u) = \frac{0{,}3}{100}(297{,}2 + 364{,}6) =$$

$$= 2{,}00\ \mathrm{kg/cm}.$$

Az elmozduló hossz:

$$L = \frac{A\left[E\alpha\,\Delta t + \left(\frac{1}{2} - \nu\right)\frac{Dp}{2s}\right]}{2} =$$

$$= \frac{65{,}66(1008 + 223{,}4)}{2} = 40426\ \mathrm{cm} \approx 404\ \mathrm{m}.$$

A csővég elmozdulása:

$$u_1 = \frac{L}{2}\left[\alpha\Delta t + \frac{1}{E}\left(\frac{1}{2} + \nu\right)\frac{Dp}{2s}\right] =$$

$$= \frac{40426}{2}(480 \cdot 10^{-6} + 519 \cdot 10^{-6}) = 20{,}2\ \mathrm{cm}.$$

2. feladat. *Eltérő falvastagságú csővezetékek csatlakozási pontjának elmozdulása (2. ábra).*

Tegyük fel, hogy mind a talajsúrlódás, mind a csővezeték hőmérséklete a cső hossztengelye mentén állandó.

Peremfeltételek:

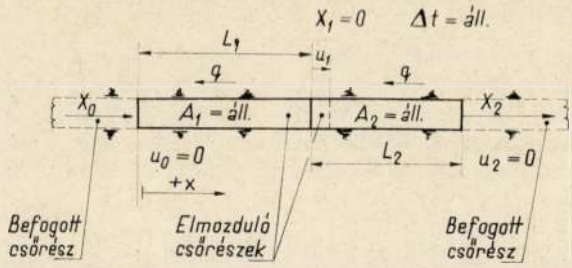
a) a csatlakozási pontban keressük u_1 elmozdulást, ha $X_1 = 0$;

b) a csatlakozási ponttól L_1 és L_2 távolságra $u_0 = u_2 = 0$;

a ható erők:

$$X_0 = A_1\left(\alpha E\,\Delta t - \nu\frac{Dp}{2s}\right)$$

$$X_2 = -A_2\left(\alpha E\,\Delta t - \nu\frac{Dp}{2s}\right).$$



2. ábra
Változó fémes keresztmetszetű csővezetékek találkozási pontja

Írjuk fel az L_1 és L_2 hosszúságú elemekre az egyensúlyi egyenletet [1. rész (27) összefüggés].
Ismeretlenek: L_1, L_2 és u_1

$$\begin{bmatrix} \frac{A_1E}{L_1} & -\frac{A_1E}{L_1} & 0 \\ -\frac{A_1E}{L_1} & \frac{A_1E}{L_1} + \frac{A_2E}{L_2} & -\frac{A_2E}{L_2} \\ 0 & -\frac{A_2E}{L_2} & \frac{A_2E}{L_2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0 \\ u_1 \\ 0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -A_1\alpha E & 0 \\ +A_1\alpha E & -A_2\alpha E \\ 0 & +A_2\alpha E \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \Delta t \\ \Delta t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{L_1}{2} & 0 \\ \frac{L_1}{2} & \frac{L_2}{2} \\ 0 & \frac{L_2}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} q \\ q \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} A_1\left(\alpha E\,\Delta t - \nu\frac{Dp}{2s_1}\right) \\ 0 \\ -A_2\left(\alpha E\,\Delta t - \nu\frac{Dp}{2s_2}\right) \end{bmatrix}.$$

Az egyenleteket kifejtve és összeadva

$$L = L_1 + L_2 = \frac{(A_1 - A_2)\alpha E\,\Delta t}{q}.$$

Ezután az egyes elmozduló hosszak értéke és a csatlakozási pont elmozdulása már számítható:

$$u_1 = \frac{\frac{1}{2}(L_1 + L_2)q}{\frac{A_1E}{L_1} + \frac{A_2E}{L_2}};$$

L_1 és L_2 az alábbi másodfokú egyenletből határozható meg:

$$\frac{L_1^2}{2A_1}q - \frac{L_2^2}{2A_2}q + L_1\nu\frac{Dp}{2s_1} + L_2\nu\frac{Dp}{2s_2} = 0.$$

Ha a belső nyomásból eredő, általában kis erőhatástól eltekintünk:

$$L_1 = L_2\sqrt{\frac{A_1}{A_2}}.$$

Számpélda

Az 1. feladatnál vizsgált ∅ 219×10 mm méretű csővezeték hegesztéssel csatlakozik az ∅ 219×12,5 mm méretű csővezetékhez. Mindkét csővezeték megfelelően hosszú. A talajsúrlódás értéke az 1. feladatban számítottal egyezik. A belső nyomás hatását elhanyagoljuk.

$$A_1 = (D - s_1)\pi s_1 = (21{,}9 - 1{,}0)\pi \cdot 1{,}0 = 65{,}66 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = (D - s_2)\pi s_2 = (21{,}9 - 1{,}25)\pi \cdot 1{,}25 = 81{,}09 \text{ cm}^2$$

$$L_1 + L_2 = \frac{(A_2 - A_1)\alpha E \Delta t}{q} =$$

$$= \frac{(81{,}09 - 65{,}66)\,12 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 40}{2} =$$

$$= 7776 \text{ cm} \cong 78 \text{ m};$$

$$L_1 = L_2 \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = L_2 \sqrt{\frac{65{,}66}{81{,}09}} = 0{,}90\, L_2$$

Ezekből

$$L_2 = 4093 \text{ cm} \cong 41 \text{ m}$$

$$L_1 = 3683 \text{ cm} \cong 37 \text{ m}.$$

A csatlakozási pont elmozdulása

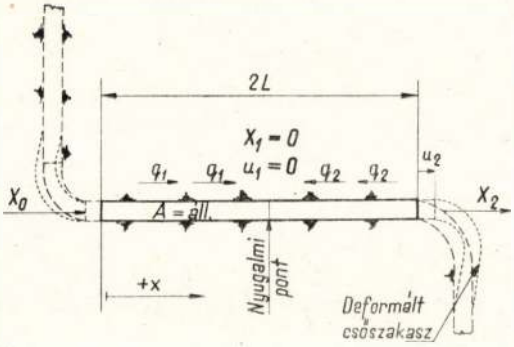
$$u_1 = \frac{\frac{1}{2} Lq}{\frac{A_1 E}{L_1} + \frac{A_2 E}{L_2}} = -\frac{\frac{1}{2} 7776 \cdot 2}{37\,438 + 41\,604} \cong -0{,}1 \text{ cm}.$$

3. feladat. *Iránytörések közötti csőszakasz elmozdulásai (3. ábra).*

Gyakran alkalmazzák a csőmozgások csökkentésére a derékszögű iránytöréseket. Legyen adva egy $2L$ hosszúságú csőszakasz, mindkét végén kis sugarú, derékszögű ívvel. Keressük az íveknél várható hosszirányú elmozdulás értékét.

A feladat legkritikusabb része a talajba ágyazott csőív által kifejtett erőhatás számítása. Itt a talajmechanikai jellemzők a feladatot nagymértékben bizonytalanná teszik.

Kötött és rugalmas talajok esetén a csőfelület tengelyre merőleges irányú elmozdulása és a talajerő egyenesen arányos [4, 5].



3. ábra
Iránytöréses csővezetékek elmozdulásai

Egységnyi felületre:

$$\frac{\sigma}{y} = k_\sigma,$$

ahol k_σ a talaj ágyazási együtthatója, kg/cm³.

A rugalmasan ágyazott csővezeték kihajlására kidolgozott elmélet szerint [4, 5] a cső merevsége

$$m = \sqrt[4]{\frac{EI}{k_\sigma D}},$$

és a cső elmozdulása az adott terhelés hatására

$$u = -X \cdot \frac{m^3}{EI} = -CX.$$

A csőszakaszt két elemre bontjuk fel. Felírva az egyensúlyi egyenletet:

$$\begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & -\frac{AE}{L} & 0 \\ -\frac{AE}{L} & 2\frac{AE}{L} & -\frac{AE}{L} \\ 0 & -\frac{AE}{L} & \frac{AE}{L} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} CX_0 \\ u_1 \\ CX_2 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} -A\alpha E & 0 \\ A\alpha E & -A\alpha E \\ 0 & A\alpha E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta t \\ \Delta t \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{L}{2} & 0 \\ \frac{L}{2} & \frac{L}{2} \\ 0 & \frac{L}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ 0 \\ X_2 \end{bmatrix}.$$

Szimmetriaokok miatt $q_2 = -q_1$, $u_1 = 0$ és $X_2 = -X_0$.

Az egyenletrendszer az alábbi egyenletre redukálódik:

$$2\frac{AE}{L} CX_0 = -2\, A\alpha E \Delta t + Lq + 2\, X_0;$$

ebből

$$X_0 = \frac{-A\alpha E \Delta t + \frac{1}{2} Lq}{C\frac{AE}{L} + 1}.$$

Számpélda

Vizsgáljuk az 1. feladatban számított, ∅ 219×10 mm méretű csővezeték iránytöréseinek hatását. A két iránytörés közötti egyenes csőhossz fele legyen

$$L = 100 \text{ m} = 10\,000 \text{ cm}.$$

A talaj ágyazási együtthatója

$$k_\sigma = 10 \text{ kg/cm}^3;$$

$$I = [D^4 - (D - s)^4]\frac{\pi}{32} = [21{,}9^4 - (21{,}9 - 1{,}0)^4]\frac{\pi}{32} =$$

$$= 3850 \text{ cm}^4;$$

$$m = \sqrt[4]{\frac{EI}{kD}} = \sqrt[4]{\frac{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 3850}{10 \cdot 21{,}9}} = 78{,}0 \text{ cm}.$$

A csőív „rugóállandója"

$$C = \frac{m^3}{EI} = \frac{78^3}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 3850} = 0{,}00006 \text{ cm/kg}.$$

Fentiek után a csőíveknél fellépő nyomóerő

$$X_0 = \frac{-A\alpha E\Delta t + \frac{1}{2}Lq}{C\frac{AE}{L}+1} =$$

$$= \frac{-66185+10\,000}{0{,}83+1} = -30\,702 \text{ kg}.$$

A talajba ágyazott csőív elmozdulása a hőtágulás hatására

$$u_0 = -X_0 C = 30\,702 \cdot 0{,}00006 = 1{,}84 \text{ cm}.$$

A fenti számítás során feltételeztük, hogy a két csőív közti egyenes szakasz kisebb, mint a csővezeték elmozdulási hosszának kétszerese. Ezt ebben az esetben az 1. feladatból tudtuk.

4. feladat. *Az elmozdulások változása a csőhossz mentén.*

Az elmozdulási hosszon belül vizsgáljuk meg az egyes pontok elmozdulásait. Osszuk fel e célból az 1. feladatban kiszámított elmozduló hosszt 4 egyenlő részre, és vizsgáljuk az egyes szakaszok csatlakozási pontjainak elmozdulását. Az egyéb adatok az 1. feladatéval egyeznek.

Az egyes elemek hossza:

$$L = \frac{L_{\text{elmozduló}}}{4} = \frac{404}{4} = 101 \text{ m}.$$

Alkalmazzuk az egyensúlyi egyenletet [1. rész (27) összefüggés] a csővezetékre, kihasználva az azonos hosszakból eredő kiemelések lehetőségét:

$$\frac{AE}{L}\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} =$$

$$= A\alpha E\Delta t \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ +1 \end{bmatrix} - \frac{qL}{2}\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A\alpha E\Delta t - Av\frac{Dp}{2s} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{Dp}{4s}A \end{bmatrix}.$$

Az *1. táblázat* 1., 2. és 3. oszlopában szerepelnek az erővektorok komponensei, melyeket összeadva az **R** erővektor tagjai megkaphatók (4. oszlop). Ha a cső egyensúlyban van, az erővektor tagjainak összege zérust ad (a példában ez a számítás pontossági határán belül teljesül).

Az egyenletrendszer megoldását egyszerűsíti az, hogy tudjuk: a cső az egyik végén be van fogva, azaz $u_0=0$. Ezért a merevségi mátrix első sorát és első oszlopát, valamint az r_1 tagot figyelmen kívül lehet hagyni. Az erőkomponenseket AE/L-lel osztva az alábbi lineáris egyenletrendszert kapjuk.

$$\begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1{,}48 \\ -1{,}48 \\ -1{,}48 \\ 7{,}27 \end{bmatrix}.$$

Az egyenletrendszer megoldása az algebrában ismeretes módon történhet. Például az utolsó egyenletből

$$u_4 = u_3 + 7{,}27.$$

Ezt behelyettesítve az utolsó előtti egyenletbe

$$u_3 = u_2 + 5{,}79$$

és így tovább. A végeredményeket az *1. táblázat* 5. oszlopa tartalmazza.

A végpont elmozdulására kapott eredmény megegyezik az 1. feladatban számítottal. A rácsponti elmozdulásokat megvizsgálva megállapítható, hogy az elmozdulás közel sem tekinthető lineárisnak egy elemen belül, ennek ellenére a linearitáson alapuló levezetés is e pontra helyes eredményt adott.

5. feladat. *Változó hőmérsékletű csővezeték elmozdulásai.*

A 4. feladatban számított csővezetékben a szállított közeg és ezzel együtt a csőfal hőmérséklete csökken a kezdőponttól való távolság függvényében. A hőmérséklet-változást a Suhov-féle összefüggés írja le [6]:

$$\Delta t_k = (t_{k0} - t_t)e^{-\frac{k}{gc}\frac{x}{100}}.$$

Tegyük fel, hogy jelen esetben $t_t = t_0$ és $\frac{k}{gc} = 0{,}1$ (1/m).

Induljunk ki az 1. feladatnál meghatározott elmozduló hosszból, és osszuk fel azt ismét 4 egyenlő részre. Számoljuk ki a Suhov-féle képlettel az egyes rácspontok hőmérsékletét és a Δt hőmérséklet-különbségeket (lásd az *1. táblázat* 6. és 7. oszlopát).

Az egyensúlyi egyenletet felírva a 4. feladatban ismertetetthez hasonló lineáris egyenletrendszert kapunk. Eltérés az $\mathbf{R}_0$ oszlopvektornál van, ahol

$$\mathbf{R}_0 = \alpha EA \begin{bmatrix} -\Delta t_1 \\ \Delta t_1 - \Delta t_2 \\ \Delta t_2 - \Delta t_3 \\ \Delta t_3 - \Delta t_4 \\ \Delta t_4 \end{bmatrix}.$$

A kiszámított r_{0i} értékeket az *1. táblázat* 8. oszlopa tartalmazza.

Az $\mathbf{R}_2$ vektor első eleme módosul, mivel a hőmérséklet-különbség kisebb lesz (*1. táblázat* 9. oszlop első eleme):

$$r_{21} = A\alpha E\Delta t_4 - Av\frac{Dp}{2s}.$$

Látható, hogy az $\mathbf{R}_1$ talajerővektort is módosítani kell úgy, hogy az erőegyensúly teljesüljön. Ez annyit jelent,

1. táblázat

Szakaszkezdő pont m	A 4. feladat adatai					Az 5. feladat adatai								A 6. feladat adatai				
	r_{0i} kg	r_{1i} kg	r_{2i} kg	r_i kg	u_i cm	Δt_k C°	Δt C°	r_{0i} kg	r_{2i} kg	r_{1i} kg	r_i kg	u_i cm	u_{ij} cm	r_{1i} kg	r_i kg	u_i cm
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
0	−66 185	−10 100	37 714	−38 571	0	40	38,08	−46 528	18 057	0	−28 471	0	0	−4 938	−33 409	0
101	0	−20 200	0	−20 200	2,83	36,16	34,43	−4 964	0	−10 695	−15 659	0	1,62	−10 398	−15 362	2,45
202	0	−20 200	0	−20 200	7,14	32,70	31,12	−5 477	0	−20 200	−25 677	3,24	5,80	−15 559	−21 036	6,03
303	0	−20 200	0	−20 200	12,93	29,54	28,12	−6 039	0	−20 200	−26 239	8,36	11,88	−20 200	−26 239	11,15
404	+66 185	−10 100	43 138	99 223	20,2	26,70		63 008	43 138	−10 100	96 046	15,4		−10 100	96 046	18,19
Összesen	0	−80 800	80 852	52	—	—	—	—	0	61 195	−61 195	0	—	—	−61 195	0	—

hogy az elmozduló hossz csökken (*1. táblázat* 10. oszlop). Tekintve, hogy az elmozduló hossz csökken, az u_0 elmozduláson kívül u_1 is nullává válik (az első szakaszon gyakorlatilag nincs talajerő). Az elmozduló hossz közelítően a második rácsponton kezdődik. Az **R** erővektor komponenseit a 11. oszlop tartalmazza.

Az egyenletrendszer — a 4. feladatnak megfelelő átalakítások után — az alábbi alakot ölti:

$$\begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1{,}88 \\ -1{,}92 \\ 7{,}04 \end{bmatrix}.$$

A számított elmozdulásokat az *1. táblázat* 12. oszlopa tartalmazza.

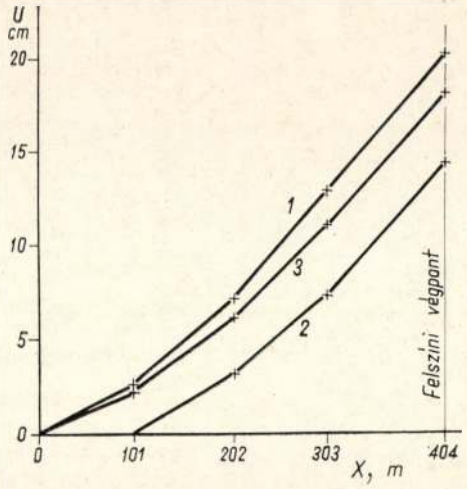
6. feladat. *Csővezeték elmozdulása változó talajsúrlódás esetén.*

A talajsúrlódás hossz menti változásának figyelembevétele az egyik legnehezebb probléma a talajba fektetett csővezetékeknél. Elsősorban akkor merül fel a kérdés, ha figyelembe kell venni a talaj plasztikus és rugalmas tulajdonságait egyaránt. A gyakorlatban előforduló, kellően kötött talajfajtáknál egy bizonyos elmozdulásig a talaj rugalmasan viselkedik, azaz a csőfalon fellépő csúsztatófeszültség az elmozdulással arányos:

$$\tau = -k_\tau \cdot u.$$

Bizonyos elmozduláson túl a talaj plasztikussá válik, azaz a csúsztatófeszültség az elmozdulástól függetlenül állandó. Több szerző megkísérelte az elmozdulások analitikus módszerekkel történő vizsgálatát [7, 8, 9], azonban a kapott összefüggések nem általános érvényűek, s ráadásul meglehetősen bonyolultak is. A véges elemek módszere olyan numerikus megoldási eljárást ad, mely — bár több lépéses iterációt tesz szükségessé — általánosan érvényes.

Tételezzük fel jelen esetben, hogy a talaj $u_{max} = 3$ cm elmozdulásig rugalmas viselkedésű, azon felül pedig az előzőekben számított $q_p = 2$ kg/cm plasztikus súrlódóerő ébred. (A gyakorlatban általában a talajok rugal-



4. ábra
A számított elmozdulások
1 állandó Δt, állandó talajsúrlódás
2 változó Δt, állandó talajsúrlódás
3 változó Δt, változó talajsúrlódás

mas elmozdulásának határa jóval kisebb, de a módszer illusztrálása és az előzőekkel való összehasonlítás miatt kénytelen voltam ezt az értéket felvenni.)

Induljunk ki az *1. táblázat* 12. oszlopában feltüntetett elmozdulásértékekből, és határozzuk meg az egyes szakaszok közepes elmozdulásértékét (13. oszlop). A talajellenállás csökkenése miatt feltehető, hogy az 1. szakaszra is fog jutni terhelés, ezért az erre kapott 0-t figyelmen kívül hagyjuk a továbbiakban.

Az előző feladatnál meghatározott r_{2i} és r_{0i} vektorkomponenseket változatlannak tartjuk, így csupán az $\mathbf{R}_1$ talajerővektor megváltoztatását kell vizsgálnunk.

A (25) összefüggés szerint

$$\mathbf{R}_1 = \begin{bmatrix} \frac{L}{2} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{L}{2} & \frac{L}{2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L}{2} & \frac{L}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{L}{2} & \frac{L}{2} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{L}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{bmatrix}.$$

Megvizsgálva a 13. oszlop adatait, a feltevésünk értelmében

$$q_4 = q_3 = 2{,}00 \text{ kg/cm},$$

$$q_2 = \frac{u_{12}}{u_{\max}} q_p = 1{,}08 \text{ kg/cm értékű lesz.}$$

Mivel

$$\sum_{i=1}^{4} L_i q_i = \sum_{i=1}^{4} r_{2i},$$

így q_1 értéke

$$q_1 = 0{,}49 \text{ kg/cm}.$$

Ezeket behelyettesítve, megkapjuk az *1. táblázat* 14. oszlopában szereplő r_{1i} elemeket. Az egyes rácspontokra ható erők összegezésével kapjuk a 15. oszlopban szereplő erőkomponenseket.

Az egyenletrendszer megoldásában a 4. feladatnál leírtak szerint járunk el. A lineáris egyenletrendszer végső alakja:

$$\begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1{,}13 \\ -1{,}54 \\ -1{,}92 \\ 7{,}04 \end{bmatrix}.$$

A számított elmozdulásokat a táblázat 16. oszlopa tartalmazza.

Megvizsgálva a kapott elmozdulásokat, látható, hogy eléggé eltérnek a kiindulásul felvett, a 12. oszlopban szereplő értékektől. Következő lépés az lenne, hogy valamilyen meggondolás alapján új kiinduló adatsort vegyünk fel (pl. úgy, hogy a 11. és 16. oszlopban szereplő elmozdulásértékek számtani közepét vesszük figyelembe az egyes rácspontoknál). Így többször megismételve a számítást, a kapott eredmények a kiinduló adatokhoz tetszőlegesen közelíthetők. E cikkben most nem végezzük el a fent leírt iterációs számítást, mivel elsősorban a módszer bemutatása a célunk. Ilyen feladatokat már célszerű számítógépen végezni, s jóval nagyobb elemszámmal dolgozni, azonkívül ki lehet használni a különböző elemhosszak lehetőségeit is.

A *4. ábra* tünteti fel a 4., 5. és 6. feladatban számított elmozdulásértékeket. Néhány következtetés levonható a görbék alakulásából:

a) Az elmozdulások a hossz mentén parabolaszerű változást mutatnak. Bizonyítható, hogy állandó hőmérséklet-különbség, állandó talajsúrlódás esetén ez a görbe másodfokú polinom.

b) Ha figyelembe vesszük a közeg és a csőfal hőmérsékletének csökkenését a végponttól távolodva, az elmozduló csőhossz és az elmozdulás értéke csökken.

c) A talaj rugalmasságának figyelembevétele — amennyiben ez szükséges — az elmozdulási csőhosszat megnöveli *(4. ábra 2* és *3* görbe*)*, s a végpont elmozdulása is nő.

d) A csővezeték elmozdulásának hossz szerinti deriváltja $\left(\frac{du}{dx}\right)$ a felszínre bukás helyén mindegyik görbénél azonos nagyságú.

Összefoglalás

A tanulmányban körvonalazott módszer alkalmas a talajba fektetett csővezeték elmozdulásának számítására, tetszőleges kiinduló adatok és peremfeltételek mellett. A bemutatott néhány mintapélda arra szolgál, hogy a gyakorlati munkában előforduló esetek számítását elméletileg megindokolja, és egyben kidolgozásában is segítséget nyújtson.

A módszer előnyei:

a) szilárd fizikai megalapozottság,

b) viszonylag egyszerű, sablonos mátrixegyenletek alkalmazása,

c) tetszőleges terhelési esetek azonos felépítésű egyenletrendszerrel oldhatók meg,

d) számítógépre kiválóan alkalmas.

A kidolgozott feladatok alapján az alábbiakat állapítjuk meg:

— Az egyenes csővezeték elmozdulásában a belső nyomás és a hődilatációt okozó hőmérséklet-különbség szerepe eltér. A belső nyomás gyakorlatilag nem befolyásolja az elmozduló csőhosszt, viszont igen nagy mértékben növeli meg a végpont elmozdulását.

— A talajba fektetett csővezetéknél jelentős elmozdulások és járulékos erőhatások lépnek fel az iránytörések és a keresztmetszet-változások helyén.

— A csővezeték végpontjának elmozdulását a csővezetékben fellépő hőmérséklet-változás és a talajellenállás elmozdulástól való függése lényegesen befolyásolja.

A módszer további finomítása és gyorsítása számítógép alkalmazásával érhető el.

JELÖLÉSEK

D	a cső átmérője	cm
s	csőfalvastagság	cm
p	belső nyomás a csőben	kg/cm²
t	a csőfal hőmérséklete	C°
t_t	talajhőmérséklet	C°
t_k	közeghőmérséklet	C°
t_0	szerelési hőmérséklet	C°
$\Delta t = t - t_0$	a hőtágulást kiváltó hőmérséklet-különbség	C°
$\Delta t_k = t_k - t_t$	a szállított közeg lehűlését kiváltó hőmérséklet-különbség	C°
ν	Poisson-szám	
α	lineáris hőtágulási együttható	1/C°
E	rugalmassági modulus	kg/cm²
q	a csőfalon ható talajsúrlódás megoszló terhelése	kg/cm²
L	a vizsgált csődarab hossza	cm
A	a csőfal fémes keresztmetszete	cm²
I	a cső hajlítási másodrendű nyomatéka	cm⁴
g	szállított közeg mennyisége	kg/h
x	hosszkoordináta	cm
c	a szállított közeg fajhője	kcal/kg C°
k	hőátbocsátási tényező	kcal/m h C°
u	elmozdulás	cm
σ	nyomó-, ill. húzófeszültség	kg/cm²
τ	csúsztatófeszültség	kg/cm²
k_σ	a talaj ágyazási együtthatója nyomófeszültség esetére	kg/cm³
k_τ	a talaj ágyazási együtthatója nyírófeszültség esetére	kg/cm³
G_R	a csővezeték folyométersúlya	kg/m
G_M	a csővezetékben levő közeg folyométersúlya	kg/m
γ_E	a talaj térfogatsúlya	kg/m³
C	rugóállandó	cm/kg

IRODALOM

[1] Handbuch für den Rohrleitungsbau. VEB Verlag 1968, Berlin.

[2] *Pollok L.—Faluvégi Gy.:* Földbe fektetett csővezetékek hőtágulásból eredő hosszirányú elmozdulásának meghatározása. Kőolaj és Földgáz *2* (1971).

[3] *Kamerstejn, A. G.:* Uszlovija rabotü sztal'nüh truboprovodov; rezervü ih neszuscsej szposzobnoszti. Moszkva, 1966.

[4] *Fekete, L. A.:* Structural design of pipe lines, subject to temperature change. Pipeline Industry Sep. 50—5 (1974).

[5] *Kármán T.—Biot M.:* Matematikai módszerek. Műszaki Könyvkiadó 1967, Budapest.

[6] *Szilas A. P.:* A földgáz termelése, elosztása és szállítása. Műszaki Könyvkiadó 1967, Budapest.

[7] *Jaszin, E. M.—Szpeljanin, G. I.:* Raszcset nadzemnüh gorjacsih truboprovodov na procsnoszt'. Transzport i Hranenie Nefti i Nefteproduktov *5* 5—7 (1973).

[8] *Borodavkin, P. P.—Bukov, L. I.—Grigorenko, P. N.:* Raszcset naprjazsennogo szosztojanija podzemnüh truboprovodov. Transzport i Hranenie Nefti i Nefteproduktov *1* 21—3 (1971)

[9] *Higer, M. S.—Hajrullin, F. G.:* Raszcset prodol'nüh peremescsenij podzemnüh truboprovodov na bolotah. Transzport i Hranenie Nefti i Nefteproduktov *10* 6—8 (1973).

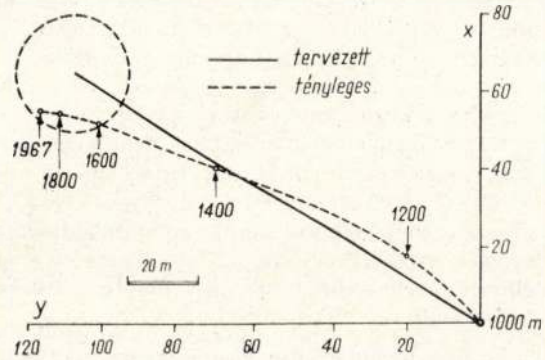
HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Rekordidejű ferdefúrás Algyőn

Az elmúlt nyolc év alatt lemélyített irányított ferdefúrások száma Algyőn megközelíti a kilencvenet. E nagyszámú ferdefúrás közül az *Algyő-615.* jelű, amely májusban fejeződött be, rekordidő alatt érte el a végleges mélységet. Tizenkilenc napot vett igénybe a 126,10 m vízszintes kitérésű ferdefúrás lemélyítése.

A ferdítést 1000 m-ben kezdtük a már hagyományossá vált OTSZ $6^5/_8''$-es ferdítőturbinával. Két ferdítőmenettel sikerült elérni 13° ferdeséget 1000—1089 m között. A tervezett irány 301°, a tényleges 300—301° volt a ferdítőmenet végén, ami igen nagy pontosságnak felel meg, igen jó kivitelezési eredmény.

Az ábrán a fúrólyuk vízszintes vetületét rajzoltuk meg egészen a lyuktalpig. A stabil szakasz kb. 1500 m-ig tartott, a tényleges helyzet jól követte a tervezettet. Csak ezután — a lyuk ferdeségének lecsökkenésével — lett egyre kisebb az azimut, s tért el a lyuk iránya a tervezettől. Kis lyukferdeségnél általános, hogy a fúrólyuk szimuttartása bizonytalanná válik. Egyrészt a fúrólyuk iránya jelentősebb mértékben változik, másrészt a ferdeségmérő műszer által szolgáltatott adatok kiértékelési pontossága csökken. Más, kevésbé jelentős befolyásoló tényező mellett az e hibából eredő jellegzetes eltérés figyelhető meg az ábrán, kb. 1500 m-től a lyuktalpig. Az eltérés jellege még fokozottabban érvényesül a hibakörbe eső 1600 m-es ponttól a talpig.



Az Algyő—615. jelű irányított ferdefúrás vízszintes vetülete

Az *Algyő-615.* jelű irányított ferdefúrás időfelhasználása a következőképpen alakul:

Tiszta fúrási idő	152 óra	33%
Ki- és beépítés	61 óra	13,4%
Béléscsövezés, cementezés	23,5 óra	5,2%
Cementkötési szünet	29,5 óra	6,5%
Lyukkondicionálás	40,5 óra	8,9%
Lyukfejszerelés, zárásvizsgálat	13 óra	2,9%
Szelvényezés	22 óra	4,8%
Tmk	2,5 óra	0,6%
Várakozás	30 óra	6,5%
Egyéb	82 óra	17,9%
Összesen	456 óra = 19 nap	100,0%

A legjelentősebb tétel a tiszta fúrási idő, amely a teljes idő egyharmada. Hazai viszonyok és adott fúrási körülmények között ez elfogadható részarány. A következő az „egyéb" feladatok elvégzéséhez szükséges idő, amely magában foglalja a rendkívül sokféle, az előzőekbe nem sorolt, egyébként kisebb jelentőségű műveletek idejét. Amint látható, a 17,9%-os időarány tekintélyes, s e komplex kategóriát célszerű alkotóira bontva elemezni, s összviszonylatban ezt az időarányt csökkenteni.

(Folytatás a 352. oldalon!)

Új kompresszortípus — a csavarkompresszor — a kőolaj- és földgáziparban

NAGY ZOLTÁN

A tanulmány bemutatja a csavarkompresszor típusait, szerkezeti kialakításait, működési elvét és optimális alkalmazási körét, bemutatva más kompresszortípusokkal szemben mutatkozó műszaki-gazdasági előnyeit. Ismerteti a csavarkompresszorok szabályozási lehetőségeit, végül részletesen foglalkozik a szocialista országok csavarkompresszor-gyártási struktúrájának alakulásával.

Az utóbbi évtizedekben egy új kompresszortípus szerez magának egyre bővülő népszerűséget — ipari felhasználást —, a csavarkompresszor. Erről tanúskodik, hogy a kőolaj- és földgáziparban is egyre szélesebb körben alkalmazzák a fejlettebb ipari országokban.

Számos előnyös tulajdonságuk — könnyű és gazdaságos szabályozás, széles intervallumban nagy hatásfok, nagy üzembiztonság, egyszerű konstrukció, kiegyensúlyozott mozgó alkatrészek, kis súly, egyenletes közegszállítás, érzéketlenség folyadék jelenlétére stb. — indokolja egyre bővülő alkalmazásukat, mint kétfázisú közeg, pl. olajos gázok nyomásfokozó egységeként, hűtőkörök kompresszoraként, agresszív közegek nyomásfokozójaként vagy levegőkompresszorként.

A csavarkompresszorok általános ismertetése

A csavarkompresszorok a statikus működésű, térfogat-kiszorításos kompresszorok rotációs családjába tartoznak. A különböző rotációs nyomásfokozók — lemezrotációs, roots-fúvók és trohoid-rotációs kompresszorok — közül a legelterjedtebbek [1]. Az alsó nyomásszinteken kezdik kiszorítani az alternáló mozgást végző dugattyús gépeket, amelyekkel együtt alkotják a térfogat-kiszorításos gépcsaládot. Ma már a 700 nm³/min szállítóteljesítmény (kapacitás) alatt sikeresen veszik fel a versenyt a forgólapátos, dinamikus működésű turbókompresszorok axiális és centrifugális változataival is.

A ma gyártott csavarkompresszorok két nagy csoportba sorolhatók.

Szárazkomprimálású, munkatér-olajozás nélküli gépek

E kompresszorok munkaterébe nem kerül semmilyen szennyező anyag, még kenőanyag sem. Az ilyen típusú csavarkompresszorok általában kisebb kompresszióviszonnyal működnek. A hűtés szerint további két csoportra oszthatók:

— a hengerfal intenzív léghűtésével vagy
— a hengerfal folyadék- (pl. víz- vagy olaj-) hűtésével, illetve a rotorok belső csatornarendszerén keresztül történő hűtéssel működő kompresszorokra.

Nedveskomprimálású gépek

Az ilyen kompresszorok munkaterébe folyadékot fecskendeznek. A befecskendezett folyadék mennyiségétől függően van:

a) kis és
b) jelentős befecskendezett folyadékmennyiséggel működő kompresszor.

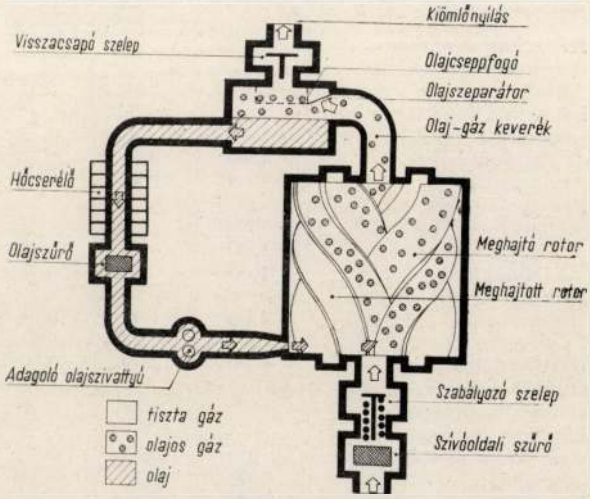
Ez utóbbit olajfeltöltéses csavarkompresszornak is nevezik *(1. ábra)*.

A befecskendezett olaj több célt is szolgál. Így
— csökkenti a komprimálás alatt melegedő gáz véghőmérsékletét, lehetővé téve a nagyobb kompresszióviszonyt egy fokozaton belül;
— csökkenti a gépben a résveszteséget, mivel a csavarkompresszor meghajtó és meghajtott rotorjának csavarprofiljai, illetve azok és a ház között nincs közvetlen kapcsolat;
— betöltheti a kenőanyag szerepét;
— egyes esetekben — olajfeltöltéses csavarkompresszoroknál — a két rotor helyzetét rögzítő és szinkronizáló fogaskerékpár elhagyásához is vezethet.

Csavarkompresszorok gazdasági összehasonlítása dugattyús és turbókompresszorokkal

A csavarkompresszorok alkalmazási köre és főbb paraméterei az alábbiakban foglalhatók össze.

1. A ma alkalmazott csavarkompresszorok kapacitása 0,425—700 nm³/min között mozog (pl. a Szovjetunióban 4—500 nm³/min); az olajfeltöltéses kompresszoroké 6,3—40 nm³/min.



1. ábra
Olajfeltöltéses csavarkompresszor-egység elvi vázlata

2. Egyfokozatú szárazkomprimálású gépek végnyomása általában 3,5 ata, de nem több 4,0—4,2 atanál (atmoszferikus szívónyomást feltételezve). A folyadékbefecskendezéses gépekre ez az érték 5-6 ata. Az olajfeltöltéses kompresszorok végnyomása 8-9, de egyes esetekben elérheti a 14 ata-t is egy fokozatban.

A kétfokozatú, szárazkomprimálású gépek végnyomása 8—11, folyadékbefecskendezés esetén 15 ata. Háromfokozatú száraz gépek végnyomása — a komprimálandó közegtől függően — 15—17 ata. A ma három fokozatban legmagasabb nyomásszintet elért gép végnyomása 44 ata.

A nyomásszintek viszonylag alacsony értéke a 2. és a 3. fokozatban a csavargépekben fellépő jelentős mechanikus és egyéb terheléseknek és azok kompenzálhatatlanságának tudható be [6].

3. A gép egy fokozatára jutó összadiabatikus hatásfok (beleértve a mechanikai veszteségeket is):

— A szárazkomprimálású nagy kapacitású gépeknél (100 nm³/min felett) 0,8—0,86 között; közepes kapacitásúaknál (40—100 nm³/min) 0,76—0,71; kis kapacitásúaknál (6—40 nm³/min) 0,70—0,78 A nagyobb hatásfok a kisebb kompresszióviszonyú gépekre értendő.

— Folyadékbefecskendezéses gépeknél, pl. 8-14 súlyszázalék víz befecskendezésével az adiabatikus hatásfok teljesítményrésze mintegy 4-8%-kal megnő.

— Olajfeltöltéses kompresszorok adiabatikus hatásfoka alacsonyabb a fentieknél, mivel ezeknél a kompresszióviszony magasabb, és nagyobb a mechanikus veszteség is. Így ezek hatásfoka nem haladja meg a 0,68—0,74 értéket.

Az *1. táblázat J. A. Szakun* könyve [7] alapján összehasonlítást mutat be három, iparilag széles körben alkalmazott kompresszortípusról. Az adatokból jól kitűnik a csavarkompresszorok gazdaságossága a dugattyús kompresszorokkal, és részleges előnyei a turbókompresszorokkal szemben. Meg kell jegyezni, hogy az összehasonlítás nem teljes, mivel nem tartalmazza a gépek beszerzési árát, amely nem határozható meg egyértelműen. A csavarkompresszorok ára ma még meghaladja az azonos teljesítményű dugattyús gépekét, de várhatóan ez az árkülönbség a jövőben csökkenni fog a csavargépek nagyobb arányú elterjedésével. A táblázat adatainál azt is figyelembe kell venni, hogy azokat a csavargépekre jellemző optimális paramétertartományban vettük fel. Eszerint a csavargépek a rájuk jellemző tartományban egyértelműen a legperspektívabb kompresszortípusok.

1. táblázat

Az összehasonlítás paraméterei	Kompresszortípus		
	dugattyús	centrifugál-	csavar-
Kapacitás, nm³/min (nyomóoldali nyomás: $p_n = 8$ ata)	250	250	250
Egységnyi kapacitásra jutó alapterület			
kompresszor	1,00	0,25	0,10
berendezés	1,00	0,44	0,43
Egységnyi kapacitásra jutó súlyhányad			
kompresszor	1,00	0,18	0,12
berendezés	1,00	0,38	0,30
Fajlagos teljesítmény-felhasználás	1,00	1,06	0,96—0,98
Hűtővíz-felhasználás	1,00	2,3	0,6
Olajfelhasználás (vissza nem nyert olaj)	1,00	0,07	0,10
Egy évre visszavezethető javítások költsége	1,00	0,12	0,1
Üzemeltető személyzet	1,00	0,55	0,55
Éves üzemeltetési kiadások	1,00	0,61	0,48
1000 m³ gáz szállítási költsége	1,00	0,88	0,7

A csavarkompresszor konstrukciós kialakítása és működési elve

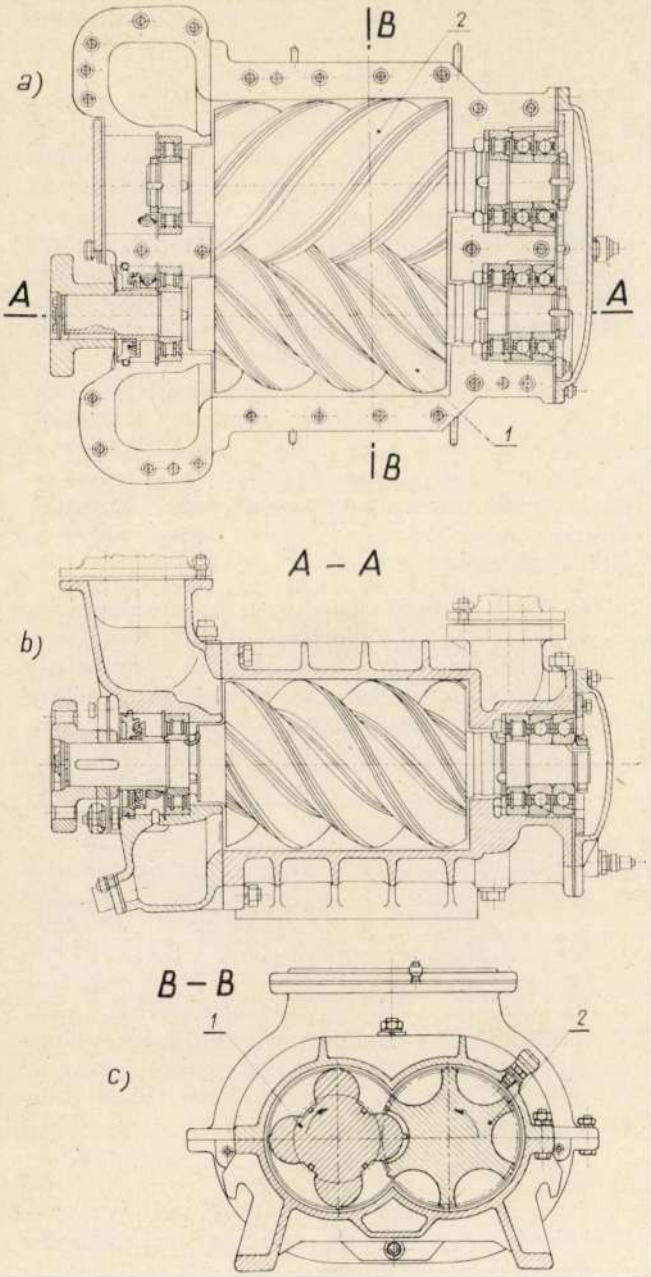
A csavarkompresszor legfontosabb két eleme a meghajtó (*1*) és meghajtott (*2*) rotor *(2. ábra)*, amelyeknek a középső szakaszán egy nagy modulszámú, ferde fogazású, fogaskerékszerű csavarrész van speciális fogprofillal. A profilkialakítás gépgyáraktól és rendeltetési céltól függően eltérő lehet. Az ábrán egy szimmetrikus körprofilú fogkialakítás látható. Ez a profilkialakítás általában a szovjet iparra jellemző. A meghajtó és meghajtott csavarok profiljai a forgás közbeni folyamatos legördülésükkel biztosítják az így kialakuló munkaterek lezártságát és elszigeteltségét egymástól. A munkatereket kívülről a kompresszorház belső fala teszi zárttá.

A csavarkompresszor működési elve: a résvezérlésű beömlőnyílás csatornája a rotor elfordulása következtében szabaddá válik, és így megkezdődik a munkatérbe a beömlés-feltöltés (szívás). A rotor bizonyos elfordulás után elválasztja a feltöltött munkateret a beömlőnyílástól. A kompresszió a másik rotor fogának a munkatérbe való behatolásával kezdődik, és a legördülésével mindaddig fokozódik, amíg a lecsökkent munkatér és a sűrített gáz kapcsolatba nem kerül a kiömlőcsatornával, ugyancsak a résvezérlés folytán. A kitolás a teljes vagy részleges munkatércsökkenéssel (az ellenkező rotor fogának legördülése következtében) zárul, szintén résvezérléssel. A káros tér nagysága elsősorban a profilkialakítás függvénye; szimmetrikus körprofil esetén pl. nincs káros tér.

A meghajtó rotor egy körülfordulása alatt négy munkatér „éri el" a kiömlőcsatornát 4/6-os fogkiképzés esetén *(2. c) ábra)*, amely kiegyensúlyozott szállítást, nagy fajlagos kapacitást tesz lehetővé, figyelembe véve a 3000 min^{-1}, illetve annál nagyobb fordulatszámot. Így a gépben bármely pillanatban 3 munkatérfogat van túlnyomás alatt a szívóoldali nyomáshoz képest, amelyekben a kompresszió fázisa (a gáz nyomása) eltérő, s ezzel magyarázható a fogak és a ház közötti illesztések különös szerepe is.

A gép biztonságos üzemeltetéséhez a kapcsolódó profilrészek között, valamint a csavarok és a ház között biztosítani kell a hézagot. Ezt a funkciót a két rotort összekapcsoló ún. szinkronizáló fogaskerékpár biztosítja. Ezek a rések fontos szerepet játszanak a csavarkompresszorok hatásfokának alakulásában, meghatározói annak.

Az utóbbi években intenzíven terjedő olajfeltöltéses kompresszoroknál — a jelentős kenés következtében —



2. ábra
VK 11 típusú szovjet olajfeltöltéses csavarkompresszor. a) — vízszintes metszet; b) — a meghajtó rotor metszete az A—A síkban; c) a rotorok keresztmetszete a B—B síkban

a szinkronizáló fogaskerékpár el is maradhat, mint a *2. a) ábrán* bemutatott VK 11 típusú szovjet olajfeltöltéses kompresszornál.

A csavarkompresszorok külön előnye a dugattyús gépekkel szemben, hogy a ki- és beömlés résvezérlésű, és így nincs szükség a sok problémát okozott szelepekre, a nagy fordulatszámmal forgó rotorok pedig kiegyensúlyozottak, ami jelentős súlymegtakarítást jelent, csökkentve így a gép dinamikus terheltségét is. A be- és kiömlő csatornák alakja a csavarral érintkező keresztmetszetben követi a fogprofilok, illetve a köztük elhelyezkedő munkatér alakját. Nagyságuk a csavarok emelkedési szögének, a kompresszorban megvalósítandó geometriai nyomásviszony és egyéb konstrukciós megoldásoknak a függvénye.

A ma elterjedt csavarkompresszorok két rotorral működnek. Elméletileg elképzelhető három-, illetve több rotoros gép is, de mint ahogy azt a kísérletek igazolták, ebben az esetben a meghajtó csavar feltöltési hatásfoka lényegesen rosszabb, csökken a gép hatásfoka. A ma alkalmazott kétrotoros gépekben a tengelyek párhuzamosak, a csavarok menetemelkedése és hossz menti keresztmetszete állandó és henger alakú (*2. a) ábra*). A rotorokon kialakított csavarmenetek fogainak (kiemelkedéseinek) száma változó lehet. A jelenleg működő gépeknél ez a szám 4/6, ami a meghajtó csavaron négy, a meghajtott csavaron hat fogat jelent (*2. c) ábra*).

Az így kialakított rotorok áttételi száma 1:1,5 azonos külső átmérő mellett. Ez a fogszám optimálisnak mondható a rotorok merevsége szempontjából is, megakadályozva a jelentős behajlást, ami növelné a biztonsági résráhagyást és így a résveszteségeket.

Meg kell vizsgálnunk még azt is, hogy mi befolyásolja a gépekben alkalmazandó csavarmenetek profilkialakítását, milyen kritériumokat kell támasztani a profilokkal szemben?

Az első, és talán a legfontosabb követelmény, hogy a kapcsolódó csavarmenetek ún. kontaktvonalai folyamatosak legyenek, és ezáltal biztosítsák, hogy a be- és a kiömlési csatornák között ne lehessen szabad átömlés. (Pl. az erőátviteli rendszereknél használt evolvens profilkialakítás ezt a feltételt nem biztosítja.)

A második feltétel, hogy biztosítva legyen az egyes munkaterek tengelyirányú zártsága (elszigeteltsége egymástól), hisz az egyes terek a komprimálás különböző fázisaiban vannak, így bennük a nyomás is különböző. Ezt a feltételt nem mindig sikerül kielégíteni.

A használt profiltípusok:

1. Trohoid-profilok, amelyekből az epi- és hipocikloidális profilokat alkalmazzák (ezeket a profilokat gyakran csak cikloidális profiloknak nevezik);
2. Körprofil;
3. Elliptikus profil.

Ezek a profilkialakítások sok variációs lehetőséget biztosítanak a konstruktőröknek. Gyakran alkalmaznak ún. aszimmetrikus profilokat is (az aszimmetria a fog radiális tengelyére értendő).

A gépek csapágyazása is eltérő lehet. A korábbi nagy fordulatszámú gépeknél általában siklócsapágyazást alkalmaztak. Az utóbbi években az olajfeltöltéses csavarkompresszorokkal tért hódít az alacsony fordulatszám is, amelynél már alkalmazhatók a gördülőcsapágyak radiális és axiális terhelések felvételére. A komoly problémát jelentő és gyakran több tonnát elérő axiális terhelések kompenzálására külön tehermentesítő tárcsákat is alkalmaznak.

A csavarkompresszorok gyártása

A csavarkompresszorok első gyártója svéd cég, az SRM volt, amely az 1936-ban szabadalmaztatott Lischolm-profil alapján gyártotta gépeit. Ez a cég

hosszú éveken keresztül egyedül uralta a piacot, és csak a második világháború után kezdett egyre szélesebb körben elterjedni a csavarkompresszor-gyártás.

A Szovjetunióban az első kísérleti csavarkompresszort 1948-ban építették a Leningrádi Hajóépítési Egyetemen, majd ezt követték a VK 9 és VK 5 típusjelű csavarkompresszorok, melyeket klór-, illetve CO_2-gáz szállítására terveztek. A VK 5 csavarkompresszoron végül sikerült bizonyítani egyértelműen a Szovjetunióban is e gépek nagy üzembiztonságát, hisz ez a gép több mint 22 000 órát, azaz csaknem 3 évet működött javítás nélkül, ami már megközelítette a svéd SRM cég által reklámozott 50 000 órás tmk-periódust, üzemzavarszerű leállás nélkül. Ezek az adatok, ismerve a ma működő legmodernebb dugattyús kompresszorok tmk-ciklusait, szinte hihetetlennek tűntek.

A VK 5 egy aszimmetrikus profilú, vízbefecskendezéses csavarkompresszor, 0,95 ata szívó- és 4,7 ata nyomóoldali nyomással; szállítókapacitása 92 nm^3/min. A kompresszor alkalmas erősen (pl. szilárd porszemcsékkel 200—280 mg/m^3-ig) szennyezett gáz komprimálására is, sőt ebben az esetben a gép kapacitása némileg javul, ami a kialakuló massza tömítő hatásának tudható be.

A csavargépek széles körű elterjedését hosszú időn át a nagy megmunkálási pontosságot igénylő rotorgyártás hátráltatta, amelyet csak speciális célgépek beállításával tudtak megoldani. A fejlődést a csavarkompresszor-gyártásban a 60-as évek elején megjelenő olajfeltöltéses csavarkompresszorok jelentették. Ezek a gépek gyorsan kiszorították a pneumatikus eszközöket működtető egyéb kompresszorokat, hisz a kompresszoregységből kijutó, levegőben jelenlevő olaj egyben keni is a munkaeszközök alkatrészeit.

A Szovjetunióban az első olajfeltöltéses csavarkompresszort 1963-ban a Leningrádi Kompresszorgyárban dolgozták ki fúróberendezésekhez. Ez a levegőkompresszor, amely VK 11 néven került forgalomba, alapegysége lett különböző olajfeltöltéses kompresszoregységeknek, pl. a 6 VKM típusnak, amelyet szénbányákban is alkalmaznak. A VK 11 egy 3000 min^{-1} fordulatszámú, 25 nm^3/min kapacitású, atmoszférából szívó és 8 ata végnyomást elérő, 200 kW-os aszinkron motorral meghajtott csavarkompresszor *(2. ábra)*. A robbanásveszélyes bányák részére 1971-ben a Moszkvai Bányászati Egyetem irányításával kidolgoztak egy újabb kompresszoregységet, a VKS 11-et, amely azonos a VK 11 olajfeltöltéses kompresszorral, de a befecskendező közeg itt olaj helyett víz. Az egység a rendeltetésnek megfelelően mozgatható alvázra került. Ma a VK 11 típusú csavarkompresszort és annak különböző egységeit nagy szériában gyártja a Kazányi Kompresszorgyár.

A továbblépést a szovjet iparban a VK 14 típusú, 10,5 nm^3/min kapacitású, atmoszferikus szívó- és 8 ata végnyomású, elliptikus profilú olajfeltöltéses csavarkompresszor jelentette, amelyet ma már szintén nagy szériában bocsát ki a Csitai Kompresszorgyár. Ez egy gumikerekes utánfutóra szerelt elektromos vagy dízelmotor-meghajtásos kompresszoregység. Ennél is — mint általában minden olajfeltöltéses csavarkompresszornál — olajfelfogó biztosítja az olaj rendszerben tartását és körfolyamatát.

Az 1970-es évek elején jelentkezett a Szovjetunióban az az igény, amely szerint — kihasználva a csavarkompresszorok érzéketlenségét — a kétfázisú olaj—gáz elegy szállítására kívánják felhasználni őket.

Ezzel talán megoldható lesz az olaj közös gyűjtése és szállítása a gázzal egy vezetékben. Ma már több ilyen géptípus van, melyek az eredményes laboratóriumi kísérletek után a szovjet olajmezőkön bizonyítják alkalmasságukat. Ilyenek a VK 5 és a 7 VKG 25/5-ös olajfeltöltéses csavarkompresszorok, amelyeket gyakran szivattyúkompresszoroknak is neveznek. Különösen érdekes a 7 VKG 25/5 jelű (olajkísérő gázokra tervezett) egység, amelynél a csapágyak kenését is a szállított közeg olajtartalma biztosítja.

A szocialista országok közül még kiemelkedik Csehszlovákia csavarkompresszor-gyártása. A CKD Prága Kompresszorgyár megvásárolta a svéd SRM gyár licencét, és közös műszaki fejlesztési együttműködésben továbbfejlesztette azt. A gyár által kibocsátott csavarkompresszorokat felhasználás szempontjából az alábbi csoportokba sorolhatjuk.

1. Olajozás nélküli kompresszorok és vákuumszivattyúk levegőre és a műszaki életben alkalmazott csaknem valamennyi gázra. Ebbe a családba tartoznak a ZK sorozatú gépek, amelyek egy fokozatban 4 ata végnyomásra komprimálják a gázt. A gépcsalád legkisebb kompresszora a ZK 125 S (10 nm^3/min; 50 kW; mérete 1,4×2,05 m), a legnagyobb a ZK 510 (280 nm^3/min; 1080 kW; 3,9×5,1 m). Ugyancsak ebbe a csoportba tartoznak a kétfokozatú DZK-csavarkompresszorok 9 ata végnyomással. A gépcsalád legkisebb gépe a DZK 160/125 S (25 nm^3/min; 175 kW; 1,9×3,2 m), a legnagyobb pedig a DZK 510/400 (285 nm^3/min; 1675 kW; 3,7×7,5 m). A megadott határértékek között a paramétersornak megfelelően 8, ill. 6 géptípust alakítottak ki. A fenti géptípusokon kívül a konstruktőrök speciális célokra is terveztek gépeket egészen 450 nm^3/min kapacitásig.
   A kompresszorok meghajtása elektromotorral történik.
2. Csavarkompresszorok gördülő alvázon és portábilis kivitelben. Az ebbe a családba tartozó kompresszorok olajfeltöltéses csavarkompresszorok 7, ill. 8 ata végnyomással. A ZK 160 M (10,5 nm^3/min; 100 LE) és a ZK 200 M típusú (16 nm^3/min; 160 LE) olajfeltöltéses csavarkompresszorokat dízelmotor hajtja meg, és a kompresszoregység gumikerekekre van szerelve. A ZK 160 MD (10,5 nm^3/min; 68 kW) és a ZK 220 MD (27,5 nm^3/min; 180 kW) kompresszort robbanásbiztos villanymotor hajtja meg, s mindkét egység sujtólégveszélyes bányák számára készült.
3. Csavarkompresszorok hűtéstechnikai célokra. Az ebbe a családba tartozó csavarkompresszorok szintén olajfeltöltésesek, s végnyomásuk eléri, sőt egyes esetekben meg is haladja a 10 ata-t. Az alkalmazott típusok közül a legkisebb a ZK 204RS (13 nm^3/min), a legnagyobb pedig a ZK 255 R (40 nm^3/min). Külön érdekesség, hogy ezeknél a gépeknél már alkalmazzák a modern tolattyús szabályozást, amellyel a kapacitás folyamatosan változtatható 20 és 100% között, különösebb hatásfokromlás nélkül.

A szocialista országok közül még az NDK gyárt csavarkompresszorokat, elsősorban hűtéstechnikai célokra.

A kapitalista országokban a kibocsátott csavarkompresszorok gyakorlatilag felölelik az eddig említett felhasználási területeket és paraméterintervallumokat.

A tanulmány szűk terjedelme arra kényszerít, hogy csak megemlítsünk néhány jelentősebb nyugati céget, amelyeknek számottevő csavarkompresszor-gyártásuk van. Ilyenek: Ingersoll-Rand, Sullair, Joy, Stal, Tamrock, Atlas-Copco, Svensky Rotor Mskiner (SRM), Howden, Holman Demag, Gutenhoffnungshutte, Societe Alsacieenne de Censtructions Mecaniques, Fairbanks Morse, General Motors Corporation, Kobe Steel, Kobe Screw, Gardner-Denver stb.

Csavarkompresszorok szabályozása

A szabályozás alatt elsősorban kapacitásszabályozást értünk, amely a csavarkompresszoroknál főleg az alábbi 9 féle módszerrel biztosítható, több-kevesebb energiaveszteséggel.

1. Fordulatszabályozás: a térfogat-kiszorításos gépekre jellemző lineáris fordulatszámgörbe egyenletes szabályozást biztosít. Megvalósítható egyenáramú villanymotorral, gáz- vagy gőzturbinával, belsőégésű motorral. Ez a szabályozási mód kis energiaveszteséggel jár, mivel a csavargépekre a lapos jelleggörbe jellemző.
2. Szakaszos üzemmóddal: a kompresszor ki- és bekapcsolásával. Kis kompresszoroknál ez a szabályozás is hatásos lehet.
3. Hasznos tér szabályozása: az utóbbi években egyre szélesebb körben terjed a szabályozásnak ez az egyszerű módja, különösképpen az olajfeltöltéses hűtőkompresszorok családjában [8].
   A szabályozás lényege, hogy egy, az alsó kapcsolódási vonalon mozgatott tolattyúval egyenletesen változtatják a gép geometriai kompresszióviszonyát, hasznos munkaterét. Teljesen terhelt helyzetben a csúszótolattyú zárva van. Részterheléseknél a tolattyú elmozdul a gép kiömlési vége felé, és olyan rést hoz létre, amely összeköti a munkatereket a beömlőcsatornával. Így a gáz visszaáramolhat a szívócsatornába, s a kompresszió csak a tolattyú végénél kezdődhet meg.

   Így biztosítható
   — a jó, folyamatos kapacitásszabályozás 20—100% között;
   — a jó részterhelési hatásfok;
   — a terheletlen indítás.
4. Áteresztőszeleppel: a beszívott levegő szeleppel való visszavezetésével a szívócsonkba. Így a kompresszor kapacitását 40%-ra lehet csökkenteni.
5. Szívócsonkelzárással.
6. A szívócsonkba áramló gáz fojtásával.
7. Szívókeresztmetszet-csökkentéssel.
8. A nyomóoldali gáz expandáltatásával a szívócsonkba.
9. Kombinált szabályozással: a felsorolt önálló szabályozási módok együttes alkalmazásával.

A szabályozás módja a kompresszor rendeltetésétől, az alkalmazott közegtől, egyes gépgyári hagyományoktól függően változó. Jellemző azonban, hogy a modern csavarkompresszoroknál kombinált szabályozást alkalmaznak.

IRODALOM

[1] *Szuhomlinov, R. M.:* Trohoidnüe rotornüe kompreszszorü. Visa skola Harkov, 1975.
[2] Kompresszorkatalógus CKD, Prága.
[3] *Morozov, E. I.* i dr.: Ékszpluatacija sahtnüh vintovüh kompreszszorov. Nedra Moszkva, 1976.
[4] Insztrukcija po obszluzsivaniju vintovogo kompreszszora 7 VKG 25/6, Kazan'.
[5] *Nagy Z.:* Expanziós munkagépek kőolaj- és földgázipari alkalmazása 2. r. Kőolaj és Földgáz *3* (1977).
[6] *Nagy Z.:* Vintovüe detanderü. Diplom. proekt. Moszkva, 1976.
[7] *Szakun, J. A.:* Vintovüe kompreszszorü. Masinosztroenie Moszkva, 1970.
[8] *Soumerai, H.:* Large screw compressors for refrigeration. ASHRAE Journal III. 38—46 (1967).

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

OLAJTERV típusú léghűtő berendezés próbaüzemeltetése a KKV Szőnyi Üzemében

Napjaink fokozódó környezetvédelmi és vízbeszerzési nehézségei miatt egyre növekvő jelentősége van a léghűtő berendezések alkalmazásának.

A modern léghűtővel szemben az alábbi követelményeket támasztjuk:

a) kis térfogatban nagy hűtőteljesítmény megvalósítása;
b) üzembiztos, zajmentes üzem;
c) energiatakarékos szabályozás;
d) nagy ellenálló képesség korrózióval szemben.

Az olajipari alkalmazások céljára a hazánkban kidolgozott léghűtőtípusok csak bizonyos fenntartásokkal alkalmasak. Ezért indította el az OLAJTERV egy minden reális igényt kielégítő hazai léghűtő berendezés kifejlesztését.

Az OLAJTERV típusú léghűtő hőátadó felülete speciális apró bordákkal van ellátva. A hűtött közeg acélcsőben halad, amelyre az apró bordás lamellákat különleges eljárással sajtolják rá. A levegő mozgatására műanyag lapátos ventilátor szolgál, amelyet a hűtött közeg hőfokáról szabályozott hidraulikus hajtás forgat, változtatható fordulatszámmal. A berendezés az OLAJTERV szolgálati szabadalmain alapul.

A hőcserélő laboratóriumi vizsgálatát a BME Vegyipari Gépek és Mezőgazdasági Iparok Tanszéke végezte el. Méréseik alapján az új hőcserélő hőátadási jellemzői kedvezőbbek a jelenlegi hazai típusokénál. Elvégezték az elem korróziós vizsgálatát is, amely szintén kedvező eredményeket hozott.

A léghűtő berendezés prototípusát — a BME által kidolgozott és kipróbált gyártástechnológiával — a Tatai Hőtechnika Ipari Szövetkezet gyártotta le, és állította fel a KKV Szőnyi Üzemében. Az OLAJTERV és a KKV között fennálló szerződésnek megfelelően a Szőnyi Üzem elvégezte a berendezés bekötési munkáit, és így sor kerülhetett a berendezés próbaüzemeltetésére és kimérésére. A próbaüzemeltetés során tapasztalt néhány kisebb hiányosságot és zavart a Szőnyi Üzem segítségével sikerült megszüntetni, és a kimérést elvégezni.

A mérési és a próbaüzemeltetési eredmények összegezése és kiértékelése folyamatban van.

Béres Deák László
okl. gépészmérnök
(OLAJTERV)

Hőálló és könnyített fajsúlyú cementek kutatása*

GARADNAI BÉLA

Laboratóriumi kísérletekkel sikerült nagymélységű fúrások cementezésére alkalmas hőálló, könnyített fajsúlyú cementek recepturáit kidolgozni. A 220 C°-ig hőálló portlandcement—pernye—CaO alapú cementtej fajsúlya 1,44 g/cm³, a kohósalak—pernye—CaO alapúé pedig 1,52 g/cm³. E könnyített fajsúlyú cementtejek szivattyúzhatósági ideje 160—220 C° között viscosol, furfurol, illetve Ca-glukonát kötéslassító adalék anyaggal jól szabályozható.

Bevezetés

A mélyebb fúrólyukak cementezésére alkalmas hőálló, könnyített fajsúlyú cementek kutatása terén eddig 180 C°-ig alkalmazható portlandcement—kovaföld alapú összetételek kidolgozására és üzemi kipróbálására került sor; e cementek fajsúlya 1,50 g/cm³ körüli érték.

Célul tűztük ki a könnyített, 1,3—1,6 g/cm³ fajsúlyú cementtejek hőállóságának 200 C° fölé való kiterjesztését. Vizsgálatainkat kétféle alapanyaggal: portlandcementtel és diósgyőri granulált salak—homokkal végeztük. Könnyítő adalék anyagként hőerőművi pernyét és kalcium-hidroxidot alkalmaztunk.

Elméleti rész

Ismeretes, hogy a portlandcement 120 C° felett a hőmérséklet növekedésével fokozódó mértékben veszít a szilárdságából és permeábilis lesz. Az eddigi kutatások kiderítették, hogy a szilárdságromlás az α-dikalcium-hidroszilikát és a portlandit képződésével függ össze. Ha a portlandcementet kvarcliszttel stabilizálják, akkor ezek többek között tobermorittá és xonotlittá alakulnak át, így a rendszer 200 C° felett is megtartja szilárdságát [1].

A szovjet alapkutatások szerint [2] a $CaO—SiO_2—H_2O$ rendszerben a legnagyobb szilárdságuk az alacsony bázikusságú (CaO/SiO_2 molekula arányú) Ca-hidroszilikátoknak van. Ilyenek a CSH(B), a tobermorit és a xonotlit.

A kohósalak—homok rendszerek a szovjet kutatók szerint 300 C°-ig hőállóak, ha bennük a CaO/SiO_2 arány értéke a 0,6—0,8-as optimum körül van. Ezt a lehetőséget a hazai kohósalakjainknál 280 C°-ig saját kísérleteinkkel is igazolni tudtuk.

Az alacsony fajsúlyú hőálló cement kidolgozásának kérdését megnehezíti az a tény, hogy a fajsúly csökkentése érdekében a cementező hidraulikus anyagokhoz kis fajsúlyú, a vizet nagymértékben megkötni képes adalék anyagot kell adni, mert csak így lehet a cementtejben a v/sz tényezőt növelni.

Az amerikai kutatók megállapították [1], hogy az inert anyagok a stabilizált (kvarcliszttartalmú) portlandcementek hőállóságát nem rontják. Ha viszont nem stabilizált cementhez adjuk az inert adalék anyagokat, akkor azok növelik a termikus bomlást.

A nagy vízfelvevő képességű anyagok két csoportba oszthatók. Az egyik csoportba tartoznak a nagy SiO_2-tartalmú és gyenge hidraulikus aktivitású anyagok. Ilyenek a bentonit, diatomaföld és a duzzasztott perlit. Ezeket az adalék anyagokat szerintük csak úgy lehet 5—15%-os mennyiségben nagy hőmérsékletű fúrólyukban alkalmazni, ha a portlandcementhez 20% kvarcliszt is adagolnak.

A másik, nagy hidraulikus aktivitású csoportba tartozik a természetes puzzolán és a mesterséges puzzolánnak tekinthető pernye.

Az amerikai kutatók egy másik csoportja [3] az alacsony fajsúlyú hőálló és korrózióálló cementtejek előállítása céljából portlandcement—puzzolán—CaO rendszert dolgozott ki. Ezzel 1,40—1,74 g/cm³ fajsúlyú cementtejet tudtak készíteni. A rendszer hőállóságát 177 C°-on 6 hónapos korig ellenőrizték.

A portlandcement—puzzolán—CaO rendszer összetételére nézve adatokat nem közöltek.

A szovjet kutatók legújabb vizsgálati eredményei szerint [6] 80% pernyét tartalmazó mélyfúrási cementtel 0,69-es v/sz tényezőjű és 1,50 g/cm³-es fajsúlyú cementtejet állítottak elő, amelynek nyomószilárdsága 150 C°-on az idő függvényében a 2 napos 146 kp/cm²-es nyomószilárdságról 28 napra 225 kp/cm²-re növekedett.

Az alkalmazott — hőerőműből származó — pernye fajsúlya 2,44 g/cm³, fajlagos felülete 3200 cm²/g, kémiai összetétele: SiO_2 44—48%, Al_2O_3 22—24%, Fe_2O_3 16—18%.

Sajnos a szakirodalomban 150—180 C°-nál magasabb hőmérsékleten pernyetartalmú cementekkel végzett kísérletekről nincs közlés.

A pernye alkalmazhatósága az aktív SiO_2- és Al_2O_3-tartalom reakcióképességén múlik. Az aktív SiO_2 és Al_2O_3 a kötőanyag hidratációjakor felszabaduló $Ca(OH)_2$-dal reagálva új szilárdséghordozó Ca-hidroszilikátok és Ca-hidroaluminátok képződését eredményezi [4]. Az építőanyag-ipari pernyekutatás eddig számos reakciófolyamattal és hidratációs folyamattal kapcsolatos kérdésre adott választ [5]. Megállapították, hogy a cement hidratációjakor felszabaduló mész és a pernye közötti reakció következtében keletkező „szekunder" hidrátfázisok könnyebben és nagyobb mértékben karbonizálódnak, mint a tiszta portlandcement hidrátvegyületei. A legnagyobb fokú karbonizálódást a 40% pernyét tartalmazó cementeknél tapasztalták. Ugyanakkor ez a karbonizálódás jelentős szilárdságnövekedéssel is jár.

A pernyeadalékos cementben a tiszta cementhez képest több a gélfázis (ezen belül az alumináthidrát-tartalmú gélfázis) mennyisége, de kevesebb a $Ca(OH)_2$.

A pernyeadalékos cementek gélfázisának nagy részét röntgenamorf, de az elektronmikroszkópos felvételek szerint 1—2 μm hosszúságú és 0,05—1,0 μm átmérőjű tobermoritszerű tűkristályok teszik ki.

Építőanyag szempontjából időállónak azt a stabil állapotot tekintik, amelynél a szilárdság, a hidratációs termékek összetételének és mennyiségének változása már jelentéktelen, illetve állandó érték körül ingadozik. Ha a cementkő ebben a véglegeshez közel álló stabil állapotban időálló hidratációs termékeket tartalmaz, akkor a cement időállónak tekinthető. Ilyen időálló hidratációs terméknek tartják például a tobermoritot, illetve a hozzá hasonló kalcium-hidroszilikátokat vagy a kalcium-karbonátot, amely a természetben is előforduló stabil ásvány.

A pernyeadalékos cement időállóságának egyik feltétele egy kevés $Ca(OH)_2$ jelenléte. Ez biztosítja ugyanis, hogy a rendszerben jelenlevő tobermoritszerű vegyületek nem bomlanak tovább vízben könnyebben oldható, kisebb bázicitású kalcium-szilikát-hidrátokra (poliszilikátokra), ami a cementkő későbbi roncsolódásához vezethet. A pernyeadalékos cementek végső, stabil szerkezete — a lassúbb hidratáció következtében — csak később alakul ki, mint a portlandcementnél. Ugyanakkor ez a szerkezet tömörebb, egyenletesebb, több benne a szekunder gél- és karbonátfázis. A hidratációs termékek és a hidratáció mechanizmusa ismeretében jól magyarázhatók a pernyeadalékos cementnek a portlandcementétől eltérő pozitív tulajdonságai: a nagyobb végszilárdság, a kisebb mértékű zsugorodás és a nagyobb szulfátállóság.

Kísérleti rész

Kísérleteket végeztünk a portlandcement—pernye—CaO és a kohósalak—pernye—CaO rendszerekkel hőálló, könnyített fajsúlyú (1,3—1,6 g/cm³) cementtej-recepturák kidolgozása céljából. Könnyítő adalék a nagy fajlagos felületű pernye és a $Ca(OH)_2$ (mészhidrátpaszta) formájában adagolt CaO. Az

* Elhangzott a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium 10 éves fennállása alkalmából rendezett szimpozionon 1977. szeptember 2-án. (A szerkesztő.)

összetételeket úgy választottuk meg, hogy a számított CaO/SiO_2 molekulaarány széles határok — 0,33—0,86 — között mozogjon.

A kiindulási alapanyagok jellemzői

A megfelelő minőségű pernyeadalék kiválasztása érdekében adatokat gyűjtöttünk a hazánkban felhasználásra gyakorlatilag számba jöhető erőművi pernyék fizikai jellemzőire és kémiai összetételére vonatkozóan. A cementtej legnagyobb fajsúlycsökkenését a legnagyobb fajlagos felületű pernyétől várhattuk. A legreményteljesebb visontai, pécsi, dorogi, bánhidai, tatabányai és a berentei—borsodi pernyékből mintákat szereztünk be, és laboratóriumunkban megvizsgáltuk fajsúlyukat, fajlagos felületüket és szitamaradékukat 200, 90 és 80 mikronos szemcseméret-tartományban. A vizsgálati adatok szerint a legkedvezőbb tulajdonságai a pécsi pernyének vannak. Fajsúlya 1,93 g/cm³; fajlagos felülete 3898 cm²/g; kémiai összetétele: SiO_2 53%, Al_2O_3 29%, Fe_2O_3 10%, CaO 2,5%.

A tatabányai 450k portlandcement fajsúlya 3,10 g/cm³; fajlagos felülete 2500 cm²/g; kémiai összetétele: SiO_2 22,9%, Al_2O_3 5,3%, Fe_2O_3 2,2%, CaO 62,5%, MgO 3,3%.

A diósgyőri granulált kohósalak—homok őrlemény összetétele: diósgyőri granulált kohósalak 65 súly%, kisörsi mosott kvarchomok 35 súly%. Az őrlemény fajsúlya 2,54 g/cm³; fajlagos felülete 2082 cm²/g; kémiai összetétele: SiO_2 60,5%, Al_2O_3 6%, Fe_2O_3 2,0%, CaO 28,4%, MgO 3,4%.

A mészhidrátpaszta jellemzői: fajsúly 2,23 g/cm³, víztartalom 57%, CaO-tartalom 32,55%.

Pernyét és $Ca(OH)_2$-ot tartalmazó portlandcement, valamint kohósalak optimális összetétele

Első kísérletsorozatunkkal igyekeztünk behatárolni az egyes komponensek mennyiségének változtatásával az elérhető minimális cementtejfajsúlyokat és az optimális szilárdságot. A hőállóságot 220 C°-on 2 napos próbatestekkel ellenőriztük. A kísérleti eredményeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A kísérleti eredményekből az alábbi következtetéseket lehetett levonni:

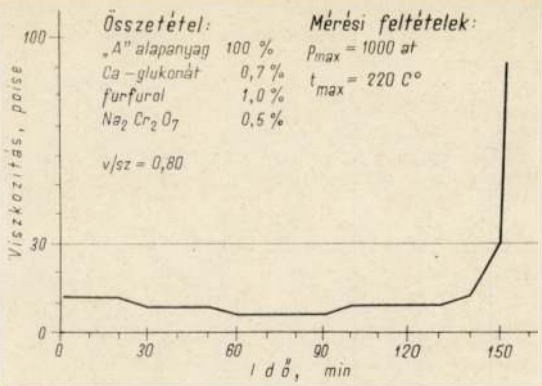
— a tatai 450k cement esetében van egy optimális pernye—$Ca(OH)_2$ arány, amely mellett a nyomó- és hajlítószilárdság maximális. A hozzá tartozó CaO/SiO_2 arány 0,70. Ez a hőállóság, vagyis a Ca-hidroszilikátok stabilitása szempontjából kedvező tartomány (739-es számú összetétel). A cementtej fajsúlya 1,44 g/cm³;

— A diósgyőri kohósalak—homok esetében a 746-os összetétel az optimális, 0,58-as CaO/SiO_2 aránnyal. A cementtej fajsúlya 1,52 g/cm³.

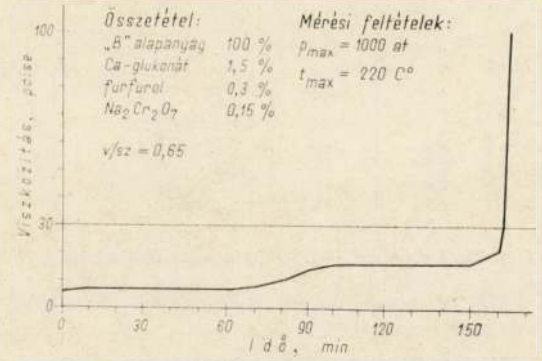
A következő lépésben a kiválasztott két optimális összetételt tovább vizsgáltuk a megfelelő szivattyúzhatósági idejük kialakítása szempontjából.

Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement szivattyúzhatósági ideje

A szivattyúzhatósági időket nagynyomású cementkonzisztométerben 160, 180 és 220 C°-on és 1000 at nyomáson mértük. A cementkötés-lassító adalék anyagok fajtáját és koncentrációját úgy változtattuk, hogy minden hőmérséklet-tartományban minimálisan 150 perces szivattyúzhatósági időt érjünk el.



1. ábra
Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement szivattyúzhatósági ideje



2. ábra
Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú kohósalak szivattyúzhatósági ideje

A kísérleti eredmények szerint a 65% pécsi pernyéből, 20% ratai 450k cementből és 15% $Ca(OH)_2$-ból álló alapanyag („A") 156 perces szivattyúzhatósági idejét 160 C°-on 0,75 v/sz tényező mellett 1,5% viscosol és 0,15% NaOH, valamint 0,8% furfurol és 0,4% $Na_2Cr_2O_7$ adalékpárokkal lehet biztosítani.

180 C°-on ugyanezekkel az adalék anyagokkal, de nagyobb koncentrációval, 162 perces szivattyúzhatósági időt tudtunk elérni.

220 C°-on a 150 perc elérésére új kötéslassítót, Ca-glukonátot kellett alkalmazni furfurol—$Na_2Cr_2O_7$ adalékpárral kombinálva.

A 220 C°-ra vonatkozó szivattyúzhatósági görbe lefutása az *1. ábrán* látható.

Pernye és $Ca(OH)_2$-tartalmú kohósalak szivattyúzhatósági ideje

Vizsgáltuk az 50% diósgyőri granulált salak—homok+35% pécsi pernye+15% $Ca(OH)_2$-ból álló alapanyag („B") szivattyúzhatósági idejét. A kísérleti eredmények szerint a maximális 220 C°-os hőmérsékleten 1,5% Ca-glukonáttal, 0,3% furfurollal

1. tábláza t

Könnyített fajsúlyú hőálló cementező anyagok vizsgálata autoklávban 220 C°-on és 300 at-n (2 nap)

Labor. szám	Összetételek, %					Nyomó-	Hajlító-	CaO/SiO_2	Fajsúly g/cm³
	pécsi pernye	$Ca(OH)_2$	tatai 450k	diósgyőri salak—homok	v/sz	szilárdság, kg/cm²			
737	80	—	20	—	0,80	19,1	5,6	0,33	1,434
738	70	10	20	—	0,80	85,6	33,8	0,56	1,439
739	65	15	20	—	0,80	104,7	36,0	0,70	*1,441*
740	60	20	20	—	0,80	49,6	9,0	0,86	1,443
750	60	20	20	—	0,90	54,6	11,3	0,86	1,410
741	80	20	—	—	0,80	71,7	9,0	0,43	1,401
742	70	30	—	—	0,85	99,6	2,3	0,71	1,395
743	60	40	—	—	0,90	31,3	9,0	1,07	1,385
744	50	—	—	50	0,55	lágy paszta	lágy paszta	0,29	1,564
745	40	10	—	50	0,65	90,1	29,3	0,47	1,518
746	35	15	—	50	0,65	126,4	49,5	0,58	*1,522*
747	30	20	—	50	0,70	131,5	33,8	0,70	1,498

2. táblázat

Könnyített fajsúlyú cementtejekből képződött cementkövek szilárdsága és áteresztőképessége 180—260 C°-on

Összetétel száma	Nyomószilárdság, kg/cm², hajlítószilárdság, kg/cm², áteresztőképesség, mD								
	2 nap			7 nap			30 nap		
	180 C°	220 C°	260 C°	180 C°	220 C°	260 C°	180 C°	220 C°	260 C°
768	128 34 —	107 36 0,2	89 23 1,7	101 36 —	113 29 —	85 23 0,6	99 23 —	86 27 2,0	54 7 0,5
769	86 6 1,4	103 38 —	105 45 0,5	98 20 0,5	114 18 —	104 23 0,5	98 20 —	99 25 —	66 11 —
771	147 41 —	144 34 7,5	120 32 0,6	126 16 —	152 41 —	128 14 0,4	148 5 0,8	183 47 —	86 18 —
772	83 25 0,2	80 20 0,9	68 18 4,3	71 20 0,3	90 18 0,5	79 18 0,6	91 18 —	84 16 0,3	36 2 —

Összetételek, %	v/sz	Pécsi pernye	Tatai 600-as cement	$Ca(OH)_2$	Diósgyőri granulált sal.—hom.	Viscosol	NaOH	Furfurol	$Na_2Cr_2O_7$	Ca-glukonát	Gipán
768	0,80	65	20	15	—	—	—	—	—	1,5	—
769	0,80	65	20	15	—	1,5	0,15	1,5	0,75	—	—
771	0,65	35	—	15	50	—	—	—	—	1,5	—
772	0,80	35	—	15	50	1,0	—	1,0	0,2	—	0,4

és 0,15% $Na_2Cr_2O_7$-tal 162 perces szivattyúzhatósági időt lehet elérni.

A 220 C°-ra vonatkozó szivattyúzhatósági görbe lefutása a *2. ábrán* látható.

Pernye és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement, valamint kohósalak szilárdsága és áteresztőképessége

Vizsgáltuk a kötéslassító adalék anyagokkal kezelt „A" és „B" alap-összetételű cementek szilárdságát és áteresztőképességét a hőmérséklet (180, 220, 260 C°) és az idő függvényében (2 nap, 7 nap, 30 nap). A kísérleti eredményeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze. A kísérleti eredmények értékelése szerint 220 C°-on csak a 771-es összetétel mutat állandó növekvő nyomószilárdságot az idő függvényében („B" alapanyag-összetétel glukoheptonát kötéslassítóval). A szilárdságváltozások tendenciájából arra kell következtetni, hogy a kidolgozott összetételek jelenlegi formájukban maximálisan 220 C°-ig hőállóak.

Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement, valamint kohósalakból készült cementtejek reológiai tulajdonságai

Vizsgáltuk az „A" és „B" alap-összetételű kötéslassítókkal kezelt cementtejek reológiai tulajdonságait 20 és 75 C°-on Fann viszkoziméterben. A kísérleti eredmények szerint mindkét alap-összetétel összesen négyféle recepturájában a reológiai jellemzők csak kismértékű ingadozást mutatnak. Látszólagos viszkozitás 42—57 cP, plasztikus viszkozitás 38—45 cP, Bingham-folyáshatás 100—120 dyn/cm².

Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement, valamint kohósalakból képződött cementkövek kristályfázis-összetétele

Megvizsgáltuk az „A" és „B" alap-összetételű és kötéslassítókat tartalmazó, 180, 220 és 260 C°-on 2, 7 és 30 napig szilárdított cementkövek kristályfázis-összetételét röntgendiffrakciós módszerrel. A 30 napig szilárdított cementkövek vizsgálati eredményeit a *3. táblázatban* foglaltuk össze. A kristályfázis-összetételeket változó mennyiségű tobermorit és kevés CSH(B) jellemzi. Xonotlitot egyáltalán nem lehetett kimutatni, tehát ez a magas hőmérsékleten stabil Ca-hidroszilikát-fázis nem képződött.

Pernye- és $Ca(OH)_2$-tartalmú portlandcement, valamint kohósalakból képződött cementkövek porozitása és pórusméret-eloszlása

Vizsgáltuk az „A" és „B" alap-összetételekből 220 C°-on 2 napig szilárdított cementkövek porozitását és párusméret-eloszlását. A kísérleti eredményeket a *4. táblázatban* foglaltuk össze. Jellemző, hogy az „A" típusú (739) összetételnek kisebb a porozitása, mint a „B" típusúnak (747). A pórusméretek zöme a finomabb pórusok $10^{-6}-10^{-7}$ cm-es tartományba esik. A legtöbb finom pórusa a „B" alapösszetételből képződött cementkőnek van.

3. táblázat

Könnyített fajsúlyú cementtejekből képződött cementkövek kristályfázisai (180, 220, 260 C°); 1 hó

Jelzés	Hőmérséklet C°	SiO_2	Tobermorit	Hematit	CSH(B)	Wairakit
768	180	n. kevés	közepes	n. kevés	kevés	—
769	180	n. kevés	közepes	n. kevés	kevés	—
771	180	sok	közepes	n. kevés	kevés	—
772	180	sok	közepes	n. kevés	közepes	—
768	220	—	közepes	n. kevés	kevés	n. kevés
769	220	nyom	közepes	n. kevés	kevés	nyom
771	220	közepes	közepes	n. kevés	kevés	—
772	220	—	közepes	n. kevés	közepes	n. kevés
768	260	—	közepes	n. kevés	kevés	kevés
769	260	sok	kevés	n. kevés	kevés	nyom
771	260	kevés	kevés	n. kevés	kevés	kevés
772	260	sok	közepes	nyom	kevés	közepes

(Az összetételek a *2. táblázat*ban találhatók.)

4. táblázat

Könnyített fajsúlyú hőálló cementező anyagokból készült cementkövek porozitása és pórusméret-eloszlása (220 C°)

Jelzés	Porozitás %	Pórusméret-eloszlás az összes pórustérfogat %-ában			
		$10^{-7}-10^{-6}$ cm	$10^{-6}-10^{-5}$ cm	$10^{-5}-10^{-4}$ cm	$10^{-4}-10^{-3}$ cm
739/2 nap	58,21	2	81	16	1
740/2 nap	52,88	3	60	29	1
742/2 nap	63,60	2	82	8	3
743/2 nap	63,35	2	60	32	1
746/2 nap	50,82	2	96	2	0
747/2 nap	62,96	3	91	6	0

IRODALOM

[1] *Eilers, L. H.—Root, R. L.:* Long-term effects of high temperature on strength retrogression of cements. SPE 5028 (1974).

[2] *Butt, Ju. M.—Raskovics, L. N.:* Tverdenie vjazsuscsih pri povüsennüh temperaturah. Moszkva, Sztrojizdat, 1965. p. 224.

[3] *Fincher, A.—Goode, J. M.:* A new cementing mateiral for deep hot holes. SPE 5029 (1974).

[4] *Kisbán G.:* Erőművi pernye aktivitásának és kémiai aktiválhatóságának vizsgálata. Építőanyag 7 253—7 (1976).

[5] *Kovács R.:* Pernyeadalékos cementek hidratációs folyamatai és időállósága. Építőanyag *10* 375—81 (1975).

[6] *Krüh, B. V.—Sztrusz, Ja. M.:* O vozmozsnoszti iszpol'zovanija zolü burstünszkoj GRÉSZ v kacsesztve dobavki k tamponazsnüm rasztvoram. Neft. i Gaz. Prom. *1* 13—6 (1976).

SOÓS SÁMUEL
1907—1977

A híres hódmezővásárhelyi kútfúró dinasztia utolsó tagját, Soós SÁMUELT, a Vízkutató és Fúró Vállalat nyugdíjas körzetvezetőjét, 1977. június 17-én kísértük utolsó útjára az Óbudai temetőben.

A nagybácsi, *Soós Károly*, a kútfúrószakmát még *Zsigmondy Bélától* sajátította el; az édesapa, *Soós Sámuel* kertészből lett kútfúró, és a szakma országosan elismert kiváló tekintélyévé vált. Ebben a családban növekedett fel ifj. Soós SÁMUEL, aki szinte gyermekkorában jegyezte el magát a kútfúrási szakmával.

Ifj. Soós SÁMUEL 1907. június 8-án született Hódmezővásárhelyen. Középiskolai tanulmányainak befejezése után Pestre került a Teudloff-Dittrich szivattyú- és gépgyárba, ahol 1924-ben szabadult mint lakatossegéd. A műszaki tudományok elméleti ismereteit a szegedi felsőipariskola gépészeti tagozatán szerezte, ahol a tanulmányait 1927-ben fejezte be kitűnő eredménnyel.

Ifj. Soós SÁMUELT vonzotta az ismeretlen mélység, ahol a rejtett források titkát kutathatta, és 1930-ig segédkezik megrokkant atyjának. Id. *Soós Sámuel* roppant nagy gyakorlata és a fiatal Soós SÁMUEL elméleti tudása remekül ötvöződött, és atyjának bekövetkezett halála után a jó hírű cég továbbfejlesztése a fiatal Soós SÁMUELRE várt.

A fúrási vállalkozást 1935-ig édesanyja kezeli, mikor is Soós SÁMUEL a működési engedélyhez szükséges „kútcsináló iparos"-i szakmát is megszerezte. A következő 15 évben — 1935—1949 között — mint önálló kútfúró mester a legkülönbözőbb kútfúrási, aknaépítési, gépészeti szerelési és hasonló természetű munkák egész sorozatát végezte. A fárasztó fizikai munka mellett is állandóan képezte magát. Minden érdekelte, ami új volt, s amivel könnyebbé, gyorsabbá, egyszerűbbé tehette a saját, illetve dolgozótársai munkáját.

Az 1949. évi államosításkor négy egység mélyfúró és aknaépítő felszerelést adott át minden tartozékával. Ezt követően a megalakult Mélyépítő és Mélyfúró Nemzeti Vállalatnál mint műszaki előadó tevékenykedett a talajmechanikai, hidrogeológiai és a nagy átmérőjű fúrások ellenőrzésénél.

1952 januárjában megalakult a Mélyfúróipari Tröszt, ahol Soós SÁMUELT a termelési osztályon találjuk műszaki előadói beosztásban. E munkája mellett fúrómesteri tanfolyamokat szervez az egyre nagyobb számban szükségelt szakember biztosítása érdekében. Az átszervezés után új munkahelyén a Tokodi Mélyfúró Vállalat, illetve az 1958-ban megalakult Vízkutató és Fúró Vállalat budapesti üzemvezetőségén körzetvezetőként dolgozik. Itt tevékenykedett mint vállalati törzsgárdatag 1967-ben történt nyugdíjba meneteléig.

A vízkutatás és kútfúrás technológiája az elmúlt évtizedek alatt óriásit fejlődött, az új lehetőségek, feltételek, az újfajta berendezések a korábbinál sokkal nagyobb feladatok elé állították a mindenki által tisztelt és nagyrabecsült SAMU bácsit. A kézi, illetve a gőzüzemű berendezésekről a korszerűbb dizel- és hidraulikus hajtású fúróberendezésekre való átállást, a rohamos fejlődést fiatalos lendülettel, nagy érdeklődéssel követte. Nagy szaktudását különösen a nagy átmérőjű csőkutak kivitelezésénél kamatoztathatta. Számos újítást adott be, s ezek mind a gyakorlati életben is bevált eljárásokká váltak. Szorgalmát, kezdeményező készségét több izben adományozott „Főigazgatói Dicséret", „Kiváló Dolgozó Jelvény", „Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója" kitüntetésekkel ismerték el.

Elhunytáig mint nyugdíjas a Vízkutató és Fúró Vállalat Műszaki fejlesztési osztályán tevékenykedett. A 70. születésnapjának megünneplésére már nem kerülhetett sor, mert ahogy a gyászjelentésében olvashattuk „...az én elköltözésem ideje beállott." SAMU bácsi kemény, küzdelmes, de kifelé mindig olyan derűsnek mutatott élete után most már végleg megpihent.

Dr. *P. N.—Cs. B.*

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Mélyfúrási szimpozion a jugoszláviai Porec-ben

A DIT-Naftaplin 1977. május 23—26. között tartotta meg az Isztriai-félszigeten fekvő Porec-ben a Harmadik Mélyfúrási Adria Szimpoziont. Ezen a négyévenként megrendezett szimpozionon, amely az európai mélyfúrási szakemberek nívós és immár hagyományos seregszemléjévé vált, a kb. 200 jugoszláv résztvevőn kívül 15 európai országból 110-en gyűltek össze, de a tengerentúlról is érkezett 40 aktív résztvevő (37 az USA-ból, 3 Líbiából). Az így összesen mintegy 350 aktív résztvevőn kívül kb. 100-an vettek részt a gazdag kiegészítő programon.

Egyesületünk, illetve az OKGT és a Nehézipari Műszaki Egyetem képviseletében 16 résztvevő és 5 kísérő volt jelen a szimpozionon.

A szimpozionon összesen 93 előadás hangzott el kitűnő szinkron tolmácsolással (az ülésszak hivatalos nyelve a szerb-horvát és az angol volt). Az előadások sorában az alábbi magyar előadások hangzottak el:

Tóth B.—Csaba J.: A fúrási paraméterek optimalizálása az OP-3/A program alapján.

Alliquander Ö.—Szepesi J.: A magyarországi nagymélységű fúrások technológiájának kulcskérdései.

Németh F.—Buda E.: A magyarországi kőolaj- és földgázfúrás tevékenység kitörésvédelmi szervezete

Dobay P.—Cseley A.: A fúrólyuktengely térbeli helyzetének ismerete a mélyfúrási technológia alapvető kérdése

Molnár J.: Olajbázisú öblítőiszapok alkalmazásának tapasztalatai nagymélységű fúrásokban.

A kitűnő szervezéssel lebonyolított előadásokat élénk viták követték. Ezt nagymértékben elősegítette az a tény, illetve az az eléggé nem dicsérhető, nagyszerű teljesítmény, hogy a rendezőség az összes előadások teljes szövegét egy 600 oldalas (A/4 méretű) kötetben minden résztvevőnek érkezésekor, előnyomat formájában a kezébe adta.

A gazdag szakmai programot a kitűnő, hagyományosan figyelmes házigazdák bőséges társadalmi és kulturális programmal egészítették ki. Ezek közül különösen kiemelkedett az igen hangulatos délután a motovuni várudvaron.

A szimpozion osztatlan nagy sikere a régi barátaink: *Nicola Cizmic* és *Ante Modrusan* vezette rendezőgárda kiváló munkáját dicséri. Külön köszönet illeti egyesületi csoportunkról utolérhetetlen figyelmességgel gondoskodó *Coloman Cigüt* és *Gy. Gazdag* barátainkat.

A. Ö.

(Folytatás a 342. oldalról!)

A felbontásban szereplő főbb műveleti időkről csak annyit, hogy a ki-beépítési idő 2—3%-kal, a lyukkondicionálás szintén 2—3%-kal csökkenthető a technológia folyamatos korszerűsítésével. A várakozási idő jobb szervezéssel, anyagellátással teljesen kiküszöbölhető lenne. Ha csak a felére csökkentenénk, már akkor is számottevő a megtakarítás!

A fennmaradó munkafolyamatok időfelhasználásának részaránya 20%-on belüli. Kismérvű megtakarítással itt is számolhatunk.

Ez év május 31-ig tizenhárom fúrást mélyítettek a felsőpannóniai rétegekre. Átlagidejük 18,8 nap/fúrás/fúróberendezés (ebben szerepel két irányított ferdefúrás, s közte az *Algyő-615.* ideje is!). Jól látható, hogy a zömében függőleges fúrások átlagideje mindössze 0,2 nappal tér el a rekordnak számító *Algyő-615.* irányított ferdefúrás időfelhasználásától.

Algyő, Szeged, Ferencszállás területén számos ferdefúrást mélyítettek az NKFÜ Szegedi Üzemegységének fúróberendezései OGIL-ferdítési tervek alapján, OGIL—NKFÜ szakszemélyzet közös terepi irányításával. Az eddig elért eredmények a két vállalat, a speciális munkát végző szakemberek összehangolt munkájának tulajdonítható.

A lyukferdítési munkáknál továbbra is lényeges szempont, hogy a lemélyített kút termelési funkciójának minél jobban feleljen meg, a lyukmélyítés műszaki-gazdasági mutatói a lehető legracionálisabbak legyenek. A fenti célok megvalósításáért további jól összehangolt együttműködés szükséges az irányított ferdefúrások területén tevékenykedő szakemberek között.

Szolnok, 1977. június hó

Balla Imre
főosztályvezető
(OGIL)

Tatár András
csoportvezető
(OGIL)

KÖNYVISMERTETÉS

GORODNOV, V. D.: **A fúrási rétegnehézségek megelőzésének fizikai és kémiai módszerei** *(Fiziko-himicseszkie metodü preduprezsdenija oszlozsnenij v burenii).* Moszkva, Nedra, 1977. 280 p.

A könyv fontos problémával foglalkozik, nevezetesen a fúrás közben fellépő nehézségek (pergés, omlás, vízbetörés) megelőzésének és az ellenük való védekezésnek fizikai és kémiai módszereivel. Megvizsgálja a különböző tényezők hatását az agyagok duzzadására, az iszaplepény fizikai és kémiai tulajdonságaiban a rétegfluidumok hatására végbemenő változásokat. Ismerteti az öblítőiszapok kezelésére alkalmazott új vegyszereket, a potenciálisan instabil agyagok, sóüledékek harántolására alkalmas különleges öblítőfolyadékok, valamint a hő- és sótűrő öblítőfolyadékok receptúráit.

Vizsgálja a kúttermék vizesedésének megelőzésére a fúrás folyamán alkalmazott módszereket, valamint a kén-hidrogénes agressziók és egyéb nehézségek elleni védekezés fizikai és kémiai módszereit.

A könyv a kőolajipari fúróvállalatok mérnökeinek és technikusainak, valamint tudományos kutatóinak szól, de hasznos lehet az egyetemi oktatásban is a felsőbb évfolyamú hallgatók számára.

A kilenc fejezetre osztott anyagot 36 ábra, 86 táblázat és 96 tételes bibliográfia egészíti ki. A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi Károly

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Й. Пергер, инж.-химик: **Производство дизельных топлив с низким содержанием серы путем гидрообессеривания** ..... **Стр. 322**

В результате экспериментов, проведенных в реакторе лабораторского масштаба было установлено, при каких условиях и параметрах можно удалить максимальное количество серы при каталитической гидрогенизации легких, тяжелых и вакуумных дизельных топлив Дунайского нефтеперерабатывающего предприятия (ДНПЗ). На основе результатов излагаются возможности увеличения эффективности процесса обессеривания дизельного топлива на ДНПЗ. Новые технологические решения строящейся установки для обессеривания диельного топлива мощностью I млн. т/год дают возможность для улучшения эффективности обессеривания топлива по сравнению с построенными до сих пор установками.

Д-р *Й. Папаи,* инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Отрывки относительно применения уравнений материального баланса. Часть II. — Анализ режима работы аквиферов неоднородного строения и неправильной геометрии** **Стр. 328**

Аквифер, гидродинамически связанный с залежами углеводородов, характеризуется автором с одной стороны функцией влияния, а с другой стороны численной моделью. Указывается на то, что функция влияния неоднородного аквифера может быть определена применением численной модели. Эта функция представляет собой функцию Ван Эвердингена-Хорста, характерную для аквифера, которая при решении данной задачи может быть использована для замены численной модели.
Автором показывается способ определения функции влияния на основе истории разработки и при ее помощи подсета начальных запасов нефти и газа.

Л. Береш Деак, инж.-механик: **Расчет продольных перемещений заглубленных трубопроводов способом конечных элементов Часть II** ..... **Стр. 336**

В первой части статьи приводились принципиальные основы решения задачи в общем случае, а также зависимости, пригодные как для ручных, так и для машинных расчетов. Во второй части статьи показываются некоторые возможности применения этих зависимостех, встречаемые на практике проектирования.

З. Надь, инженер—нефтяной механик: **Компрессор нового типа в нефтяной и газовой промышленности — винтовый компрессор** ..... **Стр. 343**

В статье приводятся типы винтовых компрессоров, их конструкционное выполнение, принцип работы и оптимальная сфера их применения, а также их технико-экономические преимущества по сравнению с другими типами компрессоров. Излагаются возможности регулирования винтовых компрессоров, и наконец детально рассматривается вопрос изменения структуры производства винтовых компрессоров в социалистических странах.

Б. Гараднаи, инж.-химик: **Исследование термостойких и облегченных цементных растворов** ..... **Стр. 348**

В результате лабораторных экспериментов были разработаны рецептуры термостойких, облегченных цементных растворов, пригодных для цементирования сверглубоких скважин. У дельный вес цементного раствора с термостабильностью до 220 °C на основе портландцемента—золы—CaO составляет 1,44 г/см³, а на основе доменного шлака—золы—CaO — 1,52 г/см³.

Время прокачиваемости этих облегченных цементных растворов в интервале температуры 160—220 °C можно хорошо регулировать добавками вискозола, фурфурола или глюконата кальция для замедления схватывания.

*

Dipl.-Ing. *József Perger:* **Herstellung von Gasölen niedrigen Schwefelgehalts durch hydrierende Entschwefelung** ..... S. 322

Durch im Laborreaktor durchgeführte Versuche wurde festgestellt, aus welchem der leichten, schweren und Vakuumgasölen des Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) und mit welchen betrieblich verwirklichbaren Parametern bei katalytischer Hydrierung die maximale Schwefelmenge entfernt werden kann. Die Möglichkeiten der Steigerung des Wirkungsgrads der Gasölentschwefelung bei DKV werden aufgrund der Ergebnisse dargelegt. Die neuen technologischen Züge des im Bau befindlichen Gasölentschwefelungsbetriebs mit einer Kapazität von 1 Million t/Jahr ermöglichen eine Verbesserung des Wirkungsgrads der Entschwefelung im Vergleich zu den früher errichteten Betrieben.

Dr.-Ing. *József Pápay*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Über die Anwendung von Materialbilanzgleichungen — 2. Teil — Analyse der Energieverhältnisse heterogener Wasserspeicher unregelmässiger Geometrie** S. 328

Die mit den Kohlenwasserstoff-Lagerstätten in hydrodynamischer Verbindung befindlichen Wasserspeicher werden einerseits durch die Wirkungsfunktion, andererseits durch ein numerisches Modell charakterisiert. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wirkungsfunktion inhomogener Wasserspeicher durch das numerische Modell bestimmt werden kann. Diese Funktion ist die für heterogene Wasserspeicher charakteristische *Van Everdingen—Hurstsche* Funktion, die bei Lösung einer gegebenen Aufgabe auch für die Ersetzung des numerischen Modells gebraucht werden kann.
Der Verfasser zeigt, wie aufgrund der Produktionsvergangenheit die Wirkungsfunktion bestimmt und mittels der Funktion die Anfangserdöl- und erdgasvorräte berechnet werden können.

Dipl.-Ing. *László Béres Deák*; **Berechnung der Bewegung erdverlegter Rohrleitungen nach der Methode endlicher Elemente — Teil 2.** ..... S. 336

Der 1. Teil des Beitrags legte die prinzipiellen Grundlagen der Lösung der Aufgabe für einen allgemeinen Fall dar; er setzte die für manuelle und maschinelle Berechnung ebenso geeigneten Zusammenhänge auseinander. Im Teil 2 werden einige in der Projektierungspraxis vorkommende Anwendungsmöglichkeiten gezeigt.

Dipl.-Ing. *Zoltán Nagy:* **Der Schraubenkompressor — ein neuer Kompressortyp in der Erdöl- und Erdgasindustrie** ..... S. 343

Der Beitrag bespricht die Schraubenkompressortypen, ihre Konstruktion, ihr Funktionsprinzip und ihren optimalen Anwendungsbereich, ihre technisch-ökonomischen Vorteile gegenüber anderen Kompressortypen. Regelungsmöglichkeiten der Schraubenkompressoren werden auseinandergesetzt. Schliesslich beschäftigt sich der Beitrag ausführlich mit der Gestaltung der Herstellungsstruktur von Schraubenkompressoren in den sozialistischen Ländern.

Dr.-Chem. *Béla Garadnai*: **Forschung von thermostabilen Zementen erleichterter Dichte** ..... S. 348

Durch Laboratoriumsversuche gelang es, Rezepturen für thermostabile Zemente erleichterter Dichte zu entwickeln, die zur Zementierung übertiefer Bohrungen geeignet sind. Die Dichte des bis auf 220 °C thermostabilen Zementschlammes auf Portlandzement—Flugasche—CaO—Base beträgt 1,44 g/cm³, die auf Hochofenschlacke—Flugasche—CaO—Base 1,52 g/cm³. Die Pumpbarkeitszeit dieser Zementschlamme erleichterter Dichte kann zwischen 160 und 220 °C durch Beimengung von Viscosol, Furfurol, bzw. Ca—Glukonat als Abbindeverzögerer gut reguliert werden.

*

József Perger, Chemical Eng.: **Production of low sulfur-content gas oil by hydrogenating desulfurization** ..... p. 322

Through experiments carried out in a laboratory reactor it has been established, which of the light, heavy and vacuum gas oils of Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) can be desulfurized to a maximum efficiency by catalytic hydrogenation. Parameters that can be realized in the plant for this procedure are shown. Based upon these results, possibilities of increasing the efficiency of gas oil desulfurization at DKV are outlined. The new technological features of the 1 million ton per year gas oil desulfurizing plant under construction permit an improvement of desulfurization efficiency as compared to plants proviously built.

Dr. *József Pápay*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **On the application of material balance equations — Part 2 — Analysis of the energy conditions of heterogeneous aquifers with irregular geometry** ..... p. 328

Aquifers hydrodynamically connected to hydrocarbon reservoirs are characterized partly by an efficiency function, partly by a numeric model. It is pointed out that the efficiency function of inhomogeneous aquifers can be determined by using a numerical model. This function is the *Van Everdingen—Hurst* function characteristic of the heterogeneous aquifers and it also can be used for substituting the numeric model when solving a given problem. The author shows how the efficiency function can be determined on the basis of the production history and how the initial in-situ oil and gas reserves can be calculated by using the function.

László Béres Deák: Mechanical Eng.: **Calculation of the displacement of buried pipelines by using the finite elements method — Part 2** ..... p. 336

In Part 1 of the paper the theoretical bases for the solution of the task in a general case were discussed; relationships suitable for both manual and mechanical calculation were given. Part 2 shows some application possibilities in the projecting practice.

Zoltán Nagy, Mining Mechanical Eng.: **Screw compressor — a new compressor type for the oil and gas industry** ... p. 343

Screw compressor types, their construction, principle of operation, optimal application range, technical and economical advantages over other compressor types are discussed. Regulation possibilities for screw compressors are dealt with and development of the patterns of screw compressor manufacturing in the socialist countries is outlined.

Dr. *Béla Garadnai*, Chemist: **Research work in the field of thermostable cements with lightened specific gravity** ... p. 348

Through laboratory experiments it has succeeded to elaborate formulas for thermostable cements with lightened specific gravity suitable for performing cement jobs in ultra-deep wells. The specific gravity of the portland-cement (flue-dust) CaO base cement slurry thermostable up to 220 °C is 1,44 gr/cm³, that with a blast furnace cinder (flue-dust) CaO base is 1,52 gr/cm³. The pumping time of these cement slurries with lightened specific gravity can well be regulated between temperatures ranging from 160 to 220 °C by adding viscosol, furfurol and/or Ca-gluconate to retard setting.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1977

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
10. (110.) évfolyam 353—384 oldal
BUDAPEST, 1977. DECEMBER HÓ
12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

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

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

TARTALOM

HEINEMANN ZOLTÁN — Szimulációs modell a polimeres kőolaj-kiszorítás vizsgálatához 353

KOMORNOKI LÁSZLÓ PÉTER—NAVRATIL LÁSZLÓ — A nem newtoni kőolajok folyási tulajdonságaira és súrlódási nyomásveszteségére ható néhány tényező 359

PERGER JÓZSEF—BÉLAFINÉ RÉTHY KATALIN—DÉCSY ZOLTÁN—KÁNTOR MIKLÓS — Gázolajok kénvegyületeinek vizsgálata 363

KÓKAI JÁNOS—SZALAY ÁRPÁD—SZENTGYÖRGYI KÁROLY — A geokémia szerepe a földtani szénhidrogén-prognózisban 370

CSABA JÓZSEF—MAGYAR MIKLÓS — Túlnyomásos formációk előrejelzésének üzemi kísérlete a komádi kutatási területen 377

PAPP ÁGOSTON 382

KRICSFALUSSY LÁSZLÓ 382

Hírek az üzemekből
- Új típusú, félautomatikus olajgyűjtő állomások a dél-alföldi kis mezőkön 369
- Kis vízleadású cementekkel végzett laboratóriumi és üzemi kísérletek 376

Az iparág köréből
- Fúrási tevékenység a világűrben 358

Külföldi hírek
- A Hollandiából exportált földgáz árának alakulása az 1972—1976. évi időszakban 383

Hazai műszaki lapszemle 383

Mérnöktovábbképző tanfolyamok B-4

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 384

A SZÁM SZERZŐI:
BÉLAFINÉ RÉTHY KATALIN dr. okl. vegyészmérnök, tudományos főmunkatárs (Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézet, Veszprém); CSABA JÓZSEF okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); DÉCSY ZOLTÁN okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézet, Veszprém); HEINEMANN ZOLTÁN dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tanszékvezető egyetemi tanár (Montanuniversität, Leoben); KÁNTOR MIKLÓS okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézet, Veszprém); KÓKAI JÁNOS dr. okl. geológus, okl. bányamérnök, főosztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); KOMORNOKI LÁSZLÓ PÉTER okl. bányamérnök, területi referens (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Siófok); MAGYAR MIKLÓS okl. olajmérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); NAVRATIL LÁSZLÓ okl. olajmérnök, tudományos munkatárs (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); PERGER JÓZSEF okl. vegyészmérnök, vezető technológus (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta); SZALAY ÁRPÁD dr. okl. geológusmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); SZENTGYÖRGYI KÁROLY okl. geológus, osztályvezető-helyettes (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok).
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: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
77-4400 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

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

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:
MUNKÁCSI ZOLTÁN (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

BINDER BÉLA

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; HOZNEK ISTVÁN; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; 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

10. (110.) évf. 12. szám 1977. december

Szimulációs modell a polimeres kőolaj-kiszorítás vizsgálatához

HEINEMANN ZOLTÁN

A tanulmány a kőolajtelepek polimeres elárasztásának egy szimulációs modelljét ismerteti. A modell figyelembe veszi mind a kiszorítófázis viszkozitásának növekedését, mind a polimeradszorpció miatti áteresztőképesség-csökkenést. A dugós kiszorítások szimulációjánál fellépő numerikus diszperziót a modell kiküszöböli azáltal, hogy a koncentrációfrontok mozgását az elemeken belül is számítja. A fizikai diszperzió hatása empirikus állandók bevezetésével leírható.

A szénhidrogéntelepek több fázisú, több dimenziós szimulációs eljárásai az 1960-as évek második felétől gyors ütemben terjedtek, és ma már a fejlett művelés-tervezés és -irányítás alapvető eszközei. A szimulációs eljárásokat nagy számban és sikerrel alkalmazták hosszabb idő óta működő telepek termeléstörténetének reprodukálására, és így gyakorlati értékük ma már egyértelműen bizonyítottnak tekinthető. A sikertelen alkalmazások döntően a telepparaméterek nem kellő ismeretére vezethetők vissza [1].

Az utóbbi években világszerte erősödött az érdeklődés a kihozatalok növelése, és így a másodlagos-harmadlagos művelési eljárások üzemi alkalmazási eredményét értékelő szimulációs módszerek iránt. Annak ellenére, hogy e téma kezdettől fogva a tudományos érdeklődés előterében állt, a gyakorlati eredmények — a hagyományos eljárások szimulációs technikájához viszonyítva — elég szerények. A nehézségek kétirányúak: egyrészt bonyolultabb folyamatokat kell numerikus matematikai eszközökkel leírni, másrészt nem áll elegendő tapasztalat rendelkezésre a szimulációs eljárások gyakorlati ellenőrzéséhez.

A reményteljes másodlagos kőolaj-termelési eljárások egyike a polimeres kiszorítás, amelynek lényege, hogy a telepbe 0,2—1 g/l koncentrációban nagy molekulasúlyú polimert (poliakrilamidot) tartalmazó oldatot sajtolnak be. A polimeroldat viszkozitása a tiszta víz viszkozitásánál jelentősen nagyobb. A pórusmérettel azonos nagyságú polimer gombolyagok egy része a pórusszűkületekben befogódik, más része adszorpció útján kötődik a kőzethez. Ezáltal megváltozik a póruscsatornák relatív folyadékvezető képessége is. A nagyobb kiszorítási és elárasztási hatásfok a két tényező — a viszkozitási arány és az áramlás szempontjából szabad póruscsatornák struktúrája megváltozásának — együttes eredménye.

A polimeres kiszorítási eljárás vizsgálata és fejlesztése Magyarországon 1972-től folyik az MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium gondozásában. A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat 1977-ben kisüzemi kísérletet folytat le az algyői mező Algyő 2. telepében annak megállapítására, hogy az eljárás a konkrét telepi viszonyok között gazdaságosan alkalmazható-e. A kísérleti elem szabályos ötpontos lesz. A besajtolókutak távolsága kb. 250 m. A kísérlet során a telepet először vízzel árasztják el — minthogy az eljárást vízkiszorítással leművelt telepekben kívánják majd alkalmazni —, majd egy adott nagyságú polimer dugót nyomnak be. A polimer dugót ismét tiszta víz követi.

A szerző arra a feladatra vállalkozott, hogy a kísérlet megtervezésére és a folyamat követésére alkalmas szimulációs eljárást dolgoz ki. A modell alkalmazásáról a kísérletek tervezői és gyakorlati kivitelezői fognak röviden beszámolni.

A továbbiakban a polimeres kiszorításra kidolgozott modellt ismertetjük. A modell kialakításával — az alapvető folyamatok korrekt leírása mellett — a következő követelményeket kívántuk kielégíteni: 1. csak megmérhető adatokat igényeljen; 2. rugalmasan illeszthető legyen az üzemi eredményekhez; 3. viszonylag nagy rácstávolságot lehessen alkalmazni; 4. a vizsgálatok költsége elviselhető legyen; 5. a számítógépi eljárás a rendelkezésre álló szimulációs programokból legyen kifejleszthető [2].

A munka kiinduló pontját a *Bondor, Hirasaki* és *Tham* [3] által publikált polimeres modell képezte.

A két modell közötti alapvető eltérés, hogy *Bondor* és társai a polimeroldatot külön fázisként kezelik, és ennek megfelelően egy adott pontban külön víz- (S_w) és polimertelítettséget (S_p) különböztetnek meg. Véleményünk szerint ez az eljárás nemcsak fölöslegesen

komplikálja a szimulációs modellt, de értelmetlen is, mivel az S_w víz- és az S_p polimeroldat-telítettség közvetlenül vagy közvetve még elvben sem mérhető meg.

A matematikai modell

Három nem elegyedő fázis porózus közegbeni áramlását a következő differenciálegyenlet-rendszer írja le.

$$\nabla\left[\frac{k\bar{k}_{rw}}{B_w\bar{\mu}_w}(\nabla p_w+\varrho_w g\nabla D)\right]-q_w=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\phi S_w}{B_w}\right) \quad (1)$$

$$\nabla\left[\frac{kk_{ro}}{B_o\mu_o}(\nabla p_o+\varrho_o g\nabla D)\right]-q_o=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\phi S_o}{B_o}\right) \quad (2)$$

$$\nabla\left[\frac{kk_{rg}}{B_g\mu_g}\nabla p_g+\varrho_g g\nabla D)+R_s\frac{kk_{ro}}{B_o\mu_o}(\nabla p_o+\varrho_o g\nabla D)\right]-$$

$$-q_g=\frac{\partial}{\partial t}\left[\phi\left(\frac{S_g}{B_g}+\frac{R_sS_o}{B_o}\right)\right]. \quad (3)$$

Az (1) egyenlet polimeres kiszorítás esetén is érvényes marad, de figyelembe kell vennünk, hogy a $\bar{\mu}_w$ viszkozitás a pillanatnyi polimerkoncentrációtól, a k_{rw} relatív permeabilitás pedig a polimeradszorpciótól függ. Ezt a követelményt az (1) egyenletben a tényezők felülhúzásával jeleztük.

Legyen $c=c(x, y, z, t)$ a polimer koncentrációja egy adott pontban; a kontinuitási egyenletből következően

$$\nabla\left(\frac{\bar{u}_w c}{B_w}\right)=-\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{h\phi S_w c}{B_w}+Ah\phi\right), \quad (4)$$

ahol

$$\bar{u}_w=-\frac{k\bar{k}_{rw}}{\bar{\mu}_w}\nabla(p_w+\varrho_w gD) \quad (5)$$

és A az adszorbeált polimer mennyisége.

Az (1)—(4) egyenletrendszer numerikus megoldása érdekében térjünk át véges elemekre, és ekkor az (1) egyenlet két dimenzióban a kapilláris- és gravitációs erők elhanyagolásával a következő formában írható:

$$8{,}64\left\{\frac{\Delta y}{\Delta x^+}F_{i+1/2,j}(p_{i+1,j,n+1}-p_{i,j,n+1})+\right.$$

$$+\frac{\Delta y}{\Delta x^-}F_{i-1/2,j}(p_{i-1,j,n+1}-p_{i,j,n+1})+$$

$$+\frac{\Delta x}{\Delta y^+}F_{i,j+1/2}(p_{i,j+1,n+1}-p_{i,j,n+1})+$$

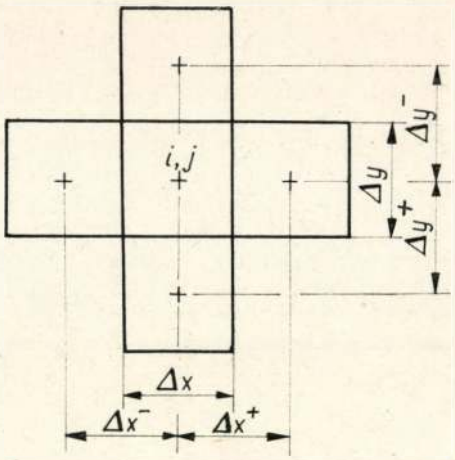
$$\left.+\frac{\Delta x}{\Delta y^-}F_{i,j-1/2}p_{i,j-1,n+1}-p_{i,j,n+1})\right\}+Q_{w_{i,j}}=$$

$$=\frac{\Delta x\Delta y}{\Delta t}\left[\left(\frac{h\phi S_w}{B_w}\right)_{i,j,n+1}-\left(\frac{h\phi S_w}{B_w}\right)_{i,j,n}\right]. \quad (6)$$

A (6) egyenletben

$$F_{i,j+1/2}=\begin{cases}\left(\frac{hk\bar{k}_{rw}}{B_w\bar{\mu}_w}\right)_{i+1,j} & \text{ha} \quad p_{i+1,j,n}>p_{i,j,n}\\ \left(\frac{hk\bar{k}_{rw}}{B_w\bar{\mu}_w}\right)_{i,j} & \text{ha} \quad p_{i+1,j,n}\leqq p_{i,j,n}.\end{cases} \quad (7)$$

A (6) és (7) egyenletet, ill. jelölésüket az *1. ábra* magyarázza.



1. ábra

Az (i,j) centrális elem területe $\Delta x\Delta y$; távolsága a szomszédos $(i+1,j)$ elemtől Δx^+; változó rácstávolság esetén $\Delta x\neq\Delta x^+$.

A

$$q_{i+1/2,j,n+1}=8{,}64\frac{\Delta y}{\Delta x^+}F_{i+1/2,j} \quad (8)$$

az a vízmennyiség, amely a két szomszédos elem között $p_{i+1,j,n+1}-p_{i,j,n}$ nyomáskülönbség hatására egységnyi idő alatt átáramlik (m³/nap).

Hasonló módon írhatók fel a (2) és (3) egyenletnek megfelelő differenciaegyenletek is. Ezek kifejtésétől eltekintünk, részletesen megtalálhatók az [1, 2] munkákban.

A (6) egyenlet egyformán érvényes homogén vertikális telítettségeloszlás és a Coats—Martin-féle vertikális kapilláris gravitációs egyensúly esetén. Az utóbbi esetben S_w a vertikálisan átlagos víztelítettséget, k_{rw} pedig az átlagos relatív permeabilitást jelzi. A továbbiakban e tényezőket mindig ebben az értelemben használjuk. A vízfázis (6) egyenletét az olaj- és gázfázis itt ki nem fejtett egyenleteivel összeadva, és az

$$S_w+S_o+S_g=1 \quad (9)$$

feltételt kihasználva a szokásos IMPES-nyomásegyenletet nyerjük.

A (6) egyenlethez hasonlóan írhatjuk fel a (4)-nek megfelelő differenciaegyenletet:

$$q_{i+1/2,j,n+1}c_{i+1/2,j}+q_{i-1/2,j,n+1}c_{i-1/2,j}+$$

$$+q_{i,j+1/2,n+1}c_{i,j+1/2}+q_{i,j-1/2,n+1}c_{i,j-1/2}+$$

$$+Q_{i,j}c^*_{i,j}=\frac{\Delta x\Delta y}{\Delta t}(h\phi)_{ij}\left\{c_\phi\left(\frac{S_wc}{B_w}+A\right)_{i,j}\Delta p+\right.$$

$$\left.+\Delta\left(\frac{S_wc}{B_w}\right)_{i,j}+\Delta A_{i,j}\right\}. \quad (10)$$

A $c^*_{i,j}$ mennyiség a kútba besajtolt vagy kútból kitermelt víz polimerkoncentrációja. Besajtolókútnál

$$c^*_{i,j}=\begin{cases}0, & \text{ha vizet sajtol be,}\\ c_o, & \text{ha polimeroldatot.}\end{cases}$$

A termelőkutakra feltesszük, hogy a termelt víz polimerkoncentrációja mindig az adott rácselem átlagos polimerkoncentrációjával azonos.

A $c_{i+1/2,j}$ mennyiség a két szomszédos elem között áramló víz polimerkoncentrációja. Ez a mennyiség a két elem $c_{i,j}$, ill. $c_{i+1,j}$ polimerkoncentrációjából nem határozható meg egyszerűen, mivel egyrészt alapvető befolyása csak az áramlás irányába eső első rácselemnek lehet, és teljesen közömbös, hogy a másodikban mekkora a pillanatnyi polimerkoncentráció; másrészt — különösen nagyobb rácstávolságok alkalmazásakor — arra is tekintettel kell lenni, hogy a polimerkoncentráció nem feltétlenül homogén az adott rácselemben.

Különösebb korlátozás nélkül feltehetjük, hogy a kiszorítási folyamat egyirányú, vagyis egy rácselembe először olaj és víz lép be, majd eléri a polimer dugó, amit később tiszta víz követ. Vizsgáljuk meg részletesebben — az egyszerűség kedvéért lineáris esetre — a folyamatot és matematikai leírásának lehetőségeit.

A legegyszerűbb és a végesdifferencia-módszernél általánosan használt megoldás lenne a

$$c_{i+1/2} = c_i$$

közelítés, amikor is az i-edik elemből kilépő víz polimerkoncentrációja azonos az elem átlagos koncentrációjával. Ez azzal járna, hogy az elembe való polimerbelépéssel egyidejűen a kiáramlás is megkezdődik. A polimer dugó így egyszerűen diszpergálódik (elkenődik), és ennek mértéke egyedül a rácstávolságtól és a megtett út hosszától fog függeni. Hasonló jelenség a közönséges vízkiszorításnál is fellép, azonban a diszpergálódás nem növekedhet minden határon túl, mivel a relatív permeabilitás a telítettségtől függ. A polimer dugó előtt és után a víz áramlik, és az elkenődéssel szemben itt semmilyen csillapító hatás nem lép fel. Bizonyos szempontból megtévesztő, hogy a valóságban is van diszperzió, és a dugó az előrehaladás során felhígul. Ennek és az említett numerikus diszperziónak azonban semmi köze nincs egymáshoz.

A véges elemek módszeréből következő numerikus diszperziót kiküszöbölhetjük, ha a polimerkoncentráció-profil alakját eleve meghatározzuk. Legegyszerűbb, ha elhanyagoljuk a diszperziót, és tökéletes dugónak tekintjük. A dugóban így a polimerkoncentráció mindig a kezdeti értékkel azonos, előtte és utána pedig a polimerkoncentráció zérus. Ha ezen túl feltételezzük, hogy a polimeradszorpció pillanatszerű és irreverzibilis, akkor kiszámítható a dugó haladási sebessége és fogyása is.

A *2. ábrán* egy olyan helyzetet tüntettünk fel, amikor egy Δx hosszúságú véges elemben egy ennél kisebb polimer dugó mozog. Az elemben az átlagos polimerkoncentráció c, a dugóban c_o, az átlagos polimeradszorpció A, a polimerrel érintett térfogatrészben pedig a. A fentebb bevezetett feltételek mellett nyilván

$$\Delta x_2 = \Delta x \frac{A}{a} \quad \text{és}$$

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = \Delta x \frac{c}{c_o}.$$

Legyen a víz szűrődési sebessége u; akkor a Δx_2 felületen Δt idő alatt $uc_o\Delta t$ polimermennyiség lép át, és a polimerfront Δx_p távolsággal előbbre halad. Nyilvánvaló, hogy

$$uc_o\Delta t = \Delta x_p(S_w c_o \phi + \phi a). \tag{11}$$

Az átlagos polimeradszorpció megváltozása ugyanezen idő alatt

$$\Delta A = \frac{\Delta x_p}{\Delta x} a. \tag{12}$$

A (11) és (12) egyenletből következően pedig

$$\Delta A = \frac{uc_o a}{S_w c_o + a} \frac{\Delta t}{\phi \Delta x}. \tag{13}$$

E felfogás következménye, hogy

$$c_{i+1/2} = \begin{cases} 0 & \text{ha} \quad A_i < a \quad \text{vagy} \quad c_i = 0 \\ c_o & \text{ha} \quad A_i = a \quad \text{és} \quad c_i > 0. \end{cases} \tag{14}$$

A (13) és (14) leírási mód — bár az előzőleg tárgyalt módszernél feltétlenül jobb — nem alkalmas azonban a koncentrációprofil elnyúlásának leírására. A diszperzió (a tényleges és nem a numerikus!) következtében ugyanis egy adott elemből a polimer kiáramlása a valóságban még a teljes adszorpciós telítettség beállása előtt megkezdődik, és koncentrációja az átáramlott oldatban nyilvánvalóan függeni fog az elem átlagos koncentrációjától is. Feltehetően jól alkalmazható lesz a következő megközelítés:

$$c_{i+1/2} = c_o \varphi\left(\frac{A_i}{a}\right) \psi\left(\frac{c_i}{c_o}\right), \tag{15}$$

ahol φ és ψ empirikus korrekciós függvények. Nyilvánvalóan a függvények monoton növekedőek, és így

$$\varphi(0) = \psi(0) = 0; \quad \varphi(1) = \psi(1) = 1.$$

Hasznosak lehetnek a következő formák:

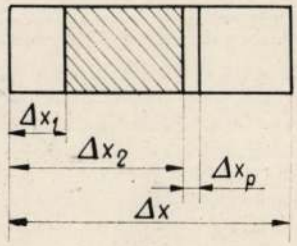
$$\varphi\left(\frac{A_i}{a}\right) = 1 - \left(1 - \frac{A_i}{a}\right)^{\beta},$$

$$\psi\left(\frac{c_i}{c_o}\right) = \left(\frac{c_i}{c_o}\right)^{\gamma}. \tag{16}$$

Két dimenzióra áttérve, a (14)-nek megfelelő kifejezés a következő lesz:

$$c_{i+1/2,j} = \begin{cases} c_o\left(\frac{c_{i,j}}{c_o}\right)^{\gamma}\left[1-\left(1-\frac{A_{i,j}}{a}\right)^{\beta}\right], & \text{ha} \quad p_{i,j,n} \geqq p_{i+1,j,n} \\ c_o\left(\frac{c_{i+1,j}}{c_o}\right)^{\gamma}\left[1-\left(1-\frac{A_{i+1,j}}{a}\right)^{\beta}\right], & \text{ha} \quad p_{i,j,n} < p_{i+1,j,n}. \end{cases} \tag{17}$$

A (16) és (17) összefüggéseknek fizikai alapjuk nincs, és csupán praktikus eszköznek tekinthetők. Ezt a kö-



2. ábra

rülményt mind a φ és ψ függvények megválasztásakor, mind a konkrét eredmények értékelésekor nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A (13) egyenletben szereplő u a víz szűrődési sebessége az (i,j) elemben. Feltéve, hogy mindig a víz a kiszorító és az olaj a kiszorított fázis, a (13) összefüggés a következő módon közelíthető:

$$\Delta A_{i,j} = \frac{\Delta t}{h\phi\Delta x\Delta y}\frac{c_o a}{S_{wF}c_o + a}\left[L(q_{i+1/2,j}) + L(q_{i-1/2,j}) + L(q_{i,j+1/2}) + L(q_{i,j-1/2}) + L(Q_{i,j})\right]\left(1-\frac{A_{i,j}}{a}\right)^{\beta}. \quad (18)$$

Itt

$$L(x) = \begin{cases} x & \text{ha} \quad x \geqq 0 \\ 0 & \text{ha} \quad x < 0; \end{cases}$$

a q mennyiségeket a (8) egyenlet határozza meg, és S_{wF} a víztelítettség a polimerfronton.

A szimulációs számítás menete egy Δt időlépésre a következő lesz. Első lépésben megoldjuk az IMPES-nyomásegyenletet, majd a nyomások ismeretében a fázisegyenletekből számítjuk a telítettségváltozást. Ezen egyenletekben megjelenő [lásd az (1) egyenletet] k_{rw} és μ_w tényezőket a rácselemre átlagos értékükkel határozzuk meg:

$$\bar{\mu}_w = \mu_p^{\alpha}\mu_w^{1-\alpha}, \quad \alpha = \frac{c_{i,j}}{c_o}; \quad (19)$$

$$\bar{k}_{rw} = k_{rp}^{\varkappa}k_{rw}^{1-\varkappa}, \quad \varkappa = \frac{A_{i,j}}{a}, \quad (20)$$

Itt μ_p a kezdeti polimerkoncentrációjú c_o oldat viszkozitása, k_{rp} pedig a víz relatív áteresztőképessége, teljes polimeradszorpció mellett. Ha a $k_{rp}(S_w)$ függvény nem határozható meg, akkor célszerű a

$$k_{rp} = Z_p k_{rw}(S_w), \quad Z_p < 1 \quad (21)$$

közelítéssel élni, és így

$$\bar{k}_{rw} = Z_p^{\varkappa} k_{rw}(S_w). \quad (22)$$

A polimeroldat jellegzetesen nem newtoni folyadék, μ_p látszólagos viszkozitása függ az áramlás sebességétől. *Bondor* és társai úgy találták, hogy a pszeudoplasztikus szakasz leírható a Blake—Kozeny-modellel, így

$$\mu_p = \begin{cases} \mu_{p\max} & \text{kis áramlási sebességnél,} \\ Hu^{n-1} & \text{a pszeudoplasztikus szakaszban,} \\ \mu_{p\min} & \text{nagy sebességeknél.} \end{cases}$$

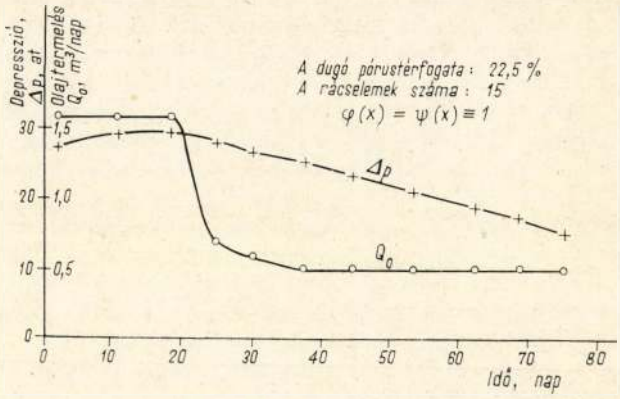
A kutak környékét kivéve mindenütt megengedhető a $\mu_p = \mu_{p\max}$, míg a nem newtoni jelleget a talpnyomások számításakor kell figyelembe venni.

A következő lépésként (18)-ból számítjuk a polimeradszorpció változását a rácselemekben, majd a (10) egyenletből kiszámítható a

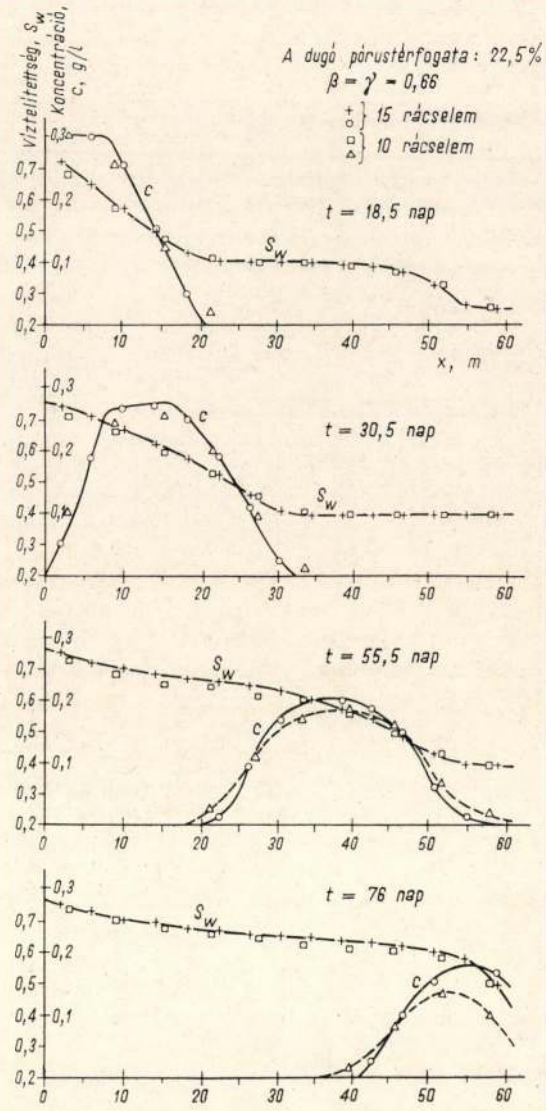
$$\Delta\left(\frac{S_w c}{B_w}\right) = \frac{\Delta t}{(h\phi)_{i,j}\Delta x\Delta y}\left[q_{i+1/2,j,n+1}c_{i+1/2,j} + q_{i-1/2,j,n+1}c_{i-1/2,j} + q_{i,j+1/2,n+1}c_{i,j+1/2} + q_{i,j-1/2,n+1}c_{i,j-1/2} + Q_{i,j}c^*_{i,j}\right] - c_\phi\left(\frac{S_w c}{B_w} + A\right)_{i,j}\Delta p - \Delta A_{i,j} \quad (23)$$

mennyiség, és így

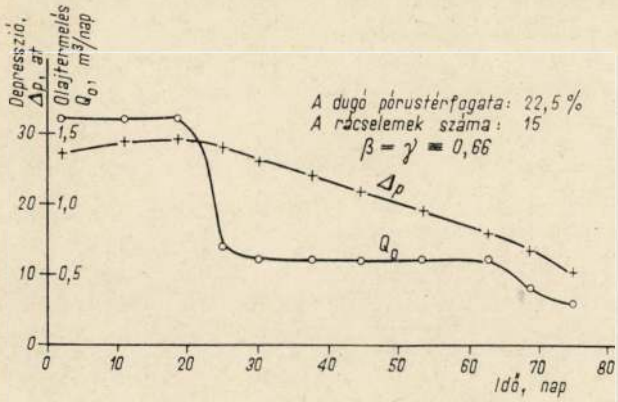
$$c_{i,j,n+1} = \left(\frac{B_w}{S_w}\right)_{i,j,n+1}\left[\left(\frac{S_w c}{B_w}\right)_{i,j,n} + \Delta\left(\frac{S_w c}{B_w}\right)_{i,j}\right]. \quad (24)$$



3. ábra
Az olajtermelés és a depresszió változása



4. ábra
A telítettség- és a koncentrációprofil változása



5. ábra
Az olajtermelés és a depresszió változása

Tekintettel arra, hogy véges differenciákkal dolgozunk, nem triviális a következő feltétel:

$$c_{i,j,n+1} \geqq 0. \tag{25}$$

Amennyiben a (24) eredménye negatív, akkor (25)-ben az egyenlőség érvényes, és (24)-ből meghatározható a $\Delta\left(\frac{S_w c}{B_w}\right)_{i,j}$ mennyiség; a $\Delta A_{i,j}$-t a (18) egyenlet helyett a (23)-ból kell számítani.

Numerikus eredmények

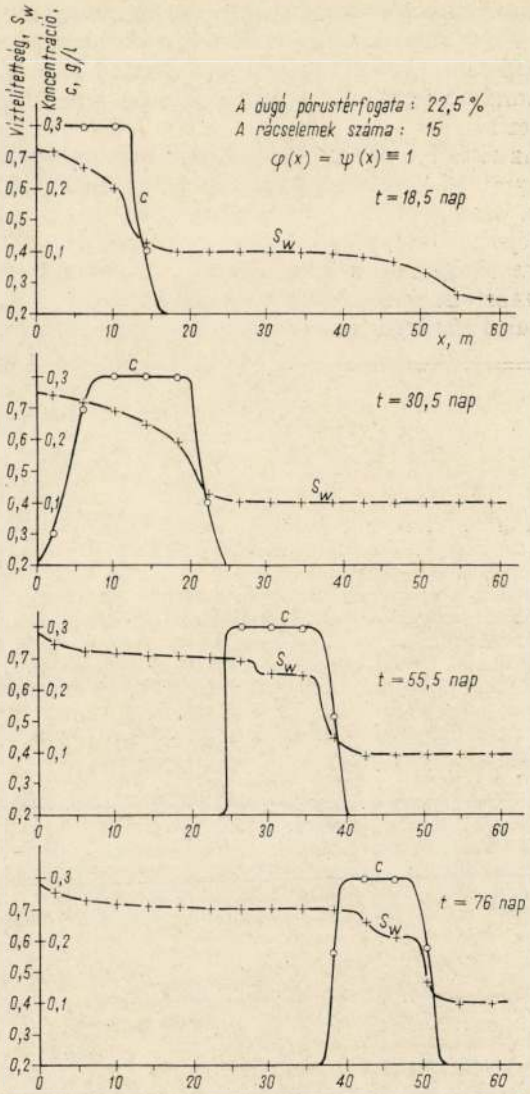
A polimeres modellt a szerző kereskedelmi 2D-3F szimulációs programjához [2] adaptáltuk. A numerikus próbákból itt néhány lineáris kiszorítási eredményt ismertetünk a modell előzőekben feltételezett tulajdonságainak illusztrálására. További vizsgálatokat és más modellekkel való összehasonlításokat *Munka Margit* végzett. Eredményeit önálló munkában fogja közzétenni.

A vizsgált kiszorítás alapadatai megegyeznek a [3]-ban közölt lineáris példáéval.

		Relatív áteresztőképesség		
Hossz:	60,96 m	S_w	k_{rw}	k_{ro}
Keresztmetszet:				
	3,048×3,048 m	0,25	0,000	0,900
Porozitás:	0,3	0,30	0,002	0,630
Permeabilitás:	1 D	0,40	0,020	0,325
$S_w=0{,}3$		0,50	0,060	0,180
$c_w=c_0=1{,}357.10^{-4}$ at $^{-1}$		0,60	0,120	0,085
$\mu_w=0{,}64$ cP		0,70	0,205	0,030
$\mu_o=20{,}0$ cP		0,75	0,264	0,010
		0,88	0,300	0,000

A polimerdugó koncentrációja $c_o=0{,}3$ g/l
viszkozitása $p=2{,}9$ cP
A kőzet adszorpciós kapacitása $a=0{,}029$ g/m³
permeabilitáscsökkenése $Z=0{,}6$

A *3.* és *4. ábrán* egy szigorúan dugós kiszorítást mutatunk be. A teljes hosszt 15 rácselemre osztottuk ($\Delta x=4{,}064$ m). Az elülső végen 1,58 m³/nap folyadékot sajtoltunk be, és ugyanennyit termeltünk ki a másik végen. A polimerdugó nagysága a pórustérfogat 22,5%-a volt. A *3. ábra* a depresszió és az olajtermelés változását mutatja, a *4. ábra* pedig a telítettség- és a koncentrációprofil mozgását szemlélteti. Jól látható a két kiszorítási front. Az elülső az adszorpció miatt polimertartalmát elvesztő, kis viszkozitású víz alacsony kiszorítási hatásfokát mutatja. Érdekes megfigyelni, hogy vízáttörés után a VOV alig változik, annak következményeként, hogy a polimerfronton az olaj és a víz mozgékonysági aránya, valamint a polimerfront „vízleadása" egyensúlyban van.



6. ábra
A telítettség- és a koncentrációprofil változása

A *4. ábra* bizonyítja, hogy a modell a polimer dugószerű mozgását pontosan le tudja írni. Elvileg a dugó polimerkoncentrációjának egyeznie kell a c_0-val, azonban gyakorlatilag ez csak akkor érhető el, ha az S_{wF}-et jól választottuk meg. Értéke első közelítésben a frakciós görbétől számítható, majd az néhány próbaszámítással pontosítható.

A számítást 3 és 15 nap között változó Δt-vel végeztük. A globális pontosságot anyagmérleggel ellenőriztük. Az anyagmérleghiba a besajtolt polimer-

mennyiségre vonatkoztatva nem haladta meg a 0,5%-ot. A *4. ábra* szerinti szimulációt elvégeztük $\Delta x = 6{,}096$ m, azaz 10 rácselemre vonatkozóan is. A két számítás eredménye a rajzi pontosság határán belül egyezik.

Az *5.* és *6. ábra* a (16)—(17) empirikus közelítéssel, $\beta = \gamma = 0{,}66$ paraméterekkel végzett számítás eredményét szemlélteti. A polimerfront elnyúlt, és amplitúdója az előrehaladás során fokozatosan csökken, összességében olyan jelleget mutat, mint amilyen tranzverzális diszperzió esetén várható. Az ábrákon feltüntettük a 10 rácselemmel végzett számítás eredményét is. Itt már nem igaz az, amit a dugós esetre elmondtunk, a polimerkoncentráció-profil érthetően függ a rácstávolságtól. A számítás ezen paramétereit tehát egymással összhangban kell megválasztani.

IRODALOM

[1] *Heinemann Z.—Vincze T.:* Szénhidrogéntelepek szimulációja. Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató NIMDOK, 1974.

[2] *Heinemann Z.:* Program dokumentáció SIMULA, 1974.

[3] *Bondor, P. L.—Hirasaki, G. J.—Tham, M. J.:* Mathematical simulation of polymer flooding in complex reservoirs. Soc. Pet. Eng. J. 369—82 (1972).

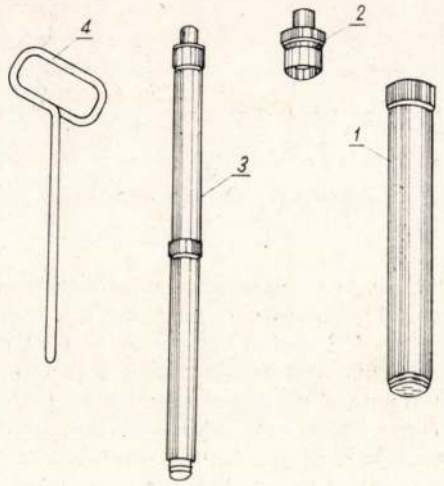
AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Fúrási tevékenység a világűrben

A „földi" fúrással foglalkozó hazai szakembereket érdekelheti az, hogyan birkóztak meg a tervezők a földi viszonyoktól nagymértékben eltérő „kozmikus" fúrás rendkívüli műszaki követelményeivel, mint például a csaknem tökéletes vákuum, a földinél lényegesen kisebb gravitáció, a fúróberendezés súlyával szembeni igen szigorú korlátozások stb. A környező égitestek kutatásának legelső célpontja Földünk útitársa, a Hold volt.

A Hold felszínének összetételéről az 1960-as évek derekán először a Surveyor típusú amerikai, valamint a Luna—13 szovjet automatikus űrszondák adtak információkat; ezek a felszínről kaparó szerkezettel, ill. speciális porszívóval gyűjtöttek be holdport.

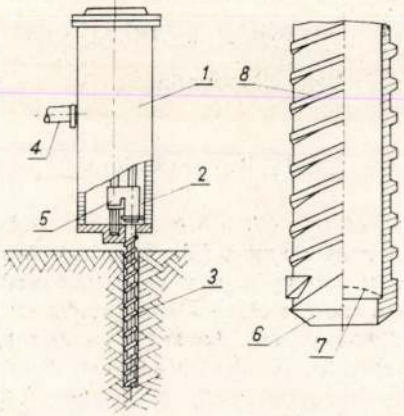
A Holdon az első fúrásokat az Apollo—11 űrhajó legénysége mélyítette 1969-ben, amikor is 150 mm mélységből 20 mm átmérőjű magmintákat nyertek. A fúrást alumíniumból készült, vágóéllel ellátott szekciókból álló magcsővel végezték. A magcsövet az űrhajós krómozott geológuskalapáccsal verte a Hold talajába. Az alkalmazott szerszámokat az *1. ábrán* láthatjuk.



1. ábra
Az Apollo—11 legénysége által a Holdon használt fúróeszközök
1 — a magcső egyik szekciója; 2 — a magminta eltávolítására szolgáló dugattyú; 3 — kétszekciós dúralmínium magcső; 4 — ütőrúd

A tervek szerint a lényegesnél nagyobb mélységből szerettek volna kőzetmagot venni, de egyrészt a holdkőzet keménysége a mélységgel arányosan nőtt, másrészt kiderült, hogy a magcső szerkezete nem tökéletes, emiatt a magminta fúrás közben fokozatosan összetömörödött, és olyan alakváltozást szenvedett, mely az eredeti rétegeződést meghamisította. A további Apollo-expedíciók során tökéletesített magcsövet használtak, melynek segítségével 750 mm mélységből nyertek természetes állapotú kőzetmagokat.

Az Apollo—15 űrrepülése során alkalmaztak először a Holdon villamos meghajtású kézi fúróberendezést, amellyel már 3 m mélységből vettek kőzetmagokat. Fúrószerszámként csigafúróval kombinált, magszakítóval ellátott magcsövet alkalmaztak, melynek végén keményfém betétes vágóél volt. A kőzetfuradékot a felülről forgatott csigafúró fúrás közben folyamatosan szállította a felszínre. A lyuktalptisztítást elősegítette a Földinél hatszor kisebb gravitáció, valamint az, hogy a csigamenetek felületét finomra csiszolták, ill. szerves üveggel vonták be. Hasonló szerkezeti kialakítású fúróeszközzel látták el a Luna családhoz tartozó szovjet automatikus űrszondákat *(2. ábra)*.



2. ábra
Automatikus holdi fúróberendezés; Luna—16 és —20
1 — ház; 2 — forgatóegység; 3 — csigafúrós magcső; 4 — tartórúd; 5 — előtoló csavar; 6 — vágóél; 7 — magszakító; 8 — a csigafúró külső felülete

A Luna—16 és —20 fúróberendezésének főbb adatai a következők voltak:

fúrási mélység	350 mm,
fúrószerszám-meghajtás	villamos,
fúrószerszám-mozgatás	rotari, ill. rotari—perkussziós rendszer.

A fúrás teljes mértékben automatizáltan előre megadott program szerint történt, a magfúrás során jó megtartású holdkőzetmintákat nyertek.

1976 augusztusában a Luna—24 az előzőktől részben eltérő fúróeszközt szállított a Hold felszínére, amellyel 2 m mélységből 8 mm átmérőjű kőzetmag nyerhető.

A maggyűjtő szerkezet kialakításában újdonság az, hogy a kifúrt kőzetmagot flexibilis magcsőbe gyűjtik, mely azután vízszintes elrendezésű dobba csévélődik.

A holdi fúrások során „hagyományosnak" mondható csigafúró forgatva és ütve is működtethető, az átváltást fúrás közben a kőzetkeménység változásra reagáló automatikus váltószerkezet biztosítja.

(Folytatás a 362. oldalon!)

A nem newtoni kőolajok folyási tulajdonságaira és súrlódási nyomásveszteségére ható néhány tényező

KOMORNOKI LÁSZLÓ PÉTER—
NAVRATIL LÁSZLÓ

A tanulmány a nem newtoni algyői olaj folyási tulajdonságaival foglalkozik. Azt vizsgálja, hogyan és milyen mértékben változnak meg a súrlódási nyomásveszteséget befolyásoló folyási tulajdonságok abban az esetben, ha az olaj könnyűszénhidrogén-tartalmát 60, 80, illetve 100 C°-on leválasztjuk, 15 térfogatszázalék gazolinnal elegyítjük, végül különböző koncentrációjú ECA 841 elnevezésű inhibitorral kezeljük. A mérési és számítási eredményekből kitűnik, hogy a könnyű szénhidrogének leválasztása egyértelműen, de nem arányosan rontja, a gazolinbekeverés és az inhibitoros kezelés pedig egyértelműen javítja a folyási tulajdonságokat, és ezzel nagymértékben befolyásolja a súrlódási nyomásgradienst.

Bevezetés

A kőoljaszállítás tervezése és üzemirányítása szempontjából fontos, hogy a kőolajnak a csővezetékben való áramlásához szükséges nyomásgradienst a különböző üzemi paramétereknél meg tudjuk határozni. A newtoni folyadékok esetében ez viszonylag egyszerűen megoldható. Bonyolultabb az eset akkor, ha a szállított folyadék nem newtoni jellegű, hanem anomális. Célunk volt a nem newtoni folyadékokhoz tartozó algyői olaj folyási tulajdonságainak meghatározása különböző szállítási feltételeket alapul véve.

A kőolaj — előkészítése során — hőmérséklet-változásokon megy keresztül, melyek során megváltoznak fizikai-kémiai paraméterei, s ezzel folyási tulajdonságai.

Vizsgáltuk, hogy a gazolintartalom és az ECA 841 elnevezésű *p*-inhibitorral való kezelés milyen mértékben változtatja meg az olaj folyási tulajdonságait. A Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékén hosszabb időn át folytak és folynak ilyen irányú kutatások. Kidolgozott vizsgálati módszerek vannak a nyomásveszteség-számítás alapjául szolgáló, reprodukálható folyási görbék felvételére. Vizsgálataink célja kettős volt. Egyrészt a kőolaj állandósítása — a könnyűpárlatok eltávolítása —, másrészt a gazolintartalom növelése — a gázüzemből érkező gazolin bekeverése — hogyan és milyen mértékben befolyásolja a folyási tulajdonságokat. A gazolintartalom csökkentésének szükségessége felmerülhet abban az esetben, ha pl. a gazolinból bizonyos mennyiséget közvetlenül és a feladás helyén (Algyőn) hasznosítanak, vagy pedig ha a gazolintartalom csökkentésével olyan mennyiségű és minőségű gázüzemi termék nyerhető, amit el lehet adni más feldolgozóknak. A könnyűpárlatok leválasztását 60, 80 és 100 C°-on végeztük.

Vizsgáltuk a vegyszeres kezelés hatását is. ECA 841 *p*-inhibitort alkalmaztunk különböző koncentrációban és különböző beadagolási hőmérséklet mellett. Ilyen jellegű — vegyszeres kezeléses — vizsgálatokat korábban is végeztünk más minőségű olajokkal. Ezen vizsgálatok röviden összefoglalt eredményeit is közöljük e tanulmány keretében. E vizsgálatok során változtattuk az adalék anyag mennyiségét, az adagolási hőmérsékletet és a bekeverési technológiát. Végezetül megvizsgáltuk a gazolin és az ECA 841 együttes alkalmazásának hatását a folyási tulajdonságokra. A méréseket 4 C°-on végeztük, ami közel áll az előforduló legalacsonyabb talajhőmérséklethez. (A továbbiakban ezeket a vizsgálatokat I. méréssorozatnak nevezzük.)

A nem newtoni folyadékok

Az algyői olajok a nem newtoni folyadékok csoportjába tartoznak, tixotrog pszeudoplasztikus folyási tulajdonságúak. A newtoni folyadékoknál a nyírási sebesség és a nyírási feszültség között lineáris a kapcsolat, a nem newtoniaknál valamilyen hatványjellegű. Amíg a newtoni folyadékoknál a folyási tulajdonságok adott hőmérsékleten és nyomáson egy számmal, az abszolút viszkozitással jellemezhetők, a nem newtoni folyadékok jellemzésére az abszolút viszkozitás nem elegendő. Ilyen típusú folyadékok esetében csak ún. látszólagos viszkozitásról beszélhetünk, mely az igénybevételi állapot függvényében változik. A látszólagos viszkozitás — állandó nyírási sebesség esetén — a nyírási idő növekedésével csökken. A jellegzetes folyási tulajdonságokat a paraffinok, az aszfaltének és a gyantás komponensek, a maltének, továbbá kismértékben egyéb vegyületek okozzák [3].

A folyási tulajdonságokat javító módszerek

A paraffinos, nagy viszkozitású kőolajok folyási tulajdonságai javíthatók azzal, hogy kisebb viszkozitású kőolajat vagy cseppfolyós szénhidrogéntermékeket kevernek hozzájuk. Ebben az esetben a keverék folyási tulajdonságai a kettőé között várhatók. Egy másik javítási módszer a vegyszeres kezelés. Az ilyen adalék anyagok két típusra oszthatók hatásmechanizmusuk szempontjából.

Az egyik, az ún. *p*-inhibitor, úgy fejti ki hatását, hogy az olaj lehűlése közben beépül a paraffinkristályokba, és ezzel a térrácsot módosítja.

A második típus — nagy molekulájú szénhidrogénpolimer — a folyadék belsejében az áramlás irányába rendeződik, és rugalmas molekulái gátolják az alapfolyadék molekuláinak sugárirányú mozgását. Ezenkívül egy részük lerakódik a csőfalra, csökkentve ezzel annak relatív érdességét.

Méréseinkhez a belga PARAMINS cég ECA 841-es *p*-inhibitorát alkalmaztuk.

A vizsgált olajminták

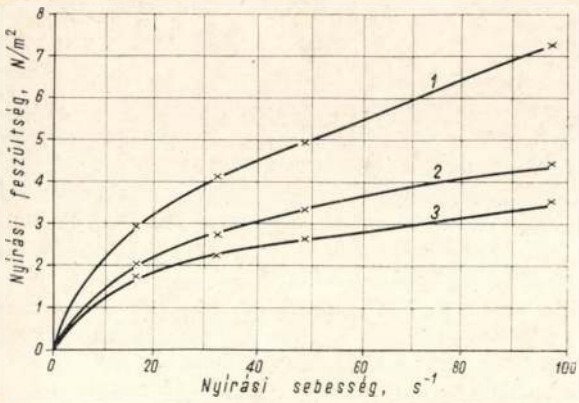
A régebben végzett vizsgálatokhoz a következő mintákat használtuk fel (I. méréssorozat):

— gazolinmentes algyői átlagolaj*;
— gazolinmentes, különböző koncentrációjú ECA 841-gyel kezelt olaj;
— 12 tf% gazolintartalmú olaj.

A II. méréssorozathoz az algyői olajmező II-es szintjéből vettük az olajat, és ebből állítottuk elő hőkezeléssel, ECA 841 bekeverésével és 15 tf% gazolin hozzáadásával a vizsgálandó olajmintáinkat. Szükséges megemlíteni, hogy a reprezentatív folyási görbék felvételéhez alapvető fontosságú a megbízható, jó minta vétele, mely mintának tulajdonságai a szállítás és mérés során nem változnak. Olyan szállítási és előkészítési eljárásokat dolgoztak ki, melyek biztosítják a minta hosszabb ideig való eltarthatóságát tulajdonságai megváltozása nélkül [2].

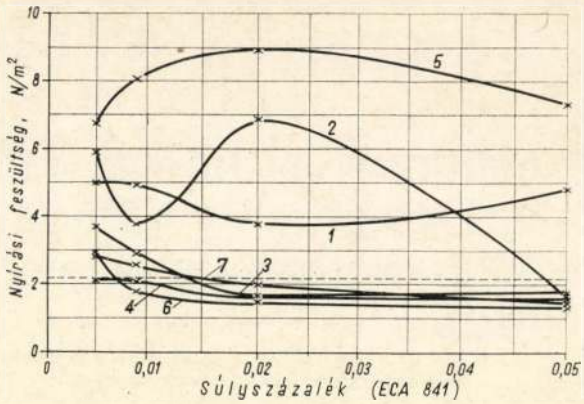
Az I. méréssorozat

Ennél a méréssorozatnál az alkalmazott inhibitorkoncentráció 0,005, 0,009, 0,020 és 0,050 s% ECA 841 volt. Itt főként azt vizsgáltuk, hogy az inhibitort milyen körülmények között célszerű bevinni az olajba. Háromféle kezelési technológiát alkalmaztunk. Az első esetben az adagolást szobahőmérsékleten, a második esetben 40, 50, ill. 80 C°-on végeztük. A harmadik esetben az adagolás szobahőmérsékleten történt, és utána 40, 50, ill. 80 C°-os utóhőkezelést alkalmaztunk. A folyási görbék felvételét Haake—Rotovisko-műszerrel végeztük. A mérési hőmérséklet 4 C° volt. Az *1. ábrán* tüntettük fel a kezeletlen alapolaj (*1* görbe), a 12% gazolintartalmú olaj (*3* görbe), és a 0,050 s% ECA 841-es inhibitorral, szobahőmérsékleten kezelt 12% gazolintartalmú olaj folyási görbéit (*2* görbe). Az *1* és *3* görbét összehasonlítva látható, hogy az alapolajhoz viszonyítva a 12% gazolint tartalmazó olaj folyási görbéje kb. 50%-os nyírásifeszültség-csökkenést mutat. A *2* görbe a gazolin és az ECA 841 együttes hatását mutatja. Látható, hogy a gazolintartalmú olajmintán végzett inhibitoros kezelés nem vezet eredmény-



1. ábra
1 — alapolaj; 2 — 12% gazolintartalmú, 0,05 s% ECA 841 inhibitorral kezelt olaj; 3 — 12% gazolintartalmú olaj folyási görbéi 4 C°-on

* a mező összes termelő rétegének a termelési arányban összekevert olaja.



2. ábra
ECA 841 inhibitorral kezelt olajok nyírási feszültségének változása különböző bekeverési és utókezelési hőmérsékleten
1 — T_B=20 C°; 2 — T_B=40 C°; 3 — T_B=50 C°; 4 — T_B=80 C°; 5 — T_B=20 C° és T_H=40 C°; 6 — T_B=20 C° és T_H=50 C°; 7 — T_B=20 C° és T_H=80 C°
Mérési hőmérséklet 4 C°, alkalmazott nyírási sebesség D=32,35 s^{-1}

re, sőt rosszabb folyási tulajdonságokat kaptunk, mint az azonos gazolintartalmú, de inhibitorral nem kezelt olajminta esetén.

A *2. ábrán* mutatjuk be összefoglalva az ECA 841 koncentrációjának függvényében a különböző módon kezelt olajok nyírásifeszültség-változását 4 C°-on és D=32,35 s^{-1} nyírási sebességnél.

Az inhibitor bekeverésének hőmérséklete az *1* görbénél 20∼22 C° (szobahőmérséklet), a *2* görbénél 40 C°, a *3* görbénél 50 C° és a *4* görbénél 80 C° volt. Az 5, 6, ill.7 görbénél a bekeverés szobahőmérsékleten történt, majd 40, 50, ill. 80 C°-os utóhőkezelést alkalmaztunk.

A 40 C°-on történő bekeverés, ill. a 40 C°-os utóhőkezelés eredményeképpen a folyási tulajdonságok nagymértékű romlását tapasztaltuk. A jelenség oka az inhibitor polimer jellegének előtérbe kerülésével magyarázható. A paraffin viszonylag szilárd térrácsa a kezelőanyag polimer részére közös vázat alkot, mely a hexagonális-rombos átmenet során éri el legnagyobb szilárdságát. A hőmérséklet további emelésével az adszorpciós jelleg kerül fokozatosan előtérbe, aminek hatására a térrácsnövekedés mértéke csökken.

Látható az ábrából, hogy alig van különbség a 0,020 s% és a 0,050 s% ECA 841 inhibitor hatására fellépő nyírásifeszültség-változás között. Gazdasági szempontból nem közömbös, hogy a szállító cég által javasolt 0,050 s % koncentráció helyett a 0,020 s%-ot alkalmazzuk. Az eredmények is mutatják, hogy a cég miért ajánlja a 0,050 s%-os adagolási mennyiséget. Ebben az esetben ugyanis 40 C°-on azonos eredmény érhető el, mint kis koncentráció és magasabb hőmérséklet mellett. A hőkezelési technológia helyes megválasztásával a szükséges adalékanyag-mennyiség 2,5-szeres csökkenése érhető el, ami jelentős megtakarítás, tekintettel az inhibitor tőkésállamból való beszerzésére.

A legkedvezőbb szállítási paramétereket akkor kapjuk, ha az ECA 841 *p*-inhibitor bekeverését szobahőmérsékleten (20∼22 C°-on) végezzük; a szükséges koncentráció 0,020 s%, és a bekeverés után min. 50 C°-os utókezelést alkalmazunk.

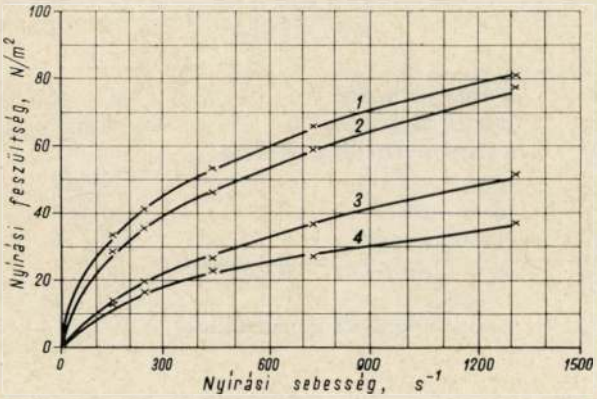
Meghatároztuk még a 12% gazolintartalommal ekvivalens — a *2. ábrán* szaggatott vonallal jelölt — inhibitorkoncentrációkat is a különböző kezelési technológiák esetén [4].

A II. méréssorozat

Méréseink egyik célja a különböző hőmérsékleten lepárolt olajok folyásitulajdonság-változásának vizsgálata. A viszonyítási alapként alkalmazott Algyő II. szinti olajból 60, 80, ill. 100 C°-os hőmérsékleten desztillációval állítottuk elő a vizsgálni kívánt olajmintáinkat. A méréssorozat második részében arra kerestünk választ, hogy a *p*-inhibitorok közül az ECA 841-es milyen mértékben befolyásolja az olaj folyási tulajdonságait és súrlódási nyomásveszteségét. Végezetül megvizsgáltuk a 15% gazolinbekeverés hatását is. A méréseket ennél a programnál szintén az előforduló legalacsonyabb talajhőmérséklet közelében, 5 C°-on végeztük. Ezt a mérési programot az I. méréssorozat kontrollja érdekében folytattuk le. A mérésekhez itt is Haake—Rotovisko-műszert használtunk.

A lepárlás során az olaj könnyűpárlatainak meghatározott részét elveszti. 60 C°-on az eltávozott párlatmennyiség 2,1 tf%, 80 C°-on 5,0 tf% és 100 C°-on 7,4 tf% volt. A *3. ábrán* mutatjuk be a párolt olajok és az alapolaj folyási görbéit. Az alapolajhoz viszonyítva *(4.* görbe*)* a párolt olajok folyási tulajdonságainak nagymérvű romlása észlelhető a lepárlási hőmérséklet növekvő értékének sorrendjében. A 15% gazolin hatására a nyírási feszültség kb. 55%-kal csökkent, ami jól egyezik az I. méréssorozat hasonló körülmények között végzett méréseinek eredményével.

A *4. ábrán* tüntettük fel az alapolaj *(1)*, a 0,020 s% *(2)*, a 0,035 s% *(3)* és a 0,050 s% ECA 841-gyel kezelt olaj *(5)*, valamint a 15% gazolinnal kevert olaj *(4)* folyási görbéit. Az inhibitor beadagolása itt is szobahőmérsékleten történt, majd 50 C°-os utóhőkezelést alkalmaztunk. Az alkalmazott inhibitorkoncentráció függvényében jelentős mértékű nyírásifeszültség-változás jelentkezett. A koncentráció növelésével a folyási tulajdonságok javultak. A változás mértéke a koncentráció növelésével csökkent.



3. ábra
100 C°-ig (1), 80 C°-ig (2), 60 C°-ig (3) lepárolt olajok, valamint az alapolaj (4) folyási görbéi

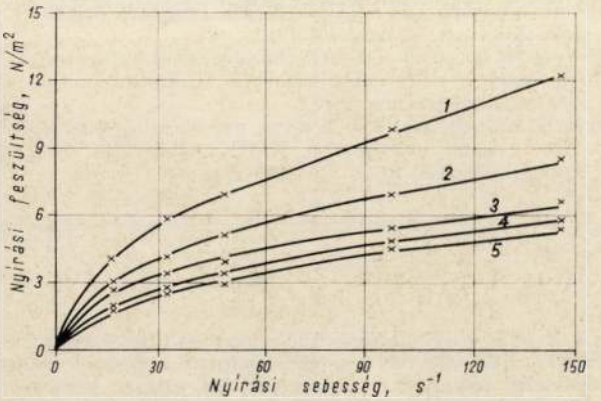
Nyomásveszteség-számítás

A reológiai méréseket közvetlenül nem lehet felhasználni a nyomásveszteség számításához. A viszkoziméterrel mért diszkrét τ—D pontokat a hatványtörvény érvényességének feltételezésével a legkisebb négyzetek módszerével kiegyenlítettük. Így egy folytonos függvénykapcsolatot nyertünk a nyírási sebesség és nyírási feszültség között. Az így kapott folyási görbék — most már ismert n és η állandókkal — már alkalmasak a nyomásveszteség-számítás céljaira.

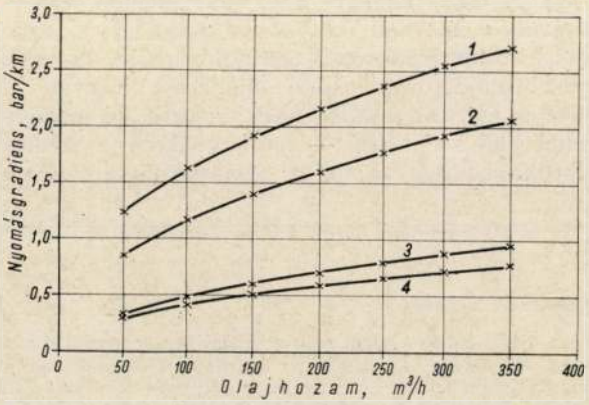
A súrlódási nyomásveszteség meghatározásakor meg kell említeni azt a nehézséget, hogy a tixotrop pszeudoplasztikus folyadékoknál a kritikus Reynolds-szám nem egy egzakt módon meghatározott érték. Az átváltás a lamináris áramlásból a turbulensbe nem egy meghatározott állandó Reynolds-számnál következik be. Tulajdonképpen csak egy átmeneti tartományról beszélhetünk, amelynek határai olajonként változnak. Ezen a területen általános szabály még nincs a kritikus Reynolds-számot illetően, csak kutatási eredmények vannak.

A nyomásveszteség-számítás módszerének részletezésétől e tanulmány keretében eltekintettünk; az részletesen megtalálható az [1] munkában.

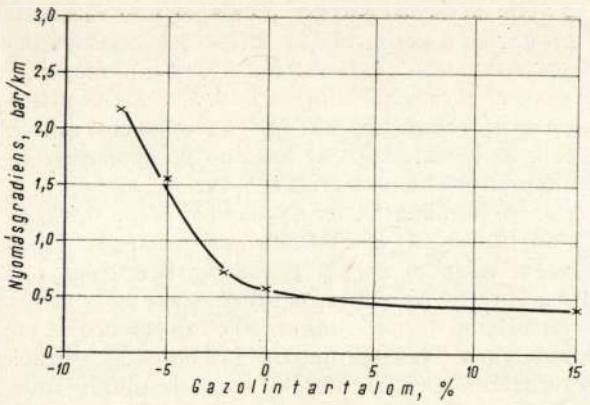
Meghatároztuk a különbözőképpen kezelt olajok súrlódási nyomásgradiensét $q=0-350$ m³/h tarto-



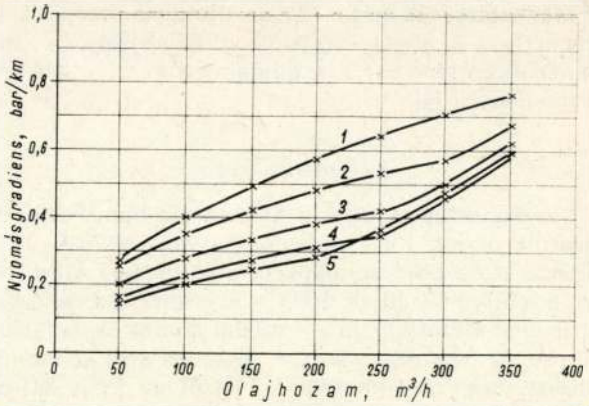
4. ábra
Alapolaj (1), 0,020 s% (2), 0,035 s% (3), 0,050 s% ECA 841 inhibitorral kezelt olaj (5) és 15% gazolintartalmú olaj (4) folyási görbéi



5. ábra
100 C°-ig (1), 80 C°-ig (2), 60 C°-ig (3) lepárolt olajok, valamint az alapolaj (4) nyomásgradiens—hozam görbéi. A vezeték belső átmérője 0,308 m, talajhőmérséklet 5 C°



6. ábra
Alapolaj (1), 0,020 s% (2), 0,035 s% (3), 0,050 s% (5) ECA 841 inhibitorral kezelt olaj (5), valamint 15% gazolintartalmú olaj (4) nyomásgradiens—hozam görbéi. A vezeték belső átmérője 0,308 m, talajhőmérséklet 5 C°



7. ábra
Súrlódási nyomásgradiens változása a gazolintartalom függvényében. Olajhozam 200 m³/h; a vezeték belső átmérője 0,308 m; talajhőmérséklet 5 C°

mányban, öt szabványos csőátmérőre, izotermikus esetben. Az *5. ábrán* mutatjuk be az állandósítás (lepárlás) hatását a súrlódási nyomásgradiensre. Látható, hogy a nagyobb hőmérsékleten való állandósítás eredményeként a súrlódási nyomásgradiens megnőtt.

Az ECA 841-es inhibitor és a gazolin súrlódási nyomásgradiens-csökkentő hatását a *6. ábrán* szemléltettük. Az alapolajét kivéve a többi görbe egy bizonyos hozamnál megtörik. Ennek oka az áramlási rendszer megváltozása, az átmenet laminárisból turbulensbe.

Az ECA 841 adagolási koncentrációjának növelésével jelentős mértékű súrlódási nyomásgradiens-csökkenés jelentkezett: 0,020 s%-nál 16,0%, 0,035 s%-nál 33,9%, 0,050 s%-nál pedig 51,1% az alapolajhoz viszonyítva, 200 m³/h hozam és $d = 0{,}308$ m csőátmérő esetén. A 15% gazolinnal kevert olaj súrlódási nyomásgradiense ugyanezen adatok mellett 45,9%-kal csökkent.

A *7. ábrán* tüntettük fel a gazolintartalom-változás függvényében a súrlódási nyomásgradiens alakulását. Megfigyelhető, hogy az alapolajhoz viszonyítva a gazolinelvonás (negatív gazolintartalom) hatása a nyomásgradiens változására lényegesen nagyobb, mint a gazolinbekeverésé.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az olaj folyási tulajdonságai és súrlódási nyomásgradiense nagymértékben befolyásolható gazolintartalmának változtatásával, a bekevert inhibitor mennyiségével, valamint az inhibitorbekeverés technológiájával. Mindkét folyási tulajdonságot javító eljárásnak megvan az előnye és hátránya. Az inhibitor — mivel kis mennyiségeket kell alkalmazni — nem csökkenti a vezeték szállítókapacitását az olajra vonatkoztatva, viszont tőkés importból szerezhető be. A gazolinos szállítás viszont jelentős folyadéktöbblet elszállítását igényli. Mindkét szállítási rendszerrel jó eredmények érhetők el. A döntést minden esetben gazdaságossági számításnak kell megelőznie a körülmények és lehetőségek figyelembevételével.

JELÖLÉSEK

D	nyírási sebesség	s^{-1}
τ	nyírási feszültség	N/m^2
n	a hatványtörvény kitevője	—
η	folyási szám	Ns/m^2
q	olajhozam	m^3/h
d	vezetékátmérő	m
T_B	az inhibitor bekeverési hőmérséklete	C°
T_H	az utóhőkezelés hőmérséklete	C°

IRODALOM

[1] *Szilas, A. P.:* Production and transport of oil and gas. Elsevier BPC, 1975.

[2] *Szilas A. P.:* Tixotrop pszeudoplasztikus kőolaj nyomásveszteség-számításra alkalmas folyási görbéinek meghatározása. Kőolaj és Földgáz *4* (1971).

[3] *Ritter, R. A.—Govier, G. W.:* The development and evolution of theory of thyxotropic behaviour. Canadian Journal of Chemical Engineering (1965).

[4] Laboratóriumi vizsgálatok tiszta, gazolinnal és inhibitorral kevert algyői olajmintákon. NME Olajtermelési Tanszék kutatási jelentése, 1970.

(Folytatás a 358. oldalról!)

Ez a múlt, illetve a jelen. Mik a világűrben végzendő fúrási tevékenység jövőbeli feladatai? Az űrkutatás kiszélesítésével, a Naprendszerhez tartozó égitesteken az eddigi 2—3 m mélységű fúrások helyett várhatóan 100 m-t meghaladó geológiai, biológiai és mérnöki célokat szolgáló fúrások mélyítése kerül előtérbe. Ezzel kapcsolatban megoldásra várnak a következő feladatok: lyuktalptisztítás, fúróhűtés, szükséges fúróterhelés biztosítása stb., és még jó néhány probléma.

A Holdon mélyített fúrásokból nyert első eredmények sok kérdésre adtak választ; a továbbiakban a „kozmikus" fúrási tevékenység folytatódik, kiszélesedik, és jelentős mértékben hozzájárul a Föld környezetében levő égitestek teljesebb megismeréséhez.

Árpási Miklós
okl. olajmérnök
(OKGT)

Gázolajok kénvegyületeinek vizsgálata

PERGER JÓZSEF—
BÉLAFINÉ
RÉTHY KATALIN—
DÉCSY ZOLTÁN—
KÁNTOR MIKLÓS

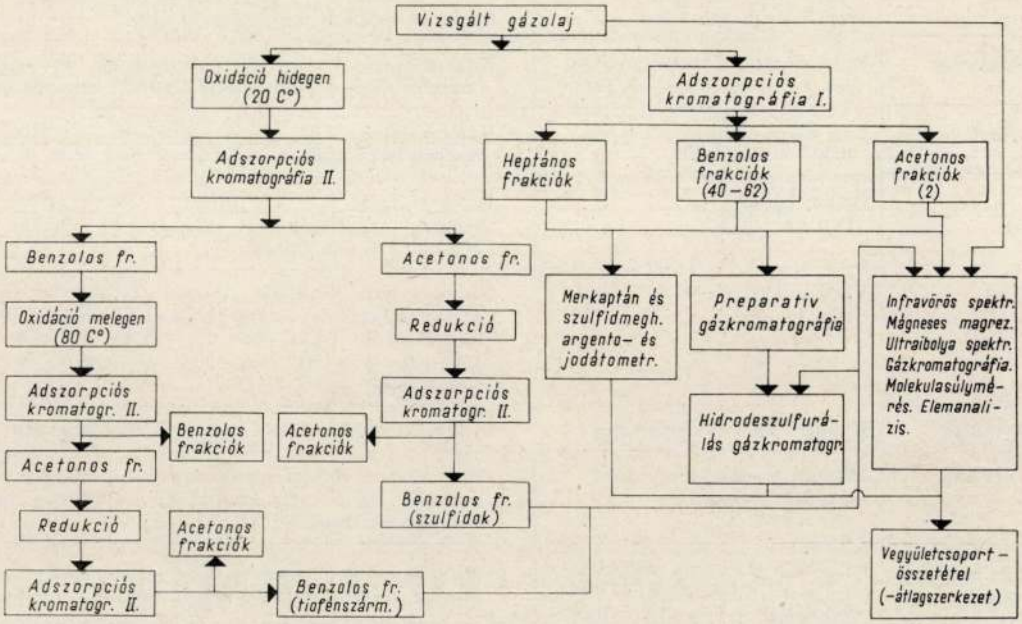
A szerzők összetett módszert dolgoztak ki a gázolajok kénvegyületeinek részletes vizsgálatára. A módszer a gázolajmintának és folyadékkromatográfiás frakcióinak közvetlen, spektrometriás és egyéb módszerekkel végzett átlagszerkezet-felderítéséből, a szulfid és tiofén típusú kénvegyületek szelektív oxidáción, szelektív redukción és folyadékkromatográfiás elválasztáson alapuló elkülönítéséből és elemzéséből, valamint preparatív gázkromatográfiára támaszkodó hidrodeszulfurálásából és gázkromatográfiás vizsgálatából állt. A kialakított módszerrel a hidrogénező gázolaj-finomítás nyersanyagának és termékének kénvegyület-összetételét hasonlítottuk össze.

A modern dízelmotorok üzemanyag-ellátása és a légszennyeződés csökkentése olyan minőségi követelményeket támaszt a gázolajokkal szemben, hogy ezeket közvetlen lepárlással — a mennyiségi igényeket is figyelembe véve — biztosítani nem tudják. A felhasználásra kerülő gázolaj egyik leglényegesebb minőségi jellemzője a kéntartalom. Ennek kellően alacsony értéken tartása céljából a gázolajpárlatok egy része kénmentesítés után kerül keverőkomponensként a gázolajba. Gazdaságossági szempontból lényeges kérdés, hogy adott kéntartalmú gázolaj előállításához a gázolajpárlatok hány százalékát kell kénmentesíteni, mivel ez lényegesen befolyásolja a beruházási és feldolgozási költségeket. Felmerül tehát a kérdés, hogy milyen gázolajpárlatok kénmentesítését célszerű és gazdaságos elvégezni: a könnyű, alacsony kéntartalmú párlatét-e, vagy a nehéz, nagy kéntartalmú párlatét, és ennek során hogyan alakul a gázolajban levő kénvegyülettípusok aránya.

E kérdés megválaszolásához mind műveleti jellegű kutatásokra, mind analitikai jellegű kutatásokra szükség van. A műveleti jellegű vizsgálatok eredményeit, amelyeket laboratóriumi reaktorral, a DKV-nál használatos Al-Co-Mo katalizátorral, és a gázolaj előállításához felhasznált gázolajpárlatokkal a nagyüzemben is alkalmazható paraméterek mellett kaptunk, már közöltük [1, 2]. E közleményünkben a gázolajok kénvegyületeinek vizsgálatára kialakított analitikai módszerekről, és az elért eredményekről, továbbá a levonható következtetésekről számolunk be.

Az összetétel és szerkezetvizsgálat módszere

A gázolajok kénvegyületeinek vizsgálatával az irodalomjegyzékben felsorolt közlemények foglalkoznak, amelyek egy-egy oldalról közelítenek a probléma megoldásához. Az ajánlott módszerek nagy részét kipróbáltuk, és kiválasztottuk azokat, amelyek körülményeink között is megfelelő eredményt szolgáltatnak. Az ezek felhasználásán, de főként az általunk megalapozott szétválasztási és elemzési módszereken ala-



1. ábra
A gázolajminták szénhidrogén- és kénvegyületeinek összetétel- és szerkezetvizsgálatára bevezetett módszer vázlata

puló, kombinációjában új, összetett vizsgálati eljárást dolgoztunk ki, amely technikai adottságaink mellett a legtöbb információt szolgáltatta a gázolajok kénvegyületeire vonatkozóan. Az eljárás vázlatát az *1. ábrán* mutatjuk be. Az előírt műveletek végrehajtásához használt műszereket, eszközöket, vegyszereket és vizsgálati körülményeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

Az *1. ábráról* látható, hogy a gázolajminták vizsgálata során három fő utat követtünk. A közvetlen szétválasztási módszert nem tartalmazó vizsgálatokkal a kiindulási anyagok átlagszerkezetéről, vegyületcsoport-összetételéről és szénatomszám-eloszlásáról tájékozódtunk. A második főágon adszorpciós folyadékkromatográfiával a telített szénhidrogének döntő részét az aromás- és kénvegyületektől elválasztottuk, és az előállított frakciók átlagszerkezet-vizsgálatát kiegészítettük az argentometriás merkaptánmeghatározással, a diszulfidok meghatározásával merkaptánná való redukálás után, jodátometriás szulfidmeghatározással és preparatív gázkromatográfiával előállított szűk forráspont-tartományú frakciók hidrodeszulfurálásával kapott termékek gázkromatográfiás elemzésével.

Az elemzésben betöltött szerepe miatt a hidrodeszulfurálásra épített módszerünkre külön hivatkozunk. A módszer sajátos információgazdagsága azzal volt elérhető, hogy preparatív gázkromatográfiával a vizsgált folyadékkromatográfiás, kénvegyületdús frakciókból olyan további szűk frakciókat állítottunk elő, amelyek komponenseinek túlnyomó része 30 C°-nál szű-

1. táblázat

Az alkalmazott készülékek és módszerek jellemzői

Művelet	Készülék	Kísérleti körülmények
Adszorpciós folyadékkromatográfia I.	11 m hosszú, NÁ 80, ill. NÁ 50-es fémkolonna	Adszorbens: 0,1—0,5 mm-es szilikagél, 156 C°-on 6 órán át aktiválva; hőmérséklet 20 C°; oldószerek: n-heptán, benzol, aceton; terhelés: 28—57%
Adszorpciós folyadékkromatográfia II.	1,5 m hosszú, 40, 25, 10 mm átmérőjű üvegkolonna	Adszorbens: 80—100 μm szemcseméretű, 180 C°-on 5 órán át aktivált tág pórusú Wolfeni szilikagél; hőmérséklet: 20 C°; oldószerek; benzol, aceton; terhelés: 0,05 g olaj/1 g szilikagél
Oxidáció hidegen	Csiszolt dugós Erlenmayer-lombik, rázógép	B g x kéntartalmú, M molekulasúlyú olajhoz 2 B g benzolt és 2,5 B g jégecetet tettünk, és annyi 30%-os H_2O_2-t, amennyiben (B.x): 640 mól van; hőmérséklet 20 C°; 2,5 óra rázás [3, 4]
Oxidáció melegen	Gömblombik, visszafolyó hűtő	A hideg oxidációnál ismertetettnek megfelelően összeállított reakcióelegyet 5 órán át refluxáltattuk
Redukció	Gömblombik, visszafolyó hűtő, keverő	G g mintához szükséges litium-alumínium-hidridhez hozzámértünk 20 G g vízmentes p-dioxánt, hozzácsepegtettük a minta 20% p-dioxános oldatát; 90 C° [5]
Analitikai gázkromatográfia	Pye-Unicam, Typ 104 lángion. det. 50 m acélkapill.; Carlo Erba CE 2400 T 50 m acélkapilláris	Megosztófázis Apiezon L; leosztás 1:10; áramlási seb. 3,4 ml Ar/min; kolonna-hőm. 180 C°, det. 250 C°; megosztófázis polifeniléter 6 gy; áramlási seb. 1 ml Ar/min; kolonna-hőm. 70 C° 30 percig, majd 1 C°/min sebességgel 210 C°-ra
Elemanalízis	Pregl-mikro, Schöniger	Szokásos vizsgálati körülmények [10]
Preparatív gázkromatográfia	Pye-Unicam, Typ 105 lángion. det. 4 m átm. 8 mm üvegkol.	Megosztófázis 17% SE 30; hordozó 60—80 mesh Celite siliconized; kolonna-hőmérséklet 210 C°; bemérés 180 µl
Infravörös-spektrometria	Carl Zeiss, Jena Typ UR-20, 4000—400 cm	Rétegvastagság 0,01 cm; a szerkezeti csoportösszetétel elemzésében felhasznált sávok: 720 cm^{-1} és 1610 cm^{-1} [6]
Ultraibolya-spektrometria	Perkin Elmer Typ 137—UV	Rétegvastagság 0,1 cm; oldószer aromásmentes benzin; az aromás vegyületcsoport elemzésének hullámhosszértékei: 200 nm, 230 nm, 260 nm [7]
Mágneses magrezonancia-spektrometria	Varian, Typ T—60 0—8 ppm (δ)	Oldószer tetraklór-metán; belső standard tetrametilszilán; a a protonmegoszlás számolásakor figyelembe vett eltolódástartományok: —CH_3 0,6—1,2; —CH_2 1,2—1,4; —CH 1,4—1,8; Ar—CH_3 1,8—2,6; Ar—CH_2 2,6—3,2; Ar—H 6,6—8,0 [8]
Molekulasúly-mérés	Knauer, Berlin, Osmométer	Oldószer tetraklór-metán; mérési hőmérséklet 60 C° [11]
Hidrodeszulfurálás	250 mm hosszú, 5 mm átm. saválló csőreaktor	Töltet 0,20—0,30 mm szemcseméretű termaliton 1% Pd; reaktor-hőm. 300 C°; H_2 áraml. seb. 16 ml/min; bemérés 40 µl 3 l/min sebességgel [9, 12]
Argentometriás merkaptánmeghatározás	OP 204/1 pH-mérő, mérőelektród ezüst, összehasonlító elektród kalomel, vonalíró, termosztát, mágneses keverő, fekvőhengeres büretta, mérőelektród platina, összehasonlító elektród kalomel	Mérőoldat 0,01 n izopropanolos ezüstnitrát; minta 1,5—5 g 35 ml 2:1 arányú etanol-benzol elegyben; inertgáz-párna [13]
Jodátometriás szulfidmeghatározás		Mérőoldat jégecetes káliumjodát; hőmérséklet 7 C°; minta 0,3—3 g 25 ml 55% jégecetből, 41% benzolból és 4% 1 mólos vizes sósavból álló oldószerben [13]

2. táblázat

A gázolajminták közvetlen vizsgálata

Vizsgálati módszerek és mért jellemzők		Vizsgált minták				
		Könnyű gázolaj KGO	Vákuum-gázolaj VGO	Nehéz gázolaj NGO	Keverék-gázolaj KEV	Hidrogénezett gázolaj HGO
IR	C_A, %	15,1	18,2	15,9	15,9	18,9
	C_p, %	60,3	59,4	61,6	60,5	61,9
	C_N, %	24,6	22,4	22,5	23,5	19,2
NMR	nCH_3	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6
	nCH_2	7,0	7,5	9,7	7,7	7,5
	nCH	2,6	2,0	2,3	2,7	2,8
	$nAr—CH_3$	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4
	$nAr—CH_2$	1,0	1,4	1,6	1,1	0,5
	nAr—H	0,7	1,2	1,1	0,8	0,9
UV	Egygy., s%	16,9	19,9	15,4	15,2	18,2
	Kétgy., s%	7,3	12,2	8,8	8,6	4,9
	Több gy., s%	—	2,2	3,7	—	0,6
Ozm.	$\overline{M}s$	210	230	270	226	222
Átlagképlet		$C_{15,0}H_{28,7}S_{0,056}$	$C_{16,5}H_{29,9}S_{0,09}$	$C_{19,3}H_{35,5}S_{0,12}$	$C_{16}H_{30,5}S_{0,09}$	$C_{15,5}H_{28,7}S_{1,5\cdot10^{-3}}$
Gáz-kroma-tográ-fia	Nem norm. szénh. s%	78,1	84,8	82,7	79,8	81,7
	Normál szénh. s%	21,9	15,2	17,3	20,2	18,3
	nC_{11}	0,7	0,1	0,4	0,7	0,7
	nC_{12}	1,3	0,4	0,6	0,9	1,4
	nC_{13}	2,6	0,7	0,7	1,2	1,8
	nC_{14}	2,6	1,2	0,7	1,6	2,5
	nC_{15}	3,7	2,3	0,9	2,8	3,6
	nC_{16}	4,7	1,9	1,3	4,2	2,6
	nC_{17}	2,8	2,8	1,1	2,8	2,4
	nC_{18}	1,8	2,3	1,2	1,8	1,6
	nC_{19}	0,9	1,3	1,6	1,4	1,0
	nC_{20}	0,5	1,2	2,8	1,3	0,8
	nC_{21}	0,3	0,7	2,7	1,0	—
	nC_{22}	—	0,4	1,9	0,5	—
	nC_{23}	—	—	0,5	—	—

kebb tényleges forrpontállományt képviseltek. Tekintettel arra, hogy a deszulfurálás során a kénatom eltávolítása kapcsán, a kénvegyület—szénhidrogén átalakuláskor 30 C°-nál rendszerint nagyobb forráspontcsökkenés lép fel, a termék gázkromatogramja alapján mind a reagálatlan szénhidrogének, mind a kénvegyületekből képződő szénhidrogének és -töredékek könnyen vizsgálhatók. A gázkromatográfiás elválasztás hatékonyságának kihasználása érdekében közvetlen reakció-gázkromatográfia helyett elkülönített mikroreaktorral és gázkromatográffal dolgoztunk. A hidrodeszulfurálás során keletkező szénhidrogének szerkezetének azonosítása alapján következtettünk arra, hogy ezek milyen kénvegyületekből keletkezhettek.

A harmadik főágon a gázolajok kénvegyületeinek a szénhidrogénektől való elválasztásán túlmenően szelektív oxidációval a szulfid típusú vegyületeket a tiofén típusú vegyületektől elkülönítettük. Kísérleteinket irodalmi adatok [3] alapján indítottuk meg, és modellvegyületek segítségével alakítottuk ki a szelektív oxidáláshoz szükséges paramétereket, továbbá ezek segítségével dolgoztuk ki a visszaredukáláshoz szükséges ugyancsak szelektív körülményeket is [4]. A módszer

3. táblázat

HGO 12—18 és HGO 19—35 frakciók spektrometriás összetétel és molekulasúly szerinti vizsgálata

Vizsgálati módszer		Vizsgálati minták	
		HGO 12—18	HGO 19—35
IR	C_A, %	31,4	(65,9)
	C_p és C_N,	Nem mérhető	
NMR	C_A, %	18,7	47,1
	nCH_3	2,8	1,0
	nCH_2	6,9	3,2
	nCH	2,4	1,0
	$nAr—CH_3$	0,7	1,2
	$nAr—CH_2$	0, 8	2,0
	nAr—H	1,3	3,2
UV	Egygy., s%	45,3	75,7
	Kétgy., s%	4,1	20,3
	Több gy., s%	—	—
Ozm.	$\overline{M}s$	230	203
Összetétel	C, s%	87,10	89,39
	H, s%	12,80	10,55
	S, s%	0,01	0,06

azon a felismerésen alapul, hogy ecetsavval és benzollal biztosított egyfázisú rendszerben hidrogénperoxiddal a szulfid típusú kén szobahőmérsékleten szulfoxiddá oxidálható, míg a tiofénes kötésű kén oxidációja ilyen körülmények között nem játszódik le. A nyert nagy polaritású vegyületcsalád adszorpciós folyadékkromatográfiával elválasztható a kísérő aromás szénhidrogénektől és nem oxidálódott kénvegyületektől. Visszaredukálás és újabb adszorpciós folyadékkromatográfiás tisztítás után a visszanyert szulfidos frakció részletesen vizsgálható. A szulfidoktól megszabadított gázolajból a szulfidok oxidálásához alkalmazottal azonos összetételű reakcióeleggyel, a refluxhőmérsékleten végzett oxidációval a tiofén kötésben levő kéntartalom szulfonokká oxidálódik, ily módon a tiofének szulfon alakban adszorpciós folyadékkromatográfiával kinyerhetők. Redukálás után a tiofénes frakció is tisztán vizsgálható.

A vizsgálatokkal nyert eredmények

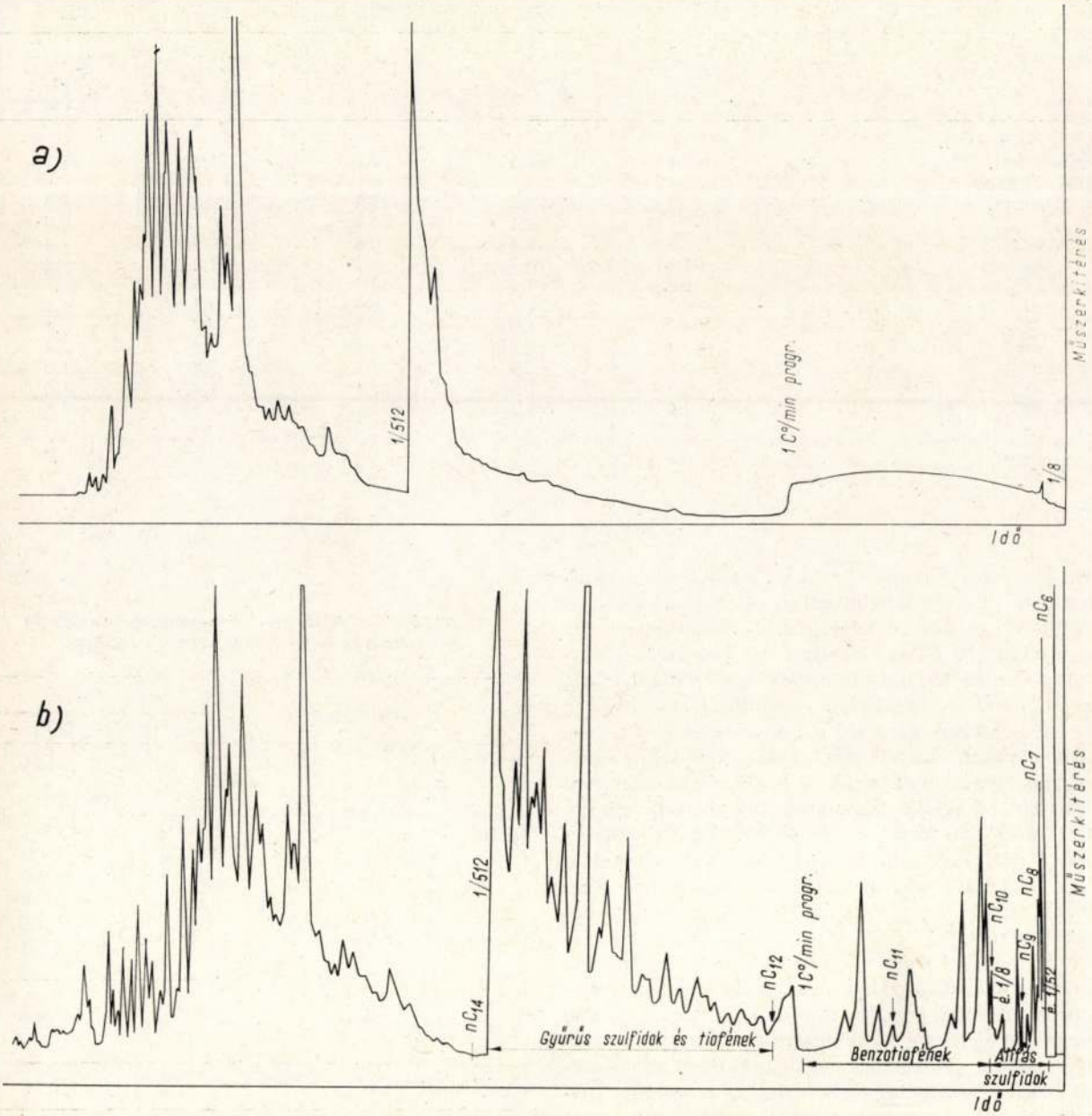
A vizsgált gázolajminták közvetlen elemzési eredményeit *a 2. táblázat* tartalmazza.

A második főágban ismertetett módszer-kombináció segítségével elérhető eredmények bemutatására a hid-

4. táblázat

HGO 12—18 és HGO 19—35 frakciók potenciometriás titrálásának eredményei

Mért minták	HGO 12–18		HGO 19–35	
Kéneloszlás	absz. %	rel. %	absz. %	rel. %
Merkaptán	0	0	0	0
Diszulfid	0,0005	4,8	0,0026	4,3
Szulfid	0,0051	50,8	0,0069	11,4
Maradék kén	0,0044	44,4	0,0506	84,3

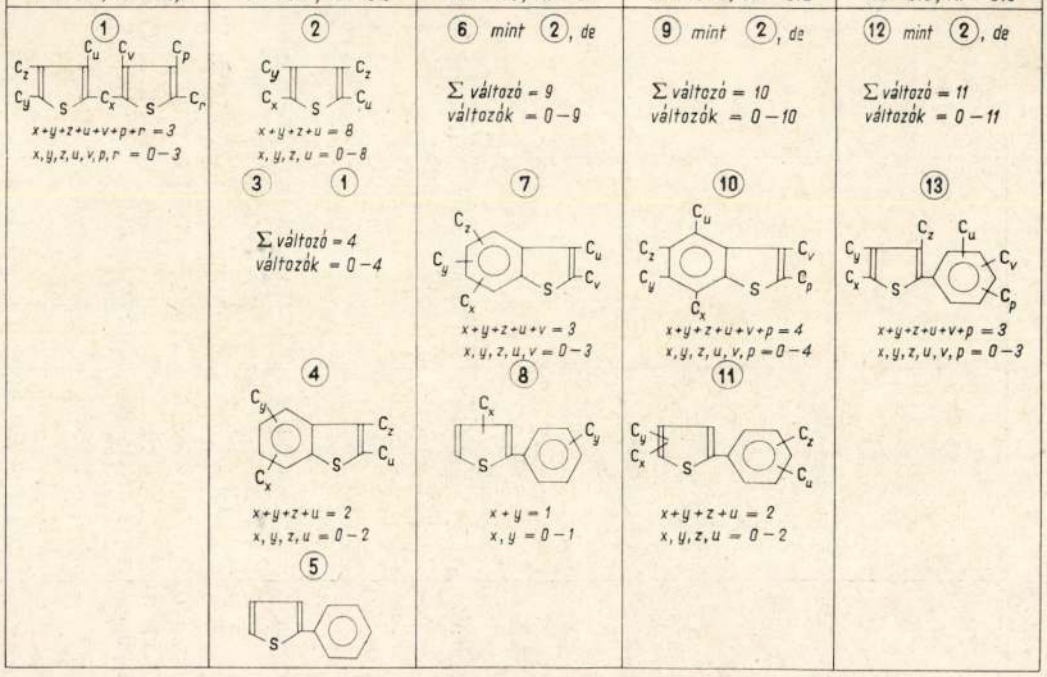


2. ábra
a) — hidrogénezett gázolaj 12—35 3. frakciójának gázkromatogramja
b) — hidrogénezett gázolaj 12—35 3. fr. hidrodeszulfurált termékének gázkromatogramja

5. táblázat

HGO 12—35 szénhidrogén-töredékeinek megoszlása

Megnevezés	Forráspont °C	nC_{10}-ig %	nC_{11}-ig és C_8-C_9 aromások %	nC_{12}-ig és C_{10} aromások %	nC_{13}-ig és C_{11} aromások %	nC_{14}-ig és C_{12} aromások %	nC_{15}-ig %	nc_{16}-ig %	nC_{16} felett %
2. fr.	210—265	38,5 Alifás szulfidok Hexiltiofének	18,3 Benzotiofén Metilbenzotiofének Heptiltiofének	32,2 Etilbenzotiofének Oktiltiofének	11,0 Noniltiofének				
3. fr.	225—290	29,7 Alifás szulfidok	8,8 Alifás szulfidok Metil benzotiofének Heptiltiofének	9,4 Etilbenzotiofének Oktiltiofánok Oktiltiofének	21,5 Noniltiofének	20,3 Deciltiofének	10,2 Undeciltiofének		
4. fr.	245—293	31,7 Alifás szulfidok	10,9 Alifás szulfidok Metilbenzotiofének	6,0 Etilbenzotiofének Oktiltiofánok Oktiltiofének	18,1 Benzotiofének Noniltiofánok Noniltiofének	24,2 Deciltiofének	9,1 Undeciltiofének		
5. fr.	265—305	18,6 Alifás szulfidok	5,3 Alifás szulfidok	7,7 Etilbenzotiofének Oktiltiofánok	5,3 Benzotiofének Noniltiofánok Noniltiofének	9,4 Deciltiofének	12,4 Undeciltiofének	23,6 Dodeciltiofének	17,7 Trideciltiofének
6. fr.	290—323	10,3 Alifás szulfidok	5,8 Alifás szulfidok	5,2 Alifás szulfidok Benzotiofének	7,7 Benzotiofének Noniltiofánok	14,4 Deciltiofánok	5,2 Undeciltiofének	10,3 Dodeciltiofének	41,1 Trideciltiofének
7. fr.	290—345	23,3 Alifás szulfidok	4,2 Alifás szulfidok	7,5 Alifás szulfidok Benzotiofének	6,3 Alifás szulfidok Benzotiofének Noniltiofánok	23,8 Deciltiofánok	14,8 Undeciltiofének Undeciltiofánok	20,1 Dodeciltiofének Dodeciltiofánok	
8. fr.	320—400	10,3 Alifás szulfidok	12,3 Alifás szulfidok	20,0 Alifás szulfidok	12,3 Alifás szulfidok Benzotiofének	16,6 Alifás szulfidok Deciltiofánok Benzotiofének	9,7 Undeciltiofánok	6,3 Dodeciltiofánok	12,5 Trideciltiofének



3. ábra
A hidrogénezett gázolaj egyik folyadékkromatográfiás koncentrátumából preparatív gázkromatográfiával előállított frakcióban lehetséges tiofénszármazékok (fp. 250—306 C°)

rogénezett gázolaj 12—18-as és 19—35-ös frakcióit választottuk ki. A *3. táblázatban* a spektrometriás összetétel és molekulasúly mérési eredményeit mutatjuk be. A *4. táblázat* ugyanezen frakciók argentometriás és jodátometriás méréseinek eredményeit tartalmazza, amelyek a merkaptán-, diszulfid- és szulfidkötésű kéntartalmat mutatják. Az *5. táblázat* az ismertetett frakciókból készített reprezentatív minta preparatív gázkromatográfiásan előállított szűk forrásponttartományú frakcióinak hidrodeszulfurálás utáni gázkromatográfiás vizsgálatával nyert eredményeit tartalmazza. Példaként a 3. sorszámú szűk frakció hidrodeszulfurálás előtti és utáni gázkromatogramjait mutatjuk be a *2. ábrán*. Nyert eredmények alapján a tiofénszármazékokat a *3. ábrán* mutatjuk be.

A harmadik főágon végzett elválasztások eredményeként nyert szulfid- és tiofénfrakciók vizsgálatából kapott jellemzők bemutatására a *6. táblázatban* a keverék és a hidrogénezett gázolajok szulfid- és tiofénfrakcióinak vizsgálati eredményeit foglaltuk össze.

6. táblázat

Szulfid- és tiofénfrakciók vizsgálata

Vizsgálati módszer		KEV szulf.	KEV tiofén	HGO szulf.	HGO tiofén
NMR	C_A, %	4,5	27,7	38,1	30,0
NMR	nCH_3	3,0	0,7	2,2	0,8
	nCH_2	6,5	1,6	5,8	1,8
	nCH	4,0	2,2	3,6	1,6
	$nAr—CH_3$	1,1	1,8	3,0	1,6
	$nAr—CH_2$	1,0	0,7	0,8	1,5
	nAr—H	1,1	3,7	4,3	3,4
Ozm.	Ms	290	217	302	230
Összetétel	C, %	76,72	76,67	81,61	80,76
	H, %	10,73	8,13	11,45	7,46
	S, %	9,7	11,65	1, 64	1,2
	N, %	—	—	—	—
	O, %	2,85	3,35	5,3	—
Átlagképlet		$C_{18,5}H_{31,9}S_{0,89}O_{0,51}$	$C_{13,8}H_{17,6}S_{0,8}O_{0,45}$	$C_{20,4}H_{34,6}S_{0,155}O_{0,99}$	$C_{18,5}H_{17,1}S_{0,087}$
Reakció gázkromatográfia	C_{10}-ig	19,5	6,7	56,9	—
	$C_{11}+8,9_{ar}$	3,2	4,0	2,0	—
	$C_{12}+10_{ar}$	4,0	4,5	2,9	—
	$C_{13}+11_{ar}$	4,5	11,3	4,5	—
	$C_{14}+12_{ar}$	22,5	15,6	8,3	—
	$C_{15}+13_{ar}$	10,3	28,2	9,8	—
	$C_{16}+14_{ar}$	13,8	29,7	15,6	—
	C_{16} felett	22,2	—	—	—

A vizsgálatok alapján levonható következtetések

1. A szovjet „csővezetéki" eredetű gázolaj kénvegyület-tartalmának zömét tiofénhomológok és szulfidok, ezen belül is ciklikus szulfidok alkotják, a merkaptánok és diszulfidok mennyisége ezek mellett elhanyagolható.

2. A kénmentesítés során a tiofén—szulfid arány eltolódik a tiofénhomológok javára, de szigorú üzemmódban végrehajtott kénmentesítésnél is maradnak a termékben szulfidok.

3. Szilikagéles, adszorpciós folyadékkromatográfiával a gázolaj kénvegyületeinek bizonyos fokú dúsítása és frakcionálása az oszlop nagy folyadékterhelése esetén is elérhető. Ennek során a kénvegyületek polaritásuk szerint frakcionálódnak, és egyben jól elválnak az alifás szénhidrogénektől. A módszerrel azonban

a kénvegyületeket és aromás szénhidrogéneket elválasztani nem lehet.

4. Két lépcsőben végrehajtott, oxidációval kombinált folyadékkromatográfiával a szulfidok és tiofének szulfoxid, illetve szulfon formájában viszonylag tisztán kinyerhetők, majd lítium-alumínium-hidrides redukcióval visszaalakíthatók az eredeti kénvegyületekké. Az így kinyert szulfidok és tiofének spektrometriás és hidrogénezéssel kombinált gázkromatográfiás vizsgálata alapján meghatározható ezen vegyülettípusok átlagszerkezete.

5. A gázolaj kénvegyületei szerkezetének meghatározására szűk forrásponthatárú frakciók esetében szénhidrogén-kísérőkomponensek mellett is alkalmas a hidrogénezéssel összekapcsolt gázkromatográfia. Ennek a módszernek a segítségével sikerült az üzemi alapgázolajban és hidrogénezett gázolajban szulfid és tiofén típusú vegyületek összetételének és szerkezetének további részleteit megismerni.

IRODALOM

[1] *Perger J.:* Előadás, Kénmentesítés és reformálás konferencia, Százhalombatta, 1975. ápr. 15.
[2] *Perger J.:* Előadás, A kőolajfeldolgozó ipar fejlesztése az V. ötéves tervidőszakban. Kollokviumsorozat, Keszthely, 1975. okt. 29.
[3] *Drushel, H. V.—Sommers, A. L.:* Anal. Chem. **39** 1819 (1967).
[4] *Bélafiné Réthy Katalin:* Kandidátusi értekezés, 1977.
[5] *Bordwell, F. G.—McKellin, W. H.:* J. Chem. Soc. Am. **73** 2251 (1958).
[6] *Brandes, G.:* Erdöl und Kohle **11** 700 (1958).
[7] *Bálint, T.:* Acta Chim. Hung. **48** 261 (1966).
[8] *Zalka, L.—Bélafiné, Réthy K.—Kerényi, E.:* Acta Chim. Hung. **76** 141 (1973).
[9] Kutatási jelentés, MÁFKI J-63/1975.
[10] *Mázor L.:* Szerveskémiai analízis. II. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1962.
[11] Intézeti módszerek, MÁFKI, 1976.
[12] *Kántor M.:* MÁFKI-Közlemények **9** 23 (1968).
[13] *Rubinstejn, I. A.—Krivova, T. I.:* Himija szeroorganicseszkih szoedinenij, szoderzsascsihszja v neftjah i nefteproduktah. Izd. Himija, M., 1964, t. VI, sz. 89.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Új típusú, félautomatikus olajgyűjtő állomások a dél-alföldi kis mezőkön

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat a közelmúltban kötött szerződést a veszprémi Nehézvegyipari Kutató Intézettel vezérlő és távfelügyeleti központok kivitelezésére. A berendezésekkel a Ferencszállás-K—Kiszombor mező automatikus termeltetése és a kb. 3 km-re levő ferencszállási gyűjtőállomásról történő ellenőrzése valósítható meg.

A mező két szerkezeti záródása egymástól kb. 1,5 km-re esik. A távolság miatt célszerű két gyűjtőrendszert kialakítani:

— A keleti mezőrész kútjait egy gyűjtőkörzetre kötik rá. Ennek feladata a hozzá tartozó kutak termelvényének összegyűjtése, mérő és közös fejcsőre való váltása, és az ún. mérőkörzethez való továbbítása, vészjelzés esetén a kutak lezárása.
— A nyugati mezőrész kútjait a mérőkörzet fogadja. Itt történik a kutak adott program szerinti mérése, a mező termelésének, valamint esetleges zavarjeleinek a ferencszállási gyűjtőállomásra való továbbítása, vész esetén a kutak és a mérőszeparátor lezárása. A mérőszeparátor tehát mindkét mezőrész kútjainak termelését méri. Mérés után a mért kutak termelése is a közös szállítóvezetékbe kerül, és a ferencszállási gyűjtőállomás külön szeparátorára jut.

A bevezetőben említett NEVIKI-irányítástechnikai berendezések a fenti technológiai létesítmények helyi vezérlését és távfelügyeletét hivatottak ellátni.

E célból a Zombor gyűjtőkörzetben és mérőkörzetben egy-egy helyi jelző-vezérlő-görényező központ (HJVG) települ, és kábelen információkat továbbít a ferencszállási gyűjtőállomáson levő távfelügyeleti központnak (TFK). A HJVG gyújtószikramentes elválasztókon keresztül csatlakozik a jeladó egységekhez, energiaellátását szünetmentes tápegység biztosítja. A berendezés kézi vagy félautomata üzemben működhet. Mind a vészleállító, mind az automatikus görényezési funkcióját a biztonsági tolózárak vezérlésével oldja meg. Vészleállító jelek (kútbefutó vezetékek minimum-maximum értékei, tűzjelzés és illetéktelen behatolás) keletkezése esetén — amennyiben azok 2 mp-nél hosszabb tartamúak — a berendezés a pneumatikus biztonsági tolózárakat lezárja, és jelzést küld a TFK-nak; tűz esetén ezt követően feszültségmentesíti önmagát. A tolózárak kézi üzemmódban, nyomógombokkal vezérelhetők.

Az automatikus csőtisztítás technológiája olyan, hogy a kútnál elhelyezett NKFV típusú rugós golyóadagolóból egy golyó kerül a termelővezetékbe, ha a vezeték nyomása egy meghatározott érték fölé emelkedik. Ezt a HJVG a biztonsági tolózárak program szerinti időleges lezárásával éri el. A tolózár nyitásától eltelt időt elektronika méri, a golyó beérkezését kontakt áthaladásjelző jelzi. Amennyiben a golyó a programozott időn belüi nem érkezik be, a HJVG jelzést ad a TFK-nak. A golyó befutásl időszintje 0,5 órától 4 óráig 30 perces lépésekben, kutanként beállítható. A csőtisztítási ciklus ideje 8 és 24 óra közé állítható be, az új ciklus csak a golyó beérkezését követően indul. Ugyancsak kutanként programozható a biztonsági tolózár zárvatartási ideje, ami 5—20 perc közé 5 perces lépésekben állítható be.

A berendezés csatornánként (kutanként) egy kétszámjegyű elektronikus számlálót is tartalmaz, amely minden golyóbeérkezéskor az előre beállított számból egyet levon, nullára való visszaállás esetén jelzőlámpát működtet (golyó elfogyott). A jelzőlámpák csak a szekrény nyitott ajtaja mellett működnek. A HJVG-berendezések kezelőpultján az alábbi fényjelzések jelennek meg:

— kútbefutó nyomás minimum,
— kútbefutó nyomás maximum,
— biztonsági tolózár nyitva,
— biztonsági tolózár zárva,
— beavatkozó szerv hibás,
— központi egység hibás.

A mérőkörzet HJVG ezeken kívül jelzi:

— a szeparátorlángőr-zavart,
— a szeparátorszint minimum-maximum értékét,
— a sloptartályszint maximumát.

A ferencszállási gyűjtőállomáson létesítendő TFK-n az alábbi jelzések valósulnak meg a két HJVG információi alapján:

— befutósori nyomás minimum-maximuma;
— biztonsági tolózárak lezártak;
— golyó nem érkezett be;
— üzemmódváltozások:
  ajtónyitás,
  kézi üzem,
  hálózatkimaradás,
  tápegység-meghibásodás,
  vezérlőelektronika meghibásodása,
  illetéktelen behatolás;
— tűzeset;
— mérőkörzeti szeparátorlángőr-zavar;
— mérőkörzeti szeparátor- vagy sloptartályszint-zavar.

Tájékoztatónkban nem esett szó a mérőkörzet közvetlen gázfűtésű DSD-mérőszeparátorának automatikájáról és mennyiségmérő műszereiről, melyek hazánkban ugyancsak újszerűek.

Bábeczki Sándor
üzemmérnök
(NKFV, Szolnok)

A geokémia szerepe a földtani szénhidrogén-prognózisban

KÓKAI JÁNOS—
SZALAY ÁRPÁD—
SZENTGYÖRGYI KÁROLY

A szerzők vázolják a szénhidrogén-kutatás célkitűzéseit és ennek viszonyát a perspektivikus kutatáshoz, Körülhatárolják a geokémiai kutatási eredmények értelmezéséhez szükséges földtani modell funkcióit.

A nagyalföldi mély, neogén depressziókból származó vizsgálati adatok alapján bemutatják a neogén összletre vonatkozó főbb szénhidrogén-genetikai eredményeket. Megállapítják a szerves anyag bomlásának kritikus mélységét, és az intenzív szénhidrogénképződés tartományát.

Vizsgálják az elsődleges migráció kőzetfizikai körülményeit, és megállapítják kritikus mélységét, majd értelmezik a primer migráció hatásmechanizmusát.

A geokémiai szénhidrogén-kutatás célja regionális, és lokális következtetéseket levonni a vizsgálat alá vett terület szénhidrogén-percpektivitását illetően. Ennek során meg kell határozni azokat az üledékösszleteket, amelyekből a kőzetképződési folyamatok különböző szakaszain keresztül, a bennük levő diszperz szerves anyag elbomlása révén szénhidrogének képződhettek. Körül kell határolni továbbá azokat a zónákat, amelyekben a felhalmozódás kedvező feltételei létrejöhettek. Az azonos genetikai jellegű összletekre, területekre szénhidrogén-prognózist kell adni úgy, hogy a szénhidrogén-kutatás perspektivitása megfelelő biztonsággal megítélhető legyen. A regionális akkumulációs zónán belül ki kell jelölni a reményteljes és kevésbé reményteljes területeket.

A regionális prognózis mellett a geokémiai elemzésnek — bizonyos korlátok között — a lokális szénhidrogén-kutatás perspektiváinak megítélését is elő kell segítenie.

A geokémiai szénhidrogén-kutatásban világszerte két irányzat bontakozott ki. Az egyik irányzat alapvetően szerves kémiai vizsgálatokra alapozott, a másik a komplex, földtani szemléletű kutatás. Ahol a geokémiai kutatást az ipari igények irányítják, ott természetszerűleg az utóbbi irányzat került előtérbe. Hazánkban a geokémia helyzetét sajátos ellentmondás jellemzi: az ipari igények kielégítése kapcsán az iparág látszólag teljesíthetetlen igényeket támasztott a geokémiával szemben, ugyanakkor viszont a geokémia erejét meghaladó hangsúlyozást igényelt a szénhidrogén-kutatásban.

A magyarországi geokémiai szénhidrogén-kutatás állapotát a fejlett kémiai analitikai alapokon nyugvó interpretáció jellemzi, amely még nem találta meg megfelelő kapcsolatát a földtani ismeretekkel. Megalapozott földtani koncepció hiányában néha hibás elképzelések is születtek. A perspektivikus szénhidrogén-kutatás eredményességét csak földtani, geofizikai és geokémiai ismereteken nyugvó dialektikus módszerű kutatás tudja biztosítani, A kutatási módszer lényege kell legyen az egyes fejlődési állapotok megismerése és a genetikus szemlélet következetes alkalmazása.

A dinamikus kutatás nem nélkülözheti a genetikai extrapolálást, az egykori állapotok rekonstruálását. A jelenlegi geokémiai állapot megismert paramétereiből kell következtetnünk a múltban lejátszódott folyamatok egyes állapotaira és egészére. Rekonstruálnunk kell a kiindulási állapotot és azokat a genetikai lépcsőket, amelyek megismerése a szénhidrogénképző folyamatok értékeléséhez, a mobilizációs-migrációs jelenségek követéséhez, a felhalmozódás lehetőségeinek körülhatárolásához, a prognosztikus becsléshez, a tágabb vagy szűkebb igényű perspektivitás megítéléséhez szükségesek. Csupán a szerves anyag ilyen igényű fejlődéstörténeti vizsgálata önmagában kevés. A kémiai folyamatok nyomon követését ki kell egészíteni az ősföldrajzi rekonstrukcióval. A kémiai vagy fizikai folyamat követéséhez a folyamat egyes fázisaiban jellemző paraméterek és környezeti feltételek ismeretes szükséges.

A perspektivikus szénhidrogén-kutatáshoz a következő egymásra épülő alapfolyamatok vizsgálatát tartjuk szükségesnek:

— az üledékfelhalmozódás és medencealakulás folyamatainak vizsgálata;
— a szerves anyag bomlási folyamatainak vizsgálata;
— az üledéktömeg konszolidációjának vizsgálata, beleértve az elsődleges és másodlagos migráció folyamatait;
— az akkumulációs folyamatok vizsgálata.

Az egyes folyamatok tisztázása önmagában szükséges, de nem elegendő. Ha pl. a következtetések már az akkumulációs problémákat érintik, akkor az egyes folyamatok összefüggéseit kell vizsgálni.

A folyamatok vizsgálata külön-külön egyes kérdésekre hasznos információkat adhat, de önmagukban a gyakorlati szénhidrogén-kutatás számára az eredmények felhasználhatatlanok. Az eddigi anyagi és szellemi ráfordítás eredményeit csak akkor lehet hatékonyan hasznosítani, ha a geokémiai kutatás következetesen feltárja az alapfolyamatok összefüggéseit, és hatékonyabban vonja be a rendelkezésre álló földtani, geofizikai ismereteket az adott területre helytálló modell megalkotása érdekében.

A felhalmozódott adatokból és összefüggéseikből levont következtetések alapján jelenleg még csak a szerves anyag bomlási folyamataira vonatkozóan vannak átfogó ismereteink, amelyeket a továbbiakban ismertetünk részletesen. Ezt megelőzően azonban szükségesnek tartjuk körvonalazni azokat az elveket, amelyek a geokémiai-földtani modell elkészítéséhez alapul szolgálnak.

A földtani modellalkotás szempontjai

A vizsgálat alá vett terület földtani felépítésének és fejlődéstörténetének alkalmas modellel való közelítése a geokémiai feldolgozás kulcsfontossága kérdése. A modellnek a szükséges mértékben általánosnak kell lennie úgy, hogy még megfoghatók legyenek azok a részletek, amelyekre a konkrét földtani jellegek, a kémiai elemzések stb. és az ezekből leszürt következtetések vonatkoznak. Akkor elfogadható a földtani modell ha a lokális (de már nem egyedi) jellegek még áttekinthetően összegezhetők, ugyanakkor a regionális (medencerész-) méretből minden nehézség nélkül feltárhatók az egyes részterületek sajátosságai.

A Nagyalföldre vonatkozó rekonstruktív szintézisek lényegében a feladatot két irányból közelítették meg. Az egyik alapvetően biosztratigráfiai szempontok szerint tagolta a neogén üledékes összletet, és végső soron az izokrón felületek közé zárt képződmények elterjedése, térbeli helyzete alapján vázolta fel a medencerészek fejlődéstörténetét. A módszer kétségkívül igen hatékony a tengeri képződmények elterjedési területén, de számos bizonytalansággal terhelt a brakkvízi üledékek vonatkozásában, tehát a pliocén képződményeken belül.

A neogén medencefejlődés általunk litosztratigráfiai-tektonikai módszerrel végzett elemzése a földtani folyamatok egy másik oldaláról való közelítést jelentett. Az ilyen szempontú szintézis alapvonalaiban a gyakorlat által is igazolt, regionális érvényű modellt eredményezett. A részleteket illetően azonban még számos tisztázatlan kérdés maradt. A modellben a nagy pliocén litosztratigráfiai összletek határai egyben időhorizont-értelmet is nyertek. A regionális nagyságrendhez ennek megfelelő nagyságrendű időkeret társult, annak minden toleranciájával. E felfogás szemléletbeli hátránya az, hogy a fáciesek korrelációját alig veszi figyelembe.

A pliocén elején az üledékképződést nagymértékben a helyi sajátságok határozták meg. Az alsópannóniai összlet néhány litológiai alapegységre való tagolása ezért véleményünk szerint erőltetett. A modell helyesen csak az azonos üledékképződési körülmények közt levő területrészekre alkalmazható. Ennek az üledékképződési modellnek a helytelen általánosítása vezetett oda, hogy az egyes litológiai egységeknek regionális térbeliséget tulajdonítottak, ami a migrációs viszonyok megítélésekor számottevő problémát jelentett.

Úgy látjuk, hogy helyes modellt a diasztrofikus szemlélet alapján lehet elkészíteni. A modellnek tartalmaznia kell a tektonikai folyamatokat, ezek időbeli hatását, a szedimentáció folyamatát, a lito- és biofáciesek viszonyát. A lehetőségek határain belül élni kell a biosztratigráfiai adatok kínálta lehetőségekkel, hiszen az időhorizontok kijelölése fontos az alapvetően időfüggő geokémiai és földtani folyamatok leírásához. Diasztrofikus szemlélet alapján a tektonikai folyamatok azon fontos mozzanatait lehet körülhatárolni, amelyek meghatározó elemei a vizsgált medence fejlődésének. A medencealakulás idő- és térbelisége meghatározója az üledékfelhalmozódás jellegének, és ilyen módon az ősföldrajzi körülmények anyagi és dinamikai keretét képezi. Az üledékfölhalmozódás dinamikája és környezeti feltételei együttesen teremtik meg a szedimentáció körülményeit, amelyek végül az üledékek litológiai alkatában, fáciesében valósulnak meg. A medencealakulás diasztrofikus mozzanatai tehát az üledékfelhalmozódás időbeli tagolásának alapvető jegyei, mert az időhorizontok regionálisan ritkán vízszintes felületek, és rendszerint nem pontosan követik a képződményhatárokat sem.

A valóságos litológiai viszonyok megállapítása meghatározó eleme az üledékes medence vagy medencerész geokémiai tanulmányozásának, mert csak megfelelő üledékföldtani alkat és kőzetminőségbeli arányok között alakulnak ki azok a szerves geokémiai feltételek, amelyek mellett az üledékek szénhidrogénképző összletként egyáltalán számításba jöhetnek. E feltételek mérlegelése és felmérése az üledékképződési modell egyik funkciója.

A modell másik, az előzővel egyenértékű feladata a medencealakulás és üledékfelhalmozódás időbeliségének meghatározása. A képződmények relatív időbeli helyzete egyidejűleg térbeli helyzetet is körülhatárol, és ennek alapján kell a fejlődést és a kapcsolódó időfüggő folyamatokat rekonstruálni. A rekonstrukció egyik fontos láncszeme a fácieselemzés, mivel a fáciesek jellegének helyes értékelése jelentős mértékben járul hozzá az üledékek időbeli helyzetének és térbeli kapcsolatainak megállapításához.

A medencefejlődés idő- és térbeli nyomon követésével, továbbá a földtani és geofizikai ismertanyag segítségével kell tisztázni az üledékes összlet rétegződési és belső szerkezeti viszonyait.

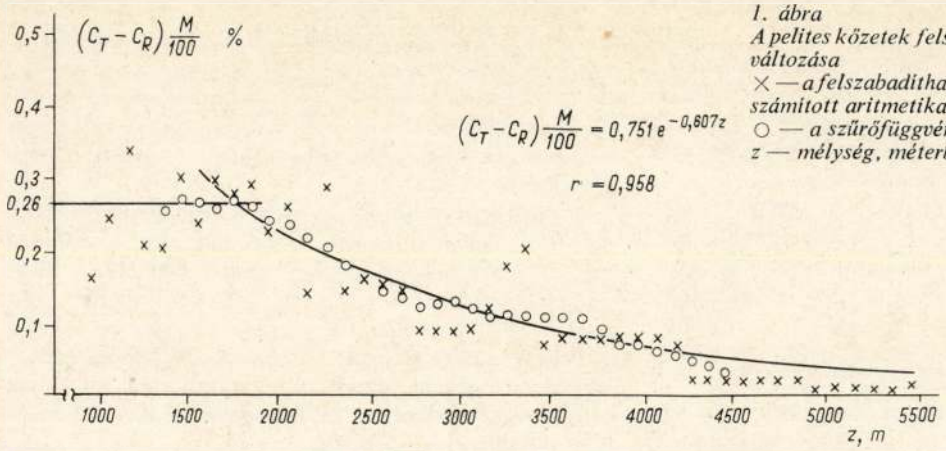
A szerves geokémiai és a földtani vizsgálatok alapján felmérhető a degradációs és szénhidrogénképző folyamatok jellege és mértéke. A medencét kitöltő üledékes összlet rétegződési, szerkezeti viszonyai a bomlási termékek migrációs és akkumulációs lehetőségei tekintetében adhatnak felvilágosítást.

A szerves anyag időfüggő degradációs folyamatai szoros kapcsolatban állnak az üledék konszolidációs állapotával. A diagenetikus folyamatok, amelyek természetszerűleg nemcsak a kőzet, hanem a benne átalakuló és mobilizálódó szerves anyag sorsára is kihatással vannak, szintén az idővel és a mélységgel összefüggő folyamatok. A diagenizált üledékes összletek kőzetfizikai jellemzői részben segítik a mobilizátumok kipréselődését, másfelől a kőzet szöveti változásával korlátozzák is azok mozgását. A komplex geokémiai vizsgálatok körébe tartozónak tehát a képződmények diagenezisállapotának tanulmányozását, a szerkezeti viszonyoknak és a csapdázódási lehetőségeknek a felmérését tekintjük.

A földtani modellnek tehát számos követelményt kell kielégítenie ahhoz, hogy a geokémiai vizsgálatok eredményei értelmezhetők legyenek. A folyamatjellegű szénhidrogén-képződés leírására a diasztrofikus modell kínálkozik a legalkalmasabbnak. Természetesen a geokémiai modell megbízhatósága a földtani modell megalapozottságának függvénye.

A szervesanyag-bomlás kritikus mélysége

A szerves anyag bomlásának kutatása a szerves geokémiai elemzések legkiműveltebb része. A bomlási folyamat egyes állapotainak konkrét esetekre vonatkozó tisztázása elengedhetetlenül fontos a szénhidro-



1. ábra
A pelites kőzetek felszabadítható illóanyag-tartalmának változása
× — a felszabadítható illóanyag-tartalom 100 m-enként számított aritmetikai átlaga, súlyszázalékban
○ — a szűrőfüggvény azon pontjai, ahol l = 4
z — mélység, méterben

gén-képződés kritikus mélységeinek megállapításához.

A szénhidrogén-képződés uralkodóan katagenetikus átalakulási állapothoz kapcsolódó folyamatsor, amelynek lépcsőihez különböző kritikus állapotjelzők tartoznak. A vizsgált medence területén kémiai analízis és optikai mérések alapján a szerves anyag jelenlegi állapota rögzíthető. Az aktív szénhidrogén-képződési zóna megállapításához a diszperz szerves anyag degradációs fokára utaló diageneziskoefficiens értékeit, a szenesedett szerves anyag vitrinitreflexiós értékeit és a pirolízis alapján kapott C_T és C_R értékek különbségeit használtuk fel. Abból indultunk ki, hogy a szerves anyag átalakulása exponenciálisan függ az időtől. A leülepedési mélységnek és az üledékvastagságnak időanalógiát tulajdonítva feltehető, hogy a szerves anyag bomlása ott kezdődik el, illetve ott válik intenzívvé, ahol a bomlásra jellemző paraméterek mélységfüggővé válnak. A kritikus mélység megállapításához elsősorban a C_T és$_R$ C értékek különbségeinek mélységfüggőségét elemeztük. A különbségérték a még felszabadítható illó rész mennyiségét jelenti. A szerves anyag korai átalakulási állapotában még jelentős ez a különbségérték. A szerves anyag degradáltabb állapotában, mivel az illó átalakulása már jórészt végbement, kevesebb felszabaduló illó mennyiségek várhatók. Ahol a szerves anyag átalakulása nem számottevő, ott a különbségértékek a mélységtől függetlenek.

A következőkben bemutatjuk a Nagyalföld mély, neogén depresszióiban és azok peremén mélyített kutatófúrások kőzetmaganyagain végzett vizsgálatok és szénhidrogén-genetikai elemzések főbb eredményeit.

A pelites üledékekből jelenleg felszabadítható illótartalom és a mélység közötti összefüggést az *1. ábra* mutatja. Az átlagok eloszlása függőlegesen két tartományt jelöl ki. Az 1000 m-től kb. 1800 m-ig terjedő szakaszban a két változó független egymástól, az átlagpontok trendje az ordinátát 0,26% értéknél metsző egyenessel közelíthető. 1800 m alatt az átlagértékek a mélység függvényében exponenciálisan csökkennek, az átlagpontokra a

$$(C_T - C_R)\frac{M}{100} = 0,751\, e^{-0,607\, z}$$

egyenletű exponenciális görbe illeszthető igen jó korrelációs együtthatóval.

A statisztikai vizsgálat során a felhasznált paramétereket származási mélységüknek megfelelően 100 m mélységközönként csoportosítottuk. A paramétereknek a mélység függvényében való változását sztochasztikusnak tekintettük, és a várható értékfüggvénnyel jellemeztük. Az ábrákon a várható értéket × jellel jelöltük. A legtöbb esetben ez a pontsorozat nem fejezte ki egyértelműen a lényegi összefüggéseket, ezért további analitikus közelítést alkalmaztunk. Az

$$S(K) = \sum_{l=-n}^{n} h(l)(k+l)$$

modell segítségével az $x_1, x_2 \ldots x_k, x_n$ paramétersorozat k-adik eleme a tőle balra és jobbra levő véges számú szomszéd lineárkombinációjaként előállítható. A modellben $h(l)$ reprezentálja ezt a szűrőfüggvényt.

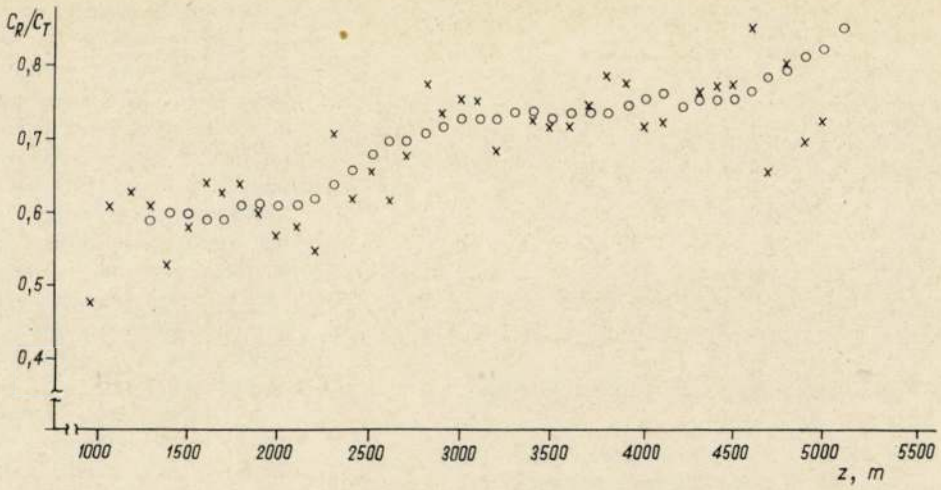
Az illótartalom változatlansága alapján a kisebb mélységek tartományát úgy tekintjük, hogy ott a mélységtől független, azonos degradációs állapot jellemzi a szerves anyagot. Ezt a tartományt jellemző állapotot kiindulási helyzetként értelmezzük. A mélység növekedésével a szerves anyag degradációja egyre előrehaladottabb. A még felszabadítható illótartalom 5000—5500 m mélységben az 1800 m körül tapasztalt érték (0,26%) tizedére csökken. A vizsgálatok alapján tehát a jelenlegi intenzív szénhidrogén-képződés felső határa kb. 1800 m mélységben vonható meg, az ez alatti mélységben levő összletek már exponenciálisan növekvő mértékben adtak le szénhidrogéneket.

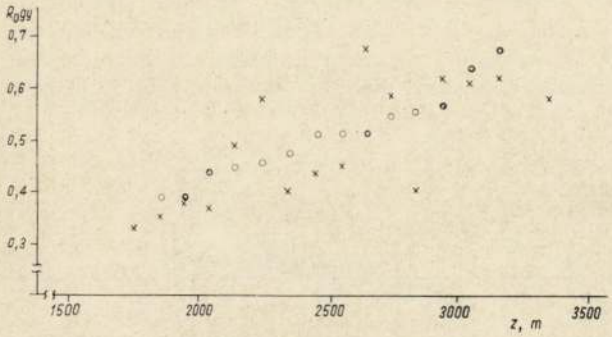
A szénhidrogén-képződés kritikus mélységének meghatározásához felhasználtuk a pelites kőzetek szerves anyaga C_R/C_T értékének az eltemetési mélységgel való kapcsolatából levonható következtetéseket is *(2. ábra)*. A C_R/C_T hányados a degradációs állapotra jellemző mutató, amelynek 0,6 feletti értékét a legtöbb szerző az intenzív szerves anyag bomlási határértékének tekinti. Vizsgálati anyagunkban a diageneziskoefficiens 0,6 feletti értéke 1700 m mélységben jelentkezett, majd 2100 m-ig gyorsan növekvő trendet mutatott. 5000 m mélységben a diageneziskoefficiens meghaladta a 0,8 értéket, ami a szerves anyag magas átalakultsági fokát jelzi.

A C_R/C_T hányados és a mélység szoros kapcsolata bizonyítja, hogy a betemetődés mélységével a szerves anyag átalakultsági foka is nő. Ennek alapján a kezdődő intenzív átalakulás tartományát 1700—2100 m közötti mélységben tételezzük fel a diageneziskoefficiens alapján.

A szenesedett szerves anyag vitrinitjének reflexióképessége szintén támpontul szolgál a degradációs

2. ábra
A diageneziskoefficiens változása
C_R/C_T — diageneziskoefficiens
z — mélység, méterben





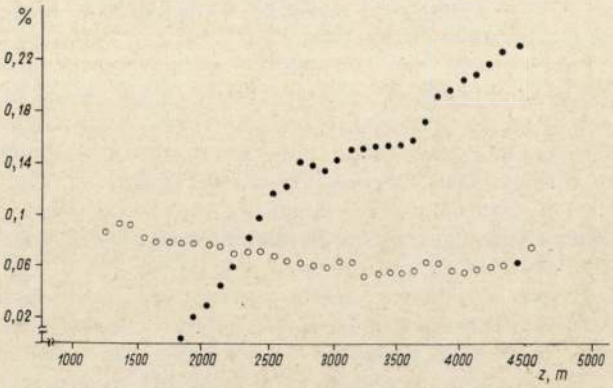
3. ábra
A vitrinitreflexió-értékek változása
R_0 gy — vitrinitreflexió
× — átlagérték
○ — a várható érték függvénypontjai
z — mélység, méterben

állapot megítélésekor *(3. ábra)*. A tapasztalat szerint a szénhidrogén-képződés megindulása a 0,4 alsó reflexiós határértékhez rendelhető. Az MTA Geokémiai Intézetében végzett reflexiós mérések módusainak átlaga (R_0gy) a mélység növekedésével fokozatosan magasabb értékeket vesz fel. A minták szervesanyag-tartalmának reflexióképessége a 0,4 kritikus értéket kb. 2000 m mélységben érte el. A vizsgált intervallumban az R_0gy érték 0,4—0,7 közötti nagysága a kezdődő olaj- és gázképződési tartományt jelzi.

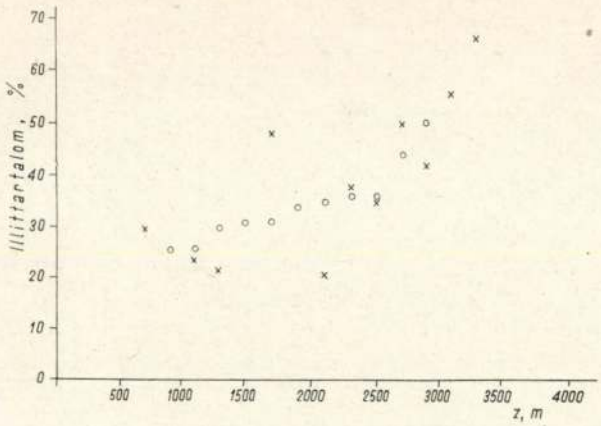
Amint látható, a szerves anyag átalakulásának jellemzésére három különböző paramétert használtunk fel. A véletlenszerű, rendszertelen mintázás ellenére egybehangzó eredményeket kaptunk a szerves anyag szénhidrogénképző állapotainak kritikus mélységére. Vizsgálataink szerint 1700—2100 m közé esik az aktív szerves anyag bomlásának kritikus tartománya. E felett a mélység felett a szénhidrogén-képződés alárendelt mennyiségű. Minden olyan neogén üledékes összlet azonban, amely a mélység alá került, a kritikus zónától távolodva fokozott mértékben lehet perspektivikus.

Az elsődleges migráció kritikus mélysége

A prognózis készítésekor csak az a kőzettérfogat vehető figyelembe, amelyből a migráció már megtörtént. Az elsődleges migráció kritikus mélységének vizsgálata során abból indultunk ki, hogy ott van a migrációs zóna felső határa, ahol a képződött szénhidrogének mennyisége meghaladja a kőzetben jelenleg levő bitumen mennyiségét. A keletkezett szénhidrogén mennyiségét a kerogén degradációs fokából becsültük. Ha elfogadjuk azt a feltevést, hogy a $C_T - C_R$=konstans *(1. ábra* egyenes szakasza) a kiindulási állapot degradációs viszonyait tükrözi, akkor a $C_T - C_R$ értékének a konstans értéktől való eltérése degradált állapotokat jelez. A $C_T - C_R$ már degradált állapotot tükröző értékeinek különbsége a múltban keletkezett szénhidrogén mennyiségét adja meg *(4. ábra)*. Az egykor felszabadult összes mobilizátumot képviselő görbe a kisebb mélységek tartományában a bitumenkoncentráció görbéje alatt halad, majd hirtelen növekedve metszi azt, és folytonosan növekvő értéket vesz fel. Az a tartomány, ahol a keletkezett mobilizátumok magasabb értékeket mutatnak a jelenlegi bitumenkoncentrációknál, az a migrációs tartomány. A metszéspont a jelenlegi primer migráció kezdetéhez rendelhető mélységhatárt jelöli ki. A a tartomány, ahol a bitumenek mennyisége nagyobb, az allochton bitumenek felhalmozódási zónája. A vizsgálati anyagból megállapítható, hogy a nagyalföldi



4. ábra
A pelites kőzetekben képződött illótartalom
és az extrahálható bitumen mennyisége
○ — az extrahálható bitumenkoncentráció várható
értékének szűrőfüggvénye, %
● — a képződött illókoncentráció szűrőfüggvénye, %
z — mélység, méterben



5. ábra
Az illittartalom változása
× — átlagérték %-ban
○ — a várható érték szűrőfüggvénye
z — mélység, méterben

neogén depressziókban az elsődleges migráció jelenlegi mélysége 2300—2400 m. Az ennél nagyobb mélységekben megindult és a mélység növekedésével egyre hatékonyabbá vált a migrációs folyamat.

Az elsődleges migráció és az agyagásványok átalakulásának feltételezett kapcsolata megengedi a feltételezést, hogy az illittartalom változása alapján valószínűsítsük a primer migráció kezdetének mélységét. Az MTA Geokémiai Intézetében végzett röntgendiffrakciós mérések alapján meghatározott illittartalom mennyiségét ábrázoltuk a mélység függvényében *(5. ábra)*. A mélység növekedésével először lassan, majd 2500 m alatt hirtelen megnövekszik az illit mennyisége.

A szervesanyag- és az agyagásvány-változások trendje, a kritikus pontok mélység szerinti egybeesése megerősíti, hogy a primer migráció felső határa 2300—2500 m körüli mélységbe tehető, azaz az effektív anyakőzetek a 2300—2500 m alatti összletek.

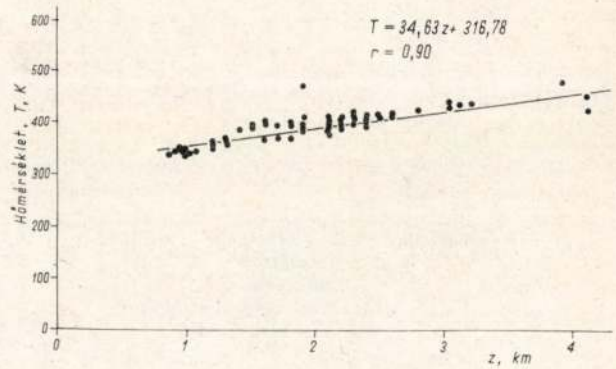
Az elsődleges migráció fizikai körülményei

Az intenzív szervesanyag-bomlás és az elsődleges migráció mélységének ismeretében rekonstruálni lehet a már lejátszódott geokémiai folyamatokat meghatározó fizikai viszonyokat.

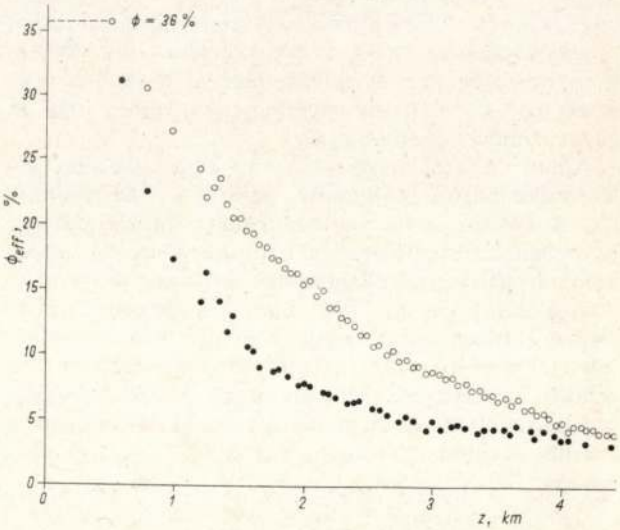
Feltételeztük, hogy kb. 2000 m vastagságú üledékösszlet lerakódására volt szükség ahhoz, hogy a szerves anyag degradációja megkezdődjék, és kb. 2500 m vastagság kellett ahhoz, hogy az elsődleges migráció az összlet alján megkezdődjön. Az egykori 1700—2100 m vastag üledékes összlet alján uralkodó hőmérséklet a jelenlegi gradiens alapján becsülhető *(6. ábra)*. A tévedés lehetősége ebben a vonatkozásban a legnagyobb, azonban a szerves anyag degradációs hőmérséklet-tartománya olyan tág, hogy az esetleges hiba sem okoz számottevő problémát. Az 1700—2100 m közötti tartomány hőmérsékletét a jelenlegi hőmérsékleti gradiens alapján 100—110 C°-ra becsülhetjük. Ez a hőmérséklet a kezdődő szervesanyagbomlás tartományának felső határa közelébe esik.

A pelites kőzetek porozitása az elsődleges migráció feltételezett kezdetekor a kb. 2500 m vastag üledékösszlet alján 5-6%, a törmelékes kőzeteké 11-12% körüli érték lehetett *(7. ábra)*. A pelitek függőleges áteresztőképessége kb. 0,05 mD, vízszintes áteresztőképességük pedig 0,6 mD volt. A törmelékes kőzeteknek 40-45 mD függőleges és 65-70 mD vízszintes áteresztőképességük lehetett. Ilyen kőzetfizikai körülmények között a vizes migráció végbemehetett, ha a pelitek és törmelékes kőzetek között a megfelelő nyomásgradiens kialakult. A pelitek és a törmelékes kőzetek között kialakult egykori nyomáskülönbséget a jelenlegi viszonyok alapján rekonstruálhatjuk. A *8. ábra* a rétegvizsgálati eredményekből meghatározott nyomásértékeket mutatja be. A mért adatok legnagyobb része a hidrosztatikus nyomásnak megfelelő egyenesen fekszik.

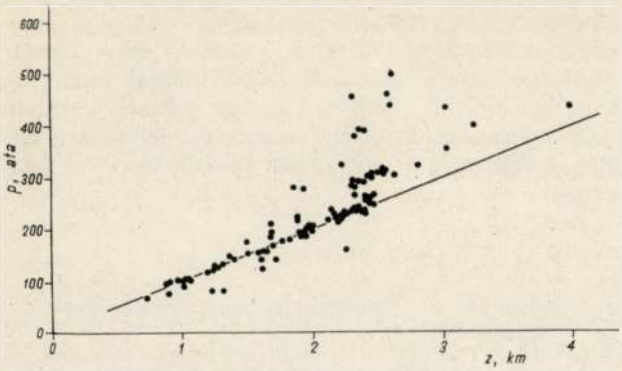
A 2400 m alatti mélységben azonban a nyomásértékek rendre eltérnek a hidrosztatikustól. A hidrosztatikus értéket meghaladó nyomások kialakulását több tényező határozza meg, melyek közül az egyik a pelites kőzetek időben elhúzódó vízleadási folyamata. A pelites és törmelékes kőzetek térfogatsúly-változásának vizsgálata azt mutatja, hogy a pelitek térfogatsúlya 2500 m alatt már alig változik, tehát a kőzetek



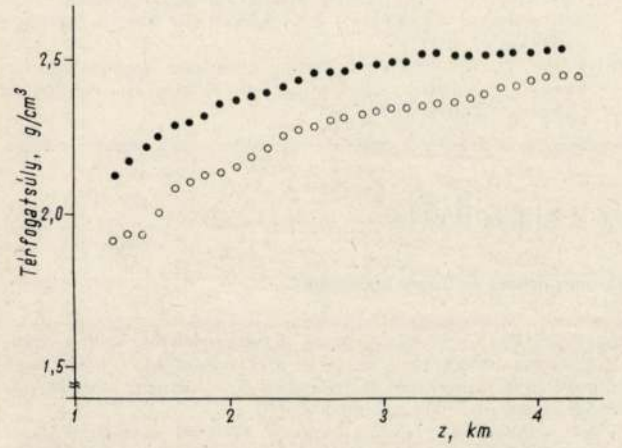
6. ábra
Geotermikus értékek az Alföldön



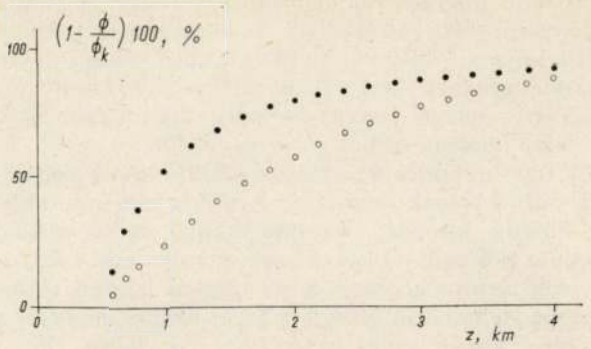
7. ábra
Törmelékes és pelites kőzetek effektív porozitásának változása
○ — a homokkövek porozitásának szűrőfüggvénypontjai
● — a pelites kőzetek porozitásának szűrőfüggvénypontjai
z — mélység, kilométerben



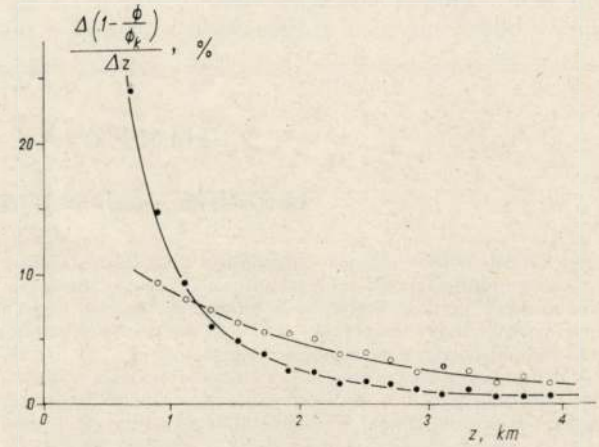
8. ábra
Rétegnyomásértékek az Alföldön
● — rétegnyomás (p, ata)
z — mélység, kilométerben



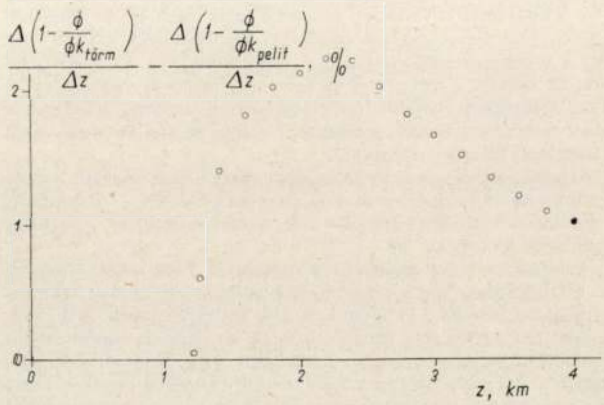
9. ábra
A pelites és törmelékes kőzetek térfogatsúly-változása
● — a pelites kőzetek térfogatsúlyának (g/cm³) szűrőfüggvénypontjai
○ — a homokkövek térfogatsúlyának (g/cm³) szűrőfüggvénypontjai
z — mélység, kilométerben



10. ábra
A tömörödés közben kipréselt pórustartalom változása a leülepedési porozitásra vonatkoztatva
● — a pelites kőzetekből kipréselt folyadékmennyiség, %
○ — a homokkövekből kipréselt folyadékmennyiség, %
z — mélység, kilométerben



11. ábra
A pórustartalom-csökkenés sebessége
● — a pelites kőzetek pórustartalom-csökkenésének sebessége, %
○ — a homokkövek pórustartalom-csökkenésének sebessége, %
z — mélység, kilométerben



12. ábra
A törmelékes és pelites kőzetek pórustartalom-csökkenésének sebességkülönbsége, %
z — mélység, kilométerben

további tömörödésre már alig képesek, míg a törmelékes kőzetek tovább tömörödnek, és a kompakciós képességük kb. 4000 m alatt szűnik meg *(9. ábra)*. Az áteresztőképességi feltételek általános leromlása és a pelitek teljes tömörödése 2500 m alatt a túlnyomás kialakulásának kedvez.

A primer migráció kritikus mélységében a pelites kőzetek áteresztőképessége már alacsony, és a mélység növekedésével tovább csökken. Látszólag tehát az elsődleges migráció elégséges feltételei nem teljesülnek, a migráció számára a kisebb mélységek kedvezőbb nek tűnnek. Úgy véljük, hogy a túlnyomások kialakulása, a függőleges nyomásgradiensek kielégítik a migráció lehetséges feltételeit. A nyomásgradiens kialakulását éppen a differenciálisan leromló kőzetfizikai viszonyok idézik elő.

A hatásmechanizmus ilyen értelmezése feloldja azt a látszólagos ellentmondást, ami az alacsony permeabilitás és a migráció létrejötte között van. Megállapítható, hogy bizonyos fokig a kőzetfizikai viszonyok romlása szükséges a szénhidrogén-migráció fizikai feltételeinek kialakulásához.

A vizes migrációnak alapvetően két feltétele van: a nyomásgradiens kialakulása és a megfelelő mennyiségű, időben folyamatosan ható szállító közeg. A nyomáskülönbségek kialakulását 2200—2400 m-től kezdődően a neogén összlet litológiai sajátosságai alapján általánosnak tartjuk a Nagyalföldön.

A vizes migráció lehetősége a szállító közeg mennyiségi változásának függvénye. A tömörödés változását az effektív porozitás változása tükrözi. A kompakció során a pórusok csökkenésének mértéke nem lineáris, és nem azonos a pelites és törmelékes kőzetek tekintetében, tehát nem lineáris és nem azonos mértékű a kipréselődött folyadék mennyisége sem. Közös vonatkoztatási alapnak a két kőzettípusra jellemző effektívporozitás-görbe metszéspontja tekinthető ($\phi = 36\%$) akkor, ha a kipréselődött és a visszamaradt pórustartalom mennyiségi viszonyát vizsgáljuk *(10. ábra)*. Ebből megszerkeszthető a pórustartalom-csökkenés mélység szerinti eloszlása 100 m-enkénti differenciálhányadosok képzésével *(11. ábra)*. A vízleadás sebességének maximális eltérése a két kőzettípus között 2200—2400 m mélységben van *(12. ábra)*. A fluidumok eltérő mértékű kipréselődési sebessége a pórustérben feszültséget ébreszt, megnövekszik a differenciálisnyomás-gradiens. Az erősen eltérő nyomásállapotú kőzettestek határán kialakuló nyomásgradiens hozza létre a fluidumok migrációjának dinamikai hátterét. A 2200—2400 m mözötti mélység megítélésünk szerint az elsődleges migráció mélységkritériumának felel meg a nagyalföldi neogén üledékes összletben.

IRODALOM

[1] *Chapman, R. E.:* Petroleum geology. Elsevier Publ. Co. Amsterdam, 1973.

[2] *Cordell, R. J.:* Depth of oil origin and primary migrations — a review and critique. AAPG B. 2029—67 (1972).

[3] *Gransch, J. A.—Eisma, E.:* Characterisation of the insoluble organic matter of sediments by pyrolysis. Organic geochemistry. Pergamon Press, 1966.

[4] *Nerucsev, Sz. G.:* Nefteproizvodjascsie szvitü i migracija nefti. Nedra, Leningrad, 1969.

[5] *Vaszszoevics, N. B.:* Teorija oszadocsno-migracionnogo proiszhozsdenija nefti. Izv. AN SZSZSZR Szerija geologicseszkaja *11* (1967).

[6] *Welte, D. H.:* Petroleum exploration and organic geochemistry. American Association of Petroleum Geologists Calgary, Alberta, 1970.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Kis vízleadású cementtejekkel végzett laboratóriumi és üzemi kísérletek*

Az elmúlt évtized során a cementekkel kapcsolatos kutatómunkában mind nagyobb szerepet kapott a víztartó képesség szabályozásának kérdése. Ehhez az a felismerés vezetett, hogy a cementezések sikertelenségének oka sok esetben a cementtej gyors dehidratációja a permeábilis rétegek előtt.

A dehidratáció a cementtej idő előtti besűrűsödését, a viszkozitás nagymértékű növekedését, esetleg a szivattyúzhatatlan állapot elérését okozhatja. A besűrűsödött cementtej elhelyezése nehéz, a megnövekedett nyomás pedig a rétegek felrepedését okozhatja. Leromlik az öblítőfolyadék kiszorításának hatékonysága, emiatt csökken a cementkő és a béléscső közötti kontakt szilárdság.

Nem lehet továbbá figyelmen kívül hagyni, hogy a rétegbe kiszűrődött nagy mennyiségű folyadék nagyon lerontja a produktív rétegek áteresztőképességét.

A cementtejek folyadékleadásának mértékét a réteg áteresztőképessége, a cementtejoszlop hidrosztatikus nyomása és a réteg-nyomás határozza meg. A törekvések arra irányulnak, hogy a cementezés előtt befolyásolják azt a maximális folyadékmennyiséget, amely még kiszűrődhet a rétegbe anélkül, hogy veszélyeztetné a cementtej biztonságos elhelyezését.

A laboratóriumi kísérleti eszközök még nem teszik lehetővé, hogy a lyukviszonyoknak megfelelő körülmények között vizsgáljuk a cementtejek viselkedését. Ugyanakkor a statikus körülmények között, adott hőmérsékleten és nyomáson meghatározott vízleadásértékek is alkalmasak az adalék anyag hatékonyságának jellemzésére, ha összehasonlítjuk a szinte korlátlan vízleadású, adalék nélküli cementtejekkel.

A cementtejek víztartó képességét szabályozó anyagok minőségük és hatásmechanizmusuk alapján természetes — plasztifikátor jellegű — ásványi anyagok, illetve természetes és szintetikus polimerek lehetnek.

A laboratóriumi eredmények alapján a Plasztoxol, Viscosol és Termohumex nevű plasztifikátor jellegű anyagokat találtuk legmegfelelőbbnek a víztartó képesség szabályozására. A 0,5 víz/cement tényezővel készült cementtejek vízleadását iszapprésben, 7 bar differenciális nyomáson határoztuk meg. Nagyobb mennyiségben a Termohumex és a Viscosol állt rendelkezésünkre, ezért az üzemi kísérlet előkészítéséhez szükséges vizsgálatokat ezekkel az anyagokkal végeztük el. A Termohumex 5% koncentrációban hatékony, de 3—5% bentonitnak a cementporhoz való keverésével hatása növelhető. A Termohumex diszpergáló tulajdonsága lehetővé tette a bentonit hozzáadását a víz/cement tényező növelése nélkül is.

A továbbiakban Termohumex és Viscosol keverékét alkalmazva kiderült, hogy a kettő együtt alacsonyabb összkoncentrációban hatékonyabb, mint külön a Viscosol, ill. a Termohumex.

A diszpergáló tulajdonságú adalék anyagok a cementtej viszkozitását előnyösen lecsökkentették, a képződő cementkő szilárdságát pedig megnövelték.

Az első üzemi kísérletre az *Algyő-539.* jelű fúrás $5^1/_2$-es béléscső-cementezésekor került sor, az *1. táblázatban* leírt összetételű és tulajdonságú cementtejjel. A cementtej — laboratóriumban mért — reológiai tulajdonságait, sűrűségét, vízleadását az üzemi kísérlet közben vett minták és egy adalék nélküli cementtej tulajdonságaival a *2. táblázat* adatai alapján hasonlíthatjuk össze.

1. táblázat

Az Algyő-539. jelű fúrás $5^1/_2$-es béléscső-cementezéséhez használt cementtej

Összetétel v/sz=0,5		Jellemzők
97%	cement	Sűrűség: 1,83 kg/dm³
3%	bentonit	Vízleadás: 5 ml (API)
2%	Termohumex	
2%	Viscosol	Szivattyúzhatósági idő: 155 min
0,2%	NaOH	(155 C°; 400 bar)
0,05%	borkősav	Hajlítószilárdság: 62 bar
0,05%	Softamin	(115 C°, 400 bar, 48 h után)

Az *Algyő-539.* sikeres cementezése után hasonló összetételű cementtejet még 5 algyői fúrásnál alkalmaztunk. Az eredmények szerint négy cementezés a víztartó képesség növelése szempontjából sikeres volt, a vízleadásértékek azonban nagyon különböztek (0,5—90 ml). A laboratóriumi kísérletek során is azt tapasztaltuk, hogy az adalékanyag-koncentrációval igen érzékenyen változik a vízleadás. Emiatt nagyon fontos a pontos bemérés, az intenzív keverés, homogén cementtej készítése. Az eltérések másik valószínű oka az adalék anyagok nem egységes minősége. Így pl. az

(Folytatás a 383. oldalon!)

*A 3. Ifjúsági Szakmai Napok (1976. nov. 30.—dec.1.) keretében Budapestne elhangzott, 1. díjat nyert előadás kivonata. (A szerkesztő.)

Túlnyomásos formációk előrejelzésének üzemi kisérlete a komádi kutatási területen

CSABA JÓZSEF—
MAGYAR MIKLÓS

A tanulmány a Komádi-10. jelű fúrásnál 1976 őszén végzett üzemi kísérlet előkészítését, eszközeit és tapasztalatait írja le. Célunk az üzemi kísérlet előkészítését szolgáló görbeegyüttes, valamint a túlnyomásos formációk előrejelzésére alkalmas komplex rendszer alkalmazásának bemutatása, továbbá annak hangsúlyozása, hogy ezen feladathoz — és egyéb fúrástechnológiai feladat megoldásához is — van elektronikus rendszerű, hazai műszercsoport.

A túlnyomásos formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai, a Komádi-10. jelű fúrásnál használt műszercsoport és számítógép, valamint jól kiképzett és begyakorolt szakembercsoport biztosíték a komádi területen — vagy hasonló nehézségekkel terhelt fúrási területen — jelentkező rétegnehézségek leküzdésére.

A komádi kutatási terület mélyszerkezeti viszonyaira jellemző [1], hogy az alsópannon fekü és a kristályos alaphegység tetőszintje közé miocén és helyenként mezozoós rétegösszletek települtek. A miocén rétegsor 10—230 m vastagságú, és az eddigi tapasztalatok szerint tetőszintjén 0,163 att/m nyomásgradiensű túlnyomásos réteg található. A miocén felett pedig, az alsópannon rétegsor alsó harmadában, 0,115 att/m nyomásgradiensű homokkőrétegek vannak.

Az eddigi fúrási gyakorlat szerint a túlnyomásos miocén tetőt az abban várható rétegnyomás kiegyensúlyozásához szükséges sűrűségű öblítőiszap használata mellett közelítették meg. A lényegesen kisebb nyomásgradiensű alsópannon homokkőrétegek a nagy sűrűségű öblítőiszapot azonban elnyelik, így az iszapveszteségek a kutatási terület legsúlyosabb problémáivá váltak: lefékezték a tevékenységet, megdrágították a kutatást, fúrószerszám-megszorulásokat okoztak, és csökkent a földtani információk mennyisége.

Az iszapveszteség megelőzésére járható útként fogadható el a második biztonsági béléscsőrakat sarujának lejjebb vitele és elhelyezése a miocén tetőt fedő márgába. E rakat elhelyezésére szolgáló lyukszakasz mélyítését célszerű a 0,115 att/m nyomásgradiensű alsópannon rétegek kiegyensúlyozására alkalmas sűrűségű iszappal végezni. Az ajánlott megoldás azonban feltételezi a túlnyomásos miocén tetőt fedő márgaréteg megbízható előrejelzését.

1976 őszén került sor a mindmáig legjobban megszervezett és előkészített, a túlnyomásos összlet előrejelzését célul kitűző üzemi kísérletre. A kísérlet helyéül a komádi kutatási terület *Komádi-10.* jelű fúrását jelölték ki.

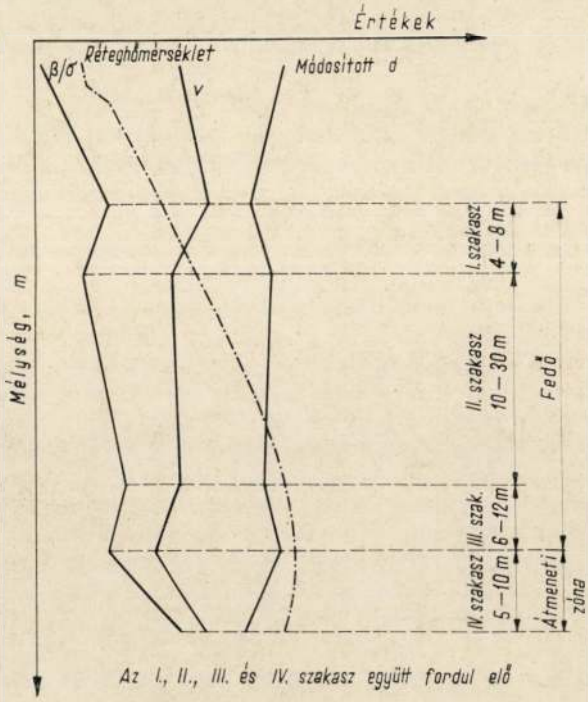
Az előzőekben leírtak szerint tehát a *Komádi-10.* jelű fúrásban a túlnyomást a miocén tetőn feltételezték. Ezért az üzemi kísérlet célja az volt, hogy a fúrás mélyítésével egyidejűleg, helyszínen végzett műszeres mérések adatai alapján, számítógép segítségével észrevegyük a túlnyomásos réteg (miocén tető) fedőkőzetét. A cél sikeres megvalósítása biztosította volna, hogy a fúrás alacsony sűrűségértékű öblítőfolyadékkal közelítse meg a miocén tetőt — a folyadékveszteséges zónák biztonságos és problémamentes átfúrása érdekében —, és a $9^5/_8$"-es biztonsági béléscsőoszlop saruja a miocén tetőt fedő márgába nyerjen elhelyezést.

Az üzemi kísérlet előkészítése több irányú körültekintő munkát, az NKFÜ—OGIL szakembereinek közös együttműködését igényelte. Az „elméleti" előkészítés során tanulmányoztuk a *Komádi-1., 2., 3., 4., 5., 6.* és *8.* jelű kutakban harántolt miocén fedőkre jellemző kőzetfizikai és mechanikai tulajdonságokat. Az ennek alapján tervbe vett — a túlnyomásos formációk előrejelzésére alkalmas — komplex rendszer számítógépes programját kidolgoztuk, és a program kezelésére megtanítottuk az üzemi kísérlet irányítóit.

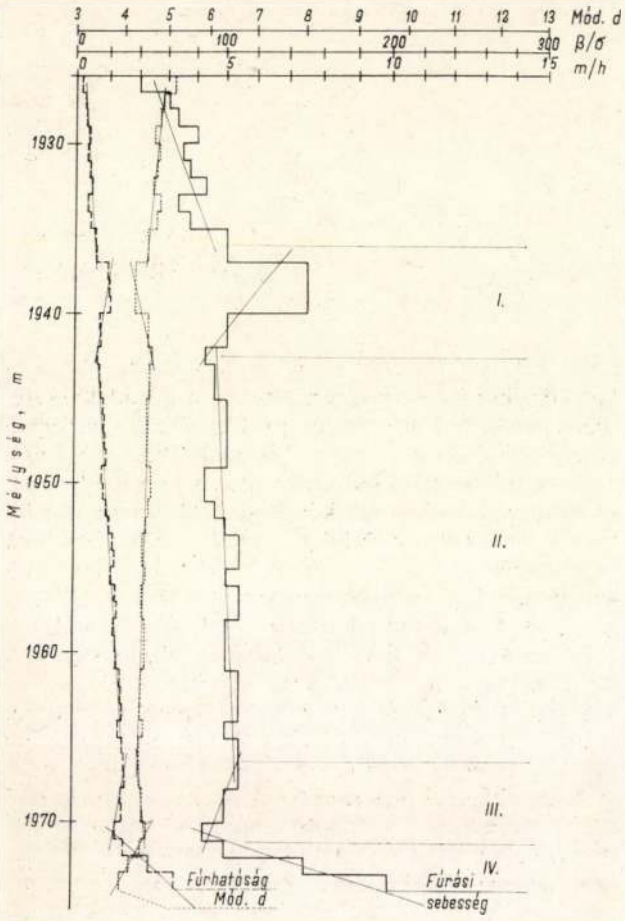
A számítógépes program bemenő adatainak méterenkénti megadására a fúróberendezésnél műszercsaládot szereltek fel, a furadékvizsgálatokra pedig a helyszíni laboratóriumi munkát szerveztük meg.

Az üzemi kísérlet előkészítése

A bevezetőben felsorolt komádi jelű kutak regisztrált fúrásirendszer-jellemzői alapján korábbi tanul-



1. ábra
A komádi kutatási területen várható ideális túlnyomás-előrejelzés jelleggörbéi



2. ábra
A Komádi-1. jelű fúrás jelleggörbéi

mányokban ismertetett [2, 3, 4] módon görbeegyütteseket rajzoltunk, és a túlnyomásos fedőre jellemző általános irányzatokat állapítottuk meg. Ez szükséges volt azért, hogy az üzemi kísérlet irányítói a fúrási sebesség, fúrhatóság, módosított *d* kitevő és réteghőmérséklet-változás várható irányzataira idejében figyeljenek. Sajnos a furadékvizsgálatokat utólag elvégezni nem tudtuk, így a görbéket nem lehetett reprodukálni.

Az alábbiakban rövid összefoglalást adunk az egyes fúrások tényleges görbeegyütteseinek és a kutatási területen várható ideális görbeegyüttes *(1. ábra)* viselkedésének eltéréséről.

A *Komádi-1.* jelű fúrásban a görbék *(2. ábra)* alapján a túlnyomásos réteg jelentkezése jól, az *1. ábrán* látható módon érzékelhető. A *Komádi-2.* jelű fúrásban a miocén tetőt csak a β/σ görbe sejteti, a *d* kitevő és a fúrásisebesség-görbék szakaszai jellegtelenek. A *Komádi-3.* jelű fúrás mélyítési jellemzői szerint a görbeegyüttesek csaknem ideálisnak mondhatók, azzal a különbséggel, hogy a fedő II. és III. szakasza majdnem egyenlő. A *Komádi-4.* jelű fúrásban a görbék jellege nehezen ismerhető fel, különösen igaz ez a fedő III. szakaszára. A *Komádi-5.* jelű fúrás miocén tető feletti szakaszán a görbe irányzatai jelzik a fedőkőzetet, bár a fúrásisebesség-görbe II. szakasza nem az általános tapasztalat szerint változik. A *Komádi-6.* jelű fúrás mélyítési adatai alapján a fúrási sebesség és a *d* kitevő görbéje jól jellemzi a miocént fedő márgát (bár a fedő II. szakasza a szokásosnál jóval hosszabb), a β/σ görbét sajnos a sok magfúrás miatt nem tudtuk felrajzolni. A *Komádi-8.* jelű fúrásban a miocént fedő márga kimutatható, azonban a fedő III. szakasza szokatlanul hosszú.

A fentiekből látható — és a komádi tapasztalatok rövid összefoglalásának is ez volt a célja —, hogy a miocént fedő márga kőzetmechanikai és fizikai tulajdonságait tükröző görbék nem egyértelműen követik az *1. ábrán* látható irányzatokat. Ez magyarázható a fúrási területen használt öblítőiszapnak az alsópannon rétegek pórusnyomásához képest nagy hidrosztatikus nyomásával, a számításhoz felhasznált alapadatok egy-egy műszakra feljegyzett átlagértékenek (fúróterhelés, fordulatszám stb.) pontatlanságával vagy a túlnyomásos réteg hiányával is. Mindezek ellenére úgy véltük, hogy a *Komádi-10.* jelű fúrásnál megszervezendő üzemi kísérlet segítséget nyújt az üzemi vezetésnek a fúrás problémamentesebb mélyítéséhez, és a későbbiekben hasznosítható tapasztalatokat nyújt a túlnyomásos formációk előrejelzésének üzemi kísérleteihez.

Az „elméleti" előkészítést követően készült el egy túlnyomásos formációk előrejelzésére alkalmas számítógépes program. A fúróberendezésnél felszerelt műszercsalád mért értékei és laboratóriumi mérések útján hét jelleggörbét szándékoztunk egymás mellé rajzolni. Mind a hét jelleggörbét egy Hewlett—Packard 9830 típusú asztali számítógép a hozzá csatlakozó *x—y* rajzolóval készítette. A mélység függvényében változó értékek közül a fúrhatóság, a fúrási sebesség, a módosított *d* kitevő és a réteghőmérséklet értékeit a számítógép számította off-line üzemmódban, vagyis műszerekről méterenként leolvasott és billentyűzeten keresztül betáplált adatok alapján. A márgafuradék karbonáttartalmának, elektromos ellenállásának és agyagtartalmának értékeit pedig laboratóriumi eszközökkel határoztuk meg, melyeket az előbbiekhez hasonló módon közöltünk a számítógéppel.

A *Komádi-10.* jelű fúrásnál a hazai fúrások közül elsőként alkalmazott számítógépes program alapján történt az ábrázoláshoz szükséges értékek számítása és egyidejűleg hét görbe rajzolása, továbbá a képzett értékekről printerrel táblázatos kinyomtatás is történt.

A program felépítése rugalmas: a mért laboratóriumi eredményeket utólag is lehet közölni, ha a fúrási sebesség megnő, és az időigényes laboratóriumi mérések elmaradnak, valamint ezekre bármikor, tetszőleges pontok közt is, jelleggörbét rajzoltathatunk.

A számítógépes program input adatai két csoportra oszthatók:

— fúrómenetre jellemző állandó értékek (pl. fúrótípus, szivattyútípus stb.),
— méterenként közölt értékek (pl. méterperc, furadékvizsgálati eredmények stb.).

A számítógép vezérli a fúrhatóság, a fúrási sebesség, a módosított *d* kitevő és a réteghőmérséklet számított értékeinek folyamatos görbeként (különböző vonaltípusok segítségével) való rajzolását, a furadékvizsgálatok eredményeinek pedig betűjelekkel történő ábrázolását. A számítógép a betűjelekre a megkívánt hosszon bármikor tendenciavonalat rajzol. A számítógépes program működése röviden az alábbi:

— a fúrómenetenként újraindítható program a bemenő adatok első csoportját (fúrómenetre jellemző állandó értékeket), a számítógép által a display segítségével egyenként lekérdezve és megrajzolva a feliratozott koordináta-rendszert, eljut a számítás méterenként megismétlődő (ciklusos) szakaszáig;
— a méterenként újraszervezett ciklusban a display-n sorra jelennek meg a furadékvizsgálatra, az öblítőiszap-hőmérsékletre, valamint a méter lefúrási idejére (méterperc) vonatkozó kérdések;
— a kérdésekre adott válasz alapján a számítógép méterenként folyamatosan rajzolja a fent jelzett görbéket és a három márgafuradék-vizsgálati paraméter betűjeleit. Eközben a számítógép a kiöblítési ütem figyelembevételével korrigálja a furadék-mintavételi mélységet, és a tényleges származási mélységhez tünteti fel a megfelelő betűjeleket;
— a betűjelekre a számítás bármely ciklusában tetszőleges hosszú tendenciavonal húzható;
— a fúrási méterekhez tartozó, vagyis a ciklusban levő összes kérdést mindaddig kérdezi a számítógép, amíg a program a vele előre közölt és becsült fúrómenethossz végére nem ér. A mérhető maximális fúrómenethosszt a környező fúrások mélyítési tapasztalatai alapján adjuk meg.

A túlnyomásos formációk előrejelzésének gyakorlatában, az „elméleti" előkészítés, a helyszíni számítógépes program alkalmazása mellett nagy fontosságú a számításhoz szükséges fúrási rendszert jellemző paraméterek műszeres, valamint a furadék laboratóriumi mérése, és a kísérlet szervezése.

Fúrási műszercsoport

Első esetben alkalmaztunk egy összetett mérési és kiértékelési feladathoz az NKFÜ Műszaki fejlesztési osztálya által a fúrási paraméterek és az öblítőfolyadék jellemzőinek méréséhez összeállított olyan műszercsoportot, amely kizárólag elektronikus rendszerű és hazai gyártású. Ez többségében már évek óta egyedileg használt műszerekből állt, és a MIKI, az NKFÜ és a MOM Kalibergyár évek óta folyó erőteljes kutatófejlesztő tevékenységének eredménye.

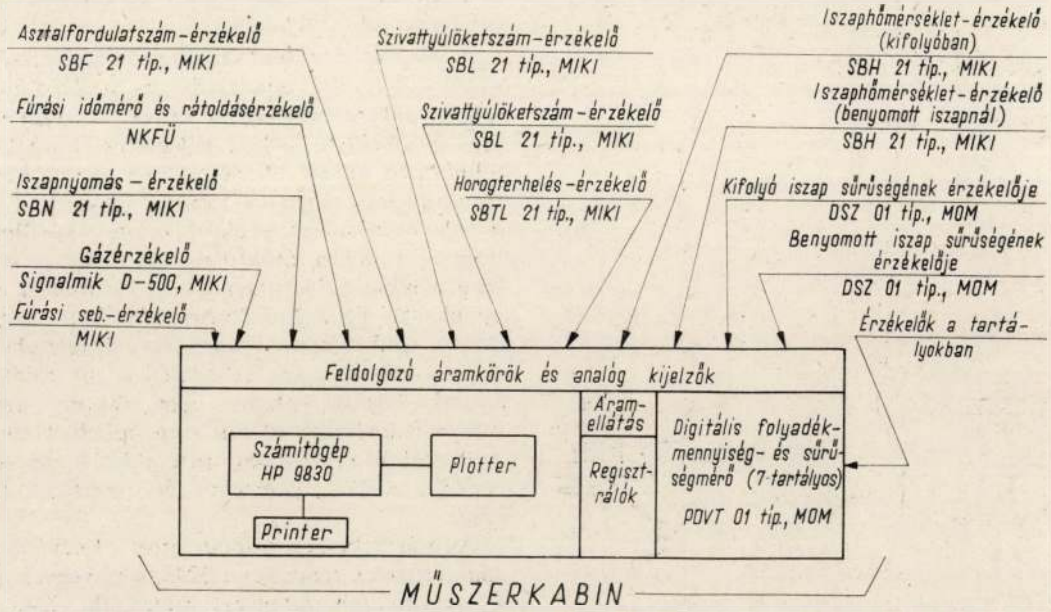
Mért paraméterek:

1. Horogterhelés
2. Öblítési nyomás
3. Fúrási sebesség reciproka (perc/m)
4. Szivattyúlöketszám
5. Bemenő öblítőfolyadék sűrűsége
6. Kifolyó öblítőfolyadék sűrűsége
7. Bemenő öblítőfolyadék hőmérséklete
8. Kifolyó öblítőfolyadék hőmérséklete
9. Kifolyó öblítőfolyadékból kiváló CH-gáz koncentrációja a kifolyó fölötti levegőben
10. Héttartályos összegezős szintmérés és sűrűségmérés
11. Fúrási sebesség.

Az utóbbi két paramétert mérő műszer kísérleti jellegű. Az 1.—9. mérésről analóg regisztrátum készült, továbbá körskálás mutatós és digitális kijelzés történt a számítógépet kezelő szakember részére.

A műszerek tápegységeit, továbbá a kijelző- és regisztrálóműszereket, valamint a biztonsági áramforrást egy speciálisan kialakított hordozható műszerkabinba, célszerű elrendezésben szerelték össze *(3. ábra)* úgy, hogy megoldották a számítógép és perifériáinak az elhelyezését, továbbá a kezelő személyek munkafeltételeit is. A műszerkabin és a mérőérzékelők között kábeles összeköttetés épült ki.

Kőzetvizsgálati eszközökről és eljárásokról különösebb ismertetés nem szükséges, mert ezek hagyományos laboratóriumi eszközök, illetve eljárások. Csupán annyit kell megjegyezni, hogy az üzemi kísérlet időpontjáig a márgasűrűség vizsgálatához nem állt rendelkezésre készülék, illetve eljárás.



3. ábra
Műszercsoport összeállítási vázlata

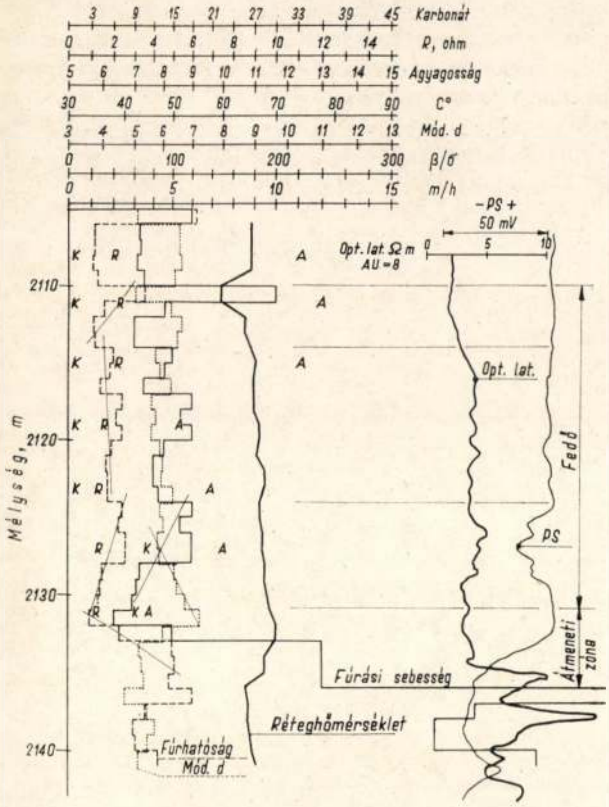
Az üzemi kísérlet munkaszervezési oldaláról meg kell jegyezni, hogy jelentős számú gyakorlott mérnököt és technikust vontunk be, előre kidolgozott folyamatos munkarendben. A viszonylag nagyobb létszám kiképzési célokat is szolgált a jövőbeli feladatokhoz.

Az üzemi kísérlet tapasztalatai

A *Komádi-10.* jelű fúrásnál a túlnyomásos formációk előrejelzésének kísérletét a $12^1/_4''$ átmérőjű fúrólyukszakaszban 2105 m-től kezdtük el. Így sikerült megfigyelni eddig a fúrás közben (túlegyensúlyozás miatt) nem jelentkező alsópannon túlnyomásos gáztároló rétegeket.

A geofizikai szelvények szerint a 2135—2150 m közötti produktív gázos réteg felett mészmárga fedőréteg van. Ezen fedőréteg 2106—2135 m-es szakaszában a *v*, a módosított *d* és a β/σ görbék viselkedésének tendenciája egy gyors üledékképződéskor kialakuló fedőszerkezet „klasszikus" példáját mutatják *(4. ábra)*. A β/σ görbére rajzolt tendenciavonalak alapján (ezek a módosított *d*, *v* görbékre is rajzolhatók) megállapítható a fedő felső, túltömörült (2110—2114), a fedő középső, porózusabb (2114—2123), a fedő alsó, túltömörült (2123—2131) szakasza, valamint az átmeneti zóna (2131—2136).

A leírtakat a réteghőmérséklet-görbe is igazolja, mely elsősorban 2123 m-től egyértelműen emelkedő irányzatú, és az átmeneti zónában határozottan kezd csökkenni. A réteg-hőmérsékleti görbe felső és alsó szakaszában (2110 és 2134 m-ben) látható hirtelen hőmérséklet-csökkenés oka, hogy friss és hideg öblítőiszapot szivattyúztak a fúrólyukba, ami a számított értékeket meghamisította. Azonban megfigyelhető a görbén, hogy az első, ilyen jellegű hőmérséklet-csökkenést egy gyors növekedés követi, míg a második, vagyis az átmeneti zónában a hőmérsékleti görbét megzavaró csökkenés visszaállási trendje eltérő és jellegzetes.



4. ábra
A Komádi-10. jelű fúrás alsópannon túlnyomásos összletének előrejelzési jelleggörbéi

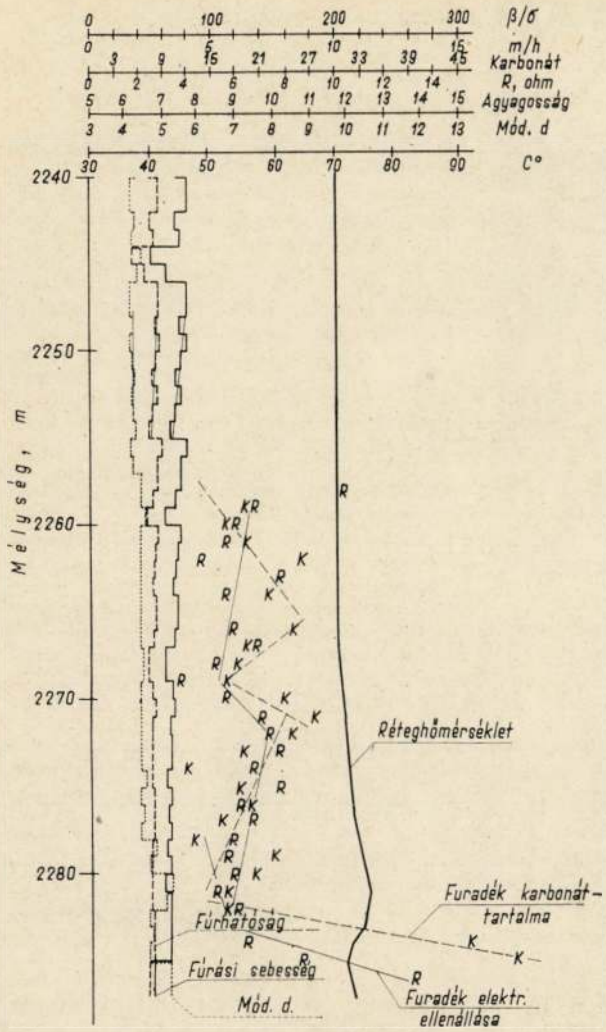
A vizsgált fúrólyukszakasz mélyítése során a szükségesnél ritkábban történt furadékvizsgálat. Ezekből a mérésekből — amelyek értékeit szintén feltüntette a számítógép — csak a furadék ellenállásértékei tendenciózusak (a fedőben egyenletesen csökkenő értékek). A karbonáttartalom értékei mindössze utalnak arra, hogy a fedő alsó részében az agyagmárga meszesebb volt. A vizsgált szakasz fedő jellegét az alatta levő tárolóból a 2142 m-es talpmélység elérésekor jelentkező gázosodás is alátámasztja. A gázosodás valójában a tároló megnyitása után jelentkezett, és 3-4 perces méterek miatt a fúrólyuktalp akkor már 2142 m-ben volt.

A $12^1/_4''$-es fúrólyuk további részében (2136 m alatt) vegyes rétegsort mutatnak a *v*, a módosított *d*, a β/σ görbéi. Általában laza, homokos rétegek voltak, melyekből márgafuradék-vizsgálat 2200 m-ig nem is készülhetett. 2200 m-től egy viszonylag vékonyabb agyagmárga- vagy márgaréteg lehet, melyet a *v*, a módosított *d*, a β/σ görbék egyértelműen mutatnak. Ebben a fúrólyukszakaszban furadékvizsgálat is volt, melynek alapján a 2200—2213 m közötti réteget növekvő agyagtartalom és növekvő karbonáttartalom jellemzi. A $9^5/_8''$-es béléscsősaru e réteg alsó részébe került. A mérésekből egyértelműen látszik azonban, hogy nem a miocén fedőmárgáról van szó.

A $9^5/_8''$-es béléscsövezést követően az üzemi kísérletet tovább folytattuk. A $8^1/_2''$-es fúrólyukszakaszban, az előző fúrólyukszakaszhoz képest lényegesen (1,2 kg/dm³-ről 1,67 kg/dm³-re) megemelt öblítőiszapsűrűség mellett a miocén tető jelentkezése az *5. ábrán* látható módon történt. A mélyebben fekvő alsópannon rétegek nem viselték el a nagy sűrűségből adódó terhelést, ezért állandó iszapveszteségek és kizáró cementezések ismétlődtek.

A $8^1/_2''$-es fúrólyukszakasz réteghőmérséklete 2266 m-től 2280 m-ig emelkedik, és a 2285 m-es miocén tetőt csökkenő irányzattal éri el. A túlnyomásos réteg hőmérsékleti görbéje jellegzetes előrejelzésként értelmezhető annak ellenére, hogy a réteghőmérsékleti trendváltozás rövid (4-5 m-es) szakasszal jelentkezik a túlnyomásos réteg előtt. Fontos körülmény még, hogy az *1. ábrán* látható változó rétegsor sem zavarja meg a hőmérsékleti trendet, és nem okoz értelmezési problémát. Ez a körülmény a helyszíni előrejelzésnél döntő, különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a túlnyomásos rétegeket a mi földtani viszonyaink között sokszor igen vékony agyagmárga, márga fedőrétegek előzik meg, amelyekben nem alakulhattak ki a fúrási paraméterekből származtatott előrejelzési görbék egyértelmű és összefüggő trendváltoásai.

A furási sebesség, a módosított *d* kitevő és a fúrhatóság görbéinek tendenciái 2245 m-ig vegyes (homokkő és agyagmárga) rétegsort mutatnak. 2245 m-től egy agyagmárga fedő jelentkezik, amely azonban nem egységes. Két túltömörült szakasza van, amelyek közül



5. ábra
A Komádi-10. jelű fúrás miocén összletének túlnyomásos előrejelzési jelleggörbéi

az egyik 2255—2260 m közé esik (ezt mindhárom görbe jól mutatja), és a másik 2275—2281 m közötti (ezt csak a módosított *d* görbéje mutatja). A fúrási sebesség és a fúrhatóság görbéinek érzékenységét a pórusnyomáshoz képest nagy sűrűségű öblítőiszap használata lényegesen letompította.

A fúradékvizsgálati görbék (2258—2288 m között) közül az ellenállásgörbe csökkenő irányzata 2258 m-től 2282 m-ig tart, bár 2269—2272 m között a görbe irányzata némileg emelkedik. Ez a kis változás — fedőrétegen belül — összhangban van a *v*, a módosított *d* és a β/σ görbéivel. 2282 m-től a fúradék-ellenállás értékei rohamosan emelkednek.

A karbonáttartalom görbéje szeszélyesen változik, azonban 2271 m-től — az ellenállásgörbéhez hasonlóan — csökkenő irányzatot mutat, és 2282 m-től — szintén az ellenállásgörbéhez hasonlóan — értékei rohamosan nőnek. Az agyagossági görbe most — számítástechnikai okok miatt — nem értékelhető.

A fúrási jelleggörbék igen nagy érzékenységgel kiválóan segítik a rétegszelvény meghatározását.

Javaslatok a túlnyomás-előrejelzési módszer általánosabb alkalmazásához

a) Műszeres mérésekre alapozott helyszíni számítógépes komplex módszer használata indokolt.

b) A műszerezettségnek el kell érnie a *Komádi-10.*-en megvalósított kiépítettséget, sőt indokolt a számítógép on-line üzemmódban való alkalmazhatóságának a kifejlesztése.

c) A nyomás-előrejelzés tervezésének feladatai:
— egy területre, a túlnyomásos szintre redukálva összevont jelleggörbéket (fúrási paraméterekből, fúradékvizsgálatokból, geofizikai fúrólyukszelvényezésekből) meg kell rajzolni, s ezek alapján meg lehet határozni az előrejelzés kezdési mélységét, vagyis hol várhatók a lazább homokos összletek, hol legyen informatív elektromos furólyuk-szelvényezés;
— a kijelölt fúrás kútszerkezetét és az iszap sűrűségét úgy kell megtervezni, hogy a jelleggörbék trendjeinek változásai minél jellegzetesebben, letompítás nélkül jelentkezzenek, és biztonsági, valamint egyéb műszaki problémák nélkül, optimalizált fúrással lehessen az előrejelzést végezni, illetve megközelíteni a túlnyomásos összletet.

d) A jelleggörbék trendváltozásai és a rétegnyomásváltozások mennyiségi kapcsolatainak meghatározási módszerét a gyakorlatban is alkalmazni, illetve fejleszteni kell.

e) A furadék vizsgálatokhoz való előkészítésének módszerét tovább kell pontosítani.

f) A márgasűrűség vizsgálatának eljárását és eszközeit úgy kell fejleszteni, hogy a vizsgálat elfogadható pontosságú és gyors módszer legyen.

g) Az előrejelzést mindig ugyanazon, jól kiképzett és begyakorolt szakembercsoport végezze.

IRODALOM

[1] *Tóth Z.—Munkácsi Z.:* A komádi terület kutatásának előzetes technikai értékelése. OGIL-tanulmány, 1975.

[2] *Csaba J.:* Rendellenesen nagy telepnyomású formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai. Kőolaj és Földgáz *10* 300—4 (1975).

[3] *Alliquander Ö.—Csaba J.:* Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai. Kőolaj és Földgáz *4* 116—21 (1976).

[4] *Csaba J.:* Túlnyomásos formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai. Földtani Kutatás *3* 27—32 (1976).

PAPP ÁGOSTON
1906—1977

1906. március 25-én született Erdélyben, Aranyosbányán. Középiskoláit Budapesten, a Bolyai reáliskolában végezte, majd beíratkozott a budapesti műegyetemre, és ott gépészmérnöki oklevelet szerzett. 1929-től 1934-ig dr. *Szabó Gusztáv* mellett volt tanársegéd a mezőgazdasági gépek tanszékén, majd egy esztendeig hallgatta a párizsi Institut National Agronomique előadásait.

A kőolaj-feldolgozó iparral 1934-ben került először kapcsolatba a Vacuum Oil Co. Részvénytársaság almásfüzitői finomítójának mérnökeként. Később — mivel az oktatás mindig szívügye volt — visszatért a műegyetemre.

1943-ban az erdélyi Magyar—Olasz Ásványolajipari Részvénytársaság felkérésére átvette a marosvásárhelyi finomító vezetését.

A második világháború után egy ideig tanári állást vállalt a mohácsi mezőgazdasági középiskolában, majd 1949-ben áthelyezték a Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézetbe, ahol két évig vezette a mezőgazdaság gépesítésének kísérleteit, mint önálló tudományos kutató.

1950-ben áthelyezték a Vegyiműveket Tervező Vállalathoz, ahol két éven keresztül az Ásványolajipari tervező osztályt vezette. Innen a Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézet vezetősége kérésére az intézet veszprémi tervezőirodájának élére került.

A kutatóintézetek tervezett összevonása azonban néhány év múlva arra késztette, hogy állást változtasson. Minisztériumi megbízással a Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Akadémia tanszékvezető docense lett. Oktatási teendői mellett a hazai mezőgazdaság gépesítésének feladataival is foglalkozott. Tanulmányozta a dízelesítés és a talajművelés kérdéseit. Az Országos Találmányi Hivatal felkérésére a kisnyomású dízelmotorok és szemidízelmotorok hazai fejleszthetőségének sikeres kutató munkálatait végezte.

A vonóerő-szükséglet csökkentése érdekében végzett elméleti fejtegetéseinek eredményeit a szovjet Traktory i Szelhozmasiny és a Deutsche Agrartechnik közölte.

1963-ban került a Dunai Kőolajipari Vállalathoz, ahol nyugdíjba vonulásáig — 1968 végéig — a Technológiai Főosztály, Gépészeti osztályának vezetője volt. Nyugdíjba vonulása után újra visszatért a Dunai Kőolajipari Vállalathoz, és egészen haláláig az Üzem- és munkaszervezési önálló osztály műszaki tanácsadói teendőit látta el.

Bár érdeklődési köre megoszlott a mezőgazdaság iparosításának kérdései és a kőolaj-feldolgozás gépészeti problémái között, mégis publikációinak zöme a kőolaj-feldolgozássa foglalkozott. Ezek közül legjelentősebbként kell megemlíteni a tányérhatásfok képletének helyes értelmezéséről írott tanulmányát, amelyben a több évtized óta tévesen értelmezett képlet helyes megoldására mutatott rá. Két nemzetközi szabadalma is volt.

Poli- és interdiszciplináris műveltsége volt. Érdeklődése kiterjedt a filológia területére is. A magyar nyelv eredetéről külföldön megjelent cikkeivel is magára vonta a közfigyelmet. Ezenkívül a magyarság származásának kutatásával is behatóan foglalkozott.

Szerény magatartásával és rendíthetetlen jellemével maradandó példát mutatott számunkra.

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Dr. *Böckh György*

KRICSFALUSSY LÁSZLÓ
1948—1977

Mélységes megdöbbenést keltett bennünk a hír, hogy KRICSFALUSSY LÁSZLÓ, szeretett pályatársunk és barátunk nincs többé. Hosszú, fárasztó munka után utazott el, hogy családjával együtt kipihenje magát, és erőt gyűjtsön, de munkahelyére már nem térhet vissza. Itt hagyta két gyermekét és feleségét, itt hagyott minket, akik nemcsak munkatársai, hanem igaz barátai is voltunk. Nehéz megbarátkozni a gondolattal, hogy többé sohasem láthatjuk, nem hallhatjuk mindig nyugodtságot tükröző, erőt adó hangját. Nem is olyan rég még itt volt közöttünk, együtt végeztük könynyűnek és kevésnek egyáltalán nem nevezhető munkánkat, együtt örültünk a sikereknek, és együtt bosszankodtunk, ha néha valami nem úgy sikerült, mint ahogyan azt szerettük volna. Nagyon szerette az életet, szerette családját. Nagyon tudott örülni a munka sikerének, nem ismerte a lehetetlent, és amíg a rábízott feladat teljesítését végső siker nem koronázta, nem tudott nyugodni. Mindenki szerette, munkatársai, fiatalok és idősebbek egyaránt tisztelték és becsülték. Iparágunk valamennyi dolgozója — akikkel munkája során kapcsolatba került — elismerte kiemelkedő szakmai tudását, kiváló emberi tulajdonságai miatt becsülte.

23 éves volt a Nehézipari Műszaki Egyetem padjaiból kikerülve, friss bányamérnöki diplomával a zsebében, ambícióval és reményekkel telve lépett be az ÁFOR dolgozói körébe, ahol a Terméktávvezeték Főosztályon dolgozott tragikus hirtelenséggel bekövetkezett haláláig.

Elméleti síkon jól megalapozott tudását a gyakorlatban igen jól kamatoztatta, beváltotta a hozzáfűzött reményeket, és 1976-tól a Szállítási osztály vezetőhelyettese lett. De nem feledkezett meg közben tudásának továbbfejlesztéséről sem; a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kétéves gazdasági szakmérnöki továbbképzésen vett részt, írásai országos szakmai lapokban — így a Kőolaj és Földgázban is — jelentek meg, előadásai tudományos konferenciákon hangzottak el. Tagja volt az ÁFOR Műszaki, Gazdasági, Kereskedelmi Tanácsának. A vállalatnál kezdetben mint KISZ-vezetőségi tag, 1976-tól pedig mint a VI. sz. alapszervezet titkára fejtett ki igen aktív társadalmi, politikai tevékenységet. A fiatalok rajongtak érte, vezetése alatt Százhalombattán olyan KISZ-élet bontakozott ki, amely valamennyi szervezet előtt példa lehetne. Fáradhatatlanul és rengeteget dolgozott, mindenütt helyt-

állt; a vállalat Kiváló Dolgozója, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának vezetőségi tagja volt. Vándorgyűlések, konferenciák szervezésében és lebonyolításában vett részt. Szűkebb területén, a kőolajtermékek távvezetéki szállításának terén — ahol elsősorban a számítógépes szállításprogramozással és gazdaságossági kérdésekkel foglalkozott — távozásával nagy veszteség érte iparágunkat.

Fájó szívvel, megrendülten vesznek végső búcsút e lap hasábjain is KRICSFALUSSY LÁSZLÓTÓL munkatársai, barátai. Olyan fiatalnak, életerősnek és tettrekésznek marad meg emlékezetünkben, amilyen még nemrégen volt. Családja mélységes fájdalmában osztozunk, hozzátartozóiról soha nem feledkezünk meg. Gyászoljuk a szerető férjet és példás családapát, amit szeretteinek jelentett, és az érző szívű, mindenkor segíteni kész kollégát, akit barátai és munkatársai veszítettek el vele. Mi, munkatársai és barátai ígérjük, hogy az eltávozott emlékét szívünkben kegyelettel megőrizzük.

K. Z.

(Folytatás a 376. oldalról!)

2. táblázat

	Adalék nélküli cementtej tulajdonságai	Az *Algyő—539.*-re készült cementtej tulajdonságai			
		laboratóriumban	üzemi kísérlet közben		
LV, cP	47,5	38	26	29,5	28,5
PV, cP	43	38	25,5	28	27
YP, N/m²	4,32	—	0,48	1,2	1,44
n	0,869	1,000	1,0	0,951	0,926
K $\frac{dyn \cdot s^4}{cm^2}$	1,16	—	—	0,40	0,47
Sűrűség, kg/dm³	1,85	1,83	1,81	1,83	1,85
Vízleadás, ml	összes víz 5 perc alatt	5	0,8	0,5	1,8

először gyártott Termohumex alapanyaga jobb minőségű, s emiatt a késztermék is hatékonyabb volt.

Az üzemi kísérletek során a kis vízleadású cementtejjel végzett cementezések közben nem jelentkeztek olyan problémák, amelyek megnehezítették volna a cementtej elhelyezését.

A kis, illetve csökkentett vízleadású cementtejekkel végzett cementezések jelentősége — vagyis a cementtej gyors dehidratációjának megakadályozása, a jobb minőségű cementpalást kialakítása, a rétegek vízzel való elárasztásának elkerülése stb. — csak a kutak későbbi kivizsgálásakor kapott adatok alapján, a hasonló körülmények között hagyományos cementtejjel végzett cementezések eredményeivel összehasonlítva mérhető le.

Az összehasonlítás alapja lehet a rétegvizsgálatok során meghatározott szkineffektus értéke. Az adatok szerint a kis vízleadású cementezések után a szkinérték egy nagyságrenddel kisebb, mint az összehasonlító kutakban. Nehezíti az összehasonlítást, hogy sok esetben a kis vízleadású cementtejjel cementezett kutak közvetlen környezetében levő kutaknál nem ugyanabban a mélységben történt rétegvizsgálat, ezenkívül pedig részben az adalékkal cementezett, részben az összehasonlító fúrásokból még ezután várható a rétegvizsgálat eredménye.

Hasznos Irén
okl. vegyész
(OGIL, Szolnok)

KÜLFÖLDI HIREK

A Hollandiából exportált földgáz árának alakulása az 1972—1976. évi időszakban

holland cent/m³ ab határ

Az átvevő ország	1972	1973	1974	1975	1976*
Franciaország	3,92	4,06	6,04	8,99	10,12
Belgium, Luxemburg	4,01	4,16	5,24	8,20	10,64
NSZK	3,93	4'12	5,27	7,90	9,62
Olaszország	—	—	—	4,98	5,44
Súlyozott átlag	3,98	4,12	5,33	7,89	9,44

* Előzetes adatok

Pet. Economist 1977. 9.

Szegesi K.

HAZAI MÜSZAKI LAPSZEMLE

A **Bányászat** júniusi száma közli *Pethő I.* **Vákuumkapcsolók és félvezetős kapcsolók alkalmazása sújtólég- és robbanásveszélyes területen** c. tanulmányát, amelyben ismerteti a villamosiparban most megjelent, új elven működő kapcsolóelemeket. A kapcsolóelemeket előnyös tulajdonságaik miatt célszerűen lehet alkalmazni sújtólég- és robbanásbiztos készülékek építéséhez.

A **Kohászat** májusi számában találjuk *Gombás L.* **A légköri korróziónak ellenálló acélok** c. írását, amelyben a szerző választ ad a Delhi-i 1600 éves vasoszlop kivételesen jó korrózióállóságának titkára, majd beszámol arról a munkáról, melyet a Vasipari Kutató Intézet a Nehézvegyipari Kutató Intézettel és a termelővállalatokkal közösen végez a légköri korróziónak ellenálló acélok hazai meghonosítása érdekében.

A **Korróziós Figyelő** márciusi számában *Tárczy Emma—Kovács L.* **Műanyagok a HUNGAROKORR '76 nemzetközi korrózióvédelmi kiállításon** címmel az OMFB Korróziós Állandó Bizottsága szervezésében rendezett nemzetközi kiállításon (Bp. 1976. okt. 19—23.) bemutatott termékeket, berendezéseket és fejlesztési eredményeket ismertette. A kiállításon 16 ország 134 vállalata vett részt.

A **Munkavédelem** 4.—6. száma közli *Pátkay F.* **Gáz hordozóközegben diszpergált szemcsés anyagok ütközéses koptatóhatása I. rész** c. írását. A tanulmány a szemcsés anyagok ütközéses koptatóhatásával foglalkozó cikksorozat első közleménye, amelyből megismerhetjük a korábban publikált eróziószámítási módszerek egy részét, a szemcseütközések hatására bekövetkező anyagleválási mechanizmust, valamint a leválasztott anyagmennyiség időfüggésének vizsgálatát. *Pataki K.—Márkus P.* **Ipari zajcsökkentés a zajos berendezések lehatárolásával** c. írása az ipari zajcsökkentés egyik nagy területével, a zajforrások leválasztásának kérdéseivel foglalkozik. Olyan elméleti és tapasztalati eredményeket közöl, amelyek ismerete a gazdaságos zajcsökkentési tevékenység elvégzéséhez ad segítséget. *Dombi S.* **Háztartási és hasonló jellegű villamos berendezések biztonságtechnikája** címmel az üzemekben, intézményekben és a háztartásokban használt háztartási és hasonló jellegű villamos berendezések biztonságos használatára vonatkozó legfontosabb előírásokat, szabályokat foglalja össze. Szól a Magyarországon általánosan használt villamos hálózatokról, a készülékek csatlakoztatásának módjairól, az érintésvédelmi berendezésekről, továbbá az import eredetű készülékek alkalmazhatóságának körülményeiről.

A **Mérés és Automatika** júliusi számában olvashatjuk *Sághegyi M.—Lakatos I.—Kakuk S.* **Kis mikroprocesszor bázisú asztali számológép fejlesztése az EMG-ben** c. cikkét, mely szerint az EMG programozható tudományos számológépének műszaki adatai, teljesítménye, programszerkesztő utasításai mind azt a tényt érzékeltetik, hogy egy hatásos eszköz került a fejlesztő szakemberek kezébe.

Az **Energiagazdálkodás** júliusi számában dr. *Rapp T.* **Energia és életmód** címmel beszámol az ETE 1977. január 26-i hasonló című ankétjáról, majd a lap az elhangzott előadások közül *Varga I.* **Energia és életmód** c. írását közli. A cikk olyan fontos kérdésekkel foglalkozik, mint a lakosság és az energia kapcsolata, a magatartás szerepe takarékos energiafogyasztásunkban, és a műszaki fejlesztés szerepe az energiamegtakarításban. A lap további cikkei között érdekes összeállítást találunk *Szerdahelyi Gy.* **Villamosenergia-felhasználás és iparfejlődés** c. írásában. A szerző az ipari ágazatok fejlődését jellemző fontosabb mutatók és a villamosenergia-felhasználások alakulását vizsgálja.

Budapest, 1977. augusztus hó

Csaba József

Д-р. *З. Хейнеман,* инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Модель для симулирования вытеснения нефти растворами полимеров** ..... Стр. 353

В работе описывается модель для симулирования процесса заводнения нефтяных залежей полимерами. Моделью учитывается как увеличение вязкости фазы вытеснения, так и снижение проницаемости из-за адсорпции полимеров. Численная дисперсия, сопровождающая симуляцию процесса прокбообразного вытеснения моделью устраняется тем, что движение фронтов концентраций расчитывается в пределах отдельных элементов. Влияние физической дисперсии может описываться путем ввода эмпирических постоянных.

Л. П. Коморноки, горный инж.—*Л. Навратил,* инж.-нефтяник: **Некоторые факторы, влияющие на потери давления трения и свойства течения неньютоновских нефтей.** ..... Стр. 359

В работе рассматриваются реологические свойства неньютоновских нефтей месторождения Альдьё. Анализируются условия и стелень изменения реологических свойств, влияющих на потери давления трения в том случае, если легкие фракции нефти выделяются при температурах 60, 80 и 100 C°, смешиваются с газолином в количестве 15% объем., и наконец обрабатываются ингибитором ECA 841 различной концентрации. Из результатов измерений и расчетов выявлено, что реологические свойства вследствие выделения легких углеводородов однозначно, но не пропорционально ухудшаются, а вследствие смешения газолина и обработки ингибитором — однозначно улучшаются, и таким образом оказывают значительное влияние на градиент давления трения.

Й. Пергер, инж.-химик— Д-р *Белафине Каталин Рети,* инж.-химик, *З. Дечи,* инж.-химик—*М. Кантор,* инж.-химик: **Исследование сернистых соединений в дизельном топливе** ..... Стр. 363

Авторами разработан составной метод для детального исследования сернистых соединений в дизельном топливе. Данный метод состоит из непосредственного определения средней структуры образцов дизельного топлива и их фракций, получаемых при жидкостной хроматографии, спектрометрией и другими способами, далее из выделения и анализа сернистых соединений сульфидного и тиофенового типов на основе избирательного окисления и восстановления, а также разделения жидкостной хроматографией, далее из гидродесульфуризации их на основе препаровочной газовой хроматографии, и наконец, из исследования образцов газовой хроматографией. Разработанный метод был использован для сопоставления состава сернистых соединений в сырье и продукте гидроочистки дизельного топлива.

Д-р *Я. Кокаи,* геолог, горный инженер—д-р *А. Салаи,* инж.-геолог, *К. Сентдьёрдьи,* геолог: **Роль геохимических исследований в геологическом прогнозировании углеводородов** ..... Стр. 370

Авторами схематично излагаются цели поисков и разведки на углеводороды и их отношение к перспективным поисково-разведочным работам. Оконтуриваются функции геологической модели, необходимой для интерпретации результатов геохимических исследований. На основе данных исследования неогеновых глубинных депрессий Альфелда, показываются основные результаты исследований генетики углеводородов в связи со свитой неогена. Определяется критическая глубина разложения органического вещества и области интенсивного образования углеводородов. Рассматриваются петрофизические условия первичной миграции и определяется ее критическая лгубина, далее интерпретируется механизм действия первичной миграции.

Й. Чаба, инж.-нефтяник—*М. Мадьар,* инж.-нефтяник: **Промысловый эксперимент по прогнозированию пластов с АВПД на разведочной площади Комади** .... Стр. 377

А статье описываются подготовка, средства и опыт промыслового эксперимента, проведенного осенью 1976 г. на буровой *Комади-10.* Перед экспериментом была поставлена цель показать семейство кривых, служащее для подготовки промыслового эксперимента, а также продемонстрировать применение комплексной системы, пригодной для прогнозирования пластов с аномально высоким пластовым давлением. Одновременно подчеркивалось то обстоятельство, что для решения этой и других задач, связанных с технологией бурения, отрасль обладает группой электронических приборов отечественного произвдодства. Отечественный опыт прогнозирования пластов с АВПД, группа приборов и вычислительная машина, использованные на буровой *Комади-10,* далее группа квалифицированных и хорошо обученных специалистов дают гарантию для преодоления подобных осложнений на площади Комади или в других районах с аналогичными осложнениями.

*

Dr.-Ing. *Zoltán Heinemann,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **Ein Simulationsmodell für die Untersuchung der Ölverdrängung mittels Polymere** ..... S. 353

Der Beitrag behandelt ein Simulationsmodell der Verdrängung von Erdöllagerstätten mittels Polymere. Das Modell berücksichtigt sowohl die Erhöhung der Viskosität der verdrängenden Phase wie auch die Abnahme der Durchlässigkeit infolge der Polymeradsorption. Die bei Simulierung von Polster-Verdrängung auftretende numerische Dispersion beseitigt das Modell dadurch, dass es die Bewegung von Konzentrationsfronten auch innerhalb der Elemente berechnet. Die Wirkung der physikalischen Dispersion kann durch Einleitung empirischer Konstanten beschrieben werden.

Dipl.-Ing. *László Péter Komornoki*—Dipl.-Ing. *László Navratil:* **Die Fliesseigenschaften und die Reibungshöhe nicht-Newtonischer Erdöle beeinflussende einige Faktoren** ..... S. 359

Der Beitrag beschäftigt sich mit den Fliesseigenschaften des nicht-newtonischen Erdöls von Algyő. Die Art und Weise und das Ausmass der Änderung der die Reibungshöhe beeinflussenden Fliesseigenschaften werden für den Fall untersucht, wenn der leichte Kohlenwasserstoffgehalt des Öles bei 60, 80 und 100 °C abgetrennt, das Öl mit 15 Vol.% Gasolin gemischt und schliesslich mit dem Inhibitor ECA 841 verschiedener Konzentrationen behandelt wird. Aus den Mess- und Berechnungsergebnissen geht hervor, dass die Abtrennung der leichten Kohlenwasserstoffe die Fliesseigenschaften eindeutig, aber nicht proportional verschlechtert, und die Beimengung von Gasolin und die Inhibitorbehandlung sie eindeutig verbessern, und dass dadurch der Reibungsdruckgradient in hohem Masse beeinflusst wird.

Dipl.-Ing. *József Perger*—Dr.-Ing. *Frau Katalin Bélafi*—Dipl.-Ing. *Zoltán Décsy*—Dipl.-Ing. *Miklós Kántor:* **Untersuchung der Schwefelverbindungen in Gasölen** ..... S. 363

Die Verfasser haben eine komplexe Methode zur detaillierten Untersuchunng der Schwefelverbindungen in Gasölen entwickelt. Die Methode besteht aus folgenden Schritten: Aufklärung der Durchschnittsstruktur der Gasölprobe und seiner flüssigkeitschromatographischen Fraktionen durch direkte, spektrometrische und sonstige Methoden; Abtrennung und Analyse von Schwefelverbindungen des Sulfid- und Thiophentyps basierend auf selektiver Oxydation, selektiver Reduktion und flüssigkeitschromatographischer Abtrennung; sich auf präparative Gaschromatographie stützendes Hydrodesulfurieren und gaschromatographische Untersuchung. Mit der entwickelten Methode wurde die Zussamensetzung der Schwefelverbindung der Rohstoffe und Produkte der hydrierenden Gasölraffination verglichen.

Dr.-Ing.-Geol. *János Kókai*—Dr.-Ing.-Geol. *Árpád Szalay*—Dipl.-Geol. *Károly Szentgyörgyi:* **Über die Rolle der Geochemie in der geologischen Kohlenwasserstoff-Prognose** ..... S. 370

Die Verfasser legen die Zielsetzungen der Kohlenwasserstoff-Exploration und deren Verhältnis zu der perspektivischen Exploration dar. Die Funktionen des für die Interpretation der geochemischen Forschungsergebnisse notwendigen geologischen Modells werden umfasst.
Aufgrund der aus den tiefen, Neogendepressionen der Tiefebene stammenden Untersuchungsangaben werden die sich auf das Neogenkomplex beziehenden hauptsächlichen kohlenwasserstoff-genetischen Ergebnisse gezeigt. Die kritische Teufe der Zersetzung der organischen Substanz und der Bereich der intensiven Kohlenwasserstoff-Bildung werden festgestellt.
Die petrophysikalische Umstände der primären Migration werden unterscuht und die kritische Teufe derselben festgesetzt, dann der Wirkungsmechanismus der primären Migration interpretiert.

Dipl.-Ing. *József Csaba*—Dipl.-Ing. *Miklós Magyar:* **Betriebsversuch der Vorverkündung von Überdruckformationen im Forschungsgebiet Komádi** ..... S. 377

Die Studie beschreibt die Vorbereitung, die Geräte und Erfahrungen des Betriebsversuchs bei der Bohrung Komádi-10 im Herbst 1976. Ziel ist die Demonstration der zur Vorbereitung des Betriebsversuches dienenden Kurvenschar, ferner der Anwendung des zur Vorverkündung von Überdruckformationen geeigneten komplexen Systems, dann die Betonung dessen, dass es für diese Aufgabe — und auch für die Lösung sonstiger bohrtechnischer Aufgaben — eine heimische elektronische Gerätegruppe gibt.
Die heimischen Erfahrungen mit der Vorverkündung von Überdruckformationen, die bei der Bohrung Komádi-10 eingesetzte Gerätegruppe und der Rechner, ferner die wohl herangebildete und eingeübte Fachleutegruppe garantieren die Bekämpfung der Lagerstättenschwierigkeiten im Gebiet Komádi oder in anderen, mit ähnlichen Schwierigkeiten belasteten Bohrgebieten.

*

Dr. *Zoltán Heinemann*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **A simulation model for examining oil displacement by polymers** ..... p. 353

A simulation model for oil displacement by polymers is discussed. The model takes into account both the increase of viscosity of the displacing phase and the decrease of permeability caused by polymeric adsorption. Numeric dispersion arising when simulating slug displacements is eliminated by calculating the movement of concentration fronts also within the elements. The effect of physical dispersion can be described by introducing empirical constants.

László Péter Komornoki, Mining Eng.—*László Navratil*, Petroleum Eng.: **Some factors influencing flow properties and friction mean effective pressure of non-Newtonian oils** ..... p. 359

The paper deals with the flow properties of the non-newtonian Algyő oil. Ways and measures of flow property changes influencing frictional pressure loss are investigated considering the case when the light hydrocarbon contents of the oil are separated at 60, 80 and/or 100 °C, then the oil is compounded with 14 per cent by volume of gasoline and finally treated with the ECA 841 inhibitor of different concentrations. Measuring and calculating results show that flow properties are unambiguously but not proportionally deteriorated by separating the light hydrocarbons and unambiguously improved by adding gasoline and by inhibitor treating, and, by this, frictional pressure gradients are to a great extent influenced.

József Perger, Chemical Eng.—Mrs. Dr. *Katalin Bélafi*, Chemical Eng.—*Zoltán Décsy*, Chemical Eng.—*Miklós Kántor*, Chemical Eng.: **Examination of sulfur compounds of gas oils** ..... p. 363

A complex method has been developed for a detailed examination of sulfur compounds of gas oils. The method consists of the following points: determination of the average structure of gas oil samples and their liquid chromatographic fractions by direct, spectrometric and other methods; segregation and analysis of sulfide and thiophene type sulfur compounds based on selective oxidation, selective reduction and liquid chromatographic separation; hydrodesulfurization relying on preparative gas chromatography and gas chromatographic examination. By means of the method developed, sulfur compound compositions of raw stocks and products of hydrogenating gas oil refining have been compared.

Dr. *János Kókai*, Geologist, Mining Eng.—Dr. *Árpád Szalay*, Geologist Eng.—*Károly Szentgyörgyi*, Geologist: **On the role of geochemistry in the geological hydocarbon prognostic** ..... p. 370

Aims of hydrocarbon exploration and the relationship thereof to long-range exploration are outlined. Functions of the geological model necessary for interpreting geochemical exploration results are discussed.
Based on examination data obtained from deep, Neogene depressions in the Great Hungarian Plain, principal hydrocarbon genetical results pertaining to the Neogene complex are shown. Critical depth of the decomposition of organic substance and range of intensive hydrocarbon formation are established.
Petrophysical circumstances of primary migration are examined and its critical depth is determined then efficiency of primary migration is interpreted.

József Csaba, Petroleum Eng.—*Miklós Magyar*, Petroleum Eng.: **Operative experiment of predicting pressurized formations in the Komádi prospecting area** ..... p. 377

Preparation, appliances and experience of the operative experiment carried out at the drilling Komádi-10 in the autumn of 1976 are described. The object has been to show the set of curves serving the preparation of the operative experiment and the application of the complex system suitable for predicting pressurized formations, further to emphasize, that a domestic electronic instrument group is available for this task and for fulfilling other tasks of drilling technology.
Home experience with predicting pressurized formations, the instrument group and computer used at the drilling Komádi-10 and a team of skilled and well-trained technicians are the guarantee of overcoming the strata difficulties encountered in the Komádi area — or in drilling areas burdened by similar difficulties.

Mérnöktovábbképző tanfolyamok

A Mérnöktovábbképző Intézet programja szerint meghirdetett *51. sz.*, **Számítógépek alkalmazása a kőolaj- és földgáztermelés, -szállítás területén** c. tanfolyam 1977. április 25—29. között 14 résztvevővel sikeresen zárult.

Az *56. sz.*, **Folyadékos kőzetrepesztés tervezése és gyakorlata** c. tanfolyamot a jelentkezők kis száma miatt le kellett mondani.

Az 1977. évi őszi tanfolyamok közül — szervezési okok miatt — a *73. sz.*, **Fejlett olajtelep-művelési módszer** c. tanfolyamot szervezzük meg 1978. január 16—21. között. A tanfolyam átfogó képet ad a polimer-kausztikus, vegyi elárasztás, szén-dioxidos kiszorítás, micellás-tenzides kiszorítás, a termikus módszerek, a helyben elégetés, a gőzhajtás és egyéb módszerek alkalmazásáról. A fontosabb módszerek részletes ismertetésére később önálló tanfolyamokat is kívánunk szervezni.

A *74. sz.*, **A lyukfal stabilitásának laboratóriumi vizsgálata és biztosításának üzemi eredményei** c. tanfolyamot 1978. január 23—28. között szervezzük. A tanfolyam tematikája a lyukfal stabilitásának alábbi legfontosabb kérdéseit öleli fel: az öblítés hatását a lyukfal stabilitására, a lyukfal ásványos komponenseinek, továbbá az iszaplepény szerepét, a lyukfal feszültségi állapotát, a laboratóriumi modellezés kérdéseit, a hazai eredményeket stb.

A többi meghirdetett tanfolyam nem illeszkedik az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt mérnök-továbbkép zési programjába.

A tanfolyamok vizsgakötelesek, a résztvevőket az OKGT jelöli ki; egyéni jelentkezés az NME rektori hivatalában dr. *Szabó Szilárdné* címén.

Miskolc, 1977. november hó

Dr. Szepesi József
egy. adjunktus

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

OKGT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020