

Különleges fúrási, kútkiképzési, kútjavítási technológiák, anyagok és eszközök 6. – Alumínium fúrócsövek

ID. ŐSZ ÁRPÁD okl. olajmérnök, okl. menedzser szakmérnök, OMBKE- és SPE-tag



A mély és igen nagy mélységű, az irányított ferde- és vízszintes, valamint a megnövelt hosszúságú ferdefúrások mostoha körülményei (nagy hőmérséklet, hosszú és nagy tömegű fúrószár) nagymértékben hozzájárultak, hogy jelentős változások jöjjenek létre a fúrószár tervezésében és felépítésében. A fúrócsövek alkalmazásának terén új lehetőségeket nyitottak az alumínium fúrócsövek, melyeknek legfőbb előnyük, hogy az acélnál lényegesen kisebb a fajlagos tömegük. Ez megtakarítást jelent a szállításkor, a ki- és beépítési időben és az üzemanyag-felhasználásban. Megnöveli a teljesítményt, továbbá a fúróberendezés fúrási mélységkapacitását, bár nem teljes értékűen, mert az utóbbit az acél beléscsőoszlop tömege továbbra is lehatárolja. Az alumínium fúrócső kisebb fajlagos tömege a nagyobb sűrűségű öblítőfolyadékokban fokozottan érvényesül. Javítja továbbá az alumínium fúrócső használata a fúrás hidraulikáját, amennyiben a simább csőfelület miatt kisebb a fúrócsövek áramlási ellenállása.

Bevezetés

Az alumínium fúrócsövek fejlesztése és kísérleti alkalmazása az 1950-es években kezdődött a Szovjetunióban. A következő években fokozatosan vezették be az irányított ferdefúrásoknál, kombinálva a hidraulikus és az elektromos lyuktalpi motorokkal, olyannyira, hogy alkalmazása a '60-as években már elérte az összesen alkalmazott fúrócső 60%-át. Az első kutatófúrási felhasználására a Középső-Volga vidékén 1960-1962-ben került sor. Majd a '60-as évek közepétől mélyülő igen nagy mélységű fúrások alapvető fúrószár eleme lett. Nyugat-Szibériában az 1970-es évektől a bokorfúrásoknál (irányított ferdefúrásoknál) széles körben alkalmazták az alumínium fúrócsöveket. [3] [8] [22] A Szovjetunió feloszlása után, Oroszországban több kutatóintézetből és gyártó vállalatból megalakult az Aquatic Company, amely többek között az alumínium fúrócsövek fejlesztésével és gyártásával is foglalkozik. Majd ez a társaság csatlakozott a Weatherford International csoporthoz, s jelenleg ezen belül tevékenykedik. [10] [19] [20]

Az Amerikai Egyesült Államokban a Reynolds Metals Company az 1960-as években foglalkozott az alumínium fúrócsövek fejlesztésével, azonban kellő érdeklődés és üzlet hiányában ezt beszüntették. Miután 2000. május 3-án egyesült az ALCOA Incorporated (Aluminum Company of America) céggel, felélénkült a tevékenysége, és az ALCOA Oil & Gas leányvállalaton belül ismételtlen gyártják az alumínium fúrócsöveket. [15] [16] [17] [18] Az Amerikai Egyesült Államokban még további társaságok is foglalkoznak alumínium fúrócsövek fejlesztésével és gyártásával, úgymint a NOV Grant Prideco [11] és az Aluminum Drill Pipe Incorporated. [21] Nem rendszeresen, nem általánosan, hanem alkalmanként használtak alumínium fúrócsöveket a fúrási gyakorlatban az Atlanti-óceán területén (Voring Basin – 1993, 1997; Rockall Bank – 1994), Mexikói-öböl-

ben (Mississippi Canyon – 1995; Green Canyon – 1996; Viosca Knoll – 1996; Garden Banks – 1996), Strait of Gibraltar területén (1995), Japán tengeri fúrásoknál (1997) és Nyugat-Afrika tengeri fúrásainál (1998). [22]

A mélyfúrási szakma figyelmét két cikk hívta fel az alumínium fúrócsövek alkalmazásának előnyeivel kapcsolatban 1999-ben és 2010-ben [6] [14], s úgy tűnik, hogy az alumínium fúrócsövek alkalmazása az utóbbi időben felgyorsult.

Az alumínium fúrócsövekről Magyarországon elsőként tankönyvekből értesülhettek a szakemberek az 1960-as évek második felében. [1] [2] Hosszú hallgatás után 2007-ben adta ki a Magyar Szabványügyi Testület az MSZ EN ISO 15546:2007 Alumíniumötvözetű fúrócső szabványt, amelyet 2011-ben módosítottak. [23] Majd a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Kőolaj és Földgáz Intézet Olajmérnöki Intézeti Tanszék irányításával és a MOL Nyrt. MOL Magyarország ipari konzultálásával 2013-ban elkészült az első szakdolgozat is az alumínium fúrócsövekről. [24]

Alumínium ötvözetű fúrócsövek tulajdonságai

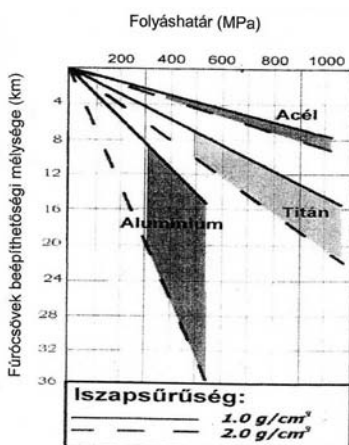
A fúrószárnak több műszaki követelménynek kell megfelelnie, úgymint szilárdság, megbízhatóság, tartóság, jó rugalmassági és nyírési együttható (modulus), korrózió és koptató hatással szembeni ellenálló-képesség. Emiatt és azért, hogy különböző földtani és műszaki körülmények között használják, különös gondot kell fordítani a fúrószár összeállítására, a fúrócsövek kiválasztására.

Különböző ötvözetű fúrócsövek anyagának fizikai és mechanikai tulajdonságai

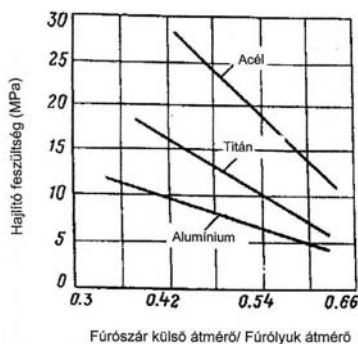
1. táblázat:

Anyag	Sűrűség g/cm ³	Rugalmassági együttható 10 ⁴ MPa	Nyírési együttható 10 ⁴ MPa	Poisson tényező	Hőtágulási együttható 10 ⁻⁶ /°C	Fajlagos hőkapacitás J/kg°C
Acél ötvözet	7,85	21,0	7,9	0,27	11,4	500
Alumínium ötvözet	2,78	7,1	2,7	0,30	22,6	840
Titán ötvözet	4,54	11,0	4,2	0,28	8,4	460

Az 1. táblázat a különböző ötvözetű fúrócsövek anyagának alapvető fizikai és mechanikai tulajdonságait foglalja össze.



1. ábra: Különböző ötvözetű fúrócsövek beépíthetőségi mélysége



2. ábra: A fúrószár és a fúrólyuk-átmérő arányában kialakuló hajlítófeszültség

szültség aránya a különböző ötvözetű fúrócsövekben:

$$\sigma_{\text{alumínium}} : \sigma_{\text{titán}} : \sigma_{\text{acél}} = 1 : 1,55 : 2,96$$

A fúrószár és a fúrólyukátmérő arányában kialakuló hajlítófeszültséget a 2. ábra szemlélteti.

Ki- és beépítés közben a fúrócsövet dinamikus igénybevételek érik, az így kialakult dinamikus feszültség aránya a különböző ötvözetű fúrócsövekben:

$$\sigma_{\text{alumínium}} : \sigma_{\text{titán}} : \sigma_{\text{acél}} = 1 : 1,6 : 2,9$$

Amikor a fúró forgatás közben szorul vagy véglegesen megszorul a fúrólyukban, az így létrejött csavarófeszültség aránya a különböző ötvözetű fúrócsövekben:

$$\sigma_{\text{alumínium}} : \sigma_{\text{titán}} : \sigma_{\text{acél}} = 1 : 1,6 : 2,9$$

A fenti feszültségarányokból látható, hogy a különböző igénybevételek hatására kialakuló feszültségek közül minden esetben az alumínium fúrócsövekben alakul ki a legkisebb feszültség, és ez az alumínium kis sűrűségének köszönhető. Továbbá, a rugalmassági és a nyírási együttható fordítottan arányos az elcsavarodás

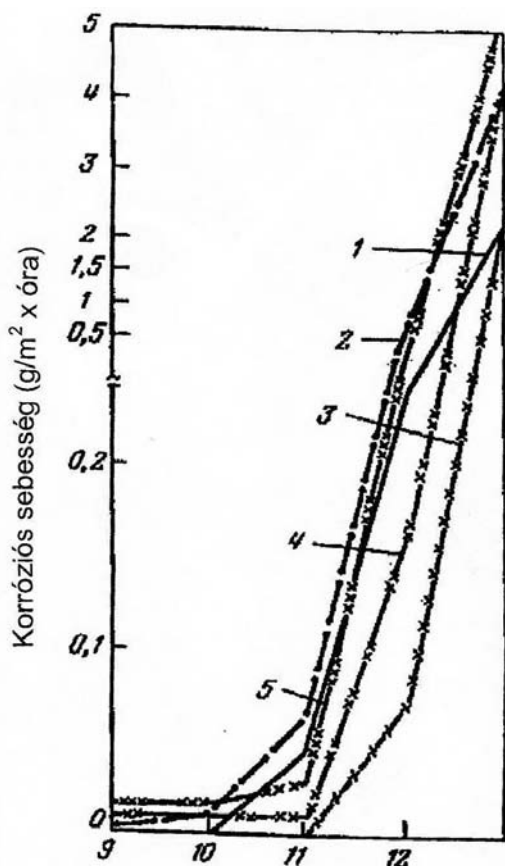
mértékével, így az alumíniumötvözet kétségtelenül előnyösebb az acél- és titánötvözetekhez képest.

A fúrócső és a fúrólyuk, illetve a béléscső között fellépő súrlódás koptató hatást eredményez. A kopás mértéke függ az adott csövek anyagának minőségétől, a súrlódási távolságtól, az átfúrt kőzetek és az áramló furadék koptató hatásától, az öblítőfolyadék típusától, szilárdanyag-tartalmától, áramlási sebességétől és kenőképességétől. Az alumínium-ötvözetű fúrócsövek Brinell-keménysége 120-140 HBr, ez 1,5-2,0-szer kisebb, mint az acél- és titánötvözetű fúrócsövek felszíni keménysége, ezért az alumínium fúrócsövek kopása nagyobb mértékű azokénál. Azonban a kisebb tömegének köszönhetően a benne fellépő különböző feszültségek sokkal kisebbek, s ennél fogva végül is az alumínium fúrócsövek összesített kopása kisebb, mint a másik kettőé. Tekintettel arra, hogy a fúrócsőben az öblítőfolyadék nagy sebességgel áramlik, ezért a benne lévő koptató anyagok folyamatosan koptatják a fúrócső belső felületét. Ez a folyamat a fúrócső belső átmeneti részeiben (fúrócsőkapcsoló, kapcsoló-fúrócső átmenet) sokkal erőteljesebb, mert ezeken a helyeken turbulens áramlás alakul ki. A jelenség az alumínium fúrócsövekben intenzív, az acél és titán fúrócsövekben pedig mérsékelt.

A korrózív közegek hatással vannak a fúrócső anyagára a fúrólyukban és a felszínen egyaránt. Az általános vegyi hatás, a pontkorrózió, a helyi korrózió és a kristályközi korrózió együttesen befolyásolja a fúrócsövek minőségét. Az általános vegyi hatás következménye a fúrócső gyors kopása, lecsökkentve annak teherbíróképességét, amely a fúrócső túl korai meghibásodásához vezet. A különböző korróziótípusok együttes hatása még kritikusabb. A különböző ötvözetű fúrócsövek korróziós ellenállásának és korróziós koptatásának vizsgálata megállapította, hogy az acél- és titánötvözetek felett van az alumínium-ötvözet. Kivétel a kénhidrogén okozta korrózió, ugyanis ebben a közegben az alumínium-ötvözet ellenállása közepes.

Az alumínium fúrócsövek korróziója összetett, amelyet számos fizikai és mechanikai tulajdonság határoz meg. A korrózió folyamán elektrokémiai folyamatok játszódnak le, mivel a kőolaj- és földgázbányászati csövek – így a fúrócsövek is – igen agresszív körülmények között üzemelnek, ezért a korrózió akkor is megtámadja a csöveket, ha azokat valamilyen felületvédő anyaggal kezelték. A korrózióval szemben az alumínium felületén keletkező alumínium-oxid nagyon jól ellenáll. Az alumínium-oxid úgy keletkezik, hogy az alumínium a levegő oxigénjével reakcióba lép, s így hoz létre annak felületén egy vékony réteget. Az előbb említettek miatt az alumínium fúrócsövek nem kifejezetten érzékenyek a korrózióra és nem különösebben függenek az öblítőfolyadék pH-értékétől sem, amennyiben annak értéke 7,0-9,5 között van. Azonban, ha ez az érték 10,5 (közepesen lúgos kémhatás) fölé kerül, akkor a korróziós folyamat rohamosan nő. Nem csupán az öblítőfolyadék pH-értéke befolyásolja a korróziót, hanem az is, hogy a benne lévő szilárdanyag-részecskék az öblítés során folyamatosan koptató hatást gyakorolnak

a fúrócsövek felületére, amely következtében az alumínium-oxid védőréteg elkopik. Ez a jelenség különösen veszélyes a fúrócső kapcsolóknál, ahol turbulencia alakul(hat) ki. Abban az esetben, ha az alumínium fúrócsövet acél fúrócső kapcsolókkal látják el és kénhidrogénes (H_2S) környezetben használják, akkor az acél sem korrodál olyan hevesen, amely annak köszönhető, hogy az alumínium elektrokémiai védelmet biztosít a fúrócső kapcsolónak. Az öblítőfolyadék hőmérsékletének növekedése is gyorsítja az alumínium-ötvözetek korróziós sebességét. (3. ábra) [7] [22] [25]



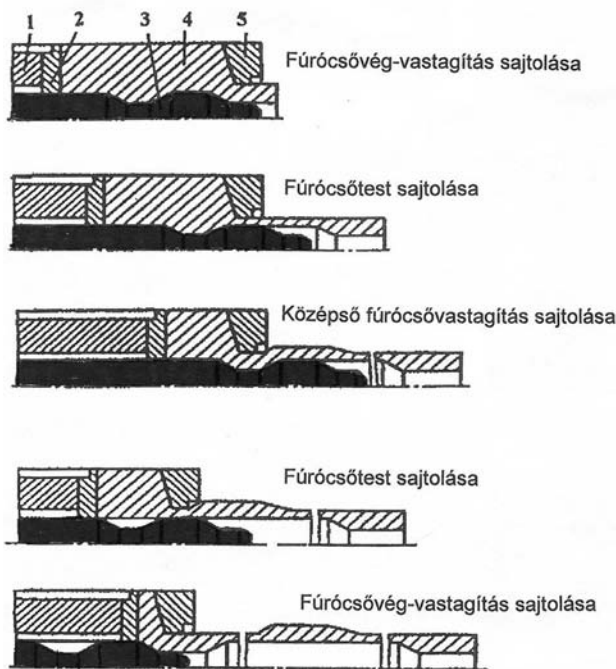
3. ábra: Korróziós sebesség a pH és a hőmérséklet függvényében

1 = Víz 20 °C-on, 2 = Víz 50 °C-on, 3 = 5% NaCl 20 °C-on, 4 = 5% NaCl 50 °C-on, 5 = 5% NaCl 90 °C-on

Alumínium fúrócsövek gyártása

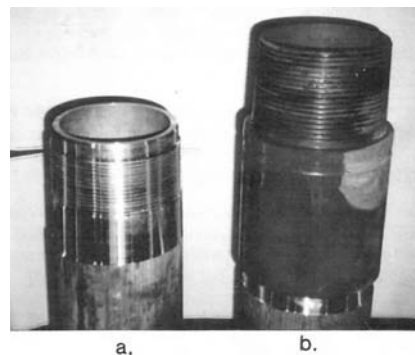
Az alumínium fúrócsöveket képlékeny alakítással, sajtolással és lyukasztással gyártják, azaz egy furatos hengeres öntvény nyersdarabból készítik, amely anyagát tekintve még nem homogén. A kezdeti nyersdarab mérete határozza meg, hogy milyen típusú és méretű fúrócső készül. Mielőtt a képlékeny alakítást elkezdnék, az öntvény nyersdarab külső és belső átmérőjéből leosztargálnak 10-14 millimétert, hogy eltávolítsák az alumínium öntvény felületéről a meglévő egyenetlenségeket. Ahhoz, hogy a nyersdarab anyaga homogén legyen, egy 460-490 °C-os kemencébe teszik és 12-16 órán keresztül ott tartják. Majd a homogenizáció után lehűtik 380-420 °C-ra, és ezen a hőmérsékleten alakítják ki

a fúrócső egyik végének belső vastagítását (duzzasztását), illetve 400-420 °C-on a külső vastagítását (duzzasztását). Ezek után a felmelegített öntvényen hidraulikusan tolják előre a belső sablont, kialakítva a fúrócsőtestet, középen a fúrócső-vastagítást, majd folytatva tovább a fúrócsőtestet, s végül a fúrócső másik végének belső és külső vastagítását (duzzasztását) (4. ábra).

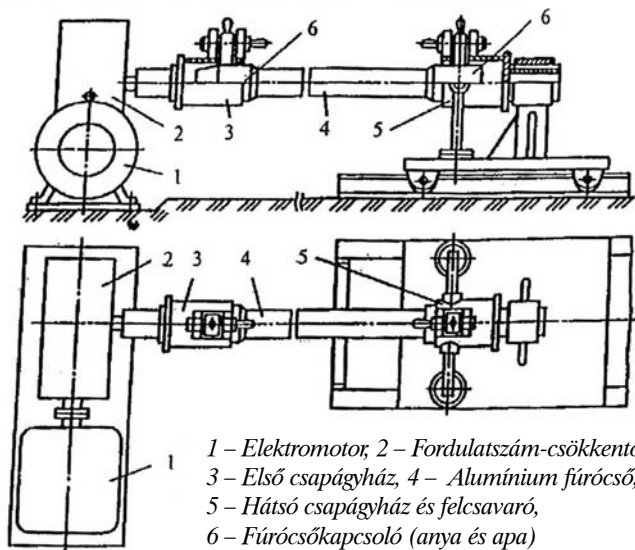


4. ábra: Fúrócső sajtolási művelet

A sajtolási műveletet egy speciális hidraulikus sajtoló (nyomó) géppel végzik: a sajtolás mértéke 64-103 mm ($2\frac{1}{2} - 4\frac{1}{16}$ hüvelyk) külső átmérőjű fúrócsőnél 40 000 kN (4 500 tonna), 114-168 mm ($4\frac{1}{2} - 6\frac{5}{8}$ hüvelyk) külső átmérőjű fúrócsőnél 60 000 kN (6 750 tonna). A sajtolási sebesség 1,8-3,5 méter/perc (5,9-11,5 láb/perc). A sajtolási művelet után a fúrócsöveket ismételtlen kemencébe teszik, ahol 70 percen keresztül 490 °C-on tartják. A kemencéből kivett fúrócsöveket 0,02-0,04%-os kálium- vagy nátrium bikromát tartalmú folyadékkal kezelik, amely ellenállóbbá teszi a korrózióval szemben. A lehűlés után ismét hőkezelik (edzik) a fúrócsöveket 170-200 °C-on 8-12 órán keresztül, amely során a fúrócsövek deformáló d-



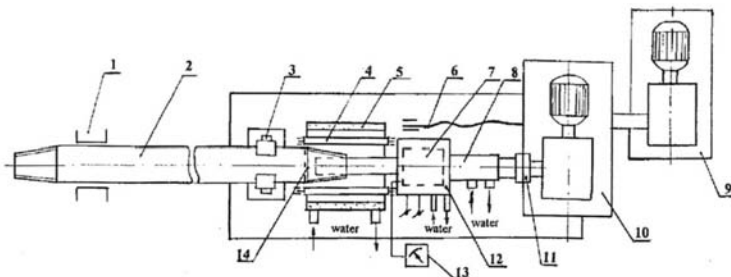
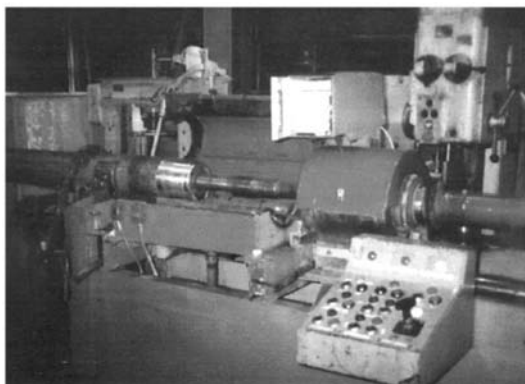
5. ábra: Alumínium fúrócső
a. Acél kapcsoló nélkül,
b. Acél kapcsolóval



6. ábra: Hidegillesztés gépi egysége

nál 2-3% lehet. Az így elkészült fúrócsövek mindkét végére menetet vágnak, amelyekre fel lehet hajtani az acél kapcsolókat. (5. ábra)

A 64-129 mm ($2\frac{1}{2}$ – $5\frac{1}{16}$ hüvelyk) külső átmérőjű belső végvastagítású alumínium fúrócsövekre hidegillesztéssel helyezik fel a kapcsolókat, a megfelelő mértékű nyomaték használata mellett. (6. ábra) Ezek a fúrócsövek 2 500 – 3 000 méter mélységű fúrólyukak mélyítéséig használhatók, ahol a fellépő nagy húzófeszültségek és nyomatékok még ritkán fordulnak elő.



7. ábra: Melegillesztés gépi egysége

- 1 – Alátámasztó csapágó, 2 – Alumínium fúrócső, 3 – Rögzítő szerkezet, 4 – Meghajtó henger, 5 – Külső hűtőkamra, 6 – Spirál vezetõmenet, 7 – Fúrócsõ kapcsoló (anya vagy apa), 8 – Csõtengely, 9 – Elõtõlás meghajtó, 10 – Felcsavarás meghajtó, 11 – Maximális nyomaték korlátozó, 12 – Indukciós spirál hevítõ, 13 – Fúrócsõkapcsoló hőmérséklet-kijelző, 14 – Belső hűtőkamra, water – víz



a.



b.

8. ábra: Alumínium fúrócsõgyártás a „Sarov” Gépgyárban

- a. Fúrócsõtest a kapcsolók felcsavarása előtt, b. Kész fúrócsõvek szállításra várnak

A 131-168 mm ($5\frac{3}{16}$ – $6\frac{5}{8}$ hüvelyk) külső átmérőjű külső és belső végvastagítású alumínium fúrócsövekre meleg illesztéssel helyezik fel a kapcsolókat. Amíg az acél fúrócsövek gyártása esetén a melegillesztési technika egyszerűen, problémamentesen alkalmazható, addig ez az alumínium fúrócsövekre nem vonatkozik. Ugyanis, amikor az alumínium fúrócső érintkezésbe kerül a felhevített acél kapcsolóval, akkor az a nagy hőmérséklet és a jó hővezető-képessége miatt túlzottan kitágul, s így lehetetlenné teszi a megfelelő illesztést. Ez a hátrány kiküszöbölhető, ha a fúrócső végét a kapcsoló felcsavarásakor erősen hűtik. (7. ábra) Az ezzel a technológiával készült fúrócsövek már képesek elviselni a nagyobb igénybevételeket, s így ezek már alkalmasak a mély- és igennagymélységű fúrások mélyítésére.

A 8. ábrán látható az oroszországi „Sarov” Gépgyár, Aquatic Company (Weatherford International) alumínium fúrócső gyártóüzeme és a szállításra kész fúrócsövek. [8] [22] [25]

Alumínium fúrócsõvek típusai

Anyagcsoportosítás

A világon 13 fajta alumínium-ötvözetet használnak, azonban a fúrócsöveknél csak az alábbi négy anyagcsoportot alkalmazzák:

- I. csoport: Alap szilárdságú (D16T);
- I. csoport: Nagy szilárdságú (1953T1);
- III. csoport: Nagy hőmérséklettűrõ (AK4-1T1);
- IV. csoport: Fokozott korróziótűrõ (1980T1). (2. táblázat)

Tulajdonságok ^a	Mértékegység	Anyagcsoport			
		I	II	III	IV
Ötvözet neve		D16T	1953T1	AK4-1T1	1980T1
Minimális folyáshatár (0,2%ofszetnyomással)	MPa	325	480	340	350
Minimális szakító szilárdság	MPa	460	530	410	400
Minimális nyúlás	%	12	7	8	9
Maximális üzemi hőmérséklet	°C	160	120	220	160
Maximális korróziósebesség (3,5% NCl oldatban)	g/(m ² h)				0,08

a = Mechanikai tulajdonságok 20±3 °C vizsgálati hőmérsékleten

Az első három alumínium-ötvözet általánosan használatos a fúrócső-gyártásban, azonban a negyediket ritkán alkalmazzák. Ennek felhasználása elsősorban katonai, mégpedig a tengeralattjáró-gyártásban, mivel jól ellenáll a sós tengervíz okozta korróziónak.

Az alumínium-ötvözetek mechanikai tulajdonságai elsősorban a hőmérséklettől és a terheléstől, illetve ezeknek a hatásoknak kitett időtartamtól függenek. A táblázatból jól látható, hogy a legerősebb ötvözet (1953T1) különösen érzékeny a nagy hőmérsékletre. Emiatt az ebből az ötvözetből készült fúrócsöveket a fúrószár felső részébe építik be, ahol a hőmérséklet még 120 °C alatt van, viszont a jó mechanikai tulajdonságai biztosítják, hogy az alatta lévő fúrószár tömegét elbíráják. Látható továbbá, hogy az első három ötvözet közül a D16T típus nyúlása a legkedvezőbb, azonban maximum 160 °C üzemi hőmérsékletig használható, s így ezen hőmérséklet felett már az AK4-1T1 ötvözetből készült fúrócsövek használata szükséges.

3. táblázat:

Ötvözött alumínium fúrócsövek kémiai összetétele

Ötvözet neve	Összetétel	Alap adalékok %	Megengedett tartalom %
D16T	Al-Cu-Mg	Cu 3,8-4,9 Mg 1,2-1,8 Mn 0,3-0,9	Fe 0,5 Si 0,5 Zn 0,3 Ti 0,1 Ni 0,1 egyéb 0,1
1953T1	Al-Zn-Mg	Zn 5,5-6,0 Mg 2,4-3,0 Cu 0,4-0,8 Mn 0,1-0,3 Cr 0,1-0,2 Ti 0,1-t?!	Fe 0,2 Si 0,2 egyéb 0,1
AK4-1T1	Al-Cu-Mg-Si-Fe	Cu 1,9-2,5 Mg 1,4-1,8 Fe 0,3-0,8 Ni 0,8-1,3 Si 0,8-1,4 Ti 0,1-t?!	Zn 0,3 Mn 0,2 egyéb 0,1
1980T1	Al-Zn-Mg-Mn	Zn 4,0-4,8 Mg 2,0-2,6 Mn 0,3-0,5	?

A 13 fajta alumínium-ötvözet közül a fúrócső-gyártásnál használt négy fajta kémiai tulajdonságai:

- D16T: Al-Cu-Mg rendszer;
- 1953T1: Al-Zn-Mg rendszer;
- AK4-1T: Al-Cu-Mg-Si-Fe rendszer;
- 1980T1: Al-Zn-Mg-Mn rendszer. (3. táblázat)

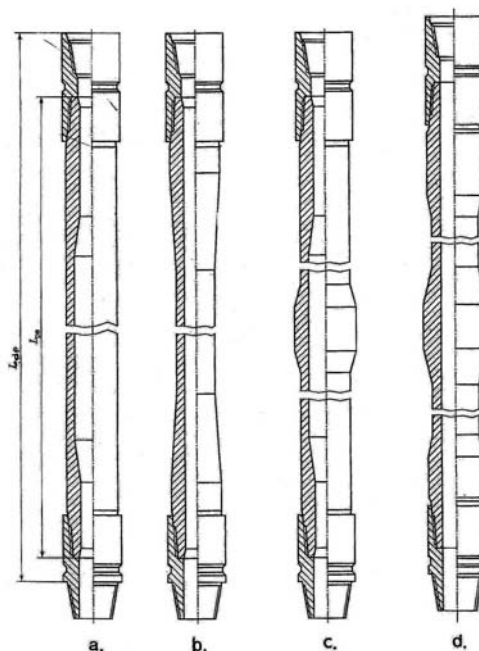
Fúrócső hossz

Az alumínium fúrócsőtest szabványos hosszát és a fúrócső teljes – kapcsolókkal ellátott – hosszát a 4. táblázat tartalmazza. Természetesen a fúrócsőgyártók a megrendelő kívánságának megfelelően más hosszban is gyártanak.

Fúrócsövek és kapcsolók

Az alumínium-ötvözetű fúrócsöveket négy típusban gyártják (9. ábra):

- Belső végvastagítású;
 - Külső végvastagítású;
 - Belső végvastagítású középső vastagítással;
 - Külső végvastagítású középső vastagítással.
- Ugyanúgy, mint az acél fúrócsöveknél, az alumíni-



9. ábra: Alumínium-ötvözetű fúrócsövek

a. Belső végvastagítású, b. Külső végvastagítású, c. Belső végvastagítású középső vastagítással, d. Külső végvastagítású középső vastagítással; L_{pe} = Fúrócső hossza kapcsoló nélkül, L_{dp} = Fúrócső hossza összcsevarás után

4. táblázat:

Ötvözött alumínium fúrócsövek hossza

Fúrócsövek hossza, méter	Osztály		
	1	2	3
Alumínium fúrócsőtest hossza (tűrés ± 0,25)	5,8	8,7	11,4
Alumínium fúrócsőtest hossza kapcsolókkal (tűrés ± 0,25)	6,2	9,1	11,8

um fúrócsöveknél is végvastagítást alkalmaznak annak érdekében, hogy minél nagyobb terhelést képes legyen elviselni, illetve hogy az üzemelés közben a lehető legkevesebb törés következzen be. A középső vastagítással gyártott alumínium fúrócső előnye, hogy a fúrócső közepén lévő vastagítás megvédi a fúrócsőtestet a kopástól, illetve növeli a fúrócső szilárdságát.

Az alumínium fúrócsőtest végén lévő TT menetekre csavarják rá az acél kapcsolókat, amely méretét és típusát az ISO 10424-2. szabvány tartalmazza. (5. táblázat) [7] [8] [21] [22] [23] [24]

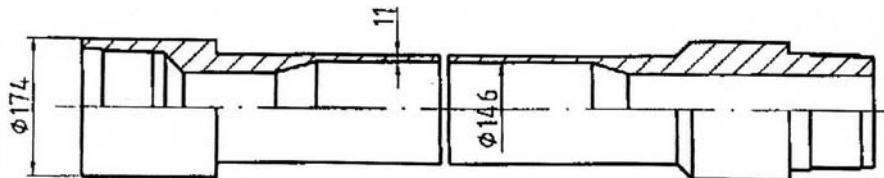
5. táblázat:

Fúrócsőkapcsolók menettípusai

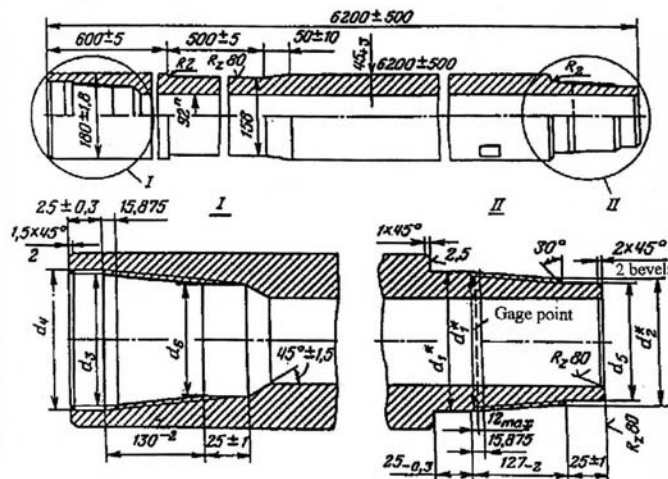
Külső átmérő		Falvastagság	Menettípus	
mm	hüvelyk		Fúrócsőtest	Kapcsoló
Belső végvastagítású (középső vastagítású is)				
64	2 1/2	8	TT53	NC23
73	2 7/8	9	TT63	NC26
90	3 1/2	9	TT82	NC31
90	3 1/2	9	TT82	NC38
103	4 1/16	9	TT94	NC38
114	4 1/2	10	TT104	NC44
114	4 1/2	11	TT106	NC46
129	5 1/16	9	TT120	NC50
129	5 1/16	11	TT120	NC50
147	5 13/16	11	TT138	5 1/2 FH
147	5 13/16	13	TT138	5 1/2 FH
147	5 13/16	15	TT138	5 1/2 FH
168	6 5/8	11	TT158	6 5/8 FH
168	6 5/8	13	TT158	6 5/8 FH
Külső végvastagítású (középső vastagítású is)				
90	3 1/2	8	TT90	NC38
114	4 1/2	10	TT122	NC50
129	5 1/16	9	TT138	5 1/2 FH
131	5 3/16	13	TT138	5 1/2 FH
133	5 1/4	11	TT138	5 1/2 FH
140	5 1/2	13	TT138	5 1/2 FH
147	5 13/16	11	TT158	6 5/8 FH
151	6	13	TT158	6 5/8 FH
155	6 1/8	15	TT158	6 5/8 FH
164	6 7/16	9	TT172	6 5/8 FH
168	6 5/8	11	TT172	6 5/8 FH

Integrált csatlakozású fúrócsövek

Ezek a fúrócsövek nem rendelkeznek acél kapcsolókkal, azaz nincs TT menet a fúrócső külső felületén. A fúrócsövek csatlakozását a külső vagy a belső végvastagításba vágott menetekkel biztosítják. (10. ábra) (6. táblázat) A tapasztalatok azt mutatják, hogy normál körülmények között, megfelelő nyomtérk használata mellett ez a típusú csatlakozás 140-160 ki- és beépítést (szét- és összecsavarást) elvisel. Mivel a csatlakozó menet a végvastagításon van, an-



10. ábra: Integrált csatlakozású alumínium fúrócső

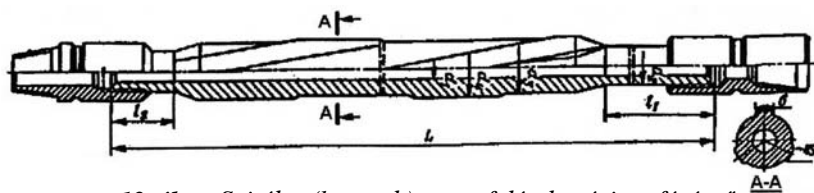


11. ábra: Sima vastagfalú alumínium fúrócső

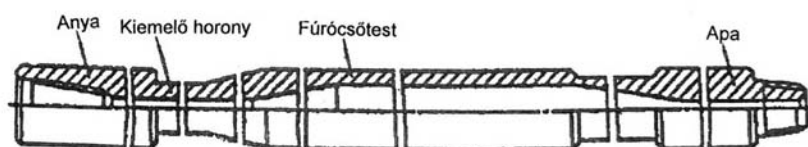
nak tönkremenetele esetén azt levágják, és új menetet vágnak a végvastagításba, így hosszabbítják meg a fúrócső élettartamát. Alkalmazását függőleges, ferde és vízszintes fúrásokban egyaránt ajánlják és a fúrócsőoszlop aljára építik be. A fúrócsövek antimágneses tulajdonsága alkalmassá teszi a fúrás közbeni folyamatos mérést, amellyel jelentős időt lehet megtakarítani. [22]

Vastagfalú fúrócsövek vagy súlyosbítók

A vastagfalú alumínium fúrócsövek vagy súlyosbítók mind acél kapcsolóval ellátottak, mind pedig integrált csatlakozásúak lehetnek. Sima vagy spirális (hornyolt) kivitellel készülnek. (11. ábra) (12. ábra) (7. táblázat) Egyaránt használatos függőleges, ferde vagy vízszintes fúrásokban, hogy a fúrás folyamán folyamatos mérést lehessen biztosítani. Feladata továbbá még – az acél vastagfalú fúrócsövekhez hasonlóan –, hogy átmenetet képezzen a súlyosbítóoszlop és a fúrócsőoszlop között. [22]



12. ábra: Spirálos (hornyolt) vastagfalú alumínium fúrócső



13. ábra: Fúrócső lyukbefejezéshez és kútjavításhoz

Fúrócsövek lyukbefejezéshez és kútjavításhoz

A lyukbefejezés és kútjavítás számtalan különböző kritikus műveletet foglal magába, úgymint tömitők, mélybeli szivattyúk, össze-roppant termelőcsövek, kábelek stb. kimentése, eltávolítása, amelyek többnyire nem sikerülnek elsőre. Ezért ezek a műveletek több ki- és beépítést igényelnek, általában a teljes idő 30-50%-át teszik ki, és így az alkalmazott fúrócsövek is nagyobb igénybevételnek vannak kitéve. Ezért fejlesztették ki ezekhez a munkálatokhoz a speciális integrált csatlakozású alumínium fúrócsöveket (13. ábra) (8. táblázat), amelyekkel 20-30%-kal csökkenteni tudták a Szovjetunióban, illetve Oroszországban (Samaraneft, Yugansneftegaz, Nizhnevartovsneftegaz stb.) a műveleti időket és a költségeket. [22]

6. táblázat:

Integrált csatlakozású fúrócsövek (D16T anyag)

Méretek	Fúrócső külső átmérő, mm/hüvelyk						
	127*	146*	146*	146*	164**	168**	172**
Fúrócső hossza, mm	12 400	12 400	12 400	12 400	11 500	11 500	11 500
Falvastagság, mm							
Fúrócsőtest	11	9	11	13	9	11	13
Végvastagítás	30	34	34	34	19,5	19,5	19,5
Végvastagítás hossza, mm							
Apa	350	350	350	350	250	250	250
Anyá	350	350	350	350	250	250	250
Fúrócső keresztmetsz., cm ²	40,4	38,7	46,6	54,3	43,8	54,2	64,9
Húzó igénybevétel, kN							
Megengedett	1 050	1 000	1 200	1 450	1 150	1 400	1 700
Határ	1 300	1 250	1 500	1 800	1 450	1 750	2 150
Maximális	1 900	1 800	2 200	2 550	2 050	2 250	3 050
Nyomaték, kNm							
Megengedett	255	330	390	440	430	535	645
Határ	355	410	485	550	525	670	810
Belső nyomás, MPa							
Megengedett	46	32	39	46	29	35	40
Határ	57	40	49	58	36	43	50
Tömeg							
Teljes, kg	153	196	200	220	153	183	213
Egység, kg/m	12,4	15,8	16,1	17,7	13,3	15,9	18,5

*Belső végvastagítású, ** Teljes furatú (IF)

Alumínium fúrócsövek alkalmazása

Alumínium fúrócsöveket elsősorban az alábbi fúrásokban használnak:

- Meghosszabbított fúrások;
- Nagy- és igen nagymélységű fúrások;
- Tengeri irányított ferdefúrások.

Meghosszabbított fúrások

Az utóbbi évek fúrási tevékenységében egyre nagyobb szerepet kapnak a meghosszabbított fúrások. A meghosszabbított fúrás az irányított ferdefúrásoknak egy olyan speciális esete, amikor a fúróluk mért hossza és a vízszintes kitérése jóval nagyobb, mint a függőleges mélysége. Néhány példa:

- British Petrol társaság, Egyesült Királyság, Wytch Farm mező, M-16Z kút: mért hossz 11.278 méter, vízszintes kitérés 10.728 méter, függőleges mélység 1637 méter;
- Total Austral társaság, Argentína, Tierra del Fuego mező, CN-1 kút: mért hossz 11.284 méter, vízszintes kitérés 10.585 méter, függőleges mélység 1657 méter;

7. táblázat:

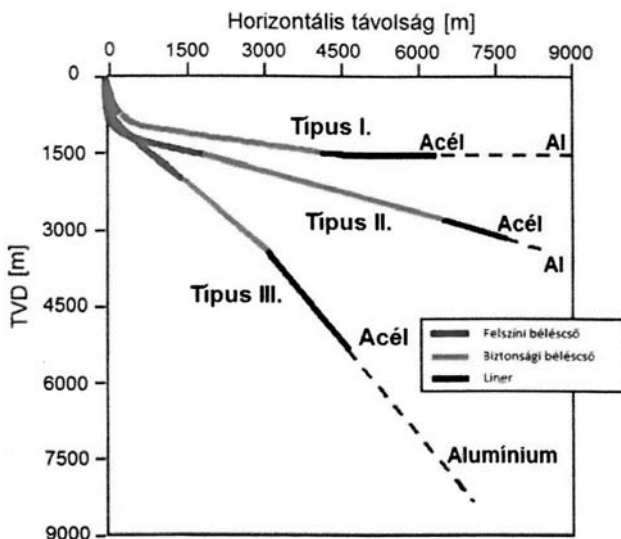
Vastagfalú alumínium fúrócsövek

Fúrócső átmérő mm	146 x 80	159 x 80	180 x 92
hüvelyk	5 3/4 x 3 1/8	6 1/4 x 3 1/8	7 1/16 x 3 5/8
Kiemelő horony átmérő, mm	129	140	146
Belső nyitott keresztmetszet, cm ²	50,2	50,2	67,6
Fúrócsőtest tengelyirányú tehetetlenségi tényezője, cm ⁴	2 028	2 935	4 767
Fúrócsőtest poláris tényezője a kiemelő horonynál, cm ³	359	481	512
Egységnyi tömeg, kg/m	32	41	51
Megengedett húzóerő (biztonsági tényező=1,2), kN	1 450	2 150	2 500
Hosszirányú stabilitás elvesztésének kritikus hossza, m	22	26	34
Ajánlott összehúzási nyomaték, kNm	15	19	25

8. táblázat:

Integrált csatlakozású fúrócsövek lyukbefejezéshez és kútjavításhoz

Fúrócső tulajdonságai	Fúrócső méretei mm/hüvelyk	
	95 x 9	108 x 8
	3 3/4 x 3/8	4 1/4 x 5/16
Külső átmérő, mm	95	108
Hossz, mm	9 000	9 000
Falvastagság, mm	9	8
Kiemelő horony átmérő, mm		
Apa	74	89
Anya	90	102
Végvastagítás belső átmérő, mm	42	56
Egységnyi tömeg, kg/m	7,8	9,2
Húzó igénybevétel, kN		
Megengedett	650	900
Határ	780	1 080
Nyomaték, Nm		
Megengedett	7 500	13 200
Határ	9 000	15 800
Belső nyomás, MPa		
Megengedett	52	40,5
Határ	62,5	49
Fúrócsőkapcsoló menettípus	2 7/8 REG	3 1/2 REG



14. ábra: Fúrásihossz növekedése alumínium fúrócső alkalmazásával

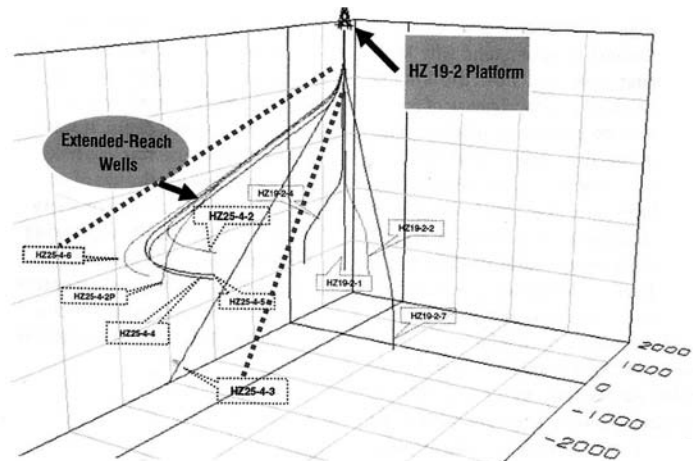
TVD = Total Vertical Depth = Teljes függőleges mélység,
Al = Alumínium, Liner = Betétsző

- DWE-DEA társaság, Németország, Mittellplate mező, Dieksand-6 kút: mért hossz 9275 méter, vízszintes kitérés 8434 méter, függőleges mélység 2335 méter;
 - Chevron Texaco társaság, Amerikai Egyesült Államok, Petronius mező, A-14 kút: mért hossz 8290 méter, vízszintes kitérés 6594 méter, függőleges mélység 3529 méter;
 - Maraton Oil UK Ltd. társaság, Egyesült Királyság, Brea mező, 16/7 kút: mért hossz 7879 méter, vízszintes kitérés 6141 méter, függőleges mélység 4209 méter. [26]
- Függőleges mélységük szerint a meghosszabbított fúrásokat három csoportba sorolják:

- **Sekély fúrások:** Az ilyen típusú fúrások nem túl mélyek, maximum 1500-2000 méter függőleges mélységűek, azonban a fúrólyuk mért hossza és vízszintes kitérése igen jelentős. Ezeknél a fúrásoknál a vízszintes kitérés nagyságát az határozza meg, hogy mekkora terhelést tudnak a fúrószáron keresztül a fúróra átvinni.
- **Közepes mélységű fúrások:** Ezen típus alá a maximum 3000-3500 méter függőleges mélységű fúrásokat sorolják, a függőlegeshez képest 50-60°-os dőléssel (ferdeséggel). Azt, hogy mekkora lehet az ilyen típusú fúrólyuk maximális hossza, elsősorban a fellépő forgatónyomaték határozza meg.
- **Nagymélységű fúrások:** 5000-6000 méter függőleges mélységű fúrások, 30-40°-os dőléssel (ferdeséggel). Az ilyen fúrások maximális hosszát a fellépő húzóerő határozza meg, amely a fúrószár mozgásakor lép fel.

Ezeknél a meghosszabbított fúrásoknál – ahol a nagyon hosszú fúrócsőszlopnak igen nagy a tömege – egyre gyakrabban használják az alumínium ötvözetű fúrócsöveket. [8] [9] [13] [22] [25] A 14. ábrából és a 9. táblázatból jól látható az alumínium ötvözetből készült fúrócső előnye az acélhoz képest, amely szerint a maximálisan elérhető fúrólyuk hossz akár 50%-kal is növekedhet.

Az alumínium ötvözetű fúrócsövekkel a Dél-Kínai-tengeren fúrt meghosszabbított fúrásoknál elért eredményekről számol be egy legfrissebb cikk. [25] A Dél-Kínai-tengerben lévő Huizhou HZ 25-4 kőolajmezőn a 102 méter vízmélységben lévő HZ 19-2 tengeri fúrófedélzetről mélyített 10 fúrás közül 7 meghosszabbított fúrás volt. Ezek közül 2005-ben kettő acél fúrócsővel (HZ 25-4-2 és HZ 25-4-5), 2008-ban négy első generációs alumínium fúrócsővel (HZ 25-4-3, HZ 25-4-4, HZ 25-4-6 és HZ 25-4-8), s végül 2012-ben egy második generációs alumínium fúrócsővel (HZ 25-4-7) készült. (15. ábra) A HZ 25-4-7 kút „S” profilú, 2341 méter függőleges mélységű, 7067 méter mért hosszúságú, 5500



15. ábra: A HZ 19-2 tengeri fúrófedélzetről fúrt HZ 25-4 meghosszabbított fúrások lyukprofilja
HZ 19-2 platform = HZ 19-2 Tengeri fúrófedélzet,
Extended-Reach Wells = Meghosszabbított kutak

9. táblázat:

Fúrási hossz növekedése alumínium fúrócső használatával különböző lyukprofilok esetén

Műszaki paraméterek	Mértékegység	Lyukprofil					
		Típus I.		Típus II.		Típus III.	
		Acél	Alumínium	Acél	Alumínium	Acél	Alumínium
Külső átmérő	mm	140	168/140	168	168	140	168/140
Falvastagság	mm	10	13/13	10	13	10	13/13
Tömeg levegőben	N/m	319,5	272/163	368	272	319,5	272/163
Iszapsűrűség	kg/m ³	944	944	1093	1093	1530	1530
Egységnyi tömeg iszapban	N/m	281	196/115	316	168	257	147/78
Maximális fúrószárhossz*	m	8200	9400	8600	9000	6400	9600

*(biztonsági tényező 1,6)

10. táblázat:

A HZ 19-2 fúrófedélzetről fúrt meghosszabbított fúrások

Fúrás neve	Fúrócső	Fúrási idő	Mért hossz	Teljes költség
		nap	méter	USD
HZ 25-4-4	Első generációs	111	8733	15 500 000
HZ 25-4-2	Acél	166	7905	25 330 000
HZ 25-4-5	Acél	176	8036	25 230 000
HZ 25-4-3	Első generációs	80	7041	12 200 000
HZ 25-4-6	Első generációs	78	7940	13 400 000
HZ 25-4-8	Első generációs	92	7833	15 250 000
HZ 25-4-7	Második generációs	68	7067	10 700 000

méter vízszintes kitérésű volt, amelynek hosszú 84°-os ferdeségét a végén 39°-ra ejtették le. A 10. táblázat mutatja a hét meghosszabbított fúrás jellemzőit, amelyből jól látható, hogy az alumínium fúrócsövekkel kedvezőbb eredményeket, a második generációs alumínium fúrócsővel az első generációval szemben 18%-os költség- és 15%-os időmegtakarítást, az acél fúrócsővel szemben pedig 57%-os költség- és 60%-os időmegtakarítást értek el.

Az alumínium ötvözetű fúrócsöveket Oroszországban a „Sarov” Gépgyárban, Aquatic Company (Weatherford International) gyártották. (16. ábra)

11. táblázat:

Kola SG-3 fúrás fúrócsőoszlop összeállítása

Fúrócsőoszlop felépítése				Hossz m	Összesített hossz m	Iszapban mért tömeg kN	Összesített tömeg kN	Húzó- erő kN	Emelő- erő kN	Megen- gedett emelőerő kN	Emelési biztonság (tartalék) kN
Anyag	Külső átmérő mm	Falvas- tagság mm	Típus								
Lyuktalpi szerszámösszeállítás				40	50	50	50	100			
Acél*	140	9	EU	150	190	43	93	55	148		
Alumínium	147	11	AK4-1T1	2800	2990	338	431	300	731	1300	569
Alumínium	147	13	AK4-1T1	1005	3995	140	571	380	951	1530	579
Alumínium	147	15	D16T	1205	5200	145	725	445	1170	1730	560
Alumínium	147	11	1953T1	1200	6400	145	870	520	1390	1950	560
Alumínium	147	13	1953T1	1400	7800	194	1064	650	1714	2280	566
Alumínium	147	15	1953T1	1450	9250	217	1281	750	2031	2590	559
Alumínium	147	17	1953T1	1100	10350	178	1459	870	2319	2890	561
Acél*	140	11	EU	1650	12000	557	2016	1100	3116	3680	560

*GOSZT 631-63

Nagy- és igennagymélységű fúrások

A nagy- és igennagymélységű fúrásokban a fúrószár rendkívül nagy igénybevételeknek van kitéve. A fúrószár felső szakasza igen nagy húzó és forgató terhelés alatt áll a rajta lévő tömeg súlya és forgatása miatt. A lyuktalphoz közelebb a sztatikus terhelésből adódó igénybevétel csökken, addig a különböző hajlító erőhatások növekednek, valamint hosszú ideig kitett a magas hőmérsékletnek, amely jelentős mértékben befolyásolja az anyag szilárdságát. A fúrószárra ható különböző igénybevétel és hőmérséklet egyenletlenül oszlik meg, amelyek nagymértékben függenek a különböző földtani és üzemeltetési körülményektől. Ezeket a tényezőket figyelembe kell venni a fúrószár tervezése és üzemeltetése során. A fúrószár egy 10 000 méteres fúrás esetén akkor van a legnagyobb igénybevételnek kitéve, amikor a fúrószárat megemelik, és az első pár fúrócsőszakaszt ki nem teszik. A nagy- és igennagymélységű fúrások tervezésekor a sztatikus húzószilárdság a legfőbb paraméter.

A Szovjetunióban 1965-től megvalósított nagy- és



16. ábra: Második generációs alumínium-ötvözetű fúrócsövek a HZ 19-2 tengeri fúrófedélzeten

igennagymélységű fúrás programban általánosan használtak az alumínium fúrócsöveket. (17. ábra) A Kola SG-3 fúrás (12.262 méter) fúrószár-összeállítása tipikus példa (11. táblázat). A táblázatból jól látszik, hogy alapvetően alumínium fúrócsöveket használtak a hőmérséklet és a húzóterhelés mértékétől függően. Az alsó szakaszban az AKA-1T1 ötvözetű fúrócsöveket használtak a nagy hőmérséklet, a felső szakaszban pedig az 1953T1 típust a fellépő nagy húzóerők miatt. A lyuktalpi szerszámösszeállítás fölé 150 méter acél fúrócsövet építettek be annak érdekében, hogy a súlyosbítóknak ne tegyék ki hirtelen nagy stresszhatásnak az alumínium fúrócsöveket. A fúrócsőoszlop tetejére ismét acél fúrócsöveket (1650 méter) tettek, ugyanis a fúrószár felső részében keletkező húzófeszültségeket ezek bírják el.

Az emelési biztonság (húzási tartalék) minden fúrócsőoszlop szakaszra minimum 560 kN (56 tonna) volt. [3] [9] [22]

Tengeri irányított ferdefúrások

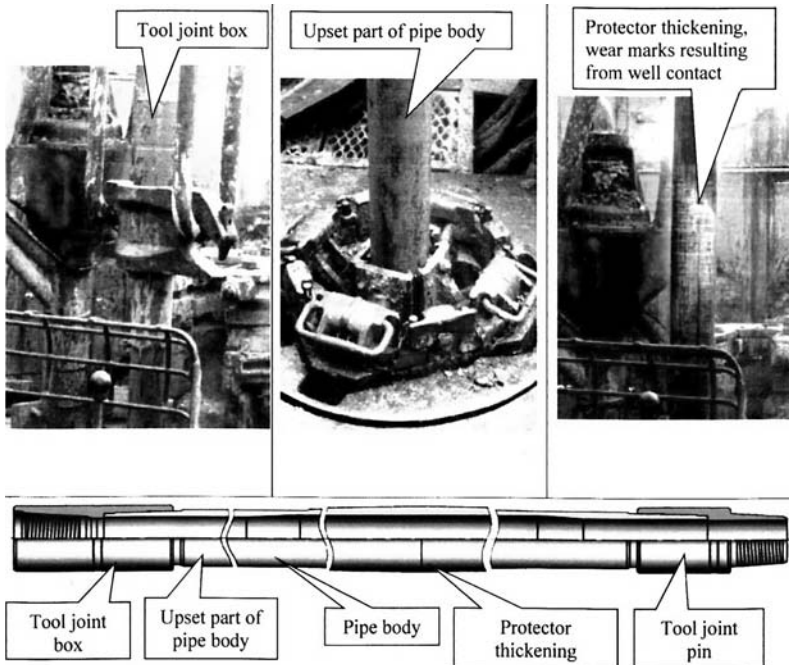
A Mobil North Sea Ltd. Aberdeentől északkeletre 215 mérföld (398 kilométer) távolságra, 350-400 láb (107-122 méter) vízmélységnél lévő Block 9/13 területén 1972-ben felfedezett kőolajmező feltárására 1983-ban felállított Beryl B tengeri fedélzetről hat irányított ferdefúrás mélyített le alumínium fúrócsővel. Majd az 1984-1986 között elvégzett béléscső-javítási munkálatokhoz is alkalmaztak alumínium fúrócsöveket. Ezek voltak az alumínium ötvözetű fúrócsövek első alkalmazásai a tengeri irányított ferdefúrásokban, az általános elterjedése 1991-től kezdődött el.

A legfrissebb híradások szerint ALCOA Oil & Gas gyártmányú alumínium ötvözetű fúrócsöveket alkalmaztak az Iron Duke Well C tengeri fúrásban, Bruneiben. Az Alcoa szerviz partnere volt Brunei legnagyobb kőolaj- és földgáztermelő társaságának, az AMRTUR Corp.-nek, illetve a kivitelező Brunei Shell Petroleum-nak (18. ábra). Három „S” profilú irányított ferdefúrás mélyítették le. A 60 méteres vízmélységben lévő tengeri fúrófedélzetről lemélyített három irányított ferdefúrás közül a legnagyobb vízszintes kitérés 4827 méter volt a 7485 méter mért hosszánál. [4] [5] [10] [15] [16] [17] [18] [20]

12. táblázat:

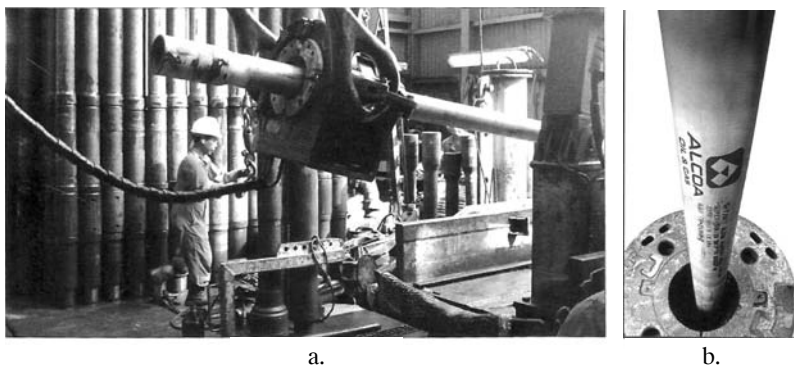
Fúrás hossz, tömeg és igénybevételek

Acél fúrócső	Alumínium fúrócső
6 3/4" x 2 1/4" súlyosbító 185 m	
Elérhető fúrás hossz, m	
3997	6710
5" x 19,5 lb/ft E75	129 mm x 9 mm 1953T1
5" x 19,5 lb/ft X95	6710
Fúrószár levegőben mért tömege, kN	
1202	532
Sztatikus igénybevétel, MPa	
Tengely irányú feszültség: $\sigma_z = 374,5$	Tengely irányú feszültség: $\sigma_z = 82,27$
Tangenciális feszültség: $\sigma_\theta = 87,1$	Tangenciális feszültség: $\sigma_\theta = 46,37$
Radiális feszültség: $\sigma_r = -14$	Radiális feszültség: $\sigma_r = -14$
Csavaró feszültség: $T = 34,19$	Csavaró feszültség: $T = 24,08$
Redukált feszültség: $\sigma_R = 349,1$	Redukált feszültség: $\sigma_R = 84,265$
Fúrócsőtest dinamikus igénybevétel, MPa	
Állandó feszültségi komponens: $\sigma_k = 2,787$	Állandó feszültségi komponens: $\sigma_k = 0,517$
Lengő feszültség: $\sigma_a = 1,393$	Lengő feszültség: $\sigma_a = 0,259$
Állandó feszültségi komponens: $\sigma_k = 0,686$	Állandó feszültségi komponens: $\sigma_k = 0,245$
Lengő feszültség: $\sigma_a = 0,343$	Lengő feszültség: $\sigma_a = 0,123$
Ferdességváltozás, °/100 m	
11,3	27,5
Kihajlott fúrószár hossza, m	
$I_\omega = 45,841$	$I_\omega = 61,848$



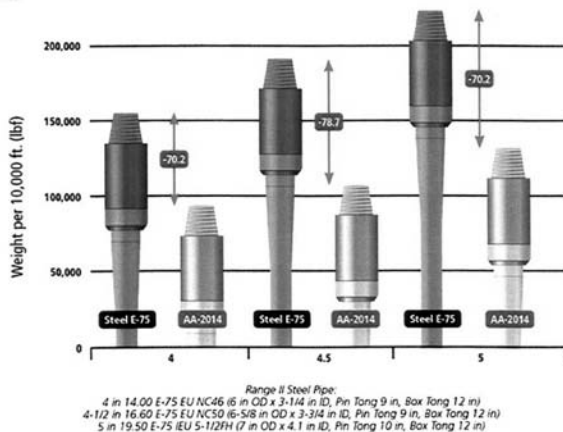
17. ábra: Alumínium 147 x 13 D16T fúrócső beépítése Szovjetunióban, Szamara-térségben

Tool joint boks = Anyakapcsoló, Upset part of pipe body = Végvastagítás, Pipe body = Fúrócsőtest, Protector thickening = Védő (középső) vastagítás, Tool joint pin = Apakapcsoló, Protector thickening, wear marks resulting from well contact = Védő (középső) vastagítás, kúttal történő érintkezés miatti kopás jelzése



18. ábra: ALCOA Oil & Gas alumínium ötvözetű fúrócsövek használata Bruneiben

a. Fúrócső beszedése, b. Fúrócső beépítése



Range II Steel Pipe:
4 in 14.00 E-75 EU NC46 (6 in OD x 3-1/4 in ID, Pin Tong 9 in, Box Tong 12 in)
4-1/2 in 16.60 E-75 EU NCS0 (6-5/8 in OD x 3-3/4 in ID, Pin Tong 9 in, Box Tong 12 in)
5 in 19.50 E-75 EU S-112FH (7 in OD x 4.1 in ID, Pin Tong 10 in, Box Tong 12 in)

19. ábra: Fúrócsövek tömege

a. Összeroppanási ellenállás (psi) b. Szilárdság-tömeg arány

Fúrócső méretezése

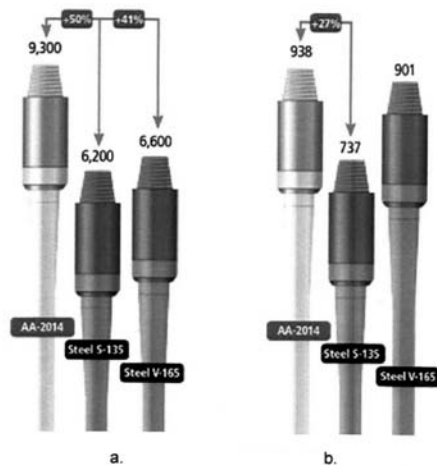
Az említett egyetemi szakdolgozat [24] egy 3800 méter kút lefúrásához szükséges fúrócsőoszlop méretezését végezte el adott fúrási paraméterek mellett. A méretezés és a számítás végeredményét a 12. táblázat mutatja be. A táblázatból jól látható, hogy az alumínium fúrócső alkalmazása a fúrócső kihajlási hosszán kívül minden kialakuló igénybevétel, illetve kialakuló feszültségek szempontjából kedvezőbb. A számítások egyértelműen bizonyítják, hogy azonos fúrási körülmények között használt alumínium fúrócsőben kialakult feszültségek fele, harmada, néhány esetben negyede az acél fúrócsőben ébredő feszültségeknek.

Összefoglalás

Az előzőekben leírtak alapján általánosan elmondható, hogy az alumínium fúrócsövek ugyanazon fúrási körülmények közötti alkalmazása kedvezőbb az acél fúrócsöveknél.

Előnyök:

- A fúróberendezés mélységkapacitása megközelítően 50%-kal növelhető;
- az azonos mélység eléréséhez kisebb kapacitású fúróberendezés szükséges;
- a fúrócső tömege kisebb;
- a fúrócső szállítása és mozgatása könnyebb;
- a ki- és beépítés gyorsabb;
- a húzási tartalék megnő;
- a fúrócső forgatónyomatóka csökken;
- az összeroppanási ellenállás nő; (19. a ábra)



- a szilárdság-tömegarány nő; (19. b ábra)
- az energia-megtakarítás nagyobb szállításkor és a fúrési művelet alatt;
- az irányított ferde, vízszintes és meghosszabbított fúrásoknál a vízszintes kitérés 10-30%-kal növelhető;
- a tengelyirányú és a kihajlási igénybevétel lecsökken a nagyobb felhajtóerő és a kisebb húzóerő miatt;
- a kifáradási ellenállás és a fúrószerű élettartama megnő;
- a rugalmasság jobb;
- a béléscsőkopás csökken;
- az öblítési nyomásesés lecsökken, ezáltal a hidraulikus teljesítmény növelhető;
- a korróziós ellenállás jó;
- nem mágnesezhető;
- a megbízhatóság nagyobb;
- a fúrési jellemzők jobbak;
- 16%-nál több időmegtakarítás érhető el;
- a kereskedelmi (működési) költség 10-20%-kal csökkenthető.

Hátrányok:

- A Brinell-keményesség kisebb;
- a folyási és húzási szilárdság kisebb;
- a kihajlási tendencia nagyobb;
- a külső felületi kopás nagyobb;
- 10,5 pH felett a korrózió-érzékenység megnő;
- több kezelőszerszámra van szükség;
- magasabb ár (50-150%).

S végül, miért is nem használják általánosan az alumínium fúrócsöveket?

Azt, hogy miért is nem használják általánosan az alumínium fúrócsöveket, jól jellemzik az ALCOA szóvivőjének – Jay Grissom – mondatai, miszerint a társaság kereskedelmi politikájában „az alumínium fúrócső egy érdekes piac”. Majd így folytatta: „Társaságunk elsősorban a mély- és igennagymélységű, valamint a megnövelt hosszúságú ferdefúrásokra fókuszál, továbbá folyamatban van az alumínium fúrócsövek alkalmazhatóságának bemutatása a palagáz (shale gas) fúrásoknál is.” [14]

IRODALOM

- [1] *Dr. Aliquander Ödön*: Mélyfúrás. Tankönyvkiadó, Budapest (1967)
- [2] *Dr. Aliquander Ödön*: Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1968)
- [3] *Jakov A. Gelfgat – Mikhail Y. Gelfgat – Yuri S. Lopatin*: Advanced Drilling Solutions. Lessons from the FSU. PennWell Corporation, Tulsa, Oklahoma, USA (2003)
- [4] *Glagola, M. A. – Wong, L. G.*: Aluminium Drillpipe for Directional Drilling. SPE/IADC Drilling Conference, 9-12 February, Dallas, Texas, USA. ISBN 978-1-55563-621-0. (1986)
- [5] *Tarr, Brian A. – Graham, Iain A.*: North Sea Experience With Aluminum Drillpipe. SPE Drilling Engineering, Volume 5, Number 4, December, 317-324 p. (1990)
- [6] *Ferda Akgun – Eric E. Maidla – Vladimir S. Basovich – Mikhail Y. Gelfgat*: Why Not Use Aluminum in Drilling? JPT, May, 69 p. (1999)
- [7] *Plácido, J. C. R. – de Miranda, P. E. V. – Netto, T. A. – Pasqualino, I. P. – Miscow, G. F. – Pinheiro, B. de C.*: Fatigue analysis of aluminum drill pipe. Materials Research, vol. 8. no. 4. Sao Carlos, Oct./Dec. (2005)
- [8] *Mikhail Y. Gelfgat – Vladimir S. Basovich – Alex Adelman*: Aluminum alloy tubulars for the oil and gas industry. World Oil, July, 45-51 p. (2006)
- [9] *R. Brett Chandler – Michael J. Jellison – Mike L. Payne – Jeff S. Shepard*: Advanced and emerging drillstring technologies overcome operational challenges. New materials and designs open the way forward for ultra-deep drilling. World Oil, October, 23-34 p. (2006)
- [10] *Aluminium Alloy Tubulars Provide A Viable Option For Light Rig, Deeper Water And Longer Wells*. Exploration & Production: The Oil And Gas Review 2006 – October (2006)
- [11] *Michael J. Jellison*: Drill pipe and drill stem technology. Executive Summary 2007. Drilling Contractor, March/April, 16-22 p. (2007)
- [12] *Erin Rebecca Anderson*: Aluminum alloy drill pipe in geothermal drilling: technical and economical opportunities. The School for Renewable Energy Science, February (2009)
- [13] *Mark Jenkins – Alejandro Castro Rodriguez – Christian Linke – Georg Mader – Mark J. Davies*: Field test show aluminum drill pipe can extend operating envelope for extended-reach drilling. Drilling Contractor, March/April (2010)
- [14] *Jim Redden*: Don't count out aluminum drill pipe just yet. World Oil, December, 17 p. (2010)
- [15] *Alcoa to supply aluminum drill pipes for shale gas wells*. Reuters, Aug 2., (2012)
- [16] *Alcoa to supply 3500 feet of aluminum drill pipe with steel tool joints for Marcellus Shale exploration*. ASM, August 8., (2012)
- [17] *Alcoa Aluminum Alloy Drill Pipe Helps Brunei Shell petroleum Navigate Complex Offshore Drilling Well*. Business Wire, Aug. 8., (2012)
- [18] *Aluminum drill pipe helps navigate complex well offshore Brunei*. Drilling Contractor, September/October, 16 p. (2012)
- [19] *Weatherford: Aquatic Aluminum Drillpipe*, (2013)
- [20] *Weatherford's „Aquatic” Spreads the Gospel of Aluminum for Drilling Deep On and Offshore*. Oil & Gas Eurasia, December 5., (2012)
- [21] *Aluminum Drill Pipe, Inc. Catalog* (2013)
- [22] *William J. Gwilliam*: Implement Russia Aluminum Drill Pipe and Retractable Drilling Bits into the USA. Volume I: Development of Aluminum Drill Pipe in Russia. Final Report. TR99-23. August (1999)
- [23] *MSZ EN ISO 15546:2011. Kőolaj- és Földgázipar. Alumíniumötvözetű fúrócső*.
- [24] *Varga Zsolt*: Alumínium fúrócsövek vizsgálata. Szakdolgozat. ME MFK KFI Olajmérnöki Intézeti Tanszék, Miskolc (2013)
- [25] *W. Scaruffi – E. Cristofanelli – S. Yu – A. Trocchia – C. Molaschi – A. Merlo*: New-Generation Drillpipes Enhance

[26] *id. Ósz Árpád*: Magyarországi szénhidrogén-kutatás és
-termelés céljára mélyült fúrások a számok

tükrében. I. rész. Meghosszabbított (ferde és víz-
szintes) fúrások nemzetközi eredményei. BKL Kő-
olaj és Földgáz, 139. évfolyam 11-12. szám, 17-20. o.
(2006)

ID. ÓSZ ÁRPÁD okl. olajmérnök, okl. menedzser szakmérnök, 1969-ben szerzett olajmérnöki diplomát Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán, majd 1993-ban menedzser szakmérnöki diplomát a Veszprémi Egyetemen. 201-ben történt nyugdíjazásáig – 46 éven keresztül – a kőolaj- és földgázbányászat területén fúrási, lyukbe-
fejezési és kútjavítási tevékenységgel, azok tervezésével, irányításával és ellenőrzésével foglalkozott a Kőolajkutató
Vállalatnál és a MOL Nyrt.-nél. Dolgozott az Egyesült Arab Emírátsokban (Abu Dhabi) és Irakban (Kurdisztán). 1971
óta tagja az OMBKE-nek és 12 éven át volt a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály elnöke, továbbá tagja az
Society of Petroleum Engineers-nek.

A Magyar Olaj-és Gázipari Múzeum Alapítvány Kuratóriuma tiszteletbeli elnökének köszöntése

A 90 éves *dr. Dank Viktort*, geológus akadémikust, nyugal-
mazott egyetemi tanárt, az OKGT egykori vezérigazgató-he-
lyettesét, a KFH egykori elnökét, a MOGIM kuratórium tisz-
teletbeli elnökét szűk baráti körben március 17-én Budapes-
ten, a Fekete Arany Klubban köszöntötték. Az ünnepeltet és
feleségét, *dr. Dankné Szentgyörgyi Veronikát*, valamint a megje-
lenteket *dr. Szabó György* üdvözölte.

Ezt követően hangzott el *dr. Szalóki István* laudációja,
melyben összefoglalta *dr. Dank Viktor* emberi, szakmai értéke-
it, a magyar olajiparban és a tudományos életben betöltött ki-
emelkedő szerepét. Néhány részlet a beszédből: „Kollegiális
szeretettel köszöntelem nem csak a magam, de a számos egy-
kori munkatársam nevében is, akikkel az alföldi kőolaj és föld-
gáz kutató és termelő vállalatoknál, vagy a MOL Rt.-ben volt
szerencsém 1962 és 1995 között dolgozni, és nincs lehetőségük
jelen lenni! Köztük van számos egykori tanítványod, aktív és
nyugállományú, közvetlen és távolabbi munkatársad, és a geo-
szakma művelői mellett számos Téged ismerő, tisztelő műsza-
ki-gazdasági szakember is. Köszöntöm személyedben az *Em-
bert*, akinél az arra érdemes másik ember mindig megértésre
talált, segítséget kapott, akitől humánus, műveltséget sajtó-
títottunk el, akinek vártuk, élveztük a humorát, az anekdotáit,
akinek jó volt, vagy csak jó lett volna sikerrel követni a példa-
mutató életvitelét! A *Szakembert*, akinek a szakmai irányításá-
val, a geo-szakterület OKGT-beli elsőszámú vezetője funkció
betöltésével az 1960-as évek elejétől a csúcsra ért a hazai kő-
olaj- és földgázkutatás eredményessége, lehetővé téve, hogy
annak alapján elérje a maximumot a hazai kitermelés is. A
hallgatók által magas szinten elismert *Oktatót*, az *Egyetemi Ta-
nárt*, aki a szegedi, illetve a budapesti Tudományegyetemen
geológus-geofizikus évfolyamok hallgatóinak sorát vezette be
az általa magas szinten művelt geo-szakma rejtelseibe. Kö-
szöntöm azt, aki – amint azt a tankönyvei bizonyítják – az olaj-
geológia mellett a kutatás-feltárás alapvető műszaki-technikai
kérdései megvilágítására is súlyt fektetett, mely eredménye-
ként a tanítványai többsége ragyogóan megállta a helyét az
ipari munkában is. A *Tudóst*, aki komoly nemzetközi elisme-
rést szerzett nemcsak önmagának, de a hazai kőolajkutató
szakma egészének. Egyben köszöntöm azt a tudós szakembert
is, aki éveken át a Magyar Tudományos Akadémia Földtani
Bizottságának egyik meghatározó, szakmabeliek által válasz-
tott tagjaként dolgozott. A kiváló szakmai *Publicistát*, akinek a
cikkeit, könyveit olvasni, még inkább az előadásait hallgatni
mindig kuriózsámba ment és megy! Az egykori *Sportem-
bert*, számos szakmai szervezet, társulat tagját, alapítvány kura-
tóriumának rendes- és tiszteletbeli elnökét, akinek a tudását,
szervező-képességét és készségét, lelkiismeretességét, példa-
mutatását, a sikeres utódnevelő tevékenységét csak szuperlatív-
vuszokkal lehet illetni. ... Lehetne tovább sorolni, hogy még ki

mindenkit takar ez a név: *Dr. Dank Viktor*. Dank Viktor, aki-
nek a több mint fél évszázada történt megismerkedésünk óta
minden szakmai kérdésben élvezhettem – és bizonyára sokan
mások is élvezték – a bizalmát. Bizalommal fordulhattam hoz-
zá, akár főgeológus, vezérigazgató-helyettes, vagy államtitkári
rangú KFH elnök volt Ó! Kisugárzása belénk oltotta a szak-
mánk szeretetét. ... Isten éltesen még sokáig, mint az olajipar
doyenjét, jó erőben, egészségben, kiváló szellemi frissesség-
ben, a volt tanítványaid, az egykori munkatársaid, a kőolajku-
tatók, -bányászok nagy családja tiszteletétől övezve, a szeretett
családod körében, a feleséged, Veronika óvó gondoskodásá-
val, amiért feltétlenül köszönet jár Neki!”

Az ünnepelt megköszönve a megemlékezést röviden átte-
kintette történésekben, élményekben gazdag életét. Az elmon-
dottakból – melynek „Egy olajipari veterán meséje” címet adta
– kivilágított, hogy életében nagy szerepe volt a szerencsének
(ide sorolta a több halálos kimenetelű közlekedési – légi, vasúti
és közúti – baleset, bányaszerencsétlenség stb. elkerülését, és él-
te párjának megtalálását). Felidézte gyerekkorának, tanulóéve-
inek, olajipari múltjának emlékezetes eseményeit és megszíve-
lendő útmutatót adott a jelenre és a jövőre vonatkozóan.

A köszöntők sorát *dr. Szabó György* nyitotta meg. *Barabás
László* vasokleves bányamérnök a 65 éves ismeretség néhány
mozzanatát idézte fel. *Tóth János*, a MOGIM eredményes te-
vékenységéhez hozzájáruló kutatót, kurátort, gyűjteményének
gyarapítóját (az általa leadott anyag: 280 doboz dokumentá-
ció, 6000 térkép, fényképek stb.) méltatta és ez alkalomra ké-
szített díszes fényképalbummal ajándékozta meg. Köszöntőt
mondott még többek között *Antal Lajos*, *dr. Baksa Csaba*, *dr.
Bérczi István*, *Jármai Gábor*, *Kőrösi Tamás*, *dr. Laklia Tibor*, *id.
Ósz Árpád*, *Szabó Mariann*, *Válcz Gyula*. A megemlékezésen
jelenlévők a „hivatalos” rész után még tovább maradtak egy
kis baráti beszélgetésre.

A Budapesti Olajos Hagományápoló Kör népes tagsága
is megemlékezett a BOK örökös elnökének, *dr. Dank Viktor-
nak* jeles születésnapjáról áprilisi ülésén, ahol az ünnepelt a tő-
le megszokott élvezetes stílusban elevenítette fel életének fon-
tosabb eseményeit.

Dr. Dank Viktort 90. születésnapja alkalmából a Magyarrho-
ni Földtani Társulat (MFT), a Magyar Geofizikusok Egyesü-
lete (MGE), a Magyar Természettudományi Társulat (MTTT)
és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület ál-
tal rendezett ünnepi szakülésen köszöntötték 2016. április 14-
én. Az MFGI dísztermében megjelent tisztelők jelenlétében
Baksa Csaba és *Brezsnyánszky Károly* a MFT, *Bérczi István* és
Kiss Balázs a MOL Nyrt.; *Pályi András* a MGE; *Id. Ósz Árpád*,
Kőrösi Tamás az OMBKE; *Mindszenty Andrea* az ELTE; *Tardy
János* a MTTT és *Tóth János* a MOGIM képviselőjében mélt-
tatták az ünnepelt szakmai, közéleti és tudományos tevékeny-
ségét, emberi értékeit.

(dé)