

A hazai mélyfúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányai

DR. SZABÓ GYÖRGY

Az energiahordozókkal kapcsolatos problémák és igények következményeként a szénhidrogén-kutatás a világon általánosan fellendült. A következő években a fúrás technikának, így a mélyfúrás teljesítmények — a rotarifúrás evolúciója után — oly mértékű növekedése várható, amelyre az eddigi háromnegyed évszázados történelemben még nem volt példa. Ugyanez aktualizálja a hazai iparra vonatkozóan is azt a kérdést, hogy mi várható a rendelkezésre álló fúróberendezés állománytól, mit lehet és kell tenni a kutatás intenzifikálásához szükség teljesítmény fokozása érdekében.

A tanulmány a „jövő fúrás rendszerének” vizsgálata alapján megfogalmazható technológiai követelményeket tartja szem előtt, s a szénhidrogén célú fúrások analízise és a hazai sajátosságok figyelembevételével meghatározza a fúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányait. A teljesítménynövelés érdekében elengedhetetlen a be- és kiépítésre fordított idő jelentős csökkentése, ami egyrészt az emelőteljesítmény növelésével, másrészt célszerű gépesítéssel lehetséges.

Bevezetés

Az elmúlt években energiakrízissé éleződött szénhidrogénhiány világszerte megélénkítette a kutatási tevékenységet, és az energiastruktúra várható alakulásából ítélve a fúrás tevékenység fellendülése tartósnak tekinthető.

A hazai mélyfúrás ipar előtt álló távlati feladatok elengedhetlenné teszik a fúrás rendszer felülvizsgálatát. A kérdés tehát az, hogy mi várható a rendelkezésre álló fúróberendezés-állománytól, az alkalmazott fúrás rendszertől, másképpen: mit lehet és mit kell tenni a teljesítménynövelés érdekében. A rendszer vizsgálatok „teljesítménynövelés” alatt természetesen nem a rekordmélységek elérhetősége értendő, hanem a kutatási és feltárási feladatok minél gazdaságosabb, következőképp nagy fúrás teljesítménnyel való végrehajtása.

Ez a kérdés törvényszerűen valamennyi olajiparral rendelkező ország szakembereit foglalkoztatja. Csaknem évenként ad hírt a szak-sajtó új fúrás módszerekről, amelyek a konvencionális technológiát hivatottak felváltani. Ezzel kapcsolatban hivatkozni kell D. S. Rowley [1] 1970-ben megjelent összefoglaló tanulmányára (ebben egyébként még nem vette figyelembe sem a hosszú élettartamú fúrókat, sem a kiegyensúlyozott fúrásban rejlő lehetőségeket), amely szerint az elkövetkező 5—10 évben a rotari fúrás teljesítménye jelentősen emelkedik, s ennek rugója a gazdaságosságra való törekvés. Épp emiatt egyre nehezebb lesz gazdaságosan alkalmazni minden újszerű — is-

mert vagy akár ismeretlen — eljárást, nevezetesen azért, mert egyrészt — a fentiek szerint — a rotari fúrás közel sem jutott túl fejlődése csúcspontján, másrészt az új — s egyelőre még kérdéses — fúrás módok kezdeti stádiumának gazdaságtalansága eleve kizárja a bevezethetőséget. A hazai fúrás rendszer, továbbá a berendezéspark vizsgálatát ezért indokolt a rotari-eljárás követelményeire alapozni.

Gray és Young [2] szerint a mélybeli kőzetbontás, lyuktalptisztítás mechanizmusának megismerése elvezetett a jet-fúráshoz, majd az elmúlt években az ellenőrzött (szabályozott) nyomású fúráshoz, azaz az optimalizált, vagyis minimális költségű fúráshoz. A legutóbbi időkig elért eredmények szerintük is a fúrás mélység-rekord és a fúróberendezésenkénti teljesítmények rohamos növekedését valószínűsítik.

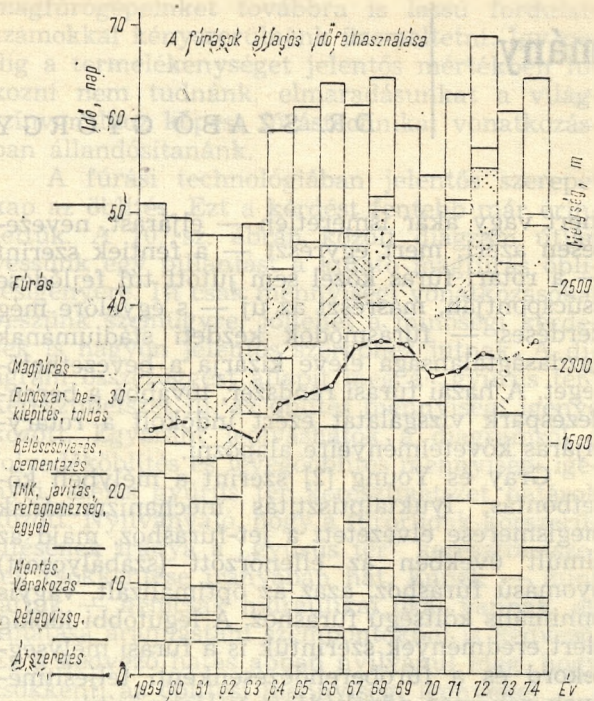
A szoros értelemben vett fúrás, a lyuktalpi kőzetbontás, és az ehhez kapcsolódó fúrás rendszer azonban csak egy része a rotari-fúrás teljes műveletének, magának a mélyfúrás kutatásnak és a szénhidrogénmezők feltárásnak. A legtöbb erőfeszítés kétségkívül a teljes fúrás időn belül a rotációs idő jobb kihasználására irányul, a nagyobb fúrás sebesség elérését célozza azért, mert a teljes kútépítés részműveletei között valóban általában a rotációs idő a legjelentősebb. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni az egyéb időtételeket, különösen azokat, amelyek százalékos részesedése nagy.

Általában a rotációs idő a teljes fúrás idő 35—60%-a, amikor is a be- és kiépítési idő 15—20%-ot tesz ki. A hosszú élettartamú fúrók alkalmazásával ez az arány némiképp eltolódik, a rotációs idő eléri a 70%-ot, a be- és kiépítési idő pedig ez esetben 10% alatt marad. A hazai tevékenység időmérlege ezektől a világirodalmi adatoktól nagymértékben eltér. A rotációs és a be- és kiépítési idő egyaránt 20% körül mozog. Világos tehát az, hogy a teljesítménynövelés útja a tiszta fúrás idő növelése a be- és kiépítések idejének jelentős csökkenése révén.

A hazai fúróberendezés-állomány esetében számszerűen ez annyit jelent, hogy alapul véve az 1974. évi időmérleget (1. ábra) a be- és kiépítés összidejének 5%-os csökkentésével 3 berendezéshónap takarítható meg; amennyiben sikerülne ezt az időhányadot a még alig elfogadható 15%-ra szorítani, úgy egy fúróberendezés éves üzeme felszabadítható volna.

A jelen, a korszerű és a jövő rotari fúrása

A fúróberendezés-állomány teljesítménynövelési lehetőségeinek vizsgálatához ismerni vagy legalábbis becsülni kellene a jövő fúrás rendszerét. Rowley álláspontja szerint — ame-



1. ábra. A hazai fúrási időmérleg alakulása

lyet az ultra- és rekordkeménységű gyakorlat is igazolt — a rotari-eljárásnál a kritikus és határfeltételek rendszeresen a legfelső fúrócsőszálban adóttak, következésképp az elérhető maximális mélységet vagy fúróberendezés-teljesítményt, a rendszer teljesítménykorlátját a legfelső csőszál szilárdsága szabja meg. A mélyfúró berendezéseknek, azok gépegységeinek elvi elemzését is erről a pontról kell indítani ahhoz, hogy meghatározhatók legyenek a jövő hosszú távú fejlesztés irányai, azaz, hogy fokozható-e, illetőleg miként fokozható a teljesítmény; milyen mechanikai gépteljesítmény vagy átvitel biztosítandó; melyek lehetnek a kritikus határterhelések.

A legfelső fúrócsőszálon három fő terhelés hat: a fúrózársúlyból adódó húzó, az öblítés fenntartásával adott belső nyomó és a forgatóasztal teljesítményének megfelelő torziós igénybevétel. Rowley úgy hajtotta végre a vizsgálatot, hogy a mai, a korszerű és a jövő rotari-fúrásának várható terhelés nagyságát (és biztonsági tényezőjét) a legfelső fúrócsőre határozta meg, és a kapott értékeket összehasonlította egymással az elérhető fúrási sebesség szempontjából.

Az összehasonlítás alapját — különböző szerzők álláspontjának összegezése útján megállapított, feltételezett — 9 5/8"-es szelvényű fúrt 3800 m mély fúrás képezte. A „mai” rotari-fúrásra a szerző 184 kW (250 LE) forgatóasztal-teljesítményt adott meg. A „korszerű” technológiát általában nagyobb teljesítménnyel definiálta: nagyobb fúróterhelés (340 kN 230 kN-nal szemben) miatt a forgatóteljesítmény 269 kW-ra (365 LE-re) növekedett. A „jövő” rotari-fúrásának feltételezett paramétere: a

felsőszívócsőnyomás 350 bar, a fúróterhelés 450 kN, a forgatóasztal fordulatszáma 160.

Az összehasonlítást — amelynek paramétereit és számított alapértékeit az 1. táblázat tartalmazza — Eckel és Maurer hidraulikai és fúrási sebesség-egyenletei alapján végezte el Rowley. Végeredményül azt kapta, hogy az adott példában a mai 2,92 m/h fúrási sebességgel szemben a „korszerű” módszerrel háromszoros (8,46 m/h), a „jövő” rotari-fúrásával ötszörös (15,71 m/h) teljesítmény érhető el. A táblázat számadatai alapján egyértelműen adódik a három különböző stádiumú fúrási rendszer megvalósításához szükséges berendezés gépegységeinek megkívánt teljesítmény-tartománya.

A hazai fúrástechnológiai sajátosságok következményei

A magyarországi helyzet rendkívülisége nyilvánvaló már abból is, hogy az időmérlegben a rotációs és a be- és kiépítési idő azonosan 20%. A sajátos helyzet tényezőinek vizsgálata alapján lehetséges a fúróberendezés gépegységeinek a kiválasztása.

Az eddigi kutatási eredmények alapján az bizonyos, hogy a Kárpát-medence fúrástechnológiai problémái közül legsúlyosabb a hőmérséklet-anómália, illetőleg az abból adódó kényszerhelyzet [3]. A rendelkezésre álló hőmérsékletmérési adatok burkológörbéje alapján végzett interpolációval bizonyítható az, hogy egy 3000 m-es hazai talpmélységgel másutt csaknem annak kétszerese, 5650 m egyenértékű. A kutatófúrásaink csaknem 2600 m-es átlagmélysége világviszonylatban a hőviszonyok tekintetében 5100 m talpmélységet jelent.

Természetes az, hogy a hazai nagymélységű kutatás műszaki-technológiai nehézségei nem kizárólagosan az anomális hőviszonyok következményei. Az átlagostól eltérő műszaki mutatóknak nem lehet ez egyedüli indok, azonban vitathatatlan tény az, hogy az extrém hőmérséklet-helyzet rányomja bélyegét az iparra.

Az előbbi kérdéscsoport egyik áttételes következménye a fúrási költségekre vezethető vissza. Az egyedi technológiai módszerek pénzügyi igénye is különleges. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy az extrém hőmérsékletviszonyok okozta költségtényező nemcsak az izsáptechnológiához kapcsolódik — ennek például a kényszerű lyukkondicionálásból adódó be- és kiépítési idővonzata nyilvánvaló —, hanem az ipar egészét terheli, hiszen alapvető gépészeti kérdésekre visszanyúlik (pl. gumialkatrész-ellátás, korrózióvédelem, fúrócső-kifáradás, inhibitálás stb.). Egy további megnyilvánulása a fúrhatóság (talptisztítás hatékonyságának) romlásában jelentkezik.

A hőviszonyok fúrási költségekre vonatkozó hatása úgy szemléltethető, mint az átlagmélység-növekedésé. Ismeretes ez utóbbi szerepe: növekedésével emelkedik a fajlagos költség, azonban semmiképpen sincs közöttük lineáris függvénykapcsolat. A korábbiakban taglalt

A különböző fúrási rendszerek összehasonlítása

Mutatók		Mai rotari fúrás	Korszerű rotari fúrás	A jövő rotari fúrása
1		2	3	4
Lyukmélység	m	3810	3810	3810
Fúróméret	hüvelyk	9 ⁷ / ₈	9 ⁷ / ₈	9 ⁷ / ₈
A fúrócső átmérője	hüvelyk	4 ¹ / ₂	5	5
A fúrócső falvastagsága	mm	8,56	9,19	9,19
A fúrócső anyagfokozata		E	G	S—135
A csőanyag folyási határa húzó igénybevételre	kp/cm ²	5270	7380	9500
A fellépő legnagyobb főfeszültség	kp/cm ²	4254	4176	4582
Biztonsági együttható a legnagyobb főfeszültség elvén		1,24	1,77	2,07
A csőanyag folyási határa nyíróerőre	kp/cm ²	3160	4430	5700
A fellépő legnagyobb nyírófeszültség	kp/cm ²	1600	1238	1210
Biztonsági együttható a legnagyobb nyíróerő elvén		1,98	3,58	4,72
A súlyosbítók száma	db	17	25	33
A súlyosbítók átmérője	hüvelyk	8	8	8
A súlyosbítók furata	hüvelyk	2 ¹³ / ₁₆	2 ¹³ / ₁₆	2 ¹³ / ₁₆
Fúróterhelés	Mp	22	34	45
A fúróasztal percnkénti fordulatszáma		100	140	160
Felszíni szivattyúnyomás	kp/cm ²	230	280	350
A szivattyú szállítóteljesítménye	l/min	1780	1670	1670
Áramlási sebesség a gyűrűsterben	m/min	45,7	45,7	45,7
Iszapfajsúly	kp/cm ³	1,8	1,8	1,8
Nyomásveszteség a fúrócsőben	kp/cm ²	115	57	56
Nyomásveszteség a súlyosbítóknál	kp/cm ²	23	29	39
Nyomásveszteség a fúróban	kp/cm ²	79	181	242
Nyomásveszteség a súlyosbító gyűrűs terében	kp/cm ²	4	6	7
Nyomásveszteség a fúrócső gyűrűs terében	kp/cm ²	8	9	9
A felszínen leadott hidraulikus teljesítmény	LE	905	1041	1299
A fúrónál érvényesülő hidraulikus teljesítmény	LE	313	671	898
A fúrónál érvényesülő mechanikai teljesítmény	LE	20	42	64
A fúvókából kilépő folyadéksugár áramlási sebessége	m/s	81	134	154
Átlagos fúvókaátmérő	mm	12	9,4	8,7
Reynolds-szám		53200	66919	74549
Fúrási sebesség	m/h	2,92	8,46	15,71

mélységkorrekciót (2600 m \cong 5100 m) mindenestre alapul kell venni a hőmérséklet okozta finansiális kihatások meghatározásakor.

A mélyfúrásos kutatás költségigénye az előbbieken vázolt súlyosbító körülménytől függetlenül világviszonylatban alapvető probléma az elmúlt évben bekövetkezett általános fellendülés ellenére. Szinte követhetetlen az anyagár-emelkedés hatása.

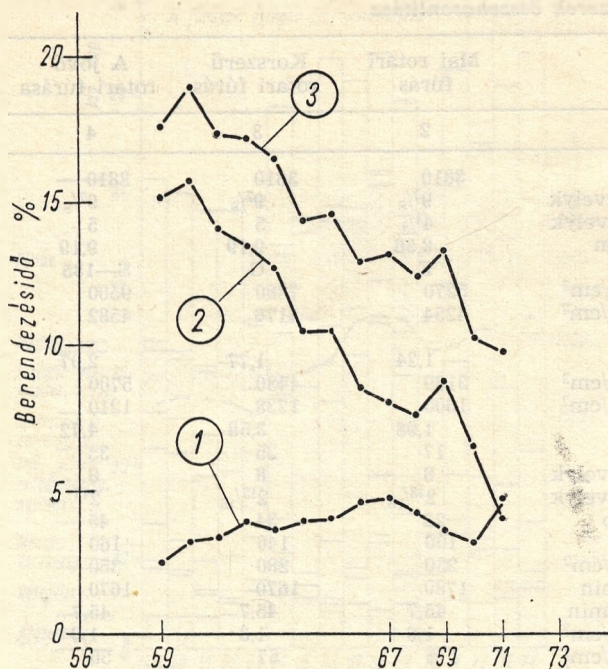
Az időfelhasználás alakulásának további kritikai elemzése többféle szempont szerint kifejezhető. Számos kedvezőtlen tényező közül azonban kiemelkedő a geológiai információigény következményével, a hőmérséklet-viszonyokból származó megbélyegző hatással azonos súllyal. Az állítás pontosítása végett rögzíteni kell azt, hogy az „információ-igényből” adódó „hazai sajátosság” alatt annak évről évre monoton növekvő időigénye is értendő, az anomális abszolút értéken túl.

Akkor, amikor a gazdaságosság az ipari tevékenységben egyre inkább előtérbe kerül és alapvető tényező, érthető a geológiai kutatás igényessége. Megalapozatlan döntések felbecsülhetetlen gazdasági károkat okozhatnak. A korszerű mélyfúrásos kutatásban azonban jól lemérhető egy olyan tendencia, hogy az abszolút értékben növekvő információvolumen időigénye erőteljesen csökken. Szemléletesen nehéz ezt a meglehetősen elvont kérdéscsoportot más

országok gyakorlatával összehasonlítani, azonban jó támpontot ad néhány franciaországi adat (2. ábra). A vizsgált időszakban a magfúrásokra, szelvényezésekre és rétegvizsgálatokra fordított összidő százalékosan felére csökkent az időmértékben. A radikális csökkenés oka például a kombinált szelvényező szondák széles körű alkalmazása, a teszteres vizsgálatok elterjesztése.

Annak a ténynek a rögzítése mellett, hogy a hazai viszonyok egyik különlegessége a hőmérséklet-anomália, fokozottan előtérbe kell helyezni azt az alapelvet — vagy figyelmen kívül hagyása esetén azt a hibát —, miszerint minden olyan utasításnak, amely a fúróberendezés egyedül „hasznos” tevékenységének, a fúrási műveletnek a megszakítására irányul, súlyos anyagi konzekvenciája van. A költségek növekedésével ez a körülmény egyre nyomasztóbb.

A kívánt információanyag mennyisége várhatóan a jövőben tovább növekszik. A különböző döntések meghozatalához részletes elemzés szükséges, sok megbízható adatra alapozva. Mindebből az következik, hogy ezt a hazai „sajátosságot” a fúróberendezések konstrukciójánál figyelembe kell venni. Olyan berendezésekre van szükség, amelyekkel a ki- és beépítési idő ésszerűen és jelentősen csökkenthető. Egyértelmű tehát az, hogy nagy teljesítményű,



- ① Elektromos mérések
- ② Magfúrások, r.y.-k, az ezekhez tartozó ki-beépítési idő
- ③ Geol. műv. összesen

2. ábra. A geológiai információszerzésre fordított idő alakulása Franciaországban

nagy vonóerejű emelőmű alkalmazása szükséges, a gazdaságos üzemeltetés feltételeinek figyelembevételével.

A hazai viszonyok további jellegzetessége — s ez a világ azonos iparágában is általános jelenség — az állandó munkaerőhiány (és e téren csak romlásra lehet számítani), amelynek oka a mostoha viszonyok között végzett nehéz fizikai munka ténye. Ez a körülmény olyan fejlesztést kíván, amely a szociális munkakörülmények jelentősen javíthatók. Minthogy a fúrás műveletben a legnagyobb erő kifejtésre a ki- és beépítés során van szükség, ezért az említett fejlesztést úgy kell végrehajtani, hogy a művelet gépesítése egyúttal annak sebességét is kedvezően befolyásolja. A szociális körülmény javítása érdekében természetesen ezen túl még számos egyéb fejlesztés végrehajtását is vállalni kell.

A fúróberendezés emelő rendszerének üzemviszonyai

Az előző okfejtésből egyértelmű az, hogy a hazai fúrás időmérleg torzulásának legfontosabb tényezője a hőmérséklet- és információ-igény-anomália. Minthogy ezek objektív hatnak, továbbá ehhez hozzájárul az átlagmélység várható növekedése, ezért a be- és kiépítés időhányadának csökkentése fokozódó jelentőségű.

Ide kapcsolódik közvetve a sajátságok között harmadsorban említett krónikus munkaerőhiány, ennek kompenzálása azonban komplex gépesítéssel mindenképpen lehetséges. Mindenesetre a kiemelt három sajátosság együttese a be- és kiépítési művelet racionalizálására kényszerít.

A fúrás (rotációs) idő az elemzés köréből azzal a feltételezéssel rekeszthető most ki, hogy az adott fúróberendezés (vagy a vizsgált berendezéspark) a technológiai követelmények kielégítésére képes, azaz a szükséges hidraulikus és forgatóteljesítmény megvalósítható. Erre jogosít az a körülmény is, hogy szokványos fúróberendezésnél, ha a kívánt emelőmű-teljesítmény rendelkezésre áll, akkor ezáltal a fúrás művelethez szükséges forgató- és hidraulikus teljesítmény is általában megfelelő. Rendkívüli igények ezenkívül különösebb szerkezeti beavatkozás nélkül önálló üzemű szivattyúegységgel vagy független forgatóasztal-meghajtó művel nehezség nélkül kielégíthetők.

A fúróberendezéseknél alkalmazott emelőrendszer teljesítményét összhangba kell hozni a be- és kiépítések számával, amellyel természetesen arányos az erre fordított összes időhányad. A művelet száma függ elsősorban a fúrónkénti előrehaladástól — következésképp mindazoktól a tényezőktől, amelyek ezt befolyásolják —, továbbá a különböző okoktól, amelyek alapján elrendelik a műveletet, így a magfúrások, lyukgeofizikai műveletek tesztelési rétegvizsgálatok, valamint az ezek folyamán szükségessé váló lyukkondicionáló be- és kiépítések számától.

Egy fúrás lemélyítése során előforduló műveletek számának változására érvényes törvényszerűség az alábbi hatványkitevős modellel közelíthető [4]:

$$n = BL^x,$$

ahol

n = a be- és kiépítések száma;

L = a fúrás mélysége, m ;

B = a feltételeket jellemző koefficiens, m^{-1} ;

x = a hatványkitevő, nagyságát a fúróméretek hosszúsága szabja meg.

A koefficiens és a kitevő nagysága területenként és mélységszakaszonként változhat. Az előbbi értékének természetesen tartalmaznia kell az információszerzés céljából szükséges vagy technológiai rendeltetésű be- és kiépítések számát. Tájékoztatásul B és x számszerű értéke az alábbi lehet:

A kőzetek fúrhatósága	Mélység, m	B, m^{-1}	x
Jól fúrhatók	0—2500	$2,5 \cdot 10^{-9}$	3
	2500—3200	$2,8 \cdot 10^{-9}$	3
Közepesen fúrhatók	0—2500	$4,5 \cdot 10^{-9}$	3
	2500—3000	$3,7 \cdot 10^{-9}$	3
Nehezen fúrhatók	0—600	$1,8 \cdot 10^{-3}$	1,4
	600—1500	$1,6 \cdot 10^{-3}$	1,4
	1500—2000	$1,8 \cdot 10^{-5}$	1,4

Tényleges adatok, illetőleg a kitevős modell alapján meghatározott jelleggörbét mutat a 3. ábra. A görbéből látható, hogy a kiépítendő csőhossz 2500 m lyukmélység után rohamosan megnövekszik. Ez a körülmény a fúróberendezés üzeme szempontjából fontos; előtérbe kerül az emelőrendszer hatékonyságának kérdéscsoportja.

A szerszámmozgatás sebességét sokszor technológiai, lyukfal-stabilitási, kitörésvédelmi követelmények miatt maximálni kell, emiatt látszólag feleslegesnek ítélnél az emelőteljesítmény növelése. Bizonyítható az, hogy a nagyobb lyukmélység régiókban az emelőmű lassú fokozatainak részvétele a műveletben aránytalanul nagy, a felső lyukszakaszban viszont egyre csökken a káros nyomáshullámkeltés veszélye.

Különböző emelőtípusok részletes vizsgálatát végezte el G. Prikel. A tényleges üzemviszonyokra alapozott példája szerint [5] egy hat sebességfokozatú emelőmű esetében az első két sebességfokozatra az összes emelési idő 85%-a esik, ami egyúttal a kiépített súlynak 62%-a. Következésképp helytelen az az álláspont, miszerint a kiépítési teljesítmény kihasználásának fokozása nem célszerű, mert számos esetben a technológia korlátozza a maximális szerszámmozgatási sebességet. A példa bizonyítja azt, hogy a rendelkezésre álló berendezéskapacitás névleges értékéhez közel álló igénybevételtől számított jelentős tartományon belül eleve szó sem lehet nagy emelési sebességről.

G. Prikel számításából az is kitűnik, hogy a fúróberendezések esetében nyomatékvaltó használatával 30%-os időmegtakarítás érhető el.

A fentebbiek alapján előlegezhető az a megállapítás, hogy a hazai kutatási tevékenység sajátosságai miatt az emelőteljesítmény jó kihasználása döntő jelentőségű feladat.

Általában a fúróberendezések üzemeltetése szempontjából rendkívül fontos jellemző, az úgynevezett „sebességszabályozási tényező”, azaz a legnagyobb és legkisebb megvalósítható emelősebesség hányadosa:

$$R = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

Az emelőművek teljesítményének növekedésével a gyártó cégek R értékének csökkentésére törekednek. Kis teljesítményű berendezésnél $R = 10-12$, míg a legnagyobb emelőművekre $R = 4-6$.

A kötélesség maximumát az korlátozza, hogy figyelemmel kell lenni a sokszor mostoha körülmények között dolgozó kezelőszemélyzetre, akiknek biztonságosan kell uralniuk a műveleteket. A tapasztalat szerint egy jó fizikumú fúrómester 25 m/s kötélességet még megfelelő biztonsággal kezel. Következésképp a korszerű emelőművek konstrukciója olyan, hogy a közepes teljesítménytartományban (800—1200 LE) a legnagyobb kötélesség már 15—17 m/s, a nagy teljesítményű emelőműveknél 17—25 m/s.

A sebességszabályozási tényezőnek azért van nagy jelentősége, mert a kiépítés időszükségletében viszonylag nagy hányadot képvisel az üres szállítószék felhúzási ideje. Prikel említett példájában ez 21%-ot jelentett.

A sajátosságoknak megfelelő fúróberendezés kiválasztása

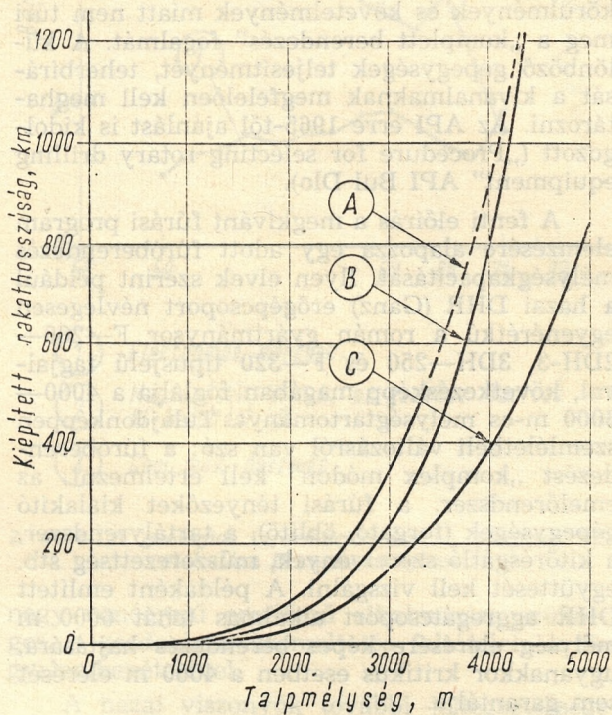
A fúrószerszám ki- és beépítési műveletnek előzőekben taglalt elemzése jó alapot szolgáltat a fúróberendezés gépegységeinek a kiválasztásához. A mélyfúrási gyakorlat az eltérő körülmények és követelmények miatt nem tűri meg a „komplett berendezés” fogalmát. A különböző gépegységek teljesítményét, teherbírását a kívánalmaknak megfelelően kell meghatározni. Az API erre 1965-től ajánlást is kidolgozott („Procedure for selecting rotary drilling equipment” API Bul Dlo).

A fenti előírás a megkívánt fúrési program elemzésére alapozza egy adott fúróberendezés mélységkapacitását. Ilyen elvek szerint például a hazai DHR (Ganz) erőgépcsoport névlegesen egyenértékű a román gyártmányos F—200—2DH—3, 3DH—250 és F—320 típusjelű tagjaival, következőképp magában foglalja a 4000—6000 m-es mélységtartományt. Tulajdonképpen szemléletbeli változásról van szó: a fúróberendezést „komplex módon” kell értelmezni: az emelőrendszer, a fúrési tényezőket kialakító gépegységek (forgató, öblítő), a tartályrendszer, a kitörésgátló szerelvények, műszerezettség stb. együttesét kell vizsgálni. A példaként említett DHR aggregátcsoport alkalmas tehát 6000 m mélység elérésére képes berendezés hajtására, ugyanakkor kritikus esetben a 4000 m elérését sem garantálja.

A fentiek előrebocsátása után azonban hangsúlyozni kell azt, hogy a fúróberendezések számos jellemzője közül elsődlegesek az emelőmű paraméterei, azon belül is az emelőmű teljesítménye. Ez abból aódik, hogy a legnagyobb értéket a gépegységek között az emelőmű képviseli, továbbá mert névleges teljesítménye — amely szerkezeti beavatkozás nélkül nem befolyásolható — egy sor további paraméterre is kihatással van. Abból is következik elsődlegessége, hogy a teljesítmény maximumánál önálló üzemű, míg a szivattyúval párhuzamosan több egység üzemel (forgatóasztal emelőmű). Egy fúróberendezés emelőteljesítménye azonban a rendszer teherbírásával — amely a gyakorlatban szívesen használt, de kétes értékű paraméter — nem jellemezhető, mert teljesítmény csakis az emelési sebesség és a teher súlyának szorzata lehet. Emiatt ilyen célú jellemzőként a „horogteljesítményt” kell megadni, amely független a „mélységkapacitástól”. Egyébként lehet az emelőmű-rendszerben olyan kritikus elem, amely nem teszi lehetővé a terhelés megszokott értéken túli növelését (pl. az adott fúróárbcra megengedhető vonóerőt), a névleges teljesítményre azonban ezekben az esetekben is szükség van. Másképpen: nem elég csupán az,

hogy a fúróberendezéssel a fúrócső megemelhető és kiépíthető legyen.

A hazai sajátosságokból, továbbá az időmérés alapján nyilvánvaló az, hogy a berendezéspark teljesítményének növelése céljából ki kell aknázni a ki- és beépítési művelet időtartalmait. Ennek a jelentőségét az is fokozza, hogy az átlagmélység a kutatófázisban megközelíti a 2600 m-t és további növekedése nyilvánvaló. Ez a mélység a műveletek számát tekintve ($n = BL^x$ függvénykapcsolatból) eléri azt a tartományt, amelytől kezdve az emelkedés rohamos (3. ábra).



- (A) Nehezen fúrható kőzetű területekre
- (B) Közepesen " " "
- (C) Könnyen " " "

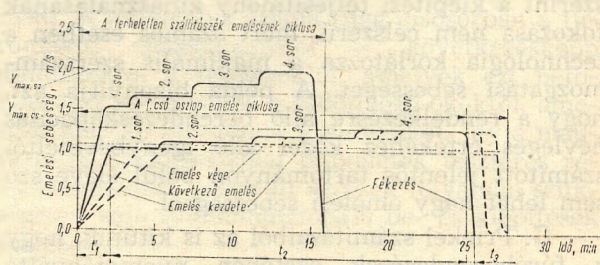
3. ábra. Az összesen kiépítendő rakatmennyiség és a kútmélység közötti összefüggés

A különböző gyártmányú korszerű emelőművek jellemzői között jelentős eltérés nincs. Általában az 1470 kW (2000 LE) teljesítményű emelőművek vonóereje meghaladja a 400 kN-t, sebességszabályozás $R = 6-8$ értéktartományba esik, fajlagos névleges mélységkapacitásuk 4 m/kW (3 m/LE) a sebességfokozatok száma (hidrodinamikusan átvitel esetén) 3-6.

A kisebb teljesítményű emelőműveket portábilis egységekbe építik. Ezek vonóereje is viszonylag nagy, az 515-884 kW (700-1200 LE) teljesítményűeké meghaladja a 200 kN-t, az emelősebességek száma 2-3. A két teljesítménytartomány között található meg a félig portábilis berendezések. A legnagyobb emelőművek — 1840-2210 kW (2500-3000 LE) kivételével — valamennyi kétdobos kivitelben készül.

A ki- és beépítési műveletek időtartalmak kiaknáztatóságának érdekében nyilvánvaló tehát az, hogy a fúróberendezések beépített emelőteljesítményét növelni kell. A hosszabb távú fejlesztési programok kidolgozásakor figyelemmel kell lenni arra, hogy a sajátosságok és az átlagmélység növekvő tendenciája miatt a statisztikai adatok alapján becsülhető teljesítmény (4 m/kW-3 m/LE fajlagos értékkel csaknem 662 kW-900 LE) jelentős növelése szükséges. Ez amiatt is elkerülhetetlen, mert a 662 kW (900 LE) névleges teljesítményű emelő portábilis berendezést kívánna. Miután a Ganz erőgéppal 1030-1472 kW (1400-2000 LE) aggregátorteljesítményre rendelkezik, továbbá a választott emelőmű (minimálisan 994 kW/1350 LE) teljesítményű TF-25, mérete és súlya eleve lehetetlenné teszi a portábilis felépítést, ki kell használni az adódó teljesítménynövelési lehetőséget.

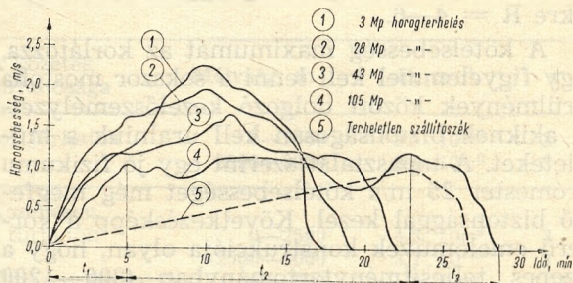
A teljesítménynövelés alatt azonban érteni kell a berendezések éves fúrési teljesítményét is — mert ez az elsődleges cél —, ebben az esetben pedig már nem elég csupán a bevezetett lóerő-teljesítményt vizsgálni. A 4. ábra a



4. ábra. Az emelési sebesség változása terhelt és üres csigárok esetén

be- és kiépítés teljesítmény-idő diagramját adja meg. Az ábrából szembetűnik az üres csigárok mozgására fordított jelentős időhányad (Prickel szerint 21%), továbbá a gyorsítási és lassítási szakaszok tekintélyes részvétele. Az 5. ábrából ezek még határozottabban kiolvashatók.

Az értékes másodpercek megtakarítására az emelőmű konstrukciós adottságai kínálkoznak. A gyorsulási szakaszok lerövidítése nagy vonóerejű, kis fordulatszámú emelőművekkel lehetséges, amelyeknél a fellépő tömegerők alárendeltek. Előnyösebb teljesítmény-kihasználás lehetséges a széles kivitelű dobokkal, amelyek



5. ábra. A horogleeresztés tényleges sebessége a terhelés függvényében

három kötélssorral dolgoznak, ugyanis soronként csaknem 10⁰/₀-os teljesítményigény lép fel.

A ki- és beépítési idő csökkentése azonban nem egyedül az emelőteljesítmény növelése útján lehetséges. Az 5. ábrán a leeresztés sebessége különböző horogterhelés esetén. A fékteljesítménnyel tulajdonképpen arányos a leeresztési idő. Ez alól az üres csigasor leeresztésének esete természetesen kivételt képez, itt a gyorsulási szakasz határozza meg a leeresztés időigényét. Az emelőmű fékteljesítménye következőképp döntő fontosságú szerephez jut.

A ki- és beépítés kézi-gépi idejének csökkentési lehetőségei

Az előzőekben a művelet gépi idejéről volt szó, azonban azon belül a gépi-kézi idő elérheti a 35—50⁰/₀-ot. A munkafolyamat gépesítése, illetve szervezése rendkívüli jelentőségű amellelt, hogy ezzel a törekvéssel egyúttal a munkafeltételek is javulnak, a művelet baleset-veszélyessége csökken.

A gépi-kézi időhányad legsúlyosabb tétele a fúrócső össze- és szétcsavarása. Erre a célra elsősorban hidraulikus, továbbá pneumatikus kulcsok is rendelkezésre állnak. Az utóbbiak üzeme olcsóbb, azonban rendszerint nem garantálják a fúrócsőoszlop méretezése szempontjából rendszerint szűk intervallumra korlátozott összecsavaró nyomaték pontosságát. Az olcsóbb üzemből adódó előny jelentősége abban az esetben pedig teljesen háttérbe szorul, ha a végleges összehúzást a gépkulcsokkal kell végezni.

A szerszám kiépítésének időelemei között tekintélyes hányadot tesz ki az üres csigasor leeresztési ideje. A hosszú gyorsulási szakasz miatt a nagyobb teljesítményű emelőművek esetében ez az idő különösen jelentős. A művelet ezúton való racionalizálására hivatott az osztott csigasor és segédvitla alkalmazása. A hazai sajátosságok ennek elterjesztését különösképpen indokolják.

A feltárfúrások esetében, de általában a mélyfúrásoknál is számottevő tartalékidő szabadítható fel a toldólyukon alkalmazott forgatórud-bepörgető és csőrögzőtő automata együttes használatával. Jelentőségét ezenfelül az emeli, hogy a felső lyukszakaszokban, ahol sokszor a fúrási sebesség a rátoldás, csőbemérés, előkészítés stb. függvénye, kézimunkaerő-megtakarítást eredményez.

A kapcsolóállásban üzemeltetett rakatkezelő-berendezés elsősorban a fizikai munka megkönnyítését szolgálja, azonban az egyre növekvő hosszúságú súlyosbítóoszlopok esetében már számottevő időmegtakarítást is jelent a használata.

A be- és kiépítési művelet gépesítésével kapcsolatban egyébként érdekes utalások találhatóak az irodalomban. Két alapelvben különböző úton halad a fejlesztés. Működnek teljesen automatikus rakatkezelő rendszerek, amelyek hagyományos elemeket tulajdonképpen nem tartalmaznak és használatosak olyanok, amelyek megtartották a lényeges eszközöket,

tehát elvben bárhol felszerelhetőek. Ez utóbbiak műveleti sebessége a nagyobb, eléri, sőt meghaladja a kritériumként elfogadott 1 min/rakat átlagértéket.

Hangsúlyozni kell egyidejűleg azt, hogy az automaták egyelőre az arktikus körülmények között dolgozó tengeri fedélzeteken üzemelnek. Itt az elsődleges cél az, hogy viharos időjárás esetén is végrehajtható legyen a művelet. Mint-hogy a fedélzet szétszerelés nélkül változtatja a helyét, a végleges beépítésű bonyolult automata nem akadályozza az áttelepítést. Egyben ez az oka annak, hogy széles körű elterjedésük a jövőben sem várható, amit a hosszú élettartamú fúrók használata is megerősít. A részleges gépesítésnek ezzel szemben igen nagy a jelentősége, különösképpen a kifejtett hazai sajátos tényezők, illetve okok érvényesülése esetén.

A ki- és beépítési művelet célszerű gépesítése az időmegtakarítás szempontjából számos előnyt nyújt, azonban ki kell emelni egy közvetett, de távolról sem lebecsülhető tételt. Nevezetesen azt, hogy a megerőltető fizikai igénybevétel miatt, ha az egyik művelet követi a másikat, a kettő közé eső ügynevezett gépkezelési idők, az egyéb mellék munkák időtartamai a legénység kondíciójának függvényei. A fizikai megterhelés mérséklődésével ezek csökkenésére lehet számítani, azon túl, hogy az egyéb kézi erő kifejtést igénylő munkák intenzitása is növekedhet.

Összefoglalás, következtetések

A megoldás — tehát a követendő távlati fejlesztési program — elvben több oldalról körülhatárolható. Az egyik legkézenfekvőbb lehetőség erre a külföldi fúróberendezések vizsgálata. Az ultra-mélységű berendezések kialakításának főbb szempontjai és az igények érvényesítése ugyanis azt igazolja, hogy a gépegységek konstrukciójának és teljesítményének meghatározását szigorúan a követelményekre kell alapozni. Azt a gyakorlatot kell követni a kisebb teljesítményű fúróberendezések esetében is, hogy ne legyen a cél feltétlenül homogén gyártmányok kialakítása, hanem ha az igények eltérő típusú egységek együttes üzemét kívánjuk meg, úgy a megvalósítással azt bátran figyelembe kell venni. Egyébként a szupermélységkapacitású berendezések esetében, a korábbi évek gyakorlatával ellentétben mérséklődött a beépített meghajtó teljesítmény.

A fúrási teljesítmény növelési lehetőségének vizsgálatok ugyanúgy, mint általában, a berendezést komplex módon kell tekinteni; a nyomásszabályozó rendszer, iszap szilárdanyag szabályozó egységek, műszerek és mások mellett a fúrócsőállományt is be kell vonni a vizsgálat körébe. A fúrócső anyagfokozatának szerepe a teljesítménynövelésben igen jelentős, ugyanúgy, miként a „korszerű” és a „jövő” fúrási rendszerében a hidraulikus teljesítmény.

A teljesítménynövelés lehetőségének vizsgálatát a hazai sajátosságok, így a hőmérséklet anomália, a rendkívüli információigény és a

munkaerő-ellátási problémák figyelembevételével kell végezni. Ezek azok a legfontosabb tényezők, amelyek az ipar időmérlegében 20—20⁰/₀-os fűrasi, illetve ki- és beépítési időhányad torzulást okoznak, az általános olajipari fejlesztési gyakorlattól való eltérést kényszerítik.

Egyébként az optimális fűrasi rendszer vizsgálata is jó alapot nyújt a fúróberendezés elemeinek a kiválasztásához. Ennek elvi háttere az, hogy az erőátvitel hatásfokával módosított hidraulikus és forgató teljesítmény összege — arányos, tehát gazdaságos üzemi fúróberendezést feltételezve — egyenlő az emelőrendszer teljesítményével. Az is megállapítható, hogy a jelenleg elfogadott optimalizálási eljárások, amelyek a költségek minimalizálását úgy valósítják meg, hogy a szivattyú-teljesítmény maximális kihasználásához meghatározzák az optimális fúróterhelést és fordulatszámot, az utalt sajátosságok miatt lényeges kibővítésre szorulnak.

Végeredményben a különböző vizsgálati módszerekből a hazai berendezésállomány távlati fejlesztési programjára alapelveként az a végkövetkeztetés adódik, hogy a fűrasi rendszer fejlődésének világviszonylatban tapasztalható általános irányzatával, azaz az optimalizálásból adódó relatív emelőteljesítmény-csökkenéssel szemben a korszerűsítést a teljesítmény határozott — a megadott fajlagos érték felső határának (0,33 LE/m) megfelelő — növelésével kell végrehajtani. Ez egyben meghatározza a kialakítandó fúróberendezés egyéb konstrukciós elemeinek (hidraulikus-, forgató-teljesítmény stb.) jellemzőit is. Analitikusan bizonyítható az, hogy a kiépítési teljesítmény előbbiektől szerinti növelése általában nem ütközik fúrástechnológiai korlátokba: két sebességfokozat esetén a „lassú” áttétel részvétele a kiépítésben 75⁰/₀-os.

Az ipar fűrasi időmérlegének javításához egyébként az emelőrendszer általános vizsgálatán túl figyelmet kell fordítani a gépegységekre is: a fékteljesítményre (megfelelő fő- és kiegészítő egységek beépítésével), a mozgó csigasor üzemére (osztott rendszerre, segéd dob, szállítószék stb. alkalmazásával), valamint a műveletek kézi-gépi idejének csökkentési lehetőségeire. E tekintetben is a sajátosságok az általános fejlesztési törekvésektől való eltérést kényszeríthetik: figyelembe veendő a távlati tervekben a jelenleg csak tengeri fúrófedélzeteken alkalmazott és rentábilis gépsítési egységek néhány eleme.

- [1] Rowley, D. S.: Rotaries to play big role in future rock drilling methods. OGJ No. 2. 82—7 (1970).
- [2] Gray, G. R.—Young, F. S., Jr.: 25 years of drilling technology — a review of significant accomplishments. JPT 1347—54 (1973).
- [3] Alliquander Ö.: A nagymélységű gázkutatás fűrasi kútkiképzési tervének alapelvei a Kárpát-medencében. KF 295—9 (1973).
- [4] Il'szkij, A. L.: Raszcset i konsztruirovanie burovogo oborudovanija. Gosztoptehtizdat, Moszkva, 1962. 7—82.
- [5] Prikel, G.: Der Leistungsbedarf beim Aus- und Einbauzyklus (Tiefbohrgeräte). Springer Verl. Wien, 1975. 258—81.

ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЛУБОКО-БУРОВОЙ МОЩИ ВЕНГРИИ

Д-р Дь. Сабо

Резюме

Вследствие возникновения проблем и потребностей в отношении энергетического сырья происходит всеобщее развитие поисков и разведки углеводородов во всем мире. В следующие годы ожидается такой рост объемов буровых работ — после эволюции роторного бурения —, который окажется беспримерным, если учесть историю буровой деятельности, имеющую уже традиции трех четверти столетия. Тем самым назрел и в отношении отечественной промышленности вопрос: чего можно ожидать от имеющегося парка буровой техники, что можно и нужно сделать для увеличения буровой мощности, необходимой для интенсификации поисковоразведочных работ?

Автор статьи принимает во внимание технологические требования, формулируемые на основании изучения «будущей буровой системы». С учетом анализа буровых работ на нефть и газ и особенностей Венгрии в этом отношении, автор определяет целесообразные направления развития буровой техники. Для увеличения мощности бурового парка необходимо значительно сократить время, потраченное на сборку и разборку буровых станков и аппаратуры, что возможно, с одной стороны, путем увеличения подъемной мощности, с другой стороны, путем целесообразной механизации бурения.