

## A nagymélységű fúrastechnika műszaki technológiai újdonságai

Összeállította: Szabó György

Egy szemle jellegű, érdekességek tárgyalására szorítókozó összefoglalás a választott témakörben nem tarthat ugyan igényt a teljességre, célja azonban nem egyszerű tájékoztatás. Néhány műszaki-technikai újdonság kiragadása nemcsak önmagában lehet hasznos, de az ismeretetés kapcsán lehetőség nyílik bizonyos feladatok kijelölésére is.

A nagymélységű fúrás-kutatás rendkívül összetett feladat, népgazdasági szinten jelentős költségvállalást igényel, ezért meg kell ragadni minden olyan lehetőséget, amely a fejlett szénhidrogéntermelő államok kutatási eredményeként rendelkezésre áll és hozzáférhető. Különösen érvényes ez a hazai eddigi nagymélységű kutatási eredmények alapján rendkívül bonyolultnak ítélt geológiai, szénhidrogénföldtani, fúrastechnológiai feltételek kényszerítő körülményeivel nehezített tevékenységre.

A korlátozott pénzügyi lehetőségek a világon mindenütt előtérbe helyezik a költség-optimalizálásra irányuló törekvéseket. Különösen erőteljes az ilyen irányú tevékenység a rendkívül nagy üzembentartási költségigényű, nagy mélységkapacitású fúróberendezések esetében. Ezek közül is messze kiemelkednek a tengeri fúrófedélzetek, amelyek üzembentartási költsége meghaladja a 10—15 \$/perc értéket.

Az Oil and Gas Journal 1972. augusztus 28-i száma rendkívül érdekes beszámolóban foglalkozik az optimalizált fúrás sajátos üzemi megvalósításával. Az AMOCO INTERNATIONAL egy, az angol partközeli északi-tengeri kutatást végző fedélzetén alkalmazza a számítógépes fúróberendezés-irányítást olyképpen, hogy a vezérlő egység, egy minikomputer, közvetlen napi kapcsolatban van a tulsai központtal. Az információközlés mesterséges hold igénybevételel történik. A továbbított adatokat számítógép, illetve a szerviz szolgáltató mérnökök értékelik és meghatározzák az optimális paramétereket. Ezzel csupán az iszapköltségek csökkentése útján a fúrás költsége mintegy 25%-os mérséklésére nyílt lehetőség: a 98—115 \$-os (30—35 \$/láb) méterköltséget két fúrásnál sikerült leszorítani 80 \$/m-re. A fúrások lefutási ideje 34 napról 25-re csökkent, az eddigi rekord 19 nap. Az optimalizálás jelentőségét az a tény hangsúlyozza, hogy a fedélzet költsége meghaladja a 2500 \$/nap-ot.

Az AMOCO cég terv szerint az elkövetkezendő években tovább kívánja fejleszteni az optimalizálás és a hírközlés rendszerét, ami alkalmas lesz így a világ bármely területén történő fúrás irányítására. Az optimalizálás alapját képező adatbank felépítése is gyakorlatilag elkezdődött, a cég szerint három éven belül rendelkezésre állhat.

A rendkívül érdekes közlemény jelentősége az, hogy az optimalizált fúrás gyakorlati megvalósításáról, de főképpen gazdasági eredményeiről tudósít.

Mindez kézenfekvően bizonyítja, hogy manapság a legkorszerűbb technikát is igénybe lehet és kell venni a minimális kockázatvállalás érdekében. A legújabb szakirodalom értékelésekor azonban szembetűnő egy lényegesen kevésbé látványos fejlesztési törekvés, amely mesterséges hold igénybevétele nélkül „csak” a fúrási rendszer szabályozására irányul. Az úgynevezett TDC-rendszerekről (Total Drilling Control) van szó.

Sorrendiség, vagy minden egyéb rangsorolás nélkül ki kell emelni az USA-ban széles körben alkalmazott rendszerek közül a DRESSER csoport „DATA” és a BAROID „CDC” (Computerised Drilling Control) egységét. Európában a francia GEOSERVICES rendelkezik az előzőkhöz hasonló portábilis komplex mérő-ellenőrző laboratóriummal, amelyekben a „folyamat vizszoacsatolást” speciális elektronikus analóg számológépek végzik. Számos paraméter egyidejű mérését és regisztrálást hajtják végre ezek a „monitorok”, amelyek közül a leglényegesebb a fúrási rendszer tényezőin kívül (szerszámsúly, fúróterhelés, fordulatszám, nyomaték, folyadékmennyiség, stb.) a gáztartalom szelvényezés, az iszapparaméterek mérése, a fúrás sebesség regisztrálása, értékelése.

Az említett TDC-egységek előállítása igen költséges, ezért a különböző cégektől szerviz formájában bérelhetők, a bérleti díj azonban tekintélyes, 200—700 \$/nap nagyságú.

Akkor, amikor hangsúlyozott minden takarékosági törekvés, azonnal felmerül a kérdés: mi indokolja ezt a széles körben alkalmazott „luxust”, hiszen egy közepes mélységkapacitású berendezés költségével vetekszik egy-egy monitor ára? A magyarázat nem egyszerű, néhány alapvető fúrastechnológiai elv tisztázása szükséges az indokláshoz.

Közbevetőleg ki kell emelni azt, hogy a Szovjetunióban is hasonló, tervszerűen irányított törekvésekről számolnak be a különböző publikációk. A VNIIGRI a következő programot jelölte ki az 1971—1975. közötti ötéves tervre: „... létre kell hozni a nagymélységű fúrás során alkalmazandó szuper nagy rétegnyomások szabályozásának és a mély és nagymélységű fúrólyukak fúrás technológiájának az adott alapon való tökéletesítési rendszereit”. Ezzel kapcsolatban egy sürgető részfeladatot határoztak meg „... A fúrólyuk öblítési rendszerének mérő és ellenőrző műszereit olyan egységes komplexumba lehet egyesíteni, amelynek célja először is a gyűrűstérbe való rétegfolyadék beha-

tolás korai jelzése, figyelembe véve az USA-ban alkalmazott „Monitor” mérőpultok példáját.”

Az utóbbi évek legnagyobb horderejű fúrástechnológiai felismerése a közismert kiegyensúlyozott fúrási rendszer bevezetése. Egyszerűen összefoglalva az elve az, hogy a fúrás hidraulikai rendszerében olyan iszapfajsúlyt kell alkalmazni, amely a tényleges tárolóréteg pórusnyomások ellensúlyozását túlegyensúlyozás nélkül látja el. A következmény: az ilyen fúrás a leggazdaságosabb, kockázata minimális, és adott esetben ezekből képezhetők ki a legtermelékenyebb kutak;

— mert fúrástechnológiailag a legkedvezőbb, a legolcsóbb, hiszen nagy fúrási sebességet garantál, ezért kisebb összköltségű fúrást biztosít;

— mert a tárolórétegek épségét és eredeti állapotát a legmesszebbmenően megőrzi.

A kiegyensúlyozott fúrás alapja a tárolórétegek pórusnyomásának meghatározása és az ebből levezethető rétegrepestési nyomások gradiensvonalának megszerkesztése. Követelménye egy sor iszaptechnológiai jellegű probléma megoldása, a kitorésvédelmi rendszer célszerű kiegészítése, és a fúrási művelet műszerezésének — automatizálásának megszervezése abból a célból, hogy az öblítés mennyiségi és minőségi egyensúlya állandóan követhető legyen, és az érzékeny detektálás alapját képezhesse a biztos egyensúly helyreállításának. Erre a célra szolgálnak az említett monitorok.

A monitorok alkalmazásának elvi alapja a „szabályozott fúrástechnológia” rendkívül egyszerű, ennek ellenére el kell oszlatni minden olyan elképzelést, amely szerint elég az, ha rendelkezésre áll a monitor bérleti díja, a szolgáltatást adó cég a befektetett pénzért oldja meg a feladatot. Kategórikusan kijelenthető: a finanszírozásra fordított összeg ez esetben kibott pénz lesz. A kiegyensúlyozott fúrástechnológia alkalmazásakor a geofizikus-, geológus- és fúrómérnökök kollektív együttműködésére van szükség. Az egyik legfontosabb részfeladat például a biztonsági bélésűcsősarú helyének meghatározása. A műszerezettség biztosítja a rétegnomás előrejelzését. A biztonsági rakat sarúját a nagynyomású öszlet feletti „behatolási előzónába” kell tenni. Nincs sok jelentősége egy monitornak, ha az adott nagymélységű fúrásra érvényes előzetes geoműszaki tervben megjelölt mélység elérésekor be kell építeni a biztonsági rakatot.

A kiegyensúlyozott fúrástechnológia alkalmazásához következőképp nemcsak technikai eszközökre van szükség, a konvencionális szakmai álláspont bizonyos megváltoztatása elengedhetetlen. Sőt alapjában véve egy úgynevezett továbbképzési feladatot is vállalni kell, amelyet ki kell terjeszteni a fúróberendezés legénységétől a műszaki vezetőségig. A külföldi irodalomban már fellelhetők praktikus differenciált oktatási anyagok is, azonban nem volna helyes a mechanikus adaptálásuk. A hazai sajtóságokat tekintetbe kell venni, sőt számos elvi kérdés is még tisztázásra vár.

Ilyen elvi kérdés például az, hogy a nyomásszabályozás történhet-e az öblítőiszapba való levegő diszpergálásával? E módszer gyökere az, hogy viszonylag egyszerűen változtatható levegő adagolással a fúrási rendszer nyomása. Bizonyos esetekben egyedül célravezető technológia lehet, és a gázzal vagy levegővel való fúrás új perspektívát nyújthat. A Szovjetunióban és az USA-ban, de másutt is fantasztikus eredményeket érnek el aerizált öblítéssel, azonban az alkalmazhatóságnak bizonyos kritériumai vannak.

A kiegyensúlyozott technológia nagy mélységű kutatási célú alkalmazásakor a levegő diszpergálásával megvalósított nyomásszabályozás alapelvekbe ütközik. A részletekbe nem menő indokolás legfontosabb tényezőjeként ki kell emelni a behatolási előzóna (a nagynyomású rétegösszlet) indikálhatóságának elvesztését (iszapkarotázs). Az ilyen jellegű öszletek rendkívüli kritériumokat támasztanak az öblítőiszappal szemben (ozmotikus hatások). A szilárdanyagtartalom szabályozás következőképp alapvető igény, azt a levegő alkalmazása nem teszi mellőzhetővé. A nagynyomású tárolók felett levő instabil márgák érzékenyen reagálnak a hidrodinamikusan ütésekre, az abból adódó ismétlődő igénybevételre. Ezért is kell szigorúan korlátozni a szerszámmozgatást. A levegő-folyadék diszperz rendszer e tekintetben rendkívül erőteljes dinamikus igénybevételt okoz, ami igen hátrányos.

A kiegyensúlyozott technológia leglényegesebb eleme az egyensúlyfelbomlás azonnali észlelése. Ez mindenekelőtt térfogatmérési feladat, másrészt nyomásmérésen alapszik. Meg kell állapítani egyebek között az is, hogy a rétegfolyadék beáramlás milyen mennyiségű és minőségű, milyen „utánpótlásra” kell számítani, stb. A légfázis jelenléte mindezt lehetetlenné teszi.

Végül egy további alkalmazási akadály: A megbomlott egyensúly helyreállítását a legelterjedtebben az úgynevezett „állandó fúrócsőnyomású” öblítési eljárással történik, a várható nyomásviszonyok meglehetősen pontossággal számíthatók az alkalmazott módszerekkel. A művelet során törvényszerűen bekövetkezik egy nyomáscsúcs, amely nagysága a fúrás további folytathatósága szempontjából kritikus (rétegrepedés). A légfázis rendkívül kedvezőtlenül befolyásolja az egyensúlyhelyreállítás nyomásviszonyait.

A kiegyensúlyozott technológia számít az egyensúly felbomlására, éppen ezért felkészül a gyors helyreállításra. Erre a célra szolgálnak a különböző ellennyomásszabályozó egységek. Ilyen hazai kifejlesztésű kézi vezérlésű egység rendelkezésünkre is áll, és folyamatban van az üzemi kipróbálása a továbbfejlesztett kísérleti félautomata változatnak. Ezeknek a berendezéseknek a lényege a folyamatosan változtatható átáramlási keresztmetszet, amellyel az ellennyomás mértéke fokozatmentesen és gyorsan beállítható.

A szabályozott nyomású technológia bevezetésének előfeltétele a korábbiakban érintett

tudatformálás, továbbképzés. Az USA-ban ilyen célra gyakorló központok is rendelkezésre állnak. Ezzel kapcsolatos egy jelentős műszaki újdonság a kitörésvédelmi gyakorló szimulátor. Rendeltetése az, hogy segítségével a fúróberendezés legénysége az ellennyomás szabályozás, az állandó fúrásnyomással vezérelt egyensúly helyreállítás rutinját elsajátítsa.

Erre a célra a Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékén a közelmúltban elkészült egy szimulátor, hasznosságát fúrómérnökök részvételével megrendezett tanfolyam bizonyította.

A kitörésvédelmi szimulátor három egységből áll. Az első a vezérlő asztal, amelyet a kiképző kezel; a második a fúróberendezés jelképeivel és szabályozó-, kapcsolóelemeivel ellátott tábla, amelynél az egyik kiképzendő áll és végzi a kiképző által a vezérlőasztalról iniciált jelekre reagálva a szükséges műveleteket; a harmadik egység a kitörésgátló (ellennyomás-szabályozó) rendszert jelképezi, ezen elvégezhető az iniciált fluidumbeáramlással megbomlott öblítési egyensúly ellennyomás-szabályozásos (fúvókaszabályozással megoldott) egyensúly helyreállítása.

A szimulátor alkalmas a fúróberendezéssel végezhető műveletek utánzására, szabályozási (beavatkozási) lehetőségeket nyújt a fúrólyukban végbemenő folyamatokra. A gyakorlás érdekében a kiképző megfelelő műveleti helyzetet tud előállítani, illetve leállíthatja, megszakíthatja a folyamatokat, a gyakorló személy tevékenységét értékelni, magyarázni tudja. A fúróberendezés működését, öblítési rendszerét és a vele érintkező tároló rétegeket, valamint az elzáró, szabályozó elemeket jelképező rendszeren alkalmazhatók a beavatkozási akciók és azok tényleges reakciói. Megtalálhatók tehát mindazok a fúrási művelet ábrázolásához és végrehajtásához szükséges jelző-készülékek, kapcsolókarok, amelyek a fúrási művelettel kapcsolatosak, annak mindenkor állását mutatják, amelyek az öblítőkör, illetve a hozzá kapcsolódó rétegek rendszerében a mennyiségi és nyomás-egyensúly helyzetét mutatják és annak befolyásolására alkalmasak. A cél elsősorban az egyszerűbb, általánosabban előforduló öblítőkör-tárolóréteg egyensúly helyzetének, egyensúly megbomlási eseteknek szimulálása.

A szimulátor szerkesztésekor a villamosáram és a folyadékáram közötti analógiát használták fel a tervezők. A csőrendszereken — beleértve az elzáró, szabályozó elemeket is — áramló folyadék nyomásesést szenved. Ezzel analóg módon a villamosáram ellenállásokon

feszültségcsökkenéssel halad át, amely arányos az áramerősség és az áramkörben lévő ellenállások összegének szorzatával. A statikus nyomások az áramforrás feszültség szintjének felelnek meg. Az analógia tehát azt jelenti, hogy az öblítés mennyiségnek az áramerősség, az öblítési nyomásnak, nyomásesésnek a feszültség, illetve feszültségesés felel meg, míg az öblítőszivattyú löketség változásának az impulzusadó frekvenciaváltozása, a hidraulikus teljesítménnyel a villamos teljesítmény analóg fogalom. Az elektromos modell tehát megfelelő áramkörökkel a fúrás öblítési rendszerének nyomásjellemzőit, illetve azok változását képezi, szimulálja. Az elektromos modell mint szimulátor pontosan reagál minden olyan külső változásra, amelyet a kiképző, vagy kiképezendő személy az áramkörben előidéz. Reagál arra, hogyan állítják be a „szivattyúzás ütemét”, miként változtatják a „nyomásszabályozó fúvóka” keresztmetszetét, egyidejűleg azonban reagálni kell a kiképző által létrehozott változásokra is, ezért megtalálhatók a kiképző asztalán mindazok a paralel szabályozó és kapcsoló elemek, amelyek a szimulált fúróberendezés vezérlő táblán fellelhetők.

Meghatározott ütemezés szerint a terv az, hogy a fúróberendezések irányító személyzetétől kezdve a felső műszaki vezetésig — természetesen differenciáltan — a kitörésvédelmi gyakorló szimulátor segítségével megtörténjen a továbbképzés, hogy az „állandó fúrócsőnyomású” egyensúly helyreállítási módszer valóban rutinmunka legyen.

A nagymélységű fúrástechnika műszaki technológiai újdonságai közül önkényesen kiragadott néhány eszközt, illetve kérdéscsoport bemutatásával talán sikerül utalni arra, hogy a nagymélységű fúrások mélyítése komplex feladat, a siker érdekében kollektív összefogásra van szükség.

#### IRODALOM

1. *Alliquander Ö., Gilicz B.*: A kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei I—III. NIMDOK 1972—1973.
2. *Kennedy, J. L.*: Op drilling passes Satellite test, gears for expansion Oil and Gas Journal 1972. aug. 28. p. 84, 87.
3. *Anikiev, K. A.*: Prognoz szverhviszokih plasztovüh davlenij i szoversensztvovani glubokogo bure-nija na neft is gaz; Nedra (Leningrád) 1971.
4. Composite Catalogue, Baroid Products and Services, Houston (Texas) 1972—73.
5. Dresser Magcobar Analog D. A. T. A. Monitoring Unit (Prospektus).
6. Well logging and drilling control services, Geoservices (Prospektus).