

A szénhidrogén-kutatás földtani adatszerzésének lehetőségei a fúrás közben végzett mérések útján

DR. VÁNDORFI RÓBERT

A szénhidrogén-kutatási és feltárási tevékenység fő célja az eredményesség növelése a lehetséges legkisebb fúrás költséggel, tehát az energiahordozó fajlagos önköltségének a csökkentése. A cél érdekében minden gazdaságos információ-szerzési módszert fel kell használni, és mindezt úgy kell tenni, hogy a fúróberendezések teljesítménye kihasználható legyen, elkerülve a méterköltség indokolatlan növelését.

Akkor, amikor a gazdaságosságot az ipari tevékenységben egyre inkább előtérbe kell helyezni, érthető a földtani kutatás információ-igényessége. Nyilvánvaló az, hogy bizonyos esetben egy-egy kompromisszum, vagy alaptalan engedmény csak pillanatnyi költségcsökkenést jelenthet, és egy későbbi megalapozatlan döntés felbecsülhetetlen anyagi károkat okozhat. Mindenesetre állandóan szem előtt kell tartani azt az alapelvet, hogy minden olyan utasításnak, amely a fúróberendezés leghasznosabb tevékenységének, a fúrás műveletnek a megszakítására irányul, súlyos anyagi következménye van.

A kutatás gyorsítása, költségeinek racionális szintentartása érdekében az szükséges, hogy a fúró minél több időt töltsön a talpon. Ebből viszont az következik, hogy a hagyományos földtani adatszerzésre — a magfúrára és a hagyományos értelemben vett elektromos fúrólyuk-szelvényezésre — fordított időt, illetve költségeket csökkenteni kell, lehetőleg a nyerhető információ-mennyiség egyidejű növelése mellett.

A fúrás teljesítmények és a földtani műveleti idők, valamint a költségek alakulása között jól érzékelhető összefüggés van, amelyet kitűnően igazol a francia kutató-fúró vállalatok néhány adata (Guy után): összességében a földtani műveletre fordított idő jó ütemben csökken. Külön említésre kívánkozik az elektromos szelvényezés erősen csökkenő ideje, amely a komplex lyukműszerek hatása. A hazai ipar statisztikáiból is egyértelműen levonható ilyen konzekvencia: a fúrás teljesítmény, valamint a fúrás és a földtani műveleti idők alakulásában döntő szerep jut a fúró mechanikai sebességének, ezért meghatározó a teljesítmény szempontjából a kutató és feltárási fúrások aránya. Közismert az éves statisztikában az a „csúcs”, amelyet 1961. körül a hajdúszoboszlói, 1970-ben az algyői feltárási tevékenység eredményezett.

A hazai fúrás tevékenység időmérlegében egyébként a geofizikai lyukszelvényezésre fordított idő emelkedő tendenciát mutat. Számottevő csökkenés 1973-tól jelentkezik, valószínű a fúrócső- és kábelteszteres rétegvizsgálatok számának növekedése, valamint a hatékonyabb értelmező munka következtében.

Legfontosabb következtetés az adott példából az, hogy az elektromos lyukszelvényezésre fordított idő növekvő tendenciáját meg kell akadályozni egyrészt a mérések és kiértékelések műszaki színvonalának és hatékonyságának fokozása által, másrészt a fúrás közben folyamatosan végezhető fúrástechnológiai mutatók és egyéb fizikai, fiziko-kémiai mennyiségek mérése révén szerezhető földtani információk növelése útján. Ez utóbbi terület viszonylagos újdonsága és ismeretlensége miatt fontos feladat hárul a fúrás és földtani szakemberek tudatformálására.

Mindenekelőtt célszerű pontosítani a fogalmat: a fúrás közben végezhető folyamatos műszaki-földtani információszerzés alatt az összes olyan fúrástechnikai és egyéb mutató, illetve mennyiség mérése és regisztrálása, valamint feldolgozása értendő, amely nem igényli a fúrás folyamat megszakítását. Ezek a mérések — akár egyediről, akár csoportosról lévén szó — a múltban elsősorban közvetlenül a fúrás művelet ellenőrzését és legfőképpen a fúrólyuk biztonságát szolgálták.

A folyamatos mérések köre egyre bővül. A hagyományos horogterhelés és öblítési nyomás mérésén túl, már elterjedten mérésre kerülnek a következő mutatók és mennyiségek:

- forgatóasztal fordulatszám,
- forgatónyomaték,
- előhaladási sebesség,
- talpmélység,
- szivattyú löketség,
- tartálysint-mérés,
- bemenő és kifolyó öblítőfolyadék mennyiség,
- ki- és beépítési sebesség,
- fúrókötélmunka,
- öblítőfolyadék fizikai-kémiai paraméterei, (fajsúly, viszkozitás, hőmérséklet, gáz- és olajtartalom és ezek összetétele, szilárdanyag-tartalom, márgasűrűség).

Általában a paraméterek külön-külön, illetve célszerű csoportosításban regisztráltak.

A fúrástechnológia számára kidolgozható adatok és következtetések köre az alábbi:

Fúróterhelés, fúrás sebesség, a fúrhatóságra jellemző „d” kitevő, korrigált kitevő a nyomásösszefüggések meghatározására, pórnyomás, rétegrepszési gradiens, hidraulikai viszonyok, lyukfalomlás, fúrómegszorulás, differenciális nyomás hatása, elárasztás mértéke.

A mérési adatokból megoldhatók az optimalizálási feladatok, fúrókiválasztás, meghatározható a fúróka-átmérő, öblítési mennyiség, ki-beépítési sebesség, beléscsősaruk helye, iszapkenés hatása stb.

Utoljára, de jelentőségben nem utolsóként kell említeni a kitérésveszély elhárítására legfontosabb jelzéseket és következtetéseket; öb-

lítési egyensúly megbomlása, gázosodás, rétegfúrdum belépése, túlnyomásos réteg, illetve iszapvesztéses réteg előrejelzése a már említett „d” kitevőből, mikrovesztések és mikro-növekedések, valamint iszaphőmérséklet alapján.

A felsorolás még így sem teljes, mert még számos fontos következtetés vonható le a mérésekből. A fúrás során végezhető mérések nemcsak a fúrómester és fúrómérnök számára jelentenek fontos információkat, hanem a geológus számára is. A reális és időben végzett automatikus mérés, regisztrálás és kiértékelés a fúrás műszaki baleset megelőzésén és a költségek optimalizálásán túlmenően igen értékes földtani információkat nyújt, és megéri az ilyen értelmű feldolgozás, különösen akkor, ha a fúrólukbéli nagy hőmérséklet miatt hiányos, vagy elmarad az elektromos fúróluk-szelvényezés.

A fúrás közben végzett szelvényezési módszerek elterjedése a nagynyomású rétegek előrejelzési lehetőségének köszönhető. Bár hangsúlyozni kell azt, hogy egyértelmű következtetések csak a mérési adatok komplex értékelése útján célszerűek, a fúróhaladási sebesség (vagy annak reciproka) bizonyos növekedése nagynyomású réteg elérését jelzi.

Fontos információ forrása a fúróberendezés tartálparkjában tárolt aktív iszap térfogatváltozása. Tárolóréteg átfúrása során ez adja az úgynevezett „hullámos” görbét. A mikrovesztések és mikronövekedések jellemzőek egy olyan tároló átharántolására, amelynek nyomása egyensúlyban van az alkalmazott öblítőiszap hidrosztatikai nyomásával. Folyamatos mérést igényel, de rendkívül jó támpontot nyújt a nyomás-detektáláshoz az iszaptérfogat-mérés mellett elvégzett gázösszetétel-elemzés, amely egy jellegzetes fúrástechnológiai feladat megoldására ad lehetőséget: H₂ gáz megjelenése az iszapban egyértelműen indikálja a fúrógörgőleállást.

Annak ellenére, hogy elméletileg és a gyakorlatban is bizonyított a fúrás közben végzett földtani szelvényezési módszerek jelentősége, a megfelelő adatbázist nyújtó műszerezés, illetőleg az ezen a téren tapasztalható előrehaladás nem kielégítő. Csak a nagy kockázatvállalást feltételező tengeri fúrás-kutatási tevékenység gyakorlatában került előtérbe a komplex műszerezés. Annak ellenére, hogy a gyártócégek a szükséges műszercsoportokat igen magas áron értékesítik, helytálló az az állítás, hogy még külső, szerviz vállalat útján megvalósított mérések költsége sem jelent számottevő költség-többletet (a műszerek költsége az összes anyag-költséghez képest mindössze 0,5%-os). A nagy költségű fúrások biztonsága, azaz a zavartalan fúrás megvalósítása és a többlet földtani eredmény behozza a ráfordításokat.

Pszichológiai tényezők is közrejátszanak az általános elterjedéssel szemben; nem egyértelmű az igény a műszerekre, a fúrás szakembereknek csak egy szűk köre szorgalmazza, és a műszerfejlesztők támogatják a kérdést. Az idegenkedésnek egyéb okai is vannak: az üzemeltetés és a kiértékelés többletmunkát, felelősséget

jelent. A régi szakemberek egy része nem bízik az újtípusú műszerekben, a geológusok egy része azt tartja, hogy a földtani megismerés egyetlen eszköze a közvetlen megfigyelés, tehát a magvizsgálat. A fúróberendezések dolgozói ellenőrt, „besugót” látnak a műszerekben, rendszerint nehezen győzhető meg. Az is tény, hogy a mérő- és érzékelőeszközökkel szemben támasztott követelmények a fúrás üzemviszonyokból eredően különösen súlyosak, melyek következtében nehéz kielégíteni a megbízhatóság és a biztonsági követelményeit.

Mérő-regisztráló, adatfeldolgozó eszközök

Ebbe a fogalomkörbe tartozik a számos jel-fogóból, illetve mérő-érzékelőből és regisztrálóból (analóg, digitál), valamint feldolgozó egységekből álló műszerlánc, beleértve a számológépet és jeltovábbítást is. Ezeket célszerűen egyidejűleg fejlesztették ki a kutatóintézetek, szervizvállalatok, ritkábban maguk a fúrás vállalkozók.

Ezekkel az eszközökkel szemben igény — az előzőektől pontosabb megfogalmazás szerint — a jó minőség, mely egyenlő a megbízható, használható méréssel. Követelmény, hogy a műszer az ismétlődő fizikai jelentéseket pontosan rekonstruálja, vagyis a valóságos változásokat hűen érzékelje és mérje.

Természetesen az igényes mérés előfeltétele, hogy a „mérés szükséges is legyen” és meg kell tudni határozni a minőségi fokát.

A műszerek pontosságára az eddigiektől eltérően még nagyobb szükség van, ez a további adatfeldolgozás és értelmezés egyik fő követelménye.

Attól függően, hogy a paraméterek érzékelése hol történik, két fő csoportba szokás sorolni a méréseket, melyek a következők:

1. Felszíni paramétereket mérő rendszerek,
2. Lyuktalpi információs rendszerek.

Felszíni paramétereket mérő rendszerek

Ezek a rendszerek magukban foglalják a felszínen mérhető összes fúrástechnikai és fizikai, valamint fizikai-kémiai mennyiségek, illetve mutatók mérését, regisztrálását és feldolgozását, amelyek révén felvilágosítást nyerünk a fúrólukbéli, illetve mélybéli technikai és földtani viszonyokról.

Kutatási szempontból szükség van minden egyedi mérésre és regisztrálásra, és méginkább a csoportos mérésre. Minden mérés hasznot hozhat, ha fel is használják a mérési eredményeket, azonban mind fúrástechnikai, mind földtani adatszerzés szempontjából az a műszer jelenti a haladást, amely a mért adatokat feldolgozza. Ebben az esetben ugyanis a hasznosítás valószínűbb és kisebb annak a veszélye, hogy csak képződnek a regisztrátumok, de senki fel sem használja azokat.

Természetesen az adatfeldolgozó berendezésektől sem hiányozhat a fúrómérnök és geoló-

gus mindaddig, amíg az automatizálás magas szintet nem ér el, ami egyébként a jövőt jelenti.

A francia GEOSERVICES cég TDC (TOTAL DRILLING CONTROL) műszercsoportjának a részletesebb leírása célszerű példája a komplex mérő-regisztráló és adatfeldolgozó berendezéseknek.

A mérés a felszínen folyamatosan ellenőrizhető, a mérések regisztrálásának a technikáját alkalmazza a műszercsalád. Először kifejezetten geológiai célú és a formációk azonnali kiértékelését szolgáló műszer volt és később vált a fúrás műszaki ellenőrzés és irányítás, valamint optimalizálás eszközzévé.

A TDC egység általánosan használt mérőműszerekkel van felszerelve: gáزدetektor, gázkromatográf, fúróhaladási sebességmérő, talpmélység összegező és az iszap paramétereinek a mérőeszközei, amelyeket a legfontosabb fúrás-technikai paraméterek mérésére alkalmas eszközök egészítik ki, s ezek a következők: fúróterhelés, forgatóasztal, fordulatszám, összesített iszapfogat, szivattyúnyomás, szivattyúloket, iszap hőmérséklet, újabban kifolyó iszapmennyiség áramlásmérővel történő mérése és regisztrálása.

A műszerek egy szerves egységet alkotnak, alkalmazzák a digitalizálást és az automatikus számításjelző elemeit. Mágneses lappal beprogramozható számítógépből áll és memória, valamint műveleti sebessége egy miniatrendezőnek felel meg. A rendszer tartozékát képezi egy termikus írószerkezet és egy írógép, amely ha szükséges, lehetővé teszi a gép és kezelője között beszélgetés lefolytatását is. Továbbá automatikusan felírja táblázat formájában vagy bizonyos léptékekkel szelvényre rajzolja a mért adatok feldolgozásának eredményét. A géphez kapcsolható egy mágneses szalagregisztráló és egy rajzoló szerkezet.

Magáról a műszerről még annyit, hogy az összes áramkör nyomtatott és integrált áramkörü technikával készül.

Az egységhez számos fúrás-technikai és földtani program tartozik, melyeket folyamatosan tovább is fejlesztenek. A programok alapján az adatfeldolgozás eredményeként a következő információkat szolgáltatja a berendezés:

— Nyomásgradiens számítása fúróhaladási sebesség alapján, amit a fúrás tényezők változásainak figyelembevételével értékelnek ki. Ezek az értékek és a gázindex korrekciója, valamint a „d” kitévő fejrészre kerül egy 1/5-ös léptékű diagramon, illetve szelvényen, ez egy állandó program.

— Az öblítőkör teljes feldolgozása egyetlen programban a fúró fúvóka átmérők optimalizálásával.

— Rétegrepszési gradiens számítása a geostatikus gradiens ismert statisztikai adataiból a Poisson féle tényezőtől és a nyomásgradiens számított adataiból kiindulva.

— A fúrószár mozgatója következtében fellépő, a fúrólyuk talpra ható túlnyomás és nyomáscsökkenés számítása, s azzal összefüggésben a ki-beépítési sebesség optimalizálása.

— Öblítés ellenőrzése történik a bemenő és kifolyó iszapmennyiségek különbségét képezve. Regisztrálja a folyadék és gáz belépését a fúrólyukba.

— Fúrómenet optimalizálása külön programmal történik, amely kapcsolható az állandó programhoz.

— Az elferdült, vagy elferdített fúrólyuk-talp kordinátáinak kiszámítása.

— A tiszta, szennyezetlen és agyagos homok víztelenítettségének számítása az elektromos szelvények alapján.

A TDC méréseit azonban úgy lehet igazán földtanilag hasznosítani, ha az előzőekben ismertetett méréseken túlmenően a laboratórium-szerűen elvégzett akár manuális, akár automatikus kiegészítő mérések — az iszap és furadék olajtartalmának meghatározása, iszapban és levegőben mért H₂S tartalom, fúrómag-analízis, így a porozitás és permabilitás adatai, fúrt mag olaj- és víztelenítettsége, kalcimetria, dolomitmetria, valamint márgasűrűség mérés — eredménye is rendelkezésre áll.

A mérésekhez a geológus- és vegyészszakember nélkülözhetetlen. Végül szintén a geológusnak kell értékelni a sok mérési adatot és megszerkeszteni azokról a földtani szelvényeket.

Ilyen szelvény az ún. „MASTERLOG”, mint a fúrás folyamatáról felvett, helyesebben kiállított fődokumentum. Magában foglalja a geológiai és műszaki adatokat, beleértve litológiát és az iszap jellemzőit, fúrás sebességet, látszólagos porozitást és permabilitást, olaj- és gáztartalmat.

Az elmondottak alapján egyértelmű az, hogy a fúrás közben végezhető folyamatos mérésekből, kiegészítő laboratóriumi mérésekből, számtalan igen hasznos földtani és fúrás-technikai információ szerezhető.

Lyuktalpi információs rendszerek

Ezek az adatszerezési rendszerek lényegében azon alapulnak, hogy fúrás közben folyamatosan a fúrólyukban és leggyakrabban a talpon mérik, illetve érzékelik a fúrás adatait és rétegekre jellemző fizikai, fizikai-kémiai mennyiségeket.

A talpon mért jeleket a felszínen regisztrálják, míg az érzékelhető jeleket a felszínen mérik és regisztrálják. A lyuktalpon mért vagy érzékelt jelek felszínre továbbításának a módzatai:

1. Fúrócsőbe épített elektromos vezeték útján;
2. Vezeték nélküli elektromos jelátvitel útján;
3. Hidraulikus jelátvitel a fúrócsőben áramló öblítőfolyadékot át.

Ezek az úgynevezett telemetrikus jelátvitel rendszerek.

A talpi információs, illetve fúrólyuk szelvényezési rendszerek előnyei jelenleg csak korlátozott mértékben érvényesülnek

Számos rendszer megvalósult ugyan kísér-

leti szinten, azonban végleges, illetve elterjedt módszer nincs.

A fúrólukbéli mérések kívánatosak, mert a fúrás technikai talpi jelek pontosabbak, illetve valósabbak, a rétegek villamos jellemzőit, — fajlagos ellenállást, fajlagos vezetőképességet — közvetlenül lehet mérni. Az a körülmény, hogy a lyuktalpi mérések előnye mégsem érvényesül, két okra vezethető vissza; egyik az aránytalanul nagy költség, másik, hogy jelenleg a felszíni műszerek segítségével szerzett tájékoztató mérések értelmezése nem megfelelő pontossággal történik. Itt célszerű megemlíteni egyben az előzőekben elmondottak kiegészítésére is azt, hogy gyakorlatból levont következtetés alapján számos irodalmi utalás van arra, miszerint a felszínen gyűjtött fúrási adatokból készített porozitás szelvények 20% hibahatáron belül megegyeznek azokkal a porozitási adatokkal, amelyeket a mélyről vett magminták és elektromos fúrólukszelvények segítségével állapítottak meg.

A talpi információs rendszerre példaként szolgáljon egy új szelvényezési eljárás, illetve készüléke, mely legjellemzőbb a rendszerre és a legeredményesebb próbálkozásnak mutatkozik:

A francia SNAP úgynevezett SNAP-log vagy másnéven AQUI-log szelvényezési eljárása. (Aquitaine medencében próbálták ki.) Ez a berendezés méri azokat a hosszanti rezgéseket, amelyeket a görgősfúró idéz elő a fúrócsőoszlopban.

Kézen fekvő annak felismerése, hogy a fúrószárnak átadott rezgések annál nagyobbak, minél keményebb, az éppen fúrás alatt álló kőzet (laborkísérletek igazolták). Ezeknek a megfelelően átalakított rezgéseknek, a mélység függvényében történő regisztrálása egy olyan szelvényt ad, amelyik közvetlenül összevethető a kőzet keménységű jellemzőivel.

Adatátvitel a forgatórúd tetején történik egy érzékelőcsoport útján, mely tulajdonképpen a forgatórúd és öblítőfej közé beiktatott speciális átmenet. Ebben mérik a fúrószáron át feljutó rezgéseket és fúróterhelést, valamint forgatóasztal fordulatszámot. A mérőrendszert kiegészíti a forgatórúd alján levő, szintén közdarabban elhelyezett forgatónyomatékmérő és a fúróhaladási sebességmérő jeladója, amelyik egy olyan jelfogóhoz csatlakozik, amely igen kis léptékkal regisztrál.

Az adatokat egy önálló adatfeldolgozó egység elemzi. A próbálkozások során az adatokat lyukszelvényezési görbe készítésére használták fel; a gyorsulásokat ábrázolták a mélység függvényében.

A SNAP-log egy ilyen érzékeny szelvénynek bizonyult, amely rendkívüli pontossággal képes meghatározni két lithológiai alakzat határsíkját.

A készülékkel felvett AQUI-log, azaz a fúróhaladási sebesség (a forgatórúdon, felszínen mért süllyedési sebesség) görbével igen jó korrelációt

lehet kapni az értelmezéshez pl. a flisben található agyagmészke változására.

A fúróhaladási sebesség-görbéből tisztán kimutathatók a porózus szakaszok is. Az egymás mellé rajzolt két görbéből tehát mélyítések alatt pillanatról pillanatra megkülönböztethetők pl. az agyagmészke beagyazások, vagy az agyagos és porózus szakaszok átharántolása.

A két szelvény alapján fúrás technológiai-
lag lehet következtetni a fúrási feltételekre (fúrókiválasztásra, hidraulikára, vagy rosszul kiválasztott paraméterekre). Végül, ha a görgős fúró görgőinek a forgása leáll, maga után vonja a jelzések elhalását, vagyis a fúrógörgők forgása ellenőrizhető.

Összefoglalásul a földtani és fúrás technikai információ-igény kielégítését célzó két alapvető mérési metodika elemzése alapján ismételten hangsúlyozni kell azt, hogy a rendkívül drága műszercsoportok révén szerzett adatok a legolcsóbbak, mert a fúrási művelet megszakítása nélkül hozzáférhető. Az ipar ezirányú fejlesztése halasztást nem tűrő feladat.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ОБЛАСТИ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПУТЕМ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

Д-р Р. Вандорфи
Резюме

Для повышения эффективности поисков и разведки углеводородов следует использовать все рациональные возможности получения информации с тем, чтобы сократить время эксплуатации бурового оборудования, посвященное этой цели. При измерениях, произведенных в процессе бурения, непрерывность операции не нарушается. Следовательно, эти процессы являются наиболее экономичными.

В статье рассматриваются основные виды методов измерений, проводимых в процессе бурения. С одной стороны анализируется геологический фактический материал, получаемый за счет параметров, измеряемых на земной поверхности; с другой стороны, рассматриваются системы получения информации на забое скважины. В итоге проведенных работ делается вывод, что хотя закупочная цена различных групп приборов и аппаратуры необычайно высокая, передаваемая ими информация будет наиболее дешевой, так как она может быть получена без перебора операции.