

MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
TÁMPÉLDÁNYA

MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
előadássorozatából: 4189

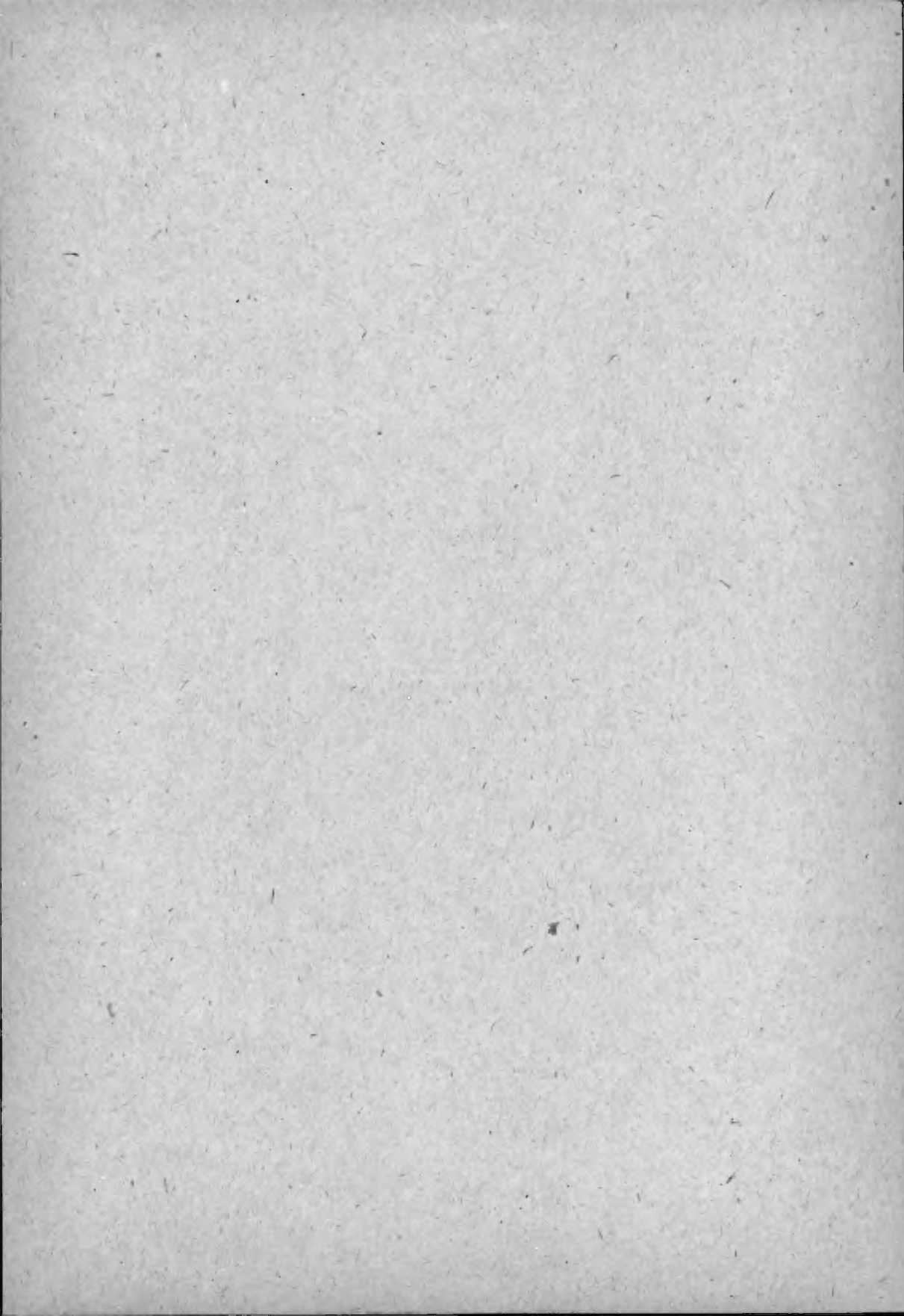
Molnár Jenő

**Rétegnehézségek leküzdésére használatos iszapfajták
és kezelési módjuk**

KÉZIRAT

BUDAPEST

1963



MERNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
TÁMPÉLDÁNYA

MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
előadássorozatából

4189

Molnár Jenő

RÉTEGNEHÉZSÉGEK LEKÜZDÉSÉRE HASZNÁLATOS ISZAPFAJTÁK ÉS
KEZELÉSI MÓDJUK

K é z i r a t

B U D A P E S T

1963

A kiadásért felelős: Talygás Ferenc

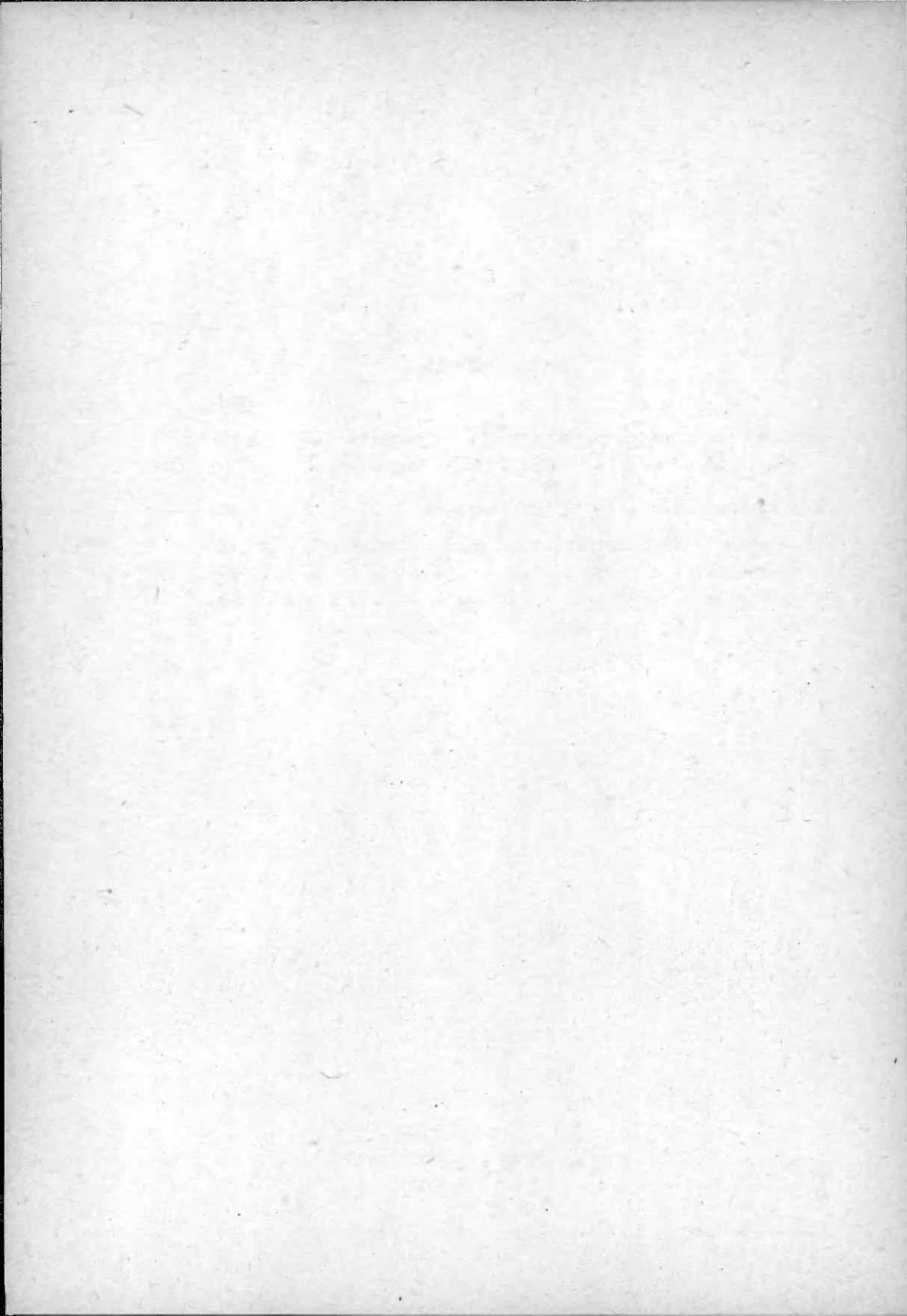
Megrendelve: 198. augusztus. Példányszám: 205

Készült Rotaprint eljárással az MSZ 5601-54 Á és MSZ 5602-55 Á szabványok
szerint 4,2 (A/5) ív terjedelemben 6 ábrával

63-43836 — FELSŐOKTATÁSI JEGYZETELLÁTÓ VÁLLALAT, BUDAPEST

TARTALOMJEGYZÉK

	<u>Oldal</u>
I. Harántolt kőzetek szerkezetéből és összetételéből eredő problémák.	6
II.A rétegtartalomból adódó nehézségek.	26
III.A magas réteghőmérsékletből adódó problémák . . .	32
Függelék.	43
Irodalom.	46



A kutató és feltáró furások során a furási szakember számtalan olyan nehézséggel találkozhat, amelynek oka a harántolt réteg valamilyen speciális tulajdonsága. Ezek közül az alábbiakban csak azokkal a problémákkal foglalkozunk, amelyek közvetlen kihatással vannak a furásnál alkalmazott iszaptechnológiára, illetve leküzdésük csak valamilyen speciális iszaptipussal lehetséges. A furás közben leggyakrabban felmerülő nehézségek, amelyek az alkalmazott iszaptechnológia megváltoztatását kívánják, az alábbiak szerint csoportosíthatók.

I. A harántolt kőzetek szerkezetéből és összetételéből eredő problémák:

1. Porózus repedésszerű kőzetek harántolása,
2. Pergő márgák, illetve dagadó agyagtartalmú rétegek átfurása,

II. A rétegtartalomból adódó nehézségek (nagy nyomású, sósvíz és gázt tartalmazó rétegek átfurása),

III. A magas réteghőmérsékletből adódó problémák.

I. A HARÁNTOLT KÖZETEK SZERKEZETÉBŐL ÉS ÖSSZETÉTELÉBŐL EREDŐ PROBLÉMÁK

1. Porózus repedéses kőzetek harántolása

A jelenleg alkalmazott forgó furási rendszer egyik legfontosabb része a megfelelően kialakított öblítő iszappal biztosított folyamatos öblítés, amelyik a lyukkészítésnek és a furólyuk biztonságának egyik leglényegesebb eszköze. Az öblítés bármilyen okból bekövetkező megszakadása legtöbbször a furás leállításával jár. A lyukat feltöltő iszap eltávozása pedig a még lecsővezetetlen lyukszakasz biztonságának megszűnését jelentheti. Ez a folyamat még abban az esetben is tekintélyes veszteséget jelent, ha a lyuk sikeres kiképzését közvetlenül nem is érinti, hiszen egy 2000 m-es kutatófurásnál a használt iszap értéke (beszámítva az iszap készítéséhez felhasznált összes anyag értékét) elérheti a 2000 Ft/m³-t. Számításba kell venni ezenkívül azt is, hogy az iszapvesztés okának megszüntetése többnyire sok időt vesz igénybe, ami lényegesen meghosszabbíthatja a furás lemélyítéséhez szükséges időt. Ez az idő kiesés ismét jelentős többletköltséget jelent.

Annak ellenére, hogy az iszapelnyelő rétegek okozta nehézség úgy a hazai, mint a külföldi furási gyakorlatban meglehetősen gyakori és éppen ezért a furási technológiával foglalkozó szakemberek nagy számát foglalkoztatja, még a mai napig is csak elvileg megoldott kérdésnek tekinthető. A gyakorlatban nem ismeretes olyan eljárás, amely általánosan alkalmazható lenne. Ez a helyzet az egyes furások geológiai adottságainak széles változatosságával magyarázható.

Az olyan réteget, mely a furólyukban régyakorolt nyomás hatására az öblítőfolyadék egy részét vagy egészét befogadja, illetve elvezeti, iszapelnyelőnek nevezzük. A kialakuló iszapelnyelés mértékét több tényező határozza meg. Ezek: a lyukban uralkodó nyomás, a harántolt réteg fizikai tulajdonságai (áteresztőképesség, szilárdság, porozitás) és e rétegtartalom nyomása. Az irodalomban található felosztások általában 3 csoportba sorolják azokat a rétegeket, amelyek állapotuk következtében elnyelők, illetve a furási műveletek következtében elnyelőkké válhatnak:

- a) üreges, járatokat tartalmazó kőzetek,
- b) cementálatlan, nagy áteresztőképességű (pl. kavicsos vagy egészen durva homokos) rétegek,
- c) természetes vagy mesterséges repedéseket tartalmazó kőzetek.

Üregeket vagy üreges járatokat leginkább mészkövekben találunk, amelyek karsztosodási folyamat eredményei. A furás során érintett üreg nagyságára következtetni nem lehet, legfeljebb a lyuk tengelyébe eső mérete határozható meg. Az eddig mért legnagyobb járat, amelyet a furó akadály nélküli haladása alapján lehetett megállapítani, a dunántúli kutatófurásoknál 2-3 m között volt, de az ezt megközelítő méretű üregek elég gyakoriak. Az egyik, a közelmúltban elszerencsétlenedett kutatófurásnál (Dióskál-4) pl. több ízben is megfigyelhető volt, hogy a furó 1,5-2 m-t haladt előre ellenállás nélkül. A mészkőtárolók karsztos üregei legtöbbször összefüggő rendszert alkotnak, amelyek térfogata iszapelnyelés szempontjából gyakorlatilag végtelennek tekinthető, hiszen az ilyen kisnyomású üreges kőzet a furólyuk térfogatának sokszorosát elnyelheti anélkül, hogy a feltöltés csak egy rövid időre is lehetséges lenne. Az ilyen kaverna vagy üreges rendszer érintésekor az öblítés szinte azonnal megszűnik. Ritkább esetben az öblítés teljes megszűnését a kisebb nyílások érintése miatti kisebb vagy részleges veszteség előre jelezheti.

Cementálatlan vagy gyengén cementált kavicsból vagy durva homokból álló rétegekben teljes iszapveszteség nem szokott bekövetkezni. Kivételt képezhet az az eset, amikor az ilyen rétegek áteresztőképességét a nem kellő elővigyázattal végzett furási műveletek (pl. a ki- vagy beépítésnél helytelenül végzett csőmozgatások) kapcsán létrehozott mesterséges repedésekkel megnöve-

lik. Bizonyítható ugyanis, hogy a legtöbb ilyen jellegű réteg permeabilitása nem haladja túl a 3 darcyt. Ahhoz viszont, hogy egy szemcsés szerkezetű rétegben teljes iszapveszteség következhesse be, az irodalmi utalások szerint az áteresztőképesség értékének 40 %-os porozitás mellett kb. 300 darcyt kellene elérnie.

A kőzetek áteresztőképessége, illetve az a képessége, hogy a furási műveletek hatására zavaró mértékben áteresztővé váljanak, attól is függ, hogy vannak-e rétegben már eredetileg is repedések. A kőzetek képződésével és kialakulásával gyakran már eleve együtt jár bizonyos fajtájú repedések létrejötte. Ezek hálózatot képeznek, mely párhuzamos és egymást keresztező repedések rendszeréből áll. A geológusok véleménye szerint az ilyen repedések mennyisége a mélységgel csökken s egy bizonyos mélység alatt meg is szűnik. Az efféle repedések nemcsak egy fajta kőzetben fordulhatnak elő, hanem megtalálhatók akár mészkőben, márgában vagy homokkőben. Az ehhez a tipushoz sorolható repedések sok esetben zártak, tehát nem okozhatnának iszapveszteséget. Viszont viszonylag kis nyomáskülönbség hatására felnyílhatnak. A furási tapasztalatok szerint az ilyen repedéses kőzetek iszapelnyelése lassu, de veszélyessé válhat, ha nem küszöbölik ki, mert kellő vastagságú réteg átfurása esetén az öblítés megszűnését is okozhatja.

Az ismertetett három iszapelnyelési típus természetesen csak a lehetőségek három szélső értékét képviselik. Az iszapelnyelésnek e három változata között számtalan átmenet lehetséges s a változások helyét és mértékét előre jelezni szinte lehetetlen. Erre vezethető vissza az, hogy a veszteséges öv tulajdonságait pontosan a legtöbb esetben nem ismerhetjük meg.

Az iszapelnyelés létrejötte és mértéke sok esetben közvetlen összefüggésbe hozható az alkalmazott öblítőiszap nem megfelelő tulajdonságaival. Iszapveszteség általában akkor lép fel, amikor a rétegyomás és az iszaposzlop rétegre kifejtett nyomásának eredője akkora lesz, hogy az elengedő a rétegbe történő folyadék beszajtoláshoz. Sok esetben az a nyomáskülönbség, amelynek hatására iszapveszteség bekövetkezik, rendkívül kicsi, gyakorlatilag nulla, de sok esetben pl. részben zárt repedéseket tartalmazó kőzetek esetében viszonylag nagy is lehet. A réteg nyomása adott érték, amelyet furás közben megváltoztatni nem tudunk. Az iszap-

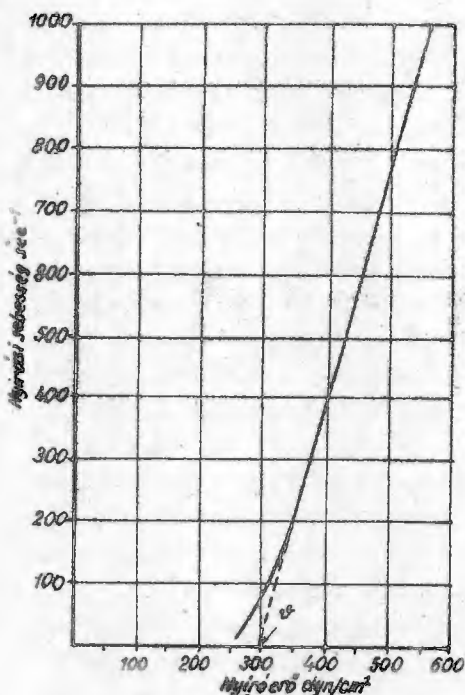
oszlopnak a talpra kifejtett nyomása viszont a kialakított furási rendszertől függ. A furólyuk valamely pontjára ható nyomás a furóiszap fajsúlyától függő sztatikus nyomásból s abból a nyomásértékből tevődik össze, amelyik a kérdéses pont feletti gyűrűs teret kitöltő iszap mozgatásához szükséges. Ez utóbbi értéket az öblítő folyadék reológiai tulajdonságai messzemenően meghatározzák. A sztatikus érték csak a mélység és az alkalmazott iszapfajsúly függvénye. Az iszaposzlop sztatikus nyomásának vagyis fajsúlyának az átfurandó rétegek tulajdonságához kell igazodnia, tehát akkorának kell lennie, hogy a rétegnyomást biztonságosan egyensúlyban tudja tartani. Előfordulhatnak olyan esetek is, mikor az iszap fajsúlyát nem a rétegnyomás legyőzése miatt kell magasabb értéken tartani, hanem a nyitott lyukszakaszban lévő omlékony rétegek miatt. A szükséges nyomás értékét mindig a helyi adottságok határozzák meg. Általánosságban normális furási körülmények között 20-40 atm biztonsági nyomáskülönbséget tartanak szükségesnek. A szükségesnél nagyobb nyomáskülönbség létrehozása a furás szempontjából kifejezetten káros. Bebizonyított tény ugyanis az, hogy az iszap fajsúlyának, illetve ami ezzel egyértelmű, szilárd anyagtartalmának növekedésével csökken a furás sebessége. Éppen ezért a modern furási gyakorlatban igyekeznek mindig a lehető legkisebb fajsúlyu, illetve szilárd anyagtartalmu iszappal dolgozni.

A rétegre ható nyomás másik komponense az iszap áramoltatásához felhasznált erőből adódik. Ennek nagysága az öblítés sebességétől, az iszap reológiai tulajdonságaitól és a mélységtől függ. Az öblítő iszap reológiai tulajdonságai azonban nemcsak itt játszanak lényeges szerepet, Jelentőségük fokozott mértékben érvényesül a csőmozgásokkal kapcsolatos nyomás-hullámok kialakulásánál, illetve az öblítés megindításakor fellépő nyomásoknál, amelyek lényeges szerepet játszanak az előzőekben ismertetett repedésszerű kőzetek elnyelési tulajdonságainak alakulásánál.

Az öblítő iszapok a nem-newtoni folyadékok csoportjába tartoznak. Áramlásuk leírása a Bingham-féle egyenlet segítségével lehetséges. Az egyenlet szerint a nem-newtoni folyadékok áramlásánál a sebességgradiens

$$\frac{dv}{dx} = \frac{\tau - \tau_0}{\eta'}$$

Az egyenletben τ az áramlást létrehozó nyíróerő (tangenciális nyomás vagy tolóerő), β a nyíró erőnek azt a minimális értékét jelenti, amely az áramlás megindításához szükséges és amelynél kisebb erőkkel szemben a folyadék szilárd anyagként viselkedik. β -t ezért sztatikai nyírófeszültségnek vagy a folyadék mozgási ellenállásának nevezzük. A képletben szereplő η' pedig az u.n. plasztikus vagy differenciális viszkozitás. Ez a plasztikus vagy differenciális viszkozitás nem azonos a jelenlegi, furásokkal kapcsolatos laboratóriumokban használatos Stormer viszkoziméterrel meghatározható viszkozitási értékkel, sőt abból még ki sem számítható. Az öblítő iszapok reológiai jellemzőinek a gyakorlatban jelenleg alkalmazott mérési módja tehát nem ad reális képet a tényleges reológiai tulajdonságokról. A meghatározott adatok nem alkalmasak sem a csőmozgásokkal kapcsolatos nyomásváltozások, sem az indítónyomások számítására. Az ezekhez használatos formulák mindegyike ugyanis az előzőekben felírt plasztikus vagy differenciális viszkozitást tartalmazza. A plasztikus viszkozitás fogalmával kapcsolatban néhány szót kell szólnunk az öblítő iszapokhoz hasonló plasztikus folyadékokat jellemző u.n. folyás-görbéről. A folyás-görbe egy plasztikus folyadékban - egy arra alkalmas viszkoziméterrel - meghatározott nyírási feszültségek értékének változását tünteti fel a nyírási sebesség függvényében. Ilyen folyási görbét tüntet fel az 1. ábra. Ebben az ábrázolásban a plasztikus vagy differenciális viszkozitás (η') a görbe felső egyenesszakasza hajlásszögének cotangense, a mozgási ellenállás pedig az egyenes szakasz X-tengelyig



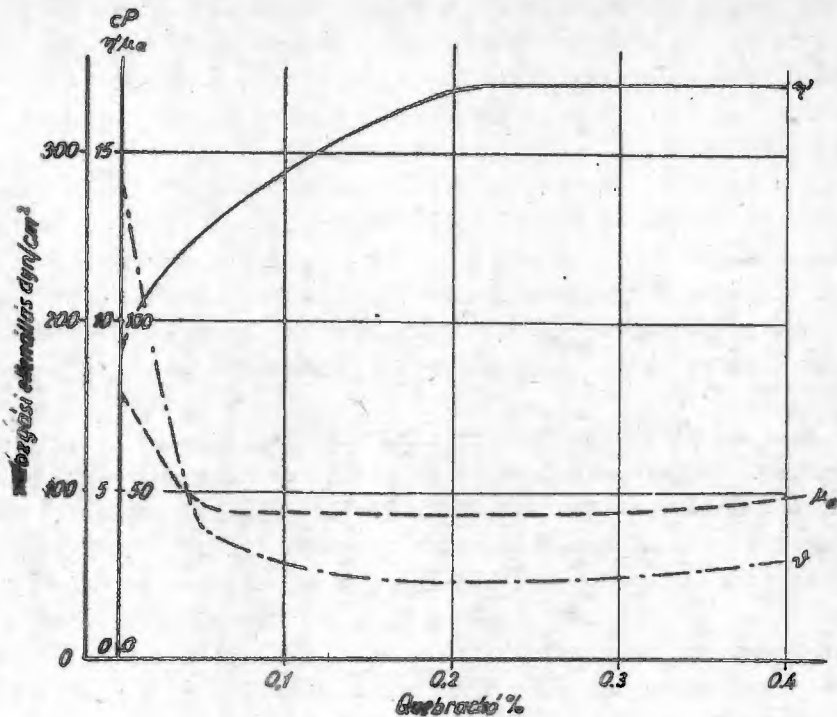
1. ábra

tás (η') a görbe felső egyenesszakasza hajlásszögének cotangense, a mozgási ellenállás pedig az egyenes szakasz X-tengelyig

történő meghosszabbításával nyert tengelymetszet. Ilyen folyás-görbe felvétele régebben meglehetősen nehézkes volt az erre alkalmas viszkoziméterek bonyolult volta miatt. Az utóbbi időkben konstruáltak azonban egy olyan viszkoziméter típust, az u.n. Fann-viszkozimétert, amely akár közvetlenül a furásoknál is alkalmas a fenti tulajdonságok kielégítő pontosságu meghatározására. Így lehetővé vált az öblítő folyadék tényleges reológiai tulajdonságainak állandó ellenőrzése és a folyadékvesztesség szempontjából lényeges tényezők kézbe tartása. Sajnos a hazai gyakorlatban ezen viszkoziméter típus elterjedésével egyenlőre nem számolhatunk. (Jelenleg az olajipar két ilyen viszkoziméterrel rendelkezik.)

Mint az előzőekben említettük, zárt repedéseket tartalmazó kőzeteknél az iszapvesztések megakadályozására sok esetben célravezető, ha lehetőség szerint kiküszöböljük, illetve csökkentjük azokat a hatásokat, amelyek a réteget károsíthatják vagyis a zárt repedések nagyobb mérvű felnyitására vezetnének. Ennek egyik eszköze az, ha az öblítő iszap differenciális viszkozitását és mozgási ellenállását csökkentjük. Az öblítő iszap mozgási ellenállásának csökkentése viszonylag egyszerű feladat, hiszen a gyakorlatban használatos viszkozitáscsökkentők legtöbbször egyszerűen megvalósítható. A differenciális viszkozitás csökkentése már nehezebben megoldható feladat. Ennek illusztrálására szolgál a 2. ábra. (lásd. 12. oldal).

Ezen az ábrán egy átlagos iszap tulajdonságainak változását tüntettük fel quebracho hatására. Az ábrán jól megfigyelhető, hogy míg a látszólagos viszkozitás (μ_a) és a mozgási ellenállás növekvő quebracho-koncentrációval csökken, addig a differenciális viszkozitás értéke éppen ellenkezőleg fokozatosan nő, tehát viszkozitás-csökkentő adagolásával nem érhetünk célt. A reológiai definíciók alapján egy adott iszapban a differenciális viszkozitás értékét a következő tényezők határozzák meg: Az iszap szilárd részecskéinek alakja, térfogatkoncentrációja és az iszap közegének viszkozitása. Mivel a fenti három tényező közül a legegyszerűbb a szilárd anyagtartalom csökkentése, a differenciális viszkozitás redukálására tehát két ut áll rendelkezésünkre, az iszap vizezése, illetve a fölösleges szilárd anyag hidrociklonnal vagy centrifugával történő eltávolítása. A lehető legalacsonyabb szilárd anyag-



2. ábra

tartalommal rendelkező iszap előállítására tehát nemcsak a furás sebességének szempontjából lényeges, hanem lényeges lehet egyes speciális esetekben az iszapvesztések megelőzése szempontjából is.

Az eddigiekben azokkal az okokkal foglalkoztunk, amelyek az arra hajlamos kőzeteket elnyelőkké tehetik, illetve ismertettük azokat a feltételeket, amelyek létrehozásával a kőzetek felrepszítésének veszélye csökkenthető. A továbbiakban azokkal az iszaptechnológiai módszerekkel foglalkozunk, amelyekkel a már fennálló iszapvesztések mérsékelhetők vagy bizonyos esetekben megszüntethetők. Az irodalmi adatok az iszapvesztéseket a veszteség mértékétől függően több csoportba sorolják. Az első csoportba tartoznak a gyenge részleges veszteségek. Ezeknél különleges eljárásra nincsen szükség, a veszteség helye az öblítés folyamán magától eliszapolódik. A második csoportba sorolják azokat a rész-

leges veszteségeket, amelyek az iszap-jellemzők (viszkozitás, tixotrópia) megváltoztatásával megszüntethetők. A harmadik csoportot a teljes veszteségek képezik. Ezeknél a folyadéknyívó az iszap tulajdonságainak megváltoztatása után is a felszín alatt marad. Az ismertetett esetek közül az iszaptechnológus legtöbbször csak részleges veszteségekkel szemben tud eredményeket elérni. Az alábbiakban röviden ismertetjük azokat az eljárásokat, amelyek a gyakorlatban több-kevesebb sikerrel alkalmazhatók voltak. Az eljárások mindegyike lényegében a rétegek "permeabilitásának" valamilyen módon való csökkentése. (A permeabilitás szó az ilyen közetek elnyelőképességének megjelölésére legfeljebb csak idézőjelben használható.) Az elnyelő réteg "permeabilitásának" csökkentésére használható módszer kiválasztása természetesen függ az elnyelés mértékétől. Ahol a formáció durva pórusokat (durva homokkövek vagy kavicságyak) vagy kis nyílású repedéseket tartalmaz, az elnyelés megszüntetésének egyik módja megfelelő nagy viszkozitású és tixotrópiájú, alacsony fajsúlyú iszap előállítás. Az ilyen iszap előállításának legegyszerűbb módja az, ha a használt iszapot vizezéssel felhígítjuk, majd nagyobb mennyiségű (4-5 %) bentonitot adagolunk hozzá. További lehetőséget jelent az, ha az ilyen iszaphoz még tömítőanyagot is adagolunk. Tömítőanyagként felhasználhatók pl. agyaggolyók. Ez a ma már klasszikusnak mondható módszer a hazai furási gyakorlatban is sok esetben alkalmazást nyert s nem egy furás ismeretes, ahol megfelelő nagyszámú (egy-két esetben több ezer) agyaggolyó bevitelével a veszteséget sikerült megszüntetni. Az agyaggolyókon kívül felhasználható még sokféle szálás, rostos anyag is, mely az alábbi feltételeket kielégíti: az iszappal lehetőleg lényegesen kisebb fajsúly, hiszen a kis fajsúly biztosítása az elnyelés megszüntetésének egyik fontos feltétele, az iszappal szembeni kémiai közömbösség, kicsiny koptatóhatóság. A felhasználható anyagok sokféleségére szolgáljon például a következő, Rogers könyvéből származó felsorolás.

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1. széna | 10. répaszelet |
| 2. fűrészpor | 11. korpa |
| 3. fagyapot | 12. bab- és borsószár |
| 4. halpikkely | 13. gumizuzalék |
| 5. istállótrágya | 14. baromfitoll |
| 6. forgács | 15. gyapot |

- | | |
|------------------|---------------------------------------|
| 7. aszfalt | 16. különböző szálás műanyag-hulladék |
| 8. azbeszt | 17. falevél |
| 9. papírhulladék | 18. kenderzuzalék, stb. |

Az ilyen kis szilárdságú tömitőanyagok felhasználása némely esetben nem célszerű, mert a csak felületi tömitést létesítő anyagok erősen megvastagíthatják az iszapleplenyet, ami nem kívánatos szelvényeszkülés következtében megszorulást is okozhat. Sok esetben viszont igen eredményesen alkalmazhatók. A felsorolt kis szilárdságú anyagokon kívül felhasználnak nagyobb szilárdságú anyagokat is, amelyek a tömőhatás kifejtése mellett képesek az eltömött felületre nehezedő öblítő nyomás felvételére is. Ilyenek pl. adióhéj, kokszarabok, durva kavics és a perlit. A nyugati furási gyakorlatban felhasználnak gyárilag erre a célra előállított termékeket is. Ezek főként csillámlemezből, cellulóz vagy plasztik lemezekből álló készítmények. Az irodalmi utalások szerint a fenti anyagokból az iszaphoz kevert mennyiség általában $30-40 \text{ kg/m}^3$ között változik. Ismeretesek azonban olyan esetek is, amikor az alkalmazott tömitőanyag mennyisége elérte a 80, sőt 100 kg/m^3 -es értéket is.

A teljes cirkuláltatott iszapmennyiség kezelése mellett sok esetben kielégítő eredményre vezethet egy nagy viszkozitású iszap vagy bentonitdugó benyomása is. Ennél az eljárásnál megbecsült mennyiségű bentonitból kb. 7-10 %-os szuszpenziót készítenek. Ez a még megfelelő folyási tulajdonságokkal rendelkező szuszpenzió valamilyen koagulációt létrehozó anyag alkalmazásával gél-állapotba hozható. A koaguláció, tehát a gél-állapot, létrehozásához legtöbbször nátriumkarbonátot, nátriumhidroxidot vagy kalciumoxidot használnak. Az eljárás nehézsége abban rejlik, hogy a szuszpenziót a megfelelő helyre kell juttatni, mielőtt szivattyuzhatóságát elvesztené. Mivel a felsorolt anyagok beadagolásuk, illetve oldódásuk után szinte azonnal gélesedést okoznak, használatuk előtt minden esetben laboratóriumi vizsgálattal kell meghatározni azt a legkisebb mennyiséget, ami szükséges ahhoz, hogy az alkalmazott bentonit mennyiség gél-állapotba kerüljön, de még a megfelelő helyre is elszivattyuzható legyen. Igen jól használható ez a módszer abban az esetben, ha a fentiek helyett olyan kémikáliát keverünk a bentonit-szuszenzióhoz, amelyik csak lassan oldódik,

tehát csak hosszabb idő után hozza létre a gélesedéshez szükséges kritikus elektrolit koncentrációt. Ilyen anyagok pl. a porított nátriumaluminát és nátriumszilikát. Ezek használatánál bizonyos mértékig megvalósítható az, hogy a bentonit-szuszpenzió csak a kritikus hely elérése után érje el gélesedésének maximális értékét. Bentonitsuszpenzió helyett felhasználható 3-4 % bentonittal feljavított öblítőiszap is. A bentonitból vagy iszapból ilyen módon készített dugók készítésénél még abban az esetben is, ha elhelyezését a leg gondosabban ellenőrzött laboratóriumi kísérletek előzték meg, előfordulhat, hogy a gélesedési folyamat a kívántnál előbb következik be. Ezen veszély kiküszöbölésére újabban olajdugók közé fogott olajjal készített bentonitsuszpenziókat használnak. Ennél az eljárásnál a gázolajból és bentonitból 20-40 %-os suszpenziót készítenek. Az olajdugók közé fogott olajos bentonitsuszpenzióknak az elhelyező csőből történő kinyomásával egy időben vele szemben kis mennyiségű vizet visznek a gyűrűs térben. Az olajjal kevert bentonit vízzel érintkezve azonnal hidratálódik, a repedésbe sajtolva megduzzad és sűrű pasztát képezve kitölti az elzárandó részt. Ez a módszer lényegesen nagyobb biztonsággal alkalmazható, mint a kemikáliákkal kezelt iszap gélesedésére támaszkodók.

Természetesen számtalan olyan eset is adódhat, amikor az eddig ismertetett eljárások egyike sem célravezető. Ezekben az esetekben a rétegelzárás legrégebb és legelterjedtebb módjához folyamódnak, a cementdugóval való mesterséges talp létesítéséhez. A veszteséges zónák elzárására ma már ritkábban használnak kizárólag tiszta cement-viz keverékeket. Sokkal inkább elterjedtek a különböző, u.n. gél-cementezési eljárások. Ezek részletes ismertetésére nem térünk ki, csak röviden utalunk a módszer lényegére. A csak vízből és cementből álló nagy fajsúlyú, u.n. cementtej rossz gél-tulajdonságai miatt könnyen szétfolyik a repedés vagy üregrendszerben s így csak csekély vastagságú zárórétet képes létrehozni. A gél-tulajdonságok javíthatók ugyan a felhasznált víz mennyiségének csökkentésével, ez azonban a fajsúly nem kívánatos növekedését eredményezi. A gél-tulajdonságok bentonit hozzákeverésével kellőképpen megjavíthatók. További előnyt jelent a bentonit alkalmazása azért is, mert csökkenti a cementtej fajsúlyát. A cementhez adagolt bentonit mennyisége általában

3-12 % között változik. A fenti előnyök mellett hátránya a bentonitadagolásnak az, hogy a kötési időt lényegesen megváltoztatja (kis mennyiségek esetén megrövidíti, nagyobb mennyiség esetén meghosszabbítja), a szilárdságot pedig csökkenti. A hatások cementfajtánként, sőt azonos cementfajtán belül, gyártási adagokként változhatnak. Ezért minden alkalmazás előtt laboratóriumi kísérletet kell végezni, hogy az esetleges zavarok elkerülhetők legyenek. A gélcementek mellett az utóbbi időben kísérletek történtek az u.n. perlites cementek alkalmazására is, főként az előállítható keverékek kis fajsúlya miatt. Ezek ismertetése azonban már túl messzire vezetne, ezért csak megemlítjük, mint a veszteséges zónák elzárási lehetőségének egy újabb módját.

A megfelelő áteresztőképességgel rendelkező rétegekben fellépő iszapvesztések oka lehet az iszaposzlop hidrosztatikus nyomásánál kisebb rétegnomás. Ilyen esetekben a veszteségek megszüntetésének egyik legegyszerűbb módja az öblítőiszap fajsúlyának csökkentése. A fajsúlycsökkentésnek többféle módja áll rendelkezésünkre. Ezek közül a legegyszerűbb a használt öblítőfolyadék vizezése. A vizezés mértékének a lyuk geológiai adottságai szabnak határt. Ha a nyitott lyukszakasz olyan kőzeteket tartalmaz, melyek a víz hatására nem duzzadnak, illetve más módon nem károsodnak, akkor a furás akár vízzel is folytatható. Szükség esetén tiszta víz helyett használható hig bentonitszuszpenzió is. (A bentonitból készített 10 %-os szuszpenzió fajsúlya is csak 1,055 g/ml.) További lehetőséget jelent a kis fajsúlyu bentonitos öblítőfolyadék fajsúlyának csökkentésére az emulziósítás. Az iszap emulziósítása a fajsúly csökkentésén kívül egyéb előnyökkel is jár. Ezek a magasabb viszkozitás, ami az iszapvesztések csökkentése szempontjából szintén előnyös lehet, ezenkívül az alacsony vízleadás, a kiváló kenőképesség, vékony, jól kenhető iszaplepeny, kisebb mozgási ellenállás, mind olyan tulajdonságok, melyek ezt az iszaptípust kis nyomású rétegek átfurására alkalmassá teszik. Az emulziós iszapnak sokféle változata ismeretes. Ezek legtöbbször az olaj emulgálásához használt kapilláraktív anyagban, illetve a bevitt olaj mennyiségében különböznek egymástól. A felhasznált kapilláraktív anyagok típusukat és összetételüket tekintve is egészen különbözőek lehetnek a kenőszappantól az ipaminig, többféle anyag alkalmazására került. A legtöbb esetben azonban a bentonit, illetve a csersav-féleségek emulgáló hatásának kihasználásával, felületaktív anyag nélkül készítik el az emulziós isza-

pot.) A bevitt olaj mennyisége is viszonylag széles intervallumban, 4-20 %-ig változhat.

A kis nyomású rétegek átfurásánál felhasználható az u.n. olajbázisu iszap is. Ezt az iszap típust kis fajsúly mellett viszkozitásának viszonylag könnyű változtathatósága teszi alkalmassá a probléma megoldására. Az előállítás magas költsége azonban korlátokat szab gyakori alkalmazásának.

Az elmúlt években kísérletek történtek a normális öblítőiszapok fajsúlyának habosítással történő csökkentésére. A laboratóriumi vizsgálatok szerint az iszap levegő felvétele legjobban papirgyári szulfitszennyluggal segíthető elő. A kísérletek azt bizonyították, hogy ha 1,20-1,25 g/ml-es fajsúlyú iszaphoz 4-7 % por alakú szulfitszennylugot és 2-3 % tercia keményítőt keverünk, akkor az eredeti fajsúly habosítással 0,6-0,7 g/ml-es értékig csökkenthető. Az így keletkező hab rendkívül stabil. Eppen ez utóbbi tulajdonság akadályozta meg az üzemi kísérletek végrehajtását is, mivel az ilyen habok szivattyúzása rendkívül nehezen megoldható feladat.

Az ismertettek természetesen korántsem jelentik a teljes felsorolását azoknak a módszereknek és eljárásoknak, amelyeket a veszteséges zónák okozta problémák leküzdésére alkalmaznak. A módszerek közül főként azokat a megoldásokat foglaltuk össze vázlatosan, amelyek az iszaptechnológia megváltoztatásával igyekeznek elősegíteni a nehézség megoldását.

2. Pergő márgák, illetve dagadó agyagtartalmu rétegek átfurása

Furás közben a mélység növekedésével az alkalmazott öblítő iszapnak egyre hosszabb nyitott szakaszt kell stabil állapotban tartania. A nyitott szakasz sokféle ok miatt elvesztheti állandóságát. A stabilitást megszüntető tényezők gyakoriságuk sorrendjében a következő csoportokba sorolhatók:

- a) a furás olyan laza, agyagos réteget harántol, amelyik a lyukhoz viszonyított meredek dőlése miatt a ránehezülő rétegyomás hatására a lyuk felé elcsuszlik,

- b) az átfurt, sokszor márga jellegű kőzet az öblítő iszap-pal, illetve annak szüredékével érintkezve apró, mikroszkópikus méretű részekre esik szét. A jelenség oka lehet a szüredék és az anyagban lévő víz között fellépő ozmózis nyomás különbsége. (A hazai, u.n. pergő márgák szétesése kizárólag ezzel az okkal nem magyarázható.) A furásnál fellépő zavart végső fokon az okozza, hogy a kőzet szétesése következtében nagyobb üregek keletkeznek, amelyek szélei kellő alátámasztás hiányában letöredeznek s a lyukba kerülő törmelékdaraboka szerszám megfogását eredményezik. (A nyugati irodalomban az ilyen tulajdonsággal rendelkező kőzetet "self-dispersing-shale"-nak nevezik. A kőzet tulajdonságát a nálunk használatos pergő márga elnevezés sokkal inkább kifejezi.)
- c) az érintett agyagok az iszaptól eltávozó szüredék hatására hidratálódnak, megduzzadnak és behullanak a lyukba. Ez a folyamat hatásában nem sokban különbözik az előzőtől, mert végső fokon szintén azt eredményezi, hogy a duzzadás miatt eltávozó agyagok alátámasztatlan szilárdabb részeket hagynak hátra, amelyek a furási műveletek következtében letöredezhetnek. Annak ellenére, hogy a két folyamat eredője azonos, meggátolásuk iszaptechnológiai szempontból más megoldást kíván.

A harmadik csoportba sorolt u.n. "dagadó agyag" tartalmú rétegek átfurásánál az első észlelhető jelenség az öblítő iszap viszkozitásának fokozatos emelkedése. Ez a folyamat természetes következménye annak, hogy az ilyen rétegek átfurásakor a normálnál nagyobb mennyiségű agyag épül be az iszapba, tehát annak differenciális viszkozitása és mozgási ellenállása erősen megnövekedik. A kemikáliákkal való kezelés ezekben az esetekben a magas szilárdanyagtartalom miatt rendszerint nem vezet eredményre. A javítás egyetlen módja az iszap vizezése. A vizadagolás viszont csak időleges megoldást jelent, mert hatására újabb agyagmennyiség diszpergálódik, tehát a romlási folyamat kezdődik előlről.

Mint az előzőekben említettük, a használható megoldások szempontjából különbséget kell tenni a tényleges dagadás és a pergő márga hatására bekövetkező zavarok között. A ténylegesen dagadó agyagokat tartalmazó rétegek átfurására ugyanis sikerrel alkal-

mazhatók mindazok az iszapok, amelyek szüredéke nagyobb mennyiségű elektrolitot (nátriumkloridot, kalciumoxidot, illetve kalciumszulfátot) tartalmaz. Az ilyen iszapok mind alkalmasak arra, hogy a duzzadást és a hidratációt megakadályozzák. A tényleges duzzadás okozta nehézségek tehát viszonylag egyszerűen, pl. közsőséges "kalciumbázisu" iszap alkalmazásával is kiküszöbölhetők. (Ennek az iszaptípusnak az ismertetésére a sós vizek okozta nehézségekkel kapcsolatban térünk ki részletesebben.) A pergő márgák azonban az átlagos iszap p_H -értékénél a felsorolt elektrolit oldatokkal érintkezve is elvesztik stabilitásukat anélkül, hogy a keletkező részecskéken a legkisebb duzzadás kimutatható lenne. Az egyik nagylengyeli furásunktól származó ilyen típusu agyagmintával elvégzett laboratóriumi vizsgálataink mindenben igazolták az irodalmi leírásokat. Ez a márga-féleség még telített nátriumklorid-oldatban is egészen rövid idő alatt minden agitálás nélkül szét pattogzott s a részecskéken duzzadást nem lehetett megfigyelni.

A vizsgálatok szerint a pergő márgák a magas elektrolittartalmu (nátriumszilikát + nátriumklorid) vízüveges iszapok szüredékével érintkezve megszilárdulnak. A szilárdulás nemcsak egyszerű stabilitást jelent, hanem a kőzetbe behatolt iszap hatására végbemenő cementálódást. Ez azzal bizonyítható, hogy ha az iszappal érintkezésbe hozott kőzetmintát tiszta vízbe helyezzük, akkor az iszaptól infiltrált része nem esik szét. A nagykanizsai furási laboratóriumban a közelmúltban a következő három vízüveges iszappal történtek vizsgálatok:

1.sz. Vízüveges iszap

Az iszap összetétele		Az iszap tulajdonságai	
160	súlyrész bentonit	Fajsúly	1,28 g/ml
8	OMC	viszkozitás	(Stromer, 600 ford/perc)
340	vízüveg (fs: 1,33)		65,0 cP
24	NaCl	Vizleadás	
4	NaOH	(7 atm, 30 perc)	11,5 ml
464	H ₂ O		
1000 súlyrész			

2. sz. Vizüveges iszap

Az iszap összetétele		Az iszap tulajdonságai	
80	sulyrész bentonit	Fajsuly	1,18 g/ml
8	CMC	Viszkozitás	39,5 cP
350	Vizüveg	Vizleadás	10,1 ml
24	NaCl		
538	H ₂ O		
<hr/> 1000 súlyrész			

3. sz. Vizüveges iszap

87	sulyrész bentonit	Fajsuly	1,15 g/ml
286	vizüveg	Viszkozitás	21,5 cP
9	CMC	Vizleadás	7,4 ml
618	H ₂ O		
<hr/> 1000 súlyrész			

A három iszaptypus közül az 1. és 2. lényegében csak a bentonittartalomban, illetve annak megfelelően fajsulyban és viszkozításban különbözik egymástól. A 3. sz. iszap amellet, hogy vizüvegtartalma is kisebb, NaCl-ot sem tartalmaz. A furási tapasztalatok szerint a NaCl-tartalom megnöveli az iszap agyag szilárdító hatását. Ez a szilárdító hatás sok esetben a lyukba kerülő nagyobb törmelékdarabokon is végbemegy, ami nem kívánatos szilárdságu dugók keletkezéséhez vezethet. A vizüveges iszapok elkészítésénél lényeges az egyes komponensek bekeverésének sorrendje. Az irodalmi utalások szerint a legcélszerűbb legelőször a vizet, a vizüveget és a CMC-t összekeverni, majd ehhez kell a bentonitot adagolni. A bentonit beadagolása után célszerű egy ideig várni, hogy legyen ideje kellőképpen hidratálódni s csak ezután szabad hozzákeverni a NaCl-ot. Sok esetben a fent említett sorrend helyett az iszapkészítést úgy végzik, hogy legelőször a bentonit-szuszpenziót készítik el (kb. 4%-osat) s ehhez adagolják hozzá a vizüveget. NaCl-ot, illetve legvégül a CMC-ot. A gyakorlati tapasztalatok szerint az iszapkészítés ilyen sorrendje jobban megfelel a hazai adottságoknak, mert így jobban biztosítható a szódával szárazon aktivált bentonit kellő mértékű duzzadása,

ami különösen akkor lényeges, ha az iszapot az elkészítés után nehezíteni is kell.

A vízüveges iszapnak az előnyös rétegstabilizáció tulajdonságai mellett számtalan hátránya is van. A leglényegesebb hátránya az, hogy az iszap előállítás költsége magas. Ehhez járul még a javítás viszonylag nehézkes módja. A vízüveges iszapok folyási tulajdonságait lényegében ugyanazok a tényezők változtatják meg, mint a normális iszapokét. Viszkózitásnövekedést eredményezhet pl. az iszap szilárd anyagtartalmának növekedése. Annak ellenére, hogy a vízüveges iszapokban a furadék nem képes hidratálódni, mégis beépülhet az iszapba, ha elég finom részecskékre esik szét a furás közbeni különböző mechanikai hatások következtében. Az így beépülő szilárd részecskék természetesen szintén növelik a viszkózitást, illetve a mozgási ellenállást. Az iszap sósvizzel való keveredése nem jelent különösebb veszélyt, kivéve azt az esetet, ha olyan mértékű a vízbeáramlás, hogy az iszap jelentős felhígulásához vezethet. Kis mennyiségű cementtel való érintkezés sem változtatja meg az iszap vízleadását és a viszkózitást, illetve mozgási ellenállás értékében nem okoz lényegesebb változást, legfeljebb a lugosság értékét növeli meg. Cementezési műveleteknél mégis kerülni kell az iszapnak a cementtel való érintkezését, mert annak kötési idejét rendkívül lerövidíti, tehát a cementezés sikerességét veszélyezteti.

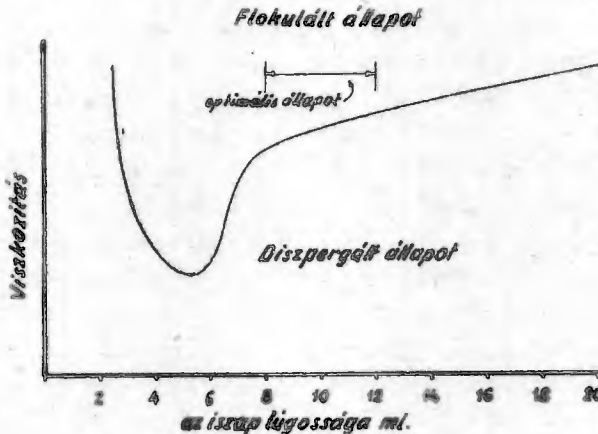
A jól elkészített vízüveges iszap viszkózitása általában igen hosszú időn keresztül állandó marad. Sokszor egy-két heti használat után sem lépi túl az elkészítésnél beállított értéket. Ha valamilyen oknál fogva a viszkózitás értéke mégis megnövekedne, annak csökkentése meglehetősen nehézkes. A normális iszapokhoz használatos viszkózitáscsökkentők, tőzegkivonat quebracho, foszfátok, a vízüveges iszapokhoz nem használhatók, sőt nem is ismeretes semmilyen különleges viszkózitáscsökkentő sem, amivel ezen iszapok viszkózitása szabályozható lenne. (Egyes viszkózitáscsökkentők, így pl. a lugozott tőzeg, kifejezetten káros hatásuk a vízüveges iszapra, mert annak nagyfokú habosodását okozhatják.) A leggyakrabban használt viszkózitáscsökkentési módszer az, hogy a keringetett iszap egy részét kicserélik frissen készített iszappal. A megfelelő mértékű viszkózitáscsökkentéshez szükséges iszap mennyisége az új, illetve a javítandó iszap viszkózitásától

függ. Minél magasabb az uj, illetve a javítandó iszap viszkozitása, annál nagyobb mennyiségű uj iszap felhasználására van szükség. A legtöbb esetben általában elegendő egy alkalommal a keringetett iszapmennyiség 5-10 %-ának kicserélése. Normális üzem esetén is szükség van néha friss iszap adagolására, különösen bélés-csővezési műveletek előtt, illetve az elkerülhetetlenül bekövetkező kisebb iszapveszteségek pótlására. Kisebb viszkozitáscsökkenés elérhető a vízüvegtartalom csökkentésével is (pl. enyhe vízezással). (Az iszap vízüvegtartalmának meghatározását l. a függelékben.) Ezt a módszert azonban csak abban az esetben célszerű használni, ha az uj iszap adagolásával már semmiképpen sem érünk el a kívánt hatást. A víztartóképeség általában igen megbízható jellemzője az iszapok állapotának. A frissen készített vízüveges iszapok vízleadása, mint az előző táblázatból láthatjuk, 8-12 ml között változik. A furás folyamán ez az érték fokozatosan növekedik, de előfordulhatnak hirtelen ugrások is. A vízüveges iszapok vízleadásának növekedése ellentétben a normális iszapok vízleadásának növekedésével, a furás szempontjából semmi zavart nem jelent. A kiszűrődő folyadékfázisban ugyanis, mivel sok vízüveget tartalmaz, a környező anyagok nem hidratálódhatnak, illetve nem eshetnek szét. Ezen kívül, mivel a vízüveges iszapok folyadékfázisának viszkozitása lényegesen magasabb, mint a normális iszapoké, következésképpen sokkal kisebb a kiszűrődésének sebessége is s ennek megfelelően lassabban tud csak vastag iszaplepleny kialakulni, ami szigorúan vett furástechnikai szempontból csak előnyt jelent. A termelő formáció termelésbe állítása szempontjából a vízüveges iszap szüredékének előzőekben említett tulajdonságai fokozott veszélyt jelentenek, mivel az infiltrált kőzetek átteresztőképességét erősen csökkentik. Ez adott esetben az elárasztott részek teljes és végleges elzáródásához vezethet. Tehát, ha a furási szempontok nem is kívánják meg, termelési szempontból akkor is célszerű a lehető legkisebb vízleadás biztosítása. A vízleadás csökkentése szintén friss iszap adagolásával oldható meg. A gyakorlati tapasztalatok szerint egészen kis mennyiségű friss iszap naponta történő adagolásával a vízleadás értéke kellő alacsony szinten tartható s csak abban az esetben szükséges nagyobb mértékű iszapcsere, ha a megfigyelések szerint a magasabb vízleadás zavarokat okozna.

Mivel a vízüveges iszap előállítása és javítása meglehetősen költséges, éppen ezért rendkívül körültekintő kezelést kíván. Gondosan ügyelni kell arra, nehogy más iszappal keveredjen, mert ez viszkozitásának mérhetetlen módon való megnövekedését okozza. Kerülni kell ezenkívül minden lehetőséget, ami az iszap felhígulását okozná.

A felsorolt hátrányos tulajdonságok miatt a pergő márgák okozta nehézségek kiküszöbölésére igyekeztek más iszapféleségeket találni. Az irodalmi adatok szerint a vízüveges iszap helyett teljes sikerrel használhatók a kalciumszulfát-tartalmú iszapok, ha p_H -juk, illetve lugosságuk értékét szigorúan megszabott határok között tartják. A vizsgálatok adatai szerint az ilyen, magas kalciumtartalmú, pontosan beállított alkalisitású iszapok szüredékében a pergő márgák éppen úgy stabilisak maradnak, mint a vízüveges iszap szüredékében, sőt bizonyos idő után ugyanúgy megszilárdulnak, annyira, hogy később tiszta vízzel érintkezve sem veszítik el stabilitásukat. Ez az iszaptípus az u.n. gipszes iszapokból alakult ki. (Ezek elméletével a magas hőmérséklet okozta nehézségek leküzdésével kapcsolatban foglalkozunk részletesebben.) Mivel ennél az iszaptípusnál az elsődleges szempont az átfurt agyagok stabilitása, ezért legelőször az iszapnak ezen tulajdonságait vagyis szüredékének összetételét kell a megfelelő értékre beállítani. A vizsgálatok szerint a stabilizáló hatáshoz az szükséges, hogy a szüredék 400-1200 mg/l kalciumot tartalmazzon, az iszap lugossága 8-12 ml, szüredékének lugossága pedig 0,3-0,8 ml 0,02 n H_2SO_4 /ml iszap, illetve szüredék között változzon. Az iszap fizikai tulajdonságait (vizleadás, viszkozitás) csak ezen két érték biztosítása után lehet a szükséges szintre beállítani. Az elkészítése rendkívül egyszerű. Készítéséhez felhasználható bármilyen 1,20-1,30 g/ml fajsúlyú természetes iszap, amelyik még nem tartalmaz túl sok szerves peptizáló szert (tőzegkivonat, quebracho). A szüredék kalciumtartalmának biztosításához laboratóriumi vizsgálataink szerint elegendő az iszaphoz 1 % természetes gipszet adagolni. (A felhasználandó kalciumszulfát őrlési finomságának olyannak kell lenni, hogy 90 %-a átmenjen a 0,15 mm-es lyukbőségű szitán.) A kalciumszulfát-adagolás közben általában nem észlelhető viszkozitásnövekedés. A vizleadás értéke viszont erősen megnő. Miután az iszap "átcsapása" ilyen módon megtörtént, a lugosság érté-

két kell a megfelelő szintre beállítani, óvatos NaOH adagolással (illetve, ha a szükségesnél magasabb lenne, akkor vizadagolással.) A szükséges nátriumhidroxid mennyiségét előzetes laboratóriumi vizsgálattal kell megállapítani. Ezen érték pontos beállítása igen fontos, mert egy adott iszapban a kalcium - lugosság értékek viszonya a megszabója az iszap viselkedésének, illetve stabilitásának.



3. ábra

Ennek illusztrálására szolgál a 3. ábra, amelyen egy kalciumszulfátos iszap viszkozitását tüntettük fel a lugosság függvényében. Ha az iszapban a két komponens aránya eltolódik, akkor az iszap is kimozdul egyensúlyi állapotából. Ez az eltolódás azért veszélyes, mert mint ahogy a 3. ábrából megállapítható, ez kezdetben az iszap tulajdonságainak látszólagos javulását, a viszkozitás és a mozgási ellenállás csökkenését okozhatja. Ez a "javulás", amely a kellő tapasztalatokkal nem rendelkező iszapszakembert megtévesztheti, azonban csak időleges, mert egy bizonyos érték túllépése után hirtelen koaguláció vagy esetleg a még nem hidratált szilárd anyagok erőteljes diszpergálódása következik be (a lugosság- változás irányának megfelelően), ami a teljes iszapmennyiséget tönkretetheti. A vízleadás szabályozása karboximetilcellulózzal történik. A laboratóriumi tapasztalatok szerint általában 1 % karboximetilcellulóz bekeverése elegendő. A CMC bevitele feloldott formában történjen. A CMC-víz arány 1:14-hez vagyis 100 kg CMC 1,4 m³ vízben. Ilyen CMC-víz arány mellett az oldódás

viszonylag gyorsan, kb. 1 óra alatt bekövetkezik. A fenti módon készített iszap tulajdonságai:

Fajsúly	1,20-1,25 g/ml
Viszkozitás (Fann)	23 cP
Mozgási ellenállás (Fann) 0'	144,0 dyn/cm ²
10'	312,0 dyn/cm ²
Vizleadás (7 atm, 30')	13 ml
Iszaplepleny	2 mm
Az iszap lugossága	11 ml 0,02 n H ₂ SO ₄ /ml iszap
A szüredék lugossága	0,8 ml 0,02 n H ₂ SO ₄ /ml iszap
P _H	12
Ca ⁺⁺	650 mg/l (szüredék)

Az irodalmi utalások az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok szerint az iszapnak az elkészítésnél beállott fizikai tulajdonságai hosszú ideig változatlanok maradnak, ha a lugosság értékét és a kalcium szintet az előzőekben megadott határok között tartjuk. Ez viszonylag könnyű feladat, ha az iszapot állandóan ellenőrizzük, mert a kalciumkoncentráció egészen széles határok között változhat s ezért a kalciumszulfát naponkénti adagolásával ez az érték biztosítható. A lugosság értékére megadott határok is elég nagyok. Ha valamilyen oknál fogva az egyensúly eltolódását nem észlelnénk azonnal s a viszkozitás emelkedni kezdene, a legfontosabb az, hogy először az iszap szilárd anyagtartalmát csökkentjük. Ennek elmulasztása esetén hasonlóan a közönséges gipszes iszapokhoz, akár a kalciumkoncentrációt, akár a lugosságot változtatjuk meg, az iszap viszkozitása és mozgási ellenállása erősen növekedni fog. A szilárd anyagtartalom csökkentésének legegyszerűbb módja a vizadagolás. Ezt követően természetesen azonnal vissza kell állítani a kalcium-lugosság viszonyt is a szükséges értékre, hogy a lyuk stabilitásának megszűnését megakadályozzuk. Normális üzem esetén nagyobb javításra nincs szükség, a kalciumszulfát és kis mennyiségű nátriumhidroxid naponkénti ellenőrzött adagolásával az iszap egyensúlya fenntartható. Ez az egyensúly egyben kellő biztosítékot jelent a lyuk stabili-

tásának megtartása szempontjából is. A vízleadás javításánál a továbbiakban a CMC-t nem szükséges előre feloldani, hanem szilárdan is hozzákeverhető az iszaphoz. Ebben az esetben azonban a CMC alapos, kézzel történő szétmorzsolásával kell elősegíteni azt, hogy az lehetőleg minél könnyebben tudjon oldódni az iszapban. Az ismertetett iszaptipussal sajnos még nincsenek hazai üzemi tapasztalataink s az irodalmi és laboratóriumi adatok alapján nehéz lenne megítélni az iszap használhatóságát.

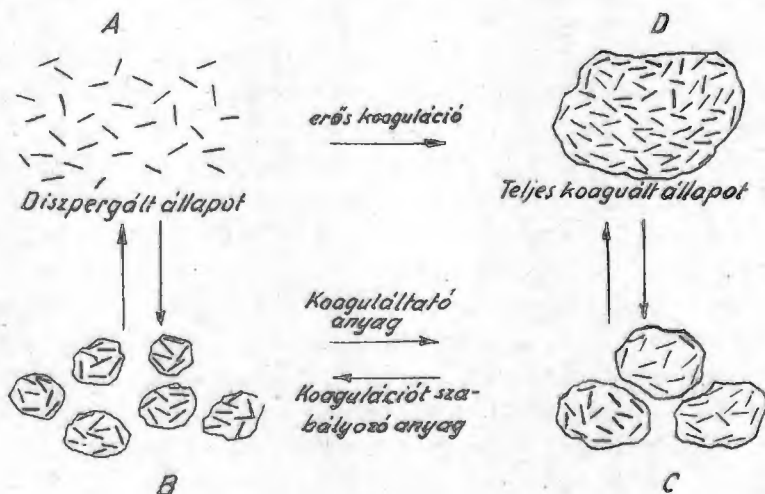
II. A RÉTEGTARTALOMBÓL ADÓDÓ NEHEZSÉGEK

A furási gyakorlat egyik leggyakoribb problémája hosszú időn keresztül a nagynyomású sósvizet tartalmazó rétegek átfurása volt. Az ilyen réteg harántolása iszaptechnológiai szempontból kettős nehézséget jelent. Az első nehézséget a nátriumklorid tartalmu víz beáramlásának kiküszöbölése jelenti, amihez sok esetben egészen nagy fajsúlyu iszapot kell előállítani, a másodikat pedig az, hogy az előállított nagy fajsúlyu iszapot az elkerülhetetlen sószennyeződés káros hatásától megóvjuk. Mivel a nagy fajsúlyu iszapoknál a nehezítő anyag megtartásához rendszerint nagyobb mennyiségű bentonit szükséges, az ilyen viszonylag nagy agyagtartalommal rendelkező iszapok az elektrolitszennyeződéssel szemben rendkívül érzékenyek. Tulajdonságaik leromlásához, már a furadékalkal az iszapba kerülő nátriumklorid mennyiség is elegendő. A nagy szilárd anyagtartalom miatt a bekövetkező viszkozitásnövekedések egyszerűen csak viszkozitáscsökkentők adagolásával nem egyenlíthetők ki, szükséges az iszap vizezése is. A viszkozitásnövekedést követő vizezés, majd nehezítés azonban csak időleges megoldást jelent, a folyamat sótartalom elkerülhetetlenül lassu növekedése miatt mind gyakrabban ismétlen. s az egyensúly feuntartása egyre nagyobb mennyiségű nehezítő anyagot emészt fel, ami erősen megemeli a furás költségeit s bizonyos sótartalom elérése után a lugozott tőzeg sem képes már kellő védelmet nyújtani a koaguláció ellen. A magas nátriumkloridtartalmu víz okozta nehézségekre igen jó példák találhatóak a hazai furási gyakorlatban. Ilyen volt pl. a B-306/b furás. Az ennél a furásnál 1750 m körül harántolt nagynyomású sósvizet tartalmazó réteg miatt több ízben a teljes

cirkuláltatott iszapmenyiséget le kellett cserélni frissen készített iszappal. Azonban a frissen készített iszap is csak egészen rövid ideig volt kondicionálható s a lyuk a rendkívüli erőfeszítések ellenére sem volt megfelelően kiképezhető. A nehézségek leküzdésére hosszú időn keresztül szinte kizárólagosan a ma már klasszikusnak számítható u.n. "kalciumbázisu" iszapot használták s jó ideig úgy látszott, hogy ez az iszaptípus az ismertetett nehézségeket teljesen megoldotta. A "kalciumbázisu" iszap létrejötte szinte a véletlennek köszönhető. Több esetben megfigyelték ugyanis, hogy a cementdugók átfurása magas pH -ju, sok quebrachot tartalmazó u.n. vörös iszappal szinte zavartalanul elvégezhető. Ez az iszapféleség a cement szennyezésére ugyanis csak vízleadásának kisebb fokú növekedésével reagált s viszkozitása gyakorlatilag változatlan maradt. Döntő jelentőségű volt azonban az a további megfigyelés, hogy az ilyen cementdugó átfurása közben spon-tán kialakuló iszap a továbbiakban úgy kalcium-, mint nátriumsók-kal való szennyeződéssel szemben nagyfokú érzéketlenséget mutat. Ezek a megfigyelések vezettek a mésszel, illetve kalciumsókkal kezelt - helytelenül kalciumbázisunak nevezett - iszapok tudatos alkalmazásához.

A kalciumos iszapokkal kapcsolatban sokféle kolloidkémiai probléma merült fel, ezek azonban hosszú ideig megoldatlanok maradtak a kutatás folyamán jelentkező ellentmondó adatok miatt s még ma sincsenek tisztázva minden részletükben megnyugtató módon. Az már a kutatások kezdeti stádiumában is látható volt, hogy az iszapkészítés közben lejátszódó kolloidkémiai folyamatokat nem lehet kizárólag a nátriumbázisu agyagoknak kalciumbázisuvá alakulására visszavezetni. Tekintettel arra, hogy a kalciumos iszapokban kalciumhidroxid, kalciumkarbonát, nátriumhidroxid, nátriumklorid rendszerint, pontosan meg sem határozható arányban, együtt van jelen, tehát az ilyen rendszerekben sem tiszta kalciumbázisu, sem tiszta nátriumbázisu agyag nem létezhet. Sőt még azt sem lehet megállapítani, hogy a kalcium vagy a nátrium ion van-e nagyobb mértékben adszorbeálva. A részletkérdések tisztázásával sok kutató foglalkozott, ezek a részletek azonban az iszaptechnológus szempontjából nem lényegesek. A végső következmény minden esetben az u.n. részleges koagulált állapot létrejötte. (Ez az állapot természetesen nem csak kalciumsókkal, hanem

bármely más egyensúlyban tartható koaguláltató hatást kifejtő anyaggal elérhető.) Az agyagos iszapok minden sajátosságát a bennük diszpergált agyagrészecskék sajátosságai szabják meg. Ezek viselkedése viszont messzemenően függ diszperzitás-fokuktól, illetve ami ezzel egyértelmű, fajlagos felületüktől. Az iszapokban lejátszódó a viszkozitás és a víztartókéesség megváltozására vezethető reakció az agyagrészecskéken lejátszódó felületi változásra vezethető vissza. Ezért a diszperzitás-fok, illetve ennek megfelelően a fajlagos felület növekedése kedvezőbb feltételeket jelent az iszap tulajdonságait befolyásoló felületi változások létrejöttéhez. Következésképpen tehát a teljesen diszpergált agyagrészecskéket tartalmazó iszapok - pl. a tőzeggel kezelt természetes iszapok - mint maximális fajlagos felülettel rendelkező kolloid rendszerek, érthető módon rendkívül érzékenyek minden elektrolittal szemben. Az iszapok elektrolit érzékenysége irányított,



4. ábra

jól kézben tartható koagulációval, amelyet valamilyen elektrolit adagolásával érünk el, csökkenthető. A koaguláltató elektrolitok pl. kalciumsók hatására az iszapokban végbemenő változások erősen leegyszerűsítve a 4. ábrának megfelelő módon foglalhatók össze. Az ábrán az A állapot jelenti a koaguláltató elektrolitot nem tartalmazó iszapnak megfelelő teljesen diszpergált állapotot. Ha az ilyen iszaphoz megfelelő elektrolitot adagolunk, akkor meg-

indul a koaguláció az elektrolitnak az agyagrészecskék felületén történő adszorpciója miatt (B-C állapot), amelynek mértéke az elektrolit koncentrációjától és hatásosságától függ. Végül bekövetkezik az iszap teljes koagulációja (D állapot). A koaguláció az agyagrészecskék tömörülésére, tehát fajlagos felületük csökkentésére vezet. Ha valamilyen, a koagulációt szabályozó anyaggal az iszapot sikerült valahol az A és D állapot között tartani, akkor az ilyen iszapfeleség a benne lévő agyagok lényegesen kisebb fajlagos felülete miatt a további koagulátató hatásokkal szemben már kevésbé lesz érzékeny. Tehát az agyagkolloidoknak ez a részlegesen koagulált állapota az a tényező, ami a furási szempontból kedvező iszaptulajdonságokat biztosítja. A részlegesen koagulált állapot előállításához lényegileg kétféle anyagra van szükség. Az egyik, amelyik a koagulációt létrehozza, a másik, amelyik a koagulációt megakadályozza. Az u.n. "kalciumbázisu" iszapoknál a koagulátató elektrolit kalciumhidroxid, a koagulációt szabályozó anyag pedig nátriumhidroxid. Mivel a nátriumhidroxid koncentrációjának növelésével erősen csökkenti a kalciumhidroxid oldékonyságát, a beadagolt nátriumhidroxid mennyiségével az iszapban mindig feleslegben lévő szilárd kalciumhidroxidból feloldódó mennyiség jól szabályozható. Ezáltal a kalciumion adszorpciója, végső fokon az iszap tulajdonságai is jól kézben tarthatók. Mivel a nátriumhidroxid csak a kalciumhidroxid oldékonyságát, tehát adszorpcióját s ezáltal a létrejövő koaguláció mértékét csökkenti, de a már koagulált részekre nem fejt ki kellő diszpergáló hatást, szükség van még valamilyen, az agyagrészecskék diszpergálódását biztosító anyag jelenlétére is. Erre az anyagra különösen az iszap elkészítésének kezdeti szakaszán van szükség, hogy a hirtelen fellépő koaguláció hatására bekövetkező erős viszkozitás növekedést csökkentse. A "kalciumbázisu" iszapoknál erre a célra az egyik legrégebben használatos viszkozitáscsökkentő anyag a quebracho is megfelelt, mivel ennél az iszaptípusnál a szüredék kalciumtartalma nem haladja túl a 200-300 mg/l értéket. A későbbiek során a quebrachot azután teljesen kiszorították a szulfitszennylug s a belőle előállított különféle lignoszulfonát származékok, olcsóságuk s egyéb, a későbbiekben még ismertetendő előnyös tulajdonságaik miatt. Az iszaphoz használatos negyedik adalékanyag valamilyen szerves

viztartókéességét javító anyag. Ez kezdetben keményítő volt, de a későbbiek folyamán a CMC teljesen kiszorította. A "kalciumbázisu" iszap előállításának módja s az ehhez szükséges vegyszerek mennyisége az irodalomban több helyen megtalálható. A teljesség kedvéért itt azonban mégis ismertetjük a hazai iszapok sajátosságainak leginkább megfelelő elkészítési módot, illetve az optimális vegyszermennyiséget. Az elkészítéshez szükséges vegyszerek: 1 % kalciumoxid, 0,6 % nátriumhidroxid, 0,8 % szulfitszennylug (poralaku), 1 % CMC (a százalékok, mint a legtöbb helyen az iszapszakirodalomban, egyes százalékban értendő, vagyis súly/térfogat/. A vegyszereket célszerűbb általában oldott formába vinni az iszaphoz. (A szulfitszennylug 10 %-os oldat formájában. Az oldathoz általában a feloldandó szulfitszennylug mennyiség 1/5-ével egyenlő súlyu nátriumhidroxidot is adagolnak. Az égetett meszet 1:3 kalciumoxid-viz arány mellett megoltják. A nátriumhidroxid pedig 30-35 %-os oldat formájában kerül az iszaphoz. A CMC-t is célszerű feloldani, sulya 14-szeresének megfelelő vízmennyiségben, mert így elkeverése jobban biztosítható.) Az iszap elkészítése általában a következőképpen történik. A kezelendő iszapmennyiség 1/5-részt kb. 1,12 g/ml-es fajsúlyura higitják a vegyszerek adagolása közben esetleg jelentkező zavaró mértékű sűrűsödés elkerülésére s ehhez keverik az egész iszapmennyiséghez szükséges szulfitszennylug mennyiségét. Ennek alapos elkeverése után beadagolják az oltott meszet és a nátriumhidroxid oldatot 4-5 részletben, az adagolást felváltva végezve. Az így elkészített iszaprészletet összekeverik s még kezeletlen iszappal s ehhez adagolják hozzá a szükséges mennyiségű CMC-t. Egy, a fenti módon elkészített iszap tulajdonságai a következőképpen alakultak:

Fajsúly	1,27 g/ml
Vizleadás (7 atm, 30')	1,6 ml
Iszapleány	1,5 mm
Viszkozitás (Stormer 600 f/p)	77,5 cP
Mozgási ellenállás 0'	3 g
10'	21 g

Az iszap viselkedéséről és kezeléséről szerzett tapasztalatok a következőkben foglalhatók össze. A jól elkészített "kalciumbázisu" iszap tulajdonságai az elkészítés után hosszú ideig

változatlanok maradnak. Rendszerint csak 6-7 napos furás után szokott némi viszkozitás emelkedés jelentkezni. Ez a viszkozitás-növekedés, ami rendszerint a kalciumhidroxid mennyiség csökkenésének a jele, 0,2-0,5 % oltottmész és 1/5-öd résznyi nátriumhidroxid adagolásával jól kiegyenlíthető. Peptizálószer adagolására rendszerint csak nagyobb viszkozitás emelkedése utáni mész és lug adagolás után volt szükség. A nagyobb viszkozitás emelkedések azonban a nátriumhidroxid-kalciumhidroxid arány állandó ellenőrzése esetén elkerülhetők. A kondicionálásnál ügyelni kell arra, hogy a két komponens mennyiségét lehetőség szerint az iszap elkészítésénél beállított értéken tartsák.

A "kalciumbázisu" iszapot a hazai furási gyakorlatban is több esetben használták és sok olyan probléma megoldására sikeresen alkalmazható volt, amelyek ezen iszaptípus nélkül szinte leküzdhetetlen nehézséget jelentettek volna. Az első nehézség a "kalciumbázisu" iszappal kapcsolatban az egyik lovászi mélyfurásnál jelentkeztek s ezzel hazai viszonylatban is egy új iszap-probléma vetődött fel, az iszapok hőstabilitásának kérdése. Az ennél, a lovászi furásnál alkalmazott "kalciumbázisu" iszap viszkozitása 3000 m-es mélység körül lassan emelkedni kezdett s végül is az iszap minden javítási kísérlet ellenére teljesen szivattyuzhatatlanná vált. Hasonló nehézségek jelentkeztek később egy alföldi furásnál is. A laboratóriumunkban elvégzett nagyszámu vizsgálat az irodalmi adatokkal egybehangzóan igazolta, hogy a változás oka a magas hőmérséklet. A magas hőmérséklet az ilyen típusu iszapokban kezdetben kolloidkémiai, hosszabb idő után viszont kémiai változásokat okoz, amelyek az iszapok nagyfoku sűrűsödéséhez vezetnek. Ezen iszapok hőhatással szembeni érzékenysége különböző módszerekkel bizonyos mértékben befolyásolható, azonban nem sikerült olyan eljárást találni, amellyel a "kalciumbázisu" iszapok furástechnológiai szempontból fontos tulajdonságai magas hőmérsékleten hosszabb ideig változatlanul lenne tartható. A laboratóriumi vizsgálatok a furási tapasztalatokkal egybehangzóan azt bizonyították, hogy a hosszabb ideig magas hőmérséklet hatásának kitett "kalciumbázisu" iszap a leggondosabb kondicionálás mellett is igen sűrű, nagy viszkozitással és mozgási ellenállással rendelkező, alig vagy egyáltalán nem szivattyuzható szuszpenzióvá válik. A szokásos javítóanyagok a sűrűsödést megakadályozni nem tudják, csak

annak sebességét képesek csökkenteni s ez a hatásuk is függ az iszap szilárd fázisának összetételétől és az iszapban oldott elektrolitok minőségétől és mennyiségétől. Ebből is kitűnik az iszapokban magas hőmérsékleten lejátszódó folyamatok bonyolult volta, ami a kérdés elméleti oldalának tisztázását rendkívüli módon megnehezíti.

III. A MAGAS RÉTEGHŐMÉRSÉKLETBŐL ADÓDÓ PROBLÉMÁK

A harmadik csoportba sorolt rétegneheztség a harántolt, magas hőmérsékletű rétegek okozta iszaptechnológiai problémákban jelentkezik. Az iszapok magas hőmérséklet okozta sűrűsödése bár legélesebben a "kalciumbázisu" iszapokkal kapcsolatban lépett fel, már ezen iszap típus alkalmazása előtt is sok zavart okozott. A hazai furási gyakorlatból szinte már klasszikus példa erre a lovászi 200-as furás esete. Az itt használt normális iszap 3000 -m körüli mélységben fellépő rendkívül sűrűsödését sem az átlagosnál nagyobb fajsúllyal, sem pedig a használt vegyszerek nem megfelelő minőségével kielégítően magyarázni nem lehetett. A későbbiek folyamán a jelenség tisztázása céljából elvégzett vizsgálatok egyöntetűen azt igazolták, hogy a sűrűsödés oka kizárólag a lyuk magas hőmérsékletében keresendő. A normális iszapokkal elvégzett nagyszámú laboratóriumi vizsgálat azt bizonyította, hogy melegítés hatására a közönséges iszapokban olyan kolloidkémiai változások mehetnek végbe, amelyek az iszapok viszkozitásának és mozgási ellenállásának nagyfokú növekedéséhez vezetnek. Ezeknek a változásoknak az oka éppen úgy, mint az iszapok elektrolit érzékenységi, a teljesen diszpergált állapotban lévő agyagásványok nagy fajlagos felületéből következő tulajdonságokra vezethető vissza. Ezekkel a kutatásokkal kapcsolatban alakult ki az u.n. részlegesen koagulált állapot fogalma s az erre az állapotra alapozott iszapok elmélete. Az erre vonatkozó leglényegesebb következtetéseket az előző részben a 4. ábrával kapcsolatban már ismertettük. Az elv lényege az, hogy az agyagásványok nagy fajlagos felületéből adódó érzékenységet irányított, jól kézben tartható koagulációval csökkentik, létrehozzák az agyagásványok kisebb fajlagos felülettel rendelkező részlegesen koagulált állapotát.

Az, hogy a kalciumbázisú iszapok a bennük lévő agyagásványok részlegesen koagulált állapota ellenére sem bizonyultak alkalmasnak a magas hőmérséklet okozta problémák leküzdésére, ezen iszapok magas nátriumhidroxid és kalciumhidroxid tartalmával s az ebből adódó magas p_H -val magyarázható. A laboratóriumi kísérletek igazolták, hogy a részlegesen koagulált állapotban lévő agyagásványokat tartalmazó iszapok hővel szembeni érzékenysége a p_H emelésével fokozatosan nő. A 12-es p_H érték túllépése után az érzékenység egyre rohamosabban növekszik annyira, hogy az ilyen magas p_H -val rendelkező iszapok hővel szembeni érzékenysége a részlegesen koagulált állapot ellenére nagyobb, mint a normális iszapoké. Az irodalmi adatok szerint ezekben az iszapokban magas hőmérsékleten a nátriumhidroxid és kalciumhidroxid az agyagásványokkal kémiai reakcióba lép s ennek következtében olyan kalcium-alumínium-hidroszilikátok keletkeznek, amelyeknek összetétele hasonló a cementekben található anyagokéhoz. Az iszap erőteljes sűrűsödését tehát ezeknek a kalcium-alumíniumhidroszilikátoknak a nagyfokú vízfelvétele, illetve cementszerű megkötődése okozza. A magas p_H megszüntetésével, illetve a kalciumhidroxid más elektrolittal való helyettesítésével sikerült is olyan iszaptípusokat előállítani, amelyek a magas hőmérséklet okozta problémák kiküszöbölésére is alkalmasnak látszóttak.

Míg a sós vizetek okozta nehézségek leküzdésére használatos iszaptípusokban a kellő védelmet nyújtó részlegesen koagulált állapot eléréséhez elegendő volt a 200 mg/l körüli kalciumkoncentráció, addig a kellő hőstabilitást biztosító állapot eléréséhez már magasabb elektrolitkoncentrációra van szükség. Az erre a célra alkalmas iszapfélések szüredéke, kalciumtartalmának 400-800 mg/l között kell lennie. A koaguláltató elektrolit ezekben az iszapokban a kalciumsulfát. Az iszapoknak ez a magas kalciumtartalma újabb problémát vetett fel. Mint az előzőekben említettük, a részlegesen koagulált állapotban lévő iszapokban a koagulációt fenntartó és az azt szabályozó anyag mellett szükség van még valamilyen diszpergáló szerre is. Addig, míg az iszap szüredékének kalciumtartalma nem lépi túl a kb. 300mg/l-es értéket, peptizálószerként az átlagosan használatos szerves viszkozitáscsökkentő anyagok (quebracho, kalciumlignoszulfonát vagy másnéven szulfitszennylug) is megfelelnek. Magasabb kalciumtartalommal

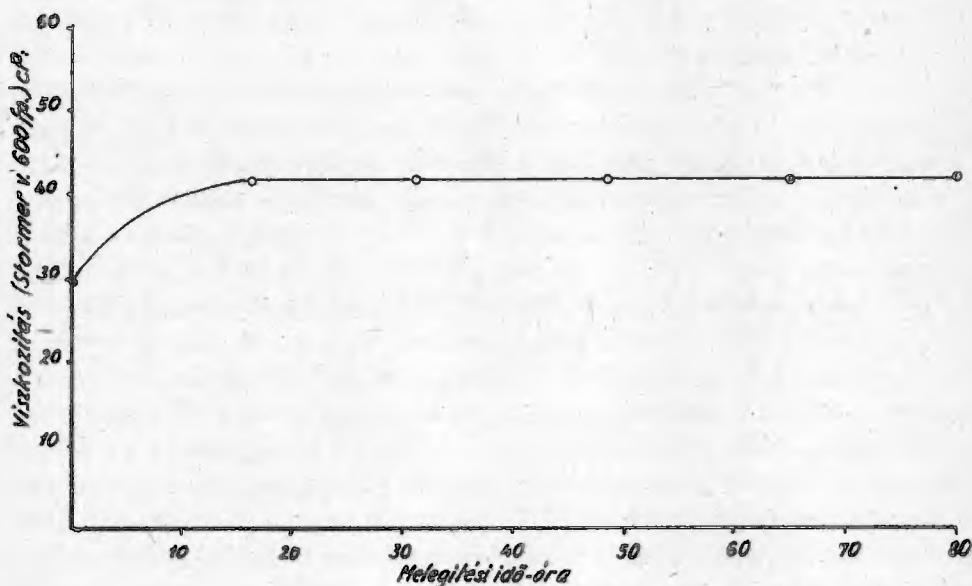
azonban ezek már nem használhatók. Ez a körülmény a kalciumszulfátos iszapok elterjedését hosszú időn keresztül akadályozta, mivel az iszapoknál egy bizonyos furási idő eltelte után jelentkező magas viszkozitás és mozgási ellenállás kiküszöbölésére nem állt rendelkezésre megfelelő viszkozitáscsökkentő s az iszap kondicionálásának egyetlen módja a vízzel való higitás volt, ami különösen nagy fajsúlyú iszapoknál a javításnak nem a leggazdaságosabb módja. Az utóbbi időben sikerült olyan anyagokat találni, amelyek az ilyen magas elektrolittartalmú iszapok esetében is sikerrel alkalmazhatók. Laboratóriumunkban is számtalan vizsgálatot végeztünk a kalciumszulfátos iszapok elkészítésével kapcsolatban. Vizsgálataink során a viszkozitás szabályozására a nyugati importból származó Q-broxin mellett két Csehszlovákiából származó anyagot találtunk alkalmasnak, a Vun-kortánt és a klórozott alkáliszulfitolignint. Ezek alapján a megfelelő hőstabilitással és elektrolitokkal szembeni érzéketlenséggel rendelkező iszapok elkészítésére alkalmasnak talált receptura a következőképpen alakult:

Az iszap elkészítéséhez felhasználható bármelyik maximálisan 1,30 g/ml-es fajsúlyú iszap, amelynek kezeléséhez előzetesen még nem túl sok kemikáliát (főként foszfátfeleségeket) használtak. Ehhez az iszaphoz legelőször a koaguláltató elektrolitot, esetünkben 1 % kalciumszulfátot kell fokozatosan, több részre osztva hozzákeverni. Ezután kerül sor valamilyen nagy hatású szintetikus diszpergálószer beadagolására, amely lehet akár Vun-kortán, akár klórozott alkáliszulfitolignin lugos oldata. (Viszkozitáscsökkentő lug arány 5:1-hez), majd a víztartóképeség beállítására 1% CMC-t is adunk az iszaphoz. A fenti módon elkészített iszap tulajdonságai a következők lesznek:

Fajsúly	1,25 g/ml
Viszkozitás (Stormer 600 f/p)	41 cP
Mozgási ellenállás 0'	2 g
10'	4 g
Vizleadás (7 atm, 30')	3 ml
Iszapleplegény	2 mm

Az iszap neheztve:

Fajsúly	1,70 g/ml
Vizkozitás (Stormer 600 f/p)	47 cP
Mozgási ellenállás 0°	4 g
10°	8 g
Vizbadás (7 atm, 30°)	12 ml
Izszaplepeny	3 mm



5. ábra

Ca SO₄-os iszap viszkozitásának változása a melegítési idő függvényében. melegítés 200 C°-on

Az iszap tulajdonságai magasabb hőmérsékleten is hosszabb ideig állandók. Egy ilyen iszap tulajdonságainak változását tünteti fel a melegítési idő függvényében az 5. ábra.

A laboratóriumi tapasztalatok szerint a 120 C°-on tartott iszap készítésekor beállított tulajdonságait hosszú időn át megtartja. 120 C°-nál magasabb hőmérsékleten a CMC bomlása miatt megindul az iszap vízleadásának növekedése, ami a hőmérséklet emelésével egyre kifejezettebbé válik. 150 C° feletti hőmérsékleten 16 óra alatt a CMC gyakorlatilag teljesen elbomlik, a vízleadás értéke rohamosan nő. Ugyanakkor ilyen hőmérsékleten a viszkozitás

és mozgási ellenállás értékében nem észlelhető változás. Ezek a tulajdonságok a vizsgálatok eredményei szerint még 200 C^o-on sem változnak meg számottevő módon. Azt a hőmérsékleti határt tehát, ameddig az iszap zavar nélkül használható, kizárólagosan az előállításnál felhasznált szerves vízleadáscsökkentő stabilitása szabja meg. Megfelelő hőtűrési tulajdonságokkal rendelkező viztartóképeséget biztosító anyag használata esetén az egybehangzó irodalmi adatok és laboratóriumi vizsgálatok szerint a fenti módon elkészített iszap 200 C^o-os réteghőmérséklet esetén is biztonságosan használható.

A hőstabil iszapok előállítása terén további fejlődést jelentett a kalciumtartalmu kapilláraktív anyagokkal kezelt iszapok előállítása, melyet a nyugati iszapszakirodalom egy ideig a hőstabilitási probléma végleges megoldásaként emlegetett. Ez az iszapféleség a kalciumszulfát mellett még egy speciális nagy molekulásulyu, nem ionos jellegű kapilláraktív anyagot is tartalmaz (a kapilláraktív anyag fenol-etilénoxid kopolimer, amelyben 30 mol etilénoxid van), amelyik elősegíti a részlegesen koagulált állapot fenntartását, illetve az agyagrészecskék felületén adszorbeálódva akadályozza a magas hőmérsékleten bekövetkező kolloidkémiai változások létrejöttét. A kapilláraktívanyag ezenkívül a viztartóképeség javításához használt anyag hatásosságát is megnöveli. A felületaktív anyag (rövidített neve D.M.S.) a fentiekén kívül az iszapnak még többféle előnyös tulajdonságot kölcsönöz. Többek között a minimálisra csökkenti a furadék diszpergálódását, ezáltal csökkenti az iszapba beépülő szilárd anyag mennyiségét. A felületaktív anyag ugyanis adszorbeálódik a furadék és a harántolt közet felületén, ezáltal megakadályozza hidratációjukat. A felfurt nagyobb közet részecskék így nem képesek szétesni az iszapban, tehát rázó-szitával vagy más mechanikus módszerekkel könnyen eltávolíthatók. Az iszap felületaktív anyag-tartalma szüredéke a termelő homokokat is lényegesen kisebb mértékben károsítja, részben azért, mert a felületaktív anyag-tartalmu szüredékben az infiltrált homokok agyagtartalma nem képes duzzadni, részben pedig azért, mert a szüredékben lévő kolloid agyagrészecskék a részlegesen koagulált állapot miatt lényegesen nagyobb méretűek, ezért csak egészen rövid szakaszon képesek beszűrődni a porózus zónába. A felületaktív anyag további előnyös hatása még az is, hogy ad-

szorpciója következtében lényegesen csökkenti az egyes agyagrészcsek között fellépő erőhatásokat, ezáltal nem tud az iszapban nagy tixotrópia és differenciális viszkozitás kialakulni még magasabb hőmérsékleten sem.

A felületaktív anyagok iszap akár természetes iszaptól, akár bentonit szuszpenzióból elkészíthető. Ha az elkészítéshez természetes iszapot használunk, akkor a következő feltételeket kell betartani. 1. Ha az iszaphoz előzőleg túl sok kemikáliát adtak, akkor az első lépés a kemikáliák koncentrációjának csökkentése, amit legegyszerűbben vizezéssel oldhatunk meg. (Különösen fontos ez akkor, ha az iszap foszfátokat tartalmazott, mert ezek az "átcsapást" lassítják.) 2. A p_H -t lehetőleg úgy kell beállítani, hogy 9 alatt legyen. 3. Az iszap szilárd anyagtartalmát csökkenteni kell. A fajsúly ne legyen magasabb, 1,18-1,20 g/ml-nél. Az "átcsapáshoz" szükséges anyagok:

CaSO ₄	1 - 2 %
CMC	0,5- 1,5 %
DMS	2 - 3,5 %

Az "átcsapást" célszerű gödörben vagy tartályban végezni, mert az elkészítés első fázisában az iszap viszkozitása, de főként a vízleadás erősen megnő, ami veszélyeztetheti a lyuk épségét. Először a kalciumszulfátot kell az iszaphoz keverni olyan gyorsan, ahogy csak lehetséges, hogy az átmeneti viszkozitás emelkedés elkerülhető legyen. (A kalciumszulfát szükséges mennyiségét előzetes labor kísérlettel kell meghatározni.) Ezután az iszapot 3 órán át erőteljesen puskázzuk. (Ha az 50-60 C°-ra való felmelegítés lehetséges, akkor másfél órai puskázás is elegendő.) A kalciumszulfát beadagolása után a CMC-t kezdjük adagolni. A szükséges CMC mennyiség 1/5-ének bevitele után lehet hozzákezdeni a DMS elkeveréséhez. A szükséges DMS mennyiség gyorsan hozzáadható az iszaphoz a további CMC mennyiséggel együtt. (A DMS tömény oldat formájában kerül forgalomba. Ebből annyit kell az iszaphoz keverni, hogy szüredékében kb. 0,5-1 %-nyi DMS felesleg legyen. A szüredék DMS-tartalom meghatározásával a függelékben foglalkozunk.) A szükséges adalékok bevitele után az iszapot még kb. félóráig kell puskázni s csak azután nyomható be a lyukba.

Ha nincs megfelelő természetes iszapunk, a felületaktív anyag iszap elkészítéséhez akkor 4-6 %-os bentonitszuszpenzióból is elkészíthetjük az előzőekben már ismertetett módon. A kész felületaktív anyag iszap tulajdonságai:

Fajsúly	1,18	g/ml
Viszkozitás (Stormer 600 f/p)	23	cP
Mozgási ellenállás, 0'	2	g
10'	5	g
Vizleadás (7 atm, 30')	3	ml
Iszaplepleny	1	mm

Ha a frissen készített iszap nehezítésekör ülepedne, 0,2-0,5 % CMC-t vagy 1-2 % bentonitot kell hozzáadni. A felületaktív anyag iszap kezelését ugyanazok a tényezők határozzák meg, mint az egyéb iszapokét: A furás szelvénye és sebessége, a harántolt rétegek minősége, a szükséges vizleadás, stb. Az iszap vizsgálatánál az általánosan meghatározott paramétereken kívül meg kell határozni az iszap szüredékének CaSO_4 -tartalmát és a feleslegben lévő felületaktív anyag mennyiségét is. Az iszap kondicionálásának módjára pontos receptet adni a furási feltételek változása miatt nem lehet. Egy-két napi megfigyelés után azonban ez minden esetben kialakítható. Általános irányelvként kimondható, hogy az iszap tulajdonságai akkor a legmegfelelőbbek, ha kalciumszulfát-tartalma 0,8-1,5 % között változik, szüredékének DMS feleslege pedig nem csökken 0,5 % alá. A vizleadás nagysága CMC-vel szabályozható. A szükséges mennyiséget mindig a furás körülményei szabják meg. A viszkozitás és mozgási ellenállás Q-broxin és nátrium-hidroxid adagolásával változtatható. (A Q-broxin szulfitszenny-lugból készített nagy hatású diszpergálószer, a ferrokróm lignoszulfonát kereskedelmi neve. Felhasználásánál a lug-diszpergáló szer aránya az iszap p_H -jének megfelelően 1:1-től tetszőleges arányig változtatható, mivel a Q-broxin lug nélkül is jól oldódik.)

Ha az iszapnak csak a 10'-es mozgási ellenállása magas s egyéb tulajdonságai normálisak, ez azt jelenti, hogy a gyors furás miatt nagy a szilárd anyagtartalom beépülés, tehát az iszapot vizezni (illetve, ha lehetséges, centrifugálni) kell. Abban az esetben, ha az iszap gáz vagy levegő zárványokat tartalmaz és kezdeti mozgási ellenállása magas, akkor Q-broxin és víz adagolás szükséges.

Az iszap p_H -jának normális körülmények között 8-9,5 között kell lennie. A 9,5-nél nagyobb p_H Q-broxin lug nélküli adagolásával csökkenthető anélkül, hogy az iszap kalciumtartalmát csökkentenénk.

A felületaktív anyagok iszappal eddig csak laboratóriumi tapasztalataink vannak, amelyek jórészt megegyeznek az irodalmi utalásokkal. Az iszap üzemi alkalmazását erősen gátolja az a körülmény, hogy az elkészítéséhez és kondicionálásához nagy mennyiségű és meglehetősen drága felületaktív anyagra van szükség, amelynek beszerzése egyelőre csak nyugati importból lehetséges. A felületaktív anyag magas ára különben a nyugati országokban is erősen korlátozta ennek az iszaptípusnak szélesebb körben történő alkalmazását. Az iszaptechnológusok ezért a DMS helyett igyekeztek más anyagokat találni a kalciumszulfátos iszapok hőstabilitásának biztosítására. Ezeknek a kutatásoknak az alapján alakultak ki a különböző kromátvegyületekkel kezelt iszapok. Az irodalmi utalások szerint a kalciumszulfátos iszapok hőtürése erősen megjavítható, ha 0,3-0,4 % nátriumkromátot, illetve ennek megfelelő mennyiségű nátriumbikromátot és nátriumhidroxidot adagolunk hozzájuk. A kromátos kezelést követően természetesen erősen csökken az iszap kalciumtartalma. Ahhoz, hogy az iszap feladatának megfeleljen, legelőször az eredeti kalciumkoncentrációt kell visszaállítani. Ez további megfelelő kalciumvegyület ($CaSO_4$, esetleg $CaCl_2$) adagolásával biztosítható. Az iszap kondicionálásának módja máskülönben mindenben megegyezik a normális kalciumszulfátos iszapéval. Újabb nátriumkromát adagolásra csak akkor van szükség, ha az iszap vizsgálata azt mutatja, hogy a magas hőmérséklet hatására kémiai egyensúlya felbomlóban van. Az egyensúly megbomlásának legbiztosabb jele a szüredék lugosságának erős csökkenése, illetve a 0'-os mozgási ellenállás erős növekedése. Ebben az esetben az egyensúly 0,1 % nátriumkromát, megfelelő mennyiségű $CaCl_2$ (illetve $CaSO_4$) és NaOH adagolásával állítható helyre. Az irodalmi utalások szerint az így kezelt kalciumszulfátos iszap stabilitása 160 C°-on is huzamos ideig fenntartható.

A 160 C°-ot meghaladó hőmérséklet felett az iszapok víztartókéességét CMC-vel már nem lehet biztosítani. Más, jobb hőtürési tulajdonságokkal rendelkező víztartókéességét javító anyagok alkalmazására van tehát szükség. Ilyen anyagok a külön-

böző kereskedelmi nevek alatt (kylo és gyan) forgalomba hozott víz-oldható polimetakrilát-féleségek. Ezek az anyagok 200 C°-ig is képesek biztosítani a víztartóképeességet. Egyetlen hátrányuk az, hogy a kalcium-ionokkal szemben rendkívül érzékenyek, teljesen koagulálnak s elvesztik hatásukat. Tehát kalciumtartalmu iszapok javítására nem használhatók. A nem ionos jellegű felületaktiv anyagok (DMS) alkalmazása lehetővé teszi azonban, hogy a megfelelő hőstabilitást biztosító részlegesen koagulált állapotot kalcium-sók helyett nátriumkloriddal hozzuk létre. Az ilyen, u.n. alacsony nátriumklorid-tartalmu felületaktiv anyagos iszap elkészíthető ugy kalciumsulfátos, mint természetes iszaphból. Ha a készítéshez CaSO₄-os iszapot használunk, akkor az első feladat a kalcium-ionok eltávolítása. Ez nátriumkarbonát adagolásával vélsítható meg. A kalcium-ionok eltávolítása után 1,5 % NaCl-ot adunk az iszaphoz. Amennyiben az átcsapás közben megnövekedne a viszkozitás, akkor a szükséges mértékben vízzel hígítjuk az iszapot. Természetes iszaphból vagy bentonitszuszpenzióból ugyanugy készíthetjük el az iszapot, mint ahogy azt a kalciumsulfátos felületaktiv anyagos iszap elkészítésénél leírtuk azzal a különbséggel, hogy a CaSO₄ helyett itt 1,5 % NaCl-ot keverünk az iszaphoz. A NaCl-os felületaktiv anyagtartalmu iszap kezelésére ugyanazok az előírások érvényesek, mint a kalciumsulfátoséra, csak itt a NaCl szintet kell a készítéskor beállított értéken tartani s a víztartóképeesség javítására valamilyen polimetakrilát-féleséget (kylo vagy gyan) használunk. Az iszap a kalcium-szennyezésre érzékeny, ezért állandóan ellenőrizni kell a szüredék Ca-tartalmát is s ha szükséges, Na₂CO₃ adagolással az iszapot kalciummentesíteni kell. Ennél az iszaptípusnál a felső hőmérsékleti határt szintén a víztartóképeességet javító anyag hőtűrése határozza meg. Irodalmi adatok szerint akrilátok esetén a felső hőmérsékleti határ kb. 200 C°. Ujabb utalások szerint akrilátok helyett a NaCl-os iszapok víztartóképeességének javítására felhasználható egy huminsavból készített peptizáló szer a Carbonox is. Ebből az anyagból meglehetősen nagy mennyiség (2,5-3 %) szükséges. Ilyen mennyiség alkalmazása esetén az irodalmi utalások szerint 230 C°-ig biztosítható a NaCl-os iszap vízleadása. Laboratóriumi vizsgálataink ezeket az irodalmi adatokat nem igazolták. A Carbonoxszal kezelt iszapok vízleadása már 200 C°-on történő

melegítés esetén is erős ingadozást mutatott a bizonyos melegítési periódus után egészen nagy javító adagokkal sem volt 20 ml alá (7 atm, 30°) vihető.

Az eddig ismertetett iszapféleségek mindegyike valamilyen koaguláltató elektrolittal, illetve emellett még felületaktív anyaggal biztosította a hőstabilitást. Kondicionálásuk ezért viszonylag sok paraméter meghatározását és állandó kézbentartását kívánta meg, ami a velük való dolgozást megnehezítette, illetve az átlagosnál nagyobb szakértelmet és felkészültséget kíván. A kutatások arra irányultak tehát, hogy olyan anyagokat találjanak, amelyekkel az eddigieknél egyszerűbb módon biztosítani lehet a hőstabil állapotot. Az utóbbi évek irodalmi adatai alapján úgy látszik, hogy a különböző lignin, illetve lignoszulfonát alapú diszpergáló szerekben sikerült is megtalálni ezeket az anyagokat. Néhány egészen magas (210-220 C°) hőmérsékletű lyuk lefurasáról szóló közlemény két anyagot emleget, amelyek ezen a hőmérsékleten is képesek voltak biztosítani az alkalmazott alacsony agyagtartalmu iszap stabilitását. Ez a két anyag a krómlignin, illetve a krómlignoszulfonát. A krómlignin-krómlignoszulfonát-tartalmu iszapok az irodalmi utalások szerint sok előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Jó hőtűrési tulajdonságaik mellett a legfontosabb kondicionálásuk rendkívül egyszerű módja. Bentonit, nátriumhidroxid, krómlignin, krómlignoszulfonát adagolásával, illetve vízzel az iszapok minden tulajdonsága beállítható a megkívánt értékre. Az iszap elkészítése is rendkívül egyszerű. A legelső feladat az, hogy az adalék-anyagoknak megfelelő szilárd anyag bázist biztosítsunk. Ezért először a ballaszt anyagot, foszfátos kezeléssel, kiejtjük az iszaphól, majd ezt követően, bentonitos kezeléssel (ha szükséges) úgy állítjuk be a viszkozitást, hogy az iszaptölcsérrel mérve, 40-45/29 mp közötti legyen. Ezután kb. 1% krómlignint, 2% krómlignoszulfonátot és 0,5-0,6% NaOH-ot adunk az iszaphoz, majd a szükséges fajsúlyra nehezítjük. Ha az így elkészített iszap viszkozitása túl alacsony vagy vízleadása túl magas lenne, még bentonitot adagolunk hozzá. Az iszap további kondicionálásához normális furási ütem esetén általában, naponta kb. 0,1% krómligninre és 0,2% krómlignoszulfonátra van szükség. (A furás-ütemétől és a furt formációtól függően természetesen a szükséges anyagok mennyisége nagyobb vagy kisebb is lehet.) A víz-

leadás és a viszkozitás, mint az előzőekben már említettük, bentonit adagolással szabályozható. Az irodalmi utalások szerint a fenti módon elkészített iszap 36 % szilárd anyag-tartalom mellett is egészen magas, 270-280 C^o-os hőmérsékletig stabil marad és érzéketlen az elektrolit-szennyezésekkel szemben is. Ezzel az iszaptípussal azonban sajnos még laboratóriumi tapasztalataink sincsenek s csak az irodalmi adatokra támaszkodva nehéz lenne megmondani, hogy a hazai viszonyok között hogyan használható.

Általában elmondhatjuk, hogy mind azok az iszapféleségek, amelyek a magas hőmérséklet okozta nehézségek leküzdésére alkalmasak, az átfurt rétegek védelme szempontjából is messzemenő biztonságot jelentenek. Magas elektrolit-tartalmuk nemcsak a harántolt rétegek hidratálódását akadályozza meg, illetve a részlegesen koagulált állapotot s az ebből származó már ismerttetett előnyöket biztosítja, hanem közvetlen védelmet jelent a termelő homokrétegek számára is. Az átlagos iszapok szüredéke sok kolloidális finomságu anyagrészecskét tartalmaz, melyek az elárasztott zóna eltömődését okozhatják. A részlegesen koagulált állapotban lévő iszapokban az agyagrészecskék nagyobb mérete miatt ilyen hatás nem jöhet létre.

Az elmondottak természetesen csak hézagos áttekintését jelentik azoknak az iszaptechnológiai problémáknak, amelyek az egyes rétegnehézségekkel kapcsolatban felmerülhetnek. Az összeállítás célunk inkább az volt, hogy a problémák ismerttetése mellett rövid vázlatot adjunk azokról a módszerekről és lehetőségekről, amelyek az egyes nehézségekkel kapcsolatban rendelkezésre állnak.

FÜGGELÉK

AZ EGYES SPECIÁLIS ISZAPFAJTÁKKAL KAPCSOLATOS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

1. A vízüveges iszap nátriumszilikát-tartalmanak meghatározása

Ahhoz, hogy a vízüveges iszapok meg tudják akadályozni az agyagok hidratálódását és szétesését, szüredéküknek meghatározott mennyiségű vízüveget kell tartalmaznia. Az iszap nátriumszilikát-tartalmának pontos mennyiségi meghatározása viszonylag nehéz feladat lenne, de erre az iszaptechnológusnak nincs is szüksége. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az iszap kondicionálása szempontjából kielégítő képet ad a vízüvegtartalomról az is, ha meghatározzuk a szüredék lúgosságát, s ennek alapján következtetünk a nátriumszilikát-tartalomra, illetve annak változására.

A meghatározás: Bemérünk 5 ml szüredéket egy 250 ml-es Erlenmeyer lombikba s kb. 95 ml kiforralt desztillált vizet és 6 csepp metilorange indikátort adunk hozzá. A titrálást 2 n HCl-val végezzük. Az iszap nátriumszilikát-tartalmát a következő tapasztalati formula alapján számolhatjuk ki: fogyott 2 n HCl . 4,00 = = a nátriumszilikát-tartalom g/100 ml.

2. Az iszap kalciumszulfát-tartalmának meghatározása

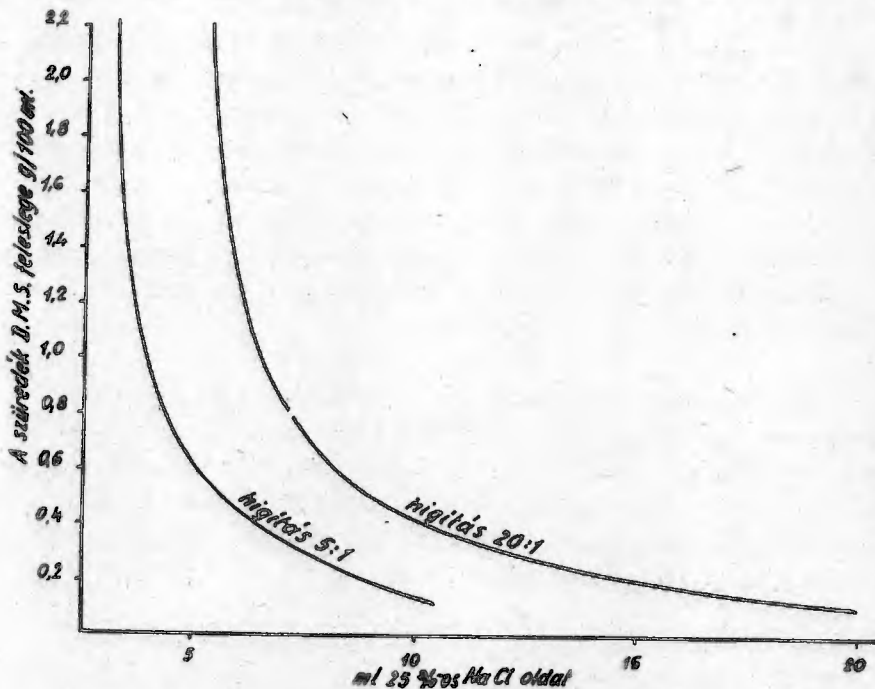
A vizsgálathoz 5 ml iszapot desztillált vízzel 250 ml-re hígítunk, majd 30-40 percig erőteljesen rázzuk. Ezután a felhígi-

tott mintát leszűrjük (a szüredék első, zavaros részét elöntjük) s a megszürt minta aliquot részéből végezzük el a kalcium meghatározást komplexonos titrálással.

3. DMS-tartalmu iszapok szüredékének vizsgálata. (DMS-tartalom meghatározás)

Szükséges vegyszerek: 2 %-os (súly%) fenol-oldat, 25 %-os (súly%) nátriumklorid-oldat.

A meghatározáshoz 100 ml-es Erlenmeyer lombikba bemérünk 2 ml tiszta szüredéket és 8 ml desztillált vizet, 10 ml 2 %-os fenol-oldatot adunk hozzá, majd 25%-os nátriumklorid-oldattal a zavarosodási pontig titráljuk. A zavarosodási pont eléréséhez szükséges nátriumklorid-oldat mennyiségéből a kalibrációs



6. ábra

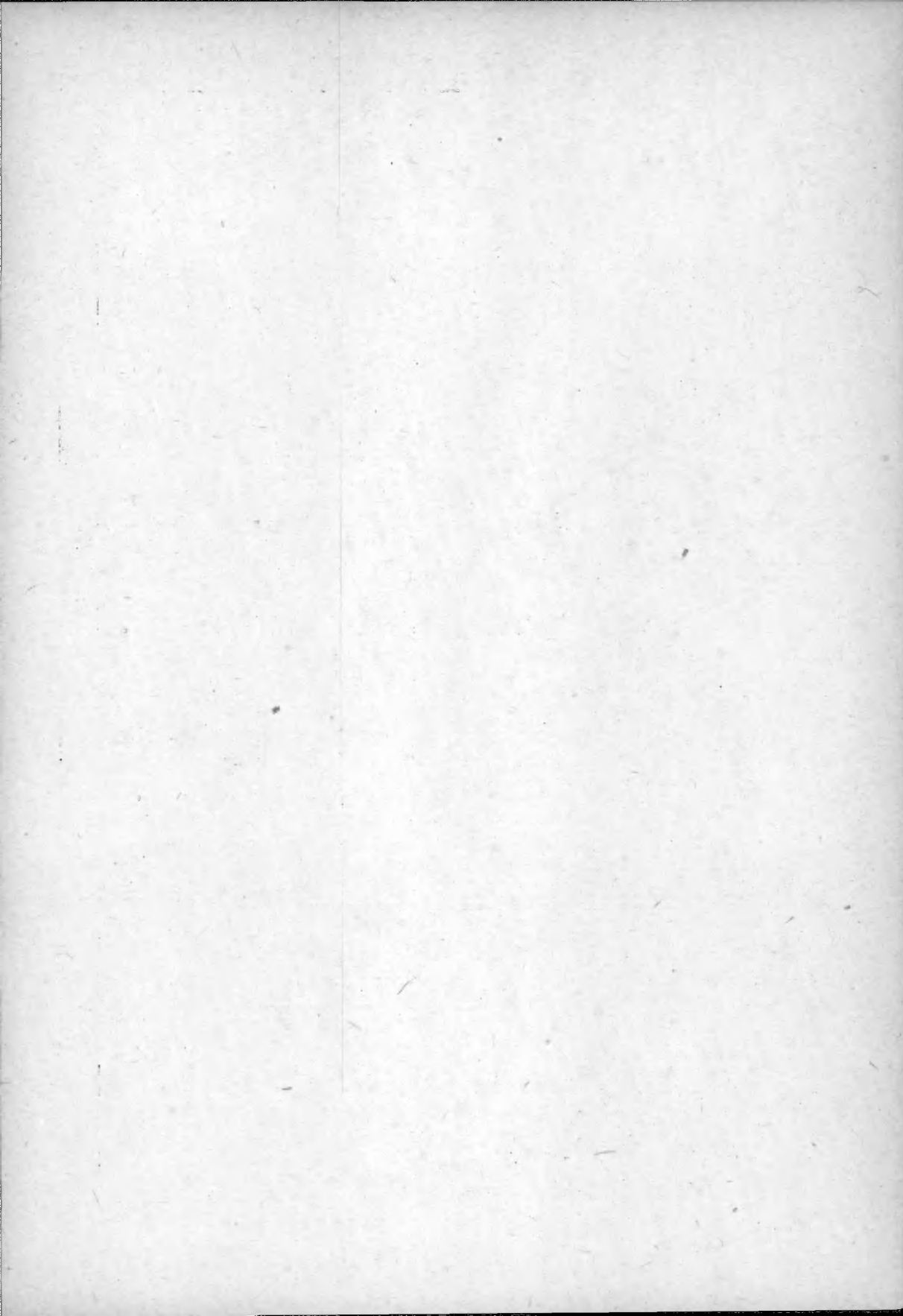
Kalibrációs görbe a D.M.S. tartalom meghatározásához

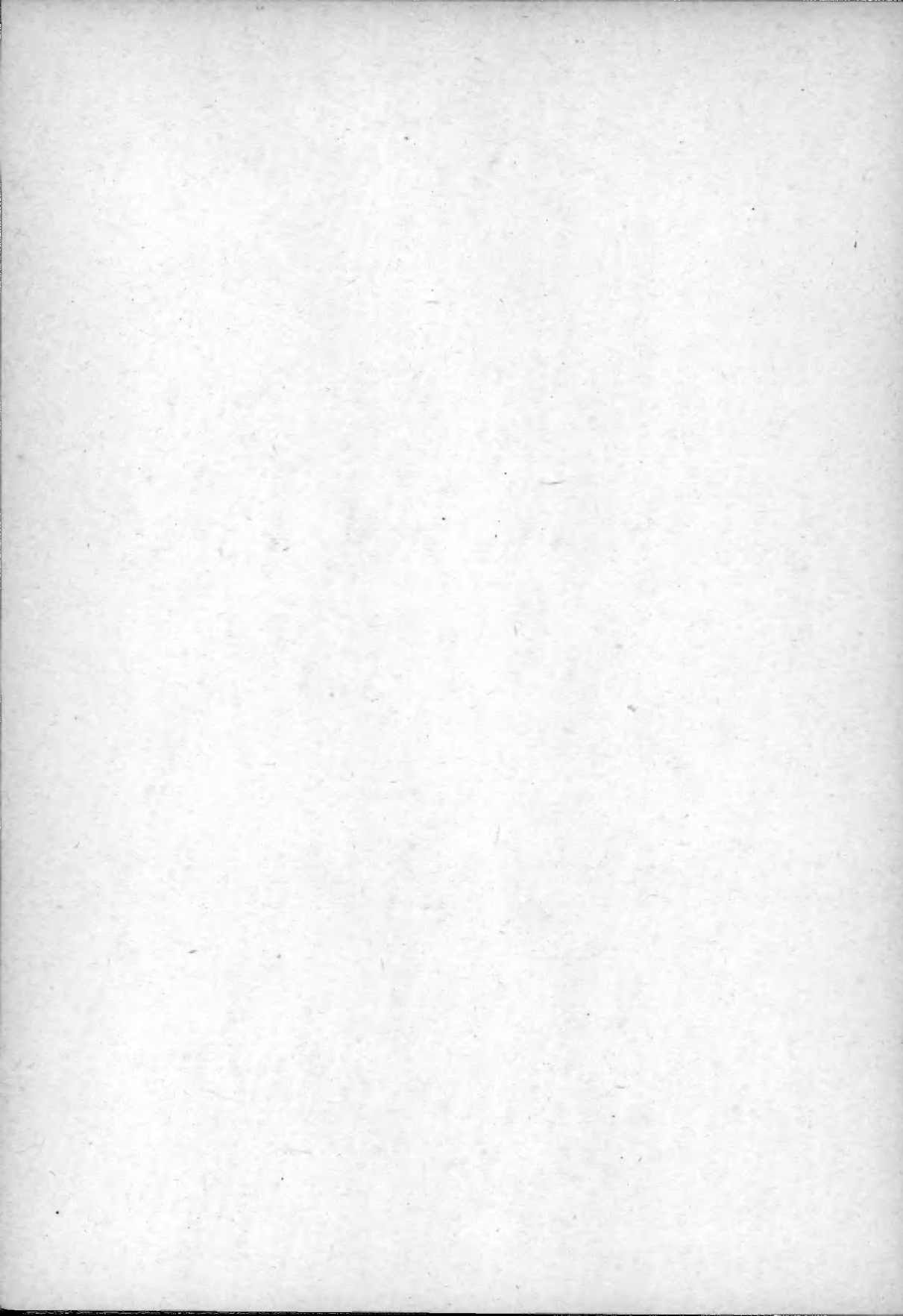
görbén 5:1 hígításnál leolvassuk a feleslegben lévő DMS mennyiségét (6. ábra). Hasonló módon végezhető el a titrálás 20:1 hígítás

mellett is. (Erre akkor van szükség, ha kisebb higitás mellett a zavarodási pont nem lenne jól észlelhető). Ebben az esetben 0,5 ml szüredéket és 9,5 ml desztillált vizet mérünk be, ehhez adjuk hozzá a 10 ml fenol-oldatot. A fogyott nátriumklorid-oldat mennyisége alapján a DMS felesleget a 20:1-nek megfelelő higitás kalibrációs görbéjén olvassuk le. A titrálás NaCl-dal telített szüredék esetében természetesen nem használható.

IRODALOM

- W.F.Rogers: Composition and properties of Oil Well Drilling Fluids
Houston, Texas, 1953.
- Rosta Ferenc: Kisnyomású rétegek átfurásának kérdései és nagylengyeli vonatkozásuk.
Bányászati Lapok, 1957. április
- W.J.Weiss: New drilling fluids harden shales
The Oil and Gas Journal, 1959. Oct.
- Molnár J.; Dr. Gráf L.: Kalciumos öblítőiszapok előállítása és alkalmazása
Bányászati Lapok, 1957. december
- Dr. Gráf L.; Molnár J.: Thermostabilität von Tonsuspensionen
Bányamérnöki és Földmérnöki Karok Közleményei (XX)
Sopron, 1959.
- J.M.Hurdle: Gyps Muds Now Practical for Louisiana Coastal Drilling.
The Oil and Gas Journal, 1957. Oct.
- R.F.Burdyn; L. D. Wiener: That New Drilling Fluid for Hot Holes Drilling,
1958. Sept.
- W.J.Weiss: Chromates stabilize shale control muds at high Temperatures
Petroleum Engineering, 1961. March.
- F. Chiholm: New CL-CLS mud
The Oil and Gas Journal, 1961. Nov.







T. szám: 63-13836