

# ALUMINIUM

A MAGYAR BANYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTALYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

1. szám.

## Könnnyűfémek korrozióvizsgálata II. rész

WALDHAUSER ILONA

(Folytatás.)

620.191

Валдхаузер Илона:

Исследование коррозии легких металлов.  
часть.

Автор во второй части статьи кратко ознакамливает с методами исследования коррозии под жидкостью, под периодической жидкостью, под газом и напругением.

### 1. Waldhauser: Corrosion tests of light metals. 2nd. part.

The second part of this paper describes shortly the methods of corrosion tests made under fluid, temporarily under fluid, and under gas tension respectively.

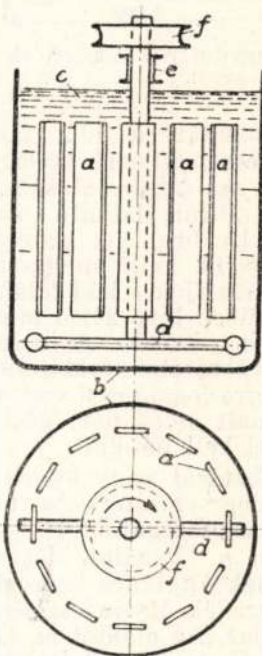
#### Folyadék alatti korrozióvizsgálat.

Igen egyszerű laboratóriumi próba a közönséges folyadék alatti korrozióvizsgálat, amelyvel rendszerint erősen támadó jellegű folyadékok hatását vizsgáljuk. Itt lehetőleg nagyméretű üvegkádba üvegkampóra vagy hajszálra függesztjük fel a próbatesteket. Por ellen üveglemezekkel fedjük le a kádakat. Azon kívül óvni kell azokat a napfény vagy kályha által okozott egyenlőtlen felmelegedéstől és kényesebb esetekben termostatba kell őket helyezni. A folyadék felületi hatásának kiküszöbölésére gondoskodni kell arról, hogy a folyadék legalább 3 cm-re lépje el a próbatesteket. Ha a kádakat nem zárjuk el a levegőtől, akkor tekintettel arra, hogy a korrodáló folyadékban oldott oxigén mennyisége erősen befolyásolja a korroziót, valamennyi edényt egyformán kell szellőztetni.

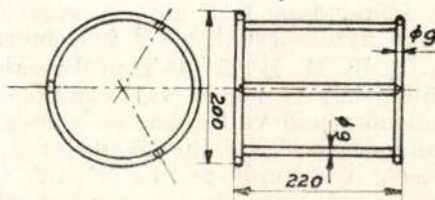
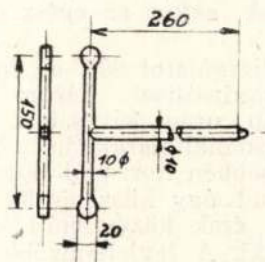
#### Keverő korrozióvizsgálat.

A folyadék alatti korrozióvizsgálat meggyorsítására szolgál a DIN 4853 szerinti szabványozott keverőkorroziós eljárás. (9. ábra.) Az *a* lemezalakú próbatesteket porcellán vagy üvegeretbe erősítjük és helyezük a *b* nyitott hengeralakú szabványkádba, amelynek átmérője kb. 210 mm és magassága 320 mm (10 liter fűrtartalom). Közél a kád fenekéhez a *d* szabványkeverővel mozgatjuk a *c* folyadékot. A keverőt az *f* tárcsa segítségével motorral hajtjuk meg.

A próbatesteket párhuzamosan kell elhelyezni az edénybe a keverő tengelyével és az edény falától legalább 10 mm-re. A folyadék legalább 10 mm-re lépje be őket. A szabványos



9. ábra. Keverőkorroziós kád DIN 4853 szerint.



10/a ábra. Szabványkeverő DIN 4853 szerint.

10/b ábra. Üvegalitka DIN 4853 szerint.



## ALUMINIUM

1950. évi

## TARTALOMJEGYZÉKE

## Betűsoros tárgymutató

A 99.99% finomságú alumínium — — —	74	Gáni bauxitbánya élüzem ünnepsége — —	134
A 99.99% finomságú alumínium kezelése —	230	Gépkocsigyártásnál Al felhasználása — —	171
Acélbevonat alumíniumon (szórt) — — —	21	Hazai bauxitféléseink feldolgozása Bayer-	
Ajkaai alumíniumkohó élüzem — — —	133	eljárással — — — — —	33
Alumínátlúgok kikeverése pneumatikus úton	11	Hazai dolomitok kalcinálásáról — — —	293
Alumíniumankét — — — — —	19	Hazai gyártmányú tégelyanyag felhasználása	
Alumínium brigádokat alakítanak a nehéz-		Al olvasztásánál — — — — —	231
iparban — — — — —	19	Hegesztőpor eltávolítása könnyűfémek auto-	
Alumíniumcsomagolású élelmiszerek — —	89	génhegesztésénél — — — — —	160
Alumínium-elektrolízisben használatos ke-		Hengerművek automatizálása — — — —	254
menedékek hőszigetelése — — — — —	199	Hidrogénfluorid és hidrogénszilicoflorid meg-	
Alumínium előállítása magas szilíciumtar-		határozása — — — — —	7
talmú bauxitból — — — — —	21	Hírek — — — — — 19, 112, 133, 178, 232	280
Alumínium anódikus oxidációja — — — —	23	Hozzászólások 31, 37, 48, 55, 60, 69, 81, 84, 100,	
Alumíniumhengergézés racionalizálási problémái	85	130, 135, — — — — —	221
Alumíniumhulladék felhasználása és értéke-		Hőfokmérés — — — — —	256
sítése — — — — —	160	Hulladék felismerése — — — — —	136
Alumíniumkohászat új útjai — — — — —	58	Kéntartalmú bauxit feltárása — — — —	154
Alumínium konzervdoboz zárásának mecha-		Kínai Népköztársaság bauxitelfordulásai —	101
nikai és vegyi feltételei — — — — —	165	Kísérletek a magyar bauxitok jobb haszno-	
Al-Mg-Si ötvözetű lemezek felhasználása 205,	215	sítására — — — — —	25
Al-Mg-Si lemezek szakadása — — — — —	136	Kísérletek nagytérű könnyűfémszegecs	
Alumíniumnak alkohollal szembeni ellenálló-		előállítására — — — — — 113, 137, 161,	185
képessége — — — — —	175	Korszerű magnéziumkohászat — — — —	63
Alumíniumnak és ötvözeteinek a villamosipar-		Kőbányái Alumíniumhengermű ünnepe — —	134
ban való felhasználása — — — — —	232	Könnnyűfémsövek előállítása — — — —	232
Alumínium oxidhártyáinak folytonossága és a		Könnnyűfémek alkalmazásának jelenlegi állása	
felületi tisztasága közötti összefüggés —	229	a hazai gépkocsigyártásban — — — — —	171
Alumíniumoxidnak a szinalumíniumban és öt-		Könnnyűfémek korrózióvizsgálata II. rész —	1
vözeteiben való meghatározása — — — —	20	Könnnyűfémipar ötéves műszaki fejlesztési	
Alumíniumötvözetek alkalmazása a bányászati		terve — — — — —	235
felszerelésekben — — — — —	21	Könnnyűfémterálok és palackok alkalmazása	121
Alumíniumötvözetek átválasztása — — —	21	Könyvismertetés — — — — — 22,	267
Alumíniumszínezés használata — — — —	304	Külföldi hírek — — — — — 101,	633
Alumíniumszakosztályi titkár beszámolója —	84	Lapszemle — — — — — 20, 183, 204,	229
Alumíniumtanműhely átvétele — — — —	178	Lágyítás — — — — —	256
Anódok — — — — —	136	Lemez-hulladék csomagolása — — — — —	136
Anódeffektus kryolith-timföld olvadékok		Levelesláda — — — — — 112, 135, 160, 183, 230, 280,	304
elektrolízisénél — — 109, 132, 158, 179,	207	Lúghatás a magnéziumra — — — — —	136
Anódikus oxidáció — — — — —	184	Mg-Ce ötvözetű dugattyúk — — — — —	21
Anódmasszával döngölt kemencefenék — —	204	Magnéziumkohászat (korszerű) — — — —	63
Bayer-eljárás vörösiszapjának hasznosítása —	40	Magnéziumkohászat (termikus) — — — —	193
Bauxitfeltárás kisméretű autóklávokban — —	259	Magnéziumöntvényipar problémái és kilátásai	21
Bauxitkohásztásból származó kalcium-alumi-		Nedvesedés és adszorpció az alumínium elek-	
nátsalak kilúgozása — — — — —	222	trolizálásánál — — — — — 223, 278,	298
Beszámoló az almásfüzitői timföldgyárról —	153	Nyírádi bauxit feltárási problémái — — —	144
Beszámoló hazai karbidüzemben végzett szilicó-		Olajpápr csomagolás — — — — —	183
alumínium gyártási kísérletéről — — — —	107	Oxid viselkedése a kryolitfürdőben — —	15
Collet kerékesztergapad csapszorító hüvelye —	112	Pormetallurgia — — — — —	23
Egyesületi hírek — — — — —	182	Ragasztás — — — — —	256
Egyesületközi munkaverseny — — — — —	24	Selejtkiállítás a Qualital Könnnyűfémipar N.	
Eljárás hidrogénfluorid és hidrogénszilico-		V.-nél — — — — —	153
florid meghatározására — — — — —	7	Silumin-gamma minősége — — — — —	633
Emulziós kenés — — — — —	136	Shooppolás — — — — —	232
Fiat Final Report (1989) — — — — —	22	Szakosított alumíniumtanfolyamok — — —	112
Foltos lemez — — — — —	135	Szegekiskísérletek — — — — — 113, 137, 161,	185
Fluor-meghatározás az alumínium- és tim-		Szemle — — — — —	255
földiparban — — — — —	243	Szilikoalumínium-gyártás kísérletei — — —	107
Francia könnyűfémiparról adatok — — — —	183	Szórt acélbevonat alumíniumon — — — —	21
Fröccs-sajtolással előállított darabok eloxálása	280	Szovjet technika és tudomány újabb ered-	
		ményei — — — — —	247



## 533. Gáznemű testek mechanikája.

A gázok szerepe az öntészetben: Jakóby László — — — — — (11) 246

## 542. Preparatív kémia.

A fémöntödei sókészítmények: Jakóby László — — — — — (6) 130

## 620. Anyagvizsgálat.

Acélöntvények formázástechnikai és metallurgiai szempontból való vizsgálata: Börzsönyi Károly — — — — (1) 7

## 621. 74. Öntés és formázás.

A felöntések méretezése gáznyomás szempontjából: Szekeres János — — (1) 2

Nagyméretű hengerek öntése: Bánhegyi László — — — — — (6) 126

A nyomásos öntés szerepe a tömegcikkgyártásnál: Marechal Károly — — (6) 139

Gyakorlati tapasztalatok a bentonitos szintetikus formázóhomokról: H. Endel-Varga Ferenc — — — — — (7) 163

## 621. 8. Szállítóeszközök.

Öntödei belső szállítás: Kristó József — (12) 281

## 658. Szervezés és üzemorganizáció.

Művelési gyártás biztosító ellenőrzési tevékenységek megszervezése az öntődékben: Munkabizottság — — (1-2) 10, 39

Harc a selejt ellen: Vécsey Béla (1, 2, 5, 6, 8, 10) 16, 42, 113, 135, 188, 235

Szerkesztés, mintakészítés mint szelektorokozó: Páll Árpád — — — — — (2) 32

Öntödei selejt-konferencia — — — — — (3-4) 49

Selejtkok a formázástól a felhasználásig: Csiszár Miklós — — — — — (3-4) 59

Művelettervezés és minőség ellenőrzés: Mándoki Andor — — — — — (5) 97

Öntödei gyártásfejlesztés időszerű kérdései: Szvath György — — — — — (8) 179

Adalékok az öntödei műveléstervezéshez: Csiszár Miklós — — — — — (9) 211

Zsofinyecz Mihály miniszter előadása az öntödei versennyel kapcsolatban — (10) 219

Az öntödei műszaki ellenőrzés és a selejt: Jagrik Barnabás — — — — — (11) 257

A gyártási program, a műveletterv és az egyéni munka tervezése: Sáfár László — — — — — (11) 259

Pjetr Petrov, a moszkvai autógyár öntödevezetőjének beszéde — — — — (12) 269

## 668. Szerves kémiai ipar

Szintetikus magkötőanyagokról: Marechal Károly — — — — — (5) 117

## 669. Metallurgia. Vas- és fémkohászat.

## 669. 01. Fémkohászat, fémöntészet.

A fémöntödei sókészítmények: Jakóby László — — — — — (6) 130

A fémek olvasztása és az olvasztóberendezések a fémöntődékben: Marechal Károly — — — — — (9) 198

## 669. 05. Általános és alapvető metallurgiai eljárások.

Az aknás olvasztás új irányai: Király Miklós — — — — — (8) 183

## 669. 2. Nemvas fémek.

Titán: Az új gyakorlati fém: Suchanek János — — — — — (9) 208

## 669. 7. Könnyűfémek általában.

A dugattyúgyártás céljára szolgáló Al-ötvözetek jellemző tulajdonságai: Hargitay Sándor — — — — — (7) 152

## 669. 13. Öntöttvas.

Minőségi öntvénygyártás titán-tartalmú nyersvasakkal: Varga Ferenc (2) 25

A kokszpótlók felhasználása a kupolókban: Sztukalin N. N. — — — — — (2) 40

Nagy pontosságú öntvények: Vécsey Béla Új módszer a kupolókban gyártott öntöttvas minőségének javítására: Barinov N. A. és Volland V. I. — — — — (10) 224

Kéntelenítési kísérletek a kupolókemenében kalciumaluminát salakkal: Varga Ferenc — — — — — (10) 228

Az öntési eljárások meggyorsításának módja: Vajk Péter — — — — — (11) 244

Réz-tartalmú öntöttvas: Vécsey Béla — (12) 271

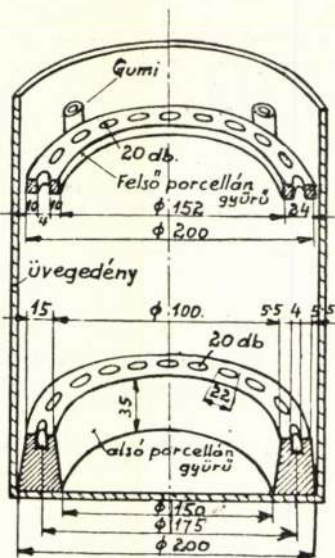
Az öntöttvas- és acél öntésközbeleni viselkedése, dermedési folyamat, feszültségek: Székely Miklós — — — — — (12) 276

## 669. 14. Acél általában.

Minőségi acélöntvény adagösszeállítás: Munkabizottság — — — — — (9) 203

Adalékok az acélöntödei selejteljesítéshez: Dernői László — — — — — (12) 279





11. ábra. Porcellángyűrű-próbatestkeretek elhelyezése DIN 4853 szerint.

üvegkeverő vázlatát a 10/a ábra mutatja. A próbatestkereteknek nem szabad akadályozniuk a folyadék szabad áramlását. Egyik bevált keret a 10/b ábrán látható üvegkalitka, a másik pedig (11. ábra) két porcellángyűrűből áll. A felső gyűrűt kellő magasságban gumicsődarabokkal feszítjük a kád falához. A próbatesteket a gyűrűben lévő  $24 \times 4$  mm-es téglalap alakú vajatokba tesszük. A tízliteres kádba általában 20 próbatestet tehetünk, de  $1 \text{ cm}^2$  próbatest felületre legalább  $6 \text{ cm}^3$  oldatnak kell jutnia. A használt oldat párolgási veszteségeit desztillált vízzel kell pótolni.

Tengervíz hatását vagy 3%-os NaCl oldattal vagy különleges mesterséges tengervíz összetétellel szokás vizsgálni. Itt nem rövidül meg lényegesen a vizsgálat időtartama.

Könyűfémek általános korrozójának vizsgálatánál a folyadék Mylius szerint 0,1%  $\text{H}_2\text{O}_2$  és 3% NaCl oldat. Az oldatot minden nap meg kell titrálni,  $\text{H}_2\text{O}_2$  tartalmát korrigálni. A titráláshoz kivett folyadékmennyiséget 3%-os NaCl oldattal pótoljuk. Ha a korrekciókkal a vizsgálat folyamán több mint  $100 \text{ cm}^3$   $\text{H}_2\text{O}_2$ -t pótolunk, akkor az egész oldatot ki kell cserélni.

A vizsgálatot  $20^\circ\text{C}$ -on folytatjuk le, időtartama maximálisan három hónap.  $\frac{1}{2}$ , 1, 2 és 3 hónap után kivesszünk néhány próbatestet és azonnal elszakítjuk. A próbatest az éleknél erősebben korrodál. Ezeknek az éleknek a befolyását úgy küszöböljük ki, hogy a próbatesteket csak közvetlenül szakítás előtt munkáljuk ki. A legjellemzőbb adat itt a nyúlás csökkenése. Az interkristallizációs korrozóra való hajlamosság felismerésére  $20^\circ\text{C}$  hőmérsékletű 3% NaCl és 1% HCl oldatot használunk, vizsgálati időtartama 1–3 nap. A szakító szilárdságot és nyúlás csökkenését kell mérni.

Az A. S. T. M. B 185–43 T próbaszabvány abban különbözik a német szabványtól, hogy csak az ellenőrzendő változókat és a megfelelő ellenőrzési módszereket írja elő, de nem szabványozza sem a változók pontos értékét, sem a készüléket. A próbaszabvány megenged minden olyan készüléket, amely gondoskodik a három

leglényegesebb tényezőnek — szellőzés hőmérséklet, próbatest és folyadék relatív sebessége — megfelelő ellenőrzéséről. A szellőzöttség és hőmérséklet ellenőrzése lényegileg minden készüléknél azonos. A legnagyobb különbség a sebesség pontos ellenőrzését célzó szerkezetben lesz. A sebesség a próbatest felületének minden egyes pontján legyen egyenlő, főképpen ha a korrozio mértékét a mechanikai tulajdonságok változásával jellemezzük. Ennélfogva minden olyan szerkezet, amely a korrodáló oldatot a próbatest mentén, vagy a próbatestet az oldaton át mozgatja, megfelel, feltéve, hogy a relatív mozgás állandó és lényegileg egyenletes a próbatest egész felületén. A vizsgálati körülmények megválasztásánál tekintetbe kell venni, a két szélső határesetben — vagyis a zérus és igen nagy sebességeknél — fellépő nehézségeket. Zérus sebességet igen nehéz előállítani és szoros ellenőrzést kíván, míg a nagyon nagy relatív sebességeknél a fellépő súrlódási erők miatt a valódi sebesség kisebb lesz, mint a látszólagos sebesség. Az amerikai szabvány előnyben részesíti azokat a szerkezeteket, ahol a próbatestek vagy a próbatestállvány forgó orsóhoz erősítettek, tehát mint keverők szerepelnek.

Igen nagy súlyt helyez a szabvány a szellőzöttségre, vagyis az oldatot levegővel kell telíteni. E célból, megfelelő fúvókák segítségével, a folyadékon tisztított levegőáramot kell átfújni úgy, hogy a próbatesteket nagyobb légbuborékok ne érhessek. A légáram mennyiségét legalább  $\pm 10\%$  pontossággal kell mérni (pl. kalibrált differenciális manométerrel vagy rotaméterrel). Az átfújott levegő mennyisége legalább  $200 \text{ cm}^3/\text{perc}$  legyen ha  $100 \text{ cm}^2$  próbatestfelületre a szabványos 4 liter oldat jutott. A levegőáramot először a szuszpendált szilárd részecskéktől tisztítjuk meg azáltal, hogy valamilyen porozus anyagon (gyapjú, excelsior) vezetjük át. Majd 3%-os NaOH oldaton átbuborékolatva megszabadítjuk a széndioxidtól és a kénvegyületektől, végül vízoszlopon vezetjük át, egyrészt hogy kimossuk, másrészt, hogy vízzel telítsük. Ha vizsgálat zérus szellőzöttséget ír elő, akkor az oldatot semleges gázárammal kell átfuvaratni és a vizsgálatot semleges gázatmoszférában (pl. nitrogén) kell lefolytatni.

A korrodáló oldat pontos összetételét a szabvány nem írja elő de megköveteli, hogy kémiaiilag tiszta anyagokat oldjunk desztillált vízben. Kivételt képeznek azok a vizsgálatok, ahol a természetben található (pl. tengervíz), vagy üzemből eredő folyadékok korrodáló hatását közvetlenül akarjuk megvizsgálni. Az eredmények kiértékelése itt is részint a súlyvesztés, részint a mechanikai szilárdság csökkenése révén történik.

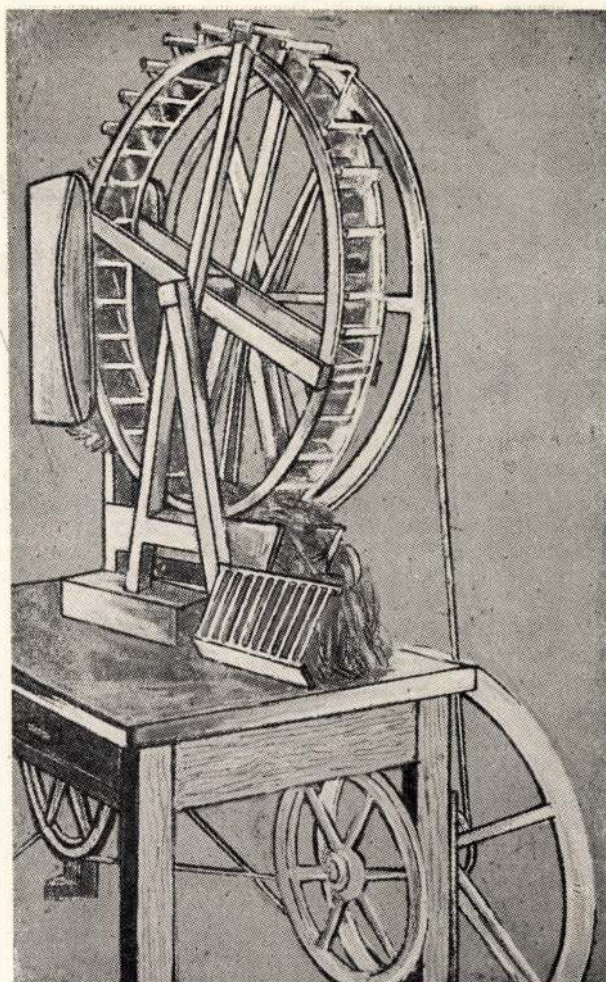
#### *Időszakos folyadék alatti korrozóvizsgáló módszerek.*

Az időszakos folyadék alatti korrozóvizsgáló módszerekre a DIN 4853 szabvány és a DVL előírásai, valamint az A. S. T. M. B 192–44 T próbaszabványa adnak útmutatást. A próbatestek itt periodikusan merülnek el és emelkednek ki a folyadékból. Ezt kétféle megoldással érhetiük el: vagy a próbatesteket mozgatjuk megfelelő kar segítségével, vagy a kádakat emeljük fel időszakosan úgy, hogy a próba-

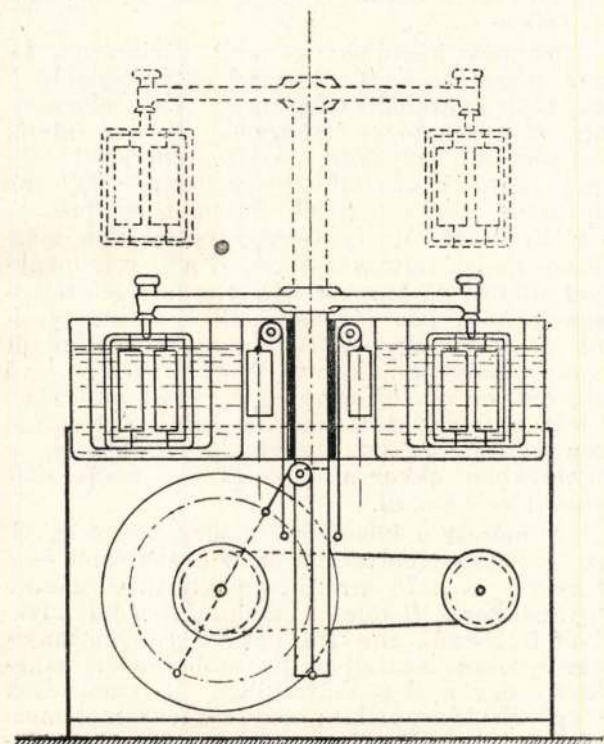


testek a folyadékba merülhessenek. A DIN 4853 szabvány szerint a próbatesteket félóránként legfeljebb 5 percre mártjuk be a folyadékba, de gondoskodni kell arról is hogy a száradási időszakában a folyadék jól lecsurogjon róluk. A folyadék összetétele 3%-os NaCl oldat desztillált vízben, amelyet gyorsan korrodáló ötvözeteknél négyhetenként, különben háromhónaponként kell megújítani. A párolgási veszteségeket desztillált vízzel kell pótolni. Az oldat mennyiségére vonatkozóan előírja, hogy  $1 \text{ cm}^2$  próbatestfelületre legalább  $6 \text{ cm}^3$  folyadék jusson. Mivel a korrozio mértékére a száradási idő befolyása igen nagy, a vizsgálati helységet klimatizálni kell; a hőfok  $20^\circ\text{C}$ , a relatív nedvesség 70%. Ha ezeket a feltételeket nem lehet betartani, ismert viselkedésű anyagot is kell a próbatestek közé beiktatni.

Ennek a vizsgálatnak egyik válfaja a kombinált időszakos és keverőkorrozio eljárás. Ennél 15 percre keverőkádba mártják be a próbatestkereteket, száradási idő is 15 perc. Az oldat és a levegőnedvesség ugyanaz mint az egyszerű időszakos korroziovizsgálatnál, de a vizsgálati időtartam megrövidítése miatt a hőfok  $30^\circ\text{C}$ . Ilyenkor a keverőkádakat termosztatba kell helyezni és hőfokszabályozót alkalmazni. A DVL előírásai szerint egyszerű időszakos korroziovizsgáló berendezést mutat a 12. ábra, ahol egy motor által hajtott tárcsa egyik excentrikus pontjához erősített zsinór csiga-átvitel segítségével emeli ki a próbatestkereteket a kádakból. A tárcsa minden fordulatánál a próbatestek egyszer merülnek el és egyszer emelkednek ki a folyadékból. Sokkal szellemesebb Akimov szerkezete. Itt a próbatestek egy nagy kerék kerületére vízszintesen vannak felerősítve (13. ábra), így a kerék alatt lévő folyadékos kádba mindig csak a legalsó próbatestek



13. ábra. Időszakos folyadék alatti korroziovizsgáló készülék Akimov szerint.



12. ábra. Időszakos folyadék alatti korroziovizsgáló készülék DVL szerint.

merülhetnek. A kerék fordulatszámát, különböző áttételek segítségével, tetszés szerint szabályozhatjuk. Különösen szerencsés a próbatestek vízszintes és radiális elhelyezése, mert így a korrodáló oldat a száradási periódusban jól le tud csurogni azokról, ezen kívül nagyszámú próbatestet lehet elhelyezni a keréken (30–40), ami sorozatos vizsgálatoknál nagy előny.

Az amerikai próbaszabvány itt sem ír elő egy meghatározott készüléktípust, vizsgálati hőfokot vagy korrodáló oldatot. Megköveteli ellenben a  $\pm 1^\circ\text{C}$  pontosságú hőtartást és itt is mint előbb „szobahőmérséklet” alatt  $35^\circ\text{C}$ -t ért. Az oldat elkészítésénél kémiailag tiszta anyagokat és desztillált vizet kell használni, a párolgási veszteséget úgy kell desztillált vízzel pótolni, hogy az eredeti oldat mennyiségét  $\pm 1\%$  pontosságon tartjuk. A kémiai összetételt a vizsgálat végén is meg kell állapítani, az esetleges változásokat jegyzőkönyvbe venni. Az oldat mennyisége lehetőleg legyen olyan, hogy  $100 \text{ cm}^2$  próbatestfelületre  $1000 \text{ cm}^3$  oldat jusson a legkisebb megengedett mennyiség  $300 \text{ cm}^3$  oldat/ $100 \text{ cm}^2$  próbatestfelület. A próbatest alakját nem írja elő, de ajánlatos a lemezalakú próbatest, hogy ki lehessen küszöbölni a próbatestek kiszabási éleinek a hatását, és amelyekből a vizsgálat végeztével megfelelő



nagyságú szakító próbatesteket lehet kimunkálni. A vizsgálat időtartamát úgy kell megválasztani, ha általános korrozioról van szó, hogy a felület  $1 \text{ cm}^2$ -ére eső súlycsökkenés elérje legalább a  $4 \text{ mg}$ -ot.

Az A. S. T. M. kétféle időszakos korrozív vizsgálatot ismer, az egyik a *nedves-száraz*, a másik az *állandóan* nedves változat. A száraz-nedves módnál a próbatesteket minden bemeiülés után meleg levegőárammal kell megszáritani. Egyik periódus 3–6 percig tart, amelyen belül a szárítás és bemeiülés idejének az aránya kb. 2:1. A szárításhoz használt levegőáramot megfelelően kell tisztítani. Az állandóan nedves módnál a vizsgálatot vagy megfelelően nedvesített környezetű helyiségben, vagy védőbúra alatt kell lefolytatni. A próbatesteket csak rövid időre szabad kitenni a levegőnek, nehogy megszáradjanak. Ezért itt egy periódus ideje csak 1–3 perc, míg a levegőn tartózkodás és bemeiülés aránya a perióduson belül 1:1 és 4:1 között változhat. A próbaszabvány szerint a súlymérés és metallográfiai vizsgálat előtt a próbatesteket a korrozios termékektől meg kell tisztítani. Erre két eljárást ajánl; az egyik a kémiai, a másik az elektrolitikus tisztítás.

Alumíniumötvözeteket kémiailag úgy tisztíthatjuk meg, hogy szobahőmérsékleten 2–3 percre  $1.42$  fajsúlyú kénsavba mártjuk, majd gyökérkefével folyó víz alatt ledörzsöljük és megszáritjuk. Magnéziumötvözeteket  $20\%$ -os krómsav-fürdőben tisztítjuk, amelyhez állandó keverés mellett  $1\%$  ezüstnitrátot adunk. A fürdő hőmérséklete  $90$ – $100^\circ \text{C}$ .

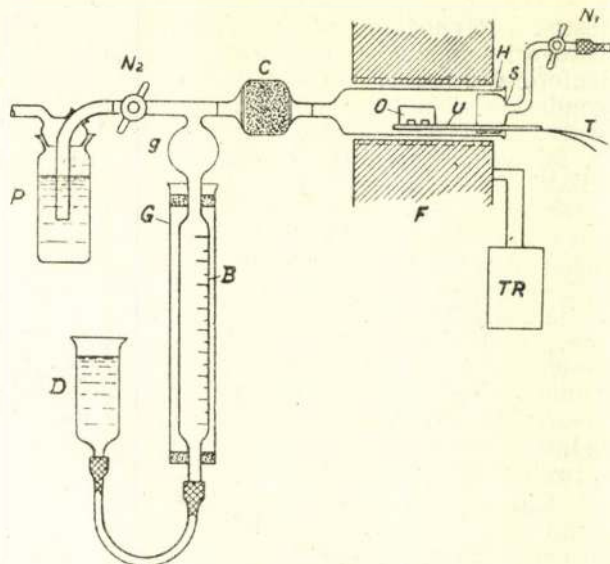
Elektrolitikus tisztításnál a próbatestet először puha kefével szabadítjuk meg a könnyen tapadó korrozios termékektől azután katódként kapcsoljuk hígított kénsavoldatban az alábbi feltételek mellett:

Elektrolit . . . . .	3 súlyszázalékos kén sav
inhibitor . . . . .	$3 \text{ cm}^3$ organikus inhibitor/liter oldat
anód . . . . .	szén
katód . . . . .	próbatest
katódáram sűrűsége . . . . .	$20 \text{ amp/dm}^2$
hőmérséklet . . . . .	$74^\circ \text{C}$
időtartam . . . . .	3 perc.

Elektrolitikus tisztítás után a próbatestet újból le kell kefélni. Különböző fémekből készült próbatestek elektrolitikus tisztítás következtében szenvedett súlyvesztését a II. Táblázat adja meg.

II. Táblázat.

Fém	Összes súlyvesztés $\text{g}/50 \text{ cm}^2$ próbatestfelület
Kereskedelmileg tiszta alumínium . . . . .	0.0008
Sárgaréz . . . . .	0.0002
Foszförbronz . . . . .	0.0000
Réz . . . . .	0.0.01
Ön . . . . .	0.0003
Horgany . . . . .	Olyan magas, hogy az eljárás horganynál nem alkalmazható



14. ábra. Gázkorrozíóvizsgáló készülék Akimov szerint.

Meg kell jegyezni, hogy az elektrolitikus tisztítás esetleg redukálhatja az oxidhártát és így csökkentheti a súlyvesztést. Ez azonban rendszerint olyan csekély, hogy nem befolyásolja a végeredményt.

#### Korrozíóvizsgálat gázáramban.

Újabban mind jobban és jobban a gázkorrozíóvizsgálat felé fordul a figyelem. Akimov a korrozio mértékét az elfogyott reagáló gáz mennyiségével méri, mert a volumetrikus mérésen alapuló módszerek sokkal érzékenyebbek, mint a súlymérésen alapuló, ezen kívül lehetővé teszik, hogy egyetlen próbatestről kapjuk meg az egész korrozios görbét az idő függvényében.

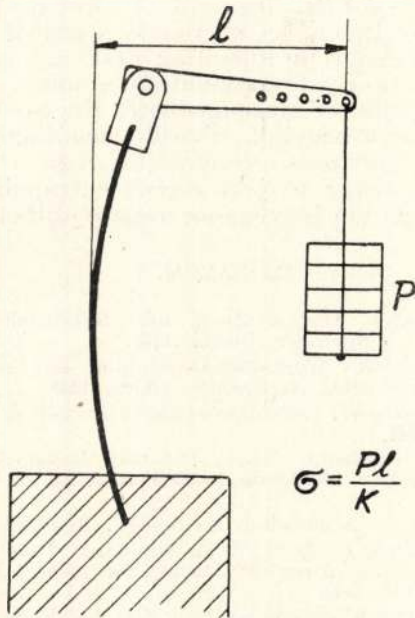
Akimov készülékének elvi vázlatát a 14. ábra mutatja. A *H* kvarcső egyik oldalán *S* becsiszolt kvarefedő van, amely több beforrasztott *U* kvarcsővel felszerelt. Ezekre alátét segítségével helyezük az *O* próbatestet. Az egyik ilyen kvarcsőbe termoelempár (*T*) van bevezetve. A *H* cső másik oldalához csatlakozik a *C* kvarcső amely üvegyapattal van megtöltve. Ennek folytatását képezi a *B* vízköpenyvel ellátott gázbüretta, amely a korrozio folyamán elnyelt gáz térfogatának mérésére szolgál. A *D* tölcser segítségével a folyadéknyívt lehet szabályozni. Fontos, hogy a *B*-ben levő folyadék ne reagáljon azzal a gázzal, amelyben a fém korrozioját mérjük és hogy gőztenziója igen kicsiny legyen. Hogyha a gáz oldódik a folyadékban, akkor a folyadékot a mérés előtt telíteni kell gázzal.

A mérést a következő módon végezzük el. Az *U* csőben elhelyezzük az *O* próbatestet és a *H* csövet és a *B* bürettát megtöltjük gázzal. Ugyanekkor a *D* tölcser emelésével a folyadéknyívt felvisszük annyira, hogy a *g* gömb majdnem egészen megteljen. Ez utóbbi azért szükséges, hogy a *B* gázbürettában ne maradjon levegő. Ezután anélkül, hogy a gázáramot megszüntetnénk a *D* tölcser süllyesztésével a gázbürettában a folyadékot leengedjük egészen a nulla beosztásig. A hőmérővel ellátott (rajzon



nincs feltüntetve)  $G$  vízköpenyen beállítjuk ezután a pontos hőmérsékletet majd elzárjuk rendre az  $N_2$  és  $N_1$  csapokat. Ettől kezdve olvaszuk le a burettán a gázfogyasztást az idő függvényében. A  $P$  palaek, mint biztonsági szelep működik, ugyanazzal a folyadékkal van megtöltve, mint a gázbüretta. Ha a gázkorroziót különböző hőmérsékleteken akarjuk vizsgálni, akkor az  $F$  fűtőelemmel fűtünk, amelyet a  $TR$  hőfokszabályozóval kapcsolunk össze.

Ugyanezzel az elrendezéssel mérhetjük a korrodáló fém elektromos ellenállásának növekedését is. Ilyenkor az  $U$  kvarcsőre spiráldrót alakú próbatestet helyezünk, amelynek az  $S$  sapkán át van kivezetése és itt kereszttekerces ellenállásmérővel mérjük az ellenállás változását.



15. ábra. Próbatest elhelyezése feszültség alatti korrózióvizsgálatnál. Direkt súlyterhelés.

#### Feszültség alatti korrózióvizsgálatok.

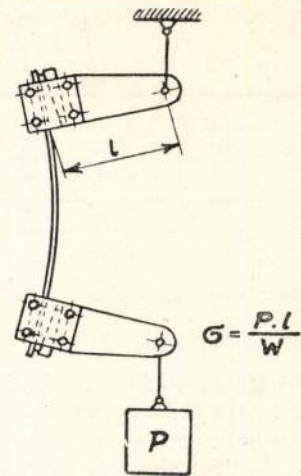
Együttes mechanikai és korróziós igénybevétel esetében a korrózió fokozottabban halad előre és mivel igen sok fém van ilyen együttes igénybevételnek a gyakorlatban kitéve, ennek kivizsgálására mind több és több súlyt helyeznek. Feszültség alatti korrózióvizsgálatoknál a próbatesteket vagy közvetlen súlyterheléssel, vagy keretbe feszítve, ill. hurokra hajlítva tesszük ki a korróziós hatásnak. A 15. ábra egy ilyen direkt súlyterhelésnek kitétt lemezalakú próbatestet mutat. A fellépő feszültség

$$\sigma = \frac{P \cdot l}{W},$$

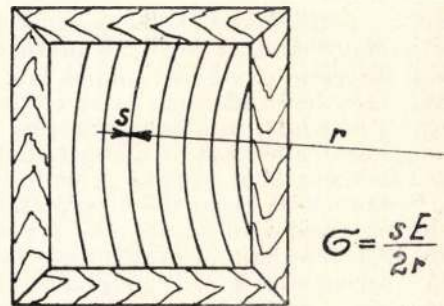
ahol  $P$  a terhelő súly,  $l$  az erő karja és  $W$  a keresztmetszeti tényező.

Brenner nem alátámasztott, hanem felfüggesztett próbalemezt használt vizsgálataihoz, a fellépő feszültség itt is  $\sigma = \frac{P \cdot l}{W}$  (16. ábra).

Rugalmas igénybevételnek vannak kitéve a



16. ábra. Próbatest elhelyezése feszültség alatti korrózióvizsgálatnál Brenner szerint. — Direkt súlyterhelés.

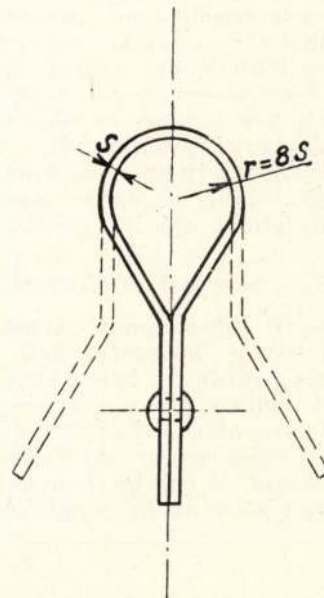


17. ábra. Rugalmas igénybevételnek kitétt, keretbe feszített próbalemezek.

keretbe feszített próbalemezek. A fellépő feszültség

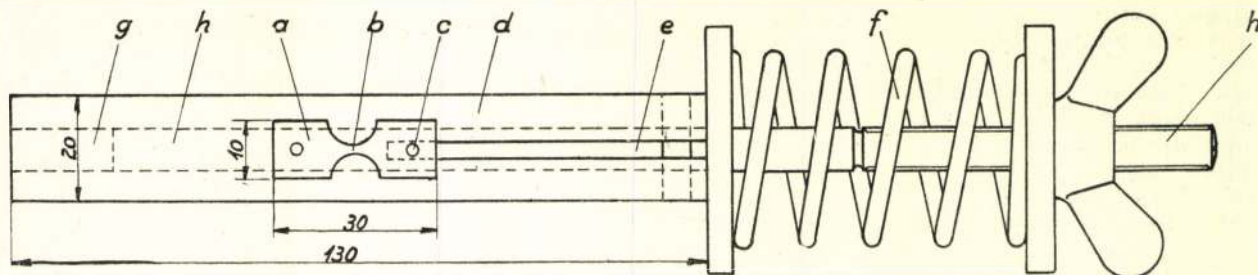
$$\sigma = \frac{s \cdot E}{2r},$$

ahol  $s$  a lemezvastagság,  $E$  a rugalmassági modulus és  $r$  a próbatest görbületi sugara (17. ábra).



18. ábra. Feszültség alatti korrózióvizsgálatra szolgáló, hurokra hajlított próbalemez.





19. ábra. Kalibrált rúgóval terhelt, kislakú próbatetest.

Sorozatvizsgálatoknál újabban gyakran használják a hurokpróbát, amelynek egy nagy hibája van csupán, t. i. a feszültség nem teljesen definiált. A próbalemezt hurokra kell hajlítani úgy, hogy az  $s$  lemezvastagság és az  $r$  görbületi sugár között a következő összefüggés álljon fel:

$$r = 8 \cdot s$$

A hurkokat végül össze kell szegecselni. (18. ábra.) Hurokpróbánál a korrózió mérőszáma a próbatetest töréséig eltelt idő napokban. Mivel ez sokszor igen hosszadalmas és az eredmények így nagyon szórnak, újabban a törési félidőt adják meg ami alatt azt az időtartamot értik, amíg az egy sorozathoz tartozó próbatestek fele eltörnek. Szemcseközi korrózió vizsgálatánál 100 napos huroktartósságot írnak elő 3%-os NaCl és 1%-os HCl oldatban. A szabványos korrózióvizsgáló berendezések bármelyikébe el lehet helyezni ilyen megterhelt próbatesteket, de leggyakrabban éghajlati, sópermet, időszakos vagy egyszerű folyadék alatti korróziós próbát szoktak végezni.

Erősen korrodáló folyadékok feszültség alatti korrózióját Graf szerint, egy kalibrált  $f$  rúgóval kifeszített kisméretű próbatesten is lehet mérni (19. ábra). A 0.5 mm vastag, 30 mm hosszú és 10 mm széles  $a$  próbatest a fejében lyukasztott ( $c$ ) és itt van a  $d$  feszítőszerkezetre felerősítve. A készülék többi részei a  $g$  furatba elhelyezett  $h$  fejben csavarmenttel ellátott tengely, az  $e$  vezérlőhorony és az  $f$  rúgó, amellyel a húzófeszültséget átvisszük a próbára. A próbatestre a  $b$  pontban egy csepp erősen korrodáló folyadékot cseppentünk, de vigyázunk arra, hogy a csepp ne érjen egészen a próbatest széléhez nehogy az élek erősebb korrodáló hatása érvényesülhessen. A párolgás kiküszöbölésére, amely az egész korróziós folyamatot megakasztaná, az egész szerkezetet víz fölött egy üvegbúra alá helyezzük.

#### Próbatestek és vizsgálati időtartam.

A vizsgálati időtartamot bármilyen típusú vizsgálatnál olyan hosszúra kell választani, hogy a folyamatról teljes képet kapjunk. A korrózió az első időben, Champion szerint, általában sokkal gyorsabb, a korróziósgörbe sokkal meredekebb, később az egyensúlyi állapot beálltával ellaposodik. A görbe menetét csak úgy tudjuk kellően követni, ha megfelelő időközön-

ben próbatesteket veszünk ki és megvizsgáljuk őket. Üzemi vizsgálatoknál az egyszerre kivett próbatestek száma lehet 2, DIN szabvány szerint 3, ha azonban pontosan akarjuk megállapítani a görbét, legalább 4 próbatestet kell egyszerre kivenni a korrodáló közegből és megvizsgálni, mert a hibaátlag csak így eshet 7% alá, ami korrózióvizsgálatnál a nagy szórásra való tekintettel megengedhető. Ha ezzel a gyakori próbakivétellel sikerül megállapítani az anyag korróziós tényezőjét egy bizonyos közege, akkor a nyert görbék extrapolálásával a kísérleti idő lényegesen megrövidíthető.

#### IRODALOM.

- E. Siebel:* Die Prüfung der Metallischen Werkstoffe. II. J. Springer, Berlin, 1939.
- M. Schenk:* Werkstoff Aluminium und seine anodische Oxydation. A. Francke, Bern, 1948.
- A. Zeerleder:* Technologie der Leichtmetalle. Rascher, Zürich, 1947.
- G. W. Akimov:* Teoria i metodj iszledovania korrozii metallov. Akademia Nauk Sz. Sz. R., Moszkva, 1945.
- Dr Geleji S.:* Aluminium Kézikönyv. Budapest, 1949.
1946. Book of A. S. T. M. Standards Part I-B Non-Ferrous Metals. American Society for Testing Materials, Philadelphia, 1946.
- DIN 4853 Korrosionsprüfung von Leichtmetallen auf Seeklima und Seewasserbeständigkeit. Aluminium 20 (1938), 249 old.
- F. Bollenrath és W. Bungardt:* Schichtkorrosion an Aluminium Legierungen. Zeitschr. f. Metallkunde, 24 (1942), 160 old.
- L. Graf:* Die Ursache der Spannungskorrosionsempfindlichkeit homogener Legierungen. — Metallforschung 2 (1947), 193 old.
- S. Wernick és R. Pinner:* Surface Treatment and Finishing of Light Metals; Part 2. Corrosion and Protection of Aluminium and its Alloys. Sheet Metal Industries 26 (1949), 1289 old.
- F. A. Champion:* Protective Films. Natural Formation on Aluminium and Its Alloys. Metal Industry 72 (1948), 440 és 463 old.
- Domony A.:* Az alumínium korróziója és az ellene való védekezés. Bányászati és Kohászati Lapok 70. évf. (1937), 319 old.
- G. W. Akimov:* Korrozia Legkich Aljuminievich Szplavov w Kontakte sz Drugimi Metallami. Tr. CAGI No. 70, 1931.
- Akimov és Olesko:* Isszledovanie strukturnoj korrozii aluminievich splavov. Tr. WIAM No. 18, 1934.
- Akimov:* Gazovaja Korrozia uglerodisztich sztaloi pri wüszkocich temperaturach. Tr. CAGI, No. 90, 1931.
- Testing Station a Valuable Source of Corrosion Data. Machinery. (USA) 55. (1949). No. 11, August, 170 oldal.



# Eljárás hidrogénfluorid és hidrogénsilicoflorid egymásmelletti meghatározására

LASZLO ANTAL

543/545

**Метод для определения HF в присутствии  $H_2SiF_6$ .**  
инж. Антал Ласло.

Автор излагает метод для определения HF в смеси  $H_2SO_4$  и  $H_2SiF_6$ . Сущность метода: Он приготовил раствор соли алюминия с определенной концентрации. Он прибавил к этому раствору лишнее количество хлористого калия. При добавлении смеси кислоты с  $pH=2-3$  к прежнему раствору выделяются  $K_3AlF_6$  и  $K_2SiF_6$ . Количество растворимого алюминия уменьшилось по содержанию HF. Он определил, после выделения осадки, количество алюминия в растворе. Из двух анализов следует количество HF.

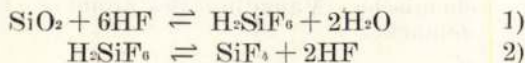
## Summary.

The author describes a method for the determination of hydrofluoric acid in a mixture of sulfuric acid, hydrofluoric acid and fluosilicic acid. The short sketch of the process: add a known amount of a known concentrate of aluminium salt to an excess amount of potassium salt. To this mixture is given the acid mixture in which the HF content shall be analysed, having a  $pH=2$  to 3. With the  $K_2SiF_6$  is the  $K_3AlF_6$  coprecipitated. Thus the originally added Al-content decreases according to the HF content. Consequently if the Al-content is determined after the precipitation, from the difference of the two Al-concens the amount of HF can be calculated.

Hidrogénfluorid és hidrogénsilicofluorid keverékére sok kutató dolgozott ki eljárást.\*

Ezek közül jó és gyors módszer a platinaedényben történő titrálás, vagy desztillációval való elkülönítés. Ez utóbbi szintén platinaedényben történik. Mint látjuk, ezen eljárások egyetlen hátránya, hogy aránylag nagyméretű platinaedény szükséges. Az Alumínium Kutató Intézet több problémájánál és kitűzött programjának kidolgozásánál többször felmerült savas HF és  $H_2SiF_6$  oldatok elemzésének a kérdése. Jelen dolgozatnak célja, hogy az elemzést platinaedény használata nélkül is el tudjuk végezni, lehetőleg gyorsan.

HF és  $H_2SiF_6$  oldatában mindig tekintetbe kell venni a következő egyensúlyi folyamatokat:



(1) és (2) vegyfolyamatok az elemzés szempontjából azt a felvilágosítást adják, hogy savas oldatban HF és  $H_2SiF_6$  egymásmelletti meghatározása igen nehéz feladat, mert ha a rendszerből hidrogénfluoridot vonunk el, megbomlik a hidrogénsilicofluorid is.

A. A. Vasil'ev (1) 1945-ben az addig kidolgozott eljárásokat tette vizsgálat tárgyává. Kritikájában megállapítja, hogy egyáltalában elfogadható eredményeket csak P. Brinton,

L. A. Sarver és A. E. Stoppel (2) módszerével ért el. De még itt is nagyon pontatlan értékeket kapott. Ezt a módszert újabban C. F. Swinehart és H. F. Flisik (3) javították.

Az említett szerzők tapasztalatainak felhasználásával, valamint az Intézet által kidolgozott új alumínium elemzési eljárás (4) segítségével sikerült az alábbi módszert kidolgozni.

Felhasználtam az előbbi szerzőknek azt a gondolatát, hogy hidrogénsilicofluoridot eléggé nehezen oldható káliumsója alakjában kössük le és a továbbiakban olyan körülményeket tartsunk, hogy a káliumszilicofluorid ne tudjon oldódni, vagy hidrolizálni.

Ehhez szorosan kapcsolódik az eljárás tulajdonképpeni alapvető elgondolása:

Az oldathoz rögtön a káliumsóadagolás után adjunk ismert mennyiségben feles alumíniumoldatot is. Ekkor leválik a  $K_3AlF_6$  is. Ebben a csapadékban lévő fluormennyiség teljes egészében az oldatban lévő HF-ből, illetőleg KF-ből származik a következő egyenlet szerint:

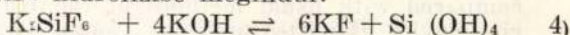


Tekintettel arra, hogy most van az alumíniumra egy a fluoridos eljárástól független elemzési módszer, a 3) vegyfolyamat lejárásdása után a feles alumíniumot meg tudjuk határozni. Az adagolt alumíniumszó mennyiség és a 3) után még visszamaradt alumínium különbsége megfelel az oldat fluor, illetőleg HF tartalmának. Az elemzés kivételénél a legfontosabb, hogy a megfelelő koncentráció viszonyokat és pH-t betartsuk. Ezekben múlik az, hogy a vegyfolyamatok valóban az elgondolásnak megfelelően menjenek végbe és megbízható eredményt kapjunk.

Az elemzés gyakorlati kivitele a következő:

Az elemzésre kerülő mintát, amely valamely ásványi sav (pl. kénsav), HF és  $H_2SiF_6$  keveréke, lúggal letompítjuk  $pH=2-3$  értékre. Ezt a kis értékű savasságot thymolkék indikátorral állítjuk be. Ebből a mintából annyit veszünk ki elemzésre, hogy kb. 30-100 mg közötti fluortartalma legyen.

Egy 300  $cm^3$ -es Erlenmeyer-lombikba bemérünk ismert töménységű alumíniumoldatot: 20.0  $cm^3$ -t  $n/5$   $AlCl_3$  oldatból. Ezután bemérünk még 10  $cm^3$  félig telített KCl oldatot. Ezt a keveréket felforraljuk és forralás után melegen hozzáadjuk az elemzendő oldatot. Így melegen állni hagyjuk kb. 5 percig. Ügyeljünk arra, hogy a mintánál beállított  $pH=2-3$  körüli érték legyen most is a keverékben. Az indikátor tehát lényegesen ne változtassa a színét. Ez nagyon fontos, mert csak ilyen körülmények között válik le teljesen a  $K_3AlF_6$  csapadék. Lúgosabb sem lehet az oldat, mert akkor a  $K_2SiF_6$  hidrolízise megindul:



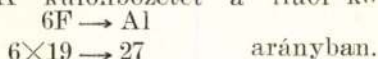
Lehűlés után a lombik egész tartalmát 150  $cm^3$ -es normál lombikba visszük át és a normál

\* Egy későbbi dolgozatban az Alumínium Kutató Intézet közleményei között ezek összefoglalását és kritikáját is fogjuk adni.



lombikban jelig hígítjuk. Ennek tisztájából egy aliquot részt kivesszünk és ehhez szilárd nátriumhidroxidot adunk in rotulis minőségben, addig, míg a keletkező csapadék ismét feloldódik. Ekkor az oldat alumíniumelemezésre kész. Az alumíniumelemzés gyakorlati kivitelét lásd Bányászati és Kohászati Lapok Alumínium mellékletében, 1949. évfolyam 11. számában.

Az eljárás után tehát kevesebb alumíniumot kapunk, mint amennyit induláskor a keverékhez adtunk. A különbséget a fluor kötötte le



A módszer ellenőrzésére ismert töménységű nátriumfluorid- és nátriumszilicofluorid-oldatokat készítettem. Ezeknek a keverékét állítottam elő és ebből végeztem az elemzéseket. Az eredményekből egy néhány az alábbi táblázatban látható:

Sorszám	Adagolt mg F	Adagolt Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Elemzéssel kapott mg F
1.	32	20	35
2.	39	10	40,5
3.	39	10	39,5
4.	44	20	48
5.	52	10	53,5

## A vas, szilícium, réz és cinknek kohóaluminiumban való meghatározása színeképelemzéssel

MARIASSY MIHÁLY

620.18

*L. V. Druckája (Urali Alumíniumgyár) cikkének kivonatosa ismertetése és az eredmények összehasonlítása az ajkai alumíniumgyár módszereivel. Az ajkai alumíniumgyári laboratórium spektralanalitikai módszerének ismertetése a Vanádium meghatározására.*

Михаэль Мариасси:

**Определение железа, кремния, меди и цинка с помощью спектрального анализа в первичном алюминии.**  
Статья содержит краткое изложение и сравнение работы Л. В. Друцкой (Уральский Алюминий Завод) с методами завода в Ајке (Венгрия). Автор излагает метод для определения ванадия спектрально-аналитическим способом, примененным в заводской лаборатории.

**Summary:**

*Analysis of Aluminium by means of emission spectra. Determination of Fe, Si, Cu, Zn contents.*

The methods applied in the Ural Aluminium plant, published by L. V. Druckája, for determination of Fe, Si, Cu and Zn are given and compared with usual methods of the Hungarian-Soviet Bauxit-Aluminium Comp. (Ajka). The method, by means of which vanadium is determined in Ajka is given.

Az eredményekből látható, hogy tiszta anyagokra a módszer kielégítő pontosságú.

Az eljárás további alkalmazására: ipari savkeverékek elemzésére, kriolit- és alumíniumfürdő vizsgálatára a kísérletek folyamatban vannak

*Irodalom:*

1. A. A. Vasil'ev: Zavodskaja Lab. 11. 522. (1945).
2. P. Brinton, L. A. Sarver és A. E. Stoppel: Ind. Eng. Chem. 15. 1080. (1923).
3. C. F. Swinehart és H. F. Flisik: Ing. Eng. Chem. Anal. Ed. 16. 421. (1944).
4. László A.: Alumínium 1. 241. (1949).

### Összefoglalás.

Az eljárás vázlata: előállítunk ismert töménységű Al-sóoldatot. Ebből ismert mennyiséget bemérünk és ehhez adunk fölös mennyiségű káliumsóoldatot. Ebbe a keverékbe adagoljuk az előzetesen pH = 2–3 értékre beállított savkeveréket. A K<sub>2</sub>AlF<sub>6</sub>-al egyidejűleg leválik a K<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> is. Az eredetileg adagolt Al-tartalom tehát a HF-nak megfelelően csökkent. Ha a csapadék leválasztása után meghatározzuk a visszamaradt Al-tartalmat, akkor a két Al-érték különbségéből megkapjuk a HF mennyiségét.

*Zusammenfassung:*

*Spektralanalitische Fe, Si, Zn, Cu-Bestimmungen in Hüttentaluminium.*

Verfasser trägt das von L. V. Druckája publizierte Verfahren der Uraler Aluminiumfabrik vor, und vergleicht diese Methoden mit denen, die er im Zentrallaboratorium der „Ungarisch-Sovietischen Bauxit-Aluminium Gesellschaft A. G.“ in Ajka erzeugt. Als Ergänzung wird die in Ajka übliche spektrochemische Vanadium-Bestimmung bekanntgemacht.

*Sommaire:*

*Détermination spectrochimique du Fe, Si, Cu, Zn dans l'Aluminium.*

Les méthodes spectrochimiques de l'usine d'Aluminium Ural, publiées par L. V. Druckája, sont discutées et comparées avec les méthodes employées au laboratoire central de l'usine „Bauxit Aluminium Compagnie Hongroise-Sovietique“ à Ajka. La publication de la méthode du dosage du Vanadium, employée à Ajka y est ajoutée.

A mennyiségi színeképelemzés gyors kifejlődése az emissziós színeképek segítségével világszerte nagy elterjedést biztosít ennek a mo-



derm módszernek az üzemi laboratóriumokban. A két háború felnövekedett termelése mellett az ötvözetek összetétele is bonyolultabb lett, ezért az analízisnek meg kellett gyorsulnia és meg kellett finomodnia. Ennek a két törekvésnek eredménye az, hogy ma már fémelemző laboratóriumokban a spektográf szinte nélkülözhetetlen segédeszközzé vált.

Ennek a pontos gyors és olcsó fizikai elemzési módszernek a bevezetésénél a Szovjetunió az élen járt. Ahogy a szovjet ipar fejlődik (és hogy ez a fejlődés milyen rohamos, kitűnik a következő két számadatból: 1928-ban a szovjet ipar össztermelése 214 milliárd rubel értékű volt, míg 1950-ben 205 milliárd rubel lesz), úgy látja el üzemeit a legkorszerűbb termelő és ellenőrző berendezésekkel is.

Az Urali Alumíniumgyár laboratóriumában 1943 óta végeznek színképelemzéseket, azonban az alumíniumban 1946-ig csupán a vasat és a szilíciumot határozták meg mennyiségileg. Azóta módszert dolgoztak ki a réznek és cinknek alumíniumban való meghatározására is. Használt módszereik némiképpen különböznek a szovjet szakirodalomban az alumínium színképelemzésére vonatkozólag leközölt szakcikk módszerétől, így Szuhenkó és Sztriganov eljárásától is.

A színkép elemzésre a Zeiss-féle Q.24 mintájú spektrográfort, a Feussner-féle szikragenerátort, illetőleg a Pfeilsticker-féle ívgerjesztőt használják. A Feussner-féle szikragenerátort azonban átalakították és 85 mm átmérőjű, 60 menetű huzalvezetékes tekercset alkalmaznak a transzformátoroknál. Minden 6. tekercselést külön kivezetnek. Ehhez természetesen megfelelő önindukciós tekercset választottak.

Kiértékelésre a Zeiss-féle mikrofotómétert használják log-beosztású galvanométer skálával. A kiértékelő diagram beállításához saját készítményű törzsmintákat használnak; a 3 vonalas módszer elve alapján.\* A törzsminták elkészítésére igen nagy gondot fordítottak és nem kis nehézségeket küzdöttek le a kohásokkal és a vegyi laboratóriummal való hosszassá összmunka során, míg megfelelő eredményeket értek el. Az ötvözők egyenletes elosztását előötvözetek alkalmazásával biztosították. A próbák átmérője 5 mm. Előállításukra kokillát használnak így pillanatszerű lehűtés következtében megfelelően finomszemcsés és homogén szerkezetű anyagot kapnak, mely szegregálódást nagyobb %-os ötvözetek esetén sem mutat. A rúdcskákat öntés után csak le kell reszelni és a két végét leesztergálni.

#### A vas és szilícium meghatározása.

1943-ban a Zeiss-cég által ajánlott eljárást használták, de ezt nem találták kielégítőnek. A Sztriganova által ajánlott eljárás sem vált be minden esetben. Ezért áttértek az egyszerű szikráztatási eljárásra, az ívfénygerjesztés helyett és 20" előszikráztatás után 20–30"-ig exponálnak a lemez minősége szerint. A szikragenerátor kapacitása 3000 cm, az önindukció: Ø Az elemzési feltételeket és az elért pontos-

ságot a kiértékelésre használt analízis vonalakkal együtt az 1. sz. táblázat tartalmazza.

#### A réz meghatározása.

A meghatározáshoz a Cu 3247.54 Angström, Al 3057.16 Angström; vagy a Cu 3247.54 Angström és Al 3050.07 Angström hullámhosszúságú vonalpárokat ajánlják, 3 fokozatú gyengítő (lépcsős szűrő) használata mellett. A lépcsős szűrővel való dolgozásnál azonban egy diaposzítív lemezre csak 16–18 színkép fényképezhető a szokásos 80 helyett, ezért az eljárás drága és időrabló. Ha azonban az Al 3059.92 vonalát hasonlítjuk össze a Cu 3247.54 Angström hullámhosszúságú vonalával, akkor a vizsgált területen a vonalpár homolog, úgyhogy  $\pm 5\%$  pontosságot érnek el. (Lásd: 1. táblázat.)

#### A cink meghatározása.

Az alumíniumban lévő legfeljebb 0.01%-os cinktartalom meghatározása mind vegyi, mind színképi eljárással igen bonyolult elemzési művelet.\*\*

A cink vonalai nagyon gyengék, tehát azonosításuk nagy nehézségekkel jár. Az urali alumíniumgyárban egyes vizsgálatokra alkalmasnak találták a Zn 3345 vagy 2138.5 Angström hullámhosszúságú vonalakat. A 3345 Angström hullámhosszúságú vonal a Pfeilsticker-féle ívvel gerjesztendő, ugyanis vizsgálataik szerint ennek közelében a levegő sávjai sötét alapot képeznek és így szikragerjesztés mellett a szabatos elemzést megakadályozzák.

A Zn 2138.5 Angström vonal fényképezéséhez érzékenyíteni kell a lemezeket, ez viszont lassítja az elemzések tömeges végrehajtását. (A szenzibilizáláshoz megfelel pl. orsó-olaj, vagy más könnyű gépolaj, mely ultraibolya su-

#### \*\* A Zn meghatározás irodalma:

- H. Nissenson: Die Untersuchungsmethoden des Zn-s 1907. 131–132. old. H. ang. Chem. 5 (1891) 476. old.  
Lősekann és Meyer: Chemiker Ztg. 10 (1886) 7290.  
M. Galetti: Bull. soc. chim. Fr. Paris (2) 2, (1869) D 83.  
C. Fahlberg: Z. anal. Chem. 13 (1874) 379. old.  
H. és W. Bilz: Ausführung quantitativer Analysen 2. Aufl. 1937.  
Lundel és Naikim Bee: Z. angew. Ch. 28 (1915) 6170. Analyse der Metalle 1. Band, Schiedsverfahren, 1942. 32. old.  
Bauer és Eisen: Metall u. Erz 39 (1942) 6. füzet 100. old.  
Foregger: Inaugural Dissertation, Bern 1896.  
W. Böttger: „Elektrolyse“ Band. 2. (1936).  
Ginsberg: Leichtmetallanalysen 1941. 223. old.  
K. Steinhauser: Aluminium 24. (1942) 173. old.  
W. Böhme: Z. anal. Chem. 71 (1927) 243–6 old.  
R. Weiner: Zschr. f. Elektrochemie 41 (1935) 153–8.  
A. Cohen: Helv. Chim. Acta 25 (1942) 325. old.  
Amsberg: Berichte der Chemischen Gesellschaft 36. (1903) 2489. old.  
*Gyorsmódszerek alumíniumötvözetekben:*  
Sternner—Rainer und Zartmann: Aluminium, 1943. Nr. 10. 353. old.  
Staab—Kiby: Aluminium, 1943. Nr. 10. 358. old.  
Fischer és G. Leopoldi: Aluminium, 1943. Nr. 10. 356. old.

#### Spektrálanalízissel:

H. Moritz: (Hetsstedt) Arbeitsvorschriften für quantitative spectrochemische Betriebsanalysen von Leichtmetallen und deren Legierungen. Aluminium, 25. (1943). 256. old.

\* Török Tibor: Fémötvözetek színképelemzése Mérnöki Továbbképző Int. kiadv. V. 50. A füzet rendszeresen összefoglalja a spektrálanalítika irodalmát, így ennek közlése itt mellőzhető.



garakkal szemben a fényérzékeny réteget fluoreszkálásra tudja bírni.)

Az urali alumíniumgyár kutatói a cink szikraszínképének tanulmányozásánál meggyőződtek arról, hogy az adott Zn tartalom mellett csak egyetlen vonal alkalmas a tömeges elemzéshez szikragerjesztés mellett, ez pedig a Zn 2557.95 Angström. Ez a vonal gyengébb, mint a Zn 3345 Angström, azonban idegen fémek még 0.1%-os tartalom mellett sem zavarják ko incidencia folytán. Megfelelő intenzitásának a normális kirajzolás területén a 2459.8 Angström hullámhosszúságú Al-vonalat találták, amely a Gorrison-táblázatban megtalálható, ellenben Mandelstam és Raiszkij táblázatában nem szerepel. Az elektromos gerjesztés feltételei megválaszthatók úgy, hogy a feketedés-különbségre megszabott  $S = \log J_{Al} - \log J_{Zn}$  összefüggés kielégítő pontossággal teljesítve van. (Lásd: 1. táblázat.) A talált  $\pm 12\%$ -os hibahatár nem nagyobb, mint a nedves vegyi módszerek hibája és tömeges elemzésnél megengedhető. A Zn 2558 Angström vonal gyengése miatt a használatos X és D 13<sup>o</sup> megjelölésű diapozitív alkalmazásával a leképezési idő elérte az 5 perct is, ezért áttértek az érzékenyebb X és D 80<sup>o</sup> érzékenyséű lemezek használatára, melyeknél a megvilágítási idő 90". Az elemzés további tökéletesítése tehát oda kell hogy irányuljon, hogy az idegen anyagok meghatározása egy spektrogramm keretében is megoldást nyerjen.

### 1. sz. táblázat.

Az alumíniumban lévő vas, szilícium, réz és cink elemzési feltételei.

Kapacitás 3000 cm és a leszikrázási idő 20 mp.

Meghatározandó elem	A koncentrációs határértékek %	"A" analitikus vonal	Az önindukciók, sz.	A trató fokai	Megvil. mp.	A nyílás szélessége	Az elemzés pontossága %
Fe	0.05 — 0.10	Fe 2599 Al 2669	6	4	40	0.03	$\pm 2.8$
Fe	0.10 — 1.20	Fe 2749 Al 2652	Kikapcsolva	1	20	0.03	$\pm 3.5$
Fe	1.00 — 2.00	Fe 2743 Al 2652	6	4	20	0.03	$\pm 1.9$
Si	0.05 — 0.12	Si 2516 Al 2669	6	4	40	0.03	$\pm 2.5$
Si	0.10 — 1.00	Si 2616 Al 2652	Kikapcsolva	1	20	0.03	$\pm 3.0$
Si	1.00 — 3.00	Si 2528 Al 2652	6	4	20	0.03	$\pm 1.3$
Cu	0.001 — 0.010	Cu 3248 Al 3060	18	4	40	0.02	$\pm 5.0$
Zn	0.01 — 0.10	Zn 2558 Al 2460	18	4	90	0.03	$\pm 12.0$

A szerző által ajánlott módszereket a Magyar Bauxitbánya, Magyar—Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. ajkai központi laboratóriumában ugyancsak Zeiss Qu. típusú spektográf, Feussner-féle szikragerjesztő segítségével 2700 cm kapacitás és 0.08 mH önindukció alkalmazásával kipróbáltuk és az eredményeket módszereink eredményeivel összehasonlítottuk.

Vas meghatározásra laboratóriumunk 0.05—0.60% Fe tartalom esetén a Fe 2755.7 Angström/Al 3050.07 Angström vonalját használja. A közepes hiba, amit a Gauss-féle számítás elvégzése után kaptunk\*  $\pm 3.2\%$ . A Fe 2599/Al 2669 Angström vonalpár kiértékelése után a kapott hiba  $\pm 3.4\%$ -nak adódott. Látható, hogy a hibák nagyságrendje azonos, és azért magasabb az urali alumíniumgyárban észlelteknél, mert a használt diapozitív nem egészen megbízható és fátyleértéke magasabb a megengedettnél.

A szilícium meghatározás Ajkán a Si 2881.6/Al 3050.07 Angström vonalpár segítségével történik, 0.05—0.60% Si tartalom esetén. A meghatározás közepes hibája  $\pm 4.0\%$ . Az urali alumíniumgyár módszere a kipróbálás során  $\pm 3.2\%$  hibát mutatott, tehát valamivel nagyobb pontosságot.

A réz meghatározását kohó-alumíniumban az ajkai laboratórium ezidőszent nem végzi sorozatszerűen. 0.001—0.010% Cu tartalom esetén a Cu 3247.5/Al 3082.16 Angström vonalpár kiértékelésénél a kapott értékek szórása  $\pm 5.0\%$ . Az Urali Alumíniumgyár módszerével, vagyis a Cu 3247.5/Al 3060 Angström vonal párral, de változatlanul 60 mp. expozíció és 0.08 mH önindukcióval dolgozva, a kapott hiba  $\pm 6.4\%$ -nak adódott, tehát magasabbnak, mint az ajkai laboratóriumban rendszeresített módszer hibája.

A cink meghatározását spektralanalitikai úton laboratóriumunk nem végzi sorozatszerűen. Szikraszínképéből való kvantitatív Zn meghatározás lehetőségeit vizsgálva, úgy találtuk, hogy 0.01% nagyságrendű Zn tartalom mellett a Zn-nek 10 vonala látható a spektrumban. Ezek közül fontosabbak: Zn 2408.5 Angström, melyet a V vonalai zavarhatnak, a Zn 2418.7 Angström gyenge, Zn 2426.9 Angström, melyet Mn vonalakkal lehet összecserélni, a Zn 2439.9 Angström melyet zavar a Fe 2439.3 Angström, Zn 2442, melynek közelében Cu vonalak vannak, Zn 2502, melyet 2 vasvonal zavar, Zn 2557.96 Angström, mely mellett az Al 2557.70 Angström hullámhosszúságú vonala jól megkülönböztethető; a Zn 2658.2 Angström túl gyenge, Zn 3072.06 Angström, melyet a Ti vonala zavarhat és végül a Zn 3288.3 Angström.

A 2557.96 Angström hullámhosszú Zn vonalat az Al 3082.16 Angström vonalával összehasonlítva, a kapott értékek  $\pm 9.8\%$ -os szórást mutattak. Pfeilsticker ívével a Zn 3345.17/Al 3050.1 Angström vonalpár használata pontosabb eredményeket ad. (A szerző által megadott módszert kipróbálni nem lehetett, mivel az Al 2460 Angström vonala valószínűleg sajtóhiba.)

Irodalmi adatok hiányában e helyen közreadjuk az ajkai laboratórium spektralanalitikai V-meghatározó módszerét.

A meghatározásra alkalmas vonal párok: V 3110.7 illetőleg 3102.3 Angström és Al 3050.08, illetőleg 3060 Angström. A 3102.3 Angström vonal fotometráálásánál zavarólag hathat a Ti 3103.8 Angström hullámhosszúságú vonala, ez azonban rendszerint gyenge. A 3110.7 Angström hullámhosszúságú vonal fotometráálásánál azonban semmiféle zavaró effektust nem tapasztaltunk. Nem találtuk azonban megfelelőnek a V

\* A Gauss-féle hibaszámítás alkalmazhatóságának mértékére 1:

H. Kiser: Z. techn. Physik, 17 (1936) 219 old.; továbbá A Beerwald: Aluminium, 1940 V. 257. old.



3118.4 Angström és V 3093.1 Angström hullám-hosszúságú vonalakat.

Az eredményeket lépesős szűrő használata nélkül is sikerül kellő pontossággal megkapni. A meghatározások analitikai ellenőrzésére többféle V-meghatározási módszert próbáltunk ki és alkalmaztunk és a Ti—V elválástást a kolorimetrikus módszereknél minden esetben végrehajtottuk. (Vanadium meghatározási módszerek 1.: Alumínium 5. sz. dr. Papp Elemér.)

A meghatározások közepes hibája, egy 100 meghatározásból álló sorozatban  $\pm 5.2\%$ -nak adódott, vagyis a módszer pontossága semmivel sem marad el a laboratóriumi eljárásokétól. A vizsgált terület  $V=0.010-0.100\%$ .

A meghatározás körülményei:

Elektrodák alakja: 3 mm  $\varnothing$   
 Elektrodák távolsága: 2.5 mm  
 Résszélesség: 0.03 mm  
 Transzformátor: 4. sz. fokozat  
 Kapacitás: 3000 cm  
 Önindukció: 0.08 mH  
 Előszikráztatás: 0.5 perc  
 Exponálás: 1.—perc  
 Használt lemez: Agfa, extrahart, blau.

Tapasztalatunk szerint a kapacitás növelése a szikragerjesztésnél a hiba csökkenéséhez vezet. Az eredmények jól reprodukálhatók. Néhányat a 2. sz. táblázatban állítottunk össze.

Az eredmények összevetése megmutatja, hogy a módszerek melyeket a két gyár alkalmaz, nagyjából azonos pontosságúak. Ipari elemzéseknél ez a pontosság többnyire meg is felel és nem sokkal marad alatta a vegyi módszerek pontosságánál, sőt némely esetben túl is lépi azt.

Egy spektrográf a gyakorlatban 30—40 vegyész munkáját képes helyettesíteni. Az az investíció, amit beszerzése jelent nem sokkal nagyobb, mint 40 munkahely és megfelelő felszerelés létesítésének költsége. A gép kiszolgálószemélyzete néhány nap alatt betanul, míg a vegyi módszerekre való betanítás sokszor hónapokat vesz igénybe. A reagensek tisztaságának kérdése is ki van küszöbölve. Két nedves szilícium meghatározás kb. annyi időt igényel és kb. ugyanolyan költséget jelent, mint 100 spektralanalízis, amely teljes minőségi elemzés mellett egy spektrogramból próbánként 3—5 alkatrész meghatározását teszi lehetővé. Így könnyen, olcsón és gyorsan dolgozunk és minden analízis korlátlan időre dokumentálva marad. Csak ennek a módszernek széleskörű alkalmazásával érhető el olyan tömeges munka, mely gyártmányaink minőségi ellenőrzését nagy mértékben előmozdítaná. Így hazai üzemeink munkáját igen könnyítené, ha a spektrográfia módszerét mind szélesebb körben bevezetnők és alkalmaznók.

2. sz. táblázat.

A próba száma	Vegy-elemzés	S z í n k é p e l e m z é s e								Átlag
		a v a n a d i u m m e g h a t á r o z á s a								
1.	0.027	0.0275	0.0280	0.0284	0.0264	0.0268	0.0272	0.0270	0.0288	0.0266
2.	0.037	0.0392	0.0368	0.0375	0.0370	0.0395	0.0368	0.0367	0.0370	0.0375
3.	0.043	0.0444	0.0438	0.0429	0.0419	0.0428	0.0450	0.0433	0.0451	0.0435
4.	0.064	0.0640	0.0650	0.0652	0.0600	0.0635	0.0650	0.0650	0.0665	0.0638
5.	0.011	0.0112	0.0110	0.0105	0.0112	0.0130	0.0117	0.0100	0.0121	0.0113
6.	0.018	0.0190	0.0192	0.0195	0.0170	0.0181	0.0178	0.0178	0.0185	0.0184
7.	0.025	0.0235	0.0260	0.0252	0.0248	0.0244	0.0253	0.0250	0.0250	0.0249
8.	0.040	0.0442	0.0400	0.0418	0.0407	0.0422	0.0420	0.0401	0.0392	0.0412

## Aluminátlúgok kikeverése pneumatikus úton

BARTHA LAJOS — DR EVVA FERENC

541.1 : 66.02/06

Лайош Барта—др. Ференц Эвва

Выкруивание алюминат растворов пневматическим способом.

Bartha L. und Evva F.: Das Ausrühren von Aluminatlaugen auf pneumatischen Wege.

A Magyaróvári Timföldgyár N. V. mosonmagyaróvári gyártelepén többrendbeli kísérletet folytattunk aluminátlúg kikeverésének az eddigi mechanikus eljárás helyett pneumatikus úton való végrehajtására. — A levegőkikeverés-

sel a tapasztalatok alapján előzetes laboratóriumi kísérleteket nem folytattunk, mert a laboratóriumban végzett kikeverő kísérletek általában nem reprodukálhatók az üzemben. csak kizárólag légkikeverést alkalmaznak, de a rendelkezésünkre álló adatok, a tartályok méretén kívül, kevés támpontot nyújtottak.

Az általunk összeállított kísérleti berendezéshez egy 2950 mm köpenyhosszúságú, 1100 mm átmérőjű, alul kúposfenekű és csonkkal ellátott tartályt használtunk fel. A belső levegőcső át-

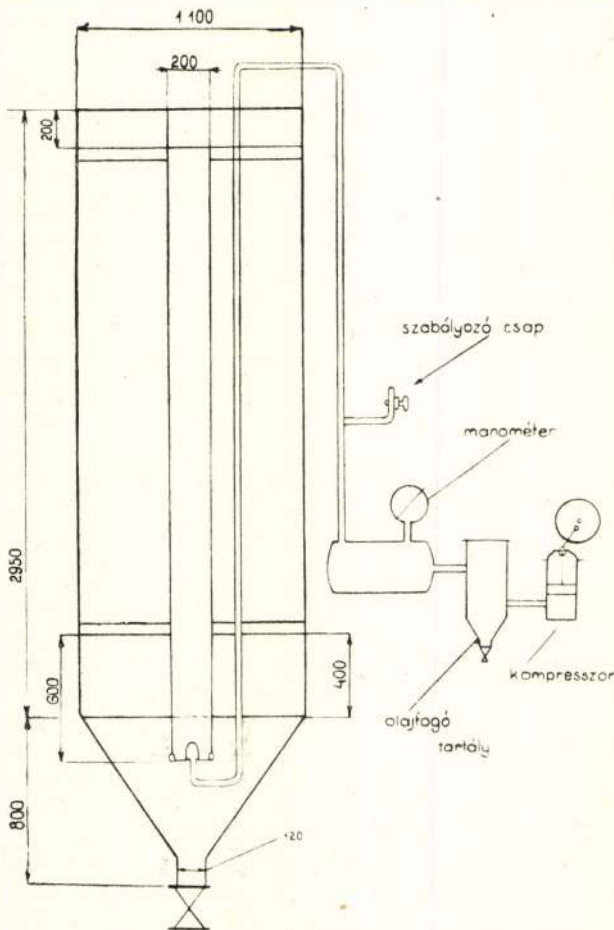


mérője 200 mm volt és azt úgy függesztették fel koncentrikusan a tartányba, hogy alsó pereme a hengeres rész alsó szélén, mintegy 200 mm-rel túlnyúlt a kúpos részbe. A cső felső pereme a tartály felső pereménél 200 mm-rel feküdt mélyebben. A felfüggesztést oly módon oldottuk meg, hogy a levegőcső szükség esetén könnyűszerrel cserélhető legyen. (1. ábra.)

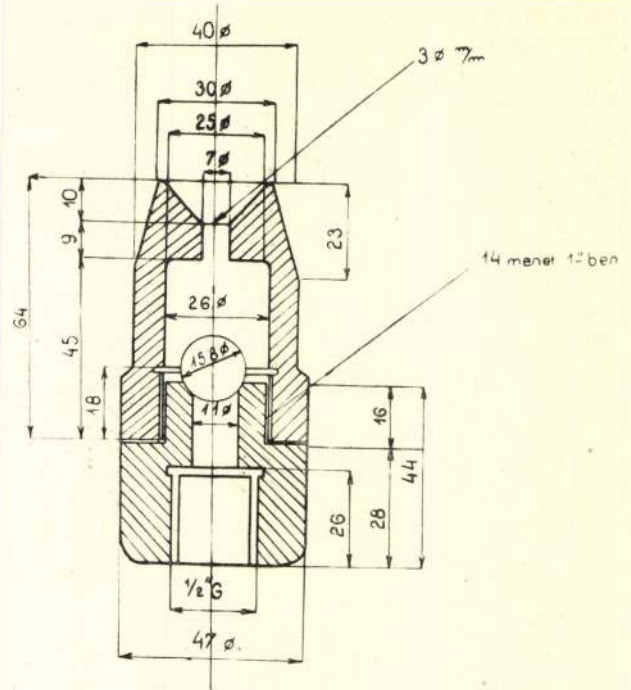
A fuvókát házilag készítettük el 3, 5, 7 mm-es furatokkal. A fuvókába a levegőt úgy vezettük be, hogy a folyadék felületén benyúló és pipaalakúan meghajlított 20 mm átmérőjű cső végére erősítettük fel csavarmenettel. A fúvóka központos beállítása mindig ellenőrizhető volt és nyílása egy síkban feküdt a levegőcső alsó peremével. (2. ábra.)

A szükséges levegőmennyiség előállítására egy elektromótorral közvetlenül kapcsolt, víz-hűtéses köpennyel ellátott, dugattyús kompresszort alkalmaztunk. A beszívott levegőmennyi-

A kikeverők alakjára, méretére, kivitelére, továbbá a fúvóka és a levegőcső megoldására igen kevés támpontunk volt. Ismeretes az irodalomból, hogy nagyobb timföldgyárak már ség percnként, 960 fordulatszám mellett, kb. 66 liter volt. A kompresszor és a fúvóka közé olajfogó tartányt és légtartányt építettünk be.



1. ábra.



2. ábra.

Utóbbi manométerrel volt ellátva. A kompresszor által termelt teljes levegőmennyiség befúvatásánál a folyadékmozgás túl erős volt, ezért az első kísérletnél csak az össz levegőmennyiség  $\frac{2}{3}$ -át, később csak kb. 20%-át vettük igénybe keverésre. A további kísérleteknél átlag 10–12 l/perc levegőmennyiséget alkalmaztunk. A levegőnyomás bizonyos ingadozást mutatott aszerint, hogy milyen átmérőjű fuvókát használtunk, továbbá a kísérletek végefelé gyakran hidrát-lerakódás is növelte az ellenállást. Legmegfelelebbnek a 7 mm átmérőjű fúvóka bizonyult. Ennél a nyomás 0.7 atü körül ingadozott. Az 5 mm-es fúvókánál 1.1, a 3 mm-esnél 1.3–1.4 atü volt az átlagos nyomás. Hidrátlerakódás esetén a nyomás néha 2.5 atü-ig is emelkedett, legtöbbször sikerült a lerakódott hidrátot levegővel kinyomatni, s ekkor ismét normális nyomás állott be.

A kísérleti kikeveréseket üzemi alumínát-lúggal végeztük oly módon, hogy a kísérleti tartályt mindig üzemi tartályokkal párhuzamosan töltöttük és kevertük ki. Az oltóhidrátot is a kísérleti tartállyal arányos mennyiségben alkalmaztuk. A kísérleti berendezést a kikeverőhelyiségben állítottuk fel, hogy így a hőmérsékleti viszonyok is azonosak legyenek. Sajnos azonban, a hőmérsékleti viszonyok beállítása ezen az úton nem járt eredménnyel, mert a légkikeverésnél befúvatott levegőmennyiség erős hűtőhatást fejtett ki. Így a hőmérséklet, eltekintve a kisebb méretektől, az átfúvatott levegő hűtőhatása miatt is jelentősen gyorsabban csökkent, mint az üzemi tartályokban. A kikeverés végeredményben a kísérleti tartályban mintegy 10° C-szal alacsonyabb hőfokon ment végbe. A hőfokviszonyok azonban nagyüzemi méreteken minden valószínűség



szerint eltérnek a kísérleti tartánynál tapasztalt hőfokviszonyoktól.

Összesen 9 kísérletet végeztünk. Ezek közül a harmadikat motorhiba miatt még az elején meg kellett szakítanunk. Az eredményeket a mellékelt táblázat mutatja, ahol a viszony-számok ( $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$  arány) naponkénti változását adtuk meg, összehasonlítva az üzemi tartályokéval. Az I. és II. kísérletnél 1—1, a IV.-nél

A levegőt befűvés előtt nem mentesítettük a szénsavtól, vagyis olyan állapotban fuvattuk a tartályba, mint ahogy azt a kompresszor beszívta. Ennek ellenére egyáltalában nem, vagy csak igen kis mértékben észleltünk szódatar-talomnövekedést. (Szódataralomnövekedés max. 3—4 g/l.)

A hidrátot az alumínátlúgból laboratóriumi szívószűrőn szűrtük le és kondenzvízzel mostuk,

I. kísérlet: Légkikeverő tartozékai	v. sz.	2 2.79	3 2.88	4 3.00	5 3.13	6 3.20		nap
	hőfok C	34	29	28	27	27		
Üzemi tart.	v. sz.	3.03	3.77	3.78	4.05	leszűrt		
	hőfok C	47	43	41	40			
II. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.21	3 3.32	4 3.82	5 3.82	6 4.04		nap
	hőfok C	32	31	31	30	29		
Üzemi tart.	v. sz.	3.66	3.76	3.76	4.06	leszűrt		
	hőfok C	43	43	41	40			
IV. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.49	3 3.71	4 3.75				nap
	hőfok C	35.5	34	33				
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.23	3.52	3.79				
	hőfok C	43	42	40				
V. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.13	3 3.29	4 3.40	5 3.59	6 3.59	7 3.89	nap
	hőfok C	36	33	31	31	30.5	30	
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.33	3.57	3.79	4.03			
	hőfok C	44.5	42	41	40			
VI. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.75	3 4.07	4 leszűrt				nap
	hőfok C	34	31					
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.39	3.54	4.00				
	hőfok C	43	40	39				
VII. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.47	3 3.80	4 3.90	5 4.30			nap
	hőfok C	31	30	30	29			
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.46	3.74	3.86	3.98			
	hőfok C	53	49	46	45			
VIII. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.44	3 3.45	4 3.80				nap
	hőfok C	31	29	29				
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.20	3.41	3.72				
	hőfok C	43.5	42	39				
IX. kísérlet: Légkikeverő tart.	v. sz.	2 3.03	3 3.29	4 3.51	5 3.65	6 3.92	7 4.02	nap
	hőfok C	37	31	30	29	29	29	
Üzemi tart.-ok átlaga:	v. sz.	3.26	3.74	3.77	4.15	4.33		
	hőfok C	43.5	41.5	40	39	38		

3, az V. és IX.-nél 4, a VI., VII. és VIII. kísérletnél pedig 5 párhuzamosan dolgozó üzemi tartály viszonyszám- és hőfokátlagait adtuk meg összehasonlításul.

Az átbuborékoló levegővel a 3 m<sup>3</sup>-nyi lúgtér-fogatból kísérletenként mintegy 50—110 liter víz is elpárolgott, tehát bizonyos bekonzentrálás volt tapasztalható.

majd erősen leszívva üveg dugós üvegekbe zártuk. A leszűrt hidrát valamivel finomabb szemcséjű, mint az üzemi. Vegyi összetétele meg-egyezik a szokványos üzemi hidrátéval.

Az elvégzett üzemi kísérletek eredménye tehát általában kielégítőnek mondható és ezek után célszerű volna a nagyüzemi kísérletek megvalósítása.



# Vanádium- és foszforvegyületek útja a timföldgyártásban

DR EVVA FERENC okl. vegyész-mérnök

66.06 : 661.631

Др. Ференц Евва:

Соединения ванадия и фосфора в производстве глинозема.

Dr. Franz Evva:

Der Weg der Vanadium- und Phosphorverbindungen in der Tonerdefabrikation.

A magyar bauxitoknak két fontos járulékos alkotórésze a vanádium- és foszforvegyületek. Mennyiségüket a kémiai analízisnél  $V_2O_5$ -ben, illetve  $P_2O_5$ -ben szoktuk megadni. Az eddigi elemzések szerint mind a kettő néhány század %-tól néhány tized %-ig szokott előfordulni a honi bauxitokban.

Ez az aránylag kis mennyiség is feldúsulhat a gyártás folyamán az alumínátlúgban, ha megfelelő eltávolításáról nem gondoskodunk. Ez nemcsak abból a szempontból káros, hogy a vanádiumvegyületek a timföldgyártás legkülönbözőbb fázisaiban kellemetlen, kristályos kiválásokat okoznak, hanem szennyezik a gyártott timföldet is. A vanádiumoxiddal nagyobb mértékben szennyezett timföld alumíniumgyártásra alkalmatlan, mert használatánál nagymértékben csökken az áramkihasználás az alumíniummal az elektrolízis folyamán ötvöződő csekély-mértékű vanádium is lényeges befolyással van a termelt alumínium fizikai tulajdonságaira. Például a biciklikerek gyártásához felhasznált V-Al ötvözet, a vanádium mindössze 0.10–0.20% fémyanádiumot tartalmaz.

A vanádium- és foszforvegyületek állandó ellenőrzése nemcsak a timföld minősége szempontjából fontos, hanem a gyártási melléktermékekben feldúsuló vanádiumvegyületek ennek a fontos fémnek egyedüli hazai nyersanyagforrásai. A kohászaton kívül számos vegyészeti iparág (kontakt kénsvav, szerves szintézisek, fotográfia, stb.) felhasználja a vanádium vegyületeit. Jelenleg két eljárás van hazai viszonylatban kidolgozva vanádiumvegyületnek timföldgyári nyersiszapból való kinyerésére. Ezekről jelen folyóirat hasábjain részben már volt beszámoló, úgyhogy jelen közleményben kiegészítésképpen csupán a vanádium- és foszforvegyületeknek útját szeretném vázolni a timföldgyártásban. Mivel mind a foszfor, mind a vanádium nagyjából hasonlóan viselkedik, a továbbiakban közösen  $R_2O_5$  néven tárgyalom viselkedésüket.

Az  $R_2O_5$  vegyületek hasonlóan, mint az  $Al_2O_3$  részben az alumínátlúgban oldódnak, részben a vörösiszapba kerülnek. Egy tonna száritott bauxitban,  $R_2O_5$  tartalmát átlag 0.30%-nak véve, 3 kg  $R_2O_5$  van jelen. 35% nedvességtartalmú vörösiszap  $R_2O_5$  tartalma kb. ugyanannyi szokott lenni. Tekintettel arra, hogy 1 t bauxit után kb. 1.1 t nedves vörösiszap keletkezik, utóbbiban lévő  $R_2O_5$  mennyisége a fentiek szerint: 2.15 kg. Oldatba megy tehát 0.75 kg. Mivel 1 t bauxithoz átlagosan 4.5 m<sup>3</sup> sűrűlúg szükséges, 1 t bauxit után az alumínátlúgba 0.17 kg  $R_2O_5$

jut m<sup>3</sup>-kint. Így az  $R_2O_5$  75%-a kerül kerekben a vörösiszapba.

Az alumínátlúg és vörösiszap szuszpenziója hígítás után a Dorr-ülepítőekben elválik egymástól, majd az alumínátlúgot a kikeverőbe szivattyúzzák át. A kikeverés folyamán az  $R_2O_5$  egy része a hidráttal együtt kiválik. Jól vezetett üzemnél a termelt timföld  $R_2O_5$  tartalma 0.010–0.015%  $R_2O_5$ . Mivel 1 t bauxitból átlag 450–500 kg timföld nyerhető, ezért a kikeverésnél is, sűrűlúgra számítva az adatokat, mintegy 0.06 kg  $R_2O_5$  távozik el a lúgból m<sup>3</sup>-kint. A lúg ezután bepárlásra kerül s ismét megkezdí a körfolyamatot. Egy körfolyamat után visszamarad tehát a sűrűlúgban m<sup>3</sup>-kint 0.11 kg  $R_2O_5$ , az összmennyiségnek mintegy 23%-a. Ez aránylag kis mennyiség, elvileg azonban ahány körfolyamatot tesz meg a lúg, annyiszor 0.11 kg-mal nő az  $R_2O_5$  tartalom m<sup>3</sup>-kint. Ez egyideig nem zavar, mert a nátriumvanadátok jól oldódnak. Egy bizonyos koncentráció elérése után azonban megindul a vanádiumvegyületek kikristályosodása, különösen azokon a helyeken, ahol a lúgot hűtik. A kristályok a legszeszélyesebb módon, hol a kikeverő tartályok falán, hol a keverőkarokon, csővezetékben bepárló testekben stb. válnak ki s természetesen most már jóval több válik ki a termelt timföldhidráttal is a kikeverésnél.

E kellemetlen feldúsulás megelőzése céljából a timföldgyárak az alumínátlúgot bepárlás után még mielőtt újabb feltáráshoz használnák fel, hűtésnek vetik alá. Ilyenkor sötétbarna iszap válik ki a lúgból, amit közönségesen vanádium-sónak nevezünk. (Egyéb nevei még vanádium-, foszfát-, szulfát- vagy nyersiszap.)

Egy ilyen hűtési folyamat segítségével átlagosan 0.80–1.20 kg  $R_2O_5$  távolítható el m<sup>3</sup>-kint, tehát jóval több, mint amennyi egy körfolyamat alatt a bauxitból a lúgba kerül. Előbb az következik, hogy nem szükséges az egész lúgmennyiséget lehűteni, hanem csak egy részét. Hogy a lúgnak hányadrészét és milyen mértékben hűtsük le, arra vonatkozólag a timföldgyárak gyakorlati tapasztalataikra támaszkodnak. Ha sikerül a kellő hűtési processust megtalálni, akkor a lúgban levő  $R_2O_5$  mennyiségét kellő egyensúlyban tarthatjuk, vagyis mindig annyit távolítunk el hűtéssel, mint amennyi a friss bauxitból bekekerül.

Általában iparkodni kell, hogy az  $R_2O_5$  koncentráció a friss sűrűlúgban mindig 1.0 kg/m<sup>3</sup> alatt maradjon. Az egész sűrűlúgot azért nem célszerű lehűteni, mert a hűtés hőenergia-veszteség s így túlzott mérvű vanádiummentesítés a hógazdaságosságot rontaná. Természetesen az optimális körülmények eltalálása hosszasan tartó, sokszor vesződséges próbálkozások eredménye.

A kérdést timföldgyári szempontból így röviden le is lehetne zárni. A vanádiumiszapnak, vanádiumnyersanyagként való értékesí-



tése szempontjából azonban további problémák merülnek fel.

Igen érdekes tudományos, sajnos, kevésbé örvendetes technikai szempontból, hogy a kiváló, vanádiumsó összetétele rapszodikusán változik noha az üzemi körülmények hőfok, koncentráció, nyersanyag stb. szempontjából csak igen csekély ingadozást mutatnak. A száraz vanádiumiszap zömét (nedvessége átlag 30–45%),  $\text{Na}_2\text{O}$  alkotja 50–55% meglehetősen állandó mennyiségben. A savanhidridek között a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és  $\text{V}_2\text{O}_5$ -ön kívül még az  $\text{SO}_3$ -nak van igen nagy jelentősége. A szulfát nem a bauxitból, hanem a gyártáshoz használt  $\text{SO}_4$  tartalmú vízből dúsul fel a bepárlások folyamán az alumínátlúgban.

	I.	II.	III.	IV.	V.
tapadó nedvesség:	41.9%	28.8%	41.7%	44.5%	?
$\text{Al}_2\text{O}_3$ :	4.15	1.59	8.38	6.48	5.72
$\text{SiO}_2$ :	0.02	0.01	0.06	0.03	0.08
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ :	0.82	0.02	0.98	0.06	?
$\text{Na}_2\text{O}$ :	55.30	53.94	55.20	52.24	51.97
$\text{V}_2\text{O}_5$ :	3.80	0.72	4.80	7.30	1.40
$\text{P}_2\text{O}_5$ :	3.50	0.75	6.63	8.75	1.37
$\text{SO}_3$ :	?	28.66	?	10.03	23.30

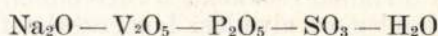
(A táblázat adatai szárazanyagra vonatkozó súlyszázalékok.)

Mint a táblázat mutatja, a szulfát, foszfát, vanadát egymásközi mennyisége a legszeszélyesebben változik. Sajnos, az I. és III. mintánál hiányzik az  $\text{SO}_3$  tartalom, de így is a következő szabályszerűségek figyelhetők meg: A foszfor és vanádiumpentoxid közel azonos mennyiségben fordulnak elő. Ha sok az  $\text{SO}_3$ , kevés a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és  $\text{V}_2\text{O}_5$  és fordítva. Érdekes viszont, hogy az  $\text{SO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5\%$  meglehetősen állandó. Ez arra mutat, hogy a foszfor, vanádium és kén izomorf módon helyettesítik egymást s hol az egyik, hol a másik van a komplex vegyületen belül túlsúlyban. Eddig még nem ismeretes, hogy milyen vegyületek kristályai fordulnak elő a vanádiumsóban. Mindenesetre figyelemreméltó, hogy az úgynevezett apatit típusú kristályokban, melyeknek általános képlete:

$\text{AB}(\text{XO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , az X helyén S, P és V helyettesítheti egymást, mivel az  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$  és  $\text{VO}_4$  gyökök egymással izomorfok. Az A és B egy nagy, illetve egy kis átmérőjű kationt jelent. A timsó típusú kristályoknál, mely az apatit típus egyik alfaja, a kis átmérőjű ion az alumínium, míg a nagy átmérőjű valamilyen alkali fém. Fel lehetne tehát tételezni, hogy a vanádium és foszfor egy timsókomplexben válik ki, ahol a kén részben V, illetve P helyettesíti izomorf módon. A maradék  $\text{Na}_2\text{O}$   $\text{CO}_2$ -höz kötve mint karbonát és  $\text{SO}_3$ -hoz kötve mint szulfát válhat ki, egy része pedig mint hidroxid lehet jelen, mely a levegőn állva, idővel karbonizálódik. Ezt alátámasztja az a megfigyelés, hogy a bepárló testek falán azok tisztításánál gyakran találhatók timsó habitusú kristálylerakódások.

A fentieknek viszont ellene mond az a tény, hogy vizes oldatokban az  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -nek negatív az oldási koefficiense, Na-Al timsó pedig  $39^\circ\text{C}$  felett vizes oldatban nem existál. Az üzemi lúg pedig mindig e hőfok felett van.

Tekintettel arra, hogy a szulfátdús vanádiumsó, mint vanádium nyersanyagforrás csaknem értéktelen, másrészt az ingadozó összetétel az egységes üzemi eljárást nehezíti meg a vanádium kinyerésére, érdemes lenne a vanádiumsóképződést tudományos vizsgálat tárgyává tenni. Elsősorban a számbajöhető vegyületek oldhatóságát kellene koncentráltabb lúgokban megvizsgálni különböző hőfokokon. Másodsorban röntgenkristallográfiai vizsgálat alá kellene vetni a vanádiumiszapot s végül az



ötfázisú rendszert kellene beható vizsgálat alá vetni.

Ezek nélkül a vizsgálatok nélkül reménytelennek látszik az a törekvés, hogy a vanádiumsó összetételét legalább némiképen standardizálni tudjuk. Mivel a jövőben meginduló almaszfűzői timföldgyárnál a keletkező vanádiumsó igen jelentős mennyiségeket fog képviselni, kutató intézeteinkre vár az a feladat, hogy ezt a gyakorlati szempontból fontos tudományos problémát, mely a gazdaságos vanádiumkinyerés előfeltételének tekinthető, megoldják.

## Az oxidok viselkedése a kryolith-fürdőben és a kryolith-oxid olvadékok elektromos vezetőképessége

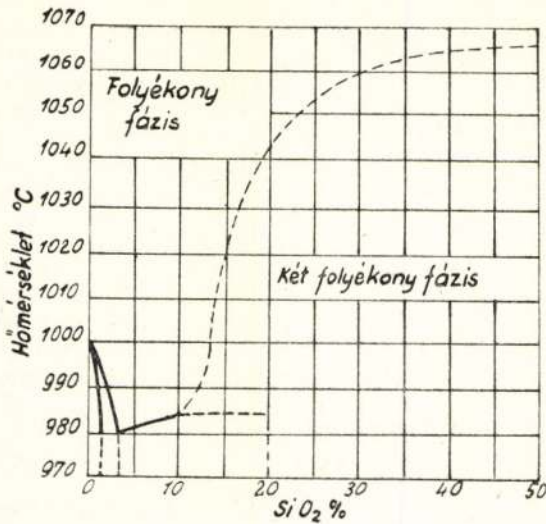
Ismeretetés prof. dr. A. J. Bjelljajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvből.

(Folytatás)

A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 - \text{SiO}_2$  rendszert Batasev és Zsurin tanulmányozták. A diagrammot azonban csak megközelítőnek kell tekinteni, mivel nagy kísérleti nehézségek vannak a folyé-

kony fázisban való rétegződés miatt, melyben az alsó réteg timföldben dúsabb. A diagramból látható, hogy 3%  $\text{SiO}_2$  tartalom a kryolith olvadási hőfokát nem nagy mértékben csökkenti. ( $980^\circ\text{C}$ ) A  $\text{SiO}_2$  oldhatósága szilárd állapotban 1–3%-ra korlátozódik. A 3–10%-os  $\text{SiO}_2$  olvadék  $985^\circ$  fölött folyékony fázist alkot, a 20–30%-os lassú hűtéskor rétegződik és  $980^\circ$  elérése





11. ábra  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-SiO}_2$  rendszer állapot diagrammja Batasev és Zsurin szerint.

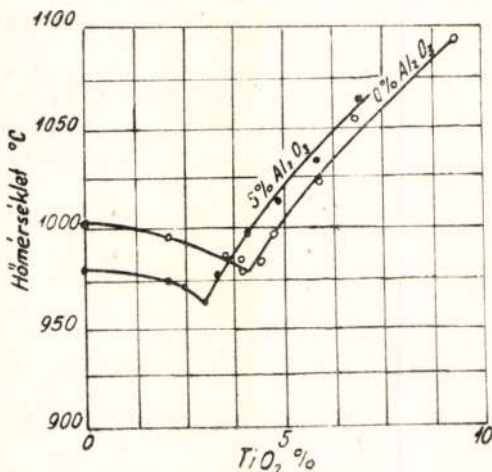
után 3%  $\text{SiO}_2$  tartalmú szilárd oldatok kristályosodnak ki. Gyorsabb hűtéskor üvegszerű masszává sűrűsödik.

A szerzők a kryolith és szilíciumoxid keverék olvasztásakor, különösen, ha  $\text{SiO}_2$ -ben gazdag a keverék, erős veszteséget figyeltek meg, mely valószínűleg a következő reakció szerint jön létre:



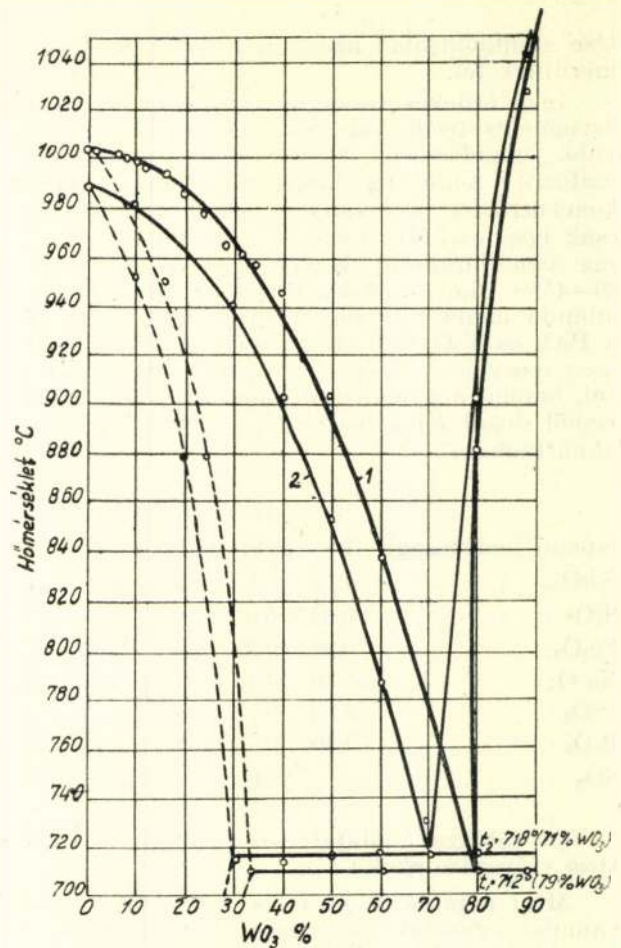
az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom csökkenti a  $\text{SiO}_2$  oldhatóságát és egyidejűleg az olvadási hőmérsékletet is.

Masovec feltételezi, hogy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  jelenlétében az elektrolyziskor a szilíciumoxid alumínium-szilikátokba megy át, mely nem lévén diszociálva, nem vesz részt a további folyamatban és megmarad a rendszerben.



12. ábra  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-TiO}_2$  rendszer állapot diagrammja Artobolevszki szerint.

A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-TiO}_2$  rendszert Artobolevszkaja kísérletezte ki, aki a binér és az 5%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hármas rendszerre felvette a likvidusz görbéket.



13. ábra. A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-WO}_3$  állapot ábrája.

1,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 + \text{WO}_3$ , 2,  $(\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{Al}_2\text{O}_3) - \text{WO}_3$

A diagrammokból azt látjuk, hogy a  $\text{TiO}_2$  csak kis mértékben csökkenti a kryolith olvadáspontját. Az eutektikum 4%-os  $\text{TiO}_2$ -nél és  $980^\circ$ -on van.  $1000^\circ$ -nál a  $\text{TiO}_2$  oldhatósága 15%-ot tesz ki. Timföld jelenléte csak kis mértékben csökkenti a  $\text{TiO}_2$  oldhatóságát, az eutektikum 3%  $\text{TiO}_2$ -re és  $963^\circ$ -ra tolódik el. Titán veszteség  $\text{TiF}_4$  alakban nem volt kimutatható.

A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-WO}_3$  rendszert a szerző kísérletezte ki, a binér  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-WO}_3$  és ternér  $\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-WO}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ -ra 5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom mellett.

A diagramm eutektikum előtti részét szilárd oldatok jelenléte jellemzi. A  $\text{WO}_3$  oldékonysága a kryolithban igen magas,  $1000^\circ$ -nál 87%. Feltűnő, hogy az eutektikum nagyon eltolódik a magasabb olvadáspontú komponens oldalára, ami megfelel 79%-os  $\text{WO}_3$ -nak  $718^\circ$ -on.

A kryolith-oxid rendszerre vonatkozó kutatások azt mutatják, hogy minden esetben eutektikus diagrammot kapunk, némelykor azonban jellemző a szilárd oldatok jelenléte az eutektikum előtti területen.

5. táblázat (Lásd a 17. oldalon.)

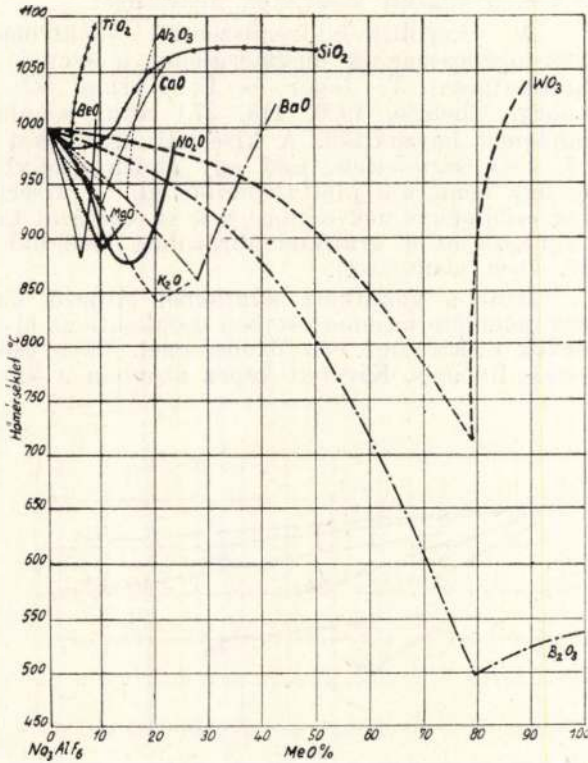
Az ötödik táblázat tartalmazza az eutektikus pontok jellemző adatait és az egyes oxidok



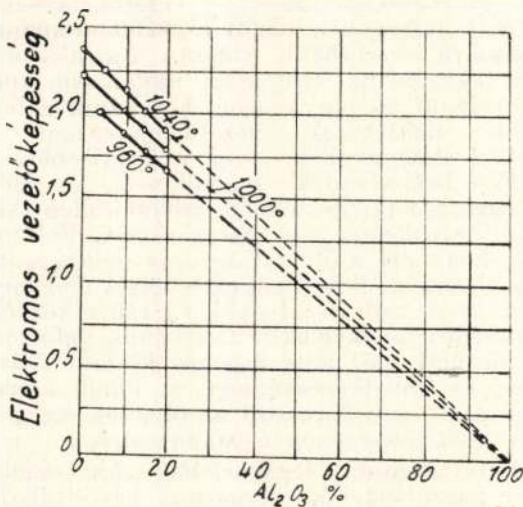
oldhatóságának határértékeit 1000°-nál. A kryolith-oxid rendszer egyesített állapotdiagramm likvidusz vonalait a 14. sz. ábra szemlélteti.

A kryolith-oxid olvadékok elektromos vezetőképessége.

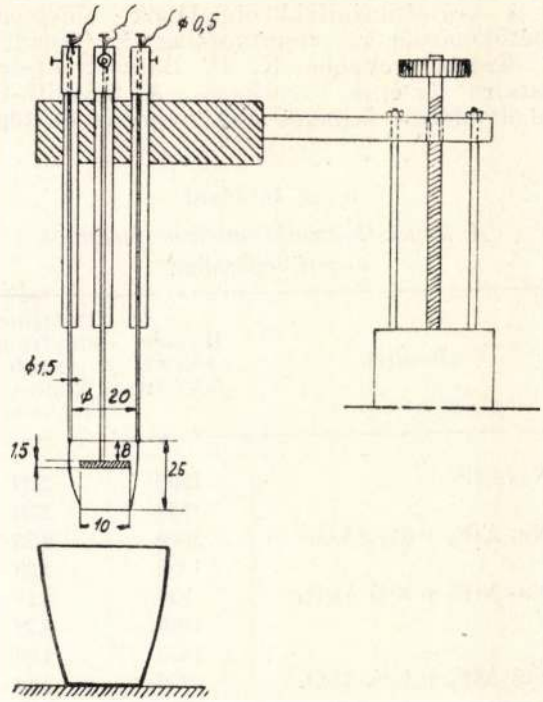
A kryolith-oxid olvadékok elektromos vezetőképessége ezen rendszerek egyik nagyon fontos fizikai, kémiai tulajdonsága, mivelhogy egyéb állandó körülmények között



14. ábra. A kryolith-oxid rendszerek likvidusz vonalai.



15. ábra. A kryolith és timföld olvadékok elektromos vezetőképessége.



16. ábra. Vezetőképesség megállapítására szolgáló készülék.

az elektromos vezetőképességtől függ a feszültség és nagysága az elektrolitban.

Azonban eléggé részletesen csak a kryolith-timföld olvadék elektromos vezetőképességét állapították meg. Más oxidoknak a hatását a kryolith olvadékok elektromos vezetőképessége, amennyire ismeretes, nem mutatják ki.

5. sz. tábla.

Eutektikus pontok és az oxidok 1000°-nál való oldhatóságának határértékei az Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>-ban.

Oxidok	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>			Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			4. szerzők
	Az oxidok tartalma az eutektikum-ban %-ban	Az eutektikum olvadási hőmérséklete C°-ban	Az oxidok oldhatósága 1000°-nál %-ban	Az oxidok tartalma az eutektikum-ban %-ban	Az eutektikum olvadási hőmérséklete C°-ban	Az oxidok tartalma az eutektikum-ban %-ban	
K <sub>2</sub> O	21,5	842	> 28	—	—	—	Bjeljajev
Na <sub>2</sub> O	15,0	870	> 23	—	—	—	Batasav
BeO	6,4	882	9,00	4,8	904	6,50	Bjeljajev
MgO	10,4	890	11,65	—	—	7,02	Berent
CaO	10,0	920	10,50	—	—	8,46	Masovec
BaO	27,8	860	40,10	—	—	23,34	Bjeljajev
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	79,0	495	100,00	77,0	509	100,00	Bjeljajev
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,8	938	16,00	—	—	—	Lundin
SiO <sub>2</sub>	3,0	980	8,82	—	—	—	Batasev
TiO <sub>2</sub>	4,0	980	4,87	3,0	963	4,15	Zsurin
WO <sub>3</sub>	79,0	712	87,00	71,0	718	86,00	Artoholvszkaja Bjeljajev



A kryolith-timföld olvadékok elektromos vezetőképességére vonatkozólag K. Arndt és W. Kalass, továbbá K. P. Batasev kísérleti adataira történik hivatkozás. A kryolith-timföld olvadékok fajlagos elektromos vezetőképessége

6. sz. táblázat.

*A kryolith-oxidolvadékok fajlagos vezetőképessége.*

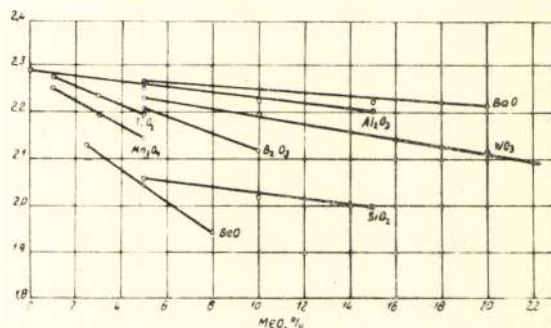
Olvadék	Hőmérséklet C°-ban	A fajlagos elektromos vezetőképesség $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
$\text{Na}_3\text{AlF}_6$	1000	2,29
	1050	2,36
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{Al}_2\text{O}_3$	1000	2,25
	1050	2,32
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{Al}_2\text{O}_3$	950	2,17
	1000	2,22
	1050	2,28
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 15\% \text{Al}_2\text{O}_3$	950	2,14
	1000	2,21
	1050	2,23
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 2,5\% \text{BeO}$	1000	2,13
	1050	2,17
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{BeO}$	950	2,03
	1000	2,05
	1050	2,07
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{SiO}_2$	1000	2,07
	1050	2,10
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{SiO}_2$	1000	2,02
	1050	2,06
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 15\% \text{SiO}_2$	1000	2,00
	1050	2,03
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{BaO}$	1000	2,27
	1025	2,31
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{BaO}$	1000	2,23
	1025	2,25
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 15\% \text{BaO}$	950	2,19
	1000	2,22
	1025	2,23
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 20\% \text{BaO}$	950	2,17
	1000	2,21
	1025	2,22
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{WO}_3$	1000	2,03
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{WO}_3$	1000	2,19
	1025	2,21
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 20\% \text{WO}_3$	950	2,05
	1000	2,11
	1025	2,14
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 30\% \text{WO}_3$	950	2,02
	1000	2,04
	1025	2,08
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{B}_2\text{O}_3$	1000	2,21
	1050	2,25
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{B}_2\text{O}_3$	1000	2,16
	1050	2,18
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 1\% \text{TiO}_2$	1000	2,28
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 3\% \text{TiO}_2$	1000	2,23
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{TiO}_2$	1000	2,20

sége a hőmérséklet növekedésével lineárisan nő, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  növekedésével lineárisan csökken. Lásd 15. ábrát. Abszolút értéküket tekintve, Batasev adatai valamivel magasabbak, mint Arndt és W. Kalass adatai. Így pl. Batasev szerint a specifikus elektromos vezetőképesség  $1000^\circ$ -nál a tiszta kryolithra nézve  $3,29 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  (az Arndt és Kalass által megállapított 3,23-mal szemben) és az 5–10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú kryolithnál 2,99-tel (2,12) és 2,81 (2,02)-vel egyenlő.

A mutatkozó eltérések mindenképp megvilágítják a fluorsó olvadékokkal magas hőmérsékleten végzett kísérletek nehézségét.

A kryolith-oxidrendszerek elektromos vezetőképességének megméréseknél a szerző és munkatársai T. Jáger és B. Karma (Zt. f. anorg. Chemie, 1920, 113, 27.) által ajánlott módszert használták. A kísérleti készüléket a 16. ábra szemlélteti, ami egy platinatégelyből és egy bemerülő platinlemezről áll. A kísérletek eredményeinek adatait a 6. sz. táblázat tartalmazza és a grafikus ábrázolást  $1000^\circ$ -nál a 17. ábra szemlélteti.

Mint a vonatkozó adatokból látható, oxidok jelenléte minden esetben csökkenti az olvadékok elektromos vezetőképességét. Ez a csökkenés lineáris. Kivételt képez azonban a kryo-



17. ábra Elektromos vezetőképesség kryolith-oxid olvadékban  $1000^\circ\text{C}$ -on.

lith-szilíciumdioxidolvadék vezetőképessége, ami a  $\text{SiO}_2$  és kryolith között végbemenő kémiai változásokra vezethető vissza. Az abszolút értékét tekintve az oxidoknak ugyanazon koncentrációjánál és ugyanazon hőfokánál a legnagyobb elektromos vezetőképességgel a  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 + \text{BaO}$ -olvadék, míg a legkisebbel a  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 + \text{BeO}$ -olvadék rendelkezik. A BeO különlegesen nagymértékben csökkentőleg hat a kryolitholvadékok vezetőképességére. Feltételezhető, hogy ezt a Be-kation erős polarizációs hatása okozza és hogy lényeges töltés ( $2e$ ) mellett legkisebb rádiusszal ( $0,34 \text{ \AA}$ ) rendelkezvén, a szomszédos ionok elektronburkának deformálását idézheti elő, ami dipolok kialakulására vezethet és következőképpen az ionok asszociációjára és ezen keresztül az olvadék elektromos vezetőképességének csökkentésére.

Folytatólagosan legközelebb „Az oxidok bontási feszültségei az olvasztott kryolithban” és „A kryolith-oxidolvadékok molekuláris állapota” című fejezeteket fogjuk ismertetni.

Az ismertetőt írta: Ürmösi László, okl. kohómérnök.



## Hírek

**Alumíniumankét — Alumíniumbrigádokat alakítanak a nehéziparban.** Az alumínium megismerésére és az alumínium megmunkálásának mind szélesebb körben történő megismertetésére az Alumíniumipari és Kereskedelmi Propaganda Bizottság mind a fővárosban, mind az ország minden részében a szakelőadások és gyakorlati bemutatók egész sorát tartotta meg.

Legutóbb a nehéziparban dolgozó konstruktőrök és az Állami Tervező Intézetek 880 hallgatója számára október 13-án megnyílt és 30 előadásból álló „Alumíniumtanfolyam” adott a nehézipar számára, valamint a Tervező Intézeteknek az alumínium vonalán továbbképzett szakembereket. Ennek az alumíniumtanfolyamnak volt fontos állomása a november hó 12-én a csepeli WM Sportcsarnokban megtartott „Alumíniumankét”, amelyen a Nehézipariügyi Minisztérium, a Belkereskedelmi Minisztérium, a Tervhivatal képviselői és az előadók is megjelentek.

Ez az alumíniumankét volt az első *nagy-szabású megmozdulás*, amely az alumíniummal foglalkozó tudósokat, tanárokat, mérnököket a nehéziparban és a Tervező Intézetekben dolgozókat, a közületek szakembereit és a kereskedelem vonalán dolgozó szakembereket együvé hozta, hogy ezen az ankéten megtárgyalják az alumínium felhasználásának új lehetőségeit és módosításait. Ezen az ankéten tárgyalták ki és vitatták meg az alumíniumtanfolyamon elhangzott előadások anyagát. A tanfolyam anyagának kiértékelése, a tanfolyam hallgatói részéről hozzászólások formájában történt, amelyre a szakszerű feleleteket az illető tárgykör előadó tanárai és szakemberei adták meg. 17 felszólalás hangzott el s számos javaslatot terjesztettek elő, amelynek kiértékelése folyamatban van. Az elhangzott javaslatok alapján leszűrendő tapszlatok az alumíniumipar és a belső fogyasztás számára komoly eredményeket helyeznek kilátásba.

Az alumíniumtanfolyamon részt vett mérnökök, technikusok, műszaki vezetők, műszaki dolgozók közül százan, mint brigádfelölősök saját üzemeikben, vállalataiknál viszik tovább az alumínium felhasználásának mind szélesebb és nagyobb területen történő megvalósítását. Üzemi brigádokat alakítanak és ezen keresztül kutatják fel azokat a területeket, ahol az alumínium gazdaságosan felhasználható, vagy idegen fémekből gyártott anyagok alumíniummal helyettesíthetők.

Az alumíniumbrigádok által elért eredményekről 1949 december 21-én megtartandó brigádértekezleten Sztálin elvtárs születésnapján számoltak be. Az alumíniumtanfolyamok a már megkezdett és járt úton ütemszerűen folynak tovább és a november végén megnyílt állandó „Alumíniumtanműhelyben” az oktatás úgy elméleti, mint gyakorlati vonalon folyik a gazdasági élet minden terén dolgozó szakemberek számára.

(*Marczali*)

**Újítók kiállítása alumínium szemszögből nézve.** Mult év november 20-án zárult az Újítók Kiállítása, amelynek sikerét bizonyítja a nagyszámú érdeklődők végeláthatatlan sora.

Ezen kiállítás módot nyújtott műszaki szakembereink részére nemcsak az egyes gyártási műveletek egyszerűsítésére, racionalizálására, hanem arra is, miképpen lehetséges az évek hosszú során bevezetett és már megszokott nehézfémek pótlása alumínium, illetve alumíniumötvözetekkel.

Különösen kiemelkedő a textiliparnak átállása a könnyűfém ötvözetekre. Megragadta figyelmünket elsősorban a nyomásminta hengerek könnyűfém ötvözetből történt előállítás, hiszen köztudomású volt, hogy nagy textilüzemeink, mint pl. a Goldberger-gyár a kapitalista rendszerben óriási összegeket halmozott fel vörösréz nyomóhengerekben. Mint az Újító Kiállításon bemutatott minták is igazolták, feleslegessé vált ezen hengerek import vörösrézből való készítése, mert ezen célnak teljesen megfelel az alumíniumhenger is. Legfeljebb azt szeretnénk megjegyezni, hogy amennyiben a későbbi idők folyamán a gyakorlatban előfordulnának feketés elszíneződések mely az alumínium egyik hátrányos tulajdonsága, úgy ennek megelőzése céljából ezen hengereket feltétlenül valamilyen felületi kezelési eljárással (pl. kémiai oxidációval) vonják be.

Számtalan a textiliparban használatos alkatrészeltünk fel pl. lánchengerek, orsók, csévék, vetélők, szegélykorongok, fogaskerekek, stb. készítésében. Ezzel kapcsolatban csak azt szeretnénk megjegyezni, hogy az újítók igen ügyeljenek arra, hogy a gyakorlatban bevezetendő öntések megfelelő ötvözetű könnyűfémekből készüljenek, az öntéssel szemben pedig alkalmazzanak minden olyan követelményt, melyek az öntvények élettartamát biztosítani tudják.

Igen érdekes megoldást láttunk alumínium-ékek alkalmazása során, mellyel szakembereinknek a jövőben feltétlenül foglalkozniuk kell.

A textiliparon kívül a vegyiparban, a gumiiparban, bányaiparban igen elmés módon nemcsak helyettesíteni tudják a nehézfémeket, hanem egyszersmind olyan megoldásokkal is találkozunk, melyre ezideig egyéb fémek nem voltak alkalmasak.

Igen szellemesek voltak a bányaiparban a drótkötél korongot vezető tárcsák kopását meggátló alumíniumbetétgyűrűk, különösen akkor, ha egy-egy kisebb bányáról van szó, melynek nem áll módjában az elkopott vezetőkerékek gyakori kicserélése azért, mert az előállító üzemektől nagy távolságban fekszenek. Ez esetben az elkopott vezetőgyűrűket egyszerűen kicserélik újabb alumínium vezetőgyűrűkkel.

Megemlítjük még az alumíniumlemezből készült műhelyi gyűjtőládákat is, amelyeknek műhelyközi szállítása az alumínium könnyű fajsúlya következtében emberi erőt kímél. Ezen ládák kiterjeszthetők esetleg tömegcikkek gyártásközi szállítására is, mert megfelelő helyen való alkalmazásuk minden valószínűség szerint jóval hosszabb élettartammal rendelkeznek, mint a fa vagy egyéb anyagokból készült szállító- vagy gyűjtőládák.

(*Kollmann*)



## Lapszemle

**Magyar hivatkozás.** A Light Metals 1949. novemberi száma a magyar „Alumínium“ folyóirat 1949. 6., 7. számára való hivatkozással Domony András „A kohóalumínium fémes szennyeződéseinek és huzalgyártási technológiájának könnyűfémek vezetőképességére gyakorolt hatása“ című cikkét teljes egészében átvette. A cikk a kohóalumínium fémes szennyeződéseinek a vezetőképességre gyakorolt hatásával, különböző alumíniumötvözetek elektromos tulajdonságaival, a könnyűfém huzalgyártás technológiájánál fellépő különböző körülményeknek kész-huzalra gyakorolt hatásával foglalkozik. Rámutat a könnyűfémhuzalok vezetőképességének emelését célzó legjobb módosításokra.

Jy.

**Az alumíniumoxidnak a szinalumíniumban és ötvözeteiben való meghatározása.** A Berlin-Dahlem-i Anyagvizsgáló Intézet figyelemre méltó eljárást ismertet az  $Al_2O_3$ -nak a meghatározására, amelynek pontos ismerete, illetve megállapítása mostanáig meglehetősen nehéz volt. Az oxydmennyiség ismerete úgy a színtém, mint ötvözeteinél, egyrészt a mechanikai, technológia tulajdonságok, valamint a feldolgozásnál is jelentős szerepet játszik, de jelentősége van azonfelül a felületi kezelésnél is, mert az oxidnak pontos és teljes biztonságú meghatározása egyúttal pl. az eloxáló réteg vastagságára is enged következtetni.

Az eddig ismeretes eljárások nem feleltek meg minden tekintetben a célnak, egyrészt, mert nem voltak egyszerűek, másrészt a különböző eljárással nyert értékek meglehetősen különböztek egymástól. Így pl. a Jander-Baur-féle eljárással a kohóalumíniumnak az oxid-tartalmát 0.004%-nak, míg a Ehrenberg rézkloridos eljárással mindössze 0.04%-nak találták, vagyis tízszeres értékkülönbözetet.

Az új eljárás az oxid meghatározására methylalkoholos brom- v. jóddoldatot használ, amelyben a kompakt alumínium is tökéletesen oldódik. Föltevésszerűen az alumíniumnak a fele  $AlJ_3$ , a másik fele pedig alumínium-methylat —  $CH_3O^+Al$ -képződés mellett 1.5 Mol hidrogén felszabadulás mellett oldódik. A felszabaduló hidrogént a fölös mennyiségben lévő jódd partialisan redukálja.

Az eljárásnál meg kell állapítani, hogy előbbi folyamat mellett csak a fémalumínium oldódik-e, vagy az oxid formában lévő alumínium is? A feltevés az volt, hogy csak a szinalumínium oldódik, aminek bizonyítására szolgál, hogy szobahőmérsékleten alumíniumlemezen higanyval előidézett dús alumíniumoxidot az alkoholos jóddoldat nem támadta meg. Ebből az is valószínű, hogy magasabb hőmérsékleten, pl. az olvasztáskor keletkezett alumíniumoxidot szintén nem fogja megtámadni. Az eljárás mindössze a magas jóddár miatt való költséges volta volna kifogásolható.

Az eljárás a következő:

Színféméből a bemérés kb. 5 g. Ha az oxidmennyiséget nagyra becsüljük (pl. alumíniumpornál vagy alumíniumdaránál eloxált anyagnál) a bemérés 0.5 g-ra is csökkenthető. Ezen

felül a bemérés nagyságát a további eljárás befolyásolja, tehát vajjon azt gravimetrikus vagy kolorimetrikus angettesszük-e? A bemért mennyiséget 1 literes Erlenmayer-lombiknak 200–300  $cm^3$  methylalkohol és 20  $cm^3$  tiszta brom oldatába hozzuk be. Az oldás az oxidréteg szétrombolása után néhány másodperc alatt vehemens folyik le. Az eloxált próbáknak az oxidja legtöbbször összefüggő tömegben marad vissza, ami többek között hibaforrás is lehet, mert az alumíniumoxid rétegnek a sűrűsége, illetve tömörsége oly nagy lehet, hogy oldatlan alumíniumot tarthat vissza, ami a maradékban való alumínium meghatározásánál nagy értékeket adhat ki. Ezért a főreakció lefutásánál, különösen az eloxált próbáknál a körbeúszkáló alumíniumoxid hámrétegeket egy gombos üvegpálcával célszerű szétdörzsölni, hogy így a bromjódalkoholos oldat a még nem oldott szinalumínium színrezeceket is oldani tudja.

A reakció vehemens lefutása a lombik vízzel való hűtésével csökkenthető. A főreakció befejezése után, ami 1–1.5 óráig tart, a lombikot újból fel lehet egy fűtőlapon melegíteni s a vegyfolyamatot így befejezni. A vizsgált anyag mennyiségétől függően az egész reakció két-három óráig tart.

A szűrés megkönnyítésére célszerű a feloldás után közvetlenül vizkozus, bromalkohol oldatot methanollal hígítani és gyors szűrőn átengedni. Az esetlegesen a szűrés alkalmával átment rendkívül finom oxidszemcsék visszanyerésére a szűrést megismételjük. A szűrőt mindaddig friss methanollal mossuk, míg az tökéletesen színtelen lesz, majd platintégelyben elhamvasztjuk. Minthogy a maradék, tapasztalat szerint, még mindig bizonyos csekély mennyiségű kovasavat tartalmaz, célszerű azt folyvas-kénsav keverékkel lefűstolni, amelyhez néhány csöpp salétromsavat is adhatunk. A szinalumínium az alumínium-kovasav súlykülönbségéből számítható ki. Az eljárásnak az alumíniumötvözeteknél való alkalmazásánál itt bizonyos nehézségek adódnak, amelyekre a cikk szintén részletesen kitér. A vizsgált anyag vastartalmára az eljárásnál nem kell tekintettel lenni, mert a keletkezett vashidrogén a bromalkohol oldatban kvantitatív teljesen feloldódik.

A maradék a kovasav leválasztása után szinalumíniumnál alumíniumoxidból áll és súlyanalitikailag, vagy kolorimetrikus határozható meg, amely esetben még egy kaliumbisulfatos feltárás is szükséges. A bisulfatos feltárást W. Ehrenberg, Ztschr. analyt. Chem. 91/1933, S. 488. cikke részletesen ismerteti.

A berlini anyagvizsgáló intézet beszámolója külön közli a szinalumíniummal és az alumínium ötvözetekkel végzett ilyen irányú kísérleti eredményeket, amelynek alapján megállapítható, hogy az eljárás minden nehézség nélkül üzemi laboratóriumokban is alkalmazható úgy a szinalumíniumnál, mint az ötvözeteknél az alumíniumoxid meghatározására. Az ötvözeteknek az elemzésénél figyelembe kell venni, hogy a bromalkoholos oldatban visszamaradó szilárd maradék csak egész kevés alumíniumoxidot tartalmaz. A maradéknak nagyobb része főleg  $Mg_2Si$ -ből állhat, aminek kísérleti igazolása még nem tökéletes.



Dr. O. Werner, Berlin.

Über die Bestimmung des Aluminiumoxyds in Rein-aluminium und seinen Legierungen.  
Mitteilung aus dem Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

(Metall, 4. Jg. Január 1950. 1—2. szám.)

**Mg-Ce ötvözetű dugattyúk.** A Ce-tartalmú Mg-ötvözetek átlagosan 10% Ce-t tartalmaznak. A különböző Mg- és Al-ötvözetek technológiai sajátosságait összehasonlítva, megállapítható, hogy a 200° C alatti hőmérsékleteken az alakított ötvözetek, e fölötti hőmérsékleten pedig az öntési ötvözetek viselkednek kedvezőbben. A Mn tartalom nélküli 10% Ce-tartalmú Mg-ötvözetekből Amerikában a Dow Co. számos dugattyútípust öntött és kovácsolt, amelyek egyharmaddal könnyebbek voltak, mint az Al dugattyúk és a legmagasabb műszaki igényeket is kielégítették. A dugattyú megszerkesztésénél természetesen tekintettel voltak a Mg-ötvözetek magasabb tágulási együtthatójára. Minthogy a MgCl<sub>2</sub> tartalmú fedősók alkalmazása azonban, a fellépő kémiai vegyfolyamatok következtében, az ötvözetben erősen csökkenti a Ce-tartalmat, annyira, hogy a veszteség hosszabb ideig való kezelése és magasabb hőmérséklet mellett a Ce-tartalom 90%-ára is emelkedhetik, az ötvözetet különleges eljárással kellett olvasztani. A sóhoz tehát ceriumkloridot (CeCl<sub>3</sub>) kellene adagolni. Azonban, minthogy a vízmentes ceriumklorid előállítása rendkívül nehéz, ezt az elgondolást el kellett hagyni. Ezért egy oly fedősót kellett alkalmazni, amely nem tartalmaz MgCl<sub>2</sub>-t, s amely só a Ce-veszteséget mindössze 15—20% körül tartja. Ennek a folyékony halmazállapotú Dow-fedősónak viszont az a hátránya, hogy kalciumfluoriddal, vagy MgO-val való keverése esetén sem sózárványmentesek az öntvények.

Ezért Mg-Ce ötvözetek sózárványmentes előállítására a következő két módot ajánlják:

a) Ha az ötvözeteket közvetlenül a Ce hozzáadagolása után azonnal öntik: fedősónak MgCl<sub>2</sub>-tartalmú sókeverék is alkalmazható. Az Mn-t, mint az szokásos, MnCl<sub>2</sub> alakjában hozzuk be. Az újonnan keletkezett MgCl<sub>2</sub> még ötvözés előtt cériumlevegő-ötvözettel távolítható el. A Ce beadagolása után a fűrdőt a sómaradékok kiválása céljából kb. 15 percig állni hagyják és lehetőleg 760°-on aluli hőmérsékleten, kénpor alkalmazása mellett, öntik le, amely eljárás mellett egész alacsony Ce-veszteségek és finom szövetelem érhető el.

b) Ha hulladékot olvasztunk be, vagyis a Ce-tartalmú fűrdőt hosszabb ideig az öntési hőmérsékleten tartjuk, akkor a MgCl<sub>2</sub> mentes sót kell alkalmazni, a sót az öntés előtt újból eltávolítani és némi MgCl<sub>2</sub>-t tartalmazó, calciumfluoriddal sűrűvé tett s a fűrdőfelületre vékonyan rászórt sóréteg alatt 15—20 percig az öntési hőmérsékleten tartani. A sómaradékok kiválása és a réteg leszedése után pedig a fűrdőt kénpor alkalmazása mellett leönteni. (R. F. Marande: „Materials- and Methods“, 1946. II.)

Jy.

J. C. Bailey:

**Aluminiumötvözetek alkalmazása bányászati felszerelésekben.** (Aluminium Alloys in Mining Equipment.) Az aluminiumötvözetek alkalmazása bányászati felszereléseknél, a kisebb súly előnyös, hamar amortizálja a magasabb költségeket. Az aluminium sajátosságai. Tervezésnél a szakítószilárdság 20%-a nyer alkalmazást. Foglalkozik a tartósság, bányavizek elleni ellenállás, elektrolitikus korrózió- és sűrődési ellenállás kérdéseivel és az aluminium alkalmazásával számbajöhető felszerelésekben. (Iron and Coal Trades Review. 158. 4223. 1949. febr. 18. 353—356.)  
D. Kp.

**Az aluminium előállítása magas szilícium-tartalmú bauxitból.** (Aluminium from High Silica Bauxites.) A bauxit 1000°-on kalcium-karbonáttal izzítva kalciumalumináttá alakul, abból nátriumaluminátot készítenek, szűrjük és a szokásos módon aluminiumhidroxidon keresztül alumíniumoxidot állítunk elő. A vas oxidjai az izzítás után mágneses úton eltávolíthatók. (The Chemical Age. 1949. 60. k. 1949. febr. 5. 226.)  
D. Kp.

B. Haberhauer:

**Aluminiumötvözetek átolvasztása.** A könnyűfémötvözetekkel szembeni növekvő követelmények fokozottabban szükségessé tették az aluminiumötvözetek öntésénél fellépő szennyeződések eltávolítását az oldhatatlan és gázszennyeződések eltávolítását a tulajdonságokra gyakorolt hatásának megállapítását. Ennek módszerei és elmélete. A tisztítás módszerei. A kötött hidrogén szerepe, a hidrogén mentesítése, módjai. (Technická Práce. V. 5. 1949. május 75.)

D. Kp.

**Szórt acélbevonat alumíniumon.** (Steel Spraying on Aluminium.) Egy francia vizsgálóbizottság kutatásainak eredménye szerint, a legkülönbözőbb acélokat — lehet szóroljárással alumínium- és magnéziumötvözetű fémek felületére fölvenni. 0.04 hüvelykvastagságú réteg tökéletesen elegendő a levegő elszigetelésére és a korróziós folyamatok megállítására. A szórt acélbevonat a lágyötvözetek kopásellenállását a tömör acélok ellenállásával teszi egyenértékűvé. (The Engineers' Digest X. 6. 1949 június 216.)  
D. Kp.

R. T. Wood:

**A magnéziumöntvényipar, ennek problémái és kilátásai.** (The Magnesium Casting Industry Its Problems and Outlook.) A cikkíró felsorolja a fém előnyeit, a felmerülhető problémákat és a fémmel szemben még mindig fennálló tartózkodást. A cikkíró a magnézium jövőjét a repülőgépiparban való felhasználásban látja. (Modern Metals. V. 4. 1949 május 21.)  
D. Kp.

W. S. Loose:

**A magnéziumöntvényipar, ennek problémái** (Industry 1948.) A magnézium nemcsak a repülőgépiparban, hanem mint kereskedelmi



fém is terjed. Az árstabilizáció és az áresökkenés is hozzájárul elterjedéséhez. A magnézium kitűnő alapanyag különféle ötvözetekhez. Foglalkozik magnéziumötvözetű öntvényekkel, melyekkel úgy Angliában, mint az USA-ban és Kandában kísérleteznek, ezek között különösen a 4% horgany- és 0.7% Zirconium tartalmú magnéziumötvözetekkel. (Modern Metals, V. 4. 1949 május 13.)

D. Kp.

## Könyvismertetés

### FIAT FINAL REPORT No: 989. ALUMINA PRODUCTION IN GERMANY

FRANCIS C. FRARY és A. J. RICE

Szerzők a németországi timföldgyárakat — kivéve a V. A. W. Lautawerk-i gyárat — tanulmányozták és ennek eredményét foglalták össze jelentésükben.

Megállapítják, hogy a németországi gyárak olyan bauxitok feldolgozására rendezkedtek be, amelyekben a timföld monohidrát alakban van jelen, ellentétben az amerikai gyárakkal, amelyek trihidrátos bauxitokat dolgoznak fel.

Tanulmányokban közlik az eljárásokat, amelyek szerint az egyes gyárak dolgoztak és rámutatnak az egyes üzemi módszerek közötti különbségekre. A nyersanyag kérdésénél megállapítják, hogy bár folytak kísérletek timföldnek agyagból való előállítására, nyersanyagként csak a bauxit szerepel. A háború előtt szerintük, franciaországi, isztriai és balkáni bauxitokat dolgoztak fel és csak a háború alatt tértek rá a magyar, dalmát, jugoszláv és görög bauxitokra, amelyek, szerintük, rosszabb minőségűek. (Ez a megállapítás nem helytálló, mert a német gyárak a háború előtt kb. 50%-ban már magyar és dalmát bauxitokat dolgoztak fel. — Ref.) Szerintünk a magyar és görög bauxit feltárása nehezebb volt, mint a franciáé. (Furesa párosítás a magyart és a görögöt egymás mellé állítani, amikor a görög bauxit nagy keménysége és nehéz feltárhatósága miatt Európában majdnem egyedülálló. — Ref.) Megemlítik, hogy a háború előtt, illetőleg a háború kezdetén Martinswerk-ben trihidrátos bauxitot is dolgoztak fel.

Megállapítják hogy a gyárak a Bayer-eljárás szerint dolgoztak, emellett kismennyiségű bauxitot más módszerekkel is feltártak, azonban ez főképp a Bayer-eljárás kapcsán felépő nátronvesztés gazdaságos pótlása céljából történt.

Néhány sorban közlik a klasszikus Bayer-eljárást, majd pedig rámutatnak az egyes gyárakban az ezen eljárástól eltérő módzatokra. Így pl. közlik, hogy a bauxitokat a feltárás előtt 300—800 fokon izzítják, kivéve Martinswerk-et, ahol a bauxitokat előzetes kezelés nélkül dolgozzák fel. Az előkezelt bauxitot igen finomra megőrlik, kb. 70%-ban 0.09-nél finomabbra, kivéve a V. A. W. Lippewerk. Luenen gyárat, ahol a bauxit egy részét a torony-eljárás szerint dolgozzák fel, s nem aprítják.

Erről még később is lesz szó. A finomra őrlött bauxitot 6—8 atü. nyomás mellett, autoklávokban 2—6 óra idő alatt marónátronnal fetárják. A nátronlúg töménysége 25—35% nátrium-hidroxidtartalom között változik. A torony-eljárásnál magasabb hőmérsékletet és hosszabb időt alkalmaztak, azonban a lúg koncentrációja alacsonyabb volt. Az autoklávban feltárt elegyet vörösiszapnak nevezik, melyet Dorr-féle ülepítőkhöz vittek, majd pedig ellenáramban mostak. A kimosott vörösiszapot Kelly-szűrőn szűrték, melynek egy részét szárítás, vagy kalcinálás után festékpigmentnek, benzin gyártására kontaktmasszának, vagy kerámiai tetőzetléglák festésére adták el. Megemlítik még, hogy a tiszta nátriumaluminátot Kelly-szűrőn szűrték tisztára. E szűrő szövete azonban sűrűbb, mint az egyéb Kelly-szűrőké. A tiszta aluminátot hűtik s 6 m átmérőjű és 12—13 m magas kikeverőkben kikeverik. Közlik, hogy a kikeverés ideje 2.5—4 napig terjed, a lúg hűtése 85—35 fokig történik. A kikeveréshez oltóanyagot használtak, amelyet alacsony hőmérsékleten bontóanyag hozzáadása nélkül állítottak elő. A nyert alumínium-hidrátot forgószűrőn szűrték és generátorgáz által fűtött forgókemencében kalcinálták. A port villamos portalanítóval fogták fel és újból a kemencébe adagolták. Az alumínium-hidrátból leszűrt híg lúgot négylépesőzetes, párhuzamosan kapcsolt vákuumbepárolóba sűrítették be. A koncentrált lúgot, vagy annak egy részét kihűlni hagyták, hogy a vanádium-foszforos kikristályosodjon. Az eljárás folyamán főleg a vörösiszapban veszendőbe ment marónátron pótlását vásárolt marónátronnal fedezik. Másik esetben vízmentes szódának égetett mésszel való kezelése útján gyenge marónátronoldatot állítottak elő és ezt az oldatot vitték a körfolyamatba.

A lautawerki gyár a Pedersen-eljárás egy változatával pótolta a nátronvesztésüket olyképpen, hogy a bauxitot meszkővel olvasztották, amikor vasat és kalcium-aluminátos salakot nyertek. Ez utóbbit nátrium-karbonátos oldattal kioldották, az oldatot bepárolták és a nátronvesztés pótlására használták fel.

A Giulini-gyárban a bauxitot 1150°-on gázzal fűtött forgókemencében nátrium-szulfáttal, szénnel és meszkővel olvasztották össze, majd a terméket kilúgozták és szűrték. Más üzemekben pedig a bauxitot vízmentes szódával és mésszel adagolták a kemencébe, hogy nátrium-aluminát és nátrium-ferrat képződjék. Ennek oldatát azután a Bayer-eljárás körfolyamatába adagolták.

Szerintük az előállított timföld minősége a háború alatt erősen romlott és pedig nemcsak kémiai összetételében, hanem a kohók tanúságai szerint, fizikai tulajdonságokban is. A gyártott timföldek minősége a könnyű és habos anyagtól egészen a nehéz homokos fajtáig terjedt.

Ezekben adták meg általában a gyárakban alkalmazott eljárásokat, az egyes gyárakban ezektől eltérő eljárásokra vonatkozólag pedig a következőket jelentették:



#### V. A. W. Nabwerk, Schwandorf

A háború alatt 7—9% kovasav és 50—53% timföldet tartalmazó magyar bauxitot dolgoztak fel. A Dorr-ból túlfolyó folyadékot szűrés nélkül vitték a kikeverőkhöz. A timföld 0.05—0.07%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -t, 0.03—0.04%  $\text{SiO}_2$ -t és 0.3—0.4%  $\text{Na}_2\text{O}$ -t tartalmazott. A kiválasztott vanádiumsóban kb. 3.8 V-t és 5.1% P-t találtak.

#### V. A. W. Lippewerk, Luene

Az üzem a klasszikus Bayer-eljárást és annak toronyváltozatát alkalmazta. Az autoklavos eljárás semmiben sem különbözött a Schwandorfban alkalmazottól. A toronyeljárásnál a bauxitot kb. 1 inch nagyságra törték meg és ellenárammal 28—30° Bé-s marónátronoldattal és 25 atm.-s gőzzel kb. 200° C-on a timföldet kioldották. A toronyban kb. 10—15 atm. nyomás volt. A megtört bauxitok kilúgozás után megtartották vázukat, a toronyot elhagyó folyadék tiszta volt s literenként 120 gr timföldet tartalmazott. A timföld- és nátrium-oxid-molekula aránya 1:1.35—1.4 volt. A toronyban visszamaradt bauxitvázat sűrített levegővel kifújták és rázószitára vitték. A durvább szemcsék, miután elég magas timföldtartalmúak voltak, újra a körfolyamatba, a finomak a vörösiszapba kerültek.

A gőzfogyasztás a feltárásnál és lepárlásnál 1 t timföldre összesen 3—4 tonna volt, szemben a Bayer-eljárásnál szükséges 6—7 tonnával. A napi termelésnek kb. 35%-át állították elő toronyeljárással.

A timföld összetétele 0.08%  $\text{SiO}_2$ , 0.05%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és kb. 0.03  $\text{CaO}$ . A vanádiumsóban kb. 9—9.5%  $\text{V}_2\text{O}_5$  és 1.3—1.5%  $\text{P}_2\text{O}_5$  volt.

#### Gebr. Giuliani Mundenheim, Ludwigshafen

Németország legrégebb timföldgyára, sokáig csak a pirogén (Peniakoff) eljárással dolgoztak. Idővel azonban ők is áttértek a Bayer-eljárásra, úgyhogy a háború alatt már csak kiegészítésként alkalmazták a pirogén eljárást. A Dorr-besűrítéssel túlfolyó lúgot tisztára szűrték és az egy molekula timföldre 1.3 molekula nátrium-oxidot tartalmazott.

#### V. A. W. Lautawerk, Lausitz

Amint már bevezetőben közölték, ezt a gyárat nem tekinthették meg, ellenben a gyár egy dr. Ottó Péter nevű alkalmazottjától — aki hosszú évekig volt a gyár alkalmazásában — kaptak információkat.

A Bayer-eljárás mellett toronyeljárást is használtak, amikor is közönséges, be nem sűrített Bayer-lúggal végezték a feltárást. Ez eljárásuknál a timföld-nátrium-oxid molekula aránya 1:1.4-hez volt. Vanádiumsóik kevés foszfor mellett 10%  $\text{V}_2\text{O}_5$ -t és 30%  $\text{Na}_2\text{O}$ -t tartalmaztak.

Megállapították, hogy a magyar bauxitok tekintélyes mennyiségű ritka földfémeket tartalmaznak, mint pl neodium, thorium, hafnium, beryllium és a többiek oxidjait, amiket a vörösiszaptól ki tudtak nyerni. Az eljárás azonban egyelőre drága.

#### Tonerdewerke Martinswerk, Bergheim

Eltérve a többi üzemektől, ez az üzem nem kalcinálta előre a bauxitot, a feltáráshoz igen erős marónátront használt. A Dorr-besűrítő után nem mosták ki ellenáramban a vörösiszapot, hanem azt sűrű állapotban a Kelly-szűrőbe vitték. A kikeveréshez nem adtak oltóanyagot hanem a kikeverőben benne hagyták a kikevert hidrátot kb. a felét.

A timföld összetétele alig volt eltérő a nabwerki timföldétől. A vanádiumsó kb. 6—8 százalék  $\text{V}_2\text{O}_5$ -t tartalmazott.

Ismerteti: *Kutas Andor*

#### Max Schenk: Werkstoff Aluminium und seine anodische Oxidation.

Az alumínium és anódikus oxidációja. Basel, 1948. 1042 oldal, két négyesínyomású táblával, 618 ábrával, 121 táblázattal.)

Az újabb kiadású könyvnek az alcíme „A gyakorlat számára szolgáló tanácsadó- és kézikönyv”. A munka minden közleményt összefoglal, ami ebben a tárgykörben a világirodalomban megjelent és kifejezetten a gyakorlati szakember részére készült.

A munka I. része az anódikus oxidáció fejlődéstörténetével foglalkozik. A II. rész az alumíniumra vonatkozó legfontosabb anyagismerteket tárgyalja, úgy kémiai, mint fizikai, valamint kohászati és elektrokémiai vonalon. Magabavéve ez a rész is eléggé részletes, mert még a csavározásra, a korcolásra a szegecselésre, ponthegesztésre és egyéb illesztési módokra is kitér. A III. fejezet, amelynek a címe az oxidréteg mesterséges vastagítása, az Al kémiai és részletes korróziós viselkedését tárgyalja, ahol az MBV s egyéb hasonló, valamint az anódikus-oxidációs eljárások bő ismertetését találhatjuk. Részletes leírást közöl a Schenk-féle Alprox-eljárásról, továbbá külön fejezetben tárgyalja az anódikus oxidáció részletes taglalását.

Ez a IV. fejezet az anódikus oxidrétegeknek a fajsúlyával, rétegvastagságával, színével, tapadóképességével, keménységével és egyéb tulajdonságaival foglalkozik, sőt még az optikai sajátságait is ismerteti.

Az V—XI. fejezetek az oxidációs eljárások kiviteli módjait tárgyalják, bőséges gyakorlati példatárral a szerkezeti elvekkkel, költségsszámítással és számos más ténylegesen gyakorlati útmutatással. Külön értékes része a hibaforrásokat tárgyaló fejezet. Végül a IX. fejezet a különböző vizsgálati és ellenőrző módszereket tárgyalja. A munkát szabadalmak gyűjteménye fejezi be. A mű lényegesen jobban használható és gyakorlatilag összehasonlíthatatlanul értékesebb az előző kiadásnál. Ára 138 Sfr. (Kiadója: A. Francke, Bern.) *Jy.*

**Pormetallurgia.** *Balysin M. Ju.* A monográfia a porkohászat elméleti alapjait ismerteti, illetve azon folyamatokat, melyek porított fémek alakváltozása és hőkezelése kapcsán lépnek fel. A könyv tárgyalja ezek összefüggéseit, a kontaktfelületek, struktúrák és tulajdonságainak változásait.



A könyv a kohászat, valamint a fémek megmunkálása terén működő mérnökök számára íródott. érdeklő továbbá a metallográfusokat, fémkerámikusokat, laboratóriumi kutatókat stb.

A mű rövid tartalomjegyzéke a következő:

- I. Bevezetés.
- II. Konktaktjelenségek tanulmányozása tömör testeknél.
- III. Fémporok.
- IV. Fémporok hideg deformációja.
- V. Nyomáselosztás és tömörség porhalmazállapotú testeknél.
- VI. Nyomás megszüntetése után előálló jelenségek.
- VII. Sajtolt darabok tulajdonságai
- VIII. A zsugorítás elmélete.
- IX. Zsugorítás.
- X. Az összesülés körülményeinek befolyása.
- XI. Többalkotós rendszerek összeülése.
- XII. Melegsajtolás.
- XIII. Zsugorított porfémek tulajdonságai.
- XIV. A pormetallurgia jelentősége.

A Szovjetunióban a pormetallurgiával sokat foglalkoznak és gyakorlati téren is nagymértékben alkalmazzák. Hazánkban a kohászat ezen ága elég ismeretlen terület, így szakembereink számára a könyv áttanulmányozása igen érdekes és hasznos.

*Dr D. Gy.*

#### FELHÍVÁS!

Már ismételt többször is kértük — t. Cikkíróinkat a következők figyelembevételére:

1. Csak pausz- vagy rajzpapírosra rajzolt, tussal kihúzott ábrákat fogadunk el. Levonatok nem használhatunk.

2. Csak a papír egyik oldalán írt cikket fogadunk el, — ellenkező esetben a cikket visszaküldjük.

3. Minden cikkhez rövid, nem terjengős — legalább magyar nyelvű összefoglalást kérünk. Ha csak magyar nyelvűt küldenek, azt három példányban. Ha orosz-angol, orosz-francia, vagy orosz-német összefoglalást is kapunk, ez a Szerkesztőség munkáját nagymértékben megkönnyíti. Az idegen nyelvű összefoglalás is 1. a szerző nevét, 2. a cikk címét, 3. a rövid kivonatot tartalmazza.

4. Aki ismeri, vagy hozzáférhet a nemzetközi tizedes számrendszerű összefoglaláshoz, azt kérjük, írja rá cikkére a megfelelő osztályozási számot.

5. A cikkekért nyomtatott oldalankint 1950. év januárjától kezdve oldalankint 40.— (negyven) forintot fizetünk.

Szerkesztőség

#### ÉRTESETÉS!

Tájékoztatásul közöljük tagtársainkkal, hogy a Bányászati és Kohászati Lapok legközelebbi: 2—3. összevont kongresszusi száma március 20-án fog megjelenni.

Szerkesztőség

#### FONTOS FELHÍVÁS!

A Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat és a szerkesztőség között létrejött megállapodás értelmében a szerzők a jövőben mindenkor készpénzben kapják meg a cikkük után járó honoráriumot.

Amennyiben a szerző különnyomatokra tart igényt, úgy azokat a korrektúra visszaküldésekor, de legkésőbb a megjelenés után 8 napon belül kérjük írásban megrendelni (Tudományos Folyóiratkiadó N. V. Budapest, V. Szalay utca 4.). Ezen időn túl a nyomda a szedést szétosztja.

A fentiek alapján a különnyomatok költsége teljes egészében a szerzőt terheli.

## Egyesületközi munkaverseny.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége 1949 októberében munkaversenyt indított a tudományos egyesületek dolgozói között, az egyesületszervezés és fejlesztés érdekében. A munkaverseny eredményét Gárdos Emil, az MTE SZ főtítkára hirdette ki január 18-án ünnepélyes keretek között. Az eredmény a következő:

- I. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület,
- II. Magyar Elektrotechnikai Egyesület,
- III. Híradástechnikai, Finommechanikai, Optikai és Kinotechnikai Tudományos Egyesület.

A munkaversenyben elért kitünő eredményt elsősorban tagtársaink együttműködésének és az egyesületi élet megélénkülésének köszönhetjük. Az egyesületek között január 1-vel új munkaverseny indul. Reméljük, hogy tagtársaink aktivitása az ötéves terv első évében társadalmi téren is fokozódni fog és Egyesületünk az eddig elért eredményeket még növelni fogja.

#### ALUMINIUM

Felölős szerkesztő Heinrich József. — Felölős kiadó: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat vezérig. — Szerkesztőség: IX., Lónyay utca 41. Telefon: 189—483. Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, V., Szalay u. 4. Telefon: 122—299, \*123—288. — Magyar Nemzeti Bank Egyszámszám: 936515.

Budapesti Szikra Nyomda N. V. 1. sz. Telepe: VIII. Conti utca 4. — Felölős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

A MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium Szakosztálya  
és a Magyar Alumínium és Könnyűfémkutató Intézet Folyóirata

## Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

2—3. szám.

### Kísérletek a magyar bauxitok jobb hasznosítására

Dr. Gillemot László

Dr. Ласло Жиллемот:

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОПРОСУ ЛУЧШЕГО ИСПЬЗОВАНИЯ ВЕНГЕРСКОГО БОКСИТА.

Обработка богатого на железо боксита только в том случае может быть экономична, принимая во внимание затраты по оборудованию глиноземных заводов, когда обработка его на железо и глинозем будет производства одновременно. Этим способом при одновременном производстве железа и глинозема, будет достигнута экономия и при добывании боксита, так как меньшая часть его попадет на отвалы. Исключается процесс просушки, уменьшается количество шлаков, после сепарации из оставшейся части можно получить глинозем. С точки зрения каустической соды, железа и окиси титана очень важна обработка, так как из окиси титана можем получить металлический титан а из боксит-железа — железо для литья и путем дальнейшей обработки можно получить великолепную сталь. Несмотря на то что в вопросе обработки боксита богатого на железо были проведены и проработаны лабораторные опыты этот вопрос нельзя считать закрытым до тех пор пока его не подтвердят опыты непосредственно на заводах.

#### Experiments for the better utilization of Hungarian bauxite.

by L. Gillemot.

*Summary:* In considering the economies situation and capital investment into the alum-earth industry, the treatment of feriferous bauxite witebe economical first of all, if the dressing of iron and alum-earth is done pимultaneously. A reduction of factory cost in the mining of bauxite may be obtained in the flou of manufacture as indicated by this combined production method, since considerably less material is lost to the dump. Moreover, the drying prosess is aliminated, there will be less elag, the ramaing sterile mass after separation may be used for the production of alum-eorth, the treatment of red slime, of caustics soda lye, of alum-earth, — from and iron and titanic oxide point of vien — are of an important economic volues, since the titanic oxide may be made into titanic stret, and bauxite iron into foundry pig iron and stree of outstanding quality.

Derriferous bauxites hove abready been prepared along thes line by a peries of laboratory tests which, howeau, does not meau that thes Fuestino may be considered as finally settled, since a decession candonly be arrevd at after the industrial tests will hove been made.

A magyar bauxitok hasznosítása hosszú idő óta jelent igen nehéz kérdést. Közismert tény az, hogy Magyarország jelentős bauxitkészlettel rendelkezik. A bauxitok mennyiségét szakértőink kb. 200 millió tonnára becsülik az eddigi feltárások alapján. Ennek az igen nagy ismert bauxitkincsnek a hasznosítására többféle út lehetséges, anélkül azonban, hogy a teljes kihasználás kérdése megvolna oldva. Bauxitfeldolgozó iparunk túlnyomó többsége a Bayer-féle timföldgyártás alapján készíti a bauxitból timföldet és ehhez a mennyiséghez képest szálszálalékosan elenyészően kicsi az a mennyiség, amelyet más célokra, pl műkorund-gyártásra lehet értékesíteni. A kérdés ilyen állása mellett az alapvető problémát az jelenti, hogy a Bayer-féle timföldgyártáshoz nem minden fajta bauxit használható fel, hanem igen erős minőségi megkötések vannak a kovasavtartalom, illetőleg az alumíniumtrioxid tartalom szempontjából. Ezen minőségi megkötések figyelembevételével az ország egész bauxitkészletének kb. csak  $\frac{1}{3}$ -a olyan a szakértők becslése szerint, amely a Bayer-féle timföldgyártásra alkalmas. Az alumíniumipar szempontjából az első nehézség tehát már a bányászatnál jelentkezik, ahol a tapasztalat szerint a kibányászott bauxit  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{4}$ -e az, amelyet a timföldgyáraink hasznosítani tudnak és a kibányászott bauxitmennyiség nagyobbik része kerül ezek szerint hányóra.

A bauxitkincs értékesítésének második problémája a tömbalumínium termeléséhez szükséges villamosáram viszonylagosan magas ára, amely miatt a magyar tömbalumínium mindig drágább a világpiaci áraknál. Figyelembevéve azt, hogy Magyarország a színesfémek terén (réz, ón, horgany stb.) behozatalra szorul, a tömbalumíniumot pedig világpiaci ár alatt kénytelen exportálni, a magyar külkereskedelmet kettős veszteség éri, egyrészt a nemes valutát igénylő színesfém import, másrészt pedig a világpiaci ár alatt eladott alumínium exportja révén. Az alumíniumgyártás költség-tényezőit megvizsgálva és figyelembevéve azt, hogy a timföldből fémalumíniummá való feldolgozás során a döntő költség-tényező a villamosáram költsége, világos, hogy a tömbalumínium árának



csökkentésében a legnagyobb eredményeket a timföld árának csökkentésével lehetne elérni, tekintettel arra, hogy az áram árát jelenlegi technikai lehetőségek mellett a közeljövőben döntő módon befolyásolni nem tudjuk. Ezek szerint a magyar alumíniumipar termelékenységének növelésére és az önköltség csökkentésére a legjárhatóbb útnak látszik a timföldipar önköltségeinek csökkentése, továbbá a bauxitbányászat költségeinek csökkentése és a rendelkezésre álló készletek további kihasználása. Ennek a célkitűzésnek megfelelően a Magyar Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet a Magyar Vasipari Kutató Intézettel és a Műegyetem Mechanikai Technológiai Intézetével együttesen igen széleskörű és szerteágazó kísérlet-sorozatba kezdett, melynek eddigi eredményei alapján a magyar bauxitkincs további kihasználásáról egy, a kérdésnek jobb megoldását kialakító módszer fektethető le.

A Bayer-féle timföldgyártásra általában csak az alacsony kavasvartartalmú bauxitok alkalmazhatók előnyösen. A minőségi előírásokra tájékoztatásul szolgálhat az orosz állami szabvány, melyet dr Gedeon Tihamér<sup>1)</sup> nyomán közlünk.

1. TÁBLA

Jelzés	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> hányadosa	Megjegyzés
B 1.	50-0	12-0	Timföldgyártásra és Ia minőségű elektrokorundhoz
B 2.	50-0	12-0	
B 3.	46-0	7-0	Timföld, elektrokorund, timfölddús tűzálló anyag és timföld tartalmú salak előállítására
B 4.	46-0	5-5	
B 5.	46-0	4-5	
B 6.	46-0	3-5	
B 7.	43-0	7-0	Timföld, bauxitcement és timföldtartalmú salak előállítására
B 8.	43-0	5-5	
B 9.	40-0	4-5	Timföldgyártásra
B 10.	40-0	3-5	
B 11.	40-0	2-6	
B 12.	37-0	2-1	Martinkemencéhez, acélgyártáshoz pótanyag
B 13.	28-0	5-6	Timföldgyártásra
B 14.	27-0	3-5	Bauxitcement, timföldtartalmú salak előállítására

A bauxit magas kavasvartartalma a Bayer-féle timföldgyártásban jelentős lúgfogyasztást okoz, ami a 4–5%-nál magasabb SiO<sub>2</sub> tartalmú bauxitok feldolgozását gazdaságosan eddig nem tette lehetővé. A magas kavasvartartalmú bauxitok feldolgozására a szakirodalom számos eljárást ajánl, ezek közül azonban nagyipari alkalmazásra még egyik sem került. Az ilyen típusú eljárások között magyar szempontból igen nagy figyelmet érdemel dr Papp Jenő<sup>2)</sup> eljárása alumíniumsulfát előállítására.

Gazdasági természetű megfontolások azonban azt mutatják, hogy Magyarországon a Bayer-féle timföldgyártásba olyan nagy tőkék vannak beruházva a már elkészült, illetőleg most építés alatt álló üzemeknél, hogy más, a Bayertól teljesen

előtű feldolgozási módszerekre rátérni legalább is az első öt éves terv keretén belül nem érdemes. Éppen ezért az Alumínium Kutató Intézet célul tűzte ki a magasabb kavasvartartalmú bauxitok feldolgozásának vizsgálatát, lehetőleg úgy, hogy a Bayer-féle gyáraink meglévő berendezéseinek lényeges változtatása nélkül kiegészítés jellegű beruházásokkal lehessen a magasabb kavasvartartalmú bauxitokat feldolgozni. Már évekkel ezelőtt számos kutató hívta fel a figyelmet arra, hogy a magyar bauxitok közül jelentős mennyiségű az olyan bauxit, amely számottevő mennyiségben tartalmaz Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t is. Vitális István<sup>3)</sup> 1931-ben a Halimba-vidéki bauxitokról írt tanulmányában hívta fel a figyelmet arra, hogy a bauxit vasra való kohósítása is igen fontos nemzetgazdasági érdek.

A bauxitproblémában tehát két alapvető irányt kell megkülönböztetnünk, a magas vastartalmú bauxitok vasra való feldolgozása és a magas kavasvartartalmú bauxitok értékesítésének a kérdése. Figyelembevétel azt, hogy az előbb mondottak szerint a bányászatnál tekintélyes költséget okoz az érc szétválasztása, illetőleg a kibányászott érc nagyrésztének hányóra való dobása, a bányászat problémáját ezzel a két kérdéssel össze kellett kapcsolnunk és olyan feldolgozási eljárást kialakítani, amely a meglévő Bayer-rendszerű timföldiparunkra támaszkodik. A kérdés ilyen megfogalmazása mellett a feladat rendkívül szerteágazó, mert a korábbi kísérletekre támaszkodva, meg kellett állapítanunk azt, hogy csak az összes probléma együttesen oldható meg gazdaságosan, mert a bauxitból való vaskitermelés önmagában nem eléggé gazdaságos és feltétlenül meg kell oldani a vasra való feldolgozás közben adódó melléktermékek hasznosítását is.

A bauxitok vasra való kohósításával számos magyar kutató foglalkozott, ahol a sok kísérlet közül ki kell emelnünk Finkey József<sup>4)</sup> kísérleteit, aki a bauxitnak mágneses szeparálással való dúsítását tűzte ki célul, továbbá Visnyovszky László<sup>5)</sup> kísérleteit, aki bauxitot vasforgáccsal keverve, közvetlen nagyolvasztóban kohósított. Visnyovszkynak ezekből a kísérleteiből az a tapasztalat szűrhető le, hogy a bauxit, mint vasérc önmagában, a keletkező nagy salakmennyiség miatt gazdaságosan nem kohósítható. Tiszta bauxit kohósításánál 1 q nyersvasra 635 kg salakot kapott és a kohósítás 464 kg kokszt felhasználásával történt 1/q nyersvas. Kísérletei során Visnyovszky kimutatta, hogy gazdaságos bauxitkohósítás csak akkor lehetséges, ha a salakmennyiség legfeljebb 160 kg/100 kg nyersvas. Éppen ezért Visnyovszky a bauxitot inkább mint salakképzőanyagot kívánta alkalmazni és bauxitvas kohósítása ezek szerint ilyen formában, tehát vasforgáccsal keverve, tekinthető megoldottnak. A Diósgyőrben lefolytatott kísérletek során kapott nyersvas igen jó minőségű öntészeti nyersvasnak bizonyult. Az ilyen módon való kohósításnál kapott kalcium-alumínátsalak esetleg cementgyártásra is használható, ennek az értéke felől azonban a vélemények erősen megoszlanak. Külön tisztázandó kérdés volna tehát az, hogy az alumínátsalakból nyerhető cementet hogyan lehetne megjavítani és ennek a



salaknak az értékesítésével a termelési költségeket tovább csökkenteni. Az eljárás kiértékelésénél figyelembe kell venni azt is, hogy a vasforgács kellő mennyiségben áll-e rendelkezésre és a termelt cement, amennyiben tulajdonságait sikerülne megjavítani, gazdaságosan értékesíthető-e.

Mivel a cementkérdés ma még megoldatlan és a cement nem elég értékes nyersanyag ahhoz, hogy a vas árának csökkentését azon az úton lehessen elérni, további utakat kellett keresni arra, hogy a bauxitvas kohósítása gazdaságosan legyen megoldható.

A salak jobb értékesítése szempontjából a Tervhivatal által kiküldött bizottság megvizsgálta a kalciumaluminátsalakoknak timföldre való feldolgozási lehetőségeit. Ez a bizottság, melynek tagjai Lányi Béla, Árkos Frigyes, Lettner Ferenc, Deniflée Sándor, Szél Lajos és Gillemot László voltak, megállapította azt, hogy a Pedersen-féle eljárással a bauxit kohósításánál kapott kalciumaluminátsalakok feltárhatóak és ez az út nálunk is járhatóak látszik. Ennek megfelelően a Magyar Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet feladatául tűzte ki a bauxit kohósításánál keletkező kalciumaluminátsalakok timföldre való feldolgozását. Időközben azonban az Alumínium Kutató Intézetnél és a Vasipari Kutató Intézetnél folyó sokirányú kísérletek olyan eredményekre vezettek, amelyek alapján lehetségesnek látszik a bauxitok vasra való feldolgozását úgy oldani meg, hogy ez a mai Bayer-féle timföldgyárak felhasználását tegye lehetővé anélkül, hogy teljesen új típusú Pedersen-eljárás szerint berendezett timföldgyárak létesítése volna szükséges. Kiindulási pontnak el lehetett fogadni Visnyovszkynak azt a kísérleti megállapítását, hogy a 100 kg nyersvas termelésénél a gazdaságosság határa 160 kg salak képzése. Ezért feltétlenül szükséges a bauxit vasra való dúsítása, amelynél a pillanatnyilag rendelkezésre álló lehetőségek közül a legcélszerűbbnek látszott Finkey alapvető kísérleteihez visszatérni és a kísér-

leteket mágneses szeparálással folytatni le. Célkitűzésünk ezek szerint az volt, hogy a vasdús bauxitokat előzetes mágneses szeparálás után közvetlenül kohósítsuk és a meddőt timföldgyártás céljaira használjuk fel.

A vasra való kohósítás és a Bayer-féle timföldgyártás összekapcsolási lehetőségének tisztázására meg kell vizsgálni a Bayer-féle timföldgyártás menetét, melyet dr. Bartha Lajos<sup>6)</sup> összefoglaló dolgozata alapján az 1. ábra mutat. A bányából a Bayer-féle timföldgyártás céljaira megfelelően kiválogatott bauxit szárítás után autoklávban nátriumhidroxidoldattal kerül feltárássra. Ülepítés, szűrés és mosás után keletkezik az alumínátoldat, melyből az alumíniumhidroxid kikeverése, szűrése és mosása után a nedves alumíniumhidroxidot kalcinálással alakítják át timfölddé. Az ülepítés és szűrésnél keletkezik a vörösiszapnak nevezett melléktermék, melyben a vason kívül szükségképpen van bizonyos mennyiségű nátronlúg, illetőleg alumíniumtrioxid, valamint itt válik ki a bauxit titándioxid tartalma is. Az itt leírt folyamat gazdaságosságára a legnagyobb befolyást a bauxit feltárhatósága gyakorol, ahol feltárhatóság alatt az alábbi mérőszámot szokás érteni:

$$F = \frac{100 (C \cdot D - A \cdot B)}{C \cdot D}$$

ahol

$F$  = a feltárhatóság mérőszáma a bauxit összes timföldtartalmából kioldható timföldmennyiség %-ban,

$A$  = timföldtartalom a vörösiszapban %-ban,

$B$  = vasoxid tartalom a bauxitban %-ban,

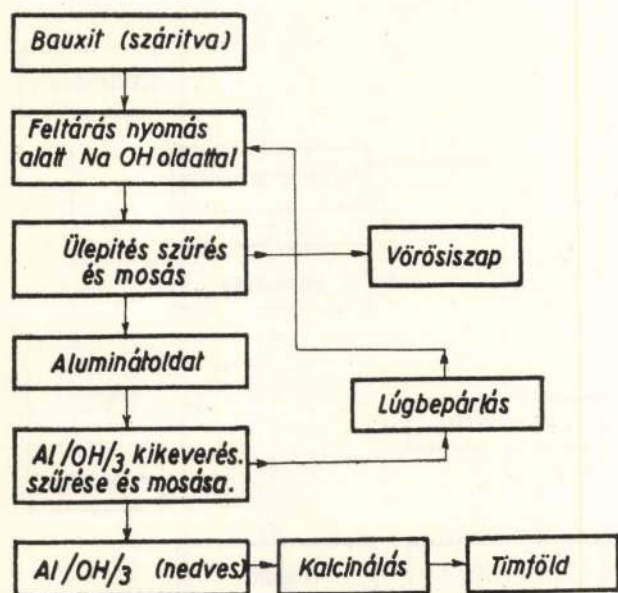
$C$  = timföldtartalom a bauxitban %-ban,

$D$  = vasoxid tartalom a vörösiszapban %-ban.

A bauxitnak a feltárhatóságát a szárítási hőmérséklet erősen befolyásolja és általában a 350°-t meghaladó szárítási hőmérséklet a feltárhatóságot, legalább is a Bayer-eljárásnál ma szokásos üzemi viszonyok között, erősen lerontja.

A Bayer-féle eljárás gazdaságosságát befolyásoló másik döntő tényező a bauxit kovavastartalma, tekintettel arra, hogy a feltárással a nátronlúg egy része a vörösiszapba kerül, részben pedig mint nátriumaluminium-hidroszilikát, részben pedig mint a vashoz adszorbeált lúg. A ma használatos meszezési eljárással a vörösiszap lúgtartalmának kb. 60%-a nyerhető vissza. Mivel azonban a lúgnak legnagyobb része a kovavastartalom miatt megveszendőbe, nyilvánvaló, hogy a magasabb kovavastartalom fokozódó lúgvesztést okoz, mivel a vörösiszaptól a lúgvisszanyerés a mai eljárások mellett legfeljebb 60%-os. Ez a két alapvető szempont nehezíti meg azt, hogy a mágneses szeparálás útján a bauxitot vasra lehessen dúsítani.

Az előbbiekből kimutattuk, hogy gazdaságos kohósításhoz a bauxitot feltétlenül dúsítani kell, amelyre ma legcélszerűbb a mágneses szeparálás. A mágneses szeparálást egy pörkölési folyamatnak kell megelőznie, hogy a bauxitban levő vas minél nagyobb mennyiségben mágnesezhető vasoxidá alakuljon át. Ez a pörkölési hőmérséklet Finkey kísérleteinél 570°C volt, amely után a bauxit szárításával kapcsolatban mondottak alapján rentá-



1. ábra.

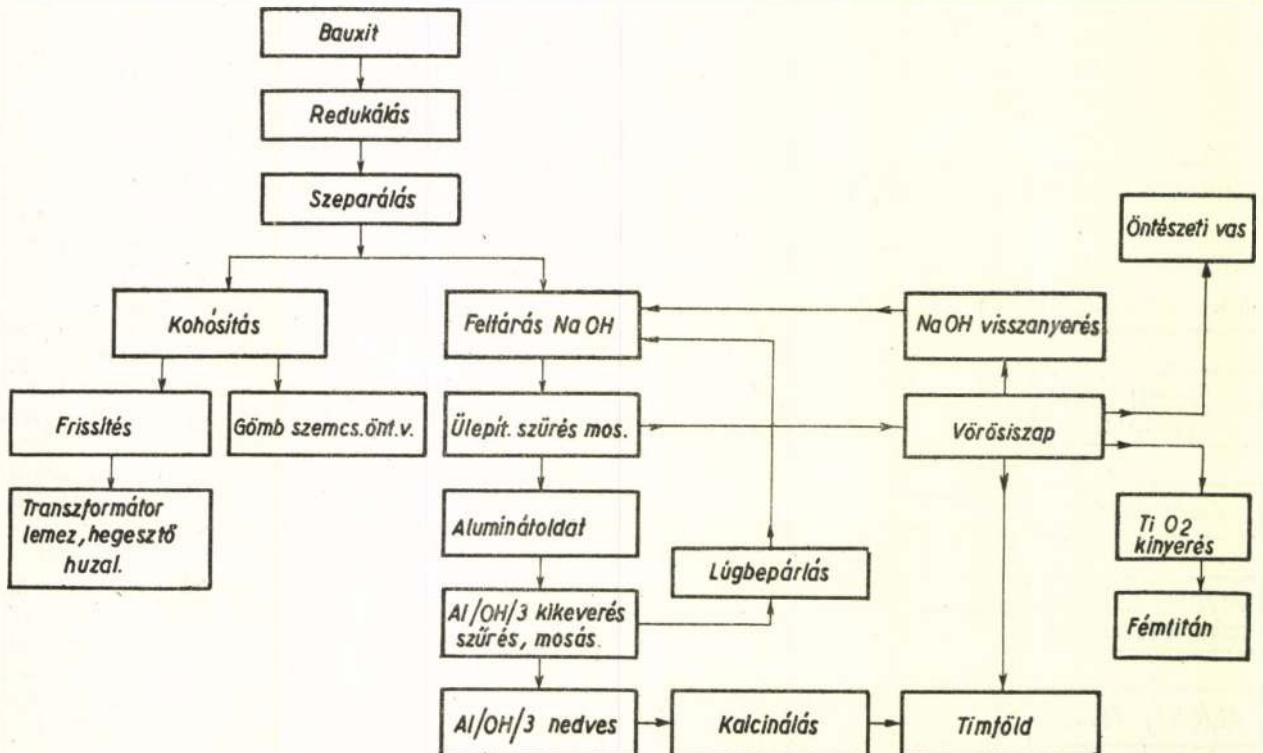


bilis feltárást Bayer szerint már nem lehet csinálni. A feladat első része tehát a mágneseles pörkölés olyan kivitele volt, amely alapján a pörkölés hőmérséklete a feltárás szempontjából kedvező hőmérsékletet még nem haladta meg. Ezt a kérdést a Vasipari Kutató Intézet laboratóriumi kísérletek formájában már kidolgozta és az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a mágneseles pörkölés hőmérséklete leszállítható addig a határig, amely a későbbiekben a bauxit feltárhatóságát nem rontja le. Tekintettel arra, hogy ez a pörkölés az üleptetés szempontjából optimális hőmérsékleten történik, egyúttal azt is jelenti, hogy ha a nagyipari kísérletek a laboratóriumi próbákat igazolják, akkor ez a pörkölési folyamat a bauxit szárítását is egyúttal feleslegessé teszi. Az ilyen módon pörkölt bauxitot mágneseles szeparálással egy vasdús és egy meddő részre lehet bontani. Az eddigi kísérletek alapján egy közepesen kedvező esetre számítva és kiindulási anyagul száraz bauxitot véve fel, a szeparálás után 50% vasdús és 50% vasszegény termék adódik. A vasdús termék nehézség nélkül kohósítható, a vasszegény rész pedig timföldre dolgozható fel a Bayer-eljárás szerint. Nehézséget jelent azonban az, hogy a kovásvav a vasszegény részben dúsul fel. Ezek szerint a Bayer-feltárás szempontjából legkedvezőbb kovásvavtartalmat tételezve is fel, a vasszegény részben előálló kovásvavdúsulás nagyobb nátronlúg fogyasztást fog jelenteni. Ez a nagyobb nátronlúgfogyasztás csak azzal egyenlíthető ki, hogy az Alumínium Kutató Intézet munkatársai, Lányi, Papp, Dunay által kidolgozott vörösiszapfeldolgozási eljárás a vörösiszaphól nagyobb %-ban teszi lehetővé a nátronlúg visszanyerését, mint az eddigi módszerek.

Amennyiben, mint az eddigi kísérletek mutatták, a vörösiszapban elvesztett nátronlúg mennyisége kisebb lesz, úgy a gyártás gazdaságosságának csökkenése nélkül lehet a szeparálást végrehajtani anélkül, hogy a feldúsult kovásvav a gyártás összes folyamataira számítva, nagyobb lúgvészteséget okozna, mint az eddigi eljárásoknál. Főleg pedig azzal, hogy az említett eljárással a vörösiszaphól a timföld egy része is kinyerhető, a magasabb kovásvav ellenére sem lesz rosszabb a feltárhatóság. A feladatnak ez a része még nagyüzemi kísérletekkel tisztázandó, mert az itt bemutatott számítások egyelőre teljesen a laboratóriumi kísérletekre vannak alapozva és csak feltételezett összetételekből indulnak ki.

A vörösiszappal végzett regenerálási kísérletek azt mutatják, hogy szemben az eddigi meszezési eljárással, a vörösiszapban lévő timföld jelentékeny %-a is visszanyerhető. Ennek folytán a feltárhatóságnak a magasabb kovásvav miatti rosszabbodása valószínűleg kiküszöbölődik a vörösiszap feldolgozásával.

Az egész folyamat vázlatos képét a 2. ábra mutatja, amelyben a Bayer-eljáráshoz képest csak annyi a változás, hogy a vörösiszap feldolgozása révén nátriumhidroxid kinyerése timföld kitermelés, titándioxid kitermelés és öntészeti nyersvas előállításával bővül a folyamat. Figyelemreméltó körülmény az, hogy az előzetes mágneseles szeparálás révén a vörösiszap összetétele megváltozik és mennyiségileg is kevesebb lesz. Külön érdekes problémát jelent a szeparálás után kapott vasdús rész kohósítása. Tekintettel arra, hogy a kalcium-aluminát salak alatt igen alacsony szulfurtartalmú vasak nyerhetők, ezeknek a felhasználását az ala-



2. ábra.



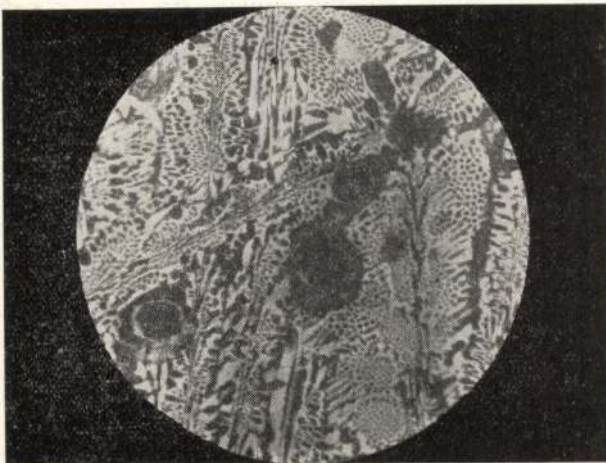
acsony szulfurtartalom már eleve megszabja. Az így nyert vas, ha rentábilisan előállítható is, semmiképpen sem mondható olcsónak és ezért olyan különleges alkalmazási területeket kell keresnünk, ahol az aránylag magasabb termelési költség is még kifizetődő felhasználást biztosít. Az alacsony szulfurtartalmú öntészeti nyersvasnak felhasználására rendkívül érdekes lehetőséget biztosít az új vasöntészeti eljárás. Az eljárás kidolgozója, Morrogh<sup>7)</sup> megállapította azt, hogy az öntöttvasban bizonyos feltételek mellett közvetlenül a folyékony fémfürdőben keletkezhet a temperezéshez hasonló alakú gömbszemcsés grafit. Ennek a feltételeit Morrogh az alábbiakban jelölte meg: Alacsony S-tartalom, Cer adagolás nélkül szürke kristályosodás és amellet az öntöttvasnak hyperutektikusnak kell lennie.

Mivel a Morrogh-féle feltételek közül az egyik leglényegesebb az alacsony szulfurtartalom, nagyon kézenfekvő az a gondolat, hogy a bauxitvasat, melynek szulfurtartalma igen alacsony, közvetlenül ilyen típusú gömbszemcsés öntöttvas előállítására lehet felhasználni. Az alacsony szulfurtartalmat Morrogh a kísérletei során a cérium, illetőleg a magnézium deszulfurizáló hatásával érte el. Feltevése szerint a szulfurmentesítésre azért van szükség, mert a szulfur elősegíti az idegen fajtájú magok képződését, továbbá erősen karbidképző hatását.

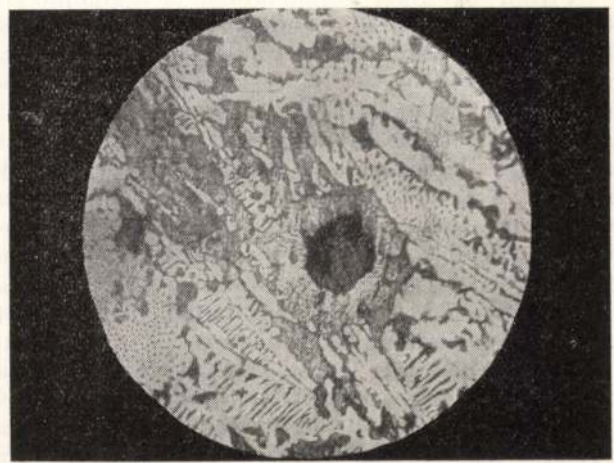
Nyilvánvaló, hogy a gömbszemcsés grafit keletkezésének az alapfeltétele a grafit kristályosodásának számára megfelelő mennyiségű olyan idegen fajtájú magot a fürdőbe bevinni, amely a grafit számára kristályosodási középpontul szolgál. Ezzel egyidejűleg természetesen nem szabad a fürdőben lenni olyan magnak, amely valamely más szövetelem kristályosodását indíthatná meg. Mivel a magas olvadáspontú mangánszulfid zárványok ebből a szempontból előnytelenek, érthető, hogy a jelenlegi felfogás szerint az alacsony szulfurtartalom döntőfontosságú feltétel. A gömbszemcsés grafit képződése ma még nem teljesen tisztázott. Éppen ezért széleskörű kísérleteket folytattunk a cérium, karbon, szilícium szövetelem ábra kidolgozására és az eddigi eredmények — bár a

kérdést lezártak nem tekinthetjük — arra mutatnak, hogy a gömbszemcsés grafit képződése elsősorban a fémfürdő túlhűthetőségétől függ, ami pedig gázmentes anyagoknál áll fenn a legjobban. Mivel a kalciumaluminát salak alatt előállított bauxitnyersvas eléggé gáztalanított, továbbá szulfurtartalma is alacsony, igen kézenfekvő az így kapott öntészeti nyersvasat nagyszilárdságú öntvények előállítására felhasználni. Az idevonatkozó kísérleteket alacsonyaknás villamosolvasztóban kívánjuk lefolytatni, mivel az alacsonyaknás olvasztó, az ott elérhető magas hőfokok miatt, magas szilíciumtartalmú anyagok könnyű előállítását biztosítja az eljárás egyéb előnyei mellett. Az erre vonatkozó kísérlet valószínűleg valamelyik külföldi kohóban fog lefolyni.

Hogy a gömbszemcsés grafit képződésénél nem az ötvözőanyag, a cérium, vagy magnézium játszik szerepet, arra vonatkozóan bemutatom a 3. és 4. ábrát, ahol is tiszta ledeburitos alapanyagban helyezkedik el a gömbszemcsés grafit. Az ábra azt mutatja, hogy a grafitképződéshez szükséges magok számától, illetőleg karbidképződési hajlamától függ az, hogy milyen szövetelem képződik. Idevágó kísérleteink még egyelőre folyamatban vannak és az előbb már idézett, de itt részletesen nem ismertetett térdiagramm, továbbá azoknak a fémeknek a vizsgálata, amelyek globuláris (gömbszemcsés) grafitképződéshez, mint ötvözőanyagok nyertek felhasználást, az előbbi feltevést igazolni látszanak. Így pl. nagyon érdekes az, hogy azok a fémek, amelyekkel való »ötvözés« a globuláris grafitképződést előidézi, az öntöttvas öntési hőfokán olyan mértékű gáznyomással rendelkeznek, amely a folyékony fémfürdő gáztalanítására elegendő. Ezen megfontolások alapján, függetlenül attól, hogy a cériummal, illetve magnéziummal kezelt nagyszilárdságú öntöttvasakat 42—60 kg/cm<sup>2</sup> szilárdsággal sikerült reprodukálhatóan előállítanunk, a kísérleteket abban az irányban szándékozunk továbbfejleszteni, hogy a bauxitnyersvasból az előbb említett »ötvözők« nélkül is lehessen hasonló szilárdságú öntvényeket készíteni iparilag is jól járható úton. A kérdés azért lényeges ilyen formájában, mert a cériumkezelés a Cer magas ára miatt



3. ábra. Gömbszemcsés grafit képződése ledeburitban.



4. ábra. Gömbszemcsés grafit képződése ledeburitban.



meglehetősen drága, a magnéziumkezelés pedig, éppen a gyors magnéziumgőzfejlődés következtében, meglehetősen veszélyes és a magnézium bevitele csak rézmagnézium, vagy réznikkel előötvízet formájában lehetséges.

Igen megfontolandó szempont a bauxitnyersvasnak frissítés után, mint különleges betétanyagának a felhasználása. Itt természetesen csak azok az alkalmazási területek jönnek tekintetbe, ahol az alacsony szulfurtartalom nagy előnyökkel jár. A Vasipari Kutató Intézet a Rimamurányi N. V. Borsodnádasdi Lemezgyárával karöltve kísérleteket végzett a bauxitnyersvasból készült betét transzformátorlemezanyagként való felhasználására. Az eredmények a transzformátorlemezgyártásnál a svéd betéttel szemben kereken 10—15%-al adtak rosszabb eredményeket. Ennek magyarázata azonban kézenfekvő, mert a kísérlet során a frissítést Martin-kemencében végezték ércelési eljárással, ahol szükségképpen nem adódhatott olyan minőségű nyersanyag, mint amelyet pl. bauxitnyersvasnak szélfrissítéssel való előállításánál lehetne elérni.

Végeredményben tehát a bauxitnyersvasnak, mint különleges öntészeti nyersvasnak, továbbá mint különleges betétanyagának a jelentősége igen nagy és így a fentvázolt kísérleti tervezet, illetőleg a tervezetből már megvalósult eredmények felhasználásával nemcsak a bauxitnyersvas gazdaságos előállítása, hanem annak felhasználási területei is biztosítva volnának. Végül a 2. ábrán bemutatott feldolgozási vázlattal kapcsolatban külön említést érdemel a vörösiszapból kitermelt titándioxidnak a hasznosítása. Titándioxidból előállítható fémtitán igen érdekes szilárdsági és korrozioállóságokkal rendelkezik, melyre nézve tájékoztatást a 2. számú táblázat ad.

2. TÁBLA

Anyag	$\delta_b$ kg/% <sup>1</sup>	$\delta_s$ %	E kg/% <sup>1</sup>
Jodid-titán .....	35	40	10.000
Kroll-titán .....	56	25	12.000
0-46% N <sup>2</sup> ; 1-69% W ....	135	—	—
0-39% C; 3-8% W .....	120	11	—

A titán előállítása titándioxidból igen komplikált és drága folyamat. A titándioxid karbon jelenlétében klóráramban titántetrakloriddá alakul át, melynek gőzét folyékony magnéziumon át buborékoltatva, a fémtitán kiválik. A magnéziumnyomokat a titánból sósavas mosással kell eltávolítani. Ezt az eljárást kidolgozója után Kroll-féle eljárásnak nevezik. A Kroll-féle eljárás még szennyezett titánt eredményez csupán, melynek szilárdsági tulajdonságai rosszabbak, mint a finomított titáné. A titán finomítását az u. n. jodideljárással lehet elérni, amely az előbb nyert nyerstitánból titánjodidot állít elő és a titánjodidot izzó fémszállal megbontva, kapjuk a finomított titánt. Bár a titán előállítása rendkívül költséges művelet, a nyersfém, tekintettel az előbb már említett szilárdsági és korrozioállóságaira, mégis igen jelentős lehet számunkra mert a titánfém felhasználásával tekintélyes mennyiségű rozsdálló acélt és ezen keresztül nagy-

mennyiségű nikkelt lehet megtakarítani, a titán egyéb előnyeiről nem is beszélve.

### Összefoglalás.

A vasdús bauxitok feldolgozása, a gazdasági helyzetet és a timföldiparba beruházott tőkét figyelembevéve, elsősorban akkor lesz gazdaságos, ha a feldolgozás vasra és timföldre egyidejűleg történik. Ezzel a 2. ábrán vázolt gyártási menettel az alábbi pontokon várható önköltségekcsökkentés:

1. A bányászatnál azáltal, hogy jóval kevesebb anyag kerül hányóra.

2. A szárítási folyamat elmarad, mert azt a mágneses szeparáláshoz való pörkölés pótolja és pedig hozzávetőleg az ülepítés szempontjából optimális hőfokon.

3. A vasdús rész jóval kevesebb salakot ad, mint a dúsítás nélküli kohósításnál.

4. Timföldgyártásra a szeparálás után visszamaradt meddő használatos fel.

5. A vörösiszapnak nátronlúg, timföld, vas- és titándioxid szempontjából való feltárása, függetlenül attól, hogy a kapott melléktermékek jelentős gazdasági értéket képviselnek, lehetőséget nyújt arra, hogy a szeparálásnál, a meddőben feldúsult kovasav ellenére is, a vörösiszaphoz való timföld visszanyerés révén a folyamat összhatásfoka ne romoljon el.

6. A titándioxidnak fémtitánvá való redukálása a rozsdálló acél és evvel kapcsolatban a nikkelihiány problémáján jelentős mértékben segít.

7. A bauxitvasból nyerhető nagyszilárdságú öntöttvas igen jelentős öntészeti nyersvasmegtakarítást tesz lehetővé.

8. A bauxitból készíthető acélnyersvas szélfrissítés útján transzformátorlemezgyártáshoz, hegesztőhuzalgyártáshoz stb. mint különleges nagytisztaságú betétanyag jöhet számításba.

Mint már az előbbieken hangsúlyoztuk, ez az igen sok részletkérdésre szétszatható kísérletsorozat kb. bor tóriumban n. gyrészt már fel van dolgozva. Így számos kísérleti adat áll már rendelkezésre a bauxitnak olyan módon való pörkölésére és szeparálására, hogy ez a művelet a feltárhatóságot ne rontsa el. Teljesen kidolgozott a vörösiszap feltárása, megoldott a titándioxid fémtitánvá való redukálása, adatok állnak rendelkezésre a transzformátorlemez bauxit nyersvasból készült betétből való előállítására, továbbá a gömbszemcsés öntöttvas előállítására. Ez azonban koránt sem jelenti azt, hogy ezzel a kérdés lezártnak tekinthető, sőt a feladat nagyobb része még csak most következik, mivel valamennyi itt leírt kísérletet és az ezekből adódó gyártási menetet csak akkor lehet helyesen kiértékelni, ha félüzemi kísérletek után a gazdasági számítások is megbízhatóan elvégezhetők. A laboratóriumi kísérletek alapján az egész gyártási folyamat gazdasági értéke rendkívül kedvező számadásokat mutat és igen biztató lehetőségeket nyújt az ipari kísérletek szempontjából, azonban a kérdést teljesen lezártnak csak az ipari kísérletek lebonyolítása után lehet tekinteni. Ennek alapfeltétele az, hogy nagyobb mennyiségű bauxit nyersvassal lehessen végrehajtani egy megfelelő szeparálás utáni kohósítást, melyre valószínűleg az



ötéves terv első évében fog sor kerülni. Az egész tervezet legkritikusabb pontja a szeparátum vaszegény részének Bayer-szerinti feltárása, illetőleg ennek a munkafázisnak a gazdaságossága.

#### IRODALOM :

1. *Gedeon* : A bauxit 100 éve. Technika 1948.
2. *Papp J.* : Alumíniumoxid előállítás. Doktori értekezés.
3. *Vitális* : A hazai bauxitokkal kapcsolatos vasérccekről. Bányászati- és Kohászati Lapok. 1931
4. *Finkej* : Bauxitok dúsítása mágneses szeparálással. Bányászati- és Kohászati Lapok 1931.
5. *Visnyovszky* : Öntészeti nyersvasgyártás hazai nyersanyagokból alumínát salakképzés mellett. Bányászati- és Kohászati Lapok 1949.
6. *Dr. Bartha* : Timföldgyártási eljárások. Bányászati- és Kohászati Lapok 1949.
7. *Morrogh* : Nodular.

#### Hozzászólások :

##### Varga Ferenc :

Visnyovszky kartárs diósgyőri kísérletei alapján gyártott nyersvasal üzemű kísérleteket végeztem. A nyersvas titánja öntészeti szempontból előnyös. Gillemot prof. úr közlésére, hogy fészkes grafitú öntvény gyártásánál a cérium jelenléte csak a kén-telenítés szempontjából lényeges, felvetődik a kérdés, hogy a kupolókemencében való olvasztás esetén nem volna-e lehetséges kalcium-szilíciummal üstben való utólagos kén-telenítés a fészkes grafit előállítása érdekében.

##### Dr Nahoczky Alfonz :

Az előadásban vázolt kérdéskomplexum azt a benyomást kelti, mintha a megoldás valóban a legtökéletesebb volna. Gazdasági szempontból, azonban mégis azt hiszem, hogy az általam kidolgozott kohósítási eljárás célravezetőbb. A péti kísérleteknél a vörösiszapot a Hungáriában készített brikettek formájában kohósítottam. A salakban akkor csak tizedszázalékokban kaptunk alkáliát; később a vörösiszap darabosítására eljárást dolgoztam ki, melynek lényege, hogy mérsékelt keverve, a vörösiszap morzsálékony lesz és 14% pécsi kokszzadarával szépen zsugorítható. Felmerül a kérdés, hogy a vörös iszapot előbb úgy kohósítva s a vasat belőle kinyerve, a salakot nem lehetne-e a most hallott Lányi-féle eljárás szerint tovább értékesíteni. Ezt a kombinációt figyelembe kellene venni.

A villamosolvastóval való feldolgozását a Lányi-eljárás maradékának, nem találom az egyedül célravezető útnak. A 2·3% Si-tartalom nem indokolja azt. Nem szabad elfelejteni, hogy ez a vas öntészeti nyersvasnak készül, mely az átömlesztésnél megkaphatja  $FeSi$ -formájában a kellő Si pótlást.

A transzformátorlemezek minőségi javítása tekintetében örömmel hallok, hogy az a gondolat — t. i. bauxitnyersvasból készíteni a lemezanyagot — amelyet tavaly indítottam útnak, Gillemot prof. fáradozása révén eredményt hozott.

Itt arra kellett vigyázni, hogy kizárólag bauxitból — idegen vashozag nélkül — állíttassék elő a nyersvas. A nyersvasat azonban le kellett frissíteni a kellő C-tartalomig. A felfrissítés módjáról azonban nem hallottunk. Nem mindegy, hogy ezt milyen kemencében és hogyan végezzük. Ha a frissítés Martin-kemencében történt esetleg revével, ami rezet tartalmaz, akkor a nyersvas eredeti tisztasága

csorbát szenvedett. Az 5%-os alacsonyabbrendűség a wattvesztésben talán erre vezethető vissza. Kívánatos volna a frissítést úgy végezni, hogy a nyert acél a svéd acéllal egyenlő minőségű legyen.

##### Halász András :

Magyarországon komoly kísérletek folynak arra vonatkozólag, hogy a bauxitérc hasznosnak látszó, nem timföld alkatrészei is gazdaságos kihasználást nyerjenek és ezáltal a bauxitot értékesebb ércé tegyék.

Sajnos, ezekhez a nagyon alapos felkészültséggel folyó kísérletekhez nem szabad egyelőre azt a reményt fűzni, hogy a bauxit összes alkatrészeinek kihasználásával a ma még műrevalónak nem tekintett bauxittömegekből műrevaló ércet teremtenek.

Nem akarok vitába szállni a megemlített érc-tömegmilliók nagyságának helyességéről, azonban élesen el kell választanunk bauxitércünknel három kategóriát, úgymint :

az alumíniumbauxitot, amelynek tömege igen tekintélyes. E bauxittömeg úgy, ahogy van, kiválóan alkalmas a Bayer-eljárásos timföldgyártásra és így nem tartom indokoltnak, hogy e tömeget előkészítsük, miáltal az eredeti szilíciumtartalom kissé feldúsulna, ami mindenesetre kedvezőtlenebb volna a timföldkinyerés szempontjából és aligha egyenlőtené ki az az előny, hogy a fölösen használt nátronlúg mellett, a titánt és a vasat is kinyernénk, annál kevésbé, mert mód van ezek kinyerésére a vörösiszaphoz anélkül, hogy az ércet előzetesen elő kellene készíteni.

A második kategóriája a bauxitnak az a bauxit, amelyből kinyerhető ugyan a timföld Bayer-eljárással, de szilíciumtartalma elég magas (6—10%) lévén, azt kevésbé gazdaságossá teszi. Ez a tömeg mindenesetre a bauxitkincsünk csekélyebb része és ezeknek a problémáját egy helyes ércelőkészítési mód esetleg megoldja.

Bauxittömegünk egy része a harmadik kategória, ez inkább agyagos bauxit, vagy sok esetben még inkább bauxitos agyag, oly magas szilícium és legtöbb esetben oly alacsony timföldtartalommal, hogy ilyen ércet előkészítése e tömegeket műrevalóvá alig tenné.

##### Dr Györki József :

Három kérdésben kívánok hozzászólni az előadáshoz.

Elsősorban helyesbítené kívánom azt az adatot, mely szerint a bauxitokat 1931 óta mint vasércet is nyilvántartjuk, mert hiszen a dunántúli bauxitok végeredményképpen mint vasércet voltak térképezve azelőtt, mielőtt Balás azokat megmintázva nekem megmutatta és azok alumíniumérc jellegét felismertük. Azóta, tehát »megtalálásuk« óta, nem szűnünk meg hangoztatni azok vasércjellegét is és már a huszas években a cikkek és feltejtések özönével ostromoltam a kormányzatot a bauxitvasérc feldolgozása érdekében. Ezzel kapcsolatban néhai tanítómesterem, Pfeiffer professzor emlékének is tartozom, aki — az én vizsgálataim alapján ugyan — a huszas években már szabadalmat is jelentett be a bauxitvasérc kohósítására. Már a huszas évek közepén bauxit- és alumínium-



kutató intézet felállítását terveztem és ajánlottam és ennek, a 25 évvel ezelőtt már általam tervezett intézetnek főtémája a vasdús bauxitoknak *vasra és aluminiumra* való feldolgozása volt.

Második megjegyzésem a mágneses szeparációra vonatkozik. »*A bauxitok vasvegyületeiről*« szülő munkámban kifejtettem erre vonatkozó véleményemet és ezt ma is fenntartom a bejelentettekkel szemben is. Én magam örülnék, ha vitathatatlan kutatómunkákra a gyakorlat rácsófolna. Sajnos, újabb gondolatokat kísérleteim óta nem hallottunk.

A harmadik megjegyzésem a titántartalomra vonatkozik. A titán, köztudomás szerint egyike a legelterjedtebb fémeknek, a föld szilárd kérgének kb. 0.4%-a titán. Hatalmas titántartalmú értelemek ismeretesek (rutil) 90%  $TiO_2$  tartalomig. Ugyancsak hatalmas ilmenittelepek ismeretesek 30–40% titánoxid tartalommal. Kérdésem most már az, hogy a kb. 2% titánoxid tartalmú bauxitjainknak titánra való feldolgozása versenyképes lehet-e ezekkel szemben és hogy csekély titántartalom esetén lehet-e reményteljesen, vagy kellő objektivitással számítani arra, hogy ennek a kinyerésével számottevően csökkenteni lehet a timföld előállítás költséget, mint azt az előadásból hallottuk. Ugyanez a megjegyzésem vonatkozhat a vanádiumra is. Nem ezek előállíthatóságát, hanem a timföld gyártási költségesökkentését vagyok bátor kérdés tárgyává tenni.

Az előadással kapcsolatban magam is megismétlem közel háromévtizedes megfigyelésemet és megállapításomat, hogy a bauxitjaink nemcsak aluminiumérc, hanem vasérc is, de még mindig várunk arra az új gondolatra, mely a megvalósítást e téren előbbrevinné.

#### Horusiczky Ferenc :

Örömmel hallok a kísérleteket, melyeket már kipróbáltak. Ahogy nézem a bányászati ülés programját, erről a kérdéstről még sok előadás lesz.

Az egész magyarországi aluminium-bauxitkérdés azon áll vagy bukik, hogy hogyan fogják a kevésbé jóminőségű bauxitot feldolgozni. A Bayer-féle eljárás a mi bauxitunknak csak kis részét tudja felhasználni. Tudjuk, hogy a bauxitnak sok felhasználási lehetősége van, például, mint petróleumfinomító nyersanyag. Célunk, hogy magyar bauxitkincsünket lehetőleg az utolsó morzsáig felhasználjuk. Örülök mindazoknak a kísérleteknek, melyek a magyarországi bauxittal kapcsolatosak. Remélhető, hogy világviszonylatban híressé válik a magyar bauxit.

#### Dr. Gillemot László válasza a felszólalásokra :

Vécsey Béla felszólalóval egyetérték. Nem állítom azt, hogy az itt előadott módszerrel minden magyarországi bauxit felhasználható. Azonban a bauxitok alkalmazási köre kétségtelenül jelentős mértékben tágítható, ha a vázolt módszer szerint a kovasavban dúsabb, illetőleg vasban dúsabb bauxitok felhasználására is sor kerül. Ipari kísérletek nélkül ma még korai volna számszerű adatot adni arra, hogy az új eljárások alapján mennyi az a bauxitmennyiség, amely felhasználhatóvá válik. Szükségképpen egy rövid előadás keretében nem térhettem ki azokra az egyéb módszerekre, amelyek a timföldgyártásra

nem alkalmas bauxitokat más célokra, pl. műkorundgyártás, kívánják hasznosítani.

Varga Ferenc kérdésére megállapítja a valószínűséget, hogy kalcium sziliciddel a kéntelenítést szintén meg lehet oldani. Erre vonatkozó tapasztalatunk nincsen, de mivel az előadás során is azt igyekeztem bizonyítani, hogy a cérium nem mint ötvöző elem játszik szerepet, valószínű, hogy a kalcium szilicid is megfelel. Mi kísérleteink során azért foglalkoztunk a cériumos vasakkal és nem a gyakorlatban jobban elterjedt magnéziumötvözéssel, mert cériummal jobban definiált feltételeket tudtunk találni és kísérleteink inkább a kérdés elvi tisztázását célozták.

Dr. Györki József felszólalótól elnézést kell kérnem, hogy nevét nem említettem és nem adtam teljes képet a bauxitkutatással foglalkozó összes magyar kutatóról. Kb. 30–40 magyar kutató végzett ezen a téren eredményes munkát. Hogy ezekre mind tértem ki és csak Finkeyt és Visnyovszkyt említettem meg, ennek az a magyarázata, hogy elsősorban az ő kísérleteikre támaszkodtunk akkor, amikor a kísérleti programot összeállítottuk. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a többi kutató ilyenirányú kutatásait elhanyagoltuk volna.

A felszólaló második kérdésének, a mágneses szeparálás ügyében elismerem, hogy a vélemények megoszlanak, azonban a kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a kérdés megoldható és már meg is van oldva. A titán kérdésében teljesen igazat adok Györki kartársamnak abban, hogy lényegesen dúsabb ércetek találhatók titán szempontjából, mint a bauxit. Tisztán titánkinyerés szempontjából nem is szándékoznék bauxitot feldolgozni, mivel azt rutiltól és ilmenitből sokkal egyszerűbb volna előállítani. Mivel Lányi-Papp-Dunay vörösiszap feltárási eljárása során, a nátronlúg és timföld kinyerése után egy titándús terméket kapunk, határozottan könnyelműség volna az ilyen módon amúgy is rendelkezésre álló titánt nem hasznosítani.

Dr. Nahoczky Alfonz felszólalására válaszolva, a bauxit-vasnak transzformátorlemez-betétté való feldolgozása a nyersvasérc-eljárás alapján nyilván nem hozhatja meg a kívánt eredményeket, ezért szándékozunk itt a szélfrissítést alkalmazni. Ilyenirányú kísérletek programba is vannak véve. Itt sajnos nem tudok kitérni arra, hogy miért szándékozunk a bauxit kohósítását villamos olvasztóban végezni. Természetesen bauxitvas kohósítható nagyolvasztóban is, azonban ott elvesztünk számos olyan előnyt, amelyet az alacsonyaknás olvasztónál megkapunk. A vörösiszap kérdésében az előadásban is kifejtettem azt, hogy a vörösiszapban található termékek értéke sorrendben titán-dioxid, nátriumhidroxid, aluminiumoxid és csak legutolsó sorban a vas. Nahoczky kartársammal ellentétben, akinek eljárása egyébként műszakilag igen jó lehet, meggyőződésem, hogy az értékesebb melléktermékek kinyerésére kell a súlyt fektetni és ebből a szempontból a legkevésbé a vas érdekes, már csak azért is, mert a vörösiszaptól kitermelhető vas mennyisége az ország vastermeléséhez mérten jelentéktelen.

Horusiczky kartársam ugyanazt a célkitűzést kívánta szolgálni felszólalásával, amit én is mondtam, bauxitkihasználás lehetőségeivel kapcsolatosan.



## Hazai bauxitféséségeink feldolgozása különös tekintettel a Bayer-eljárásra

BARTHA LAJOS

*Лайош Барта: Обработка разных отечественных бокситов имея в виду процесс Байера.*

*L. Bartha: Verarbeitung heimischer Bauxite mit besonderer Berücksichtigung auf das Bayer-Verfahren.*

Hazai bauxitelfordulásainkat kiváló geológusaink és vegyészeink geológiai, kémiai, valamint fizikai szempontokból, azok felfedezésétől kezdve állandóan és alaposan tanulmányozzák. Ennek köszönhetjük azt, hogy az eddig ismert magyarországi bauxitelfordulásokról igen sok adat áll rendelkezésünkre, melyekből a bauxitok timföldgyártásra való felhasználására vonatkozólag értékes következtetéseket vonhatunk le.

Vadász Elemér találóan állapítja meg, hogy a bauxit minősítését gyakorlati szempontok szabják meg, mert elsősorban mindig az volt a döntő kérdés, hogy a kutatás alatt álló, vagy már feltárt bauxit hogyan értékesíthető, illetve hogyan használható fel elsősorban az alumíniumiparban. Mi is ebből a geológusok által nem egészen helyeselt szempontból kiindulva vizsgáljuk most meg hazai bauxitelfordulásainkat, mert közismert, hogy timföldet, illetve alumíniumot csak olyan bauxitból lehet gazdaságosan és megfelelő minőségben előállítani, mely a timföldgyártás követelményeinek és igényeinek megfelel.

A magyar bauxitokkal szemben, különösen külföldön még a harmincas években is igen nehezen legyőzhető előítélet állott fenn, melynek eloszlása sok évet vett igénybe és igen fáradságos munkába került. Az első világháború alatt Magyarország területén csak a bihari bauxitelfordulás volt ismeretes és ezt a német hadiipar timföldgyártás céljaira igénybe is vette. A timföldet ebben az időben még túlnyomórészt az úgynevezett pyrogén-eljárással állították elő, amikor feltárás céljából a bauxitot vízmentes szódával olvasztották össze 1100—1200°C-on. Ezzel az eljárással, annak természetéből folyólag nehezebben feltárható és gyengébb minőségű bauxitok is feldolgozhatók voltak, olyanok, amelyek a később bevezetett úgynevezett nedves, vagy Bayer-eljárás céljainak nem feleltek meg, mely a bauxitot koncentrált nátronlúg oldat hatásának teszi ki 6—10 atmoszféra nyomásnak megfelelő hőmérsékleten és így oldja ki a bauxitból a timföldet. Amikor az első világháború után felfedezték a dunántúli bauxitokat és megkezdték azok feltárását, a vásárlók részéről a dunántúli bauxitok irányában bizonyos idegenkedés volt észlelhető, mert azt gondolták, hogy magyar bauxitról lévén szó, hasonló minőséggel állnak szemben, mint a bihari bauxitnál, amely Bayer-eljárás szerint igen rossz kitermelés mellett dolgozható fel. Egyes bauxitvevőknél évekig tartott, amíg sikerült őket gyakorlati alapon meggyőzni arról, hogy a dunántúli bauxitok ugyanolyan jó-

minőségűek és éppen olyan jól dolgozhatók fel Bayer-eljárással, mint az annakidején mintaképnek tartott francia bauxitok.

Amint fentebb is említettem, az első világháború előtt és alatt, különösen a német timföldipar a Le Chatelier és Löwigről elnevezett szodaolvadékkal való feltárást, az úgynevezett pyrogén-eljárást alkalmazta a timföldgyártásnál. Az első világháború utáni időkben elsősorban minőségi, de gazdasági okokból is a legnagyobb európai pyrogénüzemek megkezdték átállításukat a Bayer-eljárásra. A pyrogén-eljárással egyrészt távolról sem állítható elő olyan tisztaságú timföld, mint a Bayer-eljárással, másrészt a pyrogén-eljárásnál a fűtőanyagszükséglet jelentékenyen nagyobb, miután a bauxit, szóda és mész keverékét kb. 1200°C-ra kell felhevíteni forgókemencében a reakció lefolytatására.

Sok egyéb ok is közrejátszott abban, hogy a Bayer-eljárás lassan kiszorította a pyrogén-eljárást.

A Bayer-eljárás bevezetésével, annak természetéből kifolyólag növekedtek az igények a nyersanyaggal, a bauxittal szemben.

A bauxit vegyi összetétele és egyéb sajátosságai a Bayer-eljárás minden fázisában jelentős szerepet játszanak különböző szempontok szerint, ezért a követelmények is igen sok oldalúak és többfélék.

A timföldgyárak magátólértetődően olyan bauxitot szeretnének nyersanyagként, mely a timföldgyártás minden követelményének a legjobban megfelel, a bauxitbányák ezzel szemben szeretnének minél több timföldet eladni, mert hiszen a nem megfelelő minőségű, hányóra kerülő bauxitmennyiségek igen nagymértékben növelik a termelés költségeit. Olyan ideális bauxit, amely minden követelménynek megfelel, valószínűleg nincs is, vagy csak nagyon kis, iparilag nem számottevő mennyiségben fordul elő, így tehát a két ellentétes érdekből kompromisszum alakult ki, ami egy szokványminőséget eredményezett, melynek részleteire még visszatérünk.

A bauxit ama sajátosságai, melyek a timföldgyártás gazdaságosságát részleteiben, vagy döntően befolyásolják, lényegében a következők:

*Tapadónedvességtartalom:* ez egyrészt a fuvar-költségek szempontjából igen lényeges, mert a vevőt terhelő fuvardíj, mint holt teher a nedvességtartalommal jelentékenyen növekszik, ezért alakult ki az gyakorlat, valószínűleg még az első világháborúban felhasznált bihari bauxitok nedvességtartalma alapján, hogy az elszámolás a tapadónedvesség nélküli bauxitra történt és a vevő csak 7%-ig fizette meg a nedvességtartalom fuvardíját,



a 7%-on felüli nedvességtartalom pedig az eladót terhelte.

Ugyancsak lényeges a tapadónedvességtartalom az előtörés szempontjából is. Az egyenletes szárítás céljából a bauxitot 30—50<sup>m</sup>/<sub>m</sub> nagyságú darabokra kell törni. Ha a bauxit tapadónedvessége túl magas, az anyag az előtörésre használt lengőpofás, kalapácsos, vagy hengeres törőket gyorsan eltömi, azok teljesítménye rohamosan csökken, sőt a törő utáni szállítóberendezéseknél is nagy nehézségek lépnek fel.

**Örölhetőség** : a kiszárított bauxitot golyós-, cső-, inga-, vagy kalapácsmalmokban lisztté őrlik a feltáráshoz való előkészítés céljából. Itt is igen különböző viselkedésű bauxitokkal találkozhatunk. A gyakorlati minősítés szerint vannak úgynevezett kristályos szerkezetű, keményebb bauxitok, melyek aránylag könnyen és gyorsan őrlődnek meg, vannak viszont puha, úgynevezett szivacsos szerkezetű bauxitok, melyek az őrlo testekre, vagy a malom falára könnyen és gyorsan rátapadnak és azon kérget képeznek, így a malmok teljesítménye jelentősen csökken, sőt előfordulnak olyan esetek is, hogy a malmok teljesen eltömődnek. A szivacsos szerkezetű bauxitok általában jóval több őrlési munkát kívánnak, mint a kristályos szerkezetűek.

A bauxit vegyi összetétele elsősorban a timföld- és kovasavtartalom, talán az összes követelmények közül a leglényegesebb és az előzőleg említett tapadónedvességtartalom és az örölhetőség kérdése ezek mellett csak másodrendűnek mondható. Elsősorban a timföld- és kovasavtartalom szabja meg a bauxit értékét, mert főként ezektől függ a gyártás gazdaságossága, a bauxitból kinyerhető timföld mennyisége és a gyártásnál fellépő marónátronvesztés. A gyakorlat itt is kialakított egy szokványt, mely szerint a Bayer-timföldgyártáshoz felhasználható bauxit értékelésének alapját, úgynevezett bázisát 58% timföld és 3% kovasavtartalommal állapították meg, illetve egy másik fogalmazás szerint az anyag kovasavtartalmának kétszeresét levonva a timföldtartalomból, az eredmény ne legyen kevesebb, mint 52.

A bauxitkereslet fokozódása és így a bányák erősödő igénybevétele következtében kialakult egy másik szokvány is, mely szerint Bayer-timföldgyártásra alkalmas az a bauxit, melynél a timföldtartalmat elosztva a kovasavtartalommal 15, vagy ennél nagyobb számot kapunk. Akár az első, akár a második szokványt alkalmazzuk a szállítási megállapodásoknál, amennyiben a bánya jobb bauxitot szállít az előírtnál, úgy a vevő, ha rosszabbat, úgy az eladó fizet térítést a másik félnek a megállapított skála szerint.

A magas timföldtartalom azért lényeges, mert a bauxitban csak a timföldtartalom jelent értéket a timföldgyárnak és természetesen minél magasabb ez az alkatrész, annál nagyobb mennyiségű timföldet kap a vevő egy súlyegységben, a többi alkatrész vagy káros, vagy közömbös és a vörösiszappal a hulladékba kerül. Az alacsony kovasavtartalom fontosságban legalább is egyenértékű a magas timföldtartalommal, mert a gyártás gazdaságossága, valamint a timföldkitermelés elsősorban

ettől függ. A Bayer-eljárással ugyanis a bauxitban levő timföld, a kovasav és a feltáráshoz használt marónátron egy nátronlúgnak nevezett nátrium-aluminiuszilikát vegyületet képez, mely nátronlúgban oldhatatlan és így a vörösiszapba kerül, tehát a gyártás szempontjából veszendőbe megy. Ez a reakció képezi a Bayer-szabadalom egyik lényeges pontját, de egyben ez az oka annak is, hogy nem használható fel bármilyen minőségű bauxit a Bayer-timföldgyártásra, mert a timföld- és marónátronvesztéses a kovasavtartalommal együtt növekszik és ha a kovasavtartalom egy bizonyos határt túllép, a gyártás gazdaságtalanná válik.

Amint már fentebb említettem, a bauxitban levő kovasav mennyiségét a timföldgyárak legfeljebb 3%-ban szeretnék megállapítani. Természetesen a timföld- és bauxitpiac helyzetétől, illetve a két cikkben fennálló kereslettel függően ezen a téren is mindkét részről messzemenő kompromisszumokat tesznek és a második világháború alatt tudunk olyan esetekről, amikor Bayer-timföldgyárak 9, sőt 12% kovasavtartalmú bauxitokat dolgoztak fel, mert a háborús érdekek háttérbe szorították a gazdasági kérdéseket. Így nem egyszer előállt az a helyzet, hogy a bauxit-cementgyártás céljaira szállított másodrendű bauxit minősége jobb volt, mint a timföldgyárnak szállított úgynevezett elsőrendű bauxité. A bauxit kovasavtartalmának kérdése természetesen szorosan összefügg a marónátron áralakulásával és a piaci helyzettel is, így pl marónátronban gazdag és bauxitban szegény államok magas kovasavtartalmú bauxitokat is elfogadhatnak, míg a bauxitban gazdag és marónátronban szegény országokban, mint pl Magyarország, a vevők igyekeznek minél alacsonyabb kovasavtartalmú bauxitokat beszerezni, hogy azzal legdrágább segédanyaguk, a marónátronfogyasztást a lehető legalacsonyabbra szorítsák. A magas kovasavtartalom a nátronfogyasztás növelése mellett a gyártás folyamán egyéb nehézségeket is okoz, így pl a fentebb említett nátrium-aluminiuszilikát, a nátronlúgnak a lúgbesűrítőkészülékek első testében a fűtőfelületeken szívós kéreg alakjában lerakódva csökkenti a bepárlókészülékek teljesítőképességét és növeli a gőzfogyasztást. Ennek a lerakódásnak az eltávolítása igen költséges és nehézkes művelet.

A feltárhatóság fogalma azt érzékelteti, hogy a bauxitban levő timföldtartalom milyen mértékben és mennyi idő alatt oldódik a feltáráshoz használt koncentrált nátronlúgban. Ebben az esetben tehát a bauxitnak olyan sajátosságai is szerepet játszanak, melyekre nézve a vegyi összetétel nem ad felvilágosítást és az elemzésen túlmenően további vizsgálatok is szükségesek ahhoz, hogy a feltárhatóság megállapítható legyen.

A bauxitokban a timföld különféle modifikációkban található. Az ezirányban folytatott nagy-kiterjedésű kutatások rendkívül sokféle formáját állapították meg a bauxitban levő timföldnek, ezekből csak a főbbeket említem meg :

A hidrargillit, vagy gibbsit, amely aluminiium-trihidrát, továbbá a diaszpor és böhmit, melyek aluminiium monohidrátok, végül a sporogelit vagy



alumogél, amely víztartalmú amorfaluminium-hidrát. Ezek jelenléte és mennyisége a bauxitokban különböző fizikai vizsgálatokkal állapítható meg. A bauxit feltárhatóságát elsősorban az szabja meg, hogy ezekből a modifikációkból melyik és milyen mennyiségben fordul elő azokban. A hidrargillit vagy gibbsittartalmú bauxitok igen jól tárhatók fel a Bayer-eljárás szerint, ugyancsak jó a feltárhatósága azoknak a bauxitoknak, melyekben a timföld böhmit, vagy sporogelit formájában van jelen, míg a diaszpor-modifikációban előforduló timföld a Bayer-eljárás szerint csak igen rossz kitermeléssel tárható fel, tehát döntő jelentőségű a bauxit minősítése szempontjából az, hogy abban melyik timföld-modifikáció milyen mennyiségben van jelen. Ennek vizsgálata fizikai módszerekkel lehetséges, elsősorban a Debye Scherrer diagramm segítségével. A magyarországi bauxitelfordulások túlnyomórészt megvizsgálták ezzel az eljárással és ez a vizsgálat a fentebb említett kérdésekre igen értékes válaszokat adott.

A timföldgyárak a bauxit feltárhatóságát egy aránylag egyszerű gyakorlati módszerrel határozzák meg, kis térfogatú, néhány literes laboratóriumi autoklávban a bauxitot üzemi nátronlúggal kezelik az üzemi viszonyokat megközelítő körülmények között. A feltárás befejezése után az alumínátlúgot hígítják, leszűrik, megállapítják annak térfogatát és timföldtartalmát, megelemezik a keletkezett vörösiszapot és ezen adatokból kiszámítják a bauxit feltárhatóságát, várható kitermelését és a nátronvesztéseket.

A hidrargillit és diaszpor, vagy böhmit típusok megkülönböztethetők egyszerűbben is a Gedeon által javasolt izztási görbe felvételével, amikor az egyenletes hőmérsékletközökben megállapított izztási veszteség adataiból lehet bizonyos következtetéseket levonni.

A Dorr-ülepítőberendezések bevezetése előtt a bauxitértékelés szempontjából döntő jelentősége volt annak, hogy a bauxitból a feltárás után nyert vörösiszap hogyan viselkedik a szűrésnél, milyen sebességgel és milyen szűrővászongfogyasztás mellett végezhető el az alumínátlúg leszűrése a vörösiszapról. Gyakran előfordult az, hogy az előbb említett feltételeknek különben jól megfelelő bauxit a szűrés szempontjából nem adott kielégítő eredményt, mert iszapja rosszul szűrhető, vékony réteget képezett a szűrővásznon, így a szűrőteltjesítmény kicsiny volt, ami nemcsak a szűrővászongfogyasztást növelte, hanem az iszapban utólag leváló timföldmennyiséget is és így a kitermelést jelentékenyen rontotta. A Dorr-ülepítőtartályok bevezetésével ebben a kérdésben a súlypont az ülepedésre tevődött át és azt vizsgáltuk, hogy a feltárt és felhígított alumínátlúgban milyen gyorsan ülepszik a vörösiszap. Ebből a szempontból is igen különbözően viselkednek az egyes bauxitfajták és ismeretesebb kitűnően ülepedő, de igen rosszul ülepedő félésegek is.

Az ülepedéstől függ az egész eljárás gazdaságossága és a végeredmék, a timföld tisztasága is. Az ülepedést a timföldgyárak a fentebb említett kísérleti feltárás után, az ebből nyert anyaggal vizsgálják meg oly módon, hogy a már feltárt és

az üzemi viszonyoknak megfelelően felhígított bauxitlúgkeverék egyrészt beosztott üveghengerbe öntik és figyelik az iszap ülepedésének időbeli lefolyását, melyet aztán ülepedési görbével ábrázolnak. A gyakorlati megállapítás az, hogy jól ülepedhető az a bauxit, melynek iszapja 20—25 perc alatt ülepedik a térfogat feléig vagy azon túl. Meg kell jegyezni még, hogy a vörösiszap ülepedési sebessége igen nagymértékben függ a bauxit előszáritás kivitelétől is.

Ha a bauxit a fenti főfeltételek egyikének, vagy másikának nem felel meg, értéke a Bayer-eljárás szempontjából csökken. Csak példaképpen említem meg, hogy a bihari bauxitok tapadónedvesség, őrlhetőség, vegyi összetétel és szűrhetőség szempontjából igen megfelelőnek látszanak, viszont főleg diaszpor alakjában tartalmazzák a timföldet és ezért Bayer-eljárással igen rossz kitermelés mellett tárhatók fel és így nedves úton, gazdaságosan azokat nem lehet feldolgozni.

Első hazai timföldgyárunkban, annak fennállása óta majdnem az összes nyugatmagyarországi közep-hegységekben előforduló bauxitfajtákkal végeztünk nagyüzemi kísérleteket és így a hazai bauxitoknak a Bayer-eljárással való feldolgozásáról sok üzemi adat áll rendelkezésünkre.

A nyugatmagyarországi bauxitelfordulások egyik legjelentősebbike a gánti bauxittelepülés, melyet 1926-ban kezdtek művelni és hosszú ideig az volt legnagyobb bauxitbányánk. A gánti eredetű hosszúharasztosi és melegesi bauxitok fedették hosszú időn keresztül a Magyarországon folyó timföldgyártás bauxitszükségletét. A hazai timföldgyártás megindulásától, 1934-től kezdődően a bánya igen jóminőségű bauxitokat szállított a timföldgyárnak, 58—60% timföld, 2,5—3% kovásvartalommal. A fokozódó szükséglettel párhuzamosan romlott a bauxit minősége is úgy, hogy a második világháború utolsó éveiben a belföldi gyárnak szállított bauxit timföldtartalma 54—58%-ra csökkent, míg a kovásvartalom 5—6%-ra emelkedett.

A gánti bauxit tapadónedvessége 18—20% között van, az eltörésnél, különösen a téli csapadékos időjárásnál az erős tapadás következtében nehézségek lépnek fel úgy a törő, mint a szállítóberendezéseknél. A nyers bauxitban gyakoriak az emberfej nagyságú, vagy ennél nagyobb darabok, ami a kezelést és a törési munkát nehezebbé teszi. A gánti bauxit őrlhetősége a fentebb említett tapadás miatt nem a legjobb és a malomberendezésnél gyakran fordulnak elő dugulások, illetve eltömődések, különösen akkor, ha a száritás nem volt kielégítő. A gánti bauxit timföld- és kovásvartalmáról fentebb tettem említést. Üzemileg a bauxit összetételétől függően 82—88% timföldkitermelés érhető el. A feltárhatóság szempontjából tehát a gánti bauxit megfelelő, miután a timföldet az elvégzett vizsgálatok szerint túlnyomórészt böhmit formájában tartalmazza kevés diaszpor és igen kevés hidrargillit mellett. Szűrhetőség szempontjából kezdetben sok nehézségünk volt a gánti bauxittal, mindaddig, amíg a megfelelő szűrés-technikát kikísérleteztük. A szűrővászongfogyasztás azonban a gánti bauxitok feldolgozásánál mindig



magasabb volt, mint pl a francia bauxitoknál. A gánti bauxit ülepedése kielégítő és így a Dorr-ülepítőekben jól dolgozható fel, igen nagy gondot kell azonban fordítani az egyenletes koncentrációra és hőmérsékletre, mert a legkisebb eltérésnél is zavarok lépnek fel az ülepedésben. A fentebb elmondottak a hosszúharasztosi bányából eredő bauxitokra vonatkoznak, míg a meleges bányából eredő vörösszínű vasdús bauxitokkal, melyeknél a böhmit az uralkodó modifikáció, jobb tapasztalataink voltak, úgy az őrlhetőség, mint a feltárhatóság és szűrhetőség szempontjaiból, a bánya azonban a timföldgyártás céljával szolgáló bauxit szállítását még a negyvenes években beszüntette.

Az iszkaszentgyörgyi bauxitelőfordulás geológusaink szerint igen nagyjelentőségű. Az itt termelt bauxitok tapadónedvesség-tartalma 19—22% között mozog, törés és őrlhetőség szempontjából hasonlóan viselkednek, mint a gánti bauxitok. A timföldgyártás céljaira termelt bauxitok timföldtartalma 56—58%, kovasavtartalma 2—3% között mozog, ezek a bauxitok vegyi összetétel szempontjából tehát egészen elsőrendűek. A timföld az iszkaszentgyörgyi bauxitokban hidrargillit és böhmit keverékből áll kb. egyforma mennyiségben, ennek következtében feltárhatósága az összes magyarországi bauxitelőfordulások közül a legjobb és üzemileg 85—90%-os kitermelés érhető el. Különleges sajátossága ennek a bauxitnak, hogy szulfátot tartalmaz. Az iszkaszentgyörgyi bauxitok szűrhetősége valamivel kedvezőtlenebb, mint a gánti bauxitoké, az ülepedésnél igen nagyjelentősége van a bauxit előszáritásának, mert ha ez nem megfelelő módon történik, az iszkaszentgyörgyi bauxit vörösszapja igen nehezen ülepedhető. Jelenleg működő timföldgyárainkban a bauxit előszáritása tudvalevőleg előtűzeléses forgókemencékben történik, az anyag a meleg füstgázokkal szemben úgynevezett ellenáramban a kemence lejtésszögének és fordulatszámának megfelelő sebességgel halad. Ennek az eljárásnak az a hátránya, hogy a nagyobb bauxitdarabok, melyek huzamosabb melegítést igényelnek ahhoz, hogy teljes egészükben átvegyék a füstgázok hőmérsékletét, gyorsabban haladnak át a kemencén, míg az apróbb szemcséjű porszerű anyag, mely kisebb térfogatú lévén, gyorsabban átmelegszik, hosszabb ideig tartózkodik a kemencében, így tehát a forgókemencében az egyenlőtlen darabnagyságú anyag kiszáritása nem egyenletes és nem azt a hatást érjük el a száritásnál a forgókemencével, ami a célunk, hanem ennek éppen fordítottját, vagyis a bauxit részben túlhevül, részben nem melegszik át kellőképpen. Az iszkaszentgyörgyi bauxit az egyenletes hőkezelésre igen érzékeny ezért ennek előszáritására a forgókemence kevésbé alkalmas. Többek között ez is oka annak, hogy azok a timföldgyárak, melyek iszkaszentgyörgyi vagy hasonló természetű bauxitokat dolgoznak fel, áttértek az etage rendszerű előszáritó kemencékre, melyek tűzálló falazattal több vízszintes mezőre osztott álló hengeres testek. Ezeknél a száritandó bauxitot keverőkarok mozgatják és így lassan halad egyik emeletről a másikra. Minden emelet generátorgázzal külön fűthető és hőmérséklete a legpontosabban beállítható. Az anyag mozgási

sebessége a továbbító szerkezet sebességének változtatásával ugyancsak pontosan szabályozható és így elérhető az, hogy a bauxit teljes egészében egyenletesen melegszik át, függetlenül a darabnagyságtól. Ilyen előkezelés után az iszkaszentgyörgyi bauxit is megfelelően ülepedhető. A második világháború alatt jelentős mennyiségű iszkaszentgyörgyi bauxit került exportra, melyet a külföldi timföldgyárak a fentebb leírt módon előszáritva, akadály nélkül tudtak feldolgozni. Az ülepítés elősegítésére egyéb eljárások is ismeretesek, így igen érdekes az »Aluminium Kézikönyv«-ben dr Gedeon Tihamér által ismertetett mód, amikor a vörösszap ülepedési sebessége keményítődagálással rendkívüli módon növelhető. Az iszkaszentgyörgyi bauxitoknál az igen kedvező összetétel, a kitűnő feltárhatóság és a jó kitermelés kiegyenlíti az ülepedésnél jelentkező nehézségeket.

A halimbai bauxit-település a legnagyobb bauxitelőfordulásunk, az idetartozók közül legelsőnek a nyírádi bauxitot említtem meg, ennek tapadónedvessége 16—18%, az anyag általában apró darabos, törése és őrlése könnyű, a timföldgyártás céljaira termelt anyag timföldtartalma 55—57% kovasavtartalma 2—3%. Üzemi feltárhatósága 85—90%, hazai bauxitjaink közül a legjobb, vörösszapja kitűnően ülepedik, általában elmondható, hogy a nyírádi bauxit egyike a Bayer-eljárás szerint legjobban feldolgozható bauxitelőfordulásoknak, mert úgy fizikai sajátosságai, mint vegyi összetétele igen jók.

A nyírádi előforduláshoz közel fekszik a szőci bauxittelepülés, az innen származó bauxitok nedvességtartalma 16—17%, az anyagban előforduló darabok nem haladják meg az ökölnagyságot, törése és őrlhetősége igen jó. A timföldgyártás céljaira termelt bauxitok timföldtartalma 50—53% között van, kovasavtartalmuk 3—4%, szűrhetőségük és ülepedésük elsőrendű, a Dorr-ülepítőekben való feldolgozásnál nehézségek úgyszólván egyáltalán nem lépnek fel. A timföld üzemileg elérhető kitermelése 84—87%. Eltekintve az alacsonyabb timföld- és magasabb kovasavtartalomtól, a szőci bauxit majdnem a nyírádival egyenértékű a Bayer-eljárás szempontjából.

Az eplényi bauxitelőfordulások a Bayer-eljárásnál hasonlóan viselkednek a halimbaiakhoz, de kovasavtartalmuk magasabb és eléri az 5—7%-ot.

A Dunántúlon előforduló bauxitok túlnyomó része, a megfelelő minőséget feltételezve, feldolgozható a Bayer-eljárás szerint, kivéve a Pécsnél délre fekvő nagyharsányi előfordulást. Ebben a timföld, böhmit és amorf aluminiumhidrát mellett diaszpor formájában van jelen, ezért feltárhatósága nem megfelelő. Az egyetlen Duna-balparti ismert előfordulásunk a nézsai bauxit, túlnyomórészt diaszpor formájában tartalmazza a timföldet és Bayer-eljárás szerint ez sem tárható fel a kívánt mértékben. A fentiekben a különféle hazai bauxitokat a timföldgyártás szempontjából vizsgáltuk meg és csak a Bayer-eljárás jelenlegi minőségi követelményeinek megfelelő felelőseket említettem meg, illetve tárgyaltam részletesebben.

Schmidt 1947-ből származó közlése szerint hazai bauxitvagyonunk közel 200 millió tonnára tehető,



melyből 56 millió tonna az alumíniumra feldolgozható minőség, amely tehát olyan timföld- és kavasvartalommal bír, hogy érdemes a feldolgozásra. Jóminőségű alumíniumbauxittal tehát bőven el vagyunk látva és ez képezi alapját egyre jobban fejlődő timföld- és alumíniumiparunknak.

Amint már fentebb említettem, a Bayer-timföldgyártás egyik fontos külföldi segédanyaga a marónátron. Elsőrendű érdekünk tehát az, hogy hazai timföldgyárainkat a legjobb minőségű bauxittal lássuk el és így a timföldgyártáshoz szükséges import marónátronmennyiséget a legkisebbre csökkenthessük. Természetesen nem lehet figyelmen kívül hagyni azokat a timföldgyártó eljárásokat, melyek gyengébbminőségű, főként magasabb kavasvartalmú bauxitokat is felhasználnak és marónátronszükségletük kisebb, mint a Bayer-eljárásé, vagy egyáltalában nem is használnak marónátront. Ezek az eljárások azonban túlnyomórészt még nincsenek kellően kikísérletezve, illetve az így termelt timföld nem felel meg az alumíniumipar jelenlegi minőségi igényeinek.

Hatalmas bauxitkincsünk mellett természetes, hogy alumíniumiparunkat a bauxitra alapozzuk és az egyéb eljárásoknak, mint pl a savaseljárások, emiatt a jelentőségük Magyarországon kisebb.

Alumíniumiparunk nemzetgazdaságunk jelentős tényezője és ezért csak olyan eljárásokra támaszkodhatók, melyek gazdaságosságuk mellett a legmegfelelőbb minőségű terméket adják. Véleményem szerint az újabb eljárásokat állandóan figyelemmel kell kísérni, de közben arra kell törekednünk, hogy a Bayer-eljárást tökéletesítsük és a még ebben rejlő gazdasági lehetőségeket kiaknázzuk, egyrészt a Bayer-timföldgyárak állandó korszerűsítésével, másrészt a Bayer-eljárásnál keletkező melléktermékek, mint vörösiszap, meszesiszap, vanádiumsó feldolgozásával, illetve értékesítésével. A Bayer-eljárásnak bonyolult volta mellett igen sok előnye van, elsősorban az, hogy az eddig ismert eljárások között terméke a legtisztább és így a Bayer-timföldből állítható elő a legjobb minőségű alumínium.

A Bayer-eljárás már több mint 70 éves, felfedezésével egyidejűleg egyéb timföldgyártó eljárások terén is nagyarányú kísérleti munka folyt és folyik ma is, de a fentebb említett okok folytán végeredményben a világ timföldtermelésének túlnyomó részét még ma is a Bayer-eljárás szerint állítják elő és igen valószínű, hogy megfelelő egységek létesítése és a szükséges korszerűsítés mellett még hosszú ideig ez az eljárás fogja képezni a timföld- illetve az alumíniumgyártás alapját.

## Hozzászólások

**Kutas Andor :**

Az elhangzott, igen értékes előadáshoz legyen szabad mindenekelőtt megállapítanom, hogy az előadó az előadás tárgyát képező kérdést minden oldalról alaposan és kimerítően feltárta és ha maradt mégis egy- és más olyan momentum, ami az előadásban nem nyert megtárgyalást, az nem a mondanivaló, hanem a rendelkezésre álló idő hiányában leli magyarázatát.

A témakör — amiről Bartha kartárs előadását megtartotta — olyan, hogy annak tágabb értelemben vett kiértelmezése nem egy, hanem több előadást is szükségessé tehetne. Ez azonban a kongresszus programjával nem lett volna összeegyeztethető, így tehát helyes volt, hogy az előadó azokat a pontokat tárgyalta meg kimerítően, amelyek, mondjuk így, a kérdés szűkebb köréhez tartoznak.

Így mindenekelőtt igen helyesen tette azt, hogy sorra vette a bauxitok sajátosságainak megállapítására vonatkozó meghatározási módokat, amelyekhez legyen szabad egy-két kiegészítéssel szolgálni.

A bauxit vegyi összetétele vizsgálatánál az előadó igen helyesen az  $Al_2O_3$  és a  $SiO_2$ -re — mint amely faktorok a Bayer-féle timföldgyártás szempontjából elsősorban jelentősek — világított rá.

Ezen két faktor megállapítása mellett a titán jelenlétének fontosságát is meg kell említeni.

A titandioxyd, hasonlóképpen a kavasavhoz, a Bayer-eljárás szerinti timföldgyártásban nátronlúgvesztést okoz. A kavasav tudvalevőleg a nátronlúggal való feltárás alkalmával nátrium-alumíniumszilikát képzés sőt képez, amely sóban nátrium-hidroxyd és alumínium-trioxyd lévén jelen, mindkét anyagban veszteséget idéz elő.

A titandioxyd először a feltárás alkalmával 2 molekula nátronnal nátrium-metatinátot képez, amely só azután a későbbi kimosások alkalmával, hidrolízis következtében a savanyú  $NaHTiO_3$  sóvá alakul át.

E képletből látható tehát, hogy a bauxitban levő titán mennyisége nátronlúgvesztés szempontjából számottevő.

A timföldgyártásban empirikus meghatározásképpen egy kifejezés igen gyakran használatos és ez a »nátron-fresser« (nátronfogyasztó) szó. Vonatkozik ez arra, hogy eljárás során fellépő nátronvesztés jóval magasabb, mint ami a bauxit kavasvartartalma által indokolt lenne. Ezen tapasztalati eredmény hozta azután az előbbi »nátron-fresser« kifejezést, amelyet a timföldgyártás során bizonyos provinenciájú bauxitokra használnak. Feltehető, hogy ennek az abnormálisan magas, kavasavval meg nem magyarázható nátronvesztésnek jó része a titán jelenléte által magyarázható, amely körülmény tapasztalat mellett elemzéssel is alátámasztható.

A bauxit vegyi összetételénél még megemlíthetők — a bauxitban levő egyéb szennyeződésnek nevezhető alkatrészek — mint különösen a vanádium, foszfor, chróm, stb. valamilyen vegyülete — melyek az eljárás folyamán a cirkuláló lúgban feldúsulván a végtermékben, tehát a hidrátban, vagy oxydiban szennyeződési formában jelentkeznek, amely faktorok jelenléte a mindinkább nagyobb és nagyobb tisztaságú követelményekkel fellépő továbbfeldolgozó ipar szempontjából elsőrendű fontosságúaknak mondhatók.

Megemlítette az előadó, hogy a bauxit vizsgálata mindig kiterjed annak megállapítására, hogy abban a timföld monó, vagy mint trihidrát van jelen.



E megállapításnál meg lehet még említeni, hogy megközelítő meghatározás céljából, a bauxitokban izzítási veszteséget is meghatároznak, melynek nagyságrendi mérve a bauxitoknak jellegzetes tulajdonsága.

A feltárhatóság szempontjából előadó igen érdekes megállapítást tett. Szerinte az eplényi bauxit előfordulás Bayer-feltárás szempontjából hasonló a halimbaihoz, de megállapítja egyúttal, hogy a bauxitok 5—7%-ig terjedő kovasavtartalma a Bayer-eljárás jelenlegi állása mellett hátrányos. Igen érdekesnek kell mondanom ezen megállapítását, mert ilyen kísérleti eredményről eddig még sem szóban, sem írásban jelentést nem hallottunk, így erre vonatkozó adatok még eddig nem állottak rendelkezésre. Az előadónak a megállapítása nézetem szerint igen jelentős, mert ez utalás a Bayer-eljárás szempontjából magyarországi bauxitelőfordulások egy újabb területének jelentőségére. Lényeges — és jelentős, vajjon a Bayer-eljárás jellegzetes feldolgozási faktorai alkalmazhatók-e egy bauxitra, avagy nem, mert pl. a görög bauxit igen kemény, legnagyobbbrészt diaszporjellegű, avagy a Bihari hegységeken található hasonló jellegű bauxitok a Bayer-eljárás szempontjából nem szívesen látottak és így további összetételük már kisebb jelentőségű. Így tehát örömmel kell üdvözlöznöm, ha egy ismert bauxitlelőhely olyan terméket szolgáltat, amely a Bayer-eljárás szempontjából pozitív. Az, hogy az eplényi, eddig feltárt bauxitok átlagban 5—7% kovasavat tartalmaznak, nem jelentik azt, hogy az egész számbajöhető terület alkalmával nem volna olyan bauxit is található, amelynek kovasavtartalma a Bayer-eljárás szerinti tinföldgyártásnak nem volna megfelelő.

Mindenesetre előadónak az eplényi bauxit feldolgozhatóságára vonatkozó közlése tápot fog adni a vidék alapos felkutatására. Ezen túlmenően azonban ismeretes az, hogy különböző kísérletek, sőt már kísérleteken túlmenő üzemi munkálatok vannak felállítva, amelyeknek célja, hogy kombinált eljárással magasabb kovasavtartalmú bauxitok is feldolgozhatók legyenek olyképpen, hogy a kombinált eljárás alapja a Bayer-eljárás. Ebből a szempontból pedig a már jelenleg is feltárt eplényi bauxit megfelelőnek mondható. Nem szeretném eltúlozni az eplényi bauxitnak a jelentőségét, azonban a tinföldgyárak állandóan fokozódó bauxitszükséglete köteleességünkké teszi minden számbajöhető előfordulás alapos kivizsgálását.

Az elhangzott előadás címe: »Hazai bauxitfélések feldolgozása, különös tekintettel a Bayer-eljárásra« volt. Úgy vélem, ez a témakör még a szűkebb értelmezés mellett is lehetővé teszi annak kihangsúlyozását, hogy a magyarországi bauxitok nagy tömegeiben egyéb eljárásokkal is feldolgozhatók. Előadó megemlítette, hogy a pirogén, vagyis a Deville-Péchiney-eljárás szerint magyar bauxitokat már feldolgoztak, ezt a megállapítást kiegészítem azzal, hogy a nagy háború előtt úgy a V. A. W. Lautawerk, valamint a Gebr. Giullini Ludwigshaffen-i tinföldgyárban magyar bauxitokat sokszázezer tonna mennyiségben dolgoztak fel ezzel az eljárással.

Csehszlovákiában a David-Stark Kasniau-i tinföldgyár pirogén eljárás szerint dolgoztatott fel sok ezer tonna bauxitot.

Több ezer tonna magyar bauxitot dolgozott fel a Lautawerk-ben kísérleti célból felállított Haglund-szerinti eljárással dolgozó, gyárüzemnek is beillő kísérleti üzem.

Ez a megállapítás kissé idejét múlta, mert a Haglund-eljárás szerint Porto-Mergherában megépített gyárat az olaszok leállították mint nem racionálisan működő üzemet.

Nagymennyiségű magyar bauxitot dolgoztak fel a Pedersen-eljárás szerint is és pedig a tudomásomra jutott eredmények szerint kiválóan.

Hazánkban fellelhető bauxitok nemcsak mennyiségileg, de a könnyű feldolgozhatóság szempontjából is a világversenységben a legelső között vannak. E körülmények fokozottabb mértékben teszik köteleességünkké, hogy úgy a meglévő eljárások tökéletesítésével, valamint újabb eljárások kidolgozásával a kémiai iparnak ez ágában — támaszkodva a nagy természeti adottságainkra — a legelső közé küzdjük fel magunkat.

**Dr Lányi Béla:** Valamennyien örömmel hallották Kutas kartárs hozzászólását, amely külön előadásnak is beillt.

**Dr Györki József:** Kiment magát, hogy elkésett és így nem hallotta az előadás elejét, lenne egy kérdése. Hivatkozik a Kémikusok Lapjának legutóbbi számára, amelyben egy dolgozat a bauxit feltárhatóságával foglalkozik. A lap szerint a feltárhatóság nem a nyomás, hanem a hőmérséklettel áll összefüggésben. Felszólaló tagadja azt, hogy a feltárhatóság a hőmérséklettel van összefüggésben. Szerinte a feltárhatóság a nyomással áll összefüggésben. Kérdezi, hogyha a hőmérséklet befolyásolja a feltárhatóságot, akkor a Bayer-eljárás miért dolgozik nyomással és ezt miért kívánják emelni. Ezt bebizonyítandó, rövidesen publikálni fogja dolgozatát.

**Horusitzky Ferenc:** Leszögezi, hogy a bauxit feltárhatóságával kapcsolatban rendkívül sokoldalú a feladat. Felveti a kérdést, nem lehetne-e javasolni egy bauxitkutatóintézet felépítését, amely szervesen együttműködne a kémikusokkal és a geológusokkal. Ha van Állami Tőzeggutató Intézet szerinte a bauxit is megérdemelné, hogy legyen egy kutatóintézet, amely a bauxit belterjesebb feldolgozásával foglalkozna, a feladatok összes vonatkozásaival kapcsolatban.

**Zákány Zoltán:** A nyírádi bauxit könnyen törhető, őrlhető, ennek ellenére azonban az őszi és téli nedves időszakban komoly nehézségek jelentkeznek a törésnél. 0 fok alatti hőmérsékleten *olvadás fölé viszi a vizet*, sűrű ragacsos sár képződik. A törésben egy műszakban 3—4 órát tisztítással kell tölteni. Ezen úgy igyekeztek segíteni, hogy vibrátorra tértek át. Először ezen engedik keresztül az anyagot és csak a szilárdabb ércrészek kerülnek törésre. Erős fagy esetén nehézség nélkül lehet szárítókemencében vízteleníteni az anyagot. A nagyobb szemcsék könnyebben is őrlhetőek. A lúgbesűrítő lerakódást eredményez. Ez a lerakódás az első testnél olyan mértékűt ölt, hogy az üzemidő egynegyedében,



mikor újra tisztításra kerül a készülék, teljesítő-képessége 18—20%-ra csökken. A tisztítás egy készülékre vonatkoztatva három műszakban feltétlenül 14—18 nap munkaidőt vesz igénybe.

A savazási eljárás bevezetésével megfelelő hőfokon, cirkulációval, megfelelő savösszetétellel 2—3 nap tisztítási időre csökken. Ez különösen ott jelentős és lényeges, ahol nem rendelkezik megfelelő tartalékkal az üzem. Az ellenőrzés bebizonyította, hogy egy-évi ilyen karbantartás mellett a berendezés nem károsodik sem a csőfalnál, sem másutt. A csőfal falazás nélkül, kolloid nélkül is a károsodás olyan minimális, hogy előbb került átcsövezésre, mint-hogy időelőtt tönkrement volna.

**Máriássy Mihály:** Beszámol az eplényi bauxit-próbáról. Ennek feltárhatósága magas  $Si$  tartalma ellenére kiváló. A feltárásnál fellépő bauxitvesztéseket, melyet pelsografia modifikációk okoztak, igen kicsi. A  $Si$  által okozott veszteség emiatt jelentős. Ezt komplikált eljárás segítségével állapítják meg. Javasolja, hogy hasznosítsák a tapasztalatokat oly módon, hogy a kivizsgálandó mód-szerekkel a  $Si$  hatását kiküszöböljük.

**Emőd Gyula:** Kifejti, hogy az alumíniumprogram nélkülözi a félkészgyártás tárgyalását. Ezt sürgős problémának tartja. Nincs idő, hogy ezt a témát kimerítse, így kéri, hogy erre vonatkozó nézeteit és gyakorlati tapasztalatait írásban publikálhassa.

**Dr Lányi Béla:** Az irodalmi működésnek a szaklapok korlátozás nélkül rendelkezésre állanak.

A továbbiakban dr Lányi közli, hogy a mostani kongresszuson inkább vegyi problémák merültek fel, legközelebb azonban sorra fog kerülni a félkészgyártmányok kongresszusi előadásainak sora is.

**Bartha Lajos:**

Kutas kartárs hozzászólására közli, hogy teljesen helytálló a titán említése, amelyet előadásában azért nem említett, mert a titán nagyjában egyenletesen fordul elő a különböző összetételű bauxitokban. A titán jelenléte a feltárásnál igen kellemetlen. A kísérletek szerint a nátronlúg közel dupláját köti meg. Nemcsak azzal okoz nehézséget, hogy nátronlúgvesztéssel jár a jelenléte, hanem a termékben a vassal nem magyarázható zavarodást is előidéz. Jelenléte csak nátronlúgvesztést okoz, de hasznot nem.

Az eplényi bauxittal kapcsolatban közli, hogy mindenesetre vannak ezzel kapcsolatban tapasztalatok de nem azt mondotta előadásában, hogy kitűnően, hanem azt, hogy jól feltárhatók. Ezt azonban szükséges további üzemi kísérletekkel alátámasztani. Nem rosszabb, mint a többi dunántúli feltárások, azokkal megegyezik. Az előadás címére vonatkozóan igazat ad a hozzászólónak, hogy előadásában többet foglalkozott a Bayer-eljárással, mint a bauxit feldolgozásával. Felhívja a figyelmet arra, hogy a Bayer-eljárást tovább kell fejleszteni a melléktermékek feldolgozásával és értékesítésével, mert a Bayer-eljárás is igen drága. A gyártás terén állandóan tanulmányozni kell az újabb közleményeket. A Bayer-eljárásban az elmúlt 70 esztendő nem hozott újat, de reméljük, hogy a jövőben találnak majd lehetőséget az eljárás megjavítására.

Bartha Lajos kifejti, hogy az ő véleménye szerint sem a nyomás, hanem a hőmérséklet befolyásolja a feltárhatóságot. A feltárást autoklávban történik. Ha melegítik, gőz, nyomás keletkezik. Ha a nyomás emelkedik, ennek megfelelően emelkedik a hőmérséklet is.

Fulda koncentrált nátron- és káliumlúgokkal végezte a feltárást. Nyitott üstben keverte és jó eredményeket ért el. Ez az eljárás azonban nem volt alkalmas üzemi kivitelre. Nyomás nélkül jelentékenyen olcsóbbá lehetne tenni az eljárást. Eddig nem találtak megfelelőbb eljárást mint az autoklávot, hogy a megfelelő hőmérsékletet elérjék. Fulda a koncentrált nátronlúgoldattal  $380^\circ$  hőmérsékletet ért el.

A Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató-intézet a bauxit- és timföldipar problémáival foglalkozik. Minden bauxit kivizsgálás alá kerül az Alumínium Kutató Intézetben, továbbá az egyes üzemek is végeznek kísérleteket.

Természetes, hogy minél nedvesebb a bauxit, annál nagyobbak a nehézségek az előtörésnél. Természetes, hogy esőben, fagyban ez a helyzet, az egész évi átlagra azonban ez nem vonatkozik. A vibrátornak a törő elé való beiktatása nagyon helyes. Előadó elmondja, hogy az ő üzemükben rostálták az anyagot, ez azonban munkatöbbletet jelentett. Az anyag azonban a vibrátorban is okozhat nehézségeket. A vibrátornak sósavval való kimosása védi, kolloid hozzáadásával hosszabb időt vesz igénybe, de jobb, mint a mechanikus tisztítás. Ezt azonban állandóan csinálni kell, mert a sav hozzáadásakor alumíniumhidroxid képződik, amely megakadályozza a cirkulációt. Néhány milliméter lerakódásnál még alkalmazni kell a savazást.

**Horusitzky Ferenc:** A minőségi és mennyiségi vizsgálat szorosabbra fűzését javasolta, a geológusok és kémikusok kutatásainak irányítására szolgáló paralell vizsgálatokat. Pl hol, milyen célra használják az egyes vidékek előfordulásait.

**Dr Lányi Béla:** A legnehezebb probléma ez, az ipari és geológiai vonalat összehangolni. Saját tapasztalatait említi ezzel kapcsolatban, amikor a geológusok és mineralógusok együtt kőzeteket találtak vékony vonulatokban, igen értékes anyagot, az ipar azonban erre azt mondja, hogy nem érdemes megelemezni, mert mennyiségileg nem elegendő. Ha fűrni kell, ez félmillió forintba kerül és nem lehet előre tudni, hogy milyen mélyen van a földben. A külszín, kibúvások után nem tudjuk megállapítani, hogy milyen mennyiség van belőle. Ha a geológus megtalálja az anyagot, kíváncsi, hogyan hasznosítható ipari szempontból. Ezt a kémiai kísérletet akármelyik ipari üzem megcsinálja. Ez azonban igen hosszadalmas eljárás. 300 feltárást jelent, hogy az egész kérdést laboratóriumban végigtárgyalják. Ez időben is nagyon elhúzódik. Ezenkívül nagyobb mennyiség begyűjtése költséges és nehézséggel jár.

Mindezek ellenére természetesen fontos az összeműködés, mert enélkül nem lehet hozzákezdni. Ha ilyen probléma felmerül, összeköttetésbe kell lépni az Alumínium Kutató Intézettel, vagy bányászati kutatóintézetekkel.



# A Bayer-eljárás vörösiszapjának hasznosítása

Dr. LÁNYI BÉLA

661, 1. 669, 1. 669, 71.

Dr. Bela Lanyi:

## Использование красного шлама по методу Байера.

Автор объясняет все те способы и методы по добычанию тех ценных веществ, которые находятся в красном шламе при процессе производства глинозема методом Байера; приводит методы, которые можно найти в современной литературе. Приводит и такие способы, которые были найдены не прямо к обработке красного шлама, но которые можно и для этой цели приспособить небольшими изменениями. Знакомит с методом заводов Алкова (73 пример), который дает очень хорошие результаты для североамериканских бедных на железо и богатых на кремнь бокситов, на поле использования красного шлама. В конце знакомит с пантированным способом по использованию красного шлама венгерских и ему подобных по качеству бокситов. Патент был заявлен у Венгерского Исследовательского Института по Алюминию и Промышленности Легких Металлов.

## Utilization of red-mud.

By Béla Lányi.

After the quantitative composition of the valuable materials in red-mud, produced by the Bayer alumina factory, the author gives a review of those methods, that have been recently collected by him from the literature, for the utilization of redmud. Furthermore he gives some of those process that, though not confined directly to red-mud, may be taken into consideration with, or without some modification, in order to utilize red-mud.

He gives an account of dr Ralph Browns paper, the edition was permitted by the ALCOA factories and that offers a good solution for the North-American bauxite, containing less iron but more silicon, for to make red-mud available.

Finally, he outlines the process, that has been asked a patent for by the Hungarian Aluminium and Light Metal Research Institute, and that aims at the utilization of red-mud, produced from Hungarian and others similar bauxites.

A Bayer-féle elgondolás az 1880-as évek végén lett szabadalom,<sup>1)</sup> első üzemi kivitele pedig *Tentelwa*-ban (Oroszország) valósult meg. Az alap-gondolat egyszerűsége különös előnnyel ruházta fel ezt az eljárást, a műszaki találmányosság pedig sikerrel tette versenyképessé, évtizedeken keresztül sok mással szemben mindazon helyeken, ahol bauxitot lehet felhasználni a timföldgyártás alap-anyagául. Amikor pedig a gyártási méretek növekedtek, hamarosan megindult a kellemetlen melléktermékként szereplő vörösiszapban található értékes anyagok kiaknázására irányuló kísérletezés is.

A Bayer-gyár vörösiszapmértélegére vonatkozólag ad tájékoztatót az I. táblázat.

## I. táblázat.

Bayer-eljárás szerinti feldolgozásra kerülő bauxit átlagos összetételét alábbiak feltételezve:

$Al_2O_3$ .....	55%
$Fe_2O_3$ .....	20%
$SiO_2$ .....	3%
$TiO_2$ .....	3%
Egyéb.....	2%
Nedv. + izz. veszt. ....	17%
	100%

a keletkező vörösiszap szokottabb összetétele lehet a következő:

$Al_2O_3$ .....	12.2 %
$Fe_2O_3$ .....	48.8 %
$SiO_2$ .....	7.3 %
$TiO_2$ .....	7.3 %
Egyéb.....	4.8 %
$Na_2O$ .....	8.0 %
Nedv. + izz. veszt. ....	11.6 %
	100—%

Az I. táblázat számadataiból látszik, hogy évi 100.000 tonna timföldgyártásnál kereken 200.000 tonna bauxitot kell feldolgozni. Ekkor évente 82.000 tonna nyers vörösiszap keletkezik, melynek értékes anyagként vehető súlymennyiségeit — az előbbi teoretikus számítás alapján, melytől azonban a gyakorlat, mint később is említtem, eltérhet — a II. táblázat mutatja.

## II. táblázat.

10.000 t.....	$Al_2O_3$	
40.000 t.....	$Fe_2O_3$ , megfelel:	28.000 t fémvas-nak
6.000 t.....	$SiO_2$	
6.000 t.....	$TiO_2$	
4.000 t.....	egyéb anyag	
6.550 t.....	$Na_2O$	

Az itt felsorolt anyagok értékét nagyjából megítélhetjük, ha az 1949. évi átlagos világpiaci árakat a következőkben soroljuk fel:

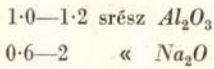
timföld.....	long ton	\$ 35.—
szilárd $NaOH$ ..	« «	angol font 18(4)—
«	«	100 lbs
titándioxid ....	1 lbs	\$ 0.19½
fémvas.....	long ton	\$ 46.—

Az árakat behelyettesítve azt látjuk, hogy 50—80 millió forintot képvisel évi 100.000 tonna timföld előállításakor megmaradó vörösiszap, ha elég egyszerű és gazdaságosan is működő eljárással alkatrészeit hasznosítani tudjuk.

Mindaddig, amíg Bayer szerint dolgoznak, a vörösiszap is keletkezni fog, de éppen az I. táblázatból látható és a gyártásra alkalmas összetételből is következik, hogy a termés bauxitnak csak  $SiO_2$ -ben szegényebb mennyiségét lehet gazdaságosan felhasználni. Főként a kiinduló nyersanyag kovasav-tartalmát okolják a vörösiszapba kerülő  $Al_2O_3$  és  $Na_2O$  veszteséget. Ez a kieső  $Al_2O_3$  és  $Na_2O$



mennyiség a timföldgyár számára, amint a II. táblázat mutatja, jelentős ráfizetést okoz, de a vörösiszap vasoxidjára is káros szennyezést jelent, mert meggátolja annak könnyű kohósítását. Edwards<sup>2)</sup> és munkatársai a bauxitban jelenlévő kvasav egy súlyrészére

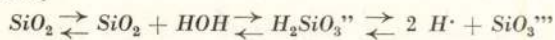


megkötésével számolnak, a feltárás után kikerülő vörösiszapban.

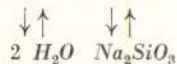
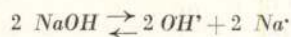
Szokás mondani, hogy a feltárás alatt a kvarcos szemcsék aránylag csekély mértékben reagálnak a feltáró lúggal. E folyamatokra nézve bő irodalmi adat rendelkezésünkre áll Hall, Jackson, Fitch<sup>3)</sup> munkájában. Ők kvarcport, ólomöntészeti salakot, krómvasércet és ferroaluminiumszilikátokat vizsgáltak több órás kísérleti sorozatban, 17 atm. nyomásra (~200°C) hevített autoklávban, 20 milliequivalens töménységű szódaoldat behatására.

A lejátszódó reakciókat a kvarc és forsterit ásványoknál a következő képlettel szokás érzékelteni:

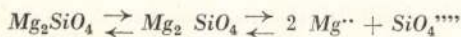
(kvarc)



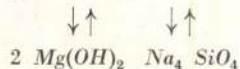
szilárd            oldott            oldott



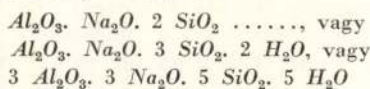
(forsterit)



szilárd    oldott            4 NaOH \rightleftharpoons 4 OH^- + 4 Na^+



E reakciók alapján kétségtelennek lehet mondani, hogy Bayer-eljárásnál a feltáró lúg behatására, ha a kvarcos szemcséket csak kevéssé is oldjuk, a bauxit egyéb szilikátjai feltétlenül nagymértékű bomlást szenvednek. Az újonnan megjelenő szilikátos ionsoport azonban metastabilis és már a feltárás alatt és a hígítás után — többek felfogása szerint váltakozva<sup>4)</sup> — mint



összetételű, az alumínát lúgban nem oldható csapadék formájában a vörösiszap alkotórészeként kerül be. Az ismertett átmeneti reakcióban az egyszer már feltárt alumíniumoxidnak és a feltáró lúg  $Na_2O$ -jának egyrésze között az irodalom idevágó vizsgálatai alapján is úgy kell alakuljon a nátronmegkötés, hogy a feltáró lúgban lévő szóda változatlan marad. Egyébként a feltárás alatt széndioxid-fejlődést nem tapasztalunk, tehát már ezért is a lúg direkthatására kell gondoljunk a nátriumalumínium-hidroszilikátok képződésénél.

A titánvegyületek is a vörösiszapba kerülnek. Ugyanis a bauxitban lévő titándioxid forró lúgban oldhatatlan metatitanáttá<sup>4)</sup> alakul ( $Na_2TiO_3$ ), mely az ülepítésre való előkészületben, a hígítás miatt  $2Na_2O \cdot 0.5TiO_2 \cdot 5H_2O$  összetételű csapadék alakjában jut a vörösiszapba. E vegyület összetételét azonban pontosan még nem derítették fel.

A lúg- és alumíniumvesztés hatalmas méreteket ölthet,<sup>5)</sup> mint 1941-ből származó közlés mutatja, amikor termeltek olyan vörösiszapot is, melynek összetétele: 35%  $Al_2O_3$ , 35%  $SiO_2$ , 25%  $Na_2O$  stb. volt. Ebben a gyárban a bauxit kvasavjának mintegy  $\frac{2}{3}$ -része reagált a feltáró lúggal. A jelenlévő  $TiO_2$  szintén részes volt a lúgvesztéséghen, mintegy 39 rész  $Na_2O$  esett 100 rész  $TiO_2$ -re. Ezt a vörösiszapot igyekeztek azonnal megmenteni, mert később ismertető meszeseljárás szerint kalcinálták, amikor a lúgnak és alumíniumoxidnak egyrészét kioldással tudták visszanyerni.

A bauxit vasoxidtartalma a feltárás alatt már jelentős változást már nem mutat. A Bayer-szerinti szokásos feltárási hőmérséklet (150°—220°C) alig is lehet rá hatással, mert a pörkölésnél ennél már magasabb hőfokot is kiállott. A tapasztalat is mutatja, hogy a vasoxidok jelentős átalakulása csak a szódaolvadék módszer alkalmazásánál következik be, ahol a hőmérséklet 1000°C-t meghalad.

A vörösiszap szárazanyaga — mint az I. táblázatból látható — származásából kifolyólag főfőmögében a feltáró vegyi reakcióra nézve közömbös vasoxidot, a feltárás alatt keletkező nátriumalumínium-hidroszilikátokat, nátriumtitanátokat, fel nem tárt eredeti bauxitot, kvarcos szemcséket, karbonátokat tartalmaz. Járulékos részei pedig az ülepítés műszaki nehézségei miatt ki nem mosott alumínátlúg, a maga szabad  $NaOH$ -, szabad  $Na_2CO_3$ - és  $NaAlO_2$  tartalmával.

Mint előbb is említettem, az I. táblázatban felüntetett összetételnek csak nagyjából felel meg az egyes gyárakban termelt vörösiszap. Nem tekintve azokat a kivételes viszonyokat, melyeket az <sup>5)</sup> alatt idéztünk, helyenként és időnként az  $Al_2O_3$  tartalom 18%-ot is elérhet, de leeshet 7%-ig, a kvasav 3—10% között ingadozhat, a  $TiO_2$  pedig 3—8%-ig szokott változni. A vasoxid 37—70%-os ingadozást mutat. Ezek az értékek elsősorban attól függnek, hogy mennyi  $SiO_2$  került feltárásra a bauxitban. Másodsorban pedig attól is függ az összetétel megváltozása, hogy a feltárási idő és a feltárás hőfoka valamely adott molviszonyra beállított feltáró lúgnál mekkora volt, és végül milyen szemnagyságú volt a feltárásra kerülő bauxit.

Az oldható vegyületek teljes kinyerése az üzemen belül egyszerű mosással nagyon nehéz, mert ezektől megszabadított vörösiszap a tiszta vízben nagyon nehezen ülepszik, a szűrőkön kezdetben átmejj, később pedig a szűrőn kialakuló iszapréteg a gazdaságos leszívást legtöbb esetben lehetetlenné teszi.

A vörösiszap alkotórészekéit mikroszkóp alatt alig lehet megkülönböztetni, mégis megkísérelték a szíjfelválasztást fizikai módszerekkel is.



### A) Mágneses és flotáló elkülönítés.

Mágneses vagy úsztató módszerrel a szilárd alkotórészek elkülönítése sikertelen volt. *Coghill*<sup>6)</sup> acetiléntetrabromid, metilénjodid, thalliumformiát, thalliummalonát oldatokat használt a finom porrá-őrölt iszap fajtázására. A kihozatal még e műszaki vonalon drágasága miatt, teljesen használhatatlan eljárásnál is nagyon rossz.

A fizikai műveletek a széjjelválasztásra semmiféle gyakorlati lehetőséget nem mutatván, többféle vegyi módszerrel vélték megoldhatónak e kérdést.

E munkákat a következőkben rövid kivonatok alakjában fogom vázolni, olyan csoportosítás alapján, mely ugyan zárt egységeket nem alkot, de a módszerek kiválaszthatósága szempontjából a legtöbbet mutatja.

### B) Timföldgyárak készülékeivel dolgozó, közvetlenül alkalmazható módszerek.

A szűkös idők sok üzemet odavitték, hogy a vörösiszapot mésztejjel közönséges nyomáson főzve konvertálják és belőle legalább a  $\text{Na}_2\text{O}$ -nak egy részét megmentsék.<sup>7)</sup> Bár ez az eljárás nem tudja a nátront jó termeléssel kihozni, de a timföldgyár hányóján lévő iszapot pillanatnyilag hasznosítja. A maradékban azonban a mésztartalom felnövekedése miatt csökken az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  százalék, csökken továbbá a nagyon értékesre becsülhető  $\text{TiO}_2$  százaléka is. Utóbbinak kinyerése pedig a dús mésztartalom miatt már jelentős nehézségekbe ütközik.

Egyszerű módot ajánlanak, melyet minden timföldgyár könnyen követhet, ha alkalmas vörösiszapja és feltáráberendezése van *Bugarev* és *Chemodanov*,<sup>8)</sup> akik a *Bayer*-eljárást módosították olyan értelemben, hogy az iszapot nehezen feldolgozható bauxittal keverik.

A 7)-es idézetnél jobb hatásfokú az *Alcoa*<sup>9)</sup> eljárása, ahol a mésszel kevert vörösiszapot  $350^\circ$ -on autoklávban hevítik, amikor a  $\text{Na}_2\text{O}$ -nak 96%-át nyerik vissza.

Valószínűleg *Strokov*<sup>10)</sup> gondolt arra, hogy a meszezett vörösiszapban maradó értékes anyagok nehezen nyerhetők ki valamely tovább folytatott vegyi művelettel, ezért ő a meszezett vörösiszapot nyomás alatti  $\text{CO}_2$ -vel kezelve kalciumhidrokarbonátot állít elő; szűrés után  $\text{CO}_2$ -vel az oldatból a  $\text{CaCO}_3$ -at csap le és ezt a mésziszapot kiegészítve újólág fel tudja használni a vörösiszap konvertálására. Nem szól azonban arról, hogy mit csinál a mésztől megszabadított, aránylag csekély nátrontartalmú maradékkal.

Hasonlóképpen a timföldgyárban kivihető művelet *Frasser*, *Holland* és *Miller*<sup>11)</sup> eljárásra, akik arra törekednek, hogy nátriumszilikátot állítsanak elő, mely azután a hozzáadott  $\text{CaO}$ -val  $\text{CaSiO}_3$  oldhatatlan csapadékot ad, a felszabaduló  $\text{Na}_2\text{O}$  pedig visszavihető a *Bayer*-üzembe.

A vörösiszap nátriumaluminiumszilikátját szódának vizes oldatával nyomás alatt bontják meg.

*Desai* és *Peermahomed*<sup>12)</sup> különlegesen a titán-dioxid kinyerésére törekednek.  $10 \times n$   $\text{NaOH}$ -val  $100^\circ$ -on 8 órán át főzve a vörösiszaphól az alumíná-

tot kioldják, a kiszáritott maradékot konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -el 9 órán át főzve  $130^\circ$ -on előállítják a  $\text{H}_2\text{TiO}_3$ -at. Az oldatot egy órahosszát főzve hófehér  $\text{TiO}_2$ -t nyernek.

### C) Különleges hasznosítási módok.

Egészen különleges hasznosítási módot írnak le a következők:

*Flick*<sup>13)</sup> forró ecetsavval kezelve a vörösiszapot szűri, amire az alkáli földfémeket és alkáli fémeket a szüredékben mint acetátokat nyeri meg.

*Helge Löfquist*<sup>14)</sup> a bauxitot 3:8 rész  $\text{PbO}$ -val olvasztja meg, lassan lehűti és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kristályokat fizikai úton választja el.

*Vogel*<sup>15)</sup> hidrogénszilikofluoriddal dolgozva, kriolitot akar előállítani. Az eljárást azonban saját közlése szerint fel kellett hagyni.

*I. G. Farbenindustrie A. G.*, *Noll*<sup>16)</sup> eljárása szerint  $700^\circ$ -on előizzított nyersanyagot — alkalmazható természetesen vörösiszapra is —  $350^\circ$ -on foszgénnel kezel, amikor a  $\text{TiCl}_4$  javarésze ledesztillálható.

*Axel S. Burman*<sup>17)</sup> alumíniumtartalmú anyagok decomponálására agyagok, bauxitok, leucitok stb. esetében, thermikus megbontást ajánl sósav-gőzökkel.

*R. Haniset* és *P. Haniset*,<sup>18)</sup> valamint *Dorren* és *Freling*<sup>18)</sup>, alumíniumoxid nyerésre természetes alumíniumoxidokból és szilikátokból autoklávban sósavas feltárással dolgoznak.

*Gaither*<sup>19)</sup> sok  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -t tartalmazó alumíniumércet meleg sósavval kivonatol és  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  adagolás közben további melegítéssel elűzi a sósavat; ammóniával lecsapja az  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -at.

Amint az előzőekből látható, sokáig nem gondoltak arra, hogy a nyers vörösiszapot úgy ahogyan születik, megkíséreljék részleges lebontás árán idegen anyagok hozzáadása nélkül, alkatrészeire széjjelválasztani, vagy az alkatrészeket feldúsítani, hogy az értékes vegyületek kinyerésére jó termeléssel nyúljanak könnyebb lehetőségek.

### D) Kohósítás vasra.

Nagy reményeket fűztek azonban olyan módszerhez, amelynél akár a nyers, akár a meszezett vörösiszapot vasra kohósítják. E műveletre vonatkozólag azt kell mondanunk, hogy évi 100.000 tonna timföld gyártásánál elméletileg 28—30.000 tonna vasra számíthatunk (l. II. táblázat), ez a vas ugyan kitűnő minőségű, de a vörösiszap a maga kb. 50%-os  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalmával, mint »vasérc« csak nagyon alárendelt szerepet játszik. Nemzetgazdaságilag nézve 100.000 tonna timföldtermelésnél nyerhető ~ 30.000 tonna vas, egy termelőterület vasszükségletének legtöbb esetben csak kis hányadát teszi ki.

Az iszapnak nagyolvasztóban való kohósítása a sok  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom miatt, — ha nem akarunk aránytalanul sok kokszt fogyasztani — csak dús mészadagolással keresztülvihető művelet. Azonban ilyenkor a titán a termelt vashoz képest igen nagy térfogatú salakban gyűlik össze, onnan a kinyerése a mai viszonyok között nagyon nehéz. A salak



hasznosítása pedig, hacsak meg nem kíséreljük a Pedersen-rendszerekhez hasonló műveletek árán az  $Al_2O_3$  kinyerését, vagy nem dolgozunk bauxit-cementhez hasonló anyag előállítására érdekében, a titántermelés szempontjából a nehézkes vegyi-műveletek miatt gazdaságilag aligha megoldható feladat. A nátrontartalom — ami pl. előzetes meszes regenerálás után még az iszapban benne marad — teljesen elvész.

E sorokból látható, hogy akár a természetes, akár a meszezett vörösiszapnak nagyolvasztóban vasra való kohósításánál vagy teljesen elvesztünk nagyértékű anyagot, vagy a salak hasznosítását meglehetősen bizonytalan kapcsolatba kell hozni más iparágakkal. Azonban nagyértékű  $TiO_2$  olcsó kinyerési lehetőségeiről a jelenlévő mész miatt mindenképpen le kell mondanunk.

Az újabb időben folytatott magyarországi kísérletekről — tekintve, hogy javarészt a Bányászati és Kohászati Lapokban kerültek nyilvánosságra — csak irodalmi felsorolást állítottam össze.<sup>20)</sup>

Egyéb külföldi eljárások méltatására szolgáljon néhány szemelvény:

Waeser:<sup>21)</sup> a szárított vörösiszapon  $Al$ -porral thermit reakciót végez, amikor alumíniumtartalmú ferrotitánt és titán-dioxidban szegényes salakot kap.

Hiller:<sup>22)</sup> villamos kemencében egyszerű redukáló olvasztással nyersvasra dolgozik.

Vereinige Aluminiumwerke A. G.<sup>23)</sup> Cinsberg szerint  $900^\circ$  körüli hőfokon redukálva szivacs-vasat állít elő, ezt kénsavval kezelve választja el a titánszulfáttól.

Waeser:<sup>24)</sup> szén jelenlétében, magas hőmérsékleten alumínium- és titánnitridet állít elő. Az eljárás még ilmenit feldolgozásra sem kifizető.

Montecatini:<sup>25)</sup> vörösiszap + mész + szén + pirit keverékből villamos kemencében nyersvasat olvaszt ki, a salakot szodaoldattal lúgozza, kalcium- és nátriumaluminát mellett  $CaTiO_3$ -at állít elő, melyet kénsavval tár fel.

#### E) Nem sósavas eljárások.

A titán kinyerésére<sup>16)</sup> alatt már ismertettük az I. G. eljárását, valamint a<sup>17), 18) 19)</sup> alatt sósavas dolgozási módokat tárgyaltunk. A kohászati eljárások összefoglalása után a kénsavas feltárási módokat mutatjuk be, mert a Hungária kénsavgyár 1945-ben elnyert szabadalma<sup>26)</sup> magyarországi »wehrlit«-nek nevezett ásványból fémvassá való redukció után  $TiO_2$  kinyeréséről szól.

Ez az eljárás volt a Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet most ismertető munkájához az első támpont, melynek kellő átalakításával a vörösiszap hasznosításának kérdését előbbre vittük.

Ippersiel:<sup>27)</sup> szabadalma alumíniumoxid előállítását célozza agyagból, kaolinból, bauxitból.  $H_2SO_4$ -el kenhető péppé alakítva és  $300^\circ$ — $400^\circ$ — $450^\circ$ -on hevítve bontja meg a nyersanyagokat. A vas- és alumíniumszulfát kioldható.

Kogan:<sup>28)</sup>  $Al_2O_3$  kinyerésére a moszkvai szénrégió hamujából dolgozta ki a következő eljárást, mely vörösiszapra is részben alkalmazható:

A  $Fe_2O_3$ -t mágneses szeparációval elkülönítve, 39—40%-nyi  $Al_2O_3$ -t, 5—6%-nyi  $Fe_2O_3$ -t, 47—48%-nyi  $SiO_2$ -t, 3%-nyi  $CaO$ -tartalmú anyagot kap.  $H_2SO_4$ -el feltárva, ammóniával nyeri az  $Al(OH)_3$ -at. De dolgozik  $CaCO_3$  és  $Na_2CO_3$  olvasztással is.

Swarup és Sharma<sup>29)</sup> kimondottan vörösiszapból való  $TiO_2$  kitermelését ismertetik. A vörösiszapot kalcinálják, 1,6 fajsúlyú  $H_2SO_4$ -el kezelik és addig vezetnek az oldatba vizgőzt, míg a fajsúlya 1,1-re csökken. Szűrnek, mosnak; a maradékot 1,8 fajsúlyú  $H_2SO_4$ -el kezelve  $Ti_2(SO_4)_3$ -t állítanak elő. A vasat  $Fe^{++}$  ionokká redukálják és a  $Ti_2(SO_4)_3$ -at hidrolizálva a  $Ti(OH)_4$ -et kicsapják.

#### F) Felhasználás gáztisztító anyagként.

Régen ismert tény, hogy a szodaolvadékkal dolgozó gyárak vörösiszapját igen jól lehetett felhasználni a gázok kéntelenítésére, míg a Bayer-gyári vörösiszapok erre akkor sem alkalmasak, ha a vízben oldható nátronvegyületektől mosással gyakorlatilag teljesen mentesítjük is ezeket.

Makray<sup>30)</sup> 1935-ben nyert olyan szabadalmat, amely szerint »vörösiszap« vasoxidjával gázokból ként köt meg, a keletkező  $FeS$ -et klórral kezeli és a  $TiCl_4$ -et ledesztillálja. Ez a szabadalom ebben a formájában közvetlenül a természetes Bayer-iszapot gazdaságosan nem használható, mert annak kénmegkötő képessége rossz, de az értékes  $Ti$  kinyerésére jó. A vas kohósítása előtt a maradékot azonban pörköléssel meg kell szabadítani a kén-tartalmától.

Alais, Froges & Camargue<sup>31)</sup> a Bayer-iszapot 25—30%-os  $NaOH$ -val bensőleg elkeverik,  $220^\circ$ -on hevítik; darabokra zúzva gázkéntelenítésre használható.

Ennél az eljárásnál nyilvánvalóan a nátronlúg köti meg a gázok kéntartalmát. A beitatott lúg drágasága miatt ez a módszer aligha gazdaságos.

Vogel:<sup>32)</sup> főként a titánfehér kinyerésére egy a Makray-éval közös alapgondolatot fejleszt tovább: alkáli szulfiddal állít elő  $FeS$ -et, ezt leszűri. A  $FeS$ -et híg  $HCl$ -el megbontja, az oldatból a vasat elektrolyzissal termeli ki, amikor a  $HCl$  regenerálható. Az  $FeS$  feloldásakor visszamaradó szilárd anyagot megszáritja. Ez  $TiO_2$ -ben erősen dúsított lesz és ebből a titánfehér már könnyebben kinyerhető.

Vogel módszerénél a nátriumszulfid előállításának drágaságát kiegyenlíthetné a titán-dioxid magas ára. Elterjedéséről tudomásunk nincsen. Elgondolható, hogy ha nem is közvetlenül a vörösiszapot használja fel gáztisztításra, de a nátriumszulfidot mégis a tisztítandó gázok kéntartalmából állítja elő. Ezért soroltam fel ezt az eljárást az F) csoportban.

#### G) Alkáliák eltávolítására ajánlott pirogén eljárások.

Waeser<sup>33)</sup> a nyersanyagot szodával olvasztja össze, nátriumaluminátot és nátriumszilikátot lúgoz ki, a szüredéket kénsavval kezelve alumíniumszulfátot és kovasavat állít elő.

Nickelsen<sup>34)</sup> (Norsk Al. Co. Co.): a bauxitokat mésszel és szénnel zsugorítva  $Fe$  és  $Ca$  aluminát-salakot termel. Szodával kilúgozva  $Na$ -aluminátot



kapunk. A maradékot új nyersanyaggal zsugorítjuk, vagy olvasztjuk, amikor ismételt *Na*-aluminátlúghoz jutunk. Későbbi szabadalmában felismerte, hogy az aluminátlúgok  $SiO_2$  tartalma jelentősen csökkenthető, ha a lúgzó szóda híg és 40–50°-nál nem melegebb.

Eljárása *Séailles*<sup>39)</sup> módszereihez hasonló, aki szintén igen híg oldatokkal dolgozik és ezt különlegesen hangsúlyozza egyes nagyipari termelést szolgáló szándékozó műveleteinél.

*Campbell*<sup>35)</sup> titán-vanádium-tartalmú érceket *Na*-lúgos szóddal keverve, esetleg redukálva zsugorít, majd 1450°-on hevít, amikor a *V* a vasban helyezkedik el. A vasat és a salakot szeparálja, a vasat *Bessem*er konvertíven dolgozza fel. A fúvatás utáni salakban gyűlik össze a titán.

*Lynn*<sup>36)</sup> aránylag egyszerű eljárásra nyert szabadalmat (1948-ban!) azáltal, hogy alumíniumvegyületeket tartalmazó anyagokat alkálifém-karbonátokkal pirogén úton hoz reakcióra.

*Mazel*<sup>37)</sup> eljárását is ebbe az egyszerűnek mondható csoportba kell soroznunk, bár ő az alkálifémek vegyületeit nem alkalmazza adalékként. Vastartalmú, de alumíniumvegyületeket is tartalmazó anyaghoz szenet ad és a keveréket redukációs műveletben 1300–1400°-ra hevíti.

H) *Alkáli- és alkáli földfémvegyületekkel dolgozó eljárások.*

Ide elsősorban egy nagyban is kipróbált módszernek a vörösiszap feldolgozására való alkalmazását lehet említeni. Gondolok a

*Pedersen*<sup>38)</sup> féle timföldgyártásra, amely elvileg égetett meszet, vasércet és bauxitot, esetleg dúsítással készült nagy vastartalmú bauxitot villamos kemencében szén jelenlétében olvaszt meg, amikor igen kis kéntartalmú vasat és kalciumaluminát salakot kap. A vörösiszap értékes titánja főként a salakba kerül. Ha a salakot meleg szódaoldattal extrahálva aluminátlúgot készítünk, a titán a kovasavval és kalciumkarbonáttal együtt az üledékben marad.

E gyártási módnak kiterjedt irodalma van. Elsősorban *Séailles*<sup>39)</sup> — aki csaknem minden évben szabadalom jellegével hoz újításokat — említhető. Részletesen nem ismertetem az eljárásait éppen a sokaságuk miatt. Titán kinyerése szempontjából éppen olyan hátrányokkal dolgozik, mint akár a *Pedersen*-rendszer, akár pedig a teljesség kedvéért felsorolt következő — többnyire bauxit feldolgozását célzó — szóda + *CaO*, vagy szóda + *CaCO\_3*, vagy szóda + *NaOH* + *CaO*-al folytatott munkák, melyek csak bauxitvonatkozásban jelenthetnének előrehaladást. Vörösiszap feldolgozásánál csak az  $Al_2O_3$  és  $Na_2O$  visszanyerésénél jöhetnek számításba, de az értékes titánt csak körülményesen engedik elválasztani.

*Müller-Jakovin*<sup>40)</sup> módszere hasonlít a *Deville-Pechiney*-féléhez, mert a bauxitot (esetünkben a vörösiszapot) magas hőmérsékleten forgókemencében kalcinálják, keverik  $Na_2CO_3$  és  $CaCO_3$ -al és klinkerré zsugorítják. A keletkező  $NaAlO_2$ -t hideg vízzel kilúgozzák, szűrik, a kovasavtartalomtól autoklávban szabadítják meg, újra szűrik,  $CO_2$ -vel kicsapják a timföldhidrátot.

*Znoikov*<sup>41)</sup> bauxitokat  $Na_2CO_3$ -mal és *CaO*-val olvaszt össze, 60–75°-on lúgozza az oldadékot. A szüredéket *CaO*-val tisztítja meg a kovasavtól.

*Syoitiro Nagai és Zyunzo Katayama*<sup>42)</sup> bauxitokat vagy kaolint  $Na_2CO_3$  és  $CaCO_3$ -mal 1000–1200°-on olvasztva, kilúgozzák a termelt alumínátot. Egy másik eljárásuk szerint diaszportartalmú nyersanyagokból nagy tisztaságú  $Al_2O_3$  előállítható a *mész- és szódakeveréknek* 1300–1350°-on való hevítésével. Az oldadék  $Na_2CO_3$ -mal főzve az  $Al_2O_3$ -nak 94–95%-át teszi kinyerhetővé.

*Paschke*<sup>43)</sup> agyagot és más  $Al_2O_3$  tartalmú anyagokat  $Na_2CO_3$ -mal összeolvaszt, a kovasavat *CaO*-val köti meg, az alumínátot a *Bayer*-eljárás szerint keveri ki a timföldhidráttá.

*Coles, Pokolec, Dix*<sup>44)</sup> *CaO* jelenlétében, forgókemencében dolgoznak, 650–815°-on előszáritanak; 1500–1700°-on alakítják ki a vízben oldhatatlan kalciumszilikátot. Ha bauxitból indultak ki, akkor igen kis  $Al_2O_3$  tartalmú vörösiszapot kapnak.

*Waldo*<sup>45)</sup> szerint a  $Na_2CO_3$  + meszes zsugorításból nyert alumínátoldat (bauxitot vagy vörösiszapot használva fel kiindulási anyagként) 93°-on lúgozva, a *Ca*-szilikátokat oldhatatlan formában hagyja vissza. Ezért 0,06%-nyi  $SiO_2$ -nél több nem kerül be a *Bayer*-eljárás szerint kikevert és kiiztított  $Al_2O_3$ -ba. Vörösiszaphoz az  $Al_2O_3$  jó termeléssel állítható elő.

*Lainer és Kitler*<sup>46)</sup> szerint a *Bayer*-eljárás vörösiszapját, mely a laramici gyárban 18–24%  $Al_2O_3$ , 4–8%  $Na_2O$ , 6–8%  $SiO_2$ , 4–5%  $TiO_2$  és 50%-nál nagyobb  $Fe_2O_3$  tartalmú, *CaO* +  $Na_2CO_3$ -mal való zsugorítás után 1100°-on hevítik. Örlés után a *Bayer*-eljárás mosóvizével lúgoznak.

*Cservenyák*<sup>47)</sup> szerint kaolinból, de dús vasoxid-tartalmú vörösiszapokból is a *mész-szóda* eljárással jó kihozattal lehet  $Al_2O_3$ -at termelni.

A *mész-szóda* eljárásoknak bő kritikai méltatását találhatjuk a *Sbornik Rabot Labor*, valamint *Harkness és Spencer*<sup>48)</sup> összefoglaló munkájában.

Hasonlóképpen értékes összefoglaló munka *Pedersen-, Ginsberg-, Wrigge-é*<sup>49)</sup> a  $SiO_2$  —  $Al_2O_3$  — *CaO* fázis diagrammjairól. Külön méltatják a *Pedersen*-rendszernek alkalmazását kaolin, agyag, mész és bauxit dekompozíciónál. Vizsgálataik alapanyagát villamoskemencében állították elő.

I) *Redukcióval és esetleg CaO-adagolással dolgozó eljárások.*

*Strokov*<sup>50)</sup> nefelinek és urtitoknak a feltárásáért redukció közben *CaO*-nak az adagolását javasolja.

*Bettendorfer*<sup>51)</sup> bauxitot úgy dolgoz fel *vasra*, hogy csak olyan hőfokon tartja, amelyen az  $Al_2O_3$  még nem redukálódik. Ezután részleges oxidáció következik, amely lehetővé teszi, hogy a salaktól könnyen szeparálható a termelt vas. A részleges oxidációt az oldadékba fúvott levegővel éri el. Eljárása a vörösiszapra is alkalmazható.

*Byckerhoff*<sup>52)</sup> szénhamuból *CaO* adalékkal *Ca*-alumínátot állít elő, tehát a vörösiszap  $Al_2O_3$  és  $Na_2O$  tartalmát ez az eljárás is értékesíthetővé tenné.

*Klöckner-Humboldt-Deutz*<sup>53)</sup> agyagos anyagból, szilikátos bauxitokból, kemencék salakjából meszes kezeléssel és az  $Fe_2O_3$ -nak *FeO*-vá való alakításával



olyan termékhez jutnak, amelyekből az alumínát kiextrahálható. Réztartalmú anyag is alkalmas alumíniumoxid nyerésére.

A *Budavidéki Vasgyár*<sup>54</sup>) szabadalma szerint a vörösiszapot 5—10% CaO-val elegyítik, szénnel, koksszal keverik, kiolvasztják a vasat. Az értékes titán az erősen felhígított mészsalakba kerül.

Ehhez a módszerhez csatlakoztatható *Bejna*<sup>55</sup>) eljárása, aki poros anyagokat bauxittal zsugorít kohászati célokra. Nyilván vörösiszapot is használhat adalék gyanánt.

K) Az eddigi csoportoktól eltérő adalékokkal dolgozó módszerek :

*Dubey, Varshney, Sharma*<sup>56</sup>) bauxitokból 1200—1400°-on báriumaluminátot készítenek, ezt hidrolizálják  $Ba(OH)_2$  és  $Al(OH)_3$ -ra. Ha módszerüket vörösiszapra alkalmazzák, a titán báriumtitanát alakjában jelenne meg.

*Opatowski és Adamoli*<sup>57</sup>) alumíniumtartalmú szilikátokat bont meg termikusan, — folypát jelenlétében — 900—930°-on. Vízben oldva kapják az alkáli alumínátot, melyet  $CO_2$ -vel bontanak meg. A maradékot cementkészítésre használják fel, a kalciumtitanát tehát veszendőbe megy. A folypát használata drága, de vörösiszap esetében a redukált salak könnyen olvad és a titán a salakba kerül.

*Scholder*<sup>58</sup>) a bauxitot semleges sóoldat kíséretében ( $NaCl$ ,  $NaBr$ ) bontja meg alkáliakkal, amikor 1:1 mol  $Na_2O$  felesleg már elegendő. A hígítás után kikavarással kapja az  $Al(OH)_3$ -at. Vörösiszap ilyen behatás után vasra feldolgozható.

*Talmud, Strokov, Musyakov*<sup>59</sup>) hasonlóan az<sup>57</sup>)-es idézethez, nefelineket  $CaF_2$ -vel túlhevített vízgőz jelenlétében alakítják alumínáttá, ezeket kilúgozva, kikeverve  $Al_2O_3$ -at állítanak elő. Módszerük vörösiszapra is alkalmazható.

Ezeknek az eljárásoknak a műszaki kivitelezésére, akkor is, — ha vörösiszap feldolgozása szempontjából vizsgáljuk a nem kimondottan ezen a címen futóleírásokat, jó támaszpontot nyújt :

*Manilov*<sup>60</sup>) közleménye, aki zsugorított  $Al_2O_3$  tartalmú anyagoknak diffúzióval való kioldását tanulmányozza. A brikettekben 60—85%-nyi oldható ki. Értékes felismerésre jut vizsgálataiból :

*Haglund*<sup>61</sup>) aki először mutat rá arra a lehetőségre hogy alumíniumtartalmú ásványokat alkalikus folyadék jelenlétében magas hőmérsékleten és nyomáson lehet megbontani. Az alkalikus folyadék a granulált ásvány között áramlik és a megbontott iszap a folyadékkal együtt a bontó zónából távozik. Eljárása tehát az úgynevezett folytonos feltárásúnak egyik fázisát valósítja meg.

*Stewart*<sup>62</sup>) először kér védelmet szűrési nehézségek leküzdésére alumíniumtartalmú alkálikus lúgok derítésénél keményítő, vagy liszt használatára.

*Ginsberg*<sup>63</sup>) a *Haglund* és a hozzá hasonló pirogén-eljárások alkalmazásánál reá mutat arra, hogy nagy titántartalom a hidrolizist zavarja.

L) Szulfátokat, szulfitokat alkalmazó eljárások.

Ezekre nagyjából ugyanaz érvényes, mint amit <sup>38</sup>)—<sup>55</sup>) idézetben már elmondottunk, azaz java-részüket bauxit feltárását célozza, de az alább

összeállított munkák vörösiszap feldolgozására is alkalmazhatók.

*Fialkov-Shargorodski*<sup>64</sup>) magas hőmérsékleten olvasztja össze az anyagot nátriumszulfáttal.

*Hunyady, Budeus, Putnoky-Bobest*<sup>65</sup>) szilárd ammónszulfátot használnak 350° körüli hőmérsékleten. *Hunyady* a keletkező  $Fe_2(SO_4)_3$ -at  $SO_2$ -vel redukálja és mint  $FeSO_4$ -et kristályosítja. *Budeus* az alumíniumszulfát-oldat vastalanítását oldja meg a *Hunyadyétól* eltérő módon.

*Hohorst és Hsiang-Lin How*<sup>66</sup>) alkálihidroxiddal és  $SO_3$ -mal extrahálják ki az alumíniumvegyületet, a termékük gyakorlatilag vasmentes alumíniumszulfát, melyből az  $SO_3$  kihajtása után metallurgiai célokra jelentéktelen  $SiO_2$  tartalmú timföld készíthető.

*Machu*<sup>67</sup>) dús  $SiO_2$  tartalmú alumíniumércnek  $H_2SO_3$ -al való termikus redukcióját ismerteti. Az autoklávban való hevítés után az  $SO_2$ -t elűzve, jól szűrhető timföldhidrát keletkezik. Cikkében az ilyen eljárások szabadalmi gyűjteményét is közli. Főként tűzálló anyag előállítására alkalmas módszer, mert a nyert  $Al_2O_3$  az alumíniumgyártásra nem elegendő tisztaságú. Módszere hasonlít a

*Metallgesellschaft A. G.-éhez*<sup>68</sup>) ahol *Stahl* szerint dolgoznak.  $SO_2$  bevezetésével a vasnak több mint 90%-át oldatba viszik, a visszamaradó főtömegében  $TiO_2$ -ös keverékből konc. kénsavval tárják fel a titánt. Az  $SO_2$  visszanyerése hidrolízis árán történik.

Hasonlóképpen kéndioxidos eljárással dolgoznak *Klein-Steiner, Papp Jenő, Redlich-March-Adams*<sup>69</sup>)

*Strokov*<sup>70</sup>) szilikátdús bauxitokból a *Rhenania* szabadalmak és a *Norsk Al. Co.* eljárása szerinti  $Al_2O_3$  előállításának a lehetőségeit tanulmányozta. 90%-os kitermeléssel tudott a nátriumszulfát-mész eljárás szerint túlhevített vízgőzzel dolgozni.

*Strokov* egy másik eljárása szerint<sup>71</sup>) alumínium-oxidtartalmú anyagokat  $Na_2SO_4$  vagy  $K_2SO_4$ -el, gőz- és redukálógáz jelenlétében 1000—1100°-ra hevít. Az olvadékból a karbonátokat és alumínátokat kioldják, az  $SO_2$ -t pedig visszaalakítják kénsavvá. A szulfátok helyett biszulfátot használ a feltárára, a három *Spence*<sup>72</sup>) már 1899-ben, a módszert 1927-ben *Flick*<sup>72</sup>) újra vizsgálat alá veszi. A reakció alatt nem csupán a titán megy oldatba, hanem vas és alumínium is. Műszaki nehézségek mellett a módszernek súlyos gazdasági hátrányai vannak a nátriumhidrogénszulfát elbomlása következtében.

Ez utolsó csoportban összefoglalt módszerek a vörösiszap feldolgozása szempontjából ezidő-szerint — tudomásom szerint — sehol nem kerültek nagybani kivitelre, egyik-másikról az egyszerű számítás is eldöntheti, hogy vasdús bauxitok feltárására milyen előnnyel járnak, ha az oldatba kerülő szulfátot pörkölés után, mint értékes vas-oxidot tudjuk megnyerni.

\*

A vörösiszap nagybani hasznosításáról legújabb értesülést *Gould*<sup>73</sup>) cikkéből meríthetünk. Ő az *Alcoa* eljárását ismerteti, melynek *Ralph W. Brown* a feltalálója. Az eljárás kifejlesztésére indító okul szolgált, hogy az egyébként jól működő Bayer-



gyártás alapján olyan csekélyértékű, vagy éppen használhatatlan bauxitokat is fel akartak dolgozni, melyek az USA anyagtartalékául szolgálnak. Az első nagyszabású kísérletek 1942-ben kezdődtek, 1943-ban az üzemek már teljes kapacitással működtek.

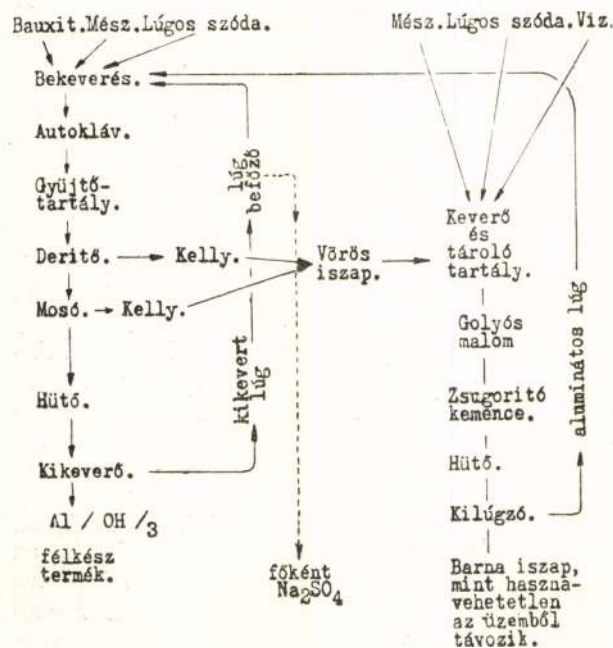
Az eljárás alkalmas *Arkansas, Georgia, Tennessee, Virginia* és *Alabama* államban található bauxitok felhasználására. Az arkansasi bauxitok átlagos összetétele — főalkatrészekre nézve — a következő határok között ingadozik:

$Al_2O_3$ .....	56—59%
$SiO_2$ .....	5—12%
$Fe_2O_3$ .....	1—3%
$TiO_2$ .....	kevés
Víz.....	27—30%

A kovasav főként kaolinba kötve van jelen. Az amerikai gyárak 7%-ban határolják a bauxit  $SiO_2$  tartalmát, ha Bayer szerint akarják feltárni. Az USA-bauxitok javarésze felette van ennek a határnak, tehát a feldolgozáskor sok timföld és nátron kerül a vörösiszapba. Ennek az elveszésére ítélt résznek a visszatérítésére való a *Brown-féle* «kombinált eljárás», mely a Bayer-feltárást zsugorítási folyamattal párosítva, jól kihasználhatóvá teszi a silányabb minőségű bauxitot is. 13%  $SiO_2$  tartalmú bauxitnál 30%-nyi  $Al_2O_3$  marad a Bayer iszapban. Ezt az iszapot alaposan elkeverik mésszel és szódafelesleggel zsugorítják, a cementgyártásban használatos forgókemencékben  $980^\circ$ — $1090^\circ C$  között. A terméket vízzel kilúgozva nátrium-alumínátot szűrnék le, a maradék pedig főként kalcium-szilikát — mert aránylag kicsiny a kiinduló bauxit vastartalma.

A gyártás menete a III. táblázat oszlopaiban látható. Baloldalt a normális Bayer-üzem, jobboldalt a vörösiszapzsugorító üzem látható a kilúgozóval, a kettő közötti kapcsolatot pedig a Bayer vörösiszap átadására szolgáló vezeték, valamint a zsugorított anyag kilúgozásából nyert alumínát lúgot visszaadó vezeték hozza létre.

III. táblázat.



A Bayer-eljárás kikeverőjébe kerülő túltelített lúgnak összetétele:

$Al_2O_3$ .....	80—90	g/liter
$NaOH$ .....	100—110	«
$Na_2CO_3$ .....	60—90	«

A kikeverés utáni összetételről nincs adat.

A gyár méreteire jellemzőek, hogy a vörösiszap + méssz + lúg összekeverésére 750 lóerős, motor szolgál, a zsugorításra kerülő sűrű pépnek szárazanyag-tartalma 60%.

A zsugorítókemencéből hét van üzemben egymás mellett, a szabadég alatt elhelyezve. Ezek 9·5 láb = 2·9 m átmérőjűek és 250 láb = 82 m hosszúak. Egynek-egynek a kapacitása 10 tonna óránként (nem mondja meg, hogy szárazanyagra vonatkozik-e az adat!). Hasonlóan mint a cementiparban, itt is karikára fűzött láncok keverik az iszapot egészen addig, amíg beszáradva gömböcskék formájában tova nem gurul a lángterbe. A kemence végén porfogóra nincsen szükség!

A Bayer gyári autokláv 50 pound /sqinch = 3·5 kg/cm<sup>2</sup> nyomással dolgozik. Különösen jellemző az üzemre — amit ugyan a leírás nem említ — hogy az autoklávból leeresztett keverék egy durva széjjelválasztóba kerül, ahol a homokos részek gyűlnek össze, innen pedig 35 láb = 10·6 m átmérőjű *Dorr*-rendszerű ülepítőbe jut. A túlfolyó lúgot *Kelly*-szűrőkön szűrik, az iszap pedig megy a zsugorítóba.

A *Dorr*-okban összegyűlő üledéket 55 láb = 16·8 m átmérőjű, szintén *Dorr*-rendszerű iszapmosókba viszik. Ezeknek túlfolyó lúgja szintén *Kelly*-szűrőbe kerül. A leszűrt folyadékot egyesítik a *Dorr* ülepítőkről a *Kelly*-ken átkerülő lúggal és — mint arra már előbb utaltunk — kikeverik. A mosó *Dorr*-ból kikerülő iszap szűrés nélkül elegyedik a *Kelly*-kről leválasztott iszappal és egyesítve jut a zsugorítóba.

A Magyar Aluminium és Könnyűfémipari Kutató Intézet is tervezte, hogy azt a nagyértékű kincset, ami timföldgyárainkban «vörösiszap» néven születik és amelyet nehezen kezelhető, az értékes nátront és alumíniumoxidot magával vivő »kellemetlen« mellékterméknek szokás mondani, hasznosíthatóvá tegye. Az I. és II. táblázat adatai alapján látható, hogy a vörösiszap alkalmas feldolgozási mód esetében sokmillió forint értékű nemes anyagot szolgáltat, jelentősen emelve a timföldgyártásunk gazdasági mérlegét. Ezzel természetesen fém-alumíniumtermelésünk is olcsóbb lehet.

Ezeknek a nagy értékeknek a megnyerésére azonban olyan rendszerű eljárást kellett kidolgozni, mely síma egymásutánban engedi meg az alkatrészek kiemelését anélkül, hogy műszakilag kivihetetlen, vagy gazdaságilag nehézségeket mutató helyzet állana elő a munkamenetben.

Legfőbb célként tartottuk szemelőtt a titán kinyerését. Eljárásunkkal ez a kényes és drága anyag olcsón juthat kezeink közé.

Az első próbálkozásokat a 26) idézetben már említett szarvaskői wehrli-feldolgozás nyomdokain



kezdettük meg, bár ennek az eljárásnak egyszerű átültetésével szemben mutatkozó műszaki nehézségeket előre láttuk.

Ugyanis az idézett szabadalom szerint a wehrli- ben levő vasvegyületeket gázáramban fémvassá redukálják, inhibitor jelenlétében alkalmazott kén- savval a titán-, magnézium-, alumíniumvegyülete- ket kioldják. Visszamarad a kovasav, a vas leg- nagyobb része és a gipsz. A maradékot pörköltve a gipsz megbomlik és így a vas is kohósítható lenne. Erősen bázisos salakkal dolgozva pörkölés nélkül is kohósíthatjuk a vasat.

A vörösiszapra ajánlott eljárásunk első lépése a Na-Al-hidroszilikátok termikus megbontásán alapszik. Ezt követőleg *mész adagolása nélkül* timföldgyári lúggal kifőzzük az aluminiátot és ez az oldat visszakerül a timföldgyárba. A maradék- kot vízzel kimossuk.

A maradék főtömegében vagy fémes vasat, vagy vasoxidokat, kovasavat és titán-dioxidot tartalmaz, csekély mennyiségű nátron és alumíniumoxid kísé- retében.

A csekély mennyiségű alumíniumoxid teszi lehe- tővé, hogy a vasra való kohósításnál a lehető legalacsonyabb olvadási pontú  $CaO-Al_2O_3-SiO_2$  tartalmú salakot állítsuk össze. Ez a salakmennyi- ség kevés kovasav miatt a vashoz képest szintén kevesebb, mint bármely más eljárásnál, tehát a salak — ha szándékosan ilyen irányba vesszük a kohósító reakciót — titánoxidban igen dús lesz és a titánfehér nyérésére éppen ezért kiváló alapanyag.

Vihetjük a kohósítást olyan irányba is, hogy a titán egyrésze a vasban gyülekezzen.

A kohósítási műveletnek ismertetett két változata nem csekély jelentőségű a magyar titánvagyonnak az értékesítésében.

Eredményünket az Intézet nagyfelkészültségű dolgozói hozták létre. A fontossága abban rejlik, hogy a termelvények értéke gazdasági életünk számára 50—80 millió forintot jelent, de az állam — mint szabadalomtulajdonos — használati díj fejében külső vállalatoktól is tetemes bevételhez juthat, ennek az eljárásnak az engedélyezésekor.

A bő irodalmi ismertetésben is azért állítottam össze az idevágó — ha a mieinkhez egyáltalában nem is hasonlítható — más eljárásokat, vagy más eljárási lehetőségeket, hogy világosan lehessen látni eljárásunk szabadalommal védhető tulajdonságát.

Hozzáteszem még azt, hogy a vörösiszapnak ilyen módon való feldolgozása a nyers bauxit kovasavtartalmának határértékét felemelheti éspe- dig a mai szűk körön jelentősen túlmenve. Ily módon ezidőszert csekélyebb értékű bauxitjaink haszno- síthatóságának is új lehetősége nyílik meg, a nálunk jól bevezetett Bayer-eljárás segítségével.

Az Intézet tagjai ernyedetlen kitartással, a kutatómunka nehéz és kényes kérdéseinek tisztá- zását fejlett tudásuk minden cseppjének befekteté- sével végrehajtva olyan eljárást nyújtottak át a Magyar Államnak, amilyent — kimondhatjuk a felsorolt irodalom alapján — külföldi kutatók a Bayer-üzem életbentartására és felvirágoztatására meg nem hoztak a nyilvánosság elé.

## IRODALMI ÖSSZEFOGLALÁS

1. D. R. P. 43.977 és 65.604.
2. Edwards, Mason, Ralph : Chem. & Met. Eng. Vol. 36.674. 1929.
3. Hall, Jackson, Fitch : Ind. Eng. Chem. Vol. 16.701. 1924.
4. Ullmann : Enzykl. 2. kiadás I. 304., idevágó irodalom 1927-ig. — Müller és Königsberger : Zts. anorg. allg. Chem. 104 (1918) 1—26. — Tamman és Pape : Zts. anorg. allg. Chem. 127 (1928) 43—68. — Waeser : Metallbörse 13. (1923) 2075. — Grüner : Zts. anorg. allg. Chem. (1929) 319. — Levando—Kurlina : Trudy Vsesoyuz Ist. 1940. No 20.
5. Gewecke : Reichsamt Wirtschafts-ausbau Chem. Berichte Prüf. No 93. 1941.
6. Coghill : Metal Ind., London 33. 9. 1928.
7. Barta : Bányászati Kohászati Lapok : Aluminium 1949. szept. 211.
8. Bugarev & Chemodanov : U. S. S. R. 64.594. 1945.
9. Alcoa : USA Pat. 1938.
10. Stokov : U. S. S. R. Pat. 42.066. 1934, 45.922. 1936.
11. Frazer, Holland, Miller : Journ. Ind. Eng. Chem. 9. 935. 1917.
12. Desai & Peermahomed : J. Ind. Chem. Soc. Ind. News Ed. 8. 9—13, 1945.
13. Flick : Darmstadt, Diss. 1927.
14. Helge Löfquist : D. R. P. 657.977—1938.
15. Vogel : Die Grundlagen der wirtschaftlichen Ver- arbeitung von Rotschlamm, Metall 1949. 261.
16. I. G. Farben. Noll. D. R. P. 726.429—1921.
17. Axel S. Burman : Brit. sz. 469.061—1937.
18. P. Haniset : Belga szabadalom 428.818—1938. — Dorren és Fréling : D. R. P. 677.276—1939.
19. Gant Gaiher : USA 2,356.157—1944.
20. Fabinyi : Magyar magas vastartalmú bauxitok vas- ércként való feldolgozása és bauxitcement termelése. Bány. Koh. L. 110. 1948. — Naszályi : Bauxitcementgyártás. Bány. Koh. L. 271. 1948. — Selmei : 1938/39. évi Pétfürdőn lefolyt bauxitkohósítási kísérletek eredményei. Bány. Koh. L. 169. 1948. — Stirling : Piritpörk és bauxit feltárási vörö- iszap hasznosítása vaskohászati célokra. Bány. Koh. L. 135. 1948. — Wisnyovszky : Öntészeti nyersanyaggyártás hazai nyersanyagokból aluminiát salakképzés mellett. Bány. Koh. L. 99. 1949. — Vécsey : Alumíniumvasérc redukálhatósága. Bány. Koh. L. 186. 1949. — Budavidéki Vasgyár magy. szab. 132.574—1944. — Csordás : Vasérepítő nyersanyagok vizs- gálata. M. Chem. Firat 86. 1933. — Bejna : Bány. Koh. L. 77. 181. 1944.
21. Waeser : Metallbörse 13 (1923) 123. lap.
22. Hiller : Metallbörse 14 (1924) 538. lap.
23. Vereinigte Aluminiumwerke A. G. : D. R. P. 525.908. 1927.
24. Waeser : Metallbörse 13. (1932) 2192. lap.
25. Montecatini : Ital. Pat. 344.027—1936. Francis Pat. 924.417—1938.
26. Hungária Kénsavgyár : Magyar szabadalom 1945-ből.
27. Paul Ippersiel : Francia sz. 812.394—1937.
28. Kogan : Teplosilowe Khoz. 1941. No 2. 32—35.
29. Swarup és Sharma : Trans Ind. Ceram. Soc. 4. 75. 1945.
30. Makray : Magyar szabadalom 115.530—1935.
31. Alais Froges & Camargue : USA 2,432.071—1947.
32. Vogel : Die Grundlagen der wirtschaftlichen Ver- arbeitung von Rotschlamm. Metall 261. 1949.
33. Waeser : Metallbörse 14. (1924) 538.
34. Nickelsen : (Norsk Al. Co.) Norv. 63.969—1941.
35. Campbell : USA 2,417.101—1947.
36. Lawrence Lymm : USA 2,442.137—1948.
37. Mazel : U. S. S. R. 66.233—1946.
38. Pedersen eljárás : Francia szab. 596.400—1925 ; 616.395—1927. Norv. szab. 44.305—1927.
39. Séailles : főként francia szabadalmak.
40. Müller-Jakovin—Peniakoff : D. R. P. 80.063 és 93.925.
41. Znoikov : U. S. S. R. 46.561—1936.
42. Syoitiro Nagai & Zyuzno Katayama : J. Soc. Chem. Jap. 41.253. 1938 és 41.310. 1938.
43. Paschke : Rundschau deut. Techn. 18. No 44. 1938.



44. Coles, Poholec, Dix : USA 2.283.849—1942.  
 45. Waldo (Alcoa) : USA 2.375.342—1945.  
 46. Lainer & Kütler : Tsvetnye Metal 19. No 6. 1946.  
 47. Frank Cservenyak : USA Bur. Mines, 4069, 1947.  
 48. Sbornik Rabot. Lab. Gosudarst Inst. Prikladnoi Clum, 1940. No 32. 25—40; 54—63; 64—72; 78—82; 82—86; 95—114; 115—128; 128—134; 134—147; 144—166; 166—179; 179—199. oldalakon levő cikkek. — Harkness, Spencer : Chem. Age (London) 56.607—13. 1947. — Pryterch, Harkness, Spencer : Chem. Age, London 56.339. 1947.  
 49. Pedersen, Ginsberg, Wrigge : Metall u. Erz. 41. 32. 1944.  
 50. Stokov : Trans. State Inst. Appl. Chem. U. S. S. R. No 29. 1936. U. S. S. R. Pat. 45.922—1936. — Stokov és munkatársai : U. S. S. R. Pat. 44.245—1935.  
 51. Bettendorfer : D. R. P. 654.611—1937.  
 52. Byckerhoff : Reichsamt Wirtschaftsbaue Chem. Ber. Prüf. No. 93. 1941.  
 53. Klöckner—Humboldt—Deutz A. G. : Belga szabadalom 448.520—1943.  
 54. Budavidéki vasgyár : Magyar szabadalom 132.574—1944.  
 55. Bejna Ferenc : Bány. Koh. Lapok 77.181. 1944.  
 56. Dubey, Varshney, Sharma : Proc. Nat. Acad. Sci India 8. 40. 1938.  
 57. Opatowski & Adamoli : Brit. sz. 487.362—1938.  
 58. Rudolf Scholder : Brit. sz. 486.255—1938.  
 59. Talmud, Stokov, Musyakov : U. S. S. R. 56.544—1940.  
 60. Manilov : Tsvetnye Metal No 7. 1940.  
 61. Haglund : D. R. P. 711.017—1941.  
 62. Stewart : (Dorr Co.) : Brit sz. 522.691—1940.  
 63. Ginsberg : Reichsamt Wirtschaftsbaue Chem. Ber. Prüf. No 93. 1941.  
 64. Fialkov—Schargorodskii :  
 65. Hunyady : D. R. P. 665.236—1937.— Britt pat. 456.500—1936. — Budeus—Putnoky—Bobest : Magyar szabadalmak.  
 66. Hohorst és Hsiang-Lin How. Journ. Chem. Eng. China, 4.227. 1937.  
 67. Machu : Metall und Erz. 35.499. 1938.  
 68. Metallgesellschaft A. G. Stahl irod.  
 69. Elemér Klein—Rudolf Steiner francia szabadalom 836.454—1939. — Papp Jenő : Magyar szabadalom. — Redlich, March, Adams stb. J. Eng. Chem. 38. 1181. 1946.  
 70. Stokov : Trudy Vsesoyuz 1940. No 20.  
 71. Stokov : U. S. S. R. 59.054—1941.  
 72. Spence : (F. M.—D. D.—J.) : D. R. P. 123.860—1939.  
 73. Gould : Ing. Eng. Chem. 37. 796—802. 1945.

## Hozzászólások

### Dr Sigmund György :

Dr Lányi professzor úr értékes előadása, úgy érzem, általános érdeklődést keltett mindazoknál, akik tisztában vannak azzal, hogy milyen nehézséget jelent a timföldgyárak számára a termelt timföldnél nagyobb mennyiségben keletkező vörösiszap eltávolítása és tárolása. Miután évtizedeken keresztül a vörösiszapnak iparilag számbavehető feldolgozására nem került sor, minden timföldgyár mellett valóságos hegyek formájában jelentek meg a hányóra került vörösiszap mennyiségek, melyekről a szakértők tudták, hogy igen nagyértékű anyagokat tartalmaznak, mint ezt Lányi professzor úr összeállításából is láthattuk.

Külön érdeklődésre tarthat számot az Aluminium Kutató Intézet ismertetett eljárása, mint az első olyan eljárás, mely a vörösiszapnak minden jelentős alkotórészét feldolgozza és mint ilyen, az összes ismertetett laboratóriumi eljárások közül a legjobbnak látszik.

Iparilag eddig két olyan eljárás van, mellyel nagyobb vörösiszap mennyiségeket dolgoznak fel egyes alkatrészek kinyerésére. Az egyik az említett kombinált eljárás (Gould Ralph és Brown) és a

másik a Peffer szabadalma alapján történő marónátron kinyerőeljárásnak Magyaróváron alkalmazott változata.

Lányi professzor úr előadásában említést tett a magyaróvári módszerről, közölve, hogy az Aluminium Kutató Intézet vizsgálatai szerint, a túlságos mérszadagolás következményeképpen a nagyon értékes  $TiO_2$  kinyerése a meszezett iszaphól nagyon nehéz vegyi műveletté válik.

Szeretnék rámutatni arra, hogy ezt az eljárást abban az időben dolgoztuk ki, amikor Magyarországon marónátron nem volt, a behozatal igen nagy nehézségekbe ütközött, a timföld iránti kereslet egyre nőtt és marónátron nélkül a gyárak beláthatatlan nehézségek elé kerültek volna. Megjegyzem azt is, hogy titándioxid iránt kereslet abban az időben nem volt. Végül pedig, nem is állott rendelkezésre más kellően kidolgozott és iparilag megvalósítható módszer, mint amelynek alapján 1947-ben megkezdtük a magyaróvári vörösiszaphól a marónátron regenerálását.

Az eljárás egészen egyszerű berendezésekkel, aránylag igen csekély beruházással valósult meg és a költségeket lényegesen csökkentette a vörösiszapnak feliszapolás utáni szivattyúzással való továbbítása, valamint egyéb jelentős újítások. Az akkori nehéz anyagi helyzetben, az egyetlen járható út volt az eljárásnak olcsó eszközökkel való bevezetése és végrehajtása és a továbbiakban éppen ez tette lehetővé azt, hogy az eljárás gazdasági szempontból is rentábilis volt.

Az eljárás bevezetése óta eltelt több mint két év alatt több ezer tonna marónátront termeltünk, többmillió forint értékben és ennek megfelelő értékű külföldi valuta maradt az országban. Mint ismeretes, ez a marónátronregeneráló eljárás jelenleg két timföldgyár lúgszükségletét látja el és megvalósítása nélkül a magyaróvári timföldgyár több százezer tonna vörösiszapja mai napig kihasználatlanul a hányón heverne.

A meszezett vörösiszap a Bejna-Visnyovszky-eljárás legújabb változatával akadálytalanul dolgozható fel a nagyolvasztóban.

Az Aluminium Kutató Intézet ismertetett eljárását, sajnos, még csak laboratóriumi méretekben ismerjük, természetes azonban, hogy sor fog kerülni az eljárásnak kisüzemi és később üzemi méretekben való kipróbálására; éppen azért szeretnék üzemi szempontból rámutatni azokra a nehézségekre, melyek a nagyüzemre való átvitelnél feltétlenül jelentkezni fognak.

Ezzel természetesen nem az Aluminium Kutató Intézet eljárásának értékét akarom kisebbiteni, hanem azt szeretném elérni, hogy ezeknek a nehézségeknek a felsorolása a jelenlevő szakembereknek alkalmat adjon arra, hogy észrevételeikkel és ötleteikkel csökkentsék az eljárás ipari megvalósításának nehézségeit.

Meg kell jegyezni azt, hogy a Lányi professzor úr által bemutatott iszapösszetétel, mint ő maga is említette, ideális iszapra vonatkozik. Az általa számított összetétel alapján 100 tonna timföld előállításánál 82 tonna vörösiszap keletkezik, míg gyakorlatban ez a szám 30—40%-kal is nagyobb lehet. Száz tonna termelt timföldre 100—110 tonna



a keletkező száraz iszap mennyisége és ehhez jön még kb. 40% tapadó nedvesség, mely a kalcináláshoz való szállítás és a kalcinálás költségeit jelentősen növeli.

Az eljárás ipari méretekben való kivitelénél először a kalcinálás módja és költségei fontolandók meg. A vörösiszap szállításra és egyenletes adagolásra igen alkalmatlan anyag és az esetleges feliszapolással történő szállításnál a kalcinálás költségeit a felhasznált víz mennyisége is növeli. Az iszap finom eloszlása következtében nagyon lényeges pont volna a kalcinálásnál keletkező por visszanyerése, mert optimista becslés szerint is, a kiszáradt vörösiszappornak legalább a fele a füstgázakkal tenné együtt meg az utat a por-kinyerőberendezésig és mint feleslegesen keringő ballasztanyag terhelné a költségeket. Így a keletkező iszapmennyiséget figyelembevéve, a kalcinálás maga teljesen új üzemi berendezés felállítását kívánja.

Az alumíniumlúggal való kifőzés problémái elsősorban azzal állnak összefüggésben, hogy mennyi idő alatt és milyen hőfokon következik be az iszap és az alumínatlúg közötti reakció. A költségeket a kalcináló üzemből való szállítás, valamint magának a kifőző üzemnek beruházási és kezelési költségei is növelik.

A főzött iszapnak a lúgtól való elválasztása szűrés előtt, feltehetőleg ülepitéssel fog történni és itt megjegyzendő az, hogy ha a timföld tartalmát vesszük figyelembe, az egységnyi lúgtérfogatban lévő iszapmennyiség jelentékenyen több lesz, mint pl. a Bayer-eljárásnál. Feltétlenül szükségesnek látszik az ellenáramú kimosás valószínűleg több fokozatban.

A szűrés kérdésénél megfontolandó az, hogy az új eljárás szerint dolgozva, a Bayer timföldgyárban ismét vissza kellene térni a vörösiszap szűrésére, míg a jelenlegi eljárás szerint, Magyaróváron csak a meszezett iszap kerül szűrésre, melynek szűrési tulajdonságai kiválóak. A meszesiszap szűrésénél a Kelly szűrőberendezések kapacitása háromszorosra, illetve felületre számítva hatszorosra emelkedett, a vörösiszappal szemben.

Az új eljárás szerint előállított, főleg vashidroxid-tartalmú iszap szűrési tulajdonságai szintén csak üzemi kísérletekből állapíthatók majd meg.

A nyersvassá való feldolgozás, mint említettem, a meszesiszappal is jól megy. Az új eljárás szerinti iszap feldolgozása, feltehetőleg, még könnyebb lesz, miután a szennyezések lényegesen kisebb százalékkal fordulnak benne elő. Ez a tény, valamint a titándioxid kinyerése, természetesen az új eljárás költségeit csökkenti.

Összefoglalva az elmondottakat, az Aluminium Kutató Intézet új eljárása, a Lányi professzor úr által előadottak alapján, laboratóriumi méreteken, biztatónak mutatkozik.

Az ipari méretekre való átvitelnél azonban ez az új eljárás új üzemet is jelent, melynek jelentékeny üzemi és amortizációs költségei lesznek. Az eljárás ipari alkalmazásánál tehát a kisüzemi kísérletek eredményei és az azok alapján készült előkalkuláció lesz a döntő.

#### **Marsek Zoltán :**

Egyetért az előtte szóló Sigmond kartással azoknak a nehézségeknek kérdésében, amelyeket üzemi szempontból felvetett. Meg van azonban győződve arról, hogy az Aluminiumkutató Intézet dolgozóinak sikerülni fog a nehézségeket legyőzni és a timföldipar számára olyan eljárást biztosítani, hogy a melléktermékeket teljes egészében feltudjuk dolgozni és így a bauxitot teljes mértékben értékesíteni tudjuk.

#### **Dr Tetétleni Péter :**

Lányi kartárs eljárásánál minden bizonnyal nem lesz közömbös, hogy milyen vörösiszapot használ fel. Úgy látja, hogy a legjobb eredményt iszkaszentgyörgyi bauxitból származó vörösiszappal fogja elérni. Az iszkaszentgyörgyi bauxit igen jól tárható fel és az ebből származó vörösiszap vas- és titántartalma magasabb, mint más vörösiszapoké. Alacsony az alumíniumoxid-tartalom és alacsony az izzítási vesztesége. Azt találja helyesnek, hogy ha az iszapfeldolgozást optimális körülmények közt kezdik és azután foglalkoznak gyengébb minőségű anyaggal. Az eljárás vasat és titánt akar eredményezni, tehát az ebből többet tartalmazó vörösiszapot kell feltárni.

#### **Dr Evva Ferenc :**

Aziránt érdeklődik, hogy operatív vonalon van-e már valami elgondolás. Az a kísérlet, amit a laborban végrehajtottunk, nagyiparilag csakis akkor válik ökonomikussá, ha megfelelő gépi berendezés támogatja. A kalcináció helyes keresztülvitele igen kényes és nagyiparilag nehéz feladat. Érdeklődik a feldolgozás részleteiről és kívánatosnak tartja, hogy az eljárás kivihetőségét apparatív vonalon is megvizsgálják.

#### **Jakovlieff :**

Az után érdeklődik, hogy mechanikai, vagy más fizikai elkülönítési módszert kipróbáltak-e a vörös iszap egyes alkotó részeinek széjjelválasztására ?

#### **Dr Nahoczky Alfonz :**

A kohászati utat egyszerűbbnek tartja, szerinte a vegyi út igen komplikált módon van felépítve, amit nem indokol az oly fontosnak tartott titánkinyerés lehetősége.

A kohászati megoldásnál nemcsak a vas nyerhető ki, hanem a nátriumsók nagyrésze is, a veszteség csak a titán és a kevés alumíniumoxid. A kohászati megoldás kikapcsolja az apparatív nehézségeket, amit komoly kísérletek bizonyítanak. Elmarad a szárítási művelet, egyszerű zsugorítás útján oldódna meg a nehézségek. A kohósítás tehát nem probléma. A titánkinyerésnek nem tulajdonít olyan nagy fontosságot, mert Svédországban hegyek vannak titándús ércekből. Ha a titánnak nemzetközi viszonylatban is olyan értéke volna, ezeknek a hegyeknek a feldolgozása már megindult volna. Egyedül a titánfesték az, amely nagyobb mennyiségű ilyen anyagot igényel, de a fogyasztás mégsem akkora, hogy komplikált vegyi eljárások mellett is rentábilis volna a kihozatala. Az a kérése, hogy



a kohászati eljárást is, a nátrium sók kinyerésével egybekapcsolt kísérletekkel támasszák alá. Az ezek eredményére támaszkodó kalkulációt kellene aztán a vegyi eljárás kalkulációival egybevetni és a gazdaságilag előnyösebbnek mutató eljárásokra nagyobb beruházásokat eszközölni.

A kohászati eljárást a budavideki Vasgyár akarta megvalósítani, ahol már a nátriumsók tervszerű kinyerése is tervezve volt. Az alkáliák a salakból nagyrészt eltűnnek és a szállóporral távoznak. Diósgyőrött az alkáliát a szállóporból egyszerű kimosással nyerik ki. Mivel a gázáramban 8—10% szén-sav is van, ennek hatására itt főleg nátrium-karbonátról lesz szó. A Pétfürdőn kohósított vörösiszap salakjában csak 10-ed %-okban találtak alkáliát. Igen kellemes meglepetést okozhat a vörösiszaptól kohósított nyersvas minősége ép-úgy, mint a bauxitnyersvasé. A vörösiszaptól kinyerhető nyersvas nagy értéke kb. évi 30.000 tonna, öntészeti szempontból igen jelentős mennyiség. Akuttá válik ennek az eljárásnak a kivizsgálása, mert 30.000 tonna minőségi nyersvas nagyjelentőségű különösen akkor, amikor a kinyerésére szolgáló eljárás egyszerű, nem igényel különleges berendezést. Gazdaságilag egyszerűsége miatt valószínűleg feltudja venni a versenyt a vegyi eljárással. Ezt a kísérletsorozatot meg kell indítani, mert az ország szükséglete szempontjából nagyjelentőségű.

#### Lányi Béla:

Természetes, hogy ahányféle bauxit van, annyiféle a bauxit vastartalma. Ez azonban nem lesz döntő arra nézve, hogy az egyes eljárásokkal versenyezzenek a vegyészek. A vas csekély mennyiség, ami itt szóba jövet. A vegyi vonalon alkalmazkodni kell a timföldgyár mai berendezéséhez. Az eljárás olyan legyen, amely a timföldgyár gépeivel teszi lehetővé a kitermelést odáig vinni, amíg a kohászok martalékává válhat. A vegyészek vissza fogják venni a salakot és tovább értékesítik.

Ami a vörösiszap előkészítését illeti a processzusra, úgy a kohászati, mint a vegyi vonalon szükséges a beszárítás. Ez jelentős energiavesztéssel jár. Gazdaságosabb lenne az eljárás, ha vizes oldatban lehetne megoldani, vagy ha sikerülne olyan vörös-

iszaphoz jutni, amelyet nem kell beszárítani. Ha ezt figyelembe vesszük, akkor más irányt kell vennie a Bayer-gyár egyik szektorának. Ez külön kérdés.

*Sigmond, Marsckek és Evva* kartársak felszólalására, a készülékek megszerkesztési nehézségeivel kapcsolatosan, az előadó azt válaszolja, hogy az eljárás ismertetésére a szabadalomjogi helyzet mellett teljes részletességgel nem térhetett ki. Ha ezt megtehetné volna, akkor látni lehetne, hogy szűrési nehézségek nincsenek. Üzemi nehézségekkel természetesen mindig számolni kell és kicsiny kísérleti üzemben való tapasztalatgyűjtés szükséges, hogy ezeket a nehézségeket át lehessen hídalni és a legmegfelelőbb szerkezeteket ki lehessen keresni.

*Jakovlieff* kérdésére, hogy flotációval a vörösiszap egyes alkotórészeit meg próbálták-e kutatni, az előadó azt válaszolja, hogy a mikroszkópiai kép alapján is lehet látni, hogy a flotáció nem sok reménnyel kecsegtet, de irodalmi vonatkozás is van a flotációval és fajsúly szerinti elválasztással kapcsolatos elkülönítő módszerekre amelyeket még nagyondrága oldatok alkalmazásánál is csak igen rossz kihasználással lehet alkalmazni.

*Nahoczky* felszólalására dr. Lányi válaszolja, hogy természetesen egy Kutató Intézet vezetőségének még a saját eljárásai érdekében sem szabad elfogultnak lenni. Nyilvánvalóan napirenden kell tartani más elgondolásokat is a vörösiszap hasznosíthatósága érdekében. A kohászati vonalról meg lehet állapítani, hogy rögtönösségnek kétségtelenül jelentős alkalmazási mód. Azonban, ha meggondoljuk, hogy egy térfogatnyi termelt vasra e térfogat sokszorosa szükséges a salakmennyiségben, hogy a salak kellő hőfokon híg folyós legyen, akkor azt látjuk, hogy mint az alumíniumoxid, mind a titán-dioxid igen nagy hígításban kerül a salakba, ahonnan csak a Pedersen-eljáráshoz hasonló módszerek szerint lehetne a visszanyerésre gondolni.

A kohászati vonalon a nátriumoxid kinyerhetőségének a módját nem ismerem, erre válaszolni, vagy ezt a módszert elbírálni éppen emiatt, nem is tudom.

A diósgyőri kísérletek nem adtak tiszta képet arról, hogy a salakkal mit lehet kezdeni.





# A timföldgyári vörösiszapok $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmának vizsgálata és új $\text{Na}_2\text{O}$ -meghatározó elektrolitikus készülék ismertetése

DR PAPP ELEMÉR

Др. Папп Елемёр:

## КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ.

Автор предлагает применить электролиз с целлофаной диафрагмой для определения весь  $\text{Ia}_2\text{O}$  красного шлама глиноземных заводов, работающих по способ Байера. Он сопоставляет другие методы, особенно методы определяющие  $\text{Ia}_2\text{SO}_4$ , и покажет их ошибки.

Он констатирует, что весь натрий красного шлама находится в следующих видах:

- 1) Часть растворимая с водой.
- 2) Часть способная на обмен.
- 3) Твердо связанная часть.

## SUMMARY

A new method is described to determine the total amount of  $\text{Na}_2\text{O}$  in red mud of alumina plants working with the Bayer process. A new electrolytic cell containing a cellophane diaphragme is recommended.

Various methodes, for determination of  $\text{Na}_2\text{O}$  especially in form of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  are compared, and their failures are described.

It is stated, that the total  $\text{Na}_2\text{O}$  is in 3 boundary form there in the red mud:

1. water soluble part,
2. part in which the  $\text{Na}$  ion is to be exchanged,
3. strong bounded part.

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine, mit Zellophan versehene elektrolitische Zelle wird empfohlen zur Bestimmung der gesamten  $\text{Na}_2\text{O}$  Inhalt des roten Schlammes, der mit Bayer Prozess arbeitenden Tonerde-Fabriken.

Verschiedene Bestimmungsmethoden, insbesondere die  $\text{Na}_2\text{O}_4$  Methode wird verglichen und die Fehlerquellen derselben werden diskutiert.

Verfasser behauptet, dass das Gesamtnatron des roten Schlammes ist in drei Bindungsformen vorhanden, u. zw.

1. Wasserlöslicher Anteil.
2. Ion-austauschbarer Anteil.
3. Fest gebundener Anteil.

Hazai timföldiparunk erős fejlődésben van és egyre nagyobb mértékben dolgozza fel belföldi bauxitkincsünket, mégpedig kizárólag a lúgos, Bayer-féle feltárás segítségével. Ennél az eljárásnál a bauxit fel nem tárt része, úgynevezett vörösiszap formájában különül el. A vörösiszap színe magas vasoxidtartalmát jelzi (30—58%). De van ebben a hulladékanyagban 10—20% fel nem tárt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 4—6%  $\text{TiO}_2$ , 6—10%  $\text{SiO}_2$ , továbbá 0.7%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0.4—4%  $\text{CaO}$ , kevés  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}_2$  mellett állandóan nagy  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom is. Ennek értéke 8—11% között mozog.

Mivel a vörösiszap mennyisége tekintélyes és kereken a felhasznált bauxitmennyiség felét is kiteheti, jelentős vegyi értékek forrásául szolgálhat.

Az Aluminium Kutató Intézetnek ebben az irányban folytatott tervszerű munkái során többek között előtérbe lépett a vörösiszap  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmának kérdése.

A  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom majdnem kizárólag a lúgos feltárás alkalmával kapcsolódik a vörösiszap alkotórészéül és például egyik timföldgyárunknál több-ezer kg marólúgmennyiséget képvisel.

A vörösiszap értékes alkotórészeinek szétválasztására irányuló törekvéseknél elsők között szerepelt a  $\text{Na}_2\text{O}$  kihozatala.

Itt ismeretes volt a Harry C. Pfeffer-féle, úgynevezett kausztifikáló eljárás. Lényegében nem más, mint a szuszpendált vörösiszapnak oltott méz-tejjel törtendő kausztifikálása: a vörösiszap oldható és kötött  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmának egy része  $\text{NaOH}$ -vá alakul, a vörösiszap pedig a képződött oldhatatlan  $\text{Ca}$ -sók hatására jól ülepedővé lesz. Az összes lúgkihozatal, mivel kedvezőtlen egyensúlyi állapotról van szó, a képződött nátronlúg töménységétől függ. 0.5%-os marólúg képzése esetén sokszor az összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom 80%-a is kivethető, míg 2%-os marólúgnál ez az érték körülbelül 50-re csökkenhet. Már ez a tény egymagában is felhívta a figyelmet az iszap nátronkötéseinek különleges természetére.

A vörösiszap nátronkérdésével szorosan összefüggött az elemzés problémája.

A nátriumoxid-meghatározások a legnehezebb és leghosszadalmasabb elemzések közé tartoznak. A legismertebb és legszokásosabb a nátriumszulfát formájában törtendő, súly szerinti elemzés. (L. Merck Chemisch Technische Untersuchungsmethoden, 1939. 15. o.). Ennél az eljárásnál az összes kationt ammoniumhidroxiddal, ammoniumszulfiddal és ammoniumoxalattal lecsapjuk és az ammonios szüredékből, bepárolás és az ammonios elűzése után kénsavat téve az oldathoz, az összes alkáli- és magnéziumszulfátot súly szerint mérjük. Amennyiben az V. osztály nátriumon kívül még káliumot és magnéziumot tartalmaz, úgy azok külön határozandók meg.

Általában a magyar timföldgyárak eddig ezt a meghatározási módot használták. Számos kísérlet és azoknak kiértékelése után ezen módszernél az alábbi hibaforrásokra kell felhívni a figyelmet:

a) Nem jó az a módszer, amelynél a nátriumoxidmeghatározás csupán 0.1 gramm alapanyag végső feldolgozásán alapul. Az a módszer tehát, hogy 1 gramm feloldott és feltárt mennyiséget törzsoldat formájában normállombikba töltünk és abból csak egytizedét dolgozzuk fel, elvileg pontatlan, ez ugyanis azt eredményezi, hogy a nyert nátriumszulfátsapadék súlya még az eredeti anyag 10%-os nátriumoxidtartalma mellett is csupán 20 milligramm körül van. A hibaforrás itt túlnagy. Megbízható értéket legalább 50—60 milligrammos nátriumszulfát-mérésnél kaphatunk. A mi elemzéseinknél, 80—120 milligrammos nátriumszulfát-mennyiségeket mérlegeltünk.



b) Mivel különösen a harmadik osztállyal lecsapott alumíniumhidroxid igen makacsul tartja vissza a nátriumionokat, feltétlenül a harmadik osztályt kétszer kell lecsapni.

c) Az ammonsók elűzése után a kénsavas bepárolásnál gondot kell fordítanunk arra, hogy a kiizzítás legalább félóra hosszát, 700—800 C° között történjék. Alacsonyabban kiizzított nátriumsulfát könnyen biszulfáttartalmú, savanyúan reagál és indokolatlanul magas értéket ad. (2.) Egyes szerzők a biszulfátmaradék biztos elűzése céljából, ammonium karbonátot tesznek az izzítás előtt a csapadékhoz. A 800 C° feletti huzamos izzítás csekély  $Na_2O$  párolgási veszteséget okoz.

d) Megállapításaink szerint több nátriumoxid-elemzés hibás volt azért, mert az összes szulfát-csapadék, levonva belőle a külön számított magnéziumszulfátmennyiséget, még tartalmazott egyéb, nem vízoldható csapadékot. Elsősorban alumínium és vas megy át a különböző kvantitatív vizsérések dacára is. Volt rá eset, hogy a víztiszta szüredék bepárlása után a szulfátcsapadék 25%-át is harmadik osztályba tartozó ionvegyületek alkották. Éppen ezért feltétlenül szükséges, hogy a kiizzítás után kapott szulfátmaradékot megegyeszer forró vízben és sósavban feloldjuk teljes harmadik és negyedik osztály elválasztás végett, legalább is abban az esetben, ha a szulfátcsapadék forró vízben nem oldódik kristálytiszta.

A módosított  $Na_2SO_4$ -eljáráshoz tartozik, főleg alumíniumötvözeteknél használt úgynevezett oxalsavas eljárás (3., 4.).

Itt az alumínium főtömegének klorid formájában történő eltávolítása után a  $Na$ , mint  $NaCl$  van jelen. Az 50 cm<sup>3</sup>-nyi oldathoz 30 gramm oxalsavat adunk és szárazra pároljuk. Bepárlás után 1/2 órát Bunsenlángon izzítjuk a csészét, mikor is a  $NaCl$   $Na_2CO_3$ -á alakul.

A kihült maradékot forró vízzel szűrőn kimossuk, a tiszta szüredéket  $NH_3$  alkalikussá téve  $(NH_4)_2S$ -t adunk hozzá 10%-os oldatban és 5 cm<sup>3</sup> 5%-os  $(NH_4)_2C_2O_4$ -oldatot, valamint 5 cm<sup>3</sup> 10%-os  $(NH_4)_2CO_3$ -oldatot. Felforralva, 3—4 órát üleptjük. Szűrés, mosás után kénsavas hozzáadás, bepárlás és 130 C°-os szárítás, majd ammonsóelűzés következik.

Platinacsészében izzítunk 7—800 C°-os izzási hőmérsékleten, a kapott  $Na_2SO_4$ -csapadékot újból oldva,  $Fe$ -ra,  $Al$ -ra,  $Zn$ -ra és  $Mg$ -ra vizsgáljuk.

Több helyen használt  $Na_2O$  elemzési módszer a cink-uranyl acetatos (5., 6.). Az  $UO_2$  sók hiánya miatt, mint állandóan használt üzemi elemző-módszer nem ajánlható, annál kevésbé, mert semmivel sem gyorsabb és pontosabb a jól végzett  $Na_2SO_4$ -es elemzésnél.

Lényege, hogy a kevés  $Al$ -t és  $Fe$ -t is tartalmazó, tömény, sósavas  $Na$ -oldathoz, amit 2—5 cm<sup>3</sup>-re lepároltunk, 10 cm<sup>3</sup> cink-uranyl-acetat oldatot adunk (10 g  $(UO_2)_3(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  + 6 gramm 80%-os  $CH_3COOH$ , + 65 gramm  $H_2O$ , + 30 gramm  $Zn(CH_3COO)_2$  + 3 gramm 30%-os  $CH_3COOH$  + + 65 gramm  $H_2O$ ). A kémli oldat készítése után szűrendő, 10 cm<sup>3</sup> 8 milligramm  $Na$ -t tud kicsapni.

A nyert csapadék finom, sárgás, 2 óra ülepedés után szűrhető üvegszűrőn. Mosás kevés alko-

hollal, éterrel, alacsony hőfokon szárítás. A csapadék összetétele:  $Na Zn (UO_2)_3 (CH_3COO)_9$ . A nátrium faktora 0.01495.

Újszerű  $Na_2O$  meghatározási eljárás, amelyet fémalumínium elemzéseknél használnak, az úgynevezett kiolvasztásos módszer (7.).

Ennél 100 gramm anyagot vastégelyben olvasztunk 15°-ig, azután a kihült tömböt és a tégelyt, valamint tégelyfedőt meleg, desztillált vízzel kimosuk. A vizes mosófolyadék tartalmazza a nátriumot  $Na_2CO_3$  formájában. Az olvasztást és kimosást megismételve, a mosóvizet metilvörös indikátor jelenlétében  $n/100 H_2SO_4$ -gyel vörös színig titráljuk. A módszer pontos eredményeket ad.

A nátronnak, mint alkalilúgnak titrálása szokásos rezolsavas indikátor jelenlétében timföldből forró vízzel kimosott alkali meghatározásánál is. Shilling & Levine (8.) a titrálást indigosulfát indikátorral és sav helyett ismert titerű  $KHSO_4$ -oldattal végzi. A nátriumnak  $Mg$  dús anyagból történő gravimetrikus  $Mg-Na-UO_2$  acetatos elemzését Rauch, Heringen dolgozta ki (9.).

A  $Na_2SO_3$ -es meghatározás pontosságára szilikátokból történő vizsgálatoknál P. J. Elwing & Po Chuan végzett megfigyeléseket (10.).

Különösen a képződő biszulfát elbontásának fontosságát hangsúlyozza.

Gyors és pontos  $Na_2O$  meghatározási módszer, alumínát lúgoknál a László Antal által kidolgozott turbidimetrikus eljárás (11.).

A  $Na$ , illetve  $Na_2O$  meghatározható természetesen spektroszkópiai úton is (12.).

Részleteiben Thanheiser u. Heyes (13.) ismerteti, ők az elemzendő oldatot porlasztóból juttatják acetylen-oxygénlángba. A megfelelő vonalak fénye fényelektromos cellára hat, mely Lindemann-elektrométerrel van kapcsolatban. Az elektromos feltöltés ideje egyenes arányban van a vizsgált elem lángban mutatkozó koncentrációjával. Az eljárás érzékeny, de kényes és sok előzetes kalibrálást igényel.

A korszerű spektrográfiai  $Na$ -meghatározás módszerei ipari (szériaelemzések) kiviteli formájában szintén használhatók. J. B. Marling (14.) ismert egy Bausch-féle kvarespektrografot, amely 2.200—7.000 hullámhárta 25 cm szélességben visz fel, hozzá Leeds-féle automatikus mikro-fotometert használ. Elektrodának igen tiszta Dow-grafitot alkalmaz,  $Na_2O$  meghatározható 0.001%—3%-ig. A meghatározás 40'-ig tart.

Egyszerű és gyors  $Na_2O$  meghatározást ismertet K. A. Vasilev (15.).

Trudy Vsesoyuz (16.).

A  $Na_2O$ -ra vizsgálandó mintát 1 gramm  $Ba(OH)_2$ -vel forralják, majd a forró oldaton  $CO_2$ -t vezetnek phenolftalein elszíntelenítéséig. Ezután az oldatot csapadékkal együtt mérőlombikba téve meghatározott részt átszűrnek, a bikarbonátot forralással elbontják, azután az oldatot ismét szűrve, a keletkező  $Na_2CO_3$ -t 0.1  $n HCl$  segítségével kevert indikátor jelenlétében (metilorange + indigocarmin) megtitrálják.

A módszert kipróbáltuk és a vörösiszap  $Na_2O$  tartalmára vonatkozólag igen értékes útbaigazításokat adott. Segélyével jól megállapítható a vörös-



iszap oldható és ion kicserélhető  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalma. Néhány érdekes vörösiszap elemzési adat:

	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ -s módszer	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ -es módszer
	6·28%	8·45%
$\text{Na}_2\text{O}^0\%$	3·06%	9·25%
	3·09%	8·77%
	3·09%	8·05%

A  $\text{Na}_2\text{O}$  gyors meghatározásának módszerei közül nagy figyelmet fordítottunk az elektrolitikus eljárásokra.

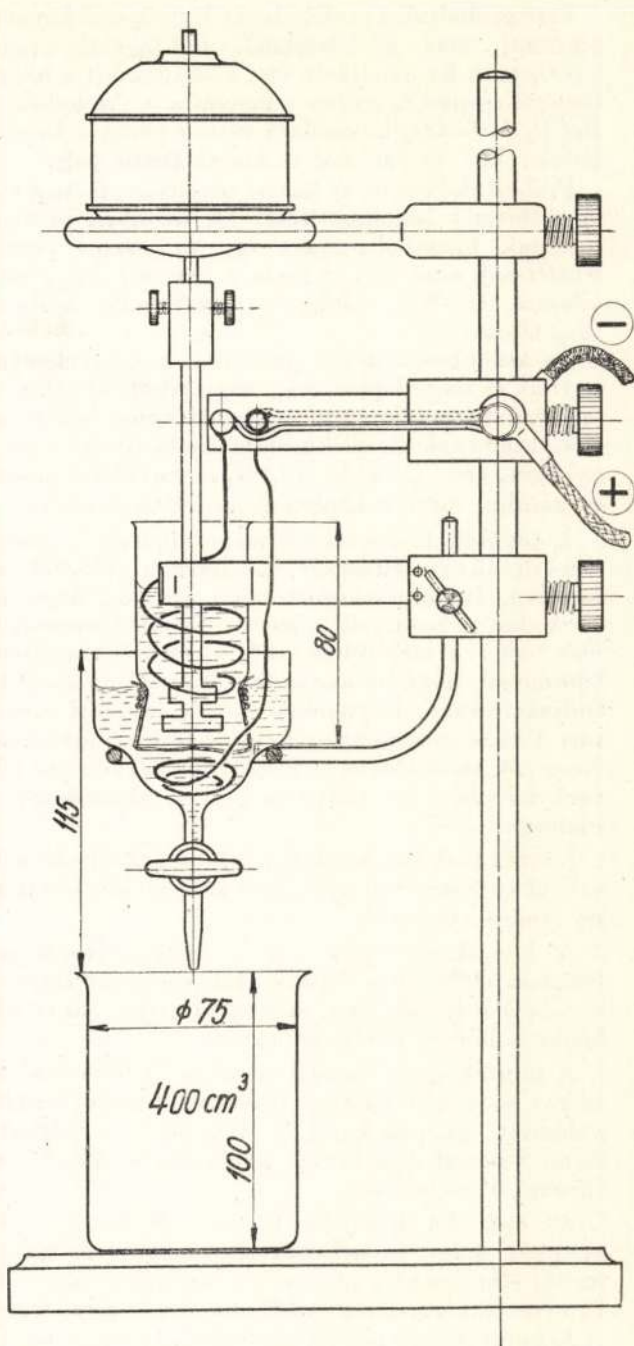
Az úttörő munkák Hildebrant, Lukens Cutcheon, Drossbach (17., 18.) közléseiben jelentek meg. Lényegük kis higanyos elektrolitikus cella, melynek anódja ezüst, vagy platina, anód terében forog a kettős üvegkeverő, katódja higany, a katódterben a higanyra helyezett nikkelháló biztosítja az amalgám megbontását. 20–40-es elektrolízis alatt az anódtérbe helyezett vizes oldat ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )  $\text{Na}$  tartalma a higanyba vándorol és a külső térben, a higanyra öntött vízzel elbomlik, marólúg és  $\text{H}_2$  fejlődés közben. A képződött marólúgot leszivornyázva  $n/10$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ -el titráljuk. A módszer tiszta alkalisók  $\text{Na}$  tartalmának gyors meghatározására jó és pontos. A nehézségeire már Ginsberg: Elektrolitische Alkalibestimmung (Z. F. Anorg. Chem. 167. 183.) című cikkeiben rámutatott. Elsősorban fontos a  $\text{Hg}$ -felület teljes tisztasága. Ugyancsak az elektródok tisztasága is lényeges körülmény.

Nem alkalmas azonban a készülék iszapos szuszpenziók — így elsősorban vörösiszap és timföld — továbbá olyan elektrolitok vizsgálatára, amelyekben az alkalin kívül egyéb kationok is vannak.

Hogy ilyen feladatoknak mégis megtudjunk felelni, diafragmás készüléket szerkesztettünk. A teljes alkali mennyiségnek a katódterbe vándorlása itt is biztosítható, hiszen 1 gramm anyag vizsgálatánál, 10%  $\text{NaOH}$  tartalma mellett is  $50\text{ cm}^3$ -es katódtér esetén 0·2% lúgoldatot kapunk, melynél lúgvesztéstől nem kell félnünk, az áramkihasználás pedig itt nem lényeges szempont. Az alkalmas diafragmát is sikerült megtalálnunk, a közönséges 0·23  $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$  vastagságú magyar gyártmányú cellofánban (Magyar Viscosa N. V.). Ez az anyag a kolloid-szuszpenziót nem engedi át, de a  $\text{Na}$ -ionokat könnyen átbocsátja. Anódnak eleinte ólmot használtunk, de teljesen pontos elemzéséknél sokkal megfelelőbb a 0·3–1  $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$ -es Pt-drót. Az ólom ugyanis peroxidos lesz és nehezen mosható, valamint ionadhaeráló képessége nagy.

Az egyenáram feszültsége 110 V, ami már elektrolitikus jelenségeket is megindít. A gyengén alkalis közegben, cellofán diafragmával elválasztott vízrétegek vízmolekulái  $\ominus$ -töltést kapnak és az anód felé vándorolnak. Ez a jelenség a nátronlúg és  $\text{Na}$  ionvándorlás általunk célzott katódtérbe jutása ellen dolgozik.

E jelenség csökkentése céljából szintkülönbséget (10 cm) alkalmaztunk az anód- és katódtér között, valamint olyan cellofánlemezeket használtunk, amelyekben kolloid  $\text{TIO}_2$  van szuszpendálva (matt cellofán, fehér, ködösszínű). Ilyen cellofán alkalmazása esetén ugyanis a vízmolekulák töltése és így vándorlási iránya is megváltozik.



Kísérleteink azonban még mindig nem adtak jó eredményt. Az elektrolitikusan meghatározott  $\text{Na}_2\text{O}$  érték 10–20%-kal volt alacsonyabb a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  módszerrel kapott  $\text{Na}_2\text{O}$  értéknél. Nyilvánvaló volt, hogy a szuszpendált anyag, például vörösiszap  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalmának egy része olyan erős kötésben van, hogy az elektrolízis nem tudja kiemelni.

Ezért feltárásához folyamodtunk.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -el feltárt vörösiszap elektrolízise sem adott jó eredményt, sem  $\text{HCl}$ – $\text{HNO}_3$ -mal, foszforsavval, ecetsavval feltárt vörösiszap elektrolízise nem volt jó. Az ok az volt, hogy a nagy koncentrációban jelenlevő egyéb ionok is szállítják az áramot, az anódtérben képződő sav pedig az így szükséges hosszú elektrolízis alatt részben a katódtérbe diffundál és csökkenti annak  $\text{NaOH}$  tartalmát.



Erre próbáltuk a savfelesleget  $MgCO_3$ -mal közömbösíteni, más kísérleteknél  $BaCO_3$ -mal, vagy  $CaCO_3$ -mal. Ez az eljárás sem volt jó, mert a nagy-tömegű csapadék erősen adhaerálta a  $Na$ -ionokat,  $BaCO_3$  és  $CaCO_3$  használata esetén pedig a katód-lúgban  $Ba''$  és  $Ca''$ -ion is kimutatható volt.

Próbáltuk ezután az ismert mennyiségű  $Na_2CO_3$ -mal történő közömbösítést. Ez azonban szintén rossznak bizonyult, mert így az összes titrált  $NaOH$ -nak csak 10%-a esett a keresett  $Na_2O$  tartalomra és 90% pedig a hozzáadott ballaszt  $Na_2CO_3$ -ra.

Itt különben érdekes analitikai megfigyeléseket tettünk és megállapítottuk, hogy minden beállított faktorú szódaoldat elektrolizálásánál külön kell megállapítani az elektrolitikusan képződő  $NaOH$  mennyiséget, mely (a szóda  $Na_2SO_4$  szennyezései miatt) magasabb, mint a képletből számítható érték.

A további kísérleteknél megpróbáltuk a szuszpendált anyag feltárását vízdoldatban  $NH_4OH$ -val forralva. Itt mutatkozott némi javulás, azonban az eredmény nem volt teljes és a forralás hosszadalmas volt; a vizes oldat 50%-át el kell távolítani lepárlással, hogy az ammoniát maradéktalanul ki tudjuk forralni. Ugyancsak csekély javulást mutatott a vizes szuszpenzió  $H_2O_2$ -vel történő forralása. Nem volt eredményes a  $MgCl_2$  oldattal történő feltáró forralás, az elektrolízis alatt eltömődött a diafragma.

Ezután borkósavas adagolásokkal próbáltuk oxalssavval és ecetsavval fellazítani az erős  $Na_2O$ -kötést, de eredménytelenül.

A következő lépés volt a szilárd vörösiszap izzításos előkezelése. Tiszta glukózzörppel izzítva, redukció céljából, nem értünk el teljes  $Na_2O$  fellazítást, bár az eredmény javult.

A minták egész soránál azonban jó feltáró eredményt adott az olvasztott bórsavval történő izzítás, valamint egy másik izzító előkezelés: vegyítiszta elemi S-porral összekevert mintának 6—700 C°-on történő 5'-es izzítása.

Az első (bórsavas) módszertől eltértünk, mert egyszerű drága és nehezen beszerezhető a feltáró anyag alkalmentes pro analysi kivitelben, másrészt az olvasztás utáni vizes oldás hosszú és fáradtságos. A kénporral történő feltáró izzítás gyors, a minta kimosása a tégelyből és vízzel történő szuszpendálása szintén percek kérdése.

Az ilymódon előkészített szuszpendált vörösiszapot az anódtérbe mosva, 50'-ig elektrolizáltuk 0.5A—0.05 A-ig csökkenő áramerősséggel. Legtöbbször már 35—40' után visszament az ampermérő jóformán a 0-ra. A katód-folyadékot lebocsátva, forró desztillált vízzel utánmosva az elektródot és az edényt,  $n/10$  HCl-el metylvörös indikátorral vörös színig titráltuk. 1 cm<sup>3</sup>  $n/10$  HCl megfelel 3.1 milligramm  $Na_2O$ -nak. Az anódtérben visszamaradó vörösiszap,  $Na_2SO_4$ -os meghatározási módszerrel vizsgálva,  $Na_2O$ -mentes.

Az eredmények 135 elemzés elvégzése és kiértékelése után alakultak ki és megbízhatóknak látszanak, bár az eljárás módszerei — esetleg újabb-fajta minták vizsgálataitól függően — talán még javításra fognak szorulni.

#### Néhány eredmény az elektrolitikus meghatározások közül:

B e m é r é s	fogyott $n/10$ HCl cm <sup>3</sup>	$Na_2O\%$	Elméleti érték $Na_2O\%$ ( $Na_2SO_4$ módszerrel)
0.1058 g NaCl .....	18.15	53.5	53.3
0.09399 g NaCl .....	15.90	53.45	53.4
Ajkai vörösiszap			
hányóról 1.0003 g .....	27.3	8.46	8.45
ugyanaz 1.0009 g .....	27.2	8.42	8.45
Ajkai vörösiszap 0.9992 .	18.5	5.74	5.85
Ajkai vörösiszap 1.0004 g	22.1	6.85	7.01
ugyanaz 1.0001 g .....	22.4	6.95	7.01
Ajkai vörösiszap			
hányóról 1.3133 g .....	29.7	6.96	6.80
Magyaróvári vörösiszap			
1.0005 g .....	22.—	6.82	7.15
Magyaróvári vörösiszap			
1.0003 g .....	28.8	8.93	12.70 <sub>1)</sub> 9.12
Ajkai vörösiszap			
0.9993 g +			
0.1004 g NaCl .....	45.3	14.04	13.9

<sup>1)</sup> A  $Na_2SO_4$  maradék  $Al_2O_3$  +  $Fe_2O_3$  tartalmú is volt, ennek levonása után.

Az elemzések menete a következő:

Nagyon fontos az egyenletes jó átlagminta. Ecélből a nagyjából 110 C°-on kiszáritott anyagot igen finoman megőröljük és 5.000-es selyemszítán átszítaljuk, maradék nélkül. A mintát becsiszolt dugójú, nagy szárítóedényben 110 C°-on, 12 óráig kiszáritjuk és utána jól összerázva, összekeverjük. A vízdoldható nátront is tartalmazó minták ugyanis szárítás után kissé rétegződnek; a felső rétegük magasabb  $Na_2O$ -tartalmú lesz.

Egy-egy elemzéshez körülbelül 1 gramm anyagot mérünk le (kis  $Na_2O$ -tartalmúból többet). Vegyítiszta, szublimált S-porból adunk hozzá körülbelül 0.5 grammot (kis kanállal mérve) és üvegbottal jól összekeverjük. A kissé poros üvegbottot egy 100 cm<sup>3</sup>-es hengerpohárba tesszük, amelybe majd beöblítjük az izzítás utáni mintát. A jól összekevert vörösiszapot kvarctégelyben körülbelül 5'-ig hevítjük, gyenge vörösszés hőmérsékleten. Utána a porszerű anyagot az előbb említett pohárba mosuk át forró desztillált vízzel. A pohárban felforraljuk, majd ha kissé lehűl (körülbelül 70—80 C°), átöntjük a cellofán diafragmás anódtérbe. Célszerű minden kísérlethez friss cellofánt kötni vékony zsineggel az anódcellára. Jó, ha több tartalék-anódcellánk van, cellofánnal elkészítve és desztillált vízbe áztatva.

Ezután a külső katódtérbe 70—80 C°-ú meleg desztillált vizet teszünk és az anódtérben megindítjuk a keverőt és bekapcsoljuk, előtétellenálláson át, a 110 V-os egyenáramot. Az áramvezetés körülbelül 5 perc múlva éri el a maximumát. Az ellenállást úgy szabályozzuk, hogy 0.5—0.7 A-nél ne legyen nagyobb az áramerősség.



Célszerű körülbelül 20 perces elektrolízis után a katódfolyadékot leereszteni egy hengerpohárba és friss, meleg desztillált vízzel pótolni. Az összes katódfolyadékot titráljuk az elektrolízis végén,  $n/10$   $H_2SO_4$ -gyel vagy  $n/10$   $HCL$ -el, methyl vörös indikátorral, vörös színig. Egy elektrolízis 20—50 percig tart, míg az áramintenzitás 0.05 A-ig, vagy annál is jobban le nem csökken.

Lényeges a készülék használat előtti gondos kimosása.

Egy-egy elemzés így átlagosan 60 perc alatt elvégezhető. Az anyag  $Ca$ -tartalma, amennyiben 2% alatt van, nem zavar. 2% feletti  $Ca$ -tartalom esetén az anódszuspenzióhoz ismert mennyiségű ( $5-10\text{ cm}^3$ )  $n/10$   $Na_2CO_3$  oldatot adunk és a végső elemzésnél a képződött  $NaOH$ -értékből levonásba hozzuk.

A fentebb ismertetett ellenőrzési módszerekkel vizsgált  $Na_2O$ -értékeket bírálva, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

A vörösiszap összes  $Na_2O$ -tartalma háromféle kötöttségi formában van jelen:

- vízoldható rész, 5—15%,
- ionkicserélhető rész 60—80%,
- erősen kötött rész, 5—25%.

Ezek az értékek erősen változnak. A  $Na_2SO_4$ -meghatározás mindhárom fajta  $Na_2O$ -t megadja, a Vasilev—T. Vsesoyuz-módszer csak az első kötött, egyszerű elektrolízis általában  $a + b$  értéket és a  $c$  egy hányadát. Előkezelt vörösiszap elektrolízise lehetővé teszi a  $Na_2SO_4$ -es értéket, tehát az összes  $Na_2O$  meghatározását. Ezek alapján világos, hogy a H. C. Pfeffer-féle kausztifikációs eljárással a vörösiszaptól kivett értékes nátron az össznátronnak csak 60—80%-a lehet, vagyis a vízoldható és ionkicserélhető résznek megfelelő mennyiség. A gyors és megbízható összes  $Na_2O$  meghatározási módszer birtokában könnyebben tudunk közelférközni a vörösiszap szerkezetének megismeréséhez.

A vörösiszap nátronvizsgálatai azonban csak egy részét képezték a vörösiszapra vonatkozó kutatásainknak, melyek eredményeképp a vörösiszap értékes alkatrészeinek elkülönítésére új eljárást dolgoztunk ki és jelentettünk be szabadalomra.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A Bayer-eljárással dolgozó timföldgyárak vörösiszapjainak összes  $Na_2O$ -tartalom meghatározására új elektrolites, cellofán diafragmás cellát ajánl. Összehasonlítja az egyéb, különösen  $Na_2SO_4$ -os meghatározási módszerekkel és azok hibáit ismerteti.

Megállapítja, hogy a vörösiszapban az összes nátron háromféle kötöttségi formában van jelen:

- vízoldható rész,
- ion kicserélhető rész,
- erősen kötött rész.

#### IRODALMI ÖSSZEFOGLALÁS

- Merck: Chemische Technische Untersuchungsmethoden, 1930. 15. o.
- Analyse der Metalle; Chemiker Fachausschuss des Metal und Erz, I., 1942. 16. o.
- H. Ginsberg: Leichtmetallanalyse, 1941. 25.
- Maljarow K. L. C. 1930. II. 1408.
- H. Ginsberg: Leichtmetallanalyse, 1941. 23.
- Barber u. Kolthoff, I. M. I. AmChem. Soc. 50. 1928. 1625.

- Bridges R. W. and Lee M. F. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 4. 1932. 264. Journ. Chem. Am. Soc. 53. 1931. 3288.
- Shilling & Levine C. A. 37. 1943. 1664 o.
- Rauch, Heringen-Ginsberg 1 c. 272.
- P. J. Elwing & Po Chuan Chao: Analytical Chem. 1949. 507.
- László Antal: Turbidimetrikus eljárás. B. K. Lapok 11. sz. 1949.
- Lundegardh: Die quantitative Spektralanalyse der Elemente, Jena.
- Thanheiser u. Heyes: Mitteilungen d. Kais. W. Inst. für Eisenforschung. 13. 1927.
- J. B. Marling: Spectrographic Determination of Sodium etc. Analytical Chemistry, 1948. 299.
- K. A. Vasilev: C. A. 36. 1942. 1260—61.
- Trudy Vsesoyuz: Konferentsii Anal. Khimii Akad. Nank U. S. S. R. I. 1939. 337, 355.
- Hildebrandt, Lukens Cutcheon: Journ. Chem. Soc. 1907. 1445.
- Drossbach: Z. f. Anorg. Chem. 165. 149.

## Hozzászólások

### Dr Tetéleni Péter:

A vörösiszap elemzési nehézségei, különösen az összes nátronmeghatározásoknál mutatkoznak. Régebben a magyaróvári üzemből az iszap összes nátrontartalmát a következőképpen határoztuk meg. A savkeverékben feloldott és bepárolt iszap savas oldatából leválasztottuk ammoniával a III. osztályt és ennek szűrletét kvarccsészében bepároltuk és gyengén izzítva a nátront mint  $Na_2SO_4$ -et mértük. Azután paralell végeztünk egy kalcium-meghatározást és ennek arányos részét átszámítva  $CaSO_4$ -re a csészében levő szulfátok súlyából levontuk. A módszer nem vette tekintetbe, hogy a vörösiszap nem elhanyagolható mennyiségben magnéziumot is tartalmaz, ami szulfát alakjában emeli a szulfátok súlyát és így nátrontöbblet-hibát okoz. Ezért az eljárást később úgy módosítottuk, hogy az iszap savas oldatából nemcsak a III. osztályt, de a kalciumot is kicsaptuk. Utána egy külön magnéziummeghatározás szulfátra átszámított arányos részét levontuk a nátriumsulfátos csésze súlyából. Az ismertetett eljárás elméletileg már jónak látszik. Sajnos, a gyakorlatban azonban sok a hibalehetősége. A vörösiszap savas feltárásának oldása alkalmával a kovásvából egy kevés megint oldatba mehet és az a III., IV. osztályok leválasztásai alkalmával is oldatba marad és végül is az összes nátronnemennyiséget emeli. Ezáltal egy változó nagyságú hibát okozhat, amely 0.25%-ot is kitehet. A nátront tartalmazó csésze bepárolása és az ammoniák elűzése alkalmával a bekonzentrált oldat igen hajlamos a kifirccsenésre. Az ammoniák elűzése is egy elég nehézkes művelet, esetleg, ha gyorsan megy, nátront is ragadhat magával. A csészében levő  $Na_2SO_4$ -et gyengén ki kell izzítani, hogy kristályvizét elveszítse. Ha az izzítás gyenge, még tartalmazhat kristályvizet, ha pedig túl erős, nátronvesztés is felléphet. Ezért az izzításokat állandóan célszerű pyrométerrel ellenőrizni. A műveletek folyamán meglehetősen mennyiségű vegyszert kell elpárologtatni, savakat, ammoniát és ammoniákat, mindezeknek igen tiszta készítményeknek kell lenniök, mert különben a meghatározandó nátron súlya emelkedik. Hogy az esetleg jelenlevő szennyezések által okozott hibákat



kiküszöböljük, párhuzamosan a vegyszerekből úgynevezett vakpróbákat végzünk. Ha vegyszerekből van számottevő maradék, ezeknek súlyát levonjuk. Természetesen a vakpróba megint munkatöbbletet is jelent. Mivel a vakpróbával együtt számos műveletnek eredményeként nyerjük az összes nátront, a hibalehetőségek is számosak. Az elemzés elvégzése elég sok időbe kerül és általában három munkanapot igényel. A kalcium és magnézium ugyanis csak kis mennyiségben vannak jelen és célszerű őket egynapi állás után szűrni. Fentiekre való tekintettel az iszapelemzés régebbi módja nem alkalmas a timföldgyártás üzemének állandó és gyakori ellenőrzésére és jelenleg csak nagyobb iszapátlagok elemzésére alkalmazható. Kísérleteztünk a nátronmeghatározás gyorsítása érdekében más gravimetrikus módokkal is, mégpedig a nátriummagnézium uranilacetát és a nátrium cinkuranilacetátos módszerekkel, de ezek nem jártak eredménnyel. Amennyiben az előadó által ismertetett új eljárás lehetővé teszi a gyors és pontos összes nátronmeghatározásokat, ez lényegesen meg fogja könnyíteni és gyorsítani a timföldgyártás üzemének ellenőrzését. Általában ugyanis gyakorlati tájékoztatásul nem szükséges feltétlenül az iszap teljes elemzése. Már igen jó támpontot ad az üzemi mérnöknek, ha ismeri az iszap  $Al_2O_3$  és összes  $NaOH$ -tartalmát. Az előbbi titrimetrikusan gyorsan és pontosan meghatározható, az utóbbira nézve pedig a Papp tanár úr által kidolgozott módszer — ha több elektrolizáló berendezést tartunk üzemben — széria meghatározásokat tesz lehetővé. Az üzemi iszapminták magas víztartalmúak és kiszáritásuk elég sokáig tart, ami végeredményben megnyújtja az elemzés idejét. Meg kellene kísérlni az iszap szárítási idejének rövidítését vacuum-száritószekrény alkalmazásával. A kézierővel történő mintaporítás helyett, kis mintamalmot kellene alkalmazni.

Végezetül javasolom, hogy meg kellene kísérlni az iszapelemzések gyorsítását polarográf alkalmazásával. Természetesen a polarográfot nem az  $Al_2O_3$  és  $NaOH$ , hanem a többi kation meghatározására kellene felhasználni. Az iszap oldható nátrontartalmának gyorsabb és pontosabb meghatározása érdekében ki kellene dolgozni egy módszert, amely az elektromos vezetőképességet méri a vízben suspendált iszapnak. Tekintettel arra, hogy a vízben lényegileg csak az oldható  $NaOH$  ionjai kerülnek — valószínű, hogy az elektromos vezetőképesség és az oldható  $NaOH$  közt egyszerű összefüggés áll fent. Kérem az Aluminium Kutató Intézetet, hogy az iszapelemzéssel kapcsolatban az általam javasoltakra nézve kísérleteket végezni szíveskedjenek.

#### Lányi Béla :

Szeretném a figyelmet külön is felhívni arra, hogy a fizikai eszközök és a koloriméterek, bár kiválóan működő berendezések, de ha beszerezhetetlenek, vagy hiányoznak a kísérletek kiértékeléséhez nem mindig okvetlenül szükséges eszközök. Sokszor beválik a legrégebb rendszerű kolorimetrikus összehasonlító sorozat, amelynek a lassúság miatti

hátrányai bőven megtérülnek azáltal, hogy tévedhetetlenül jó és egyszerű készülékek.

Természetes, hogy minden laboratóriumnak törekednie kell korszerű koloriméterek beszerzésére, óvakodni kell azonban attól, hogy e készüléknek az adatait naponta ismert standard oldatokkal ellenőrizve, felül ne vizsgáljuk. Minél drágább egy koloriméter, annál kényesebb eszközzel van dolgunk, egy avatatlan kézmozdulat és a készülék teljesen hibás eredményeket adhat.

Helyeslem azt a javaslatot, hogy a laboratóriumok tartsák szorosan a kapcsolatot mind a Kutató Intézetrel, mind a fizikai dolgozókkal, legyen ez egyúttal tapasztalatcsere is.

Amilyen szíves fogadtatásban részesülnek a Kutató Intézet tagjai az üzemekben, ezt az üzemek felé köszönet formájában legyen szabad leszegezni, éppen olyan szívesen látottak az üzemek dolgozói a Kutató Intézetben is.

#### Máriássy Mihály okl. vegyész mérnök :

Dr Papp Elemér előadásához hozzászólva, a timföldüzem szemszögéből kívánom a kérdéseket megvilágítani, illetőleg, mint az egyik timföldgyár problémáinak felderítésével és megoldásával is megbízott laboratóriumi kutatórészleg vezetője kívánok rámutatni az előadás némely részletére, amelyek az üzemvitellel szorosan kapcsolódó kérdéseket taglalnak, ezért az ipari kutatás szempontjából is figyelemreméltóbbak ; illetőleg a problémák helyes felvetése mellett a vizsgálatok további irányát kijelölni hivatottak.

Hozzászólásomban megkísérlem azt is, hogy az üzem nehézségeit a tudományos kutatás reflektorfényébe állítva, építő kritika segítségével olvassza egybe az ipari és a tisztán tudományos kutatómunkát, népgazdaságunk érdekeinek megfelelően.

A tárgyalt problémával laboratóriumunk is hosszasan foglalkozott. A H. C. Pfeffer-féle kausztifikálási eljárást (A. P. 938270/1909.) különböző variációk mellett, mintegy 150 kísérletben végigkövettük és az eljárás megfelelő módosítása mellett elért eredményeket Szekeres kartársammal együtt gazdasági szempontból is kiértékeltek.

Kísérleteim dr Papp megállapításait mindenben alátámasztják. Erre nézve nagytömegű számadattal szolgálhatok, melyek közül az alábbiakat ragadom ki :

A reakció idejére vonatkozólag úgy találtuk, hogy négy óra az az idő, melyet még érdemes tartani ; míg az ötödik óra már csekély eredményeket hoz.

2 óras kausztifikálás hatásfoka	100°-on	51.0%
4 « « «	100°-on	69.2%
5 « « «	100°-on	70.5%

A heterogén reakció miatt ez bizonyos jelentőségű. A továbbiakban ismertetett adatok mind négy órás kausztifikálásra vonatkoznak. Ilyen körülmények között kísérleteim szerint :

4 gr/l-re beállított végkoncentráció	66%-os
7 gr/l-re « «	63%-os
20 gr/l-re « «	50%-os

lúgkihozatal mutató, illetőleg általában 3—25 gr/l végkoncentráció között a koncentrációnak minden 1 gr/l-es emelése kerekén 1%-kal csökkentette a kihozatalt. Ezek az eredmények



azonos őrlési fokú iszapra vonatkoznak, amit azért kell megjegyezni, mert vizsgálataink szerint az őrlés foka a kitermelésre nagymértékben hat. 10 gr/l-es végkoncentráció mellett a kitermelés csökkenése, ha az iszapot nem őröljük meg, vizsgálataink szerint 4·5%.

Az ismertett szám adatok mindenben alátámasztják az Aluminium Kutató Intézet, illetőleg dr Papp megállapításait.

Ezen kísérleti adatok birtokában felvetődik azonban a kérdés, milyen utat kövessen az üzem, illetőleg miben mutatkoznak az üzemi problémák az eljárás során.

Először is el kell döntenie az összes gazdasági tényezők figyelembevételével az optimális végkoncentráció értékét, illetőleg azt, hogy milyen kitermelési hatásokra érdemes még az üzemnek törekednie. A mi kísérleteink szerint és azokkal az egységárrakkal számolva, melyek jelenleg üzemünkben érvényesek, ez az optimális koncentráció számításaink szerint 10 gr/l-nek adódik, amikor is a kitermelés 60%-os hatásokkal megy végbe.

Az ily módon termelt lóg egységára ennél a végkoncentrációnál mutat minimumot. Ha a koncentrációval feljebb vagy lejjebb megyünk, a visszanyert lóg önköltsége magasabb lesz.

Szám adatokkal tudom alátámasztani Papp dr ama állítását is, hogy a kalcium-ion hatására a vörösiszap jól ülepedővé válik. Egy adott bauxit vörösiszappjának teljes kiülepedéséhez szükséges idő 100 C°-on 6 óra. Ugyanezen bauxit kausztifikált iszapjának ülepedési ideje pedig méréseim szerint nem egészen 2 óra, ami ülepitőtér fogatban jelentős beruházási költségek csökkentését tesz lehetővé.

Ami a nátrium meghatározás problémáit illeti, egyedül a higanyos cella eredményeit tartom gyors eljárásra kidolgozhatónak, ha az összes nátronról van szó. A szabadnátron rozolsavas meghatározása helyett ajánlani tudom az ammonkloridos módszert. A szuszpendált iszaphoz  $NH_4Cl$ -ot adva, a lóg egyenértékű ammoniát tesz szabaddá, ami kidesztillálva és ismert titerű savban felfogva, nagyon pontos meghatározást tesz lehetővé. Ezen eljárás pontosságán vizsgálataink szerint nem változtat az a tény sem, hogy a vörösiszapban levő zeolith is alkalmas ionkieserelésre, vagyis a zeolith nátrója az  $NH_4$ -gyökkel helyet cserélhet.

A nátriumvesztések csökkentése a vörösiszapban olyan probléma, ahol még igen tág tere nyílik a kutatásnak. Ismeretes az a jelenség, hogy a nátron tartalom az iszapban látszólag teljesen indokolatlanul időnként nagymértékben megnő. Ennek oka kevés kutatás tárgyát képezte eddig, pedig a lógvesztésnek jelentős részéről van itt szó. Megfigyeléseim szerint ilyen jelenség lép fel például olyankor, amikor a bauxit szulfáttartalma növekedik. Az  $Na_2SO_4$ -molekula, mint tudjuk, beléphet a Na—Al-szilikátba; sőt a skapolitok csoportjában ( $3Na Al Si_3O_8 \cdot NaCl$ , vagy  $Na_2SO_4$ ) és a sodalithok között (noseán:  $Na_4Al_3(SiO_4)_3 \cdot Na_2SO_4$ ) a természetben is találunk hasonló ásványokat. Egyik timföldüzemünkben a szulfátra eső lógvesztés termelt timföld tonnánként rendszeresen 5·6 kg  $NaOH$ ; és érzékenyen emelkedik, ha a bauxit szulfáttartalma megnő.

A kérdés tisztázása hazai bauxitjaink minőségének átértékeléséhez vezethetne. De bauxitjainkat más szempontokból sem ismerjük eléggé. Nem tudjuk például kellő pontossággal előre megmondani a feltárásnál várható lógvesztés nagyságát az összetétel alapján. A szilícium esetében — ami a lógvesztés legnagyobb részét okozza — még általában ismerjük a szabad  $SiO_2$  mennyiségét, de nem tudjuk azt, hogy a különböző szilikátokban kötött kovásvány milyen hányada fog feltáródva a lógba kerülni. Különböző szakközlemények a vörösiszapban levő zeolith összetételét is egészen különbözőnek adják meg. Talán az előbb ismertett vegyületek részbeni megjelenése adja meg a magyarázatot arra, hogy a nátron, mint azt dr Papp említi, egy erősebben és egy lazábban kötött formában jelentkezik az iszapban.

Vagy nézzük a titán esetét. Csak közelítő számításokat végezhetünk annak megállapítására, hogy a bauxitnak egy adott %-os  $Ti$ -tartalma mellett az ismert feltárási eljárásoknál milyen lógvesztés lesz a  $Ti$ -nek tulajdonítható. De nem tudjuk, milyen vegyi-, fizikai-, vagy kristallografiai tényezők szabják meg az említett bauxitalkatrészek viselkedését. Egy martinswerki közlemény szerint a  $SiO_2$  60—70%-a és a  $TiO_2$  39%-a táródik fel és okoz nátronvesztést. Ezek a számok nyilván nem tekinthetők állandó értékeknek.

Ugyancsak nincsen minden ponton tisztázva a bauxit előkalcinálásánál végbemenő folyamatkomplexum. Pedig ennek is nagy szerepe van a lógvesztés alakulásánál. Nem tudjuk, hogy a különböző zeolithok milyen változásának eredménye például az, hogy egy 120 C°-on szárított bauxit ugyanúgy tárható fel, mint a 800 C°-on előizzított, de a két között hőfok között egy széles minimum van feltárhatóság szempontjából, amivel együttjár a lógvesztés növekedése.

Néhány hasonló jelenséget még fel lehetne sorolni. A vörösiszapban fellépő lógvesztések csökkentésére irányuló törekvések során éppen ezeken a pontokon szorul az üzem a Kutató Intézet apparátusára és ezért, amikor örömmel értesül arról, hogy egyik eddig hasznavehetetlen melléktermékének értékesítése a Kutató Intézet munkája és az érdekelt üzemek segítségével által megvalósul, ugyanakkor a kérdéshez kapcsolódó problémakomplexum megvilágításával óhajtja inspirálni az ipari kutatómunkát a termelés fokozása és az önköltség csökkentése érdekében.

A mai gyűlés tapasztalata számomra a kifejteteken kívül még az is, hogy láttam megvalósulni az életben egy jelszót: »A tudomány a dolgozóért« jelszavát. Az üzembe visszatérve, ezen tapasztalatomat is tudatosítani fogom dolgozó munkatársaimmal, hogy viszont ők is fokozottabban ráébredjenek a tudomány támogatásának fontosságára.

#### Dr Papp Elemér válasza:

Megköszöni az Aluminium Kutató Intézet nevében a hozzászólásokat. Biztosítja a kartársakat arról, hogy mindent megtesznek arranézve, hogy a timföldgyárak munkáját minél nagyobb mértékben elősegítsék.



## Az alumíniumkohászat új útjai

BECKER ERVIN

Эрвин Бекер:

### НОВЫЕ ПУТИ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ.

Главной задачей в алюминиевой промышленности является сокращение потребления электроэнергии, что достигается, частью повышением ампер в ваннах, частью изменением их конструкций и, главным образом, заведением электрода Зодерберга. Абсолютную точность подводки тока обеспечили путем конических стальных штырей. При повышении числа ампер ванн можно было перейти к прямоугольным анодам, вертикальная подводка тока дала возможность употреблять много тысяч амперные ванны, что обеспечивало равномерное распределение тока. Увеличение профиля аноды позволяет сократить густоту тока. Поднимающееся высасывающее оборудование позволяет отводить газы в концентрированном состоянии. Размеры газовсасывающего оборудования уменьшили а тем возможность регенерации из газов флюорита сделали экономически возможной. С этим улучшили качество и регенерированного криолита. Безупречный отвод газов улучшил условия работы в зале ванн. Перемена конструкций ванн позволила при 50.000 амперах уменьшить необходимую энергию на 16.5 КВ час. Ввиду упрощения конструкции ванн рабочая сила на тонну производства сократилась. Производятся опыты по производству алюминия термическим путем.

Az alumínium nagyipari előállítására még ma is tűzfolyékony kriolitban, a francia Heroult és az angol Hall elektrolitikus eljárásával történik. Az eljárásnál tudvalevőleg az alumíniumoxidot tűzfolyékony kriolitban oldják és egyenárammal bontják el, körülbelül 950 hőfokon fémalumíniummá és oxigénné. Az áram, amely nemcsak megoldott állapotban tartja a rendszert, hanem elbontja az alumíniumoxidot, mint látjuk, kettős feladatot teljesít. A bontási folyamat aránylag magas hőfokon történik, tehát rendkívül fontos a hőveszteségeknek a lehető legminimálisabbra való csökkentése.

Az áramfogyasztás csökkentésére irányultak mindazok a módosítások, amelyek a lényegében még ma sem változott rendszer racionalizálására irányultak. Az áramfogyasztás az előállítási költségek igen tetemes részét képezi, ennek következtében rendkívül nagy a befolyása az alumínium előállítási költségeire. Az egységek kezdetben egész kisteljesítményűek voltak, mert az eljárásnak csak akkor lett nagyipari jelentősége, amikor a múlt század 80-as éveiben sikerült megoldani az egyenáramú energiaszolgáltatás problémáját. A kisteljesítményű egységek fokozatosan növekedtek, de a rendszer lényegében egyáltalában nem változott. Bizonyos kapacitás elérése érdekében még nagyszámú egységet kellett üzemben tartani. Az egységek külön-külön való ellenőrzése teszi az eljárást az elektrolitikus folyamatok egyik legbonyolultabbjává. Az áramkihasználást — tűzfolyékony elektrolizisról lévén szó — még sok körülmény befolyásolja. Mint említettem, a hőveszteségek, a fürdőösszetétel, az adagolás, a vezetéken és anódán és katódán fellépő feszültségesek, mind kihatással vannak az áram-

fogyasztásra. A tűzfolyékony elektrolizisnál a termelt fém mennyisége nemcsak az áramerősségnek a függvénye. Elméletileg 1 Ampéreóra 0.3345 gr. alumíniumot választ le. Ez a gyakorlatban sohasem érhető el. Jól vezetett üzemeknél átlagosan 81—85% között ingadozik. Először a kriolitfürdőről kell megemlíteni, hogy összetétele lényegesen befolyással van az áramkihasználásra. A fürdő  $P_H$ -jának 6.9—7 között kell mozognia. Ennek a korrigálása a fürdő állandó ellenőrzése mellett, rendszeresen alumíniumfluoriddal történik. A fürdő meg-savanyításával az áramkihasználás százaléka javul, egyben nő a fürdő ellenállása és megnőnek a fluorveszteségek. Az optimum gyakorlati tapasztalatok szerint, 6.9—7  $P_H$  között mozog. Rendkívül fontos, hogy az adagolt timföld lehetőleg kevés nátriumoxidot és szennyezéseket (foszfor, vanádium és titánoxid) tartalmazzon. Gyakorlatból tudjuk, hogy 0.02% foszforpentoxid és vanádiumoxidtartalom már károsan befolyásolja az áramkihasználást. 0.1 körüli foszforpentoxid-tartalomnál az áramhatásfok olyan rohamosan csökken, hogy a kádak elmelegszenek és ha a fürdő korrekcióját elhanyagolják, az anódák korróziója és a karbidosodás az üzemet magát veszélyeztetheti. Tehát logikusan következik, hogy nemcsak a kriolitfürdő összetételét, hanem a timföld minőségét is ellenőrizni kell. Az áramhatásfok 60—65%-ra is csökkenhet.

A fürdő összetételén kívül rendkívül fontos a hőmérséklet. A fürdő hőmérsékletét lehetőség szerint 950 C° alatt kell tartani és állandóan ellenőrizni. Jól vezetett elektroliziseken a fürdő gyengén savanyú összetétele mellett nem szabad túllépni a 950 C°-ot.

A fürdő magassága általában 20—25 cm. Egyes üzemek felmennek közel 30 cm fürdőmagassáig. A fürdő ellenőrzésén kívül rendkívül fontos, hogy az áramerősség egyenletes elosztása biztosítva legyen. Az egyenletes áramerősség biztosítására elsősorban a vezetékrendszert kell állandóan ellenőrizni. Minden átmeneti ellenállást úgy az anódán, mint a katódán rendszeresen, mérésekkel kell ellenőrizni. Nemcsak azért, mert az átmeneti ellenállásokban jelentkező feszültségesek az áramfogyasztást növelik, hanem azért is, mert a megnövekedett átmeneti ellenállások következtében olyan eltolódások jelentkezhetnek az áramsűrűségben, melyek az anóda bekorrodálását, a fürdő lokális bemelegedését, vagy pedig lokális befagyását idézhetik elő. Ennek megakadályozására nemcsak a vezetékrendszert és csatlakozásokat kell ellenőrizni, de a katódán — éppen az áramerősség egyenletes elosztása érdekében — megfelelő fém-mennyiséget kell tartalékolni. Ez azt jelenti, hogy a kádokban különösen csapolás után, egy bizonyos fém-mennyiségnek kell visszamaradnia, mert öregebb szénkatódoknál az áramsűrűség egyenletességét csak a kádokban visszatartott fémtükör biztosítja.



Igen fontos, hogy a rendszer állandóan hőegyensúlyban legyen, azaz adott áramerősség mellett lehetőleg minimális feszültségen, állandó hőmérsékleten maradjon. A kád hőegyensúlyát az áramerősség és a feszültség beállításával biztosítjuk. Mivel azonban a feszültség bizonyos minimum alá csökkentése adott áramerősség mellett és a rendszer hőszigetelésétől függően egy minimum alá nem csökkenthető: meg kell találni azt az optimális áramerősséget, melynél a berendezés minimális feszültséggel és a legnagyobb áramhatásfokkal dolgozik. Ez a minimális feszültség állandó áramerősség mellett úgyiszlóván kádanként változhatik.

Ezeket azért tartottam szükségesnek elmondani, hogy a következőkben könnyebben áttekinthetők legyenek azok a szempontok, amelyek kihatással voltak az elektrolizáló berendezés javítására és az áramfogyasztás csökkentésére. Kezdetben 8—10.000 Ampères egységekben dolgoztak, 25—30.000 kWó/t energiafelhasználással, majd az egységek teljesítményének 30—40.000 Ampérre való növelésével az energiafelhasználást sikerült 18—20.000 kWó/t-ra csökkenteni.

Itt kell megjegyezni, hogy a gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy az áramsűrűség csökkentésével az áramkihasználás javul. Az egységek Ampère-számának növelésével a sugárzófelületek nagysága arányosan csökkent. Utóbbi időben különösen a katódák hőszigetelése változott meg lényegesen. A konstrukcióban lényeges változást, az Elektrokemisk — először 1923-ban használt — Soederberg-rendszerű, folytatólagos, önkiegyő elektroda bevezetése hozott.

Ekkor alkalmazták az alumíniumiparban először, az amorf blokk-anódák helyett — az acéliparban már bevált — Soederberg-rendszerű anódákat. Ezeknek lényege az, hogy nem kiégetett amorfszénből készült blokk-anódákat alkalmaznak, hanem egy megfelelő fegyverzettel ellátott kör, vagy négyszögletes szelvényű szerkezetbe nyers anódmasszát adagolnak, mely üzem közben folyamatosan ég ki.

Az első kísérleteket körszelvényű anódákkal végezték. Az áramhozzávetetés — ugyanúgy, mint az acélgártásban használt elektrolizisnál — szorító-pofák segítségével történt. Az elektródák annak idején alkalmazott fegyverzete azonban a fürdőbe kerülve, elszennyezte a gyártott alumíniumot.

A kontaktusoknál fellépő átmeneti ellenállás, a szerkezetből adódó nagy anódhosszúság miatt az anódnál fellépő feszültségese igen magas volt, 0,7—0,8 V. Kórszerű berendezéseknél ez a feszültségese 0,25 V körül ingadozik.

1925-ben az árambevezetést az elektróda felső, még plasztikus részébe bevezetett acéltüskékkel oldották meg. Ilyen módon — mivel az acéltüskék beleégtek az anódába — biztosítani lehetett az árambevezetés tökéletességét.

A kádak Ampèreszámának növelésével áttértek a derékszög alakú anódákra, horizontális árambevezető tüskékkel. Ezek az árambevezető tüskék flexibilisen csatlakoznak az anódvezérsínhez. Ez a rendszer van üzemben általában még ma is.

A horizontális árambevezetésnél a kádak nagyságának határt szabott az a körülmény, hogy az

anódák szélessége, mivel az áramsűrűség egyenletességét biztosítani akarták, nem emelkedhetett 1100—1150 mm fölé. Ezt úgy igyekeztek áthidalni, hogy az anódát több részre osztották. Ez a módszer azonban részben az anódák nehéz kezelhetősége, részben a fellépő korrozio miatt nem vált be. Monoblokk-anódáknál pedig nagyobb teljesítmény esetén még nagyobb anódhosszúság adódott. A blokk-anódás rendszerekkel nem óhajtok részletesen foglalkozni, mert magyar viszonylatban blokk-anódás rendszerek alkalmazása előreláthatólag nem jöhet számításba. Itt is az volt a cél, hogy az egységek Ampère-számának növelésével, az anódák méreteinek növelésével az áramsűrűsége csökkentésük és a katódák hőszigetelésének javításával a hővesztéseket csökkentésük. Csak annyit kell megjegyezni, hogy a blokk-anódás rendszerek lényegesen nagyobb anódikus áramsűrűséggel dolgoznak, mint a Soederberg-rendszerűek. Az utolsó években több üzemből végeztek kísérleteket vertikális árambevezetésű Soederberg-anódákkal. A vertikális árambevezetés lehetővé tette a kádaknál a nagyobb áramerősség — 40—100.000 Ampère alkalmazását.

Ez a rendszer az eddigi tapasztalatok szerint jobban biztosítja az áramsűrűség egyenletes eloszlását. Az anóda még plasztikus részén keresztül vertikálisan az anód kiégett részébe benyúló áramvezető tüskék állandóan az anód kiégett részébe kerülnek. Horizontális árambevezetés esetén a kontaktuscseré mindig elég tekintélyes feszültségemelkedéssel jár. Az árambevezetést átvevő második tüskesor a cserénél még nincs tökéletesen beégve. Gyakorlati mérésorozatokkal meg lehet állapítani, hogy a kontaktuscseré után az anódnál fellépő feszültségese átlagos 0,4 Voltról 1,2 Voltra emelkedik. Ez a feszültségese az első 24 órában körülbelül 0,6 Voltra esik, majd 2—3 nap alatt eléri azt a feszültséget, amellyel azután az anóda fogyásának mértékében a következő kontaktuscseréig már lineárisan csökken. A kontaktuscseré rendszeren két részletben, 24 órán belül kell, hogy megtörténjen. A vertikális berendezésnél ezzel szemben az áramvezető tüskék cseréje nem egyszerre történik. Naponta két, maximálisan négy áramvezető tüskét lazítunk meg és húzunk ki. A tüske helyére néhány kg nyers anódmassza bedobásával biztosítjuk, hogy a tüske 250—300 mm-rel magasabb helyzetbe kerüljön. A tüske tehát még mindig az anóda kiégett részébe kerül vissza és rövid idő múlva átveszi kettős szerepét: az árambevezetést és az elektróda mechanikus felfüggesztését. A tüskék az anódnál állandóan a fürdőfelszín alatt levő kiégett részébe nyúlnak be és így az átlagos anódikus feszültségese csökken. Az anóda méreteinek növelése — egyenletes áramsűrűség biztosítása mellett — lehetővé vált, és így nincs akadálya az áramsűrűség olyan méretre való csökkentésének, hogy a katód megfelelő hőszigetelésével nagyobb katód-anódfém-távolság mellett, a jobb áramkihasználást biztosítsuk.

A vertikális árambevezetés a régi rendszernek még egy lényeges módosítását tette lehetővé. Az anód kiégetéséből keletkező kátránygázok és az elektrolizisban keletkező gázok elszívása a régi rendszerű kemencék teljes beburkolását tette szükségessé. Vertikális áramhozzávetetésnél lehetővé



## Hozzászólások:

vált egy, az anóda izzó részét körülvevő, gázharang alkalmazása. Az itt keletkező gázok kis nyomás alatt egy nagyméretű szabályozható Bunsen-égőbe kerülnek, ahol nemcsak a redukciónál keletkező CO oxidálódik  $CO_2$ -vé, de az elektróda kiégéséből származó kátránygázok is kvantitatíve elégnék. A régi rendszerrel a gázelszívás biztosítására igen nagy gázmennyiségeket kellett elszívni, ez a gázmennyiség 30.000 Ampères egységeknél körülbelül  $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ -et tett ki. A gázharang alkalmazása ezt a gázmennyiséget ennek 5—10%-ára csökkentette. A gázelszívó berendezés méretei csökkennek. A lényegesen kisebb gázmennyiség következtében a kriolitvisszanyerés gazdaságossá válik, nemcsak azért, mert a berendezés egyszerű, hanem azért is, mert a kátránygázok nem zavarják a regenerálás kémiai és fizikai folyamatait. A kinyert kriolit jobb minőségű.

Meg kell említeni, hogy az elektródák fűrdőfelszín felett levő izzó része a gázharanggal és ennek tömítéssel a levegőtől tökéletesen el van zárva. Az anódkorrózió gyakorlatilag megszűnik és az anódmasszafogyasztás  $0.5$ — $0.55 \text{ kg/kg}$  alumíniumra csökken. A permanens anódköpenyt pedig feleslegessé teszi alumíniumbélés alkalmazását.

Ez a konstrukció lehetővé teszi 50.000 Ampères egységeknél az energiafelhasználás  $16.500 \text{ kWó/t}$ -ra, sőt ennél is kevesebbre való csökkentését. Az anódikus áramsűrűség  $0.6$ — $0.65 \text{ Ampère}$ , ennek következtében az anód-, katódfejtávolság növekszik és az áramkihasználás javul.

A tökéletes gázelszívás mellett javulnak a kemencecsarnok munkaviszonyai és megszűnnek a környezetben a kátránygázok és fluorogázok által okozott mezei károk is.

A kezelés egyszerűsödése miatt a t-ra eső munkórak száma lényegesen redukálódik. Itt lehet megemlíteni, hogy míg nálunk egy munkaóra eső Ampère-óra száma  $90$ — $120.000$ , addig korszerű, teljesen gépesített üzemekben az egy főre eső Ampèreóra száma  $500$ — $600.000$  is lehet. A régi berendezéssel ellentétben, itt elmarad a keretelemek tisztítása, egyengetése, cseréje, továbbá a tuskék tisztítása és szabályozása. A szerkezet lényegesen alacsonyabb és hozzáférhetőbb.

Az investíciós költségek csökkennek. A gázelszívás tökéletessége miatt a munkaviszonyok javulnak.

Azok a kísérletek, amelyek az alumínium elektrolitikus előállításával foglalkoznak, még nem nőttek túl a laboratórium keretein.

Összefoglalva, az előbb említett berendezés magyar viszonyok között való alkalmazása lehetővé fogja tenni a nálunk rendkívül fontos energiafogyasztás csökkentését. Blokkonódás berendezés alkalmazása magyar viszonyok között egyelőre nem jöhet számításba, így a fentiekben ismertetett korszerű berendezés alkalmazása nagy lépéssel fogja előrevinni alumíniumelőállítás iparunkat és azok az eredmények, melyeket dolgozóink az alumínium elektrolitikus előállításában elérték, a jövőben nagy lépéssel viszik előre alumíniumgyártásunk gazdaságossá tételét.

*Gurkin igazgató* az ajkai alumínium-mű nevében üdvözli a kongresszuson megjelent kartársakat. Előadásában arra tér ki, hogy elméletileg rámutasson azokra a lehetőségekre, amelyekkel az ipart gazdaságossá lehet tenni. Az elmélet nem elég, meg kell vizsgálni az alumínium-művek teljesítőképességét, berendezését, hogy a lehető legjobb teljesítményt tudjuk produkálni. Elsősorban tekintetbe kell venni Ajkának megnagyobbodott kapacitását. Már több, mint két év óta dolgozik Ajkán a többi munkatársakkal együtt és az a céljuk, hogy megtalálják a lehetőséget, hogy lehet az ajkai műnek teljesítőképességét növelni. Ez év novemberében a tervet  $1000$  tonnával túlteljesítették. Megkísérelték az üzemet nagyobb teljesítménnyel járatni. A berendezés  $30.000$  Amperre volt méretezve, beállították  $32$ — $33.000$  Amperes üzemre. Nagyon sok kartárs volt, aki ezzel az áramerősséggel növeléssel nem értett egyet, de a teljesítménynövelést a gyakorlat igazolta. Bár még nem sajátították el teljesen ennek az üzemvitelnek technológiáját garantálni tudják az 5%-os termelést emelkedést. Különösen az elektromos energiafogyasztás fog csökkenni. Amíg a termelés a  $30.000$  Ampernél minimálisan  $186 \text{ kg}$  volt, a  $32.000$  Ampernél minimális  $205 \text{ kg}$ . Ez azt jelenti, hogy az elektrolízis teljesítményét közel 10%-kal növelték. A gyakorlat bebizonyította, hogy úgy a fajlagos anyagfogyasztás, mint az energiafogyasztás megjavult. A múlt hónapban olyan eredményeket értek el, amelyeket most már bátran mernek a kormányzat elé terjeszteni.

Nincsenek megelégedve az eddigi eredményekkel, meg van róla győződve, hogy ezek az eredmények még javulni fognak. Azt hiszi, hogy a berendezésnek különösebb átalakítása nélkül, esetleg kisebb átalakításával, ezeket a számokat tovább lehet emelni. Kisebbségi áramsűrűségnél az áramkihasználás jobb. Gyakorlatilag nem szabad alapul venni, hogy az áramsűrűség az egyedüli lehetőség arra, hogy az adott körülmények között a hő-egyensúly hogy fog változni. Alapvető hiba volt az ajkai berendezés konstrukciójában — bár Ajkán mindenféle áramerősségre be lehet állni, — hogy a most beállított áramerősségnél kapott eredmények csak rosszabbodhatnak.

A jelenleg Ajkán beállított üzemmenet első lépésben biztosítja az üzem kapacitásának 10%-os növelését és az optimális anyag felhasználást. Semmi kétség nincs aziránt, hogy az ajkai kollektiva el fogja sajátítani ezzel a technológiával járó gyakorlatot.

A teljesítmény 10%-os emelése az amortizációs költségeket is csökkenteni fogja.

Most egy újabb rendszert fognak kipróbálni Magyarországon. Az előbb azt mondta, hogy kis teljesítményű kádáknál nincs nagy lehetőség az áramerősség növelésére. — Minél nagyobbak az egységek, annál nagyobb a lehetőség a fajlagos energiamentiség csökkenésére. Természetesen ez maga után vonja, hogy ezeknél a nagyobb egységeknél az áramsűrűségnek kisebbnek kell lennie, a Magyarországon eddig használnál. Az áramsűrűség



csökkenése a hőmérleg vizsgálata nélkül nem megengedhető. Ezeknél az egységeknél 0,60—0,65 A/cm<sup>2</sup> az áram erősség. Az, hogy ezt a gyakorlat mennyire fogja igazolni; sok körülménytől függ. Függ a kezelőszemélyzet és technikai személyzetnek a gyakorlatától is. Ez a rendszer bizonyos gyakorlati lehetőségeket ad a racionális munkának.

Azt ajánlja, hogy mielőtt ilyen üzemet megindítanának, kísérleti kádat kell beállítani olyan helyre, ahol ezt az új rendszert ki lehet próbálni. Ha nincs kipróbálva, az induláskor olyan körülmények léphetnek fel, amelyek a káderek kiképzésének hiánya miatt, vagy más technikai okokból késleltethetik az üzem megindulását.

Annakidején, mikor Ajkán a 30.000-es rendszert bevezették, óriási anyagtúlfelhasználás volt.

Ez a kádkonstrukció különös gyakorlat elsajátítását igényli. Mielőtt a kormányzat elhatározná az üzembehelyezését, ki kell az eljárást más üzemben próbálni. Addig, míg a gyakorlat nincs meg, az üzembehelyezésnél óriási meglepetések lehetségesek.

Megvizsgálta annakidején ennek a kádnak a konstrukcióját és bár kifogástalannak látszott, a gyakorlat fogja megmutatni, milyen változtatások lesznek szükségesek, hogy az előadott számokat el lehessen érni. A gyakorlatot addig kell elsajátítani, amíg az új rendszer nem kerül üzembehelyezésre.

#### Szakál Pál:

Becker és Gurkin kartársak kimerítették a témát, ezért nehéz szorososan a tárgyhoz szólni. Néhány szempontból egészíteném ki az előadást, amelyek a magyar alumíniumkohászat szempontjából aktuálisak.

1. Katódkonstrukció kérdése. A magyar kohókkal (mert a háborús szükség kényszerítette létesítését az akkori kapitalista gazdákra, hiányos hőszigeteléssel épültek) nem tudjuk azokat a fajlagos fogyasztásokat elérni, amit külföldön. Természetes, hogy egy adott vasszekrénybe nagyobb hőszigetelést belekényszeríteni nehéz feladat, de erőfeszítéssel nagy megtakarításhoz vezethet. Pl. egy réteg állított, két réteg fektetett téglá, a rés kitöltésével, lyukas téglá alkalmazásával további lehetőségek nyílnak. A hőszigetelés megoldható pl. a katódszekrényen kívül is, salakgyapot felhasználásával, katódszigeteléssel.

Felmerül a szénbélés kérdése, amelynek vonalán kompromisszumra szorítkozunk és még ma is jelentős devizát kell adnunk.

Kivezető út az előre sajtolt és kiégetett szénbélés helyett döngölt katódákat alkalmazni. Megfelelők erre a 24.000 Amp. kemencék, amelyek kielégítőnek mutatkoztak. Az ilyen módon épített kemencék deformációja elhanyagolható az előre épített (tégla-ból) kemencék helyett. Döngölt masszát hazai nyersanyagból elő tudnánk állítani és ezzel megoldódik a 24.000 Amp. kemencék viszonylatában a katódkérdések komplikált kérdése.

2. A salak kérdése. Jelentős kriolith veszteségi forrást képvisel. Az olvadék tetején időnkint szén-salak gyúlik össze, amelyet el kell távolítani. Bizonyos kriolithvesztés elkerülhetetlenül velejár.

Ezek a salaktömegek összegyűltek és egész jelentős kriolithdepót képviselnek a vörösiszaphoz hasonlóan. Foglalkozni kellene a feldolgozásával.

Órlés után téglákká préselték nedvesen, körkemence kamrájában kiégették és próbálták adagolni. Nem volt szerencés, mert alumíniumfluorit veszteséggel jár. Hőemelkedésnél a téglák megolvadnak. Sokkal előnyösebbnek kínálkoznak a flotációs eljárások. Volt olyan 41% széntartalmú salak, amely 1,2%-ra kiflotálható volt. A lúgos alkatrészek kioldódnak, a fürdő alkalitását nem befolyásolja.

A vertikális tüskék alkalmazásával kapcsolatban osztoz Gurkin aggályait, az anódmasszát illetően, valószínűleg komoly folyásokra vezethet a köpeny hiánya és súlyos következményekkel járhat. Erre egy sűrű massa fog megfelelni. A műszergyárban bizonyos eredményeket sikerült elérni a hazai anódmasszakészítés folyamán.

A kérdés közben van, mert sikerült egy olyan anódmasszát előállítani, amely 1% alatti salak-képződéssel jár, a kohóban azonban, a gyártásnál, nem állt az ellenőrzés a helyzet magaslatán. Itt még a minőség egyenlőtlen volt. Ha sikerül ezt a jó minőséget állandóan szállítani és ha a megfelelő jó állandó kötőanyagot biztosítani tudjuk, akkor jó bázisa van a kényesigényű kemencéknek is.

Becker kartárs a termelékenységet említette; ténylegesen a magyar alumíniumkohók termelékenysége hátra van világviszonylatban. Ezen a vonalon feltétlenül segíteni kell a munka jobb átszervezésével. Nagyobb egységeket kell telepíteni, gépesíteni kell sok mindent (anódkezelés, csapolás). Szocialista munkaversennyel a kádkezelők teljesítménye az utolsó két hónapban 50%-kal emelkedett. Egy kimagasló csoport 300%-ot is elért.

Az alumíniumkohászat új útjaihoz kapcsolódva, rámutatok arra, hogy minél jobban fejlődik belföldi alumíniumgyártásunk, felhasználásunk, annál jobban előtérbe lép a hulladékújrahóhósítás kérdése. Ezt nemcsak elméleti síkon, hanem a gyakorlatban is be kell vezetnünk.

#### Szentiványi Gyula:

Ahogy az előadásból kitűnik, az alumíniumgyártásban mint fő költségtényező a villamos energia szerepel. Az idők, illetve fejlődés folyamán az újabb és újabb kádkonstrukciók fő törekvése a villamosenergia-megtakarítás volt. Emiatt a legújabb megoldásoknál a cél az, hogy az elektrolízis-kád minél magasabb áramerősség mellett (100.000 A), minél alacsonyabb feszültséggel járjon, mert az áramerősség a tulajdonképpeni mennyiségi termelést befolyásolja, míg a feszültség a termelésben lényegesen nem vesz részt, a kWó felhasználást csak növeli. Állandó áramerősség mellett a feszültség csökkentése egyúttal a fajlagos energiafelhasználás csökkentését is jelenti. A feszültség csökkentésére két lehetőség van:

1. A külső áramvezetők ellenálláscsökkentése (sínellenállások, átmeneti ellenállások, anódszén ellenállás, katódszén ellenállás stb.).

2. Elektrolízis-kádak optimális áramerősségen való járatása.



### A külső ellenállások csökkentése.

A sínfeszültségek csökkentésének kérdése kalkulációs probléma, nagyobb keresztmetszetekkel ezek tetszés szerint csökkenthetők, azonban gyakorlatilag csak oly mértékben történhet a keresztmetszetek növelése, hogy az évi amortizációs költségek ne haladják meg a megtakarításokat.

Az anódszén, illetve katódszén ellenállásoknak nagysága a beépítésre kerülő anyagok minőségétől függ. Itt állandó fejlődés, illetve állandó javulás tapasztalható.

A jelenlegi szabványok katódszén részére 50 Ohm/m/mm<sup>2</sup>, anódszén részére 60—90 Ohm/m/mm<sup>2</sup> ellenállási határt írnak elő, ezzel szemben a beérkezett katódszénmintákon végzett ellenállási mérések 16 Ohm/m/mm<sup>2</sup>-et mutatnak. Hasonló minőségű anyagok felhasználása lényegesen csökkenti az energiafelhasználást.

Az, hogy az energiafelhasználást sikerült 16,5 kWó/kg Al-ra csökkenteni, nemcsak a modern kádkonstrukciónak, hanem a megjavult kádépítési anyagok minőségének is köszönhető. Kérdés, mi az a határ, ameddig a minőségeket fokozni, javítani lehet és milyen minőségű anyagokkal érték el a modern üzemek a 16,5 kWó/kg Al fajlagos értéket.

### Az optimális áramerősség.

Az elektrolízis kádfeszültséget elemezve három lényeges részre tudjuk azt bontani.

1. A külső ellenállásokon történő feszültségesések.
2. A polarizációs feszültség.
3. A elektrolitban fellépő feszültségesés.

A fenti feszültségek közül a polarizációs feszültség gyakorlatilag az áramerősségtől függetlenül állandónak tekinthető.

A külső ellenállásokban fellépő, mint ohmikus ellenállásokon fellépő feszültségesések, függvényei az áramerősségnek. Ezek az áramerősség növekedésével, illetőleg csökkenésével arányosan növekednek, illetve csökkennek.

Nem ez az eset az elektrolitban fellépő feszültségesésnél. Az itt keletkező wattmennyiség nem veszteség, hanem a fűrdő melegentartását szolgálja, pótolva azokat a kalóriamennyiségeket, melyek a nem tökéletes hőszigetelések következtében az elektrolitból eltávoznak. Az áramerősség növekedésével a tényleges hőveszteségek nem változnak és így, a fűrdőben keletkező Wattmennyiségnek sem szabad változnia. Az áramerősség növelésének arányában az elektrolitra eső feszültséget kell csökkenteni.

Fentiekből kitűnik, hogy egy kád összefeszültsége egy állandó feszültségből (polarizációs feszültség), egy az áramerősséggel arányosan növekedő feszültségből (külső ellenállások) és egy az áramerősség növekedésével lineárisan csökkenő feszültségből (elektrolit feszültség), tevődik össze.

Mivel célunk, hogy a kád összefeszültsége minimális legyen, ezt akkor tudjuk elérni, amikor a két váltakozó feszültség két egymással egyenlő, azaz amikor a külső feszültségesések egyenlők lesznek a belső feszültségesésekkel.

Az ajkai kádakon végzett kísérleteink alapján megállapítást nyert, hogy ezt a feltételt a normális

áramerősség mellett Ajkán teljesítették. A kiszámított áramsűrűség azonban 0,85 Amp./cm<sup>2</sup>-nek adódik, ami lényegesen magasabb a modern kádaknál alkalmazott 0,60 A/cm<sup>2</sup>-es áramsűrűségnél. Kisebb áramsűrűséggel járatott kádaknál nemcsak azok feszültsége növekedne meg, hanem az elektrolit befagyásának veszélye fellépne az ajkai kádakon.

A modern kádakon az áramsűrűséget 0,60 A/cm<sup>2</sup>-re csökkentették. Ezt úgy érték el, hogy az anód, valamint katód keresztmetszetét megnövelték. A megnövekedett keresztmetszetek következtében a külső feszültségesés az áramsűrűségek arányában lecsökkent a régi kádakhoz viszonyított kb. 30%-kal. Az optimális áramerősséggel való járás megkívánja azonban a külső, valamint belső ellenállások egyenlőségét. Szükségessé vált az elektrolit feszültségének hasonló mértékben való csökkentése.

Az elektrolit feszültségének csökkentését a hőveszteségek csökkentése tette lehetővé. A modern kádaknál a felső tükörsor következtében sikerült a kád alakjának megváltoztatásával a hőszugárzó felületeket csökkenteni, valamint sikerült a hőszigeteléseket erősen megjavítani.

Ha összehasonlítást teszünk a modern, valamint a régebben épült kád között, a modern kádak jobb hőszigetelése az elektrolit feszültségét, kisebb áramsűrűsége a külső feszültségeket csökkentette, az áramhatásfokot is lényegesen javította.

Fentiek figyelembevételével a modern kádak elért eredményei megmagyarázhatóvá válnak és kitűnik az, hogy további fejlődés a hőszigetelők további javítása, valamint az áramsűrűség további csökkentésével érhető el.

### Becker Ervin:

Gurkin igazgató hozzászólására azt válaszolja, hogy neki is fájó pont, hogy a vertikális árambevezetésű anódák rendszere Magyarországon még nincs kipróbálva. A berendezés tervezése még abban az időben indult meg, mikor a kölcsönös műszaki segítségnyújtás a Szovjetunióval még nem volt ilyen szoros. Teljesen egyetért azzal az elgondolással, hogy valamelyik üzemünkben egy kísérleti kádat kellene felépíteni. Erre vonatkozó javaslatát annakidején meg is tette, azonban az idő rövidsége miatt már nem lett volna lehetőség a gyakorlati kipróbálásra, de reméli, hogy sikerülni fog az üzemet — a kezdeti nehézségeket a szovjet-magyar tapasztalatcsere által kiküszöbölve — megindítani.

Az ajkai üzem eredményeihez csak gratulálni lehet, mert hiszen a hallottak azt bizonyítják, hogy az üzemben sikerült az optimális termelési technológiára beállni. Ez adott rá lehetőséget, hogy a termelést 10%-al emeljék.

Szakál Pál vezérigazgató a kriolit-flotációnak bevezetésére vonatkozó javaslatával teljesen egyetért, annál is inkább, mert az évek folyamán felgyűlt kohósalak a folyó termeléssel állandóan szaporodik és így nagy értéket képvisel. A Szovjetunióban a kohósalakból körülbelül 40% fluórtartalmú kriolitot sikerült regenerálni. Ez a regenerált kriolit anyakádakban előelektrolizálva pótolja a külföldről valutáért importált drága kriolit egy részét. A felhasználás tehát növeli az alumíniunelőállítás gazdaságosságát.



A felsőgallai teljesítményekkel kapcsolatban megemlékezik a sztahanovistákról. A múlt napokban két dolgozó 22 kádat kezelte egy műszakban, tehát fejenként 11-et, a normaszertí három helyett.

Szentiványi Gyula hozzászólásával kapcsolatban megállapítja, hogy adott konstrukciónál a hőegyensúly fenntartásához optimális áramerősségnél a minimális feszültségre kell beállni. Rendkívül fontosnak tartja az elektrolízisben az áramsűrűség egyenletes megoszlásának biztosítását. Ez úgy érhető el, hogy ha a kádakban csapolás után is olyan mennyiségű katódfevet tartunk, amely biztosítja az egyenletes áramelosztást és megakadályozza a lokális áramsűrűség eltolódásokból származó bemelegedést.

#### Lányi Béla:

Az elhangzott hozzászólások alapján én is fűzök az elektrolízis új útjaihoz egy néhány gondolatot. Mielőtt ezt tenném, nagyon megszívlelendőnek tartom Gurkin igazgató megállapításait, melyszerint

egy ilyen új üzemműl a gyermekbetegségeket igyekezni kell előre leküzdeni. Ennek a küzdelemnek az egyik útját abban látom, hogy valamelyik üzem gyorsan állítson be egy ilyen új elgondoláson alapuló kemencét, amelynek termelését az üzem többi kádjaitól függetlenül azonnal meg kell kezdeni. Nyilvánvalóan, ez csak úgy sikerülhetne, ha volna egy független villamos generátor, mintegy 200 kW-os teljesítményű, amely ezt az egységet ki tudja szolgálni.

A kérdésnek ezt az oldalát azért emelem ki ilyen formában, mert az új kádak szerkezete elsősorban az anódmassza tartósságára épül, rossz anódmassza esetében az üzemi bajok sokszorta súlyosabbak lesznek, mint amilyent az eddigi szerkezeteken tapasztaltunk. Egy ilyen generátorra fordított összeg jó befektetés arra, hogy az új üzemben a hibák előtt ne álljunk tanácstalanul, legfőképpen, ismétlem, az anódmassza magatartásának a megítélésében. A generátorra beruházott összeg bőségesen megtérül az egyes kemencéjének üzeméből leszárt tapasztalatok következtében.



## A korszerű magnéziumkohászat

### A silicotermikus eljárások.

JAKÓBY LÁSZLÓ

669.72

Ласло Якоби:

#### Современная металлургия магния.

Добыча магния до последнего времени в промышленности происходила мокрым путем из руды. Из руды получали  $Mg$ ,  $Cl_2$ , из которого электролитическим путем получали магний. Получение магния электротермическим путем, которому еще в 1940 году обещали большие успехи, в настоящее время считается одинаковым по значению со способом электролитическим. У магнезита и доломита редукция при с удалась в электрических печах, но ввиду их сложности с одной стороны и нечистоты получаемого магния с другой стороны, их употребление в промышленной практике распространения не получило. Большое развитие получили способы, которые разрешили вопрос термической редукции при помощи силиция и ферросилиция. Очень интересными являются патенты и методы И. Г. Ф. и итальянской фирмы С. А. И. М., которые вошли в промышленную практику. При критическом разборе обоих методов. принимая в внимание местные условия, можем сказать, что итальянский метод практически, с технической точки зрения и экономически является более совершенным. На основании заключений Советской Металлургии, термические способы вообще проще и экономичнее чем способы электролитические.

#### Modern magnesium metallurgy.

L. Jakoby, metallurgic engineer.

Magnesium production on a large scale industrial basis was carried on, until recently, by way of electrolysis of the  $Mg Cl_2$  intermediary substance in the form of a liquid to melting temperature, obtained from ores by the wet process.

While in 1940, merely a promising future was prophesied, to day electrothermic preparation of magnesium can be classified at least on a level with the electrolytic process. In spite of successfully reducing magnesite or dolomite with carbon in the electric oven, it could not be used in practice for industrial purposes because, on the one hand the installation was too complicated, and on the otherhand because of the impurity of the  $Mg$  obtained. The results attained by thermic reduction of silicium and ferro-silicon, however, marked a tremendous step forward. Among the known patents and methods the protected processes put into practice by I. G. Farbenindustrie and the Italian firm of SAIM are worthy of attention. A critical comparison made between the two methods, with special consideration of the gramme-molecule proportions, reveals that the Italian method appears more advantageous from the technical as well as the economic aspect. However, in general, and according to the decision of the soviet metallurgists also, the thermic processes are simpler and also more economical in respect to the consumption of energy.

#### La magnesia-metallurgia moderna.

La produzione granindustriale del magnesio è stata effettuata fino a oggi da  $Mg Cl_2$  fatto da minerali per processo umido, dopo di chè il semprodotto è stato elettrolizzato nel suo stato liquido incandescente.

La fabbricazione elettrotermica di magnesio, al quale è stato predetto ancora nell'anno 1940 un avvenire incoraggiante, può essere oggi qualificato già come uguale al processo elettrolitico. La riduzione dei magnesiti e dolomiti con carbone, benchè riuscito nei forni elettrici, non ha potuto essere utilizzato nell'industria, di una parte a causa del complicato impianto e di altra parte per l'impurità del prodotto magnesio. Quei risultati, i quali hanno risolto la riduzione termica con silicio o ferrosilicio, significano uno sviluppo imponente.



Fra i brevetti e processi conosciuti, i più importanti sono quei, della I. G. Farbenindustrie è la firma italiana S. A. I. M. i quali sono soluzioni difesi ed effettivamente presi in pratica.

Se facciamo un confronto critico fra i due processi considerando specialmente le relazioni molecolari, — su questa base — il processo italiano sembra più pratica dal punto di vista tecnico ed economico più conveniente.

In generale i processi termici sono — anche secondo le constatazioni dei esperti sovietici — più semplici dai processi elettrolitici e più economici anche considerando l'utilizzazione d'energia.

A *Mg* üzemszerű termikus előállítására még a harmincas években is alig volt túl a kezdeti kísérleteken. A közölt adatok is csak szűkszavúan fogalmazott közleményekből voltak ismeretesek, a szakemberek általános véleménye pedig az volt, hogy a kísérleti úton elért eredmények nagyipari mértékben, a berendezés bonyolultsága miatt alig hasznosíthatók.

Ma a *Mg* termikus előállítása azonban már legyőzte a kezdeti nagyüzemi nehézségeket is és ezért ezt az eljárást az elektrolitikus előállítási móddal legalább is *egyenrangúnak* kell tekintenünk. (Függetlenül attól, hogy mekkora értékeket jelentenek a ma még elektrolitikus módon dolgozó üzemek berendezései.)

A kohászok figyelme tehát világszerte az elektrottermikus eljárások felé fordult, aminek egyik bizonyítéka például, hogy a Szovjetunió az új ötéves tervének ismertetésében különösen kihangsúlyozza a *Mg* silicotermikus előállításának kérdését. Érthető tehát, hogy a mi érdeklődésünk is, minthogy megfelelő minőségű és mennyiségű *Mg*-érc áll rendelkezésünkre; úgy kormányzati, mint a szakemberek vonalán is erősen a termikus eljárások felé fordult. Kétségtelen, hogy az elektrolitikus eljárásoknál is lépten-nyomon fejlődés volt észlelhető, különösen a magnéziumklorid monohidrátos előállítása tekintetében, azonban mindezek a fejlődések nem tudják ellensúlyozni a termikus redukciós eljárásoknak egyre fokozódó jelentőségét.

\*

Ellentétben az alumíniummal, már régebben tudott volt, hogy a *Mg* megfelelő redukáló anyagokkal, közvetlen érceiből való előállítása lehetséges. Minden kohász előtt érthető, hogy miután a szén a legmegszokottabb, de a legolcsóbb redukáló anyag is — a kísérletek az első iparinak ítélt megoldásig sok kudarc ellenére is ismét a szénrel indultak. Azonban, bár az előkészített *Mg*-érc redukciója például fényíves elektrokemencéből *C*-nal is sikerül, a keletkezett *Mg*-gőzök kondenzációjához szükséges lehűlés alkalmával, az egyidejűleg keletkezett szénmonoxid a *Mg*-gőzöket visszaoxidálja. *Vagyis ezzel az eljárással nem sikerül tiszta fémes Mg-t nyerni, hanem csupán MgO-dal és szén-gázokkal erősen szennyezett fém Mg-port, amelyet valamilyen közömbös gázatmoszférában, például H-ben, vezetve kellett bonyolult berendezésekben tisztítani. Ez eljárás, amelyet egyébként még a harmincas években ismerttettem, eléggé bonyolult s nem is ad tiszta Mg-t.*

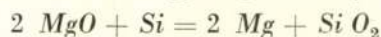
Számos más eljárást, illetve redukciós anyagot is kipróbáltak, így a  $Ca_2C$ -t (1.) A redukció alumíniummal is megoldható (2.) azonban az *Al* e

célra drága. Hatalmas fejlődést jelentettek azok a törekvések, amelyek a *MgO* redukcióját ferrosilícium formájában, *Si*-mal oldották meg és azt nagyipari termelésre is beállították. A (ferro) silíciumos megoldásnál kezdetben az eljárás szintén elektrokemencében történt. Minthogy azonban a redukcióban a szénelektrodák is résztvettek, s a keletkezett *CO* szintén visszaoxidál *Mg*-gőzöket, s ezenfelül az eljárással nem lehetett darabos fémot nyerni; más megoldást kerestek. Így fejlődött ki a retortás eljárás, amelyet az I. G. eredeti alakjában Angliában és az USA-ban is már 1934-ben és 1935-ben szabadalmaztatott, mert itt is majdnem kizárólagos és nagy érdekeltségei voltak a *Mg*-előállítás terén (3.) A kísérleteket a dolomitoknak ferrosilíciummal való redukciójára végezték. A dolomitnak a *CaO*-ja a *Si* egy részével kalciumorthosilicátot képez, míg a *MgO* maradéktalanul fém-magnéziummá redukálható. A *MgO*-nak maradéktalanul való redukciója azonban gazdasági kérdés is, mert a felhasznált *Si*-mennyiség az időtartam és hőmérséklet függvénye is.

A carbotermikus eljárásról, amelyet az osztrákok kezdtek meg — Ausztriában, majd Amerikában rendeztek be egy nagyüzemi berendezést; a közölt ismertetésen túl továbbiakat nem tudunk (4.) (5.) A Szovjetunióból is vannak még régebbi irodalmi értesüléseink a *MgO*-nak *C*-nal való redukciójával. Ezek a kísérletek azonban nem állítottak elő fém-*Mg*-t, hanem *MgSiAl*-ötvözetet (6.) A (ferro) silíciumos eljárásokat azonban részint a szabadalmi leírásokból, részben személyes tapasztalatok alapján annyira sikerült kitanulmányoznunk, hogy azokból elméleti megfontolásokat vonhatunk le és azokat boncolás alá vehetjük.

Az I. G. Farbenindustriának 1935. évi Csehszlovákiában, 1936. évi és végül nálunk 1941 július 1-i keletű a *Mg*-tartalmú nyersanyagok elektrottermikus redukálására szóló szabadalma (7.) szerint a reakciós elegyet (keveréket) a kemence függőleges tengelyében, tehát a salakszintbe merőlegesen elhelyezett retortában, folyamatosan végzi. Az eljárás lényege tehát a redukciónak *üreges, álló retortában való elvégzése* oly redukáló szerekkel (ferrosilícium), amelyek redukció közben oxidáló terméket nem adnak le. A reakciós keverékkel még olvadáspontot csökkentő anyagokat is adagoltak, hogy az alacsonyan olvadó salak a fémretortát meg ne támadja.

A *MgO*-nak *Si*-mal való redukcióját vizsgálva kitértünk, hogy a reakciósebesség, akármilyen berendezésben is megy végbe a folyamat, a



egyenlet alapján állandóan csökken s egy bizonyos *MgO*-mennyiségnél teljesen megáll. A redukciós maradéknak tehát szükségképpen eleinte magnéziumsilicidből, kovasavból, nem redukált *MgO*-ból és esetleg szabad *Si*-ből kell állnia. Csak így magyarázható az, hogy a redukcióhoz a ferrosilíciumból jóval nagyobb mennyiséget kell alkalmazni, mint amennyit a stöchiometriai számítás megad (8.)

A redukciónál keletkezett  $\text{SiO}_2$  a jelenlevő bázisokkal tehát dolomit esetén a *MgO* és *CaO*-dal, dibázisos szilikátot képez (valószínűleg  $\text{CaMgSiO}_2$ ).



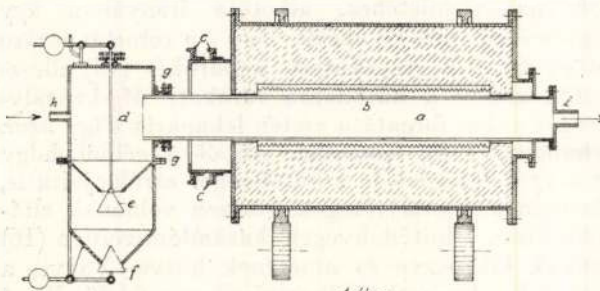
Ha tehát e szilikátképzéshez szükséges bázismennyiség elfogy, illetve elhasználódott, a redukciónak szükségképpen meg kell szűnnie.

Ezért, ha a teljes  $Si$ -t redukcióra akarjuk felhasználni, akkor fölös mennyiségű  $MgO + CaO$ -t kell alkalmaznunk, körülbelül  $4 : 1 =$  bázis  $Si$  mol arányban.

Miután az ilyen kemencemegoldás mellett magasan olvadó salaknyerés is cél volt (mert az alacsony olvadáspontú megtámadta a falat), a molviszonyokat változtatni kellett.

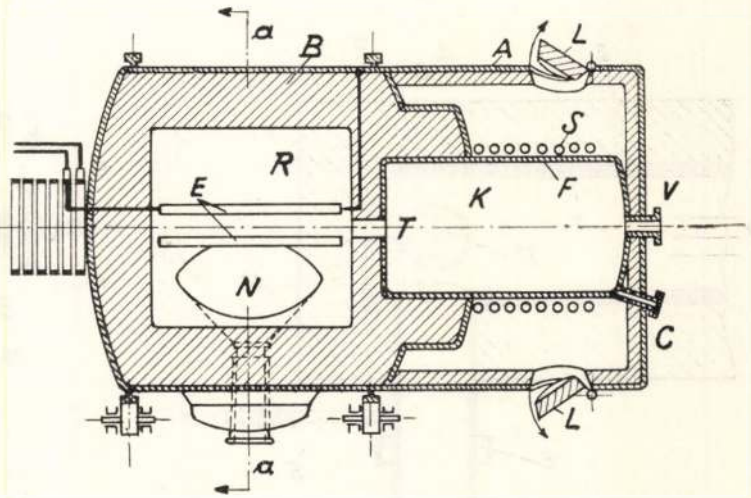
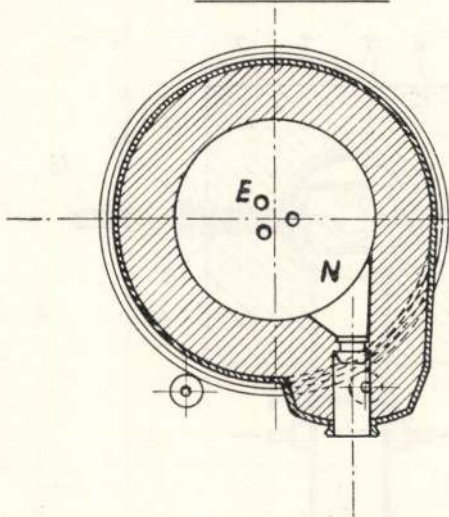
A redukció lefolyása, a tapasztalatok szerint mozgó anyagnál gyorsabb, mint állónál, ami azzal magyarázható, hogy a mozgó, például forgókemencénél a hőátadás lényegesen jobb, mint állókemence esetén. A forgókemencében továbbá a darabos anyag mozgása intenzívebb, mint a porszerűé. Ez a megállapítás az érckeverék (elegy) *sajtolását* tette előnyössé. Azonban, miután a sajtolat ércbrikettek mozgásukkor porlódtak, kellő elszívás hiányában a kondenzációs térben lecsapódott fémmagnéziumot szennyezték. Ezért a briketteket (pasztillákat)  $H$ -áramban  $700-1200\text{ C}^\circ$  mellett rövid ideig hevítve hőkeményvé alakították (9.)

A keményítést a keletkezett kalciumötvözet biztosítja, tehát ha a redukció magnézitból indul ki, az elegykeverékhez még meszet is kell adagolni.



1. ábra.  
Ércanyag-brikett zsugorító.

*a-a* metszet



*Redukáló és lecsapó kemence.*

2. ábra.

Ennél a szabadalmazott I. G. ércelőkészítő eljárásnál a forgókemence  $a$  tűzálló retortáját a  $c$  gyúrókról vezetett árammal táplált  $b$  ellenállás fűti. Az  $a$  retorta benyúlik a kemencéhez csatlakozó  $e$  és  $f$  szelepekkel záródó  $d$  vastartályba, amelynek  $h$  nyílásán be-, a retorta  $i$  nyílásán pedig kifelé  $H$ -gáz áramlik. A retortát az ércbrikettel a forgócső  $i$  nyílásán töltik meg. Vagyis a keményítés az  $a$  forgócsőben történt. A csőből a most már kemény brikettek a  $d$  tartályba esnek, onnan kivehetők s a tulajdonképpen redukációs kemencébe az eredeti nagyságban vagy aprítva adagolhatók. (L. és I. sz. rajzot.)

Ezután már csak az alacsonyabb hőmérséklettel dolgozó forgó vacuumos kemence megoldása volt hátra. Elsőnek a forgókemencét és a vacuumot ismét az I. G. szabadalmaztatta és alkalmazta már 1937-ben, majd nálunk is bejelentette 1941 augusztus havában, vagyis akkor, amikor nálunk is ugyancsak a termikus  $Mg$ -előállítás mód felé fordult a műszaki közvélemény érdeklődése (10.) Az I. G. által még 1942-ben Németországon kívül is nagyiparilag gyakorlataba vett eljárás a következő:

Az alkalmazott és a 2. sz. rajz hossz- és keresztmetszetéből érthető kemence hossza a sugárzási veszteségek csökkentése céljából közel azonos vagy valamivel nagyobb, mint az átmérője. A kettős munkaterű kemence  $R$ -terében történik az ércanyag redukciója és a nyert  $Mg$  elgőzítése. Innen a  $Mg$ -gőzök bejutnak a  $K$  kondenzációs térbe, amely egy, a kemence tengelyében, azzal egybeépített, hűthető és hőlempirálisokkal fűthető fémhenger. Az  $R$  redukációs teret annak vízszintes tengelye körül, azzal párhuzamosan elhelyezett, szabadon álló  $E$  sugárzó elemek fűtik. A hőveszteségek elkerülése végett ezt a redukációs teret még a  $B$  szigetelő falazat is burkolja ezt pedig egy tökéletesen, illetve légzárón hegesztett vasköpeny. A redukációs elegyet, amely tehát például dolomitból való kiindulásnál ( $MgO, CaO + FeSi$  keverékből zsugorított (pasztillázott vagy briket-



tezett) darabokból áll, a forgókemencéből a redukciós tér vízszintes tengelyének függőleges közep-vonalában, a redukciós henger alkotójához érintőlegesen elhelyezett N nyíláson adják be. Ugyane redukciós tér felé kúposan bővülő nyíláson távolítható el a redukciós maradék is. Ez a megoldás biztosítja a folyamatos üzemet is. Ez volt kb. az 1939-ben épített kemencemegoldás, amely azonban nem működött kifogástalanul. Az újabb megoldás már csak 1 különleges kiképzett elektrodát alkalmaz, a lecsapó retortarészt a redukciós kemencerésztől könnyen leszerelhetően képezték ki, a tűzálló falazatot pedig lényegesen leegyszerűsítették.

A redukciónál az R térben nyert Mg-gőzök a K kondenzációs térhez viszonylag igen szűk nyíláson kerülnek bele, ahol először szilárd állapotban kristályosan lecsapódnak. Amíg a kemence R munkateréből a redukciós maradékot ürítik és azt újratöltik, a K kondenzációs teret a vacuumsonkon át H árammal felfűtik és a szilárdan lerakódott, majd a kemenceállás közben megolvadt Mg-t a C csapoló-csővön át lecsapolják. Az I. G. előbb említett eljárása tehát a kemenceberendezésben H áramot alkalmaz, a szilárdan lecsapódott Mg ugyanott való s a lecsapolás célját szolgáló újraolvasztására.

A SAIM (Soc. An. Italiana per il Magnesio e Leghe di Magnesio) 1943. évi magyar bejelentésében az I. G. előbbi, erősen körülhatárolt szabadalmától eltérő eljárást alkalmazott. A berendezés előzőleg a redukciót és a kondenzálást olyan kombinált csőretortában végezte, amely a vacuum megszűnése előtt, kívülről szabályozható szerkezettel volt elzárható. Az ilyen módon elzárt csövet a kemencéből kihúzták, lehűtötték s annak falára kristályosan ráakodott fém Mg-t kézíerővel kiszedték. Ezt az eljárást alkalmazták még 1941-ben.

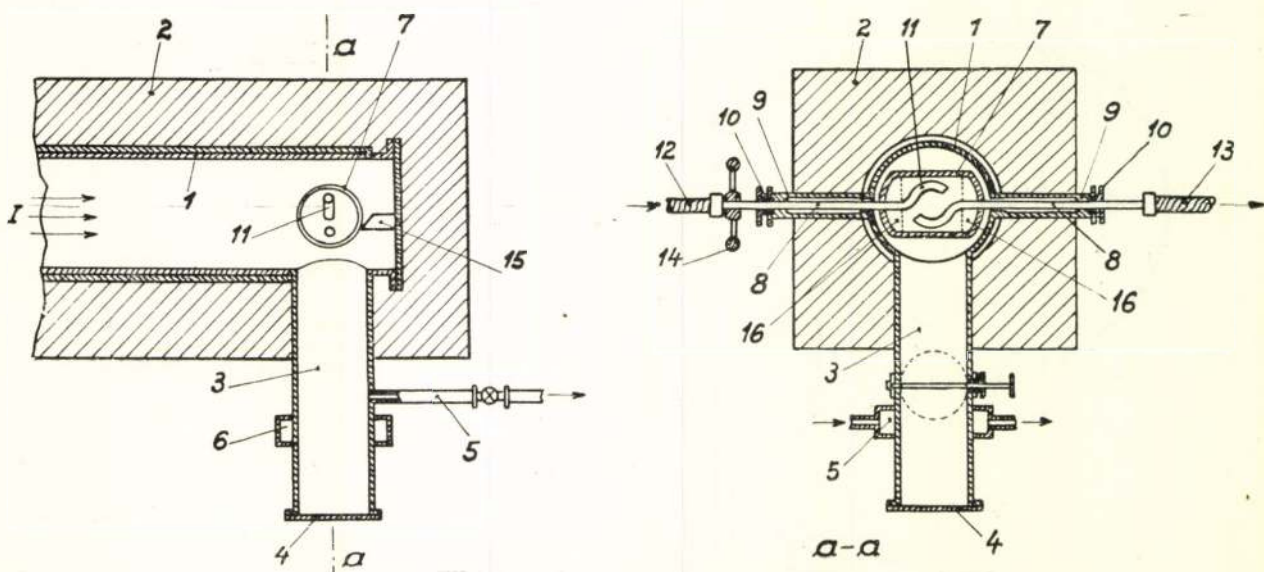
Azóta az újabb eljárás a Mg-gőzöket ugyancsak a redukciós térrel összefüggő retortarendszerben elhelyezett, jól hűthető fémdob felületén kristályosan csapja le. A kristályosító dob felülete a redukciós térfelület egy kisebb hányada. E lecsa-

pódás önálló, de egymással összenőtt kristályegyedekből álló, növekvő réteghalmaz formájában történik. Ezt a berendezést szemlélteti a 3. ábra.

A 3. ábra felső része a kombinált retortának a hosszmetsete, alsórésze pedig annak a — a metsete. A retortának az I.-gyel jelzett részén megfelelő hőmérséklet és vacuum mellett történik a redukció. Ugyanebben a retortarendszerben, de a már alacsonyabb hőmérsékleten tartott II. részében elhelyezett (7) hűtött dobon történik a kristályos lecsapás. Az egész I—II-vel jelzett retortát (2) hőszigetelő köpeny burkolja. A retorta kondenzációtéri részéből ágazik le a (3) fémhenger, amelynek  $\varnothing$ -je körülbelül  $\frac{2}{3}$ -a az I—II. retorta  $\varnothing$ -jének, különben a retortával azonos minőségű, hőálló acélból készül és az (4.) fedővel tömíthetően zárható.

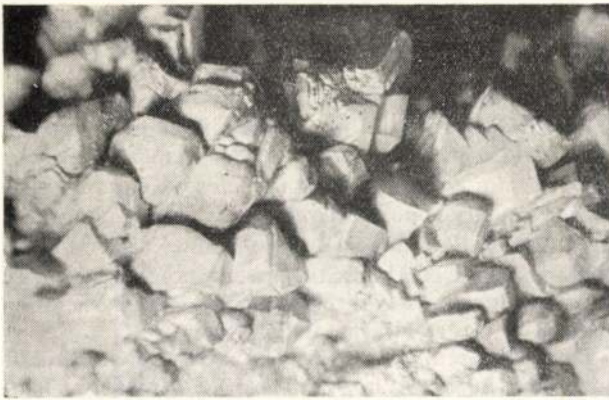
A (3) fémhengert a (6) hűtőköpeny veszi körül s az (5) csőcsonton át a vacuumszivattyúval közlekedik. A II. retortarészben a (3) fémhenger feletti hűtött dob a (9) csapágyakban üreges forgó (3) tengellyel (forgáscsapokkal) forgatható. A (9) csapágyak a (10) tömítő szelencékkel vannak ellátva. A dobhűtő folyadék az egyik üreges tengelyen be (12), a másikon (13) kifelé áramlik, az üreges tengelyek görbült szájvégével (11) nyúlnak be a dobba.

A hűtődob forgatására az egyik üreges tengelyrészben elhelyezett (14) kézikerek szolgál. A hűtődob palástfelületéhez, alkotója irányában egy hegyes élszögben kiképzett végű s a retortát lezáró falhoz fixen hozzáerősített kaparókés (15) illeszkedik, amely a hűtődobra ráakodott Mg-kristályréteget a dob forgatása esetén lekaparja s így azok behullanak a (3) fémcsőbe. Abból a célból, hogy ne csapódhassanak le a hűtőhenger zárólapjaira is, ahonnan a kristályrétegek nehezen volnának eltávolíthatók, a hűtődobvégek kazandómszerűen (16) vannak kiképezve és nincsenek hűtve. Vagyis a dob csak a kaparókés élhosszának megfelelő alkotó hosszán körülbelül 550 C°-ra hűtött. A lekaparás után megkezdődhet ismét a dobra való rákristályosítás.

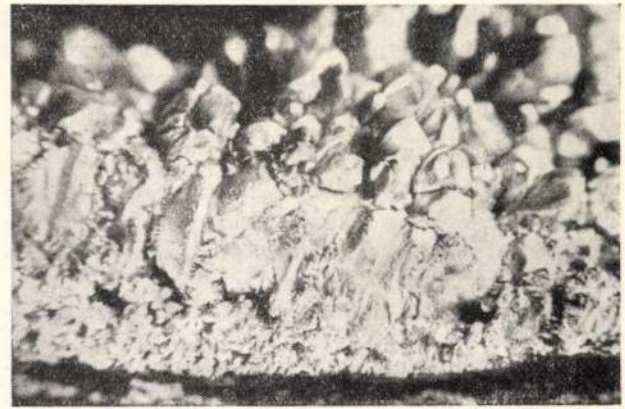


3. ábra. Redukáló- és lecsapoló retortás kemence.





4. ábra. A kristályosan lecsapódott Mg hexaederes kristályai. Közel természetes nagyság.



5. ábra. Kristályosan lecsapódott hexaederek. Természetes nagyság. A képen jól látható a szakaszos lecsapódás növekvő kristályos rétegződése.

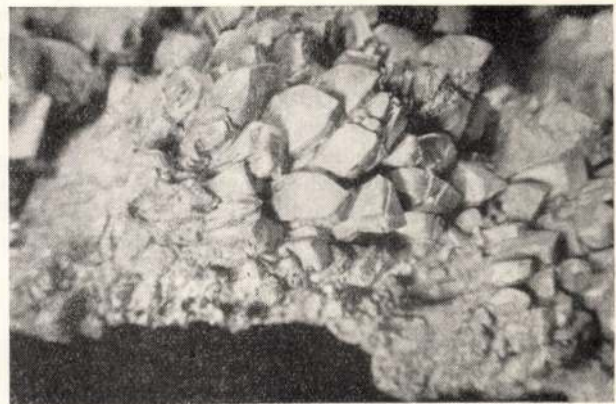
A (3) fémhenger függőleges osztásával az üzem folytonossá tehető. Ennél az eljárásnál tehát csak munkaterekhez képest kis felületű dobot kell hűteni, a hőkihasználás tehát lényegesen jobbnak látszik, mint az I. G. eljárásnál.

Az F lecsapó felületet természetesen másképpen is lehet kiképezni. Mi magunk is egy más megoldást láttunk. A lényeg az, hogy ha csak a lecsapó felületet hűtjük, akkor *valójában csak ezt a hőmennyiséget kell elvonni, ami a fémgőzök kristályosításához ténylegesen szükséges, vagyis a fémgőzök lappangó hőjét és a kristályrétegek lehűlésének megfelelő hőmennyiséget.* Ezzel feleslegessé válik az egész lecsapó tér külső hűtése, amivel lényegében együtt járt a desztilláló térnek is egy bizonyos el nem kerülhető, de felesleges lehűlése. Az I. G. előbb említett eljárásában a hűtést ugyan már elkerülte, de a nagy felületek felesleges hűtését nem tudta kiküszöbölni. A SAIM-eljárás ezért gyorsabbnak is látszik annak ellenére, hogy a forgókemencét kiküszöbölte (11) 4., 5., 6. ábra (Makroképek).

Végül Amati Luigi, páduai egyetemi tanárnak van egy ugyancsak olaszországi elsőbbségű, nálunk már 1942-ben megjelent szabadalma, amely főleg az ércbrikettek egyszerű víztelenítését oldja meg ugyancsak a közös redukciós és lecsapó retortában és feleslegessé teszi az ércbrikettek (pasztillák) H áramban való zsugorítását. Vagyis a H alkalmazását az olasz eljárások teljesen kiküszöbölték.

Az eljárás szintén vacuum alatt álló csőalakú acélretortákat alkalmaz, amelyekben a brikettek (pasztillák) víztelenítésére a *redukálási hőmérséklet alatt* történik. A brikettezést ugyan szárazon végzik, azonban a keverés és általában kezelés közben egészen a berakásig a  $MgO + CaO + FeSi$ -keverék mégis magába szívhat nedvességet, amennyi a fémgőzök egy részét visszaoxidálhatja.

Ezért alkalmazta az I. G. is a brikettek H áramban való zsugorítását. Az Amati-eljárás először a retortába beadagolt pasztillákat oly, a redukciós hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletre hevíti, amelynél az elegy nedvessége átalakul vízgőzzé, azt azonnal elszívhatja, az így keletkezett nagyfokú vacuumban pedig ugyanabban a retortarendszerben redukálja.



6. ábra. Egy Mg-kristálycsoport másfélszeresre kinagyított felvétele.

Az eljáráshoz Amati többfokozatú, sorbakapcsolt szivattyúrendszert alkalmaz, vagyis az elszívott gőz az első szivattyúban nem kondenzálódott. Első fokozatként például vacuum-olajszivattyú, második fokozatként vízgyűrű-szivattyú alkalmazható. Így 0.1—0.2 higany mm-es vacuum létesíthető (12.).

Az előbb elmondottakban az apparaturákra fektettem a fősúlyt. A továbbiakban röviden vázolni óhajtom a molviszonyokat, amelyek az ércmennyiségre és a redukciós fémre adhatnak tiszta képet.

Nézzük először elméletileg, de már a salak-, illetve a redukciós maradéokra való tekintettel számításainkat, illetve a molviszonyokat.

Vegyük a mi egyik magyar dolomitunkat, amelynek összetétele kereken

$MgO$ .....	24.0 %
$CaO$ .....	30.80%
$Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$ .....	0.50%
$CO_2$ .....	44.70%
	100.0 %

A calcinált dolomit összetétele :

$MgO$ .....	43.40%	$Mg$ .....	26.17%
$CaO$ .....	55.70%	$Ca$ .....	39.78%
$Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SiO_2$ ...	0.90%	$O$ .....	33.15%
	100.0%	Maradék ..	0.90%
			100.0%



A számításokat a továbbiakban 24·0% Mg-mal és 40% Ca-mal fogjuk végezni. Ezen az alapon az elegyszámításunk a következőképpen alakul:

Az adagot a könnyebb számítások kedvéért mol-súlyra számítjuk.

A vegyefolyamat szerint

1.  $2 \text{ MgO} + 2 \text{ CaO} + \text{Si} = 2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2 \text{ Mg}$   
azaz 2 bázismolhoz 1 mol Si-ra, azaz 100 kg Mg kinyerésére 100%-os fémkihozattal számolva, kerek-  
ken 57·3 kg Si-ra volna szükség.

A salak, illetőleg redukciós maradékra való tekintettel azonban az eredmény más.

Ha a fentebbi egyenletet szétbontjuk, illetve két-féle bázismolra számítjuk, akkor elméletileg, vagyis ha az egész MgO redukálódna, a következő folyamatok mennek végbe:

2.  $2 \text{ MgO} + \text{Si} = \text{SiO}_2 + 2 \text{ Mg}$ ,  
azaz két Mg bázismolra, azaz  $2 \cdot 40 \cdot 3 = 80 \cdot 6$  kg-ra 1 mol Si = 28 kg.

A CaO a redukciónál pedig bázikus silikáttá alakul át, előzőleg azonban  $\text{Ca}_2\text{Si}$ , azaz kalcium-silicid keletkezik, amely tehát maga is redukál, s gyorsítja így a redukciót. Vagyis

3.  $3 \text{ CaO} + 2 \text{ Si} = \text{Ca}_2\text{S} + \text{Ca SiO}_3$ ,  
vagyis a 3 Ca bázismolra 2 Si-t, azaz 168 kg CaO-ra 56 kg Si kell. Minthogy azonban az 1 egyenlet értelmében a tervezett molaránynál csak  $2 \cdot 56 = 112$  kg CaO-t hoztunk be, a kalciumsilicát képzésben valójában:  $56 \cdot 112 = 37 \cdot 3$  kg Si-t kell

168

adagolnunk, vagyis az adagunk:

		80%-os FeSi-ra
2 MgO .....	80·6 kg.....	80·6 kg
2 CaO .....	112·0 kg.....	112·0 kg
Si MgO-ra .....	28	
Si CaO-ra .....	37·3	65·3 kg.....
Maradék .....	1·1 kg.....	—
	259·0 kg	273·6 kg

A 273·6 kg-os adásban

$80 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 3 = 48 \cdot 5$  kg Mg van,

vagyis 100 kg Mg-ra:  $\frac{80 \cdot 100}{48 \cdot 5} = 165$  kg 80% FeSi

volna szükséges. Miután azonban a redukciónál nem az egész MgO redukálódik, hanem annak csak egy bizonyos %-a, valójában ennél a mennyiségnél a redukciós kísérlethez ebből a számból kell kiindulni és az így számított adással nyert redukciós maradék ad biztos támpontot a tényleges FeSi fogyasztásra, ami a FeSi viszonylag magas árára való tekintettel is elsőrendűen lényeges kérdés.

Az előbb elvégzett számítások mindenesetre igazolják azt, hogy a (ferrosziliciumos) szilicotermitikus eljárásnál a bázis: Si molarány, állandó telítettség, vagyis állandó Mg-tartalom mellett:

1. 2 : 1-hez, tehát nem 4 : 1-hez

és az ércfelhasználás

2. 4 t kalcinált dolomit/1 t Mg volna.

Azonban, minthogy a fémkihozatal nem lehet 100%-os, hanem annál lényegesen kevesebb; az ércmennyiséget is lényegesen emelni kell, mert a csökkenő redukciós sebesség egy nullpontot ér el, amikor a redukció megáll. Ez a többlet lényeges, s a redukciós sebesség beállításától, a kemence-szerkezet határfokától függ. Ezenkívül döntően

lényeges az áramszükséglet is, aminek legnagyobb határát az elektrolitikus eljárás áramigénye szabja meg.

Kísérleteinket e téren különösen széles keretek között fogjuk vezetni, hogy a kérdés teljesen tisztán álljon előttünk. Az eddigi megfontolások szerint a redukció a dolomit közettani felépítésének is függvénye. Az egyik dolomit jobban, a másik kevésbé, vagy egyáltalán nehezen redukálható. Hasonló az eset a görögországi bauxitokhoz, amelyek a mi hazai, teljesen azonos összetételű bauxitjainkkal szemben például a Bayer-eljárással alig tárhatók fel.

Ezek alapján gyakorlati tapasztalatok nélkül is megállapíthatnánk, hogy 1 t Mg előállításához körülbelül 5—6 t kalcinált dolomitra van szükség.

Érdekesekek a nyers dolomit kalcinálási viszonyai, ezekre sajnos mostani előadásunkban nem tudunk kitérni. Nem tárgyalom e helyen az energiaviszonyokat sem, csupán megállapítom, hogy az elektrotermikus eljárás kevésbé áramigényes, mint az elektrolitikus eljárás.

Egyik ismertetésemben (13) közöltem, hogy hasonló összetételű olasz dolomitból 1 t Mg előállításához 12 t nyers-, illetve 6 t kalcinált mennyiségre van szükség. 12 t nyers dolomit, vagy 6 t kalcinált dolomit redukálásához pedig 1·1 t 80—82% FeSi-ra van szükség, vagyis a kihozatal a dolomit minőségének megfelelően 60—70%, ami ugyan eléggé kevés, de az elektrolitikus eljárásnál sem több, s a magnezitből való kiindulásnál sem.

Vezezzük le erre a mennyiségre az adagösszeállítás és állapítsuk meg a keletkezett salak-, illetve redukciós maradék mennyiségét és kémiai összetételét. Az ipari elegy tehát 100 kg Mg kiho-

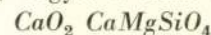
Calc. dolomit ....	600 kg	6 t-ra kell 1·1 t
FeSi 80%-os ....	110 »	0·6
	710 kg	0·11

Az elegy összetétele:

Elemenként:

MgO .....	600 43·4 = 260·70 kg	Mg 260·40 60·3 157·02 kg
CaO .....	600 55·7 = 334·20 »	Ca 334·2 71·5 233·54 »
SiFe .....	= 110— »	Si .....
Maradék ..	600 0·90 = 5·40 »	Fe .....
	710— kg	O .....
		Maradék ... = 5·40 »
		710— kg

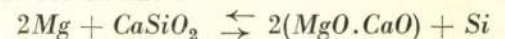
Az elemenkénti elegyösszetétel alapján a redukciós maradék, vagyis a salak összetétele:



melynek olvadáspontja lényegesen magasabb a redukciós hőmérsékletnél s így nem olvadt, hanem porszerű állapotban marad vissza. Egyébként ez a maradék elektromos fényíves kemencében újból fém Si-má és MgSi-dé redukálható.

A fentebbi egy rövid előadásban összefoglalt elmondottakhoz vázlatosan még a következőket óhajtom hozzáfűzni:

A redukció 80%-os ferrosziliciummal dolomit felhasználás esetén kb. a



egyenlet szerint megy végbe.

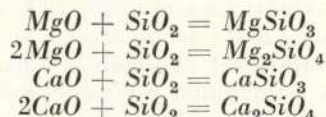
Az egyenlet szerint, dolomit esetén — ha az áramfogyasztásra, vagyis a vegyefolyamat lefutása-



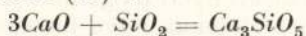
nak időtartamára nem vagyunk tekintettel — a behozott elegy  $MgO$ -ja teljesen fémmé redukálható, mert csak a  $CaO$  képez orthoszilikátot. Magnezit felhasználásnál pedig az  $MgO$  aránytalanul nagy része alakul szilikáttá. Ezért dolomitfelhasználásnál *előnyösen és szükségképpen nagyobb a Mg kihozatal*, mint magnezit felhasználásnál. Ha pedig az elegyhez alkáli — alkáli földfémek kloridjait, vagy fluoridjait adagoljuk, 1—2%-nyi mennyiségben, a kihozatal állítólag 90%-ra is emelkedhet. (14)

A 68. oldalon feltüntetett képlet szerint a redukciónál dolomit esetén elsőnek keletkezett  $Ca_2Si$ -del egy legközelebbi időben lefolytatott kísérlet adatai alapján fogunk foglalkozni. Tény az, hogy csupán  $MgO$  redukciója esetén hasonlóképpen először  $Mg_2Si$  keletkezik, amely azonban a redukciós vegyfolyamat hőmérsékleténél nem gőznmű, viszont azonban minden valószínűség szerint ebben az állapotban is redukál.

A ferroszilíciumos redukciónál még egyéb vegyfolyamatok is felléphetnek, amelyek között átmeneitileg a keletkezett  $SiO_2$  a molviszonyoktól függően a  $MgO$ -dal és  $CaO$ -dal orthoszilikátokat képez a következő alakban:



A  $Ca$ -orthoszilikátnak kétféle módosulata ismert, amelyek közül a vegyfolyamat termodinamikai lényegét jelentő képződési hő számításához Johanson és Thøerwaldson (15) a



alakot használták fel. A  $Mg$  orthoszilikát képződési hőjét még nem ismerjük, a kutatók számításaikban azonosnak veszik a  $Ca$ -orthoszilikátéval, amelynek értékét szobahőmérsékletnél 32,8 kcal-ra számították a fenti szerzők.

Igen érdekes és tanulságos a  $Si$ -s, illetve a ferroszilíciumos redukció termodinamikai alapelveinek boncolása, amelyre ugyancsak egy későbbi tanulmányunkban fogunk kísérleteink alapján részletesen kitérni.

Még számos külföldi, angol, francia, amerikai és svájci ilyen tárgyú szabadalom és eljárás is van, ezeknek valamennyije azonban részben az I. G., részben az SAIM-szabadalmakra, illetve eljárásokra vezethető vissza.

Az eljárások előbb elhangzott ismertetése alapján gyakorlatilag, mert a redukciós és a lecsapás egy retortában, az ércbrikettsugorító előkészítése nélkül történik, vagyis H fogyasztás nincs: Gyakorlatilag az olasz eljárás látszik egyszerűbbnek.

#### IRODALOM

1. USA-szabadalom: 1650894/1926., Magyar szabadalom 127216/1935.
2. Francia szabadalom 794716/1935.
3. Angol szabadalom 413606/1934., 439535/1935. és 464438/1935.
4. Hansgirt: Berg u. Hüttenmänn. Jahrb. 1934. 109. o.
5. Erdmann Konrad: Recovering metais from oxides Osztrák szabadalom 143621/1935.

6. J. K. Berent:  $MgAlSi$ -ötvözetet elektrotermikus előállítására feltételeinek vizsgálata. Legkie Metally, 6. 1937. (Nr. 2.)
7. Magy. Szab. 127341/1941. Németországi elsőbbség 1935. XII. 11.
8. L. J. L. A Magyar  $Mg$ -kohászat, Bp. 1942, Mérn. Továbbképző, XIV. 4. füzet, 13. 1.
9. Ném. Szab. Magy. Szab. 127511/1941.
10. Magy. Szab. 127554/1941.
11. Magy. Szab. 131.124/1943. Olaszorsz. elsőbbség: 1941. III.
12. Magy. Szab. 129.433/1942. Olaszorsz. elsőbbség: 1941. III.
13. J. L. A hazai  $Mg$ -kohászat lehetősége. A Magy. Technika 1948. 3. sz. 35. 1.
14. 4105051935 sz. belga szabadalom.
15. Journal Am. Sac. 56. (1947)

### Hozzászólások:

#### Dr Dobos György.

Jakóby kollégánk igen részletesen és nagy szakértelemmel ismertette a korszerű elektrotermikus  $Mg$ -előállítás két legfontosabb módszerét, az I. G. Farbenindustrie és az Amati-féle eljárást. Nem sok hozzászólni való lehet sem a tanulmány elméleti, sem technológiai fejtegetéseihez. Részemről egyrészt az elektrolitikus  $Mg$ -előállítás háttérbe szorításának okairól, másrészt a  $MgO$ -redukció néhány kérdéséhez óhajtok hozzászólni.

Hazánk természetes magnézium halogenid ásványokban szegény. Hiányoznak ugyancsak az alkali-kloridok, amelyek az elektrolízishez nélkülözhetetlenek, mivel a tiszta olvadt  $MgCl_2$  elektrolízise technikailag megvalósíthatatlan a fürdő bomlékonysága miatt. Ebből következik, hogy a dolomitból kiinduló szinítési eljárások magyar viszonylatban nyersanyag szempontból nyilván előnyösebbek, mint az elektrolitikus előállítás. A  $MgCl_2$  elektrolízis kellemetlen üzem. A csapolás, mivel a fürdő és az olvadt fém közötti fajsúlykülönbség igen csekély, körülbelül 0,15—0,20, csak a fém szakaszos kimerésével történhet, ami igen munkaigényes és a nyert fém is finomításra szorul. Az elektrolit, mint már említettem, bomlékony, a csapolás szakaszos volta miatt azonban a hidrolízis el nem kerülhető, ami az elektrolitot kocsonyássá, grizessé teszi és az áramkihasználás csökkenéséhez vezethet.

Az elektrotermikus szinítéshez, mint Jakóby kollégánk említette, számos redukálószer használható fel:

- a) fémek:  $Ca$ ,  $Al$ ,  $W$  stb.;
- b)  $CaC_2$ ;
- c)  $C$ ;
- d) ötvözetek:  $Si/Ca$ ,  $Si/Al$ ,  $Si$ ,  $Al/Si$ ,  $Fe/Si$  stb.

Egyszerű energetikai számítások szerint a  $Mg$ -nek folyékony állapotban való előállítására a gőzfázis beiktatása nélkül csak  $Ca$ -os szinítéssel hajtható végre, más redukálószer felhasználása esetén a reakció csak akkor halad a  $Mg$ -képződés felé, ha azt gőzállapotban nyerjük.

Ebből következik, hogy minden olyan redukálószer használatánál, amely gáz- vagy gőzhalmaz állapotú, oxidációs termékhez vezet, a lehűlésnél a keletkezett  $Mg$  kondenzációja alkalmával, a nyert fém reoxidációja következhet be. Innen erednek



azok a zavarok, amelyek szénnel és  $\text{CaC}_2$ -vel való redukciónál tapasztalhatók. A fémes redukálószer alkalmazásánál ezek a jelenségek nem lépnek fel és ezért vette a modern termikus  $\text{Mg}$ -kohászat ezek felhasználására az irányt.

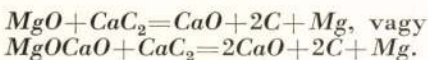
Cuntz kísérletei szerint  $\text{Ca} + \text{MgO} = \text{Mg} + \text{CaO}$  reakció  $1000^\circ$ -on csakugyan folyékony  $\text{Mg}$  előállításához vezet. Érdekes megemlíteni ezzel szemben a  $3\text{MgO} + \text{W} = 3\text{Mg} + \text{WO}_3$  reakciót, mely nagyon könnyen megfelelő vacuum és hőfok alkalmazása mellett a  $\text{Mg}$ -kinyerés irányába halad. A keletkezett  $\text{WO}$  a körfolyamatba  $\text{H}_2$ -vel való redukció után visszatérhet. Az eljárás hátránya, hogy 1 kg  $\text{Mg}$ -hoz 2.5 kg  $\text{W}$ -t kell megmozgatni, ami árban  $\frac{1}{9}$ –10 arányt jelent.

Az  $\text{Al}$ -val való redukció Matignon 1913-as klaszikus munkáiból ismeretes. A folyamat természetesen csak vacuumban vagy nemes gázáramban valósítható meg. Egy 1931-es osztrák szakirodalomban érdekes gondolat van, a  $\text{MgO} + \text{Al}$ -keverékhez  $\text{CaO}$ -t adnak a következő egyenlet szerint:



A nyert  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  salak timföldre dolgozható fel az eljárás szerint.

A  $\text{CaC}_2$  redukciónál tulajdonképpen szintén fémes redukcióval állunk szemben, mivel a folyamat a következő:



Az eljárás gyenge pontja a kalciumkarbidképződés, mely a hőmérséklet emelkedésével állhat be.  $\text{CaO} + 2\text{C} = \text{CO} + \text{CaC}_2$ . Ebben az esetben a karbontermikus redukciónál tapasztalt nehézségek állnak elő.

A  $\text{MgO}$ -nak  $\text{Si}$ -vel való redukcióját Gize tanulmányozta 1932-ben. Régebben a  $\text{Si}$ -t állították elő  $\text{Mg}$ -vel való redukcióval. Vacuumban  $1000$ – $1100^\circ$ -on a  $\text{Mg}$ -termelés halad megfelelő sebességgel. A reakció erősen endotermikus, dolomit használata esetén az endotermicitás lényegesen csökken a salakképződés miatt.

A szilíciumos redukció valamivel több energiát igényel, mint a  $\text{CaC}_2$ -ös redukció, viszont a  $\text{Si}$  nagyvegyértékűsége és kis atomsúlya nagy előnyöket biztosít részére a többi redukálószerhez viszonyítva. Kivülálgik az, ha megvizsgáljuk például a 24 kg  $\text{Mg}$  kinyeréséhez szükséges redukálószer előállításának megfelelő elektromos energiamennyiséget:

24 kg $\text{Mg}$ -hez szükséges súly		1 kg-hoz szükséges energia	24 kg $\text{Mg}$ -hez szükséges energia
Ca	98% 100 kg	50 kwó	2000 kwó
$\text{CaC}_2$	80% 80 »	3 »	256 »
Al	99.5% 18 »	18 »	360 »
Si	98% 15.3 »	12 »	186 »

A fenti táblázat bemutatásával ráakartam világítani arra, hogy a felhasználható fémes redukálószer előállításának költségei hogyan viszonylanak egymáshoz az elektromos energia szempontjából.

A  $\text{Fe/Si}$ -s redukció nyilván a legelőnyösebb ezen a vonalon is.

### Becker Ervin.

Tanulmányozta az I. G. Farbenindustrie eljárását, továbbá az Amati- és a Clement-eljárásokat.

Magyarországi viszonylatban az I. G. Farbenindustrie eljárását tartja jobbnak, nemcsak azért, mert komplett épületek állnak rendelkezésre, hanem azért is, mert véleménye szerint ez az eljárás sokkal jobban megközelíti a nagyüzemi termelés lehetőségeit, mint a tűzálló acélból készült kisteljesítő retortákkal dolgozó Amati-eljárás.

Az I. G. Farbenindustrie eljárására rendelkezésre álló adatok az 1942. évi állapotnak felelnek meg. Azóta a BIOS Final Report megállapításai szerint lényeges változtatások történtek a gyártás technológiájában. Így a briquettek edzése már nem forgókemencében történik, hanem egy egyszerű alagút-kemencében. A kondenzációs részen is lényeges módosítás történt. A kemence kondenzációs részét már nem cserélik minden adag után, hanem több adagot kondenzálnak, azután a kondenzációs rész hűtését beszüntetve, a magnéziumot a színtő részben keletkezett magnéziumgőzök segítségével olvasztják meg, majd lecsapolják.

Az Amati-eljárással szemben a Clement-eljárás kiküszöböli a retortáknál a tűzálló acélananyagot, a kemencét tűzálló bélással látják el és a fűtést kétoldali kriptolfűtéssel oldják meg.

Az I. G. Farbenindustrie-eljárás hátrányaként említett hidrogénfogyasztás gyakorlatilag megtérül a melléktermékként nyert oxigénből. A magnéziumgyártás technológiájának ügye illetékes hatóságok előtt van és rövidesen döntésre kerül.

### Sulyovszky Andor hozzászólása.

Jakóby László kollégánk 1939 óta propagandát fejt ki a magyar magnéziumkohászat megteremtése érdekében. A magnéziumkohászat kifejlesztése az ötéves tervben szerepel és hogy ezt elértük, ebben úgy vélem része volt ennek az állhatatos propagandának is.

Figyelemmel kísértem Jakóby László előadásait és irodalmi megnyilvánulásait. Ezeknek a lényege általában az volt, hogy magyar viszonylatban legmegfelelőbb az Amati-féle eljárás. Előadásai keretén belül nem szokott megemlékezni arról, hogy mi történt eddig a magnéziumgyártás terén Magyarországon, hogy tulajdonképpen a magnéziumgyártat már építeni is elkezdtek és ezek az épületek egyik iparvidékünkön épségben megvannak ma is.

Összehasonlítva a két módszert, megállapíthatjuk, hogy mind a két elektrotermikus eljárás a színítéshez, mely vacuumkemencében történik, ferroszilíciumot használ. A magnéziumnak ferroszilíciummal való színítése vegyileg megoldott kérdés. A probléma az, hogyan visszük át a gyakorlatba, az ipari gyártásba, a laboratóriumban elért eredményeket. Chemiai szempontból az Amati-féle eljárás azonos az I. G.-eljárással. A különbség a gyártásban használt apparatúrában rejlik.

A dolomitnak a redukcióra való előkészítése mind a két eljárásnál körülbelül azonos és a következőképpen történik: A dolomitból a forgódobkemen-



cében, hasonlóan ahhoz, mint amilyent a bauxitnál a szárításra használnak, kiűzzük a széndioxydot 1000—1200 C° hőmérséklet mellett. Utána a dolomitot megőrlik, brikettezik, illetve az Amati-féle eljárásnál pasztillázzák, utána vacuumkemencébe kerül, ahol a redukció 1200—1300 C° hőmérséklet mellett lejátszódik, a magnéziumgőzök a kemence hidegebb helyére kerülnek, ahol lecsapódnak.

Az Amati-féle eljárásnál a redukció egy kívülről fűtött, tűzálló acélból készült retortában folyik le, míg az I. G.-eljárásnál a redukciós tér tűzálló téglából van kiképezve és vasburokkal körülvéve, hogy vacuumot tudjunk előállítani. A fűtés belülről történik szénelektrodával.

A redukciós tér a kondenzációs tértől el van különítve. Az eljárás hátrányának tartom, hogy a fűtés kívülről történik, és miután a retortán belül legalább 1100 C°-nak kell lennie, de inkább 1200 C°-nak, akkor kívülről 1200—1300 C° közötti hőmérsékletet kell elérnem. Ilyen hőmérsékletnél már a legmagasabb tűzállóságú acélok revésedése is számottevő, tehát nagy mennyiség használódik el és ez sorsdöntő az eljárás sorsára. A kérdés eldöntésénél meg kell pontosan állapítani, hogy 1 kg magnéziumra mennyi a tűzálló acélfogyasztás. Az I. G.-eljárásnál ez a hátrány nincs meg, miután a kemence burkával közönséges kazánlemez használható.

Az előadás nem tért ki az energiakérdésre. A színtéshez szükséges energia Jakóby László szerint 16 kWóra/kg. (Lásd Jakóby László Magyar Magnézium Kohászat 1942. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása).

Mi az I. G.-eljárásnál 13 kWóra/kg redukcióhoz szükséges energiával számolunk.

1 kg magnézium előállításához az I. G.-eljárásnál 22 kWóra/kg szükséges, mely mennyiségben bennfoglaltatik az összes, tehát a gépi berendezés megajtásához szükséges energia is. 1 kg magnéziumhoz körülbelül ugyanolyan mennyiségű energiára van szükségünk, mint 1 kg alumínium előállításához. Tekintetbevéve azonban, hogy a magnézium-ötvetetek és alumíniumötvetetek mechanikai tulajdonsága körülbelül azonosak, hogyha a szükséges energiamennyiséget nem súlyra, hanem volumenre vonatkoztatjuk, megállapíthatjuk, hogy egy azonos alkatrészek elkészítéséhez, ha magnéziumból készítjük, lényegesen kevesebb energiára van szükségünk, mint hogyha az alumíniumból lenne.

1945-ben Bitterfeld, ahol az I. G. kísérleti üzeme volt, egyideig angol megszállás alatt állott. Az angolok által felvett és nyilvánosan közzétett adatok szerint az I. G. az 1944—45-ben folytatott kísérletekben eljutott odáig, hogy sikerült kiküszöbölniök a brikettek redukció előtt való zsugorítását, amit az előadás az I. G.-eljárás egyik hibájául ró fel. Ugyancsak ebből a forrásból értesülhetünk arról is, hogy a redukciós kemencéből a lecsapódott magnéziumot nem szilárd, hanem cseppfolyós alakban csapolással távolítják el, amit az tesz lehetővé, hogy a kondenzáció vége felé a lecsapolandó magnéziumgőzök melegét kihasználva, a kondenzációs térben már összegyűlt anyagot megolvasztjuk és folyékony állapotban lecsapoljuk.

## Rácz Károly:

A thermikus magnéziumgyártásnak műszaki és kémiai része általában ki van elemezve. Úgy Amati, mint I. G. a ferrosilícium-eljárást használják, mely a legtökéletesebb mód. Azt, hogy az Amati-eljárás lenne a legegyszerűbb, nem állapítható meg, mivel az I. G.-eljárás részleteiben még műszaki körök előtt sem volt teljes mértékben ismeretes. Az eljárást csak részben ismertető szakközlemények említik, hogy a szabadalom lényegét képező kondenzáció megtekintését nem teszik lehetővé.

A szabadalomnak magyar bejelentése után azonban — mivel az I. G. érdekei is így kívánták meg — tőlünk kinnjárt egy csoport Bitterfeldben, amely az eljárásról tájékozódva van. Tanulmányozza ez a csoport a rendelkezésre álló leírásokat, hogy az eljárás menetére megtaníthassa a szakembereket.

Hozzászóló nem látja hátrányosnak az I. G.-eljárásnál alkalmazott hidrogén használatát azért, mert a felhasználandó hidrogén csekély mennyiségű és költsége megtérül a felszabaduló oxigén értékesítéséből, mellyel támogatni lehet az ötéves tervben beállott nagyobb ipari oxigénszükségletet.

Az Amati-eljárás sorozatos szivattyú-rendszert alkalmaz, míg az I. G.-rendszerrel egy szivattyúval egy gépegységet szolgál ki. Amennyiben az Amati-eljárás egyszerűbb lenne is, nem biztos, hogy az előnyösebb is. Hogy melyik rendszer a gazdaságosabb, azt a beruházási és üzemfenntartási költségek mutatják meg. Lényeges szempont népgazdasági okokból a két rendszer kiválasztásánál a fajlagos fogyasztás.

A gazdaságosságon kívül figyelembe kell vennünk kormányzati rendszerünk szempontjait is. A Szovjetunió ötéves tervében hasonlóan szerepel a magnéziumgyártás fokozása, ahol már egy teljes komplett I. G.-rendszerű magnéziumgyári berendezés van, melynek tapasztalatait értékesíteni lehetne.

Olaszországban az Amati-eljárás mellett I. G.-rendszerű telep is működik, melynek modernizálását is I. G. tervei szerint hajtották végre.

A magnéziumgyári építkezések nálunk 1942-ben indultak meg és a felszabadulás időpontjában az épületek 98%-ban, a gépi berendezések 70%-ban elkészültek, melynek komplettirozására a felszabadulás utáni időszakban került sor.

Az a csoport, amely Bitterfeldben kinnjárt tanulmányúton, most is rendelkezésre áll. A tervek részben az Alumínium Iparigazgatóságnál megvannak, részben a fenti csoport, — mely a tervezéseket eddig is végezte — kiegészítheti.

El kell dönteni, hogy a két rendszer közül melyiket alkalmazzuk. Az I. G.-eljárás mellett szól:

1. egy gyár meglévő épületberendezése;
2. a gyár építkezéséhez szükséges műszaki adatok meglétsége;
3. a tanulmányt végző csoport tárgyi ismerete;
4. kormányzati szempontok.

A fajfogyasztás fontosságát, mint fentebb közölte, a hozzászóló ismételtelen kiemeli.

## Lányi Béla:

Tekintettel arra, hogy Jakóby László kartársunk beteg, Domony András pedig, aki szívességből



felolvasta a munkát, nincsen annyira tájékoztatva e tárgykörben, ezért engedje meg a tisztelt Kongresszus, hogy a hozzászólásokat én válaszoljam meg.

A helyzet az, hogy az érvényesülésért két eljárás küzd, az egyik az I. G., a másik az Amati. Elvileg megegyeznek abban, hogy mindketten ferrosilíciumot használnak a redukcióra és dolomit a nyersanyaguk. Mindkét berendezésnek elvi vázlatát a kiakasztott ábrákon látni lehet.

Az egyik a belső fűtés előnyeit érezhetjük, a másikon a külső fűtés elveivel számolhatunk, amikor ez utóbbinál természetes vanadium acélretortákra van szükség. Amikor választani kell a jó hasznossági eljárás és a viszonyaink közötti beállíthatóság alapján, a két eljárás között, tényleg nehéznek látszik a választás.

Műszaki előírás és rajzok alapján egy tervezett üzemet elbírálni nagyon nehéz. Amit az I. G. alapján terveztek annakidején, a háború miatt működésbe nem került. Remélhető, hogy a kormányzat megtudja szerezni egyik és másik eljárásra vonatkozó összes szükséges olyan adatokat, amelyekből biztos véleményt lehet alkotni arról, hogy melyik módszer lesz a legalkalmasabb a magyar magnéziumgyártás végrehajtására. Természetes, hogy a Szovjetunió által kikísérletezett I. G. eljárás tapasztalatainak a megszerzése szükséges ahhoz, hogy látni lehessen, vajjon a 44-es állapotok óta ezen a téren történt-e fejlődés.

#### Jakóby László válasza a felszólalásokhoz.

Végtelenül sajnálom, hogy előadásomat nem tudtam betegségem miatt személyesen megtartani és az ott elhangzott felszólalásokra személyesen válaszolni.

Így a rendelkezésemre álló eredeti gyorsírói jegyzetek, valamint az igen tisztelt felszólaló Kartársak által beküldött írásbeli felszólalások alapján szövegeztem meg a mondanivalómat.

Mielőtt az egyes felszólalásokra külön válaszolnék, ismételten utalok előadásom zárószavaira, amelyek szerint »gyakorlatilag az olasz eljárás látszik egyszerűbbnek«. Arról nem tettem azonban egyszer sem említést, vajjon az egyik vagy másik eljárás mellett kell döntenünk, ellenkezőleg, hivatalos helyen is úgy nyilatkoztam, hogy mind a két, azonos alapelvű eljárást meg kell vizsgálni.

Dr Dobos Györgynek értékes s előadásomat gondosan és tartalmasan kiegészítő hozzászólását csupán megköszönöm és főleg azt jegyzem meg, hogy az energiaviszonyokra előadásom időtartama miatt nem tudtam kitérni.

Becker Ervin kartársam hozzászólására megjegyzem, hogy a technikai fejlődés folyamán a tűzálló acélból készült retorták alkalmazása azért merült fel, mert a thermikus eljárások bevezetésekor alkalmazott tűzálló keramikus belés részben résztvevő a redukciós vegyfolyamatnál, részben szennyezte a magnéziumgőzöket. Erre egyébként a 127.554. szabadalom is kitér. Az I. G.-eljárásnál a kemence lecsapó része ma is fémes, s csak a redukciós rész keramikusbélésű, a vacuum tartás miatt gondosan hegesztett külső acélköppennyel. Ami a BIOS Final Report megállapításait illeti, azokról nekem éppen úgy tudomásom volt, mint Becker

Ervin kartársamnak, a jelentés magyarnyelvű szövegéhez éppen az ő jóvoltából kerültem hozzá. Annak, hogy előadásomban a Report adatait még sem használtam fel — az az oka, mert a kétféle eljárás ismertetését a szabadalmak alapján akartam csak taglalni oly formában, hogy mind a két eljárásnál a nyilvánosság számára közölt tájékoztatókat egy időben zártam le. Megtehettem volna ugyan azt is, hogy mind a két eljárásnak az 1942. évi állapottól történt további fejlődését is ismertettem volna, azonban ezt nem tartottam célszerűnek. Nincs okom ugyan rá, hogy ezeknek a Reportoknak a hitelességét és tárgyi jelentőségét kétségbe vonjam, mégis elképzelhető azonban az, hogy ezek olyan időben készültek, amikor egy legyőzött hatalom adott kényszerű tájékoztatást egy győző hatalomnak. Az ilyen tájékoztatásban a teljesség mellett is, feltételezhető némi hiányosság. A 989. sz. Fiat Final Report például közli, hogy a németországi gyárak csak a »háború alatt« dolgoztak fel magyar bauxitot. Ez egyszerűen nem igaz, mert éppen mi tudjuk, sajnos, a legjobban, hogy már a háború előtt a németek legalább 50—60%-ban magyar bauxitot dolgoztak fel, mert Magyarország kivitelének német részese-dése »német forrás szerint« már 1927—1932-ben 83—100% között mozgott.<sup>1)</sup> Ez ugyanolyan megállapítása a Reportnak, minthogy a magyar bauxitot egyszerűen a görög bauxittal hasonlítja össze. A BIOSZ Reportokat tehát döntő megállapításoknál célszerű ellenőrizni.

Sulyovszky Andor kartársam felszólalásában köszönöm elsősorban az elismerést, amelyben a magyar magnéziumkohászat megteremtése érdekében kifejtett tevékenységemet honorálta. Nem veszem komolyan azt a megjegyzését, hogy az én irodalmi megnyilvánulásaim lényege az Amati-eljárás erős propagálása lett volna. Mindenki előtt világos lehet, hogy a legutolsó háború előtti, erre vonatkozó szakirodalmi megnyilvánulásomban nem térhettem ki arra, hogy a magnéziumgyártás terén már akkor Magyarországon már történt valami, mert a történelemnek hűséges reprodukálása sem a magyar iparnak, sem a kérdésnek nem tett volna különösebb szolgálatot. Éppen azért nem térhettem ki arra, a háború után sem, hogy egyik nagy iparvidékünkön gyors iramban felépített magnéziumgyárunk volt, illetve épületünk van, amihez hozzá kell fűznöm a tárgyilagosság kedvéért, hogy ez a magnéziumgyárunk egy gramm magnéziumot nem termelt.

Ami a hozzászólás másik részét illeti, vagyis magát az eljárást, csupán meg akarom jegyezni, hogy a széndioxidnak a dolomitból való »kiűzése«, amit mi, kohászok szerényen és egyszerűen csupán szintén kalcinálásnak nevezünk, nem feltétlenül forgódobos kemencében történik, végezhető ez más berendezésekben is, például az Olaszországban alkalmazott kemence egy Wedge-pörkölőhöz hasonló kalcináló kemence. A kalcinálás hőmérséklete ott is körülbelül 1.000—1.200° C.

<sup>1)</sup> L. D. A. Hug. Die wirtschaftliche Bedeutung des Aluminiums 1934. 26. l. NEM Vlg. Berlin.



Az ottani kalcináláshoz minden  $q$  égetett dolo-  
mitra 24 kg koksztot, 2,7—2,8 kWó energiát és  
3,3 munkaórát számítottak.

Ami a retorták nagy mennyiségének az elhaszná-  
lódását illeti, azt is számba kellene venni, hogy  
az I. G.-eljárásnál mennyi ideig tart a redukciós  
tér tűzálló falazata, mert a redukciós kemencérés  
téglabélése a BIOSZ Report szerint is »igen komp-  
likált és kényes volt s már néhány hónapi üzem  
után javításra szorult«.

Ujdonság számomra az, hogy az I. G. eljárás  
már kiküszöbölte a brikettek zsugorítását, mert  
Becker kartársam felszólalásában még alagút-  
kemencéről beszélt, úgylátszik az I. G. 1945 óta  
hagyta el a brikettek zsugorítását.

Rácz Károly kartársam felszólalásából kiragadom  
azt a megállapítást, hogy a szabadalom lényegét  
képező kondenzáció megtekintése nem volt lehetővé  
téve. Viszont egy magyar tanulmányi csoport az  
eljárásról tájékozódva van, mert Rácz kartársam  
szerint »az J. G. érdekei is így kívánták meg«.  
A rendelkezésünkre álló rajzok alapján az eljárásról  
az 1944. évi állapot szerint magam is tájékozódva  
vagyok, noha az eljárást Bitterfelden érthetőleg nem  
volt módomban látva is tanulmányozni sem hosszabb  
sem rövidebb ideig, mint ahogyan ez az olasz eljárás-  
nál ismételtelen módomban volt. Meg kell állapítanom  
azt is, hogy én magam csak az olasz eljárással elő-  
állított termikus magnéziumot láttam és csak az  
ilyen termikus magnéziummal és annak még kristá-  
lyos módosulatával is rendelkezem. Nincs jogomban  
kétségbe vonni azt, hogy valamelyik szakemberünk  
is, aki az I. G.-eljárást ismeri, ugyancsak ne látott  
volna I. G.-eljárással előállított termikus magné-  
ziumot. Viszont senkitől sem sikerült megtudnom,  
az ezzel az eljárással előállított magnéziumnak  
tisztaságát, amely éppen a keramikus tűzállóanyag  
alkalmazása folytán nem lehet azonos tisztaságú,  
a fém retortában előállított magnéziummal.  
Viszont az olasz magnéziumot megvizsgáltuk, sőt  
annak metallografiai képét is ismerjük.

Teljesen egyetértek azzal, hogy a sorozatos  
szivattyúrendszer alkalmazása az I. G. egy sziv-  
vattyújával szemben tényleg drágább lehet, mert  
a vacuumelőállítás I szivattyúval is sikerül. Viszont  
az olasz sorozatos szivattyúrendszerrel szemben  
fennáll az I. G.-eljárásnál a briketteknek most már  
nem forgó-, hanem alagútkemencében való edzése,  
ami viszont az olasz eljárásnál éppen a sorozatos  
szivattyúrendszer alkalmazása folytán nem szük-  
séges, mert a szivattyúrendszer első tagja végzi  
éppen a brikettek víztelenítését is. Tehát tisztán  
a kalkulációs ceruza kérdése, vajjon a sorozatos  
szivattyúrendszer, vagy a briketteknek az alagút-  
kemencében való égetése drágább-e? Csak mellé-  
kesen jegyzem meg, hogy az alagútkemencében  
való keményítés is eléggé magas, 1.000° C-nál  
nagyobb hőmérsékletet igényel. A keményítés ide-  
jének, valamint a hőmérsékletnek 950° C-ra való  
leszállítására a különböző típusú dolomitnál is  
alkalifluoridokat alkalmaztak. Az 1944-ben végzett  
kísérletek viszont azt igazolták, hogy a nátrium  
szennyezi a fémot, ami érthető is, mert a redukció  
alatt a Na visszadesztillálódik.

Rácz kollegám szerint a Szovjetunióban egy teljes  
komplett, I. G.-rendszerű magnéziumgyári berende-  
zés van, amelynek tapasztalatait értékesíteni  
lehetne. Bizonyos, hogy ezt meg is tesszük. Kiegé-  
sítésül idézem A. Bajkov szovjet akadémikus meg-  
állapítását:

»A magnézium metallurgiájában el kell sajátítani  
a színfém előállításának sziliko-termikus eljárás-  
át, amely nagyfokú tisztaságot biztosít a magné-  
ziumnak és erősen csökkenti az elektromos energia  
felhasználását, összehasonlítva az elektrolitikus  
eljárással.«

Az idézetten kívül ehhez nincs megjegyzésem.

Ami az Olaszországban felépített I. G.-rendszerű  
termikus kohót illeti, ámbár lehet, hogy az én  
1942-ben Olaszországban nyert informálásom cél-  
zatos lehetett, úgy tudom, nincs működésben, leg-  
alább is 1942-ben már nem volt működésben. Tény  
az, hogy az I. G. Cognében felállított saját eljárása  
szerint egy termikus kohót, amit azonban 7 hónapi  
kísérleti üzem után le is állították. Vajjon a terme-  
lést a nehézségek, vagy az üzem kísérleti volta  
miatt hagyták abba, nem tudható, ámbár nem  
érdekelt olasz, milánói egy. tanár tájékozóm szerint  
a nehézségek miatt hagyták abba az üzemet és  
nem is valószínű, hogy 1942 óta az I. G. pont Olasz-  
országban ezt ismét üzembe helyezte volna.

Rendkívül örvendetes még, hogy az a szak-  
csoport, amely Bitterfeldben járt tanulmányúton,  
most is rendelkezésünkre áll, így mindenesetre meg-  
nyugtató, hogy a Rácz kollegám által felhozott s az  
I. G.-eljárás mellett szóló egyéb indokok mellett a  
tanulmányt végző csoport tárgyi ismerete biztosí-  
tani fogja, kormányzati szempontból is, egy meg-  
levő gyárpépületben a termikus eljárás legtökéletese-  
bb megválasztását s a kohó szakszerű vezetését.

Magam részéről, aki ipartépitő demokráciánk  
jóvoltából abban a szerencsés helyzetben vagyok,  
hogy az Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató  
Intézetben a legmesszebbmenő kísérleteket tudom  
végezni, majd nagyobb keretek között is e téren;  
csak örömmel üdvözölhetem, hogy *termikus*  
magnéziumkohónk felépítése e nyugodt békés  
atmoszférában végre megvalósul s hogy a magnézium  
technológiájának fejlesztése terén már magyarelő-  
állítású termikus magnéziummal is kísérletezhet-  
ünk és reméljük, hogy munkánk eredményeivel e  
téren is hozzájárulhatunk könnyűfémiparunk fej-  
lesztéséhez.

\*

Miután a gyorsírási jegyzetek is rendelkezésemre  
állanak, az egyik felszólalás alkalmával elhangzott  
néhány megjegyzésre reflexióként legyen szabad  
magamnak is megengednem egy pár megállapítást.

\*

A tárgyilagos kritikai megállapítás soha nem él  
vissza azzal a hatalommal, függetlenül a kritikus  
egyéniségétől, amely bíráló kezében van, hanem  
igyekszik higgadt megértéssel, oknyomozó követ-

\* A technika kérdései a perspektivikus tervben. (Szerző:  
A. Bajkov akadémikus. Megjelent: A »Narodnoje hozjaj-  
sztvo SzSzkSz« című gyűjteményben a 320—333. oldalon.)



keztetéssel tanújelét adni e hatalom tudatának. A tárgyilagos kritika gyakorlásának a helyes formája sokszor jóakaratólag tanító is, de mindig olyan, mely az árnyoldalakat s a vélt, vagy tényleges hibákat legrosszabb esetben is legfeljebb olyan mértékben domborítja ki, mint a bonckés alá vett közlés előnyeit is. Ha pedig szarkazmus is van a bírálatban; legyen az legfeljebb majoránnaizú, gyöngén fűszeres, mert Darwin ősembere összehasonlító emlegetésének néha mégis kissé átható szaga is van, különösen, ha azt nem biológiai kérdéssel kapcsolatban idézik.

Az, hogy az ember mit, hogyan és miből, mennyit a fejlődés milyen fokáig közöl, a közlés szabadságától, illetve a közlés célszerűségétől is függ. Így teljesen tárgyilagos lehet a közlés a tájékozatlanság gyanúja, vagy vádja nélkül is, ha két azonos alapelvű eljárást, például két egyidejű szabadalmi közléssorozatot, azonos időpontban tesznek bírálat tárgyává. Én is leírhattam volna a két eljárás akár-melyikét a mai állapotában, ha ki akartam volna domborítani teljes tájékozottságomat, vagy ha azt az előadói emelvényről célszerűnek, hasznosnak, vagy megengedhetőnek tartottam volna.



## A 99.99%<sup>o</sup> finomságú alumínium

DENIFLÉE SÁNDOR okl. vaskohómérnök

Шандор Денифле:

### АЛЮМИНИЙ 99.99% ЧИСТОТЫ.

Историческое развитие производства алюминия: Гупеса, Гадо, Ал. Инд. А/О методы, теория электролитического рафинирования и физические, механические и химические свойства этого алюминия. Влияние различных сплавных металлов на крепость и специфическую электропроводность алюминия. Сферы употребления рафинированного алюминия и его анодная оксидация, окисление. Перспективы употребления отечественного рафинированного алюминия. Возможности и необходимости отечественного производства.

### L'Aluminium raffiné de 99.99%.

A. Deniflée, ingénieur métallurgiste

Le développement historique de la fabrication de l'aluminium raffiné. Historique du raffinage par électrolyse ignée. Les procédés de Hoopes, Betts, de la S. A. de l'Industrie d'aluminium, et de Gadeau. Théorie du raffinage électrolytique, la pureté de l'aluminium raffiné, ses propriétés physiques, mécaniques et chimiques. L'influence de divers impuretés métalliques sur la conductibilité électrique et sur les propriétés mécaniques de l'aluminium pur. L'importance des procédés divers du raffinage surtout celle de l'électrolyse ignée au point de vue du raffinage des déchets d'aluminium et d'alliages d'aluminium. La nécessité et les possibilités de procéder à la fabrication de l'aluminium raffiné aussi en Hongrie.

A legújabb idők óriási technikai haladása sok esetben s egyre nagyobb mértékben teszi szükségessé azt, hogy fémeket nemcsak laboratóriumban, hanem nagyiparszerűleg is elő lehessen állítani a fémiszta minőséget minél tökéletesebben megközelítő mértékben. Így jöttek létre a 99.84% Fe-tartalmú *armco*-vas s a vaspentacarbonylból előállított még tisztább *carbonylvas*, melyben csak 0.0007% C és 0.01%-nál is kevesebb O<sub>2</sub> van, egyéb szennyező pedig semmi. El van terjedve ma már az egész világon az elektrolízis útján finomított 99.90—99.97% réztartalmú *katódréz* s újabban az abból különleges öntési eljárással gyártott *OFHC* jelzésű

*oxigénmentes réz*, nagyon sok célra használják ma már a 99.99% tisztaságú horganyt, az *overcor*-horganyt, melyet desztillációs eljárással állítanak elő s mely tisztaságban felülmúlja az elektrolit-horganyt, de nélkülözhetetlen nagyon sok esetben a ma már nagyiparilag előállított 99.95% tisztaságú *katódanikkel* is. Így nem maradhatott ki a sorból az alumínium sem, ez a legfiatalabb nagyipari fém, melyet az alumíniumkohók csak max. 99.85% tisztaságig tudnak előállítani, úgyhogy jelenleg már a kohóalumíniumból finomított 99.99% tisztaságú finomított alumínium a technika különleges céljaira szintén rendelkezésünkre áll.

Mint az előbb említett nehézfémek legnagyobb tisztaságra való finomításának, úgy a 99.99% finomságú alumínium nagyipari gyártásának is bizonyos történelmi fejlődésen kellett keresztül-mennie.

Kísérleteztek kohóalumíniumnak légüres térben eszközölt desztillációjával is, ez az eljárás azonban, főleg az alumíniumból kiszabaduló gázok miatt, nagy nehézségekkel jár. Ugyancsak nem alkalmasak a finomított alumínium nagyipari előállítására a frakcionált kristályosítással dolgozó eljárások sem, melyekkel egyébként kohóalumíniumból kiindulva csak 99.95% tisztaságú alumíniumot lehet nyerni. De nem vezettek eredményre az alumíniumsók nem vizes oldatának elektrolízisével végzett kísérletek sem (pl ethilbromidban oldott alumíniumbromid elektrolízise).

Foglalkoztatta azonban a kutatókat az alumíniumnak tűzfolyékony állapotban eszközölt elektrolitikus finomítása is. Ezzel az eljárással először *William Hoopes* (USA) foglalkozott 1900-ban, eljárásának gyakorlati megoldására azonban csak 1922-ben került sor, mikor is az *Aluminium Company of Amerika* (ALCOA) Hoopes alapelvei szerint végzett félüzemi kísérletek folyamán nyert tapasztalatok és eredmények alapján megépítette elektrolízisét finomított alumínium gyártása végett. Hoopes eljárása úgynevezett háromréteges eljárás



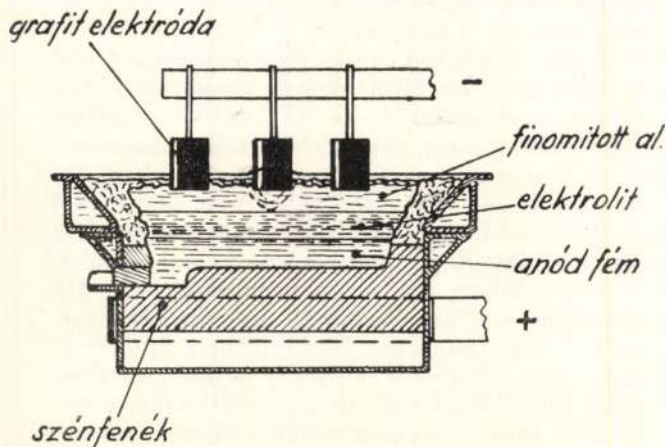
s fordított elektrolizissal dolgozik, mert ellentétben az alumínium kohók normális kádjaival, az ezen eljárásához használt kádak feneké képezi az anódát, a katódákat pedig a felülről benyúló grafit elektrodák alkotják, úgyhogy a finomított alumínium legfelül válik le.

Hoopes eljárása röviden a következőkből áll. A 20.000 Ampéres elektrolizáló kád fenekét, mint ez az 1. sz. ábrán látható, szénből készítik s ez az anóda. A kád fenekén helyezkedik el az anóda fém, mely tűzfolyékony alumínium- és rézötvözetből áll. Ezen anódfém fajsúlya 3 körül van. Az anódfém összetétele eleintén a következő volt: 30–40%  $Al$ , 55–45%  $Cu$ , 5–10%  $Si$ , 5%  $Fe$ , 1%  $Ti$ , amiből az alumíniumtartalom kb. 70%-át lehetett kinyerni finomított alumínium alakjában. Ezt az erősen szennyezett s főleg hulladékokból készített anódötötvözetet később elhagyták s a mai Hoopes-kádak oly anódfémmel dolgoznak, melyek kb. 30%  $Cu$ -ból és kb. 70% alumíniumból állanak s azokat kizárólag kohóalumínium finomítására használják. Az anódfém fölött foglal helyet a második réteg, a tulajdonképpeni elektrolit, mely az alábbi összetételű tűzfolyékony olvadékból áll:

25–30%	$AlF_3$
25–30%	$NaF$
30–38%	$BaF_2$
0.5–3%	$Al_2O_3$

melynek fajsúlya 2.7, tehát könnyebb, mint az anódfém. Az elektrolit fölött foglal helyet a harmadik réteg, a katódosan leváló finomított alumínium, melynek fajsúlya olvadt állapotban 2.3. A cella üzemi feszültsége 6–7 V, az üzemi hőmérséklet pedig valamivel 1000°C fölött van, mert az előbb megadott elektrolit ezen a hőfokon képez tűzfolyékony furdót. Miután nincs olyan tűzálló anyag, mely ily magas hőfokú fluortartalmú furdónak ellen tudjon állni, az elektrolit terében a kád oldalfalát vízzel hűtött keretként kell kiképezni. Erre a keretre a víz hűtőhatása következtében az elektrolitból szilárd réteg rakódik le s mintegy tűzálló bélést képez.

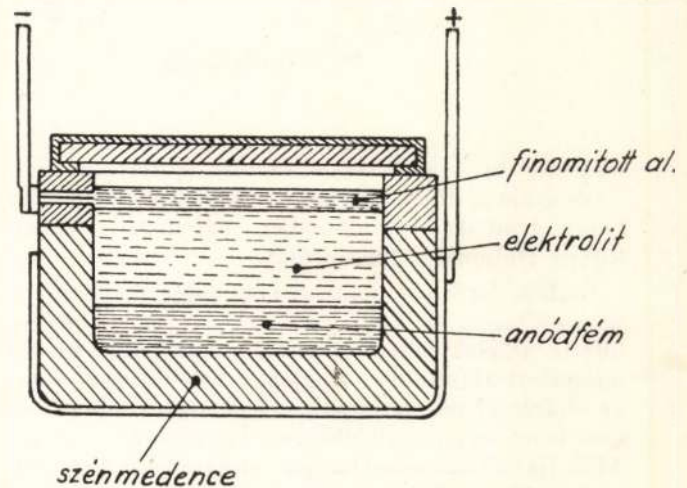
A Hoopes-féle eljárásnak elve az, hogy az áram áthaladásakor az elektrolit alumíniumfluoridjából az alumínium katódosan leválik, a szabadabbá vált fluor pedig az anóda alumíniumával újból alumínium-



1. ábra.

fluoridot képez. Érdekes az, hogy ily módon csak az alumínium vándorol állandóan a katódához, az alumíniumnál nemesebb fémek, mint a vas, réz, szilícium stb. az anódában maradnak, az alumíniumnál kevésbé nemes fémek pedig, mint pl a magnézium, az anódán fluoridokká alakulnak és az elektrolitban benne maradnak.

A Hoopes-féle eljárás költséges, egy kg finomított alumínium előállításához 30 kW-óra szükséges. Ez az eljárás Amerikán kívül nemcsak ezért nem terjedt el, hanem egyéb nehézségek miatt is. E nehézségek főleg abból állanak, hogy az üzemi körülmények között rendszeren  $Al_2O_3$ -ban telített elektrolitból hirtelen történő rendkívüli lehűlések alkalmából, mi az üzemben előfordulhat, kristályos



2. ábra.

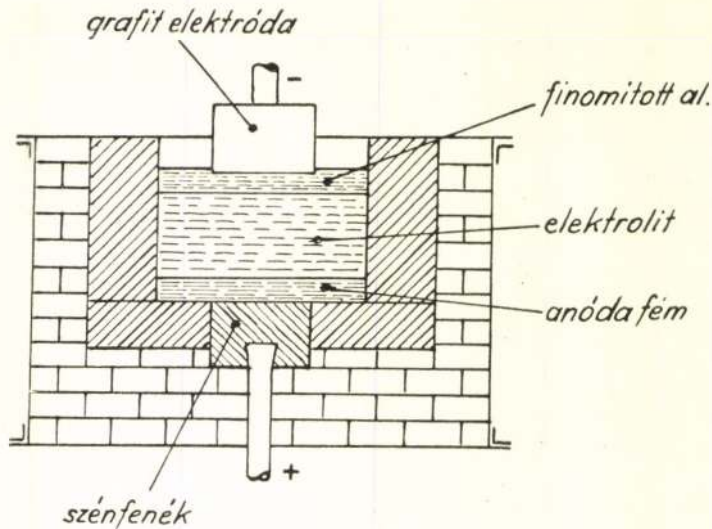
$Al_2O_3$  (korund) rakódik a kád vízzel hűtött vasfalára, az így keletkezett kéregből az újra felmelegedéskor leváló darabok az anóda felületére kerülnek s ott képeznek összeálló oldhatatlan kérget. Így megtörténik az, hogy emulzionálódik az anódfém és ennek a katóda felé eső részeiből nemcsak alumínium vándorol a katódához, hanem réz és egyéb szennyeződések is.

Az amerikai G. A. Betts 1905-ben, tehát Hoopes után, ugyancsak a háromréteges elektrolizist dolgozta ki alumínium finomítására. Betts kádjának elvi vázlatát tünteti fel a 2. sz. ábra. Itt az anódfém  $Al-Fe$  vagy  $Al-CU$  ötvözet, az elektrolitot pedig  $BaCl_2$ -tartalmú kryolith + timföld tűzfolyékony olvadéka képezi. Ez az eljárás lényeges eltéréseket Hoopes eljárásával szemben nem mutat fel, jelentőségre nem is tett szert s legfeljebb annyi az érdeme, hogy bizonyos előmunkálatot jelentett egy további jobb megoldásra.

Megemlíthetők még az Aluminium Industrie A. G. (Svájc) kísérletei, melyeket ez a cég az ALCOA eljárása alapján végzett magnéziumfluoridot is tartalmazó elektrolittal, melynek üzemi hőmérséklete 800°C. Ugyancsak az AIAG végzett kísérleteket  $AlCl_3 + KCl + NaCl$  keverékből álló elektrolittal is, mely 170°-on dolgozott. De sem ezek a kísérletek, sem a mások által végzett próbálgatások gyakorlati eredményekre nem vezettek.

Az alumínium elektrolitikus finomításának ma legtökéletesebb eljárását végül is a francia R. Gadeau





3. ábra.

dolgozta ki s az ő elvei szerint építette meg a *Compagnie d'Alais, Froges et Camargue francia cég* Saint Jean de Maurienne-ben nagyipari elektrolitikus alumínium finomítóját.

Gadeau fordított elektrolizissal dolgozó eljárása is háromréteges, a kád fenekén van az anódfém, fölötté az elektrolit és legfölül a katódosan kiváló finomított alumínium. Megjegyezhetjük, hogy ezzel az eljárással minden eddiginél tisztább alumíniumot lehet nyerni, 99·996%-os finomsággal is, s az AFC 10.000 ampéres kádjai rendszeresen termelik a finomított alumíniumot, melynek összetétele a következő:

Al	= 99·992%
Fe	= 0·003%
Si	= 0·004%
Cu	= 0·001%

Gadeau eljárásának a lényege a 3. sz. ábrán látható s ez röviden a következő. Az anódát a tűzálló téglával kibélelt kád magnézia fenekébe beépített szénelektroda képezi, katódaként pedig grafit-elektrodák szolgálnak. A kád fenekén foglal helyet az anódfém, mely 30% rezt és 70% alumíniumot tartalmazó tűzfolyékony állapotban levő eutektikus Al-Cu ötvözet (olvadáspontja 548° C), melynek fajsúlya 800°C körül 2·7—2·9 között van. Megjegyezhetjük, hogy anódfémként Al-Zn ötvözet is használható. Az anódotvözet fölött helyezkedik el a 23%  $AlF_3$ +17%  $NaF$ +60%  $BaCl_2$  összeállítású olvadt sókeverék, mely az elektrolitot képezi. Ezen elektrolit olvadási pontja kb. 730°C, megszilárdulási pontja 600°C alatt van, fajsúlya pedig az üzemi hőmérsékleten, vagyis 750—780°C között, 2·7. Ez az elektrolit lehetővé teszi tehát azt, hogy az elektrolízis, ellentétben Hoopes eljárásával, lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten mehessen végbe s azt is, hogy a kádat magnezittel lehessen bélelni. Az elektrolit fölött végül, mint harmadik réteg, válik ki katódosan a finomított alumínium, melynek fajsúlya olvadt állapotban 2·3.

Az AFC által nagyiparilag bevezetett Gadeau-féle eljárás elve röviden az, hogy a  $BaCl_2$  bomlása útján keletkező  $AlCl_3$ -ból ugyancsak elektrolitikus

bomlás folytán szinalumínium válik le, amihez egészen kis, 2·33 V bontási feszültség szükséges. A kád folyamatosan dolgozik, azért anódfémet állandóan utána kell adagolni, mely célból az AIAG az eredeti Gadeau-kádon oldalt elhelyezett töltő-csatornát alkalmaz. Mivel az anódfém réztartalma marad s csak az alumínium vándorol állandóan a katóda felé, utántöltésre kevésbé tiszta folyékony alumíniumot használnak. Az elektrolit maga elméletileg nem fogy, összetételének változása ciklikus, de mert a keletkezett  $AlCl_3$  kis része elillan, gyakorlatilag itt is szükség van utántöltésre, ami az elektrolitrétegbe benyúló magnezitcső segítségével történik.

Az elektrolízis 7 V kádfeszültség mellett 40 A/dm<sup>2</sup> ampérsűrűséggel dolgozik, az áramkihasználás a katódán 97%, az áramfogyasztás az egyenáramú oldalon 22 kWó/kg, az üzemi hőmérséklet pedig, mint hallottuk 750—780°C. Az aránylag kis hőmérsékleten történő elektrolízis természetesen sokkal kevesebb nehézséggel s üzemzavarral jár, mint az 1000°-on történő. Így a klór- és fluórtartalmú elektrolit nem támadja meg a magnezitből készült falazatot, melyet éppen ezért lehet itt használni, feleslegessé válik tehát a vízzel hűtött vaskeret alkalmazása, minek folytán nem következnek be az erre lerakódott szilárd elektrolitrészek leválása által okozott zavarok és alumínium-szennyeződések a katódán.

Normális üzemben csak egy szennyeződéstől kell tartani, a Ba által okozott szennyeződéstől. Ugyanis, mint hallottuk, az  $AlCl_3$  kis része elillan, ami azt eredményezi, hogy az elektrolit alumíniumban és klórban egyre szegényedik, úgy, hogy az eredetileg benne lévő  $AlF_3$ ·1·5  $NaF$  összetételű kryolith eltörlődik az  $AlF_3$ ·3 $NaF$  vagyis a kryolith oldalra, mialatt  $BaF_2$  is keletkezik. A  $BaF_2$  kihasznált elektrolitban 10%-ra is felemelkedhetik. Ha azután már csak kryolithból áll az elektrolit fluórtartalmú része, fémtiszta Ba kerülhet a finomított alumíniumba. Ugyanis a  $BaCl_2$  primér bomlása folytán a katódán leváló Ba a kryolithból nehezen veszi fel a fluórt s a szennyeződést okozó báriumot csak úgy távolíthatjuk el a katódáról, hogy az



elektrolitba kevés nátriumfluoridot, illetve alumíniumfluoridot adagolunk.

A Gadeau-féle eljárás szerint számos alumíniumot termelő és feldolgozó országban dolgoznak már s ügylátszik az általa mutatott irány az, mely az elektrolitikus finomítási eljárás tökéletes s a jelenleginél is kevesebb önköltséggel járó megoldására fog vezetni.

Az elektrolitikus finomítás nemcsak abból a szempontból érdekes, hogy általa kohóalumíniumból 99·99% tisztaságú finomított alumíniumot lehet nyerni, hanem azért is, mert lehetőséget nyújt arra is, hogy megfelelő elektrolizáló cella megteremtésével ötvözött alumíniumhulladékokból is lehessen finomított alumíniumot rentábilisan előállítani. S erre éppen azért kínálkozik lehetőség, mert mint hallottuk, a háromréteges elektrolizis lefolyása alatt az alumíniumnál nemesebb fémek, mint a *Fe*, *Cu*, *Si* stb. az anódfémekben maradnak, a kevésbé nemes fémek pedig, mint pl a *Mg*, az anódán fluoridokká alakulnak s az elektrolitba vándorolnak. Igaz, hogy az elektrolitban felszaporodó *Mg* az elektrolitot nagyobb százalék *Mg* esetében használhatatlanná teszi, mi ellen a *Mg* tartalmú hulladékoknak anódötvözetként való felhasználása esetében jelenleg csak úgy lehet védekezni, hogy az ilyen hulladékokat megfelelő előkészítésnek vetjük alá. Ez történhetik pl kénnel, vagy szulfiddal ( $Al_2S_3$ ) való kezeléssel, miáltal a *Mg* gyakorlatilag teljesen eltávolítható. Valószínű azonban, hogy a kutatás rá fog bukkanni olyan megoldásra is, mely ezt a költséges előkészítést feleslegessé teszi.

Ebben az irányban végeztek már alapvető kísérleteket *I. Bull-Simonson* és *W. Helling* (Erftwerk), annakidején az *I. G. Farbenindustrie*-nek is volt már kidolgozott s használható eljárása, de van ily eljárásra magyar szabadalom is. *Mg*-mentes hulladékoknak elektrolitikus finomítása kb. 22 kW áramfogyasztással jár, a katódikus áramkihasználás pedig 85—90%.

A finomított alumíniumnak ötvözött alumíniumhulladékokból való elektrolitikus előállítását természetesen sokkal olcsóbb terméket ad, mert hisz alapanyaga sokkal olcsóbban szerezhető be, mint a kohóalumínium. Ezzel a kérdéssel hazánkban is kell foglalkozni, mert tudott dolog, hogy az alumíniumot termelő és feldolgozó országokban a felgyülemelő alumíniumhulladékok tömege nagy s a termelt kohóalumínium  $\frac{1}{3}$ -ára becsülhető. Arra pedig határozott reményünk van, hogy Magyarország nagy bauxitkincsénél fogva Európa egyik nagyjelentőségű alumíniumtermelő és feldolgozó ipari államává fog kifejlődni.

Jóllehet sok eljárást dolgoztak már ki az alumíniumhulladékoknak egyszerű olvasztással, kémiai avagy elektrokémiai, vagy fizikai úton, pl desztillálással és frakcionált kristályosítással történő finomítására, ezekkel oly tisztaságú finomított alumíniumot, mint az elektrolizissal, nyerni nem lehet. S ha a metallurgiai eljárások lehetőségei kimerítve még nincsennek is, véleményem szerint az alumíniumhulladékok finomításának csak egy módja lehet: az elektrolitikus finomítás.

Térjünk át ezután a finomított alumínium tulajdonságainak ismertetésére. A finomított,

vagyis 99·99% tisztaságú alumínium összes tulajdonságai többé-kevésbé különböznek a 99·5%-os normális kohóalumínium tulajdonságaitól. Mint érdekességet, megjegyezhetjük, hogy a Gadeau-féle eljárással nyerhető legtisztább alumínium összetétele a következő:

<i>Al</i>	=	99·9986%
<i>Fe</i>	=	0·0002%
<i>Si</i>	=	0·0009%
<i>Cu</i>	=	0·0003%
<i>Mg</i>	=	0·0001%

s ez természetesen csak kohóalumíniumból kiindulva érhető el. A gyakorlatilag állandó üzemben gyártható 99·99%-os finomított alumínium (alumínium raffiné, super purity alumínium, raffiniertes Alumínium stb.) alaptulajdonságait az I. sz. táblázat tünteti fel, ehhez bővebb magyarázat nem szükséges. Megjegyezhetjük azonban, hogy jóllehet, a finomított alumínium villamos vezetőképessége jobb mint a normális 99·5%-os alumíniumé, villamosvezetékek céljaira mégsem használhatjuk, mert egyrészt szakítószilárdsága keményre húzott állapotban sem felel meg az előírt követelményeknek, másrészt a finomított alumíniumból húzott huzalok, illetve az azokból sodrott kötelek annyira kilágyulnak üzemben, hogy különféle okokból, melyekre itt nem térünk ki, használhatatlanná válnak. Összehasonlításképpen a 99·5%-os huzalokkal a II. sz. táblázat:

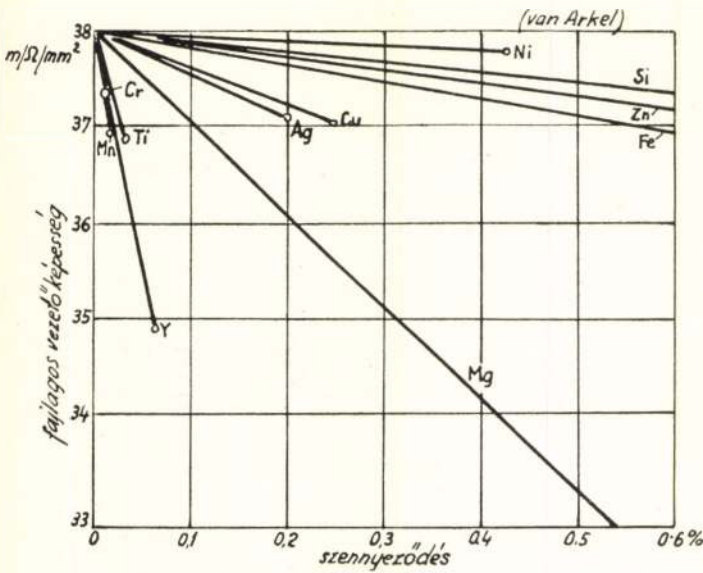
#### I. Táblázat.

##### Finomított *Al* fizikai tulajdonságai.

Vonalas tágulási együttható	.....	$\beta = 23 \cdot 13 \times 10^{-6}$ (22 C°—47 C° között)
Fajsúly 20 C°-on, hengerelt lemeznél, keményen	.....	$\gamma = 2 \cdot 6989$
Fajsúly 20 C°-on, hengerelt lemeznél, lágyan	.....	$\gamma = 2 \cdot 6996$
Olvadási pont, 760 $\frac{m}{m}$ légk. nyomáson	..	659·8 C°
Forráspont (Bauer és Brunner szerint)	...	2270 C°
Olvadási hő (van Liempt szerint)	.....	86·1 cal/g
Közepes fajlagos hő 0—658 C° (szilárd)	.....	0·25 cal/g C°
Fajhő 700 C°-on	.....	0·25 cal/g C°
Gőznyomás (tensio) 659 C°-on	.....	0·00062 $\frac{m}{m}$
„ „ 700 „	.....	kb. 0·001 $\frac{m}{m}$
Melegvezetőképesség 0 „	.....	0·534 cal/cm mp C°
„ 125 „	.....	0·54 „
„ 215 „	.....	0·54 „
Fajlagos vill. vezetőképesség 20 C°-on	...	38·0 m/ $\Omega \frac{m}{m^2}$
Fajlagos ellenállás 20 C°-on	.....	0·0264 $\Omega/m, \frac{m}{m^2}$ (320 C°-on lágyított)
A villamosellenállás hőfoktényezője	....	0·0043
Elektrokémiai egyenérték	.....	0·3354 g/Amp. óra

A 99·997%-os finomított alumínium egyes ötvözeteiből *Ni*, *Si*, *Zn*, *Fe*, *Cu*, *Ag*, *Mg*, *Cr*, *Ti*, *V* és *Mn* beötvözésével készült s 320°C-on kilágyított huzalokkal végzett mérési munkálatok alapján állapította meg *van Arkel*, mint ez a 4. ábra diagramjaiból kitűnik, ezeknek az ötvözőfémeknek hatását az alumínium fajlagos villamos vezetőképességére. Ezen diagrammokról kiolvashatjuk, hogy a fajlagos vezetőképességet befolyásoló szennyeződések három csoportba oszthatjuk. Az I. csoportba tartoznak a *Ni*, *Si*, *Zn* és *Fe*, melyek legkevésbé rontják a fajlagos vezetőképességet. Ide tartozik még az *Au* és a *Ga* is. Középhelet





4. ábra.

foglalnak el a II. csoportba sorolható fémek: a *Cu*, *Ag* és *Mg* és a III. csoportba tartoznak a legveszélyesebbek: a *Ti*, *V*, *Cr* és *Mn*, melyek legnagyobb mértékben csökkentik az alumínium fajlagos vezetőképességét. Miután gyakorlatilag a *Cr* és *Mn* nem szoktak előfordulni, a szabvány csak a *V* és *Ti* tekintetében tartalmaz előírást, mely szerint a *V*+*Ti* 0.03%.

II. sz. táblázat.

	Fajlagos vezetőképesség $m/\Omega \cdot mm^2 / ^\circ C$	Fajlagos ellenállás, $^\circ C$ $micro \Omega \cdot cm^2 / cm$	Temp. coeff.
99.5 % <i>Al</i> húzott ....	38.6	2.59	0.0040
99.5 % » lágy .....	39.2	2.53	0.0040
99.95 % <i>Al</i> húzott ....	40.0	2.50	0.0043
99.95 % » lágy .....	40.4	2.47	0.0043
99.99 % » húzott ....	40.6	2.47	0.0043
99.99 % » lágy .....	40.7	2.45	0.0043
99.996 % » húzott ....	40.7	2.45	0.0043
99.996 % » lágy .....	41.3	2.42	0.0043

Lényeges különbségek állapíthatók meg a finomított alumínium és a normális kohóalumínium mechanikai tulajdonságai között. Így, míg a 99.5%-os alumínium rugalmassági modulusa 6750  $kg/m^2$ , addig ez a tényező 99.99%-os alumínium esetében 6700  $kg/m^2$ . A finomított alumínium sokkal lágyabb s képlékenyebb, mint a 99.5%-os alumínium. Összehasonlításként szolgál a III. sz. táblázat a szilárdsági értékekre vonatkozólag.

III. sz. táblázat.

	$\sigma_B$	$\delta_{10}$
99.996 % kemény lemez .....	11.0	5
99.996 % » lágy « .....	5.5	55
99.50 % kemény « .....	16.0	2.5
99.50 % » lágy « .....	7—9	20—35

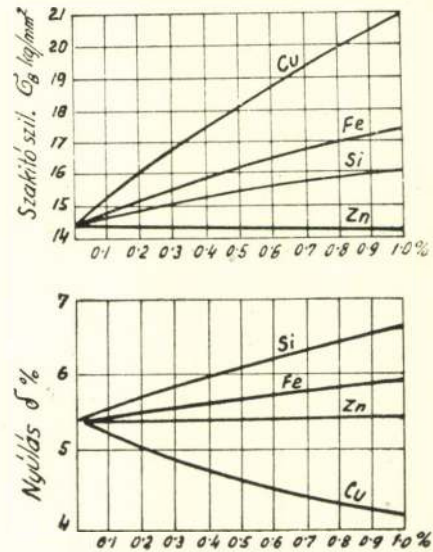
Érdekes a finomított alumínium ama tulajdonsága, hogy az alumíniumtartalom egészen csekély változása is nagymértékben befolyásolja a lágyítási

viszonyokat. Így, míg a 99.9986%-os alumíniumból hengerelt  $1\frac{1}{m}$ -es lemez, melynél már 30°-on megállapítható a rekristallizáció, 100°-on 10 perc alatt teljesen kilágyul, a 99.997%-os alumíniumnak 100°-on már hat óra kell, a 99.996%-os alumíniumlemez 100°-on már nem lágyul ki, ennek kilágyításához már 48 órán át 175°-ra van szükség. Láthatjuk tehát, hogy a szennyeződések erősen befolyásolják a megmunkált finomított alumínium kilágyulási sebességét.

A finomított alumíniumba ötvözött *Fe*, *Si*, *Cu* és *Mg*, általában a szennyeződések nemcsak a fajlagos ellenállást változtatják meg, de nagy befolyást gyakorolnak a szilárdsági jellemzőkre is, mint ezt a 4. sz. táblázat feltünteti.

IV. sz. táblázat.

	99.99% <i>Al</i>	99.99% alumínium + <i>Fe</i> %	99.99% alumínium + <i>Si</i> %	99.99% alumínium + <i>Cu</i> %	99.99% alumínium + <i>Mg</i> %
$\sigma_B$ $kg/m^2$ .....	12.6	14.5	17.5	14.4	17.0
$\sigma_{0.2}$ $kg/m^2$ ..	11.8	12.2	15.0	12.6	14.8
$\delta_{10}$ % .....	3	3.5	4.9	3.4	4.6



5. sz. ábra.

Az 5. sz. diagrammok a *Cu*, *Fe*, *Si* és *Zn* hatását tüntetik fel a 99.93%-os alumínium szilárdsági jellemzőire.

Érdekes, hogy a finomított alumínium fajsúlya a hidegen történő megmunkálás következtében valamelyest csökken, a rákövetkező lágyítás következtében pedig nő. Így a 99.97%-os alumíniumnál azt találták, hogy:

hidegen megmunkálva  $\gamma = 2.6989 \text{ kg/dm}^3$ , 20°-on  
hidegen megmunkálva s  
320°-on lágyítva...  $\gamma = 2.6996$  " "

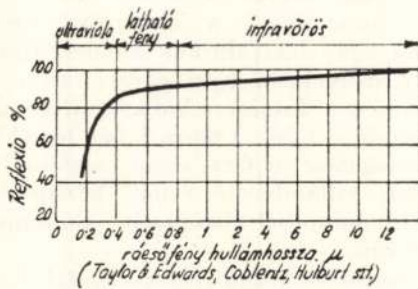
A nehézfémek beötvözése által természetesen nő a fajsúly s érdekes, hogy a *Si*, melynek fajsúlya 2.4, egészen 0.3% tartalomig valamelyest növeli, azon túl pedig csökkenti az *Al*-*Si* ötvözet fajsúlyát.

A hővezetőképesség tekintetében, mint azt az I. sz. táblázat feltünteti, nincsen nagy különbség a 99.99 és 99.50% tisztaságú alumínium között,



a finomított alumíniumé valamivel nagyobb. Megjegyezhető, hogy *Tamman* és *Boehme* szerint a hidegen történtő megmunkálás erősebben befolyásolja a hővezetőképességet, mint a villamos vezetőképeséget.

A fénytani tulajdonságok közül csak a fényvisszaverődésre vessünk egy pillantást. A finomított alumínium nagy fényvisszaverődési tulajdonságokkal rendelkezik, ezért kiválóan alkalmas fény-szórók tükrének készítésére. A finomított alumínium fényvisszaverődésének változását a ráeső fény-sugarak hullámhosszával a 6. sz. ábra tünteti fel. A finomított alumínium, mint ezen diagrammból kitűnik, ama fémek közé tartozik, melyek nagymértékben visszaverik az ibolyántúli sugarakat is, s míg a látható fény-sugarak reflexiója 90% körül van, a hő-sugarak, vagyis az infravörös sugarak visszaverődése eléri a 97%-ot is.

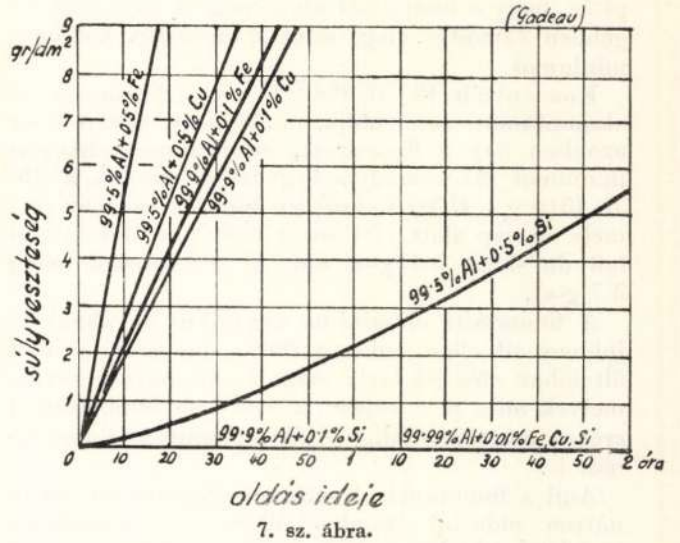


6. sz. ábra.

Jellegzetes tulajdonsága a finomított alumíniumnak a savas és lúgos hatások, az atmoszfériaiak és a tengervíz korrodáló befolyása ellen tanúsított jó ellenállása. Ez megfelel egyébként annak az általánosságban ismert megállapításnak, hogy minél tisztább valamely fém, annál nagyobb a korróziós ellenállása.

Anélkül, hogy a finomított alumínium korróziós ellenállásának részletesebb tárgyalásába bocsátkoznánk, lássuk röviden a fontosabb idevágó tudnivalókat.

A savak közül legjobban oldja az alumíniumot a sósav, melynek oldóhatását normális és finomított alumíniumra a 7. sz. ábra tünteti fel. Ebben fel-

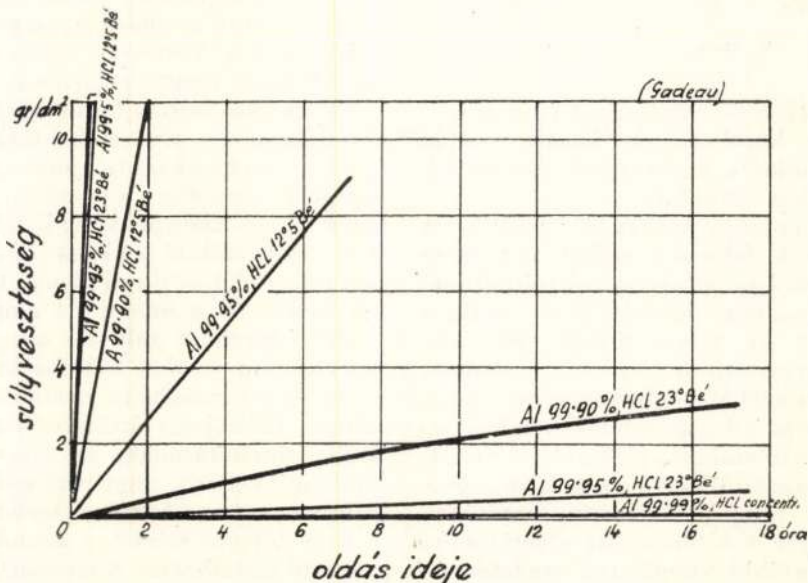


7. sz. ábra.

tüntették azokat a kísérleti eredményeket, melyeket 99.99%, 99.95% és 99.50% tisztaságú alumíniummal nyertek 23° Be (443 g/l) és 12.5° Be (210 g/l) sósavval való kezelés folyamán. A kísérletek folyamán, az előbbieken kívül kitűnt az is, hogy az alumíniumot legerősebben a 18° Be (322 g/l) sósav támadja meg, mely a 99.5%-os alumíniumból 12 perc alatt dm<sup>2</sup>-ként 9.3 g-ot, ezzel szemben a 99.99%-os finomított alumíniumból 36. óra alatt old dm<sup>2</sup>-ként 4.3 g-ot.

A finomított alumíniumba került fémszennyeződések, mint *Cu*, *Fe*, *Si*, hátrányosan befolyásolják ellenállását sósavas befolyások ellen, miként ez a 8. sz. ábrában jól játható.

Mivel a fluorhidrogénsav az alumíniumoxidnak (*Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*) legjobb oldószere s így az alumínium felületén keletkezett védő oxidréteget gyorsan leoldja, a fluorhidrogénsav korrodáló hatásának vizsgálata



8. ábra.



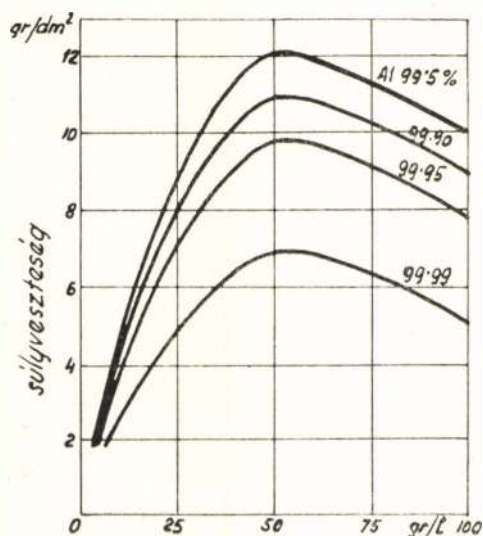
nem mutat nagy különbséget a 99.5 és a 99.99%-os alumínium között.

A kénsav annál erősebben oldja az alumíniumot, minél koncentráltabb s itt is érvényes az a megállapítás, hogy a finomított alumíniumot sokkal gyengébben támadja meg, mint a normális kohóalumíniumot.

Koncentrált 48° Be (94%  $HNO_3$ ) salétromsav az alumíniumot nem oldja, a hígított salétromsav azonban úgy a finomított, mint a normális alumíniumot megtámadja. Legveszedelmesebb a 20° Be (310 g/l  $HNO_3$ ) sűrűségű hígított salétromsav, mely 56 nap alatt 17°C-on a 99.99%-os alumíniumból  $dm^2$ -ként 6.4 g-ot old, a 99.5%-osból pedig 8.7 g-ot.

A finomított alumínium organikus savaknak is jobban áll ellen, mint a 99.5%-os, mely azokat általában elég jól bírja maga is. Organikus savak, melyek mint pl a vajsav, a 99.5%-os alumíniumot erősen megtámadják, oldják a finomított alumíniumot is.

Ami a finomított alumínium viselkedését marónátron oldattal szemben illeti, erre vonatkozó kísérletek alapján tudjuk, hogy 50 g/l töménységű NaOH oldat támadja meg az alumíniumot leg-



9. ábra.

erősebben, de ez esetben is a finomított alumíniumból ugyan olyan körülmények között sokkal kevesebb oldódik, mint a normális alumíniumból, mint ezt a 9. sz. ábra feltünteti.

A finomított alumínium korróziós ellenállására vonatkozó kísérletek folynak, azokat még nem zárták le, annyit azonban máris megállapíthatunk, hogy mind organikus, mind anorganikus savak, a tengervíz párja s az atmoszfériák általában sokkal gyengébben éreztetik hatásukat a finomított alumíniummal, mint a 99.5%-os kohóalumíniummal szemben. Sajnos nem állnak adatok rendelkezésre a finomított alumínium viselkedésére vonatkozólag kontakt korrózió esetében s hiányoznak még a különféle talajok agresszív hatásának vizsgálati eredményei is a finomított alumíniumra vonatkozólag. Ez utóbbi vizsgálatok eredményeinek ismerete az alumíniummal burkolt kábelek

gyártásának és használatának szempontjából volna fontos.

A finomított alumínium alkalmazási területe ma már elég nagy s egyre bővül. A szempontok, melyek a 99.99%-os alumínium használatánál figyelembe veendőek: nagy képlékenysége, kitűnő korróziós ellenállása s kitűnő villamos vezetőképessége.

Hogy csak a jelentősebb felhasználási lehetőségeket említsem, önfólia helyett kitűnően felel meg puha, avagy ömlesztett sajtok automatikus csomagolására s általában minden olyan csomagolásra, hol valamely korrózió hatás miatt a közönséges alumínium nem felel meg. Miután a finomított alumínium felülete anódikusan sokkal tökéletesebben oxidálható, mint a 99.5%-os, kitűnően felel meg a finomított alumínium elektrolitikus villámhárító cellák készítésére, melyeknek anódját képezi az eloxált finomított alumínium. Ugyancsak előnyösen használható a finomított alumínium nagyfeszültségű elektrolitikus kondenzátorok előállítására is, melyeknek segítségével az áramvesztéget a közönséges alumíniumból készült kondenzátorokkal szemben 1/50—1/60-ra lehet csökkenteni. Mind csomagolási célokra, mind kondenzátorok és elektrolitikus villámhárító cellák készítésére finomított alumíniumból hengerelt alumíniumfóliát kell használni.

A már említett kitűnő reflexiós tulajdonságainál fogva nagyon jól beválnak a finomított alumíniumból készült reflektortükrök ezüstözött tükrök pótlásaképpen, melyeknek 90%-os reflexiós képességét a finomított alumíniumból készült fényszórótükrök erősen megközelítik.

Nagy lehetőség nyílik finomított alumínium használatára az alumíniumtermelő s ólomban szegény országokban a kábelgyártás terén, miután az ólomburkolat finomított alumíniumból készült burkolattal kitűnően helyettesíthető. Értesülésem szerint idevágó kísérletek hazánkban is folynak, de csak 99.5%-os alumíniumburkolattal, mert nálunk finomított alumíniumot még nem gyártanak.

Megemlíthető, hogy hőszigetelési célokra a finomított alumíniumból hengerelt fólia az »Alfok« eljárás szerint kitűnően használható minden olyan esetben, hol korrózió gőzök, tengervíz párja támadhatják meg a szigetelést (pl tengeri hajók).

Nem utolsó sorban fontos alapanyag a finomított alumínium oly ötvözetek előállítására, melyektől kitűnő mechanikai tulajdonságokon kívül nagy korróziós ellenállást is megkövetelünk. Ilyen ötvözetek pl az AlMg5, AlMg7 típusú ötvözetek, de nem vitathatók el azok az előnyök sem, melyeket az anticorodal és dural típusú ötvözetek gyártásánál mutat fel a finomított alumínium.

Ezt a területet teljesen még nem kutatták fel, véleményem szerint sok értékes és gyakorlatilag kitűnően felhasználható eredményre lehet itt számítani. Lebegjen előttünk példakép a réz elektrolitikus finomításának, az armco vasnak, vagy a katódanikkel stb. nagyipari gyártásának hatalmas fejlesztőhatása a korszerű technika kifejlődésére.

Igen érdekes fejezet a finomított alumíniummal történő metallizálás technológiója. A Schoop-féle eljárás segítségével ugyanis korródáló hatásoknak



tengervíz páráinak stb. kitett könnyűfémekből készült öntvényeket, acél- és vasalkatrészeket be lehet vonni kb. 0.1<sup>mm</sup> vastag finomított alumíniumréteggel s így hatásosan lehet azokat védeni korrózió ellen. Ez az eljárás nagy segítségére van a tengerek fölött közlekedő repülőgépek gyártásának, de kitűnően alkalmazható alumíniumhidak építésénél is, hol nagyszilárdságú s korrózióra hajlamos dural típusú ötvözetekből készített tartókat s hídlemezeket lehet ily módon korrózió ellen védeni. A finomított alumíniummal történő metallizálás (schoopizálás) egyszerűbben hajtható végre, mint a tartóknak s lemezeknek finomított alumíniummal történő lemezelése (amerikai alclad).

De bizonyára van még számos más terület is a felhozott példákon kívül, hol a technika mai előrehaladott állapotában a finomított alumíniumnak fontos szerep jut, vagy fog jutni a jövőben. Nem fejezhetem be a 99.99%-os alumíniumra vonatkozó rövid ismertetésemet anélkül azonban, hogy fel ne hívjam a figyelmet arra, hogy hazánkban, hol az alumíniumtermelés és feldolgozás az alumíniumból készült cikkek gyártásának felfejlődésének következtében már is hatalmas lendületet vett, még nem gyártanak finomított alumíniumot. Úgyhiszem azonban, hogy iparunk fejlődése folyamán hamarosan nálunk is fel fog merülni a finomított alumínium előállításának szükségessége, ezért ezzel a kérdéssel komolyan foglalkoznunk kell.

#### IRODALOM

- P. Melchior*: Aluminium (VDI Verlag 1929).  
*A. v. Zeerleder*: Technologie der Leichtmetalle (1947).  
*N. F. Budgen*: Aluminium and its alloys (London 1947).  
*van Arkel*: Reine Metalle.  
*W. Borchers*: Aluminium (Halle, 1921).  
*R. Gadeau*: L'aluminium raffiné (Rev. de l'aluminium, 1935).  
*Domony András*: »A 99.99-es alumínium«. Bány. K. L. 1938.  
 ALCOA: Aluminium in aircraft (1930).  
*P. Röntgen*: Die Grundlagen der Raffination von Umschmelz-Aluminium und seinen Legierungen (Aluminium, Nr. 3. 1941.).  
*Domony András*: »Hulladékalumínium feldolgozása.« Technika 1941.  
*H. Ginsberg*: Neuere Einsatzmöglichkeiten der Dreischichten-Schmelz-flusselektrolyse (Aluminium, Nr. 3. 1941.).  
*Széki János*: Alumíniumkohászat (Alumínium Kézikönyv, szerk.: dr Geleji 1949, 88—123. old.).  
*V. Engelhardt*: Handbuch der techn. Elektrochemie (Leipzig, Akad. Verl.).  
*Deniflée Sándor*: Könnyűfémek sajátosságai és alkalmazásai (Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa).  
*A. Beck*: Refining Light Metal Scrap (Met. Industry 1949. Vol. 75. No 7.).

#### Hozzászólások

**Domony András:**

Deniflée Sándor kartárs összefoglalásával igen nagyértékű és az egész magyar alumíniumipar részére nagyjelentőségű munkát végzett. Rámutatott a könnyűfémipar egy olyan területére, amely hazánkban ezideig még szakközegeink előtt is aránylag ismeretlen volt.

Ezzel a kérdéssel először a magyar irodalomban 1938-ban a Bányászati és Kohászati Lapokban

»A 99.99%-os alumínium« és a Technikában 1941-ben »Hulladékalumínium feldolgozása« című cikkeimben kezdtem foglalkozni és nagy örömmre szolgál, hogy az alumínium finomításának a kérdése a nagy fejlődésnek indult könnyűfémiparunknak egyik fő problémájává vált.

Amint azt Deniflée kartársunk is említette, a 99.99%-os alumínium előállítása részint a nagy tisztaságú fém ipari felhasználása miatt, különösen azonban a hulladékalumínium, illetve a hulladék alumíniumötvözetek ismételt feldolgozásánál és raffinálásánál nyert nagymértékben alkalmazást.

Míg a nehézfémeknél a fémek tökéletes körfolyamatát évtizedes technikai gyakorlat biztosítja, amely szerint a nyersfémeket finomítják, feldolgozzák; az elhasznált anyagokból újból nyersfémeket állítanak elő és ezt az előbbi körfolyamatba vezetik be; addig az elhasznált, illetve hulladék alumíniumtárgyakból az alumínium kinyerése és a fém körfolyamatának a biztosítása igen nagy problémát okozott.

Az alumínium raffinálása, amint azt előbb hallottuk, költséges eljárás (kb. a timföldnek alumíniummá történő kohósításával azonos energiát és költség-tényezőket igényel). Ezek szerint tehát durva szabályként elfogadhatjuk, hogy az alumínium elektrolitikus raffinálásának mindig ott van gazdasági jelentősége, ahol a tömbösített hulladék-alumíniumötvözeteknek a kg ára kb. két kg timföld árával azonos. Ezesetben a hulladékalumíniumok úgynevezett fordított elektrolizissal történő raffinálása, illetve a 99.99%-os alumínium előállítása gazdaságos.

Deniflée kartársunk ezt a ma már klasszikusnak tekinthető hulladékalumíniumfeldolgozási módszert részletesen ismertette. Kiegészítésül szeretném a figyelmet még három új, nagyiparilag ma még meg nem valósított eljárási csoportra felhívni, amelyek az alumínium előállítási kérdését előreláthatólag forradalmasíthatják. Az egyik a különböző desztillációs eljárások; a másik az alacsony olvadáspontú alumínium sók elektrolízise, a harmadik alumíniumércből közvetlenül (timföld megkerülésével) alumínium, illetve leg 99.99%-os alumínium előállítása.

1. A desztillációs eljárások közül kísérleti üzemekben jó eredményeket értek el az alumínium subkloridjának vácuumban történő elpárologtatásával. Az alumínium subklorid 900 és 1100°C között állandó; lehűlésnél fémalumíniumra és  $AlCl_3$ -ra bomlik.

Felhasználták még a Hg, Pb, Zn, Mg azon tulajdonságát, mely szerint ezek a fémek magasabb hőfokon jelentős alumínium mennyiséget képesek oldani, lehűlésnél pedig az oldott alumínium az oldószerül használt fémektől elkülönül. Az oldószerül használt fémek utolsó nyomait vácuum desztilláció segítségével távolítják el.<sup>1)</sup> Ezekkel az eljárásokkal erősen szennyezett hulladékalumíniumból, illetve termikus úton, közvetlenül ércek-

<sup>1)</sup>Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Leoben 1948. Aug.—Nov. Die Entwicklung der neueren Aluminium-Erzeugung- und Raffinationsverfahren A. v. Zeerleder.



ből előállított *Al-Si* és *Al-Si-Fe* ötvözetekből nagy tisztaságú alumíniumfémeket nyernek. Az eljárások nagyiparilag még nincsenek tökéletesen kitisztázva.

2. A második eljárási csoportba az alacsony olvadáspontú (kb. 200°C) sók, illetve különböző organikus alumíniumvegyületek elektrolízise tartozik. Ezen a téren az egyik eljárás nagyiparilag már megvalósítást is nyert. Elektrolitként 100°-on folyékony

70—75%	Alumíniumklorid
10—12%	Kalciumklorid
15—18%	Nátriumklorid

sókeveréket használtak. Az elektrolízis üzemi hőmérséklete 170—180°, a kádfeszültség 0,15—0,4 V között váltakozik, anódikus áramsűrűség 0,5—1,5 A/dm<sup>2</sup>.

Az eljárást az üzemben váratlanul felmerült nehézségek miatt nem fejlesztették tovább.<sup>2)</sup>

3. A legújabb hírek szerint az alumíniumelőállítás és raffinálás problémáját egyesítették és Cascad-rendszerű, egymásután kapcsolt elektrolizáló kádakban kriolitos fürdő, illetve oldószerrel alumíniumérekéből tűzfolyékony állapotban sikerült szinalumíniumot kivonni. Ez az újabb eljárás, amennyiben a használhatóság technikailag beigazoldódik, igen nagy figyelmet érdemel.<sup>3)</sup>

Sajnos, az alumínium raffinálásának és a hulladék-alumínium feldolgozásának a kérdésében iparunk még igen elmaradott. Ezen a téren is nagy segítséget jelent a Szovjetunió hatalmasan fejlett ipara és tudományos intézeteinknek kutatási eredményei. Ezzel kapcsolatosan utalnunk kell Bjelajev kiváló munkáira, (»Fizikai, kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének« stb.) amelyek kutatóintézeteinknek utat mutatnak az előbbieken változt alumínium finomítási és alumínium előállítási problémák helyes megoldására.

Az Alumínium Kutató Intézet ezeknek az alapján programjának egyik leglényegesebb pontjává tette az alumínium raffinálás tudományos kidolgozását és ipari megvalósítását.

#### Dobos György :

Az alumíniumelőállítás a tűzfolyós elektrolízis gyakorlati alkalmazásai között magasan a legfontosabb. Az alumíniumfinomítás pedig az egyetlen terület, ahol tudomásom szerint az olvadékok elektrolízisét hasonló célra iparilag felhasználták. Ezen súlyponti problémák mellett vannak kisebb jelentőségű kérdések, amelyekről érdemes megemlékezni néhány szóban, mivel a tűzfolyós elektrolízis újabb irányára világítanak rá.

A tűzfolyós elektrolízisnél általában olyan eljárások kidolgozására törekszenek, amelyek a fémeknek folyékony, könnyen lecsapolható állapotban való kinyeréséhez vezetnek. Ezen álláspont helyességét megcsúszítja a tény, hogy újabban a fémporok metallurgiájának fontossága jelentősen

megnőtt és tűzfolyós elektrolízissel igen jó minőségű fémporok állíthatók elő. Fémánódák felhasználása esetén a porításhoz finomítás is párosul és ennek körülményeiről szeretnék néhány szóban megemlékezni.

Érdekes megjegyezni azt, hogy az olvadékok elektrolízise, mint a könnyűfémek kohászatának klasszikus eljárása ismeretes. Nehézfémet előállítására ez a módszer általában nem használatos. A tűzfolyós elektrolízis alkalmazása újabban felmerült a nehézfémporok gyártására vonatkozóan, így tehát az eljárás felhasználási területének kiszélesedésével állunk szemben.

Domony kartársunk megjegyezte, hogy a kloro-alumínát-fürdőkben az alumíniumfinomítás végrehajtása gyakorlatban nehézségbe ütközik, valószínűleg a nem megfelelő diffúziós viszonyok miatt. Hasonló probléma azonban már igen kielégítő megoldást nyert a vasfinomításnál tűzfolyós elektrolízissel és erről a kérdéstről szeretnék röviden beszámolni.

Az eljárás igen egyszerű<sup>1)</sup> *NaCl-KCl*-keverék alapsóban, *Fe Cl<sub>2</sub>*-t oldunk. A vaselektrodák közül a katódon fémszivacs válik le, az anód pedig feloldódik. Természetesen megfelelően alacsony anódikus árammennyiséggel kell dolgozni, különben az anódon *Fe Cl<sub>3</sub>*, vagy rosszabb esetben klór képződik, ami az áramkihasználás romlásához vezet.

A finomítás a következő körülmények között játszódott le: feszültség: 2—3 V, áramerősség 2000 A, áramsűrűség 150/A dm<sup>2</sup>, elektrodák közti távolság 60 m/m, t = 650—700°, áramkihasználás a katódon 50,6%, mosási veszteségeket beleértve, áramkihasználás az anódon 64,7%, anódvesztés 15%. — felhasznált elektromos energia 4,4 kW/kg.

A nyert vaskristályok igen finom minőségűek, lágyak és könnyen sajtolhatók. Magjuk is fémes, ellentétben azokkal a vasporokkal, amelyeket hidrogénnel való redukció segítségével állítanak elő. A kristályok nagysága elsősorban az áramsűrűség és a fürdőösszetétel függvénye. Ha az anóda különböző szennyeződések tartalmaz, akkor a finomításnál a következő eredmények várhatók: a foszfor és a szilícium vagy illó kloridokat képeznek, vagy pedig a levegőn oxidálódnak foszfátokká és szilikátokká. Ez utóbbiak az olvadt fürdő felszínén habot képeznek. A kén vagy elemi állapotban vagy klorid, oxid, vagy széndiszulfid állapotban távozik. Ha az anódvas kismennyiségű szenet tartalmaz, úgy az csaknem teljesen elég az anódon. A magas karbidtartalmú anódok feloldásából származó karbid viszont a kád fenekén rakódik le. A mangán természetesen a vassal együtt az anódon feloldódik, de a katódon csak akkor válik le, amikor koncentrációja a fürdőben egy bizonyos értéket elér. Az anóda réz- és nikkeltartalma teljes egészében a katódon képződő kristályokban található meg. A katódról az elektrolízis befejeztével eltávolított fémszivacs elektrolittal van átitatva és fémvas-tartalma csak körülbelül 20%. Megfelelő préseléssel 50% fémvastartalmú anyagot nyernek, amiből azután a sókat nedves úton kell kioldani. A vaskristályok szárítása vácuumban történik, 110°-on.

<sup>2)</sup> Lásd 1. lábjegyzet.

<sup>3)</sup> Sorozatos kádakban történő alumínium előállítása USA szab. 914.558.

<sup>1)</sup> Kroll. Metal Industry 67—214. 1945.



Az ismertetett eljárás természetesen meg sem közelíti fontosságban az előadó által említett alumíniumfinomítási módszereket — azonban nemcsak vasfinomításnál, de más nehézfémek feldolgozásánál és porállapotban való előkészítésnél számításhoz vehető. Így szükségesnek tartottam ezen az úton is figyelmet felhívni.

#### Szakál Pál :

A Magyarországon való nagyüzemi megvalósítás kérdéséhez kézenfekvőnek az látszana, hogy egy meglévő alumíniumelektrolizishez hozzáépítenénk egy kádat. A magyar elektrolizisek áramerőssége mellett azonban az ismert 10.000—15.000 ampère erősségű egység csak párhuzamos kapcsolással jöhetne figyelembe.

Ez az út viszont azért nem járható, mert a raffinálókádák feszültsége, különösen üzembelyezéskor, igen széles határok között ingadozik.

Ezenkívül egyetlen cellával nem oldható meg a raffinált alumínium termelése, mert szükség van egy úgynevezett anyakádra, melyben a sófürdő szennyezéseit kielektrolizálják.

Egyetlen járható útnak külföldi tervek, vagy licencia alapján nagyban való kiépítés látszik, vagy kicsiben kell kísérletezni, amíg olyan pozitív eredményeket érünk el, amelyek alapján egy komoly üzemet meg lehet tervezni.

#### Lányi Béla :

A finom alumíniumot kísérletező laboratóriumi munkának óriási nehézségei vannak. Pl az elektrokémiai intézetnek 1000 t-ás generátorral napokon át kellene képzett szakembereket folytonosan üzemben tartani azért, hogy óránként 300 gr körüli fémet termeljünk anélkül, hogy egy ilyen kicsiny kísérleti eszközön az üzemi viszonyokat tanulmányozni lehetne. Hozzászólásomat kapcsolhatom a Becker előadáshoz elmondott hozzászólásomhoz, amikor arról beszéltem, hogy ilyen, az üzemi viszonyoknak megfelelő kísérletet csak tényleges üzemben, de egyetlen cellával és külön generátorral lehet lebonyolítani.

Ismételten, az előbbi problémával kapcsolatosan is, felhívom a kormányzat figyelmét arra, hogy rendszeresítsen egy ilyen tényleges üzemben működő, de villamossági szempontból az üzembről leválasztott kísérleti egységet.

\*

#### Széki János :

Az előadássorozat végetért, amely a bauxit felhasználásának jelentőségét méltatta alumínium és vas vonalon.

Bartha Lajos a bauxit feldolgozásával, Lányi Béla a vörösiszapban rejlő értékek feldolgozásának jelentőségét szemléltette, főleg a titán vonalat kiemelve, Papp Elemér hatalmas lépésekről tájékoztatott a natriumoxyd meghatározást illetően, Becker Ervin az alumínium-kohászat jövőbeli perspektíváját tárta elénk, Jakóby László a magnézium, a másik könnyűfém kohászatáról és Deniflée Sándor a fémtiszta alumínium előállításáról tartott előadást.

A témáknak megválasztása körül az Alumíniumkutató Intézetnek vannak igen nagy érdemei.

Kötelességet teljesítek, amikor arra gondolok, hogy köszönettel tartozunk a kormányzatnak, hogy ezt az intézetet létrehozta és annak munkáját hatalmas anyagi eszközökkel hathatósan támogatta. Úgy véli, hogy az elgondolások megoldása javarészt az intézetre vár.

Köszönettel tartozunk az egyesület vezetőségének, hogy a kongresszust ilyen méltó módon megrendezte. Ez a multban nem volt, de reméli, hogy a jövőben ismétlődni fog, annál is inkább, mert erre a jövőben is szükség van.

Az előadássorozatok valószínűleg a jövőben a technológia területére is ki fognak terjedni, hogy a problémákat azon a területen is megtárgyalhassák.

Köszönetet mond az előadóknak, akik komoly felkészültséggel tartották meg előadásaikat, köszönetet mond a hozzászólóknak, akik hozzászólásaikkal az előadásokat kiegészítették és végül köszönetet mond a hallgatóságnak, aki érdeklődéssel és figyelemmel hallgatta végig az előadásokat.





## Dr. Dobos György alumínium-szakosztályi titkár beszámolója

A legutóbbi közgyűlés óta alakult meg az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium Szakosztálya. Az elmúlt év folyamán az Alumínium Szakosztály keretén belül rendszeres előadássorozatot tartottunk, melyek látogatottsága átlagban kb. 100 fő volt. Az előadások magas tudományos színvonalon, élénk vitákkal folytak.

A munkabizottságok munkája kevésbé volt kielégítő. A tervbevett bizottságok közül nem mindegyik végzett konkrét munkát. A Szakosztálynak a jövőben ezt jobban meg kell szerveznie, hasonlóképp nagyobb súlyt kell helyeznünk a vidéki csoportok organizálására.

Szakosztályunk legkomolyabb megmozdulása a tegnapi szakosztályi megbeszélés előkészítése volt. Az Alumínium Szakosztály előadásai iparágunk több aktuális problémáját tárgyalták. Olyan központi kérdések kerültek szóba, melyek megoldása szükséges ahhoz, hogy nehéziparunk fontos része, az egyre fejlődő alumíniumipar kivehesse a részét népgazdaságunk öt éves tervének teljesítéséből.

Az előadások és hozzászólások a bauxit hasznosítástól a timföldtől kezdve, a vörösiszap felhasználási lehetőségein keresztül a korszerű alumínium és magnéziumkohászatig felölelték iparunk döntő kérdéseit. A kongresszus komoly látogatottsága, a viták élénksége és színvonala bizonyítékát adják annak, hogy iparunk szakemberei tudatában vannak az öt éves terv keretén belül rájuk váró feladatoknak és szívvel-leléssel be akarnak kapcsolódni országépítésünk, a szocializmus építésének nagy feladataiba.

A Bányászati és Kohászati Lapok mellékleteként továbbá különnyomat alakjában f. év januárja óta jelenik meg az »Alumínium« szaklap.

A lap négy rovatból áll: egy tudományos rovatból, mely önmaga két alcsoportra bomlik, az első eredeti, legnagyobb részét az Alumínium Kutató Intézetben elkészített munkák ismertetésével foglalkozik, a második rész pedig egy-egy aktuális témára vonatkozó irodalmi összeállítást tartalmaz. A lap második rovatát az alumínium gyakorlati felhasználása tölti be, a harmadik főrovat pedig gazdasági kérdéseket (híryanagot) hoz.

A folyóirat színvonala szakmai szempontból állandó javulást mutat. A cikkek témái mindjobban csoportosulnak az alumíniumipar súlyponti kérdései köré.

Hiányosságok merültek fel az év első felében kiadott példányoknál a politikai tartalom körül. Az utolsó számok e tekintetben határozott javulást mutatnak és igyekezni fogunk a jövőben mindjobban helyet adni a Szovjetunió és a népi demokráciák eredményeinek, hogy ezzel bemutathassuk a szovjet szocialista tudomány és technika fölényét és nyugati, kapitalista tudománnyal és technikával szemben.

Az »Alumínium«-lap a dolgozók széles körében érdeklődésnek örvend. A kezdeti nehézségek át-

idalása után elterjedtsége kielégítőnek mondható. A különnyomat kb. 400 példányban jelenik meg. Ha meggondoljuk azt, hogy a lap a Bányászati és Kohászati Lapokkal együtt is megjelenik, mely az Egyesület minden egyes tagjának jár, a 400-as példányszámot szép eredménynek könyvelhetjük el.

Szakosztályunk a jövőre nézve a munkabizottságok erőteljesebb megszervezésére vette az irányt.

A munkabizottságokat a következő témakör megvitatására gondoljuk megszervezni:

1. ömlesztett korundkövek előállítása,
2. félgýártmányok minőségi kérdései, különös tekintettel a felületi hibákra,
3. nem elektrolitikus alumínium előállítása,
4. modern illesztési eljárások,
5. magnézium félgýártmányok és öntvények előállítása,
6. aktív bauxit felhasználásának lehetőségei,
7. vaskohászatnál nyert aluminát salak értékesítése,
8. tűzfolyós elektrolízis alkalmazása fémporok előállítására,
9. olvadt elektrolitek fizikai és kémiai tulajdonságai.

Irányt vesz a szakosztály az újító és élmunkáskörökkel való együttműködésre. Szakembereink elméleti képzettsége és üzemeink legjobb munkásainak gyakorlati tudása — egymást kiegészítve — az öt éves terv sikeres teljesítését komoly mértékben elő fogja mozdítani.

A szakosztály keretében tartott előadások közé a jövőben munkabizottságok eredményeiről való beszámolókat is fogunk iktatni, melyeknek megvitatása az elért eredményeknek azonnali hasznosítását fogja lehetővé tenni.

Előadásainkban és folyóiratunkban a tudományos színvonal megtartására, sőt emelésére törekszünk, emellett a jövőben fokozott súlyt fektetünk arra, hogy kidomborodjék a Szovjetunió tudományának élenjáró szerepe és a marxizmus-leninizmus elméletének a tudomány és a műszaki fejlődésre gyakorolt termékenyítő hatása.

### Máriássy Mihály:

Dr. Dobos szakosztályi beszámolójához kívánok kapcsolódni a Magyar Bauxitbánya, Magyar-Szovjet Bauxit Alumínium Társaság ajkai kohász- és vegyész dolgozóinak nevében.

Az egyesületi munka vidéki üzemünkben még gyermekecipőben járt a múltban. Ennek részben kartársaink az okai, akik nem aktivizálódtak eléggé, de részben a szakosztályvezetőség hibája is ez, amely némileg elhanyagolt bennünket.

Mi ezen változtatni akarunk és fejlődésünk ütemének gyorsítása érdekében lépéseket teszünk. A kezdeményező lépések megtörténtek, melyeknek megtétele után most már örömmel jelenthetem be erről a helyről, hogy az Alumínium Kutató Intézet



által tervbevett és a tegnapi napon részleteiben is kitárgyalt nagyjelentőségű kísérlet munkákba műszaki és kombinált brigádokkal kívánunk és fogunk a napokban intenzíven bekapcsolódni. Így alumíniumiparunk ezen, az ötéves terv teljesítésére nézve döntő feladatainak megoldásából felelősségteljes részt óhajtunk vállalni saját és kiváló szovjet szakembereink támogatásával.

Munkánkhoz főleg irodalmi támogatást kérünk a szakosztály vezetőségétől, mert ki vagyunk éhezve a tudományra, de vidéken nehezen juthatunk hozzá.

A vázolt úton haladva, az Esztó professzor kartársunk által említett ugrás a mennyiségi változásokból minőségi térre, nálunk is reményeink szerint hamarabb valósulhat meg.



## Alumíniumhengerlés racionalizálási problémái

Pótlás a Kongresszus »Alumínium«-programjához.

EMŐD GYULA okl. fémkohómérnök hozzászólása

Kongresszusunk programjából az alumíniumhengerlés teljesen kimaradt, pedig nézetem szerint itt is súlyos problémák vannak, amelyeknek megoldása az önköltségek csökkentés és ezzel az alumíniumfélkésztermék olcsóbbá tételét szolgálja.

Ennek a Kongresszusnak egyik főfeladata, hogy első ötéves tervünk lényeges kohászati kérdéseit megtárgyalja, amihez az alumíniumhengerlése is szorosan hozzátartozik, mert ma még hengerműveink igen drágán dolgoznak és így az amúgyis drága kohóalumíniumot tovább drágítjuk. A hengerművek profilozása és bővítése, valamint egy esetleges új, modern hengermű felállítása a hengerelt áru olcsóbbá tételét szolgálja, mert az előállítási költséget lényegesen mértékben csökkenthetnénk.

Szeretném hozzászólásomban megvilágítani a régi hengerművek hiányosságait és a hiányosságok kiküszöbölésére szolgáló járható utat és szeretnék rámutatni a modern hengerművekkel szemben támasztott követelményekre.

A régi hengersoroknál egyike legsürgősebb teendőinknek a jelenlegi bronzcsapágyak eltávolítása és helyettük a görgőcsapágyak alkalmazása. A bronz csúszócsapágyak ugyanis úgy épültek be, hogy kívülről jó hozzáférhetőek, amivel velejár az is, hogy a kenőanyagokon kívül egyéb nem kívánatos, idegen anyag is bekerülhet. Bármennyire erősen kenünk is, a csapok kisebb-nagyobb mértékű melegekedése a nagy csapsúrlódás miatt elkerülhetetlen és így külön hűtésükről is gondoskodnunk kell. Ez a hűtés a régi állványoknál a csapokra folytatott vízzel történik. Elkerülhetetlen a nyitott csapokra vitt nagymennyiségű kenőanyagból ne kerüljön valamennyi is a henger munkafelületére és ugyanúgy a hűtővíz is befolyik néha a munkafelületre. A hengertestre került kenőanyag, vagy víz, amint tudjuk, finomlemez hengerlésénél selejt gyártására vezet. Az erős kenés és vízűtés ellenére is gyakran előfordul, hogy a csapok felmelegsznek és ez a melegekedés a hengertestre is áttérjed. Az egyenlőtlen felmelegekedés következtében a hengereken helyi átmérőnövekedés áll elő,

ami vagy a lemez kardosságához, vagy a melegekedés helyén hullámossághoz vezet. A fentemlített hibákon kívül a csúszócsapágyaknak nagy hátránya még a nagy üresjárású erőszükséglet, ami a nagy súrlódásból adódik. A súrlódási tényező, bronzcsapágyaknál 0,1—0,15. Az üresjárású erőszükséglet a sebesség növelésével szintén emelkedik. Erre vonatkozólag példának felhozom az egyik hazai üzemből végzett kísérletemet, amelyet egy négyállványos soron végeztem. A sor főmeghajtó motorja megfelelő átkapcsolással kétféle terheléssel és ennek megfelelően ugyancsak kétféle sebességgel működtethető. Az egyik esetben 400 lóerő mellett 0,7 m/sec, vagy pedig 600 lóerő mellett 1,2 m/sec a sebesség. Az első esetben az üresjárású erőszükséglet 175 lóerő, a második esetben pedig 350 lóerő. Az üzemből figyelembe véve, nem engedhetjük meg magunknak azt a luxust, hogy az 1,2 m/sec hengerlési sebességet kihasználjuk, mert az óriási üresjárású erőszükséglet teljesen felemésztené a teljesítménytöbblettel járó hasznot. Ha viszont 0,7 m/sec sebességgel dolgozunk, akkor teljesítményünk lényegesen kisebb lesz. Ennek igazolására fel kell hoznom két hazai hengermű normáinak összehasonlítását, amikor is az egyik műben 0,7 m/sec, a másikban pedig 1,2 m/sec hengerlési sebességgel dolgoznak és megállapítható volt, hogy a magasabb sebesség mellett már a normák is körülbelül 30%-kal magasabbak.

Nézzük most, hogyan lehetne fenti hibákat kiküszöbölni. Erre nézve külföldön már járt utak vannak és nagyon előnyösen váltak be a görgőcsapágyra való átépítések. Szakember előtt nem kétséges, hogy a komoly befektetési költség rövid idő alatt megtérül azzal, hogy a 0,003—0,004 súrlódási tényező mellett az erőmegtakarítás 15—45%, és azonkívül a teljesen zárt csapágyak jól kenhetőek, kevés kenőanyagot fogyasztanak, melegekedés nem állhat elő és így a csapok külső vízűtése teljesen szükségtelen, amiből önként következik, hogy a víz és kenőanyag behatolásából eredő selejt is megszűnik. A hengerek egyenlőtlen felmelegekedéséből



eredő hiba sem lép fel többé. Ezenkívül görgőscsapággal nagyobb sebesség alkalmazható és a jó csapágyazás megengedi a nagyobb szűrésokat is, amivel a teljesítményt jelentős mértékben növelhetjük.

A csapágyak átépítését természetesen a legnagyobb körültekintéssel kell előkészíteni, mivel nem minden állvány alkalmas erre a célra. A nagy hengerátmérőnek nagy görgőscsapágház felel meg, amiért is az állványkeretben széles ablaknyílásra van szükség. Ma már nem okoz problémát az sem, hogy a keskeny ablaknyílású állványokba is görgőscsapágyat építsünk be. Ilyen esetben kovacsolt crómacélhengereket használunk, amelyeknek nagyobb szilárdságuk miatt nemcsak a csapjuk lesz kisebb, mint az öntött hengereké, hanem a görgőscsapágy belső gyűrűje is elhagyható és így a görgők közvetlenül a csapon futhatnak.

További hiba a régi állványokon, hogy az erőátvitel kapcsolóorsó és hüvely segítségével történik, amelynek hátránya a laza összeépítés miatt lökészerű működés, amivel erősen igénybe vesszük a meghajtóművet, az erőátviteli részeket, a hengert, sőt magát az állványt is. Ennek kiküszöbölésére a legalkalmasabb a csuklós kapcsolóorsók alkalmazása.

A teljesítménynövelést szolgálja az is, ha állványainkról a kéziállítást eltüntetnénk és helyettük gombnyomásra működő motorikus hengerállítást építenénk be. A kéziállítás vagy egy külön embert kíván, vagy ha az adagoló egyszemélyben állító is, akkor túlzottan igénybe veszi munkaképességét és így ezáltal csökken a teljesítménye. A hengerállítással kapcsolatban ma már megvan a lehetősége annak is, hogy olyan állítóberendezést alkalmazunk, amelyik minden szűrés után automatikusan utána állít és a kész méret elérése után az első üresjárásra visszamegy az eredeti állásába.

Szükségesnek tartanám, hogy 60 kg-os hengerlési tuskók helyett 120 kg-os, vagy ennél nagyobb tuskókat öntsünk, mert ezzel nemcsak a teljesítményt növeljük, de a kihozatalunk is nagymértékben megnövekszik. Ehhez természetesen gépesítenünk kell a kiszolgálást is és feltétlenül komoly emelőasztalokra, görgősorokra, adagoló kocsiakra, emelő targoncákra és könnyen kezelhető darukra van szükségünk.

A jelenleg rendelkezésünkre álló átemelő duoállványok csak vastagabb, azaz 0,7  $\frac{m}{m}$  vastagságnál nagyobb lemezek hengerlésére alkalmasak. Az ennél vékonyabb lemezek hengerlése duoállványokon csakis pakettban történhet, ami viszont a sok munka mellett nagy hulladékkal és magas százalék selejttel jár. Gyakorlati számításaink bebizonyították, hogy a vékony lemezek hengerlése legtöbb esetben ráfizetéssel jár. Az volna tehát a helyes eljárás, ha a duoállványokon vastag lemezt hengerelnénk és a vékony lemezt körülbelül 600  $\frac{m}{m}$  szélességben szalagállványon végeznénk. Megvan a lehetősége ma már annak is, hogy 1 m széles lemezeket is hengereljünk szalagállványon, amiről a korszerű hengerművekkel kapcsolatban kívánok szólni. A rendelkezéseink tömege azt bizonyítja, hogy pillanatnyilag kisebb befektetéssel is jóelőre megoldanánk a

vékony lemezek hengerlését, ha csak 600  $\frac{m}{m}$  szélességig mennénk. Ezek mellett természetesen szükséges a 300—400  $\frac{m}{m}$  széles szalaghengerek beállítása is.

A szalaghengerlésnek nemcsak a kisebb hulladék, azaz nagyobb kihozatal, kevesebb selejt és nagyobb teljesítmény az előnye, hanem az is, hogy sokkal kevesebb munkaerőt kíván, mint az egyes darab lemezek hengerlése.

A régi művek blokköntődei is modernizálásra és kiegészítésre szorulnak és ezenkívül erősen gépesítenünk kell. A befektetés itt is megtérül a nagyobb termelékenység, a kevesebb selejt és a kis munkaerő árán.

Most pedig nézzük a korszerű hengerművekkel kapcsolatos elgondolásokat.

A jelenlegi külföldi nagy hengerművek tulajdonképpen régi fémlemez-hengerművekből alakultak át. Itt megtartották a régi darablemez-állványokat és ezeket a követelményeknek megfelelően darablemezek keresztengerlésére, valamint magasszilárdságú ötvözetek tömörítésére használják. A nagy tömeggyártáshoz a reverzáló szalag- és tandem-sorokat használják.

A korszerű hengerművek megtervezésénél szem előtt kell tartanunk: a nagy teljesítményt, kitűnő anyagminőséget, valamint az automatizálást, azaz a kis munkaerő-szükségletet.

Fenti követelményeket nem nézhetjük tisztán gépészeti szemmel, mert itt az *Al* és ötvözetek technológiája is nagy figyelmet igényel. Nagy teljesítményt érhetünk el például egy quartoállványal, amelyet azonban meglehengerlésre csak a durva előnyújtás után használhatunk, mivel a hengerlési tuskó befogására minimálisan 540  $\frac{m}{m}$  átmérőjű hengerekre van szükség. Ha pedig nagy-átmérőjű hengereket alkalmazunk, akkor a quarto nagy befektetési költsége teljesen fölösleges, amiért is ma már meleg előnyújtásra reverzáló duoállványokat alkalmaznak és csak körülbelül 100  $\frac{m}{m}$ -re való előnyújtás után viszik tovább egy reverzáló-quartora, amelyen 6—9  $\frac{m}{m}$ -re hengerlik le. Ettől eltérő módszert követ a trentwoodi Alcoa hengermű is, ahol quartoállványon nyújtják elő az öntött tuskót, amivel 40%-os teljesítményhátrányuk van az előbb említett módszerrel szemben, mert csak vékony tuskók hengerlésére alkalmas.

A 6—9  $\frac{m}{m}$ -re előnyújtott meleganyag ugyanazon görgősorról tovább megy egy több állványból álló tandem-sorra, amelyből 3—2,5  $\frac{m}{m}$  vastagságban lép ki. Ez az anyag megy azután hideg hengerlésre szalagban, ugyancsak tandem-soron, vagy pedig fel-darabolva egyes állványokon, keresztben hengerlik.

Az *Al*-ötvözetek nagyon érzékenyek a hengerlési sebességre és így nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a meleg előnyújtás sebessége ne legyen nagyobb 0,7 m/sec-nél és csak a durva előnyújtás után mehetünk föl 1,2, sőt 4,5 m/sec-ig.

Meleghengerlésnél a szélek repedésmentes hengerlésének biztosítására előnyösen alkalmazható az egyetemes (univerzális) hengerállvány.



A modern szalagállványok 1, sőt 2 m széles szalagok hengerlésére is épülnek és rendszeren quarto-elrendezésben. A sexto, tizenkettes és húsz-hengeres állványokat csak egészen keskeny szalagok hengerlésére alkalmazzák. A modern többhengeres állványok támhengerei mindig kétsoros, önbeállós, hordógörgőscsapágyakkal vannak ellátva, míg a munkahengerek csúszócscsapágyakkal rendelkeznek. Újabban azonban ezek helyett hengergörgős csapágyakat építenek be.

A szalagállványoknál a lecsévéző dobot fékezzük, a felcsévéző dobot pedig húzásra állítjuk be. A tandem soroknál az egyes állványok között is biztosítjuk a húzást azzal, hogy az azután következő állvány sebességét valamivel nagyobbra állítjuk be, mint az az anyag megnyúlásából szükségszerűen következne.

Megemlíthetem még, hogy a modern tandem és egyes szalagállványokon a kilépő szalag vastagságát fotocella segítségével mérik és ugyanennek segítségével eltérés esetén automatikusan beáll a helyes vastagságra.

A korszerű *Al*-hengerműveknél is gondoskodtak arról, hogy a korrózióra hajlamos, magas szilárdságú ötvözetek burkolása, azaz plattirozása biztosítva legyen. Külföldi művekben a régi pácolással kapcsolatos burkolási eljárást az újabban nálunk is kikísérletezett öntéssel való plattirozással helyettesítik. Gondoskodtak továbbá arról is, hogy a magas szilárdságú *Al*-ötvözetek előhajtására megfelelő nagyságú meleg sajtolók álljanak rendelkezésre, mert ellenkező esetben a hengermű csakis *Al* és erősen képlékeny ötvözetek hengerlésére lenne alkalmas. Ugyanezt állapíthatjuk meg az üreges hengerlésről is, amelyet csakis előpréselt vagy egészen képlékeny anyaggal végezhetjük, mivel egyébként a profil káros repedésekkel rendelkezne.

Még néhány teljesítményadatot említek meg a közismert *Al—Cu—Mg*, azaz duraluminium nevű ötvözetre, a különböző hengerállványokon:

#### *Melegsorok teljesítménye:*

1. Átemelő duo:  $8 \times 1000 \times 7000 \frac{m}{m}$  szalagméret mellett 5—700 t/hó teljesítmény, amelyből 60%, azaz 3—400 t a készlemez. Blokk súly: 150 kg.

2. Trio:  $6 \times 1000 \times 12000 \frac{m}{m}$  szalagméret, 1000 t/hó bruttó, azaz 600 t készlemez teljesítmény. Blokk súly: 250 kg.

3. Reversáló duo:  $5 \times 1000 \times 25000 \frac{m}{m}$  szalagméret, 1.500 t/hó bruttó, készlemez teljesítmény: 1000 t/hó. Blokk súly: 400—450 kg. 2000  $\frac{m}{m}$  szélesből 70—80%-kal több.

4. Reversáló duo + rev. quarto: szalagméret  $5 \times 1000 \times 35000 \frac{m}{m}$ , teljesítmény: 2300 t/hó bruttó, azaz 1600 t készlemez. Blokk súly: 500 kg.

5. Reversáló duo + két reversáló quarto, szalagméret:  $3 \times 1000 \times 70000 \frac{m}{m}$ , teljesítmény 3.500 t/hó, azaz 2.700 készlemez. Blokk súly: 700 kg.

2 m széles szalagból a teljesítmény 6000 t/hó, azaz 4.600 t készlemez.

6. A legjobb a 3—5 állványos (félfoltyonos) sor. Reversáló duo + reversáló quarto + 3 tandem-quarto, vagy pedig 5 tandem-quartoval, amikor is 2000 kg súlyú blokkal dolgozhatunk. A melegszalagot lehengereljük 3  $\frac{m}{m}$ -re és a havi teljesítmény: 5—6000 t.

#### *Hidegsorok teljesítménye:*

1. Átemelő duo 10—1.0  $\frac{m}{m}$ -re 60 szűrással 25 t/hó.

2. Trio 10—1.0  $\frac{m}{m}$ -re 45 t/hó.

3. Modern quarto szalag 6  $\frac{m}{m}$  vastagságból 0.6  $\frac{m}{m}$  vastagra 5—6 szűrással (duo ugyanez 60—70 szűrás) teljesítmény: 300 t/hó.

4. 3 állványos tandem soron 3  $\frac{m}{m}$ -ről 0.6  $\frac{m}{m}$ -re, 2.400 t/hó 1 m széles szalagból. A 2 m széles szalagból: 4.500 t/hó.

Érdekes még megemlíteni, hogy a korszerű művekben a létszám legfeljebb  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ -e a régi hengerművek létszámának és a kihozatal a régi 50—60%-kal szemben duraluminiumból is 75—80%.

1941-ben, az egyik külföldi államban megállapították, hogy *Al*- és ötvözetek hengerlését 174 állványon 1044 fővel végezték és a havi termelés 3.300 t lemez volt.

Ugyanezt a teljesítményt 11 darab modern quarto szalagállványon 99 fővel elvégezhetnék volna, ha 1 m széles szalagot hengerelnek. Ha viszont 2 méter széles a szalag, akkor 6 állványon, 42 fővel teljesíthetnék volna a fenti mennyiséget.

Befejezésül összefoglalom az elmondottakat: Először is foglalkoztam a régi hengerművek profilizálásával, főleg a régi csúszócscsapágyaknak görgőscsapágyra való átépítésével, valamint az erőátvitel, a hengerállítás és az anyagmozgatási lehetőségek javításával, illetve korszerűsítésével. Felhívtam a figyelmet a modern hengerművel kapcsolatos technológiai követelményekre, azaz a borításra és a magas szilárdságú ötvözetek elősajtolására.

*A magyar aluminium olcsóbbátétele szempontjából meg kell ragadnunk minden alkalmat, hogy a drága nyersaluminiumot minél olcsóbban dolgozzuk fel félkész-, illetve készáruvá, hogy ezáltal külföldön is versenyképessé tegyük és belföldön pedig minél nagyobb területen hisztorítsuk aluminiumunkkal a külföldről importált egyéb fémeket.*

Szeretném remélni, hogy a hozzászólásomban foglaltak komoly kiértékelés alapját fogják képezni, amelyeknek eredményeként elindulunk *Al*-hengerlésünk terén is a korszerű technikai fejlődés útján, hogy ezzel is elősegítsük öt éves tervünk minél sikeresebb keresztülvitelét.





# A MAGYAR TECHNIKA

című folyóirat ismerteti az élenjáró szovjet technikát, rendszeresen foglalkozik tervgazdálkodásunk súlyponti kérdéseivel és az összes iparágakat érintő általános műszaki kérdésekkel



Megjelenik havonta a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének szerkesztésében



Évi előfizetési ára:

Egyének részére ..... 60— Ft

Vállalatok, intézmények részére ..... 300— «

Kiadja a

TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ N. V.,  
Budapest, V., Szalay-utca 4

# GÉP

című folyóirat ismerteti az élenjáró szovjet gépipar eredményeit. Foglalkozik a vas- és gépipar műszaki és üzemszervezési kérdéseivel

Megjelenik havonta

a Gépipari Tudományos Egyesület szerkesztésében



Évi előfizetési ára:

Egyének részére ..... 24— Ft

Vállalatok, intézmények részére ..... 240— »

Kiadja a

Tudományos Folyóiratkiadó N. V.,  
Budapest, V., Szalay-utca 4

A villamosipar  
minden ágának szakkérdéseivel foglalkozik  
az

# ELEKTROTECHNIKA

c. folyóirat

Ismerteti villamosági gyáraink új gépeit, az áramfejlesztéshez szükséges segédgépek pontos műszaki leírását, kezelési módját

Megjelenik havonta

a Magyar Elektrotechnikai Egyesület szerkesztésében.

ÉVI ELŐFIZETÉSI ÁRA:

Egyének részére 96— Ft

Vállalatok, intézmények részére 240— Ft

Kiadja a Tudományos Folyóiratkiadó N. V., Budapest, V., Szalay-utca 4

# A Földtani Közlöny

című folyóirat a föld ásvány és kőzetanyagainak kutatásával foglalkozik tudományos és gyakorlati szempontból.

Megjelenik negyedévenként

a Magyarhoni Földtani Társulat szerkesztésében.

ÉVI ELŐFIZETÉSI ÁRA

Egyének részére ..... 40— Ft

Vállalatok, intézmények részére 100— Ft

Kiadja: a Tudományos Folyóiratkiadó N. V., Budapest, V., Szalay-utca 4



# ALUMINIUM

A Bányászati és Kohászati Lapok melléklete

1950 ÁPRILIS — II. ÉVFOLYAM **4.** SZÁM



# ALUMINIUM

A MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA ÉS A  
MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉM-KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

---

FELELŐS SZERKESZTŐ: HEINRICH JÓZSEF. SZERKESZTŐ: DR. DOBOS GYÖRGY

FELELŐS KIADÓ: A TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT VEZÉRGAZGATÓJA.

Dr. Domony András: Alumíniumesomagolású élelmiszerek tartósításának megoldandó kérdései és jövő lehetőségei . . . . .	89
Két hozzászólás dr. Domony András cikkéhez . . . . .	100
A Kínai Népköztársaság bauxitelfordulása . . . . .	101
Tervfelbontási ankét az alumíniumiparban . . . . .	102
Kutas Andor: Beszámoló egyik hazai karbidüzemben végzett silico-alumínium gyártási kísérletről . . . . .	107
A. I. Bjeljajev: Az anódeeffektus kryolithtímföld olvadékok elektrolízisének . . . . .	109
Máriássy Mihály: Hozzászólás Bartha Lajos — Dr. Evva Ferenc „Alumínátlúgok kikeverése pneumatikus úton” c. cikkéhez . . . . .	111
Hírek	
Levelesládánk megindulása . . . . .	112

Különlenyomat a

Bányászati és Kohászati Lapok

1950. évi április 15-i számából.

Megjelenik havonta. Előfizetési díj egy évre: Szakszervezeti és Tudományos Egyesületi tagok részére 24.— Ft.

Jogi személyeknek és vállalatoknak 180.— Ft. Külföldi előfizetőknek 96.— Ft. Egyes példányok ára 6.— Ft.

Szerkesztőség IX., Lónyay utca 41. Telefon: 189-433 — Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó N. V. V., Szalay utca 4.

Telefon: Előfizetés 122-299. Központ: 112-674, 112-681, 312-545. — Egyszámalszám: 936.515.



# ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

4. szám.

## Alumíniumcsomagolású élelmiszerek tartósításának megoldandó kérdései és jövő lehetőségei

DR DOMONY ANDRÁS

669.718

Др. А. Домонь:

Употребление алюминия в пищевой промышленности: проблемы консервных банок.

Uses of aluminium in the food preservation and their problems today and the future.

Az alumíniumipar egyik legnagyobb problémája — a könnyűfémek konzervdobozanyaggá való használhatósága —, immár négy évtizedes kísérletezés után sem nyert még megfelelő megoldást. Nyersanyaghelyzetünk — alumínium gazdagságunk és ón szegénységünk, valamint mezőgazdaságunk fejlődő gépesítése folytán fokozódó élelmiszeriparunk kiépítése érdekében ez a kérdés hazai iparunk részére döntő fontosságú lehet.

Ennek a tanulmányoknak a célja objektíven megvizsgálni a könnyűfémkonzervdobozok nagybani felhasználásánál mutatkozó előnyöket és hátrányokat, irodalmi adatok és saját kísérleteink alapján kiértékelni azokat a területeket, ahol az alumíniumkonzervdobozok már az eddigi gyakorlati tapasztalatok alapján több évtizede kifogástalanul beváltak, végül rámutatni azokra a felhasználási területekre, ahol az eddigi kísérletek és gyakorlati tapasztalatok igen gyakran egymásnak ellentmondó eredményeket tüntettek fel, kivizsgálva egyszersmind az ellenmondások okait. Végül utat szeretnénk mutatni a könnyűfémek részletes korróziós vizsgálatainak kiértékelése alapján a további rendszeres laboratóriumi és ipari kísérletek részére abból a célból, hogy iparunknak módjában álljon egyöntetűen eldönteni azt, hogy melyek azok a területek és követelmények, amelyeknek betartása mellett konzerviparunk az alumíniumkonzervdobozokat nagymértékben és megbízhatóan felhasználhatja.

Az irodalmi adatok részletes feldolgozását a fenti problémakörök szerint csoportosítottuk.

I. Az alumíniumkonzervdobozok felhasználásánál mutatkozó előnyök és hátrányok.

1. Előnyök.

a) Az alumíniumnak a szervezetre ártalmatlan volta. Ma már közismert és álta-

lánosan elismert tény, hogy az alumínium az emberi szervezetre teljesen ártalmatlan. A kísérletek bebizonyították, hogy az alumíniumsóknak, akár ételekkel, akár injekciók alakjában kerülnek az emberi szervezetbe, semmiféle káros hatásuk nincsen. (1—7.)

Az utolsó húsz évben igen sok tudományos intézet és tudós foglalkozott az alumíniumnak az emberi szervezetre gyakorolt hatásával és mindannyian egyértelműen arra az eredményre jutottak, (8, 5, 6) hogy:

az alumíniumfémnek és sóinak semmiféle mérgező hatásuk nincsen, a szervezetben semmiféle káros elváltozást nem idéznek elő. Alumíniumról, mint rák okozóról ma már beszélni idejét múlt tudatlanság. (9.)

Az alumínium a vitaminok bomlását még főzés közben sem segíti elő. (10, 11, 12, 13.)

A főzőedényeknek korrózióellenállása a bennük főzendő ételekkel szemben igen megfelelő. A korrózió következtében nem károsak. Ezt bizonyítják Lunde alumíniumkonzervdobozokkal végzett kísérletsorozatai is, amelyeknek eredményeképpen megállapítható volt, hogy a több évig alumíniumkonzervdobozban tárolt étel alumínium tartalma nem haladja meg azt a határt, amelynél a fém-sók bármilyen káros hatása kimutatható lenne. (14, 15.)

Alumíniumbaktericid hatása — amennyiben egyáltalán észlelhető — igen gyenge. (16, 17.); az erjedési folyamatot nem gátolja (18, 19, 20.). Erre bizonyíték, hogy erjedéssel citromsav előállításánál eredményesen használtak fel alumínium apparaturát. (21.) Ez a tény igen fontos a sajt, sör és boriparban is.

Az alumíniumnak a legtöbb fémmel ellentétben nincs katalitikus hatása, amellyel a vele érintkezésbe kerülő olajok és zsiradékok oxidációját, illetve avasodását elősegítené. (22.) A különböző anyagok hidrolitikus bomlását ugyancsak nem gyorsítja. (23.)



- b) *Színező hatása sem az alumíniumfémnek, sem sóinak nincs* Az összes ipari fémek — az alumínium kivételével —, amennyiben kéntartalom, vagy bomlás következtében H<sub>2</sub>S-t fejlesztő anyaggal kerülnek érintkezésbe, elszíneződnek (megfeketednek), illetve a tárolandó anyag eredeti, külső formáját megváltoztatják. Ez a jelenség igen sok bádogba eltett baromfi-, hal- és rákkonzervnél is észlelhető, ahol a tárolandó anyag és a fehérbádog egyaránt elfeketedik, sőt a kémiai elválkozás következtében igen gyakran kellemetlen fémies íz is tapasztalható. Ezek a jelenségek alumíniumkonzervdobozok esetében nem fordulnak elő. (24, 25, 26.) Ennek a kedvező tulajdonságának köszönheti az alumínium, hogy a sűrített tejkonzervek majdnem kivétel nélkül alumíniumkonzervdobozokban kerülnek forgalomba.
- c) *Az alumíniumkonzervdobozok megfelelő kémiai és mechanikai tulajdonságú fémből, utólagos védőeljárások nélkül, könnyen, olcsó gyártási eljárásokkal állíthatók elő.*

Alumíniumkonzervdobozok előállításához általában a normális kereskedelmi tisztaságú 99,5% Al tartalmú fém, vagy az ebből egyszerű ötvözés útján előállított max. 1,5% Al-Mn, vagy Al-Mg könnyűfémeket használják. (27.) Tekintettel arra, hogy a fehérbádogkonzervdobozokkal ellentétben, a könnyűfémkonzervdobozok homogén, tömör fémből készülnek, a gyártás, illetve konzervtöltés és bezárás közben elkerülhetetlenül fellépő felületi hibákra, karokra stb. az alumíniumdobozok kevésbé érzékenyek, mint a fehérbádogból készültek, mivel a könnyűfémek esetében nincs védőréteg, amely megsérülhet. Alumínium használata esetén az egész doboz azonos tulajdonságú és korrózióellenállású, tömör fémből készült és így azok a meghibásodási lehetőségek, amelyek a rosszul önozott vagy egyenlőtlenfelületű, hajszálrepedéses fehérbádogdobozoknál fennállnak, ahol a védőréteg meghibásodásakor előtűnő vasanyag haladéktalanul a korrózió kiinduló pontja lesz, elmaradnak.

A konzervdobozok az alumínium könnyű megmunkálhatósága következtében igen sokféle módon állíthatók elő, amelyek a forrasztott fehérbádogdobozoknál tökéletesebbek, a gyártási költségek pedig kisebbek. A könnyűfémdobozok ugyanis egy mélyhúzási művelettel olyként állíthatók elő, hogy a fenék és a palást összefüggő, egy darabból álló hüvelyből van. Ezáltal a minden fehérbádogdoboznál szükségszerűen jelenlévő fenék- és oldalforrasztás kiküszöbölődik. A legkedveltebb konzervdoboz előállítási mód a mélyhúzás és a fröcssajtolás. Az előbbi eljárással a lapos dobozok, az utóbbi eljárással pedig azok az edényzetek készülnek, amelyeknél a magasság a fenékátmérőnek a többszöröse. Fröcssajtolással állítják továbbá elő egy darabból az alumíniumtubusokat is, amelyek pépek (pl. pritamin, krémsajt stb.) tárolásánál mind nagyobb teret hódítanak meg.

Az alumíniumkonzervdobozok vizsgálata folyamán felmerült az a kérdés is, vajjon azonos tisztaságú fém korrózióellenállása a különböző húzási, illetve dobozelőállítási eljárások közben csökken-e.

Kísérletsorozatokat fektettek le, melyek szerint hengerelt lemezekből kivágott szalagokat és húzott konzervdobozokból kiszabott stráfókat 0,5%-os citromsavba mártottak be, különböző hőfokon. Az eredmények azt mutatták, hogy kismértékben ugyan, de minden esetben az eredetileg hengerelt lemezből kivágott darabok korrózióellenállóbbak, mint a húzott dobozok darabjai. (28, 29.)

Az Alumínium Kutató Intézet az O. M. I. K. I.-vel (Országos Mezőgazdasági és Ipari Kutató Intézet) karöltve a folyó évben szintén lefolytatott egy kísérletsorozatot annak megállapítására, hogy a húzott és fröcssajtolt dobozok korrózióellenállása között mutatkozik-e különbség. A próbák eredményeképpen megállapítható volt, hogy azonos tisztaságú és összetételű fémből készült dobozoknál nincsen különbség abban, hogy húzással, vagy fröcssajtolással készültek-e. Meg kell azonban jegyezni, hogy a lemezbe, illetve a doboz fémébe került bármilyen szennyeződés a korrózióellenállást csökkenti. A szennyezések ugyanis akár fémesek, akár nemfémesek, a minden alumínium felületén jelenlévő természetes oxidhártyát felsértik, megszakítják, vagy gyengítik és ezáltal a korrózió kiinduló fészkeivé válhatnak. (30, 31, 32.) Ha a kiindulási fémben az alumíniumoxid-karbid, vagy egyéb szennyeződés a megengedett minimumnál nagyobb volt, vagy a lemez lágyítása közben annak felületére olaj, vagy más piszok ráégett és ezáltal kemény grafitikus szennyeződést képezett, ezek a szennyezések a húzásnál, de különösen a fröcssajtolásnál mély pórusokat, felületi hibákat alkothatnak, amelyek az eredeti oxidvédőréteget mind gyengítik. Alumíniumkonzervdobozok előállítására tehát csak kifogástalan tisztaságú és megbízhatóan gyártott alumíniumszalagok és lemezek használhatók.

- d) *Alacsony fajsúly és könnyű kezelhetőség által nyújtott előnyök.*

Az alumínium a 2,7-es fajsúlyával a legkönnyebb konzervesomagoló anyag. A mai gyors szállításoknál, ahol a holt-súllyal a lehető legnagyobb mértékig takarékoskodnak, ennek a ténynek döntő fontossága jelentősége van. A könnyűfémek felhasználása révén elérhető holt-súly megtakarításáról helyes képet kaphatunk, ha az azonos ürtartalmú, különböző anyagból készült konzervdobozok súlyát összehasonlítjuk.

Például  $\frac{1}{3}$ -os 72 Ø, 77 mm magas alumíniumkonzervdoboz súlya fedővel komplett 31 gr.

$\frac{1}{3}$ -os 72 Ø, 77 mm magas fehérbádog fedővel komplett 81 gr.

$\frac{1}{3}$ -os azonos méretű üveg, üveg fedővel komplett 342 gr.

Az alacsony súlytól eltekintve az alumíniumkonzervdobozok használatát még az a körülmény is kedvelté teszi, hogy a fém aránylag lágy volta miatt a dobozok kinyitásához különleges szerzők (konzervnyitók) nem szükségesek, mert a könnyűfém tartályokat egyszerű zsebkéssel, vagy bármilyen egyéb egyszerű alkalmatossággal ki lehet nyitni. A könnyű kezelhetőség követ-



keztében a sérülési veszélyek is sokkal kisebbek, mint a fehér bádogdoboznál.

- e) *Gazdaságosság.* Annak ellenére, hogy az alumínium, a jelenleg legelterjedtebb konzervdoboz anyagánál — a fehérbádognál — ma még a világpiacon is drágább, megállapítható, hogy azokon a területeken, ahol az alumíniumkonzervdoboz által nyújtott összes fentemlített előny (pl tej, hal stb. konzerválásánál) szerencsésen érvényesül, a könnyűfémdobozok ma már gazdaságosság szempontjából is éles versenytársai a fehérbádogdoboznak, miután az alapanyagok közötti árkülönbséget a könnyűfémdobozok olcsóbb előállítási lehetőségei kiegyensúlyozzák. Az alumíniumkonzervdobozok versenyképességét nagyban elősegíti még az a körülmény is, hogy az elhasznált tartályok ócskafémértéke — miután azok a fehérbádoggal ellentétben — színtérből készültek — igen magas. Továbbá, tekintettel arra, hogy fehérbádogkonzervdoboz előállításához szükséges ónnal egyáltalán nem rendelkezünk, a magyar nemzetgazdaság szempontjából az alumíniumkonzervdobozok felhasználásának kérdése igen fontos! Fehérbádogyártásunk ezenkívül elmaradott (hidegen hengerelt, széles vasszalag hiányában) és nagyon óngépes (elektrolitikus ónozás hiánya miatt).

## 2. Hátrányok:

- a) *Az alumínium gyengébb mechanikai tulajdonságai.* A konzervdobozok gyártására leggyakrabban 99.5% tisztaságú szinalumíniumot használnak. Ennek a fémnek még keményállapotban is mechanikai tulajdonságai a fehérbádognál lényegesen kedvezőtlenebbek.

	99.5%-os kemény alumíniumlemez mechanikai értékei	Fehérbádoglemez mechanikai értékei
Szakító szilárdság	13—18 kg/mm <sup>2</sup>	37—42 kg/mm <sup>2</sup>
Nyúlás	4—6%	32%
Brinell keménység	35—40 kg/mm <sup>2</sup>	100 kg/mm <sup>2</sup>

Igyekeztek ugyan a falvastagság növelésével a szilárdsági különbségeket kiegyenlíteni, a dobozok falvastagsága (fehérbádognál 0.22 mm, alumíniumnál 0.30—0.35 mm) (1), azonban az alumíniumkonzervdobozok sérülésre, deformálásra még így is sokkal érzékenyebbek. A selejtnövekedés elkerülése érdekében az alumíniumkonzervdobozok lényegesen nagyobb tárolási helyet, gondosabb és óvatosabb kezelést, a készre-töltött konzervek pedig a horpadások és sérülések elkerülése miatt szakszerű csomagolást és bánásmódot igényelnek. A könnyűfémtestek fánca szélei, — az alumínium gyengébb mechanikai tulajdonságai miatt — elhajlásra, sérülésre sokkal érzékenyebbek, mint a fehérbádogdobozoké. Megsérült szélű doboz vagy

tető tökéletes fáncaot már nem ad. Tökéletes elzárás az alumíniumdobozoknak egyik leggyakoribb hibaforrása. Az alumíniumkonzervdobozok elzárása lényegesen nagyobb gondot, pontosabb szerzámot igényel, mint a fehérbádogdobozé.

A tetők elégtelen rúgózása miatt, illetve a gyengébb mechanikai tulajdonságok következtében gyakran előfordul, hogy a sterilizáció hőhatására fellépő tágu-lást, illetve összehúzódást a tető a fánca sérülése nélkül nem tudja kiegyenlíteni. (2) Ezen a hiányon segít a túlnyomásos autoklav használata; az utóbbi időben pedig jó eredményeket kaptak a nagyobb szilárdságú alumíniumötvözetekből készült, specialis merevítéssel ellátott tetők használatával. Norvégiában és Angliában szinalumíniumdobozok bezárására ma már 1.2% Mn tartalmú ötvözetekből készült fedőket kielégítő tapasztalatokkal használnak.

Ezeknek az ötvözeteknek a szilárdsága 23%-kal, a nyúlása azonos, a rugalmassági határa 15%-kal, a folyási határa 18%-kal nagyobb a kemény 99.5%-os alumíniumnál.

A szilárdsággal egyenlő fontosságú a fedők merevítésének megfelelő rajza, valamint az a körülmény, hogy az összes kivágó, préselő fáncaoló szerzám, továbbá a doboz és fedő anyagának vastagsága a megadott méreteket a lehető legpontosabban megközelítse.

- b) *Különleges berendezések szükségessége.* Miután az alumíniumkonzervdobozok érzékenyebbek, mint a fehérbádogból készültek, szükséges, hogy azok a berendezések, amelyeket a könnyűfémdobozok lezárásánál, sterilizálásánál stb. használnak, a speciális követelményeknek megfelelőjenek.

Vonatkozik ez elsősorban az autoklavokra. Az a) pont alatt már ismertettük, hogy az alumíniumkonzervdobozok lezáró fáncai, a fém kisebb szilárdsága és alacsonyabb rugalmassági modulusa miatt lényegesen érzékenyebbek, mint a fehérbádogdobozoké. Azonkívül az alumínium hőtágulási együtthatója a vasnak majdnem a duplája.

Alumínium hőtágulási együtthatója 20—100° C között  $23.8 \times 10^{-6}$ .

Vas hőtágulási együtthatója 20—100° C között  $12 \times 10^{-6}$ .

A nagyobb hőtágulás következtében a könnyűfémdoboz fáncai a sterilizáció és lehűlés hőfokingadozásánál lényegesen nagyobb igénybevételnek vannak kitéve, mint a fehérbádogtartályoké. Kísérletekkel megállapíthatók voltak azok a belső nyomások, amelyeket szinalumíniumkonzervdobozok a fánca sérülése nélkül kibírnak. Pl egy  $92 \times 47$  mm ovális 0.3 mm vastag alumíniumból készült doboznál 0.3—0.4 atm. belső nyomásnál kezdett a fedő gyengén púposodni, a tömítés pedig engedni, 0.6—0.7 atm.



belső túlnyomás esetén a fedőn erős bombierozást lehetett észlelni, a fánec tömítése pedig erősen folyni kezd. Ennek következtében a közönséges autoklavok használatánál az alumíniumkonzervdobozok lezárásai megbízhatatlanokká válnak. A könnyűfémdobozoknak ezt a hátrányos tulajdonságát az ú. n. „túlnyomásos“ autoklav üzembeállításával kerültek meg. Ebben a specialis autoklavban a dobozok sterilizálása és lehülése is külső nyomás alatt történik és ezáltal a fémnek hőtágulása következtében beálló mozgása (a tető erős duzzadása) a fánecot nem terheli meg túlságosan. (1, 2, 3, 4, 5, 6.)

Mint már előzően vázoltuk, a könnyűfémdobozok lezárására és a fánec helyes kiképzésére igen nagy gondot kell fordítani. Azoknál a doboztípusoknál, ahol a lezáró fánec a lehető legrövidebb (7), a lezárás pontatlanságának a veszélye kisebb. A fánecológépek görgőinek a doboz kiképzéséhez pontosan illeszkedniük kell és a gép beállításánál a lemezzvastagságot minden esetben gondosan figyelembe kell venni. A görgők profilja gyenge módosítást kíván (falcolóhézag szűkítése); valamint célszerű, ha a belső darab 4–5°-os szöveget képez a külső golyóhoz viszonyítva. (2) Jó eredményel csak teljesen épszerű, sértetlen, elhajlás nélküli dobozok és tetők erősíthetők össze (Vákuum alatti töltést és dobozlezárást lásd a IV. részben).

Az alumíniumdobozok kényesebbek voltak miatt igen helyigényesek. Evégből nagybani felhasználásoknál megfelelő doboztároló helyről és készanyagraktárról kell gondoskodni. Az alumíniumedényzet voluminózus voltát a munkagépek (töltők, lezárók, adjusztálók stb.) telepítésénél szintén figyelembe kell venni. A raktáraknak és tárolóhelyeknek szárazaknak, por- és piszokmenteseknek kell lenniük.

c) *A megszokottól eltérő, az alumínium tulajdonságainak megfelelő eljárások és azokhoz szükséges berendezések.*

Amint az előzőekből láttuk, az alumíniumkonzervdoboz előállítását a fehérbádogdobozétól teljesen eltérő, miért is a dobozok lakkozása vagy egyéb felületi kezelése is egészen más berendezéseket kíván.

Első követelmény, hogy minden alumíniumkonzervdobozzal dolgozó üzem lúgos pácolóval rendelkezzen avégből, hogy a tartályokat használat előtt tökéletesen megtisztíthassa (a lúgos pácolás alapelveit lásd 8., 9.).

Számos élelmiszer az alumínium felületét többé-kevésbé megtámadja. Annak érdekében, hogy a könnyűfémdobozokat minél nagyobb területen lehessen használni, az eredeti fém korrózióellenállását növelni kell. Ez egyrészt a minden alumínium felületén jelenlévő alumíniumoxidréteg mesterséges erősítése útján vagy lakkozással, vagy a két eljárás kombinálásával történhet.

A természetes alumíniumoxidhártya növelésére két típusú eljárás ismeretes, (10–15.)

1. A kémiai ú. n. M. B. V. módszer és annak több tökéletesített változata, melynek rövid lényege abból áll, hogy a tökéletesen zsirtalanított alumínium tárgyakat forró, oxidáló (pl szóda  $K_2Cr_2O_7$ ) folyadékba mártjuk és utána a vegyszerek nyomait meleg és hideg vízben jól lemoszuk. (13–14.) Az így keletkezett réteg a természetes oxidhártyanak kb. 10–20-szorosa kb. 2–4  $\mu$ ). Az oxidhártya szivacsos szerkezetű és ennek következtében kitűnő festékalap. A pórusok festék nélkül is, utólag különböző fémsókkal történő itatással kifogástalanul tömíthetők és jó korrózióvédelmet nyújtanak. (7., 16.)

2. Az elektrolitikus oxidációs ú. n. „eloxál“ eljárások, ahol a zsirtalanított tárgyak megfelelő elektrolitban anodaként lesznek kapcsolva és az átfolyó áram hatására az alumínium felületén 10–30  $\mu$  vastag, kemény és jó korrózióálló oxidhártya keletkezik. Ez a réteg is pórusos szerkezetű, amit vagy utólagos festéssel, vagy egyéb módon tömíteni kell. (17.) Az elektrolitikus oxidációs eljárások lényegesen drágábbak a kémiaiaknál és ezért normális körülmények között készített konzervdobozok kezelésére nem is alkalmasak. Az eloxálás összes költsége kb. 10–18 Ft/m<sup>2</sup>, a kémiai oxidációé 0.40–1.20 Ft/m<sup>2</sup>.

Külföldön egy új eljárás terjedt el, mely szerint az alumíniumszalagot folytatólagosan elektrolitikusan olyként eloxálják, hogy a keletkezett oxidréteg képlékeny legyen. Utána az anodikusan oxidált szalagot a képlékeny oxidréteggel együtt hajszalrepedésmentesen húzzák a kívánt (alacsony típusú) halkonzervdobozokká. A tapasztalatok szerint ezek a dobozok korrózióellenállása igen megfelelő.

Az alumíniumlemezek, illetve dobozok felülete a többi fémeknél lényegesen simább, miért is célszerű a felületet lakkozás előtt megfelelően feldurvíteni, illetve előkezelni. A legegyszerűbb kezelési mód a közönséges lúgos pácolás. Ennek az eljárásnak a veszélye, hogy a lemezen, vagy a dobozokban lúgnymok maradnak vissza és ezek a szennyeződések gyors korróziót eredményeznek. A pácolásnál a kémiai oxidáció, — mely eljárás kiváló lakkalapot ad —, megfelelőbb és nem is lényegesen költségesebb. Ha a dobozokat mélyhúzással állítjuk elő, úgy a leggazdaságosabban úgy járhatunk el, hogy az alumíniumtáblát egészben kémiailag oxidáljuk, kivágjuk a doboz előállításához szükséges társákat és ezeket vetjük alá mélyhúzásnak. Végül pedig az így gyár-



tott dobozokat belülről lakkozzuk (18.)

A fehérbádogdobozokkal ellentétben a lakkozás — a könnyűfémdobozok gyártási technikája miatt nem táblákban történik, hanem a készdarabokat mártogatják, vagy forgó automatákon spricelakkozzák és utána a festéket beégetik. A legjobban bevált konzervlakkok a klór-kaucuk, műgyanta, phenolresin alapú festékek. (19—27.) A konzervdoboz lakkozásához tehát forgó, automatikus spricelakkozóberendezés, bőséges kapacitású, jó hőfokszabályozással ellátott beégető-kemence-sorozat szükséges.

#### d) Forrasztási és hegesztési nehézségek.

A fehérbádogdobozgyártásnál a legegyszerűbb és leggyakrabban használatos összeerősítési mód a közönséges lágy forrasztás. Konzervtechnikai szempontból azonban alumíniumot az eddig elterjedt és ismert lágyforrasztásokkal korrozióálló forrasztással megbízhatóan összeerősíteni nem lehet, mert a legtöbb lágyforrasztó nehézfém-tartalmú és az alumíniummal érintkezve elektrolitikus korrozóra hajlamos. Másik nehézsége a könnyűfémek lágyforrasztásának az alumínium felületén állandóan jelenlévő természetes oxidhártya eltávolítása. A legutóbbi időkben hazánkban az Alumínium Kutató Intézet a forrasztás nehézségeit az általa sikeresen kifejlesztett ultraszonikus forrasztási eljárással áthidalta. Ennek az eljárásnak üzemben történő bevezetése az egész alumínium konzervdobozgyártást és az edényzetek lezárását (fáncolás helyett) forradalmasíthatja.

A forrasztás megkerülése érdekében különböző alumíniumhegesztési eljárással számos kísérletet folytattak és ezek közül, az eddigi kísérleti tapasztalatok alapján, az elektromos vonalhegesztés (28.) némi pozitív eredménnyel kecsegtet.

Az utóbbi időben kísérleteket kezdtek még lefektetni a mind tökéletesebben kifejlesztett műgyanta alapon, beégethető ragasztóknak (svájci Ardalit, angol Redux stb.) a konzerviparban való felhasználására vonatkozóan. Ezek a ragasztók állítólag a 100—110° C hőfokot még szilárdsági elváltozások nélkül kibírják és korrozióállóságuk is megfelelő. A kísérletek végleges eredményei még nem ismeretesek. (29.)

#### II. Azoknak a területeknek részletes ismertetése, ahol az alumíniumkonzervdobozokat már jelenleg is nagyban felhasználják.

Az alumíniumkonzervdobozoknak az I. részben már vázolt előnyeit számos iparág nagyban és sikerrel használja. Ezen a téren a norvég halkonzervipar és a svájci tejipar végzett úttörő munkát. Az első kísérletek az alumíniumkonzervdobozokkal Norvégiában 1914—1918 között kezdődtek és a harmincas évek elején, a sikeres kezdet

után, a norvég halkonzervipar erre az új csomagolási módra (1.) eredménnyel kezdett áttérni. A norvég halipar

1933-ban 2.000.000 db dobozt,  
1934-ben 7.000.000 db dobozt,  
1935-ben 12.000.000 db dobozt

használt fel. Az utóbbi dobozszám kb. 300 tonna alumínium fémfogyasztásnak felel meg. A norvég halipar alumíniumdobozokban olajban eltett sild szárdiniát, brisling szárdiniát, kipperst és friss heringet nagyiparilag csomagolt. (2, 3, 4, 5.) A norvég konzervipar alumíniumszalagfogyasztása jelenleg 1,800 t. (5.)

Ma már a haliparban az alumíniumkonzervdobozokat olyan sikerrel használják, hogy 1948-ban még a konzervatív Anglia is felfüggesztette azt az import és gyártási tilalmát, amely az alumíniumkonzervdobozokban csomagolt halkonzervekre vonatkozott. (15.) A norvég halkonzerveket lapos, tetőn bordázott 0,32 mm lemezvastagságú alumíniumba csomagolják.

Az utóbbi időben a dobozok alumíniumszalaganyagát húzás előtt eloxálják, ami által az anyagot lényegesen korrozióállóbbá teszik és a felhasználási lehetőségek megnövekedtek. A sterilizáció minden esetben túlnyomásos autoklavban történik. Füstölt, vagy olajos halnál H<sub>2</sub> bombagé-oselejtet alig találtak, a füstötlen olajos halnál azonban vigyázni kell, hogy az anyag nedvesség tartalma alacsony legyen, mert sok nedvesség jelenlétében a hal só és aminosav tartalma az alumíniumot megtámadhatja. (6, 7.) Alumíniumkonzervdobozok felhasználása terén legnagyobb gyakorlat a norvég konzerviparnak van. Azonban bőséges tapasztalatuk ellenére maguk a norvégek is azt állítják, hogy minden egyes új, nagybani alumíniumkonzervdoboz felhasználást sok gondos, körültekintő kísérletsorozatnak kell megelőznie. Alumíniumkonzervdobozoknak felhasználása érdekében sok esetben a konzerválás technikáját (sóadagolást, töltési módot, sterilizálást, vagy a konzerválószerek mennyiségét és minőségét) kell megváltoztatni, esetleg inhibitorokat (oldás-gátlóanyagokat) kell alkalmazni. (8.)

A halkonzervipar után a sűrített édes tej (kondenzált tej) és tejszín, tejpor, tej-, kávé- és kakaókrém konzervek azok a felhasználási területek, ahol az alumíniumkonzervdobozok úgyszólván az összes más csomagolóanyagok használatát kiszorították. Az alumínium tejkonzervdobozok húzott vagy fröccsajtott kerek, felületi kezelés nélküli dobozok.

Sikerrel használják még az alumíniumkonzervdobozokat édes, erősen cukrozott, sűrű jamek és szörpök tartósításánál. Nehogy az alumínium a különböző gyümölcs-ízeket elszínezza, ezek a tartályok igen gyakran belül lakkozottak. (9.)

Olíva- és egyéb étolaj, margarin stb. (bármilyen egyéb zsiradék) konzerválása felületileg kezeletlen alumíniumedényben (10, 11) megbízhatóan történhet.



I. táblázat (10).

Élelmiszer	Főzés időtartama percben	Alumínium tartalom		Al tartalom közepes növekedése mg-ban	Megjegyzés
		üvegben mg	Al edényben mg		
Sült szalonna . . . . .	5	0.25	0.68	0.43	
Főtt sonka . . . . .	120	0.78	2.10	1.32	színhús
Párolt marhahús . . . . .	120	0.64	0.87	0.23	színhús és pácolt
Tejszínes csirke . . . . .	120	0.96	2.35	1.39	
Marhahús extrakt . . . . .	150	0.16	0.39	0.23	
Babkáv (filter) . . . . .	5	0.097	0.38	0.28	
Babkáv (gép) . . . . .	15	0.25	1.03	0.78	
Hajában főtt burgonya . . . . .	30	0.26	0.26	—	
Hámozott burgonya . . . . .	30	0.56	1.10	0.55	
Zabkása . . . . .	150	1.47	8.71	7.24	
Párolt paradicsom . . . . .	20	0.12	4.29	4.17	fényes edényben
Párolt paradicsom . . . . .	20	0.14	15.40	15.26	fekete edényben
Savanyú káposzta . . . . .	45	0.83	16.40	15.60	
Zöldbab . . . . .	90	0.91	2.28	1.37	
Vajbab . . . . .	180	1.44	3.60	2.16	
Cékla . . . . .	150	0.57	0.74	0.17	
Hagymamártás . . . . .	30	0.50	1.10	0.60	
Zellermártás . . . . .	20	1.00	1.57	0.57	
Kelkáposzta mártásban . . . . .	45	0.37	2.78	2.41	szóda nélkül
Kelkáposzta mártásban . . . . .	45	0.34	90.80	90.56	szódával
Kelbimbó mártásban . . . . .	20	0.64	2.11	2.47	
Áfonyamártás . . . . .	10	0.53	7.90	7.37	cukor nélkül
Áfonyamártás . . . . .	10	0.62	3.16	2.54	cukorral
Rebarbara . . . . .	5	0.95	13.40	12.55	
Sárgabarack . . . . .	40	24.60	73.30	48.70	
Szilva . . . . .	40	4.60	7.10	2.50	
Almamártás . . . . .	10	0.28	1.40	1.12	
Almakrém (vaj) . . . . .	390	5.28	118.00	113.00	besűrítési idővel
Narancslekvár . . . . .	90	0.30	3.06	3.74	
Citrom töltelék . . . . .	2	0.31	2.24	1.93	

Az élelmiszer tartósítással kapcsolatban végül még meg kell emlékezni — bár nem szorosan vett alumíniumkonzervdobozok — az alumíniumfiola és alumíniumtubus sikeres felhasználásáról.

Az alumíniumfoliát önmagában, vagy kartonra ragasztva (ú. n. félkonzervdobozok formájában) használják. Az előbbi felhasználási módra a legjellemzőbb a hazánkban is elterjedt sajt, csokoládé stb. „ezüst-papírba” (alumíniumfoliába) való csomagolása, ami az élelmiszert a kiszáradástól, oxidációtól megvédi, frissen tartja és tartós használatra alkalmassá teszi. Ez a csomagolási mód külföldön még sokkal elterjedtebb, általában minden élelmiszernél (12), sőt gyümölcsöknél (13) is eredménnyel használják. A kartonra kasirozott alumíniumfoliából készült dobozok és tartályok (ú. n. félkonzervdobozok) — különösen Svájcban és Franciaországban — pasztörizált tej, vaj, jam, méz stb. forgalombahozatalánál igen elterjedtek. Az élelmiszer a vékony alumíniumfoliaréteggel érintkezik, a doboz mechanikai ellenállását a kartonréteg szolgáltatja. (14, 15, 16.)

Az utóbbi időkben igen elterjedt a belülről lakkozott, vagy lakkozatlan alumínium-

tubusokban tartósított pépszerű élelmiszerek forgalombahozatala. Ez a csomagolási mód, a konzervdobozokkal ellentétben H<sub>2</sub> bombagera és korrózióra sokkal kevésbé érzékeny, mert ebben az esetben elmarad a sterilizáció, hiányzik a korrózióra oly veszélyes folyadék-, víz- és levegőréteg találkozási vonala, s a pépekhez az inhibitorok (8) adagolása lényegesen könnyebb. Alumíniumtubusokba sikerrel csomagolnak erős sótartalmú halpasztákat (szárdellapszta, oxalsav tartalmú pritamint) paradicsompirével most vannak kísérletek folyamatban), sűrű mustárpépet stb. Az erősen korrózív anyagokhoz minden esetben inhibitorot adagolnak és ezzel az aggresszív élelmiszerek és konzerválóanyagok hatását sok esetben semlegesítik. (17.) A tubusokban való konzervek forgalombahozatalának továbbá igen nagy előnye az, hogy megkezdés után nem kell az egész adagot egyszerre elfogyasztani. Ezen oknál fogva ezeknek a pépeknek a használata igen gazdaságos. Az Alumínium Kutató Intézet az O. M. I. K. I.-vel karöltve jelenleg széleskörre kiterjedő kutatómunkát folytat élelmiszereknek alumíniumtubusokban történő csomagolására vonatkozóan.



## II. táblázat (11)

*Különböző gyümölcslevekeknek 99.5%-os kemény alumíniumon észlelt korróziós hatása*

Gyümölcs	Próbák súlyvesztése gr-ban		Gyümölcs- levek PH	Összsavasság citromsav %-ban	Pektin tartalom %-ban	Oldott, szilárd anyag %-a refrakto- méterrel meghatározva
	14 napig 25° C-on	3 napig 75° C-on				
Egres . . . . .	0.0040	0.0240	3.18	0.82	0.35	3.7
Ringló . . . . .	0.0040	0.1490	3.20	0.75	0.61	6.2
Málna . . . . .	0.0024	0.0076	3.27	0.74	0.51	4.5
Ribizke . . . . .	0.0030	0.0129	3.30	1.40	0.37	5.8
Eper . . . . .	0.0043	0.0111	3.81	0.35	0.31	4.0
Fekete cseresznye . . . . .	0.0027	0.0003	4.01	0.32	—	8.4
Fehér cseresznye . . . . .	0.0039	0.0025	4.28	0.20	—	7.0
Fehér cseresznye, foltos . . . . .	0.0033	0.0033	4.25	0.18	—	7.5
Szeder . . . . .	0.0018	—	4.60	0.16	0.50	4.7

III. *Azoknak a területeknek és kísérleteknek az ismertetése, amelyeknél az alumíniumkonzervdobozok egyértelmű, átütő sikert eddig kimutatni nem tudtak. A különböző, egymásnak gyakran ellentmondó eredmények okai.*

Az előbbieken ismertettük azokat a felhasználási területeket, amelyeket az alumínium csomagolási anyagok minden kétséget kizáróan meghódítottak. A kísérletek azonban ezeknél a kisszámú felhasználási módozatoknál — különösen a második világháború által előidézett általános ónhány következtében — nem állottak meg. Úgyszólván az egész világon az iparilag fejlett összes ország az alumíniumkonzervdobozok szélesebbkörű alkalmazhatósága érdekében messzemenő nagybani kísérleteket végzett. (Az országok háborús tapasztalatait az 1—8 dokumentáció ismerteti). A tapasztalatok általában azt mutatták, hogy pástétomok, húsfélések — amennyiben sótartalmuk nem magas — a minden konzervben jelenlévő zsirtartalom inhibitorikus hatása miatt (9), az alumíniumkonzervdobozokba csomagolva elfogadható eredményeket szolgáltatnak. A konzervek tartóssága szempontjából a

felhasznált fűszerek, konzerválószerke mennyisége és minősége, valamint a kész konzervek PH értéke döntően fontos. Gyümölcsök és főzélékek konzerválásánál a készételek PH értéke, víz-, illetve nedveségtartalma, az előkezelés (blanchírozás, kénezés stb.), a sótartalom, konzerválószerke mennyisége és fejtája, a készanyag zsír, illetve eukor tartalma, mind olyan tényezők, amelyek erősen befolyásolják a konzervek viselkedését. A különböző helyeken és időkben végzett kísérletek egymástól eltérő körülményei indokolják részben azokat a változó, gyakran egymásnak ellentmondó eredményeket, amelyekkel az irodalomban állandóan találkozunk. (1—8.) Bebizonyítást nyert, hogy annak megítélésére, miszerint az egyes ételneműek alkalmasak-e alumíniumkonzervdobozokban való konzerválásra, vagy sem, nem elegendő az anyagok PH értékének a megállapítása vagy az egyszerű korróziós vizsgálatok elvégzése.

Az I. sz. táblázat egyes élelmiszereknek főzés közben történő alumíniumfelvételét szemlélteti, a II. és III. számú táblázat különböző PH értékű gyümölcslevek alumínium korróziós hatását mutatja.

## III. táblázat (11)

*Különböző gyümölcslevekeknek, valamint azonos PH értékre beállított citromsavas oldatoknak 99.5%-os kemény alumíniumon észlelt korróziós hatása*

Gyümölcs	P. H.	Próbák súlyvesztése gr-ban		Próbák súlyvesztése gr-ban	
		75° C-on		25° C-on	
		gyümölcs- levekben	citromsavban	gyümölcs- levekben	citromsavban
Egres . . . . .	3.18	0.0240	0.0209	0.0040	0.0024
Ringló . . . . .	3.20	0.0149	0.0209	0.0040	0.0024
Málna . . . . .	3.27	0.0076	0.0208	0.0024	0.0023
Ribizke . . . . .	3.30	0.0129	0.0208	0.0030	0.0023
Eper . . . . .	3.81	0.0111	0.0205	0.0034	0.0022
Fekete cseres nye . . . . .	4.01	0.0003	0.0204	0.0027	0.0021
Fehér cseresznye . . . . .	4.18	0.0025	0.0202	0.0039	0.0021
Fehér cseresznye, foltos . . . . .	4.25	0.0033	0.0201	0.0033	0.0021
Szeder . . . . .	4.6	—	0.0196	0.0018	0.0021



## IV. számú táblázat.

Néhány friss és konzervált élelmiszer PH értéke.

Élelmiszer megnevezése	PH érték
Friss gyümölcs	2.8 — 4.7
Konzervált gyümölcs (angol)	2.8 — 4.3
Konzervált gyümölcs (importált)	2.7 — 5.—
Szilva	2.9
Ringló	3.1
Uborka és őszibarack	3.2
Rebarbara	3.2
Alma	3.3
Cseresznye	3.4
Eper	3.4
Konzervált főzelék (angol)	5.— — 6.3
Konzervált főzelék (importált)	3.5 — 7.5
Kelkáposzta	3.6
Paradicsom	4.2
Cékla	5.3
Spenót	5.5
Spárga	5.7
Bab	5.7
Friss hús	5.2 — 6.4
Friss tej (közönséges)	6.4 — 6.8
Kondenzált tej	5.0 — 6.3
Konzervált sajt	4.7 — 5.6
Hal (Haddick)	6.5 — 7.—
Konzerv (importált)	5.9 — 7.4

Az értékek az Aluminium and Aluminium Alloys in The Food Industry 1948. 78. o. és a Revu de l'Aluminium 1947. 105. o. szerint.

A kísérletekhez felhasznált dobozok 99.5% tisztaságú alumíniumból készültek. (A fém analízise Fe: 0.32%, Si 0.17% volt). A dobozok palástját 0.32 mm vastag, lágy lemezből húzták  $99 \times 37$  mm méretre ( $1/3$  lapos doboz); a fedők félkemény 0.32 mm-es lemezből készültek. A dobozok és a gumirozatlan fedőket közvetlenül használat előtt 20%-os forró NaOH-ban lepácolták, hideg vízben lemosták, 5%-os HNO<sub>3</sub>-ban közömbösítették, majd folyó hideg vízben, utána forró vízben leöblítették. A fedők ezután kerültek lakkozássra, illetve gumirozásra. A dobozok lakkozása egy tubuslakkozó gépen történt, a fedőké pedig mártóeljárással. A kémiai oxidációnak lepácolt darabokat vetettünk alá. Oxidáló fürdőként 75—90°-on 2.2 gr/l kaliumbikarbonátos és 5 gr/l vízmentes szódás oldatot használtunk. A kezelés időtartama 20'. Az oxidréteg tömítését 5%-os forró vízüveg oldatba való mártással és utólagos 150° C-on való beégetéssel érték el.

A konzervek sterilizálását túlnyomásos autoklavban végeztük; az egyes töltetek sterilizációs hőfoka és időtartama:

	Sterilizációs	
	idő	hőfok
Paradicsom püré	25	100°C
Zöldborsó	20	117°C
Vajbab	20	116°C
Marhagulyás	40	120°C
Nyúlástétom	45	120°C
Vegyes pástétom	45	120°C
Gyümölesz	20	100°C
Pritamin	25	100°C

Egyedül a táblázatban közölt értékeket azonban konzervtechnikai szempontból döntő fontosságúknak elfogadni nem lehet, mert pl a zöldbab főzés közben annyi alumíniumot vesz fel, mint a főtt sonka. Ennek ellenére az alumíniumdobozokba csomagolt zöldbabkonzervek sokkal

gyorsabban mentek tönkre, mint a sonkakonzervek. Ugyanez vonatkozik a gyümölcslevekre, ahol a PH érték az anyag konzerválhatóságát nem determinálja, a cukor, a pektin tartalom, a lé sűrűség stb. mind ugyanannyi döntő faktor.

A kiterjedt kísérletsorozat alapján az a nézet alakult ki, hogy alumíniumdobozokba való csomagolásra 4.5—8 PH, illetve 5.8—8.0 PH (12) értékek közötti anyagok alkalmasak. A IV. sz. táblázat néhány friss és tartósított élelmiszer PH értékét hasonlítja össze.

Az eddigi tapasztalatok alapján általános szabályként ki lehet mondani, hogy alumíniumdobozokba való csomagolásnál

1. csak alacsony sótartalmú,

2. nagy cukor-, illetve zsírtartalmú,

3. agresszív konzerválószerektől SO<sub>2</sub>, Cl stb. mentes élelmiszerek jöhetnek figyelembe. A könnyűfémdobozok szempontjából előnyös, hogy az ételek minél sűrűbbre legyenek befőzve (pépeknél és olajos konzerveknél alacsony nedvességtartalom, mert a kiváló nedvesség a só kioldása után, korrodáló réteggé elkülönülhet (14) szabad alkali gyököt, SO<sub>2</sub>, Cl nehéz fém-sókat ne tartalmazzanak. Minél nagyobb a szabad gyümölessav (oxalsav, citromsav stb.) tartalom, annál nagyobb legyen az inhibitorként ható cukor, zsír, pektin stb. százaléka is.

Hazai iparunk a háború alatt jelentékeny mennyiségű ételneműt tartósított alumíniumdobozokban. Ezek közül a legelterjedtebbek voltak a lakkozott és lakkozatlan alumíniumdobozokba csomagolt pástétomok és különféle húsneműek (pl csirkepaprikás, marhagulyás, marhahús, aspikos nyelv, stb.). Az eredmények azonban nem mutatkoztak kielégítőeknek. Gyakran azonosan kezelt töltetnél megmagyarázhatatlan gázosodási jelenségek (ú. n. H<sub>2</sub> bombage) keletkeztek. A komplexkérdések tisztázására a háború alatt a WM. konzergyárban nagyszabású kísérletsorozatot fektettünk le, amelyeknek a célja az volt, hogy az egyes konzervtölteteknek a blank, kémikailag oxidált, egyszer és kétszer lakkozott, valamint oxidált és lakkozott alumíniumdobozokkal szembeni korroziós ellenállását megállapíthassuk (lásd V. sz. táblázatot).

A kísérletsorozat azonban, — mint jóformán az összes e tárgyban külföldön is lefolytatott kutatás (15, 16, 17) —, nem zárult egyértelmű, pozitív eredménnyel. Meg lehetett állapítani, hogy melyek azok a töltetek, amelyeknek önmagukban is erős korroziós hatásuk van (pl paradicsom) és ezáltal bármilyen fajtájú alumíniumdobozba történő csomagolásra alkalmatlanok. Bebizonyosodott, hogy a legjobban ellenálló belső védő eljárás a kémikailag oxidált és utána egyszer, vékonyan lakkozott doboz volt. (A kétszer, vagy vastagon lakkozott doboz festékrétege repedésre hajlamos). Jónak bizonyultak még a lakkozatlan, de tömített, kémikailag kezelt dobozok is. Bebizonyítást nyert, hogy a dobozok anyagának tisztasága min. 99.5% Al tartalmú legyen és a lemezek felületének tökéletessége döntő fontosságú volt, ahol nehézfémforgács, vagy por, piszok stb. szemese nyomódott a doboz felületére, vagy a lemez karcos volt, az a hely a korrozió kiinduló fészkevé vált.

Az alumínium konzervdobozok legveszélyesebb és leggyakoribb hibájára, a még semleges, sőt még erősen zsíros, vagy cukrozott tölteteknél



V. táblázat  
*A WM konzervgyárban 1941 szeptemberben megkezdett különböző felületű 99.5% tisztaságú alumíniumkonzervdobozokkal végzett kísérletsorozat kiértékelése*

Doboz jele	Doboz felületi kezelése	Töltet	Db szám	1941 november		1942 január		1942 október		
				H <sub>2</sub> bombage	felület	H <sub>2</sub> bombage	felület	H <sub>2</sub> bombage	felület	
1	Blank, pácolva	Paradicsompüré	50	0	Kezdődő pontkorrózió	100 db gyenge bomb.	Fedőn gyenge, doboz falán erős korrózió	Összes doboz	Erős korrózió	
2		Zöldborsó	100	0	Kissé matt	5 db gyenge bomb.	Gyenge márványosodás	15 bombage	Gyenge korrózió	
3		Vajbab	100	0	Ép	3 db gyenge bomb.	Ép	21 bombage	Gyenge korrózió	
4		Marhagulyás	100	0	Ép	2 db gyenge bomb.	Ép	18 bombage	Pont korrózió; gyenge felületi megtámadás	
5		Nyúlpástétom	100	0	Ép	1 db gyenge bomb.	Gyenge márványosodás	6 bombage	Felület gyengén megtámadva	
5/B		Vegyes pástétom	100	0	Ép	0		12 bombage	Felület ép	
6		Gyümölcsíz	100	0	Ép	3 bombage	Kezdődő pontkorrózió	31 bombage	Erős pontkorrózió	
7		Pritamin	100	0	Ép	0		13 bombage	Felület ép; pontkorrózió	
8	Pácolt dobozok alaplakkozva; lakk 150° C-on beégetve. Utána fedőlakkozva; 150° C-on beégetve. A lakkozás szóró-eljárással	Paradicsompüré	50	0	Lakk-réteg kevésbé megpuhult, elszórtan repedések észlelhetők	5 bombage	Lakk-réteg felpuhulása és elválása erősödik	28 bombage	Lakk alatt erős korrózió	
10		Vajbab	50	0		0		10 bombage	Felület lakk alatt ép	
11		Marhagulyás	50	0		0		8 bombage	Felpattogzott lakk alatt pontkorrózió	
12		Nyúlpástétom	25	0		2 bombage		3 bombage	Felpattogzott lakk alatt pontkorrózió	
12/8		Vegyes pástétom	25	0		0		5 bombage	Korrózió nincs	
13		Gyümölcsíz	50	0		0		20 bombage	Sérült lakk alatt pontkorrózió	
36	Kémiai eljárással oxidált felület vízüveggel tömítve	paradicsompüré	40	0	Dobozok belső felülete kifogástalan	12 bombage	Kezdődő korrózió	Összes doboz	Erős korrózió	
37		Zöldborsó	40	0		4 bombage	Gyenge korrózió	4 bombage	Korrózió, oldatzavaros	
39		Marhagulyás	40	0		1 kezdődő bombage	0	5 bombage	Felület jó	
40		Nyúlpástétom	40	0		0		4 bombage	Felület jó	
41		Gyümölcsíz	40	0		3 bombage	Kezdődő pontkorrózió	10 bombage	Erős pontkorrózió	
43	Kémiai eljárással oxidált felület alap és fedő lakkozva. Lakkbeégetés 150° C-on. A lakk minősége azonos a 8-13. próbával	Paradicsompüré	50	0	Lakkozás jó, hajlításonkál, peremelésnél repedt	6 bombage	Lakk-réteg elválása és felpuhulása megkezdődött; korrózió nem észlelhető			
44		Zöldborsó	50	0		2 bombage				
45		Vajbab	50	0		5 bombage				
46		Marhagulyás	50	0		1 bombage				
47		Nyúlpástétom	50	0		0				
47/B		Vegyes pástétom	25	0		0				
48		Gyümölcsíz	50	0		3 bombage				
49	Pritamin	50	0	0						
50	Kémiai eljárással oxidált felület, utána csak fedőlakkal bevonva. Lakk minősége az előbbi fedőlakkal azonos	Paradicsompüré	30	0	Lakkréteg kifogástalan. A többi lakkozással ellentétben falcoknál is jól tart	2 bombage	Lakk-réteg és fémfelület kifogástalan	15 bombage	Felület erősen korrodált	
51		Zöldborsó	30	0		0		1 bombage	Korrózió nincs	
53		Marhagulyás	30	0		0		2 bombage	Korrózió nincs	
54		Gyümölcsíz	30	0		1 bombage		2 bombage	Pontkorrózió lakk alatt	
55		Nyúlpástétom	20	0		0		0 bombage		



is fellépő gázosodásra, ú. n.  $H_2$  bombagera magyarázatot találni viszont nem sikerült, nem lehetett továbbá megállapítani azokat az eljárásokat sem, amelyeknek segítségével ez a káros jelenség kiküszöbölhető lehetne.

Az alumínium konzervdobozok legveszélyesebb meghibásodása abból áll, hogy a doboz — gyakran minden korróziós jelenség, sőt a töltet romlása nélkül —, gázfejlődés következtében felpuffad; ú. n. hidrogén bombage lép fel. Ez a jelenség ónozott vasbádorgdobozoknál is előáll, de itt minden esetben korróziós nyomok, vagy-organikus bomlások észlelhetők. Az alumíniumkonzervdobozoknál azonban hidrogén bombaget gyakran olyankor is tapasztaltunk, amikor a gázfejlődést egyéb körülmények nem indokolják.

Az alumíniumkonzervdobozok gázosodásának és korróziójának kérdése rendkívül komplex és sok tényező együttes hatásának a függvénye. Ez az oka annak, hogy erre a jelenségre egyértelmű magyarázatot ezideig nem sikerült találni és emiatt a hibák kiküszöbölése sem volt lehetséges. Az eddig elvégzett számos vizsgálat eredményének az összehasonlításából megállapítható volt, hogy

1. az alumíniumkonzervdobozok nagyban felhasználásánál figyelembe kell venni az eddig részletesen ismertetet szempontokat (fém tisztasága és szilárdsága, dobozok felületi kezelése, fáncolás, sterilizáció, raktározás stb.).

2. Azok az élelmiszerek, amelyek a könnyűfémeket kémikailag megtámadják, megbízhatóan még lakkozott állapotban sem tárolható alumíniumdobozokban, mert a lakkozás erősen agresszív közegben a hajszálrepedések keletkezésének veszélye miatt megfelelő védelmet nem nyújt. A lakkréteg folytonossági hiányán kívül fellép még az a veszély is, hogy nedvesség —, de még a levegő nedvesség tartalma is —, a lakkrétegen átdiffundálva az alumíniummal  $H_2$  fejlődés közben reagál. (18, 19). Ennek a reakciónak a következtében a lakkréteg felhólyagosodik és védőhatása megszűnik, a fejlődött  $H_2$  gáz pedig a dobozok felpufosodását idézi elő.

3. A semleges, nem agresszív tölteteknél fellépő, eddig meg nem magyarázott  $H_2$  bombage oka a nedvességgel, illetve vízzel érintkező fém-alumínium viselkedésében keresendő.

Közismert, hogy az alumíniumnak az  $O_2$ -vel szemben igen nagy az affinitása. Ennek következtében minden alumínium fémes felületet pillanatok alatt egy vékony oxidhártya von be, amely a fémet a további oxidációtól megvédi. Pontos vizsgálatok bizonyították, hogy a felületen természetesen keletkezett hártya  $\gamma$   $Al_2O_3 \cdot H_2O$ -ból áll (20). A korróziós közegbe mártott alumínium felületi védőhártya viszont vagy oldódik, vagy peptizálódik; ez az utóbbi folyamat még semleges közegben is, bizonyos só koncentráció esetén bekövetkezhetik (21). Az újonnan keletkezett réteg azonban már nem az ellenálló  $\gamma$   $Al_2O_3 \cdot H_2O$ -ból, hanem alumínium hidroxidból áll. Ez az utóbbi összetételű hártya amfoter természetű; nedvességet, sokat savakat adszorbeálhat és oldhatósága lényegesen nagyobb, mint az  $\gamma$   $Al_2O_3 \cdot H_2O$ . Az alumínium-hidrát amfoter természete miatt kétféleképpen ionizálódik:

1.  $Al(OH)_3 = Al^{+++} + 3 OH^-$  (gyenge lúgokban)
2.  $Al(OH)_3 = H^+ + H_2AlO_3 = H^+ + H_2O + AlO_2^-$  (gyenge savakban).

Hidroxil gyököt tartalmazó organikus savak (pl citromsav stb.) az alumínium oxidhártya oldását nagyban elősegítik. Az alumínium hidroxid hártya savas disszonanciájánál  $H_2$  keletkezik anélkül, hogy a fémen pozitíven megállapítható korróziós nyomok észlelhetők lennének.

A nedvesség-levegő réteg találkozási vonala korróziós szempontból különösen érzékeny. Itt az eredeti oxidhártya rendkívüli módon igénybe van véve és a peptizációra, illetve Al-hydroxidá váló átalakulására különösen hajlamos. Ezt a folyamatot a folyadékban oldott oxigén nagyban elősegíti. Oxigénben szegény, forralás útján légtelenített, oldatoknál a nedvesség-levegő érintkezési vonalán fellépő korróziós veszély jelentékenyen csökken (22).

Különösen veszélyes a folyadékban oldott oxigén korróziónövelő hatása akkor, ha a közeg híg, szerves savakat és konyhasót tartalmaz. A korrózió megindulásakor  $H_2$  fejlődés mellett az eredeti alumíniumoxidhártya peptizálódik, ill. részlegesen alumínium hidroxiddá alakul át; a zárt konzervdobozokban pedig nyomás keletkezik. Ez a körülmény a korróziós sebességet növeli, a védőhártya roncsolódását fokozza és állandóan friss  $Al(OH)_3$  disszociációját eredményezi. A reakció önmagát katalizálja. Amennyiben tehát a doboz belső felületén lévő természetes oxidhártya valamilyen oknál fogva megsérül (idegen fém, forgács, erősebb por, piszok, szemcse) a bomlási folyamat ott haladéktalanul megindulhat. Ez a magyarázata annak, hogy az alumínium konzervkísérletek  $H_2$  bombage szempontjából megmagyarázhatatlan módon szórnak. A hidrogén bombage keletkezésének és deffiniált kísérleti körülmények közötti lefolyásának ellenőrzésére az Alumínium Kutató Intézet egy próbaberendezést szerkesztett, amelynek segítségével a zárt dobozokban keletkezett nyomásnövekedést állandóan figyelemmel lehet kísérni. A berendezés egy színelumínium csővel ellátott konzervdoboz; a csőcsonkra a doboz töltése után folyadékzáró üveg manometer kerül felszerelésre. A nyomáscsővel felszerelt dobozt ellennyomásos autoklavban sterilizáljuk, utána pedig figyeljük a zárt térben fellépő nyomás emelkedést. A kísérletek jelenleg folyamatban vannak. A teljesség kedvéért meg kell még jelezni, hogy a kísérletek bizonyították azt, hogy tiszta, kiforralt, desztillált vízbe mártott alumíniumnál is tapasztaltak  $H_2$  fejlődést. A gázfejlődés viszont a bemártás után néhány perccel megszűnik (23). Ha azonban a fémet kísérlet előtt desztillált vízben forralták, a  $H_2$  fejlődés csökken. Ez a jelenség annak a magyarázata, hogy az alumínium oxidhártya szivacsos szerkezetű. Teljesen összefüggő, tömör réteggé csak a pórusok felduzzadása után válik. Amennyiben az így keletkezett réteg ellenállóképesége nagyobb, mint a folyadék oldó, illetve korróziós ereje, úgy a gázfejlődés tökéletesen megszűnik; ha viszont a fém tisztatlansága, felületi szennyeződése, vagy az oldat korróziós hatása következtében az összefüggő oxidhártya megsérül, elkezdődik a bomlási folyamat, illetve a  $H_2$  fejlődése, ami zárt rendszerben a fokozódó nyomás következtében állandóan gyorsul.

A könnyűfémdobozok  $H_2$  bombageját a fenti tények magyarázzák. A különböző és ellentmondó gyakorlati tapasztalatok és kísérleti eredmények pedig onnan származnak, hogy a  $H_2$  fejlődés mindig attól függ, vajjon az alu-



míniumon lévő oxidhártya ellenállóképessége erősebb-e, mint az adott konzervben fellépő korrózió erők összessége. Amennyiben a korrózió hatást egyes faktorok változtatásával csökkenthetjük (pl az oldott  $O_2$ -nek minimumra való redukálásával, vagy az oxidhártya tömörítésével, illetve erősítésével stb.) az eredmények kedvezőbbek lesznek.

Az alumíniumkonzervdobozok további elterjedésének tehát az alapfeltétele, hogy az egyes konzerválandó anyagokból olyan töltéseket készítsünk, amelyeknek korrózió ereje az alumíniumdoboz oxidhártyájának védőhatásánál kisebb. Ezt természetesen a jelenlegi konzervtechnika átalakítása nélkül elérni nem lehet.

A II. fejezetben ismertetett sikeres alumíniumkonzervdoboz felhasználások mind azon múltak, hogy a töltetekben nincsen víz és így a víz, valamint a benne elnyelt  $O_2$  korróziós hatása nem jelentkezett. Nedvesség- vagy víz-tartalmú élelmiszereknek alumíniumdobozokban való konzerválása csak abban az esetben kecsegtet eredménnyel, ha a dobozok bezárása előtt az egyik legveszélyesebb és legtöbb bizonytalanságot előidéző korróziós faktort, — az elnyelt  $O_2$  jelenlétét —, a minimumra csökkentjük. (Vákuumzárás, a dobozoknak forró töltendő töltése stb.)

Erre vonatkozó nagyszabású kísérletsorozatot jelenleg az Alumínium Kutató Intézet az O. M. K. I.-vel közösen végez. Alumínium csomagolási eszközökben történő élelmiszer tartósításának a másik útja — amely eredménnyel kecsegtet — pépszerű tölteteknek lakkozott alumíniumtubusokban történő tárolása. Ennél az eljárásnál a sterilizálás elmaradása, illetve az ott fellépő nyomás hiánya miatt a körülmények kedvezőbbek, mint a klasszikus alumíniumkonzervdobozoknál. A széleskörű elterjedés azonban a jelenlegi konzervtechnika némi módosítását kívánja. Az erre vonatkozó kísérletek szintén folyamatban vannak.

## IRODALOM.

### I. Az alumíniumkonzervdobozok felhasználásánál mutatkozó előnyök és hátrányok.

#### 1. Előnyök.

- Melon Inst. Industr. *Bibliog. Series, Bull.* No. 3. 1933.
- Monier—Williams, G. W. *Rep. publ. Hlth. med. Subj. Lond.* No. 78. 1935.
- Burn J. H. *Brit Non-ferrous Metals Res. Ass. Res. Rep. Ext. Ser.* No. 162. 1932; *Analyst*, 1932. 57, 428.
- Referee Board of Consulting Scientific Experts M. S. *Dep. Agric. Bull.* No. 103. 1914; *Mellon Inst. Industr. Res. Bibliog. Series, Bull.* No. 3. 1933. p. 7.
- Bordas, F. B. *Report by the Council of Public Hygiene of France June 3, 1929*; *Mellon Inst. Industr. Res. Bibliog. Series, Bull.* No. 3. 1933. p. 10.
- Domony: Alumínium az élelmiszer- és kémiai iparban. *Geleji: Alumínium kézikönyv* 582. 1949.
- Magyar Egészségügyi Intézet szakvéleménye.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 81.
- Domony: Alumínium az élelmiszer- és kémiai iparban. *Geleji: Alumínium kézikönyv* 582. 1949.
- Frary F. C. *Industr. Engng. Chem.* 1934. 26, 1232.
- Linicus W., *Aluminium Berl.* 1939. 21, 529; *Metall Abstr.* 1939. 6, 386.
- Reif, G. *Milchw. Forsch.*, 1941. 21, 1; *Chem. Abstr.* 1943. 37, 473.
- Fleischh, A., *Z. Vitaminforsch.*, 1942. 12, 86; *Chem. Abstr.* 1943. 37, 473.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London* 1948, 79, 107. old.

- Lunde, G., *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1937. 23, 235, 259; *Chem. Abstr.*, 1938. 32, 1939; *Metall Abstr.* 1938. 5, 395.
- Tamann, G. and Reinäcker, W. *Z. anorg. Chem.*, 1928. 170, 288; *Chem. Abstr.*, 1929. 23, 177.
- Tamann, G. *Forsch. und Fortschr. dtsh. Wiss.* 1929. 5, 257; *J. Inst. Met.* 1929. 42, 693; *Chem. Abstr.* 1930. 24, 3529.
- Chapman, A. C., *I. Inst. Brew.*, 1911. 17, 660; *J. Soc. chem. Ind., Lond.* 1912. 31, 87; *Chem. Abstr.*, 1912. 6, 1052.
- L'Hoir, G. *Petit J. Brass.*, 1932. 40, 211; *J. Inst. Brew.*, 1932. 38, 213.
- Zikes, H., *Allg. Z. Bierbrau.*, 1913. 41, 71, 83; *J. Soc. chem. Ind., Lond.*, 1913. 32, 248; *Chem. Abstr.* 1913. 7, 1783.
- Churchill, H. V. *Industr. Engng. Chem.* 1930. 22, 994.
- Faragher, P. V., *Chem. Industri.*, 1939. 45, 683; *Light Metals Bull.*, 1940. 1, 191.
- King, A. E., Roschen, H. L. and Irwin, W. H. *Oil and Soap*, 1933. 10, 204.
- Lunde G., *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1932. 18, 205; *Food Tech.*, 1932. 2, 33; *J. Inst. Met. (Met. Abstr.)* 1932. 50, 685; *Metall. Abstr.* 1943. 10, 192; *Light Metals Bull.*, 1943. 6, 200.
- Mathiesen, E. *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1934. 20, 115.
- Aluminium Cans a Clean Bill Light Metals* 1948. márc. 115.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 70.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 110.
- Morris, T. N. and Bryan, *Rep. Food Invest Bd., Lond.*, 1934. p. 195; *Food Invest. Bd. Spec. Rep. No.* 44. 1936. p. 3.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 70.
- Evans, U. R., *Metall. Corrosion, Passivity and Protection, Second Ed.*, p. 219. Lond., Arnold and Coy, 1946.
- Die Verwendung des Aluminiums in der chemischen und Nahrungsmittel-Industrie*, Berlin, 1935. 32.

#### 2. Hátrányok:

- Aluminium Zeitschrift*, Tagung „Konservdosen aus Aluminium“ zu Lübeck, 1941. 58.
- R. Chevillotte: *Revue de l'Aluminium* 1947. 99.
- Nickelsen: *Zeitschrift Aluminium* 1936. 234.
- Lunde G., *Tidsskr. Hermetikindustr.* 1932. 18, 205; *Food Tech.*, 1932. 2, 33; *Inst. Met. (Met. Abstr.) Metall. Abstr.* 1943. 10, 192; *Light Metals Bull.*, 1943. 6, 200.
- Hanel, R., *Metallwirtschaft*, 1941. 20, 1069.
- Ohl, F. *Verpackung*, 1939. 14, 32.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 107.
- Domony—Köves—Vajk: *Aluminium Kézikönyv*, 1948. 127.
- Aluminium Taschenbuch*, Berlin, 1942. 352.
- Domony: *Bányászati és Kohászati Lapok*, 1943.
- Domony—Köves—Vajk: *Aluminium Kézikönyv*, 1948. 128.
- Aluminium Taschenbuch*, Berlin, 1942. 357.
- H. Wolf und H. Neunzig: *Zeitschrift Aluminium*, 1940. 473.
- W. Geller: *Zeitschrift Aluminium* 1937. 639.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 117—128.
- Domony saját kísérletei (lásd III. rész).
- Hermann Zurbrügge, *Die Bearbeitung des Aluminiums*, 3. Aufl. 164—183.
- Domony saját kísérletei.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 110—111.
- Kloumann, A. B., *Tidsskr. Hermetikindustr.* 1941. 27, 153; *Light Metals* 1943. 6, 250.
- Fürer—Arndt, *Aluminium*, Berlin, 1941. 23.
- Hanel R., *Metallwirtschaft*, 1941. 20, 1069.
- Neunzig H., *Korrosion u. Metallsch.*, 1939. 15, 40.
- Neunzig, H., *Aluminium*, Berlin, 1941. 23, 547.
- Wolf H. und Neunzig H., *Aluminium, Berlin*, 1941. 23, 445.
- Niesen H., *Aluminium*, Berlin, 1942. 24, 17.
- Aluminium Taschenbuch*, Berlin, 1942. 385.
- Aluminium and aluminium alloys in the food industry, London.* 1948. 107—108. old.
- P. Prévot, *Revue de l'Aluminium*, 1949. 209.



II. Azoknak a területeknek részletes ismertetése, ahol az alumínium konzervdobozok már jelenleg is nagyban felhasználást nyernek.

1. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 106. old.
2. *Aluminium Zeitschrift*, 1939. 502.
3. *Aluminium Zeitschrift*, 1941. 58.
4. *Aluminium Zeitschrift*, 1941. 540.
5. *Light Metals*, 1948. 118.
6. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 109.
7. Kloumann A. B., *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1041., 27. 153; *Light Metals*, 1943. 6. 250.
8. Dr. Geleji: *Aluminium Kézikönyv*, 1949. 581.
9. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 90.
10. Anon *Food*, 1943. 4. 89.
11. *Aluminium in the Chemical Industry*, Aluminium Company of America, Pittsburg, 1944.
12. *Aluminium Taschenbuch*, Berlin, 1942. 437.
13. *Light Metals*, 1947. 278.
14. *Revue de l'Aluminium*, 1933. 1996.
15. *Revue de l'Aluminium*, 1948. 21.
16. *Revue de l'Aluminium*, 1947. 127.
17. *Zeitschrift Aluminium*, 1942. 184.

III. Azoknak a területeknek és kísérleteknek ismertetése, amelyeknél az alumínium konzervdobozok egyértelmű, átütő sikert eddig kimutatni nem tudtak. A különböző, egymásnak gyakran ellentmondó eredmények okai.

1. Kloumann, A. B., *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1941. 27. 153; *Light Metals*, 1943. 6. 250.
2. Anon, *Light Metals*, 1943. 6. 151.
3. Murer, J. and Nickelsen, D., *Canning Ind.*, 1937. 7. 17.

4. Anon, *Light Metals*, 1938. 1. 99.
5. Anon, *Metal Bull.*, 1944. No. 2943. 7.
6. Fűrér—Arndt, V., *Aluminium*, Berlin, 1941. 23. 53.
7. *Aluminium Zeitschrift*, 1942. 43.
8. *Revue de l'Aluminium*, 1947. 104—108.
9. Seligman G., *Food Manuf.*, 1929. 4. 286.
10. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 80. és 100.
11. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 89. old.
12. Krylova, M. I., *Voprosy Pitanya*, 1940. 9. 59; *Chem. Abstr.* 1944. 38. 1801.
13. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 78.
14. Kloumann A. B., *Tidsskr. Hermetikindustr.*, 1941. 27. 153; *Light Metals*, 1943. 6. 250; *Metall Abstr.* 1943. 10. 232.
15. Bidault C. and Blaignan S., *Rev. hyg. méd. Prévent.*, 1930. 52. 122; *Chem. Abstr.* 1930. 24. 1675.
16. Krylova M. I., *Voprosy Pitanya*, 1940. 9. 59; *Chem. Abstr.* 1944. 38. 1801.
17. Fűrér—Arndt, V., *Aluminium*, Berlin, 1941. 23. 63.
18. Anon, *Light Metals*, 1942. 5. 426, 470, 516.
19. Wolf H., and Neunzig H., *Aluminium*, Berlin, 1041. 23. 445.
20. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 6.
21. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 5.
22. Bengough C. D. and Hudson, D. F. J. *Inst. Met.* 1919. 21. 139.
23. *Aluminium and aluminium alloys in the food industry*, London, 1948. 41.  
Az irodalmi összeállítás 1948 december 31-ével zárult le.

## Két hozzászólás dr Domony András cikkéhez\*

Dr Rada István Tamás műegy. megh. előadó: „Az alumínium alkalmazása az élelmiszeriparban“ című most elhangzott előadás igen érdekes és tanulságos volt, azonban bizonyos szempontokból nem volt teljes.

Az első, amit hiányolnom kell az, hogy az előadó nem szólt a malomiparról, holott ez az iparág az élelmiszeriparnak igen széles szektorát jelenti. Ennek az iparágak megtárgyalása annál is inkább fontos lett volna, mert ebben az iparágban igen nagy tér nyílik az alumíniumgyártmányok alkalmazására. A malomiparban ma Magyarországon úgyszólván minden épületszerkezet (a falak kivételével), minden gép és minden szállítóeszköz fából készül. Ezzel szemben a tengerentúltól végig minden felkeresett országban láttam, hogy alumíniumból készült gépek (síkszítók, daratisztítók stb.) és szállítóeszközök (felvonók, surrantók stb.) igen jól ellátják a malmok üzemét. Mindezekből következőleg országos érdek lenne az ötéves terv keretében kivételre kerülő új malmokban a fát helyettesítő alumínium alkalmazása.

A második, amit hiányolok, hogy a korrózió lehetőségek és a korrózióféleségekről bőveges részleteket hallottunk, azonban nem hallottunk az alumínium kopásállóságáról, vagyis arról, hogy a súrlódóerővel szemben hogyan viselkedik az alumínium. A Műegyetem Szállítóberendezés Tanszéke és a Mezőgazdasági Iparok Tanszéke együttes kísérletsorozatában módomban volt ez irányban bizonyos megállapításokat tenni.

Egyik ilyen valószínűség — végleges megállapításnak nem nevezhető a kis számban végzett kísérlet miatt — az, hogy a súrlódási erő okozta felületi súlyvesztés az idő függvényében nem lineárisan változó összefüggést mutat, hanem egy kezdeti maximális érték után asymptotikusan a zérushoz közeledik. Hangsúlyozom, hogy ez csak néhány mérésre alapított feltevés, amit nem lehet végeredménynek mondani. Azonban már ezekből a kísérletekből is arra lehet következtetni, hogy alumíniumot a malomban sem lehet minden meggondolás, megszorítás nélkül alkalmazni. Lelkiismeretlenség lenne laboratóriumi előkísérletek és üzemi utókísérletek nélkül akár csak egyszerű surrantókat, csöveket üzembehelyezni. Ez feltétlenül arra vezetne, hogy egyes — az üzemi terhelésnek (szállítóteljesítmény, súrlódási együttható, nedvességtartalom, közp-termejfajta stb.) meg nem felelő pontokon üzemzavarok időelőtti felhasználódások következnek be. Viszont nemzetgazdasági szempontból hiba volna az alumíniumnak a malomban való alkalmazásától eltekinteni, ha esetleg a nem szakszerű módon levezetett üzemi kísérletek nem adnának jó eredményt.

Emőd Gyula

Először is örömömnek kell kifejezést adnom, hogy ismét végighallgattam egy olyan előadást, amelynek előadója alapos tudás és nagy gyakorlati tapasztalatról tett tanúságot. Domony András barátom egyébként is ez oldalról közismert.

\* A cikk anyagából megtartott előadáson elhangzott és beküldött hozzászólásokból.



E rövid bevezető után szabad legyen felhívnom a figyelmet, hogy ez a sokat emlegetett korrozio végeredményben nem is olyan veszedelmes. A kísérleteket ugyanis laboratóriumban, erős oldószerrel végzik, azaz olyan vegyületekkel, amelyek rövid idő alatt megtámadják az Al-t vagy az egyéb korróziós próbának kitett anyagot. Ezzel tulajdonképpen a természetben fellépő folyamatokat meg akarják gyorsítani. A természetben azonban ezek a fémek talán sohasem kerülnek olyan körülmények közé, amilyennel a laboratóriumban találkoztak. Szabad legyen egy példát megemlítenem. A napokban ugyanis az egyik nagy gyár fémhulladék telepének nevezett szemétdombján öt db kocsikerék agyat találtam, amelyek réz ötvözetű Al-öntvények és már kb. 1943 óta ott hevernek a többi ócskafém között. Közlebről megvizsgáltam és a korroziónak semminemű nyomát nem találtam az Al-öntvényen.

A továbbiakban pedig diffúzióval kapcsolatban szeretném megemlíteni, hogy a Cu csak abban az esetben diffundál az Al-ba, ha túl magas hőmérsékleten, vagy túl hosszú ideig kezeljük egy magasabb hőmérsékleten. Ez tulajdonképpen egy hibás eljárásnak következménye, aminek normális hőkezelés mellett nem szabad előfordulnia. Az esetleges diffúziót megakadályozhatjuk, vagy legalább is hátráltathatjuk akkor is, ha nagyobb vastagságú lemezelt réteget használunk. Az általában használt 5% helyett fölmehetünk 8–10%-ig is a vastagsággal. Az ilyen nagy vastagság mellett a magasabb szilárdságú anyagra ráhengerelt Al az össz-szilárdságot csökkenti; ezért kísérleteket végeztek az egyik európai kísérleti intézetben egy Al-Mg-Si ötvözetrel, mint felső réteggel. Ennek alkalmazását 1942-ben vezették be, mivel évekként azelőtt már kikísérletezték a jó korrozioállóságát. Kezembem volt egy darab ilyen lemez, amelyet a legerősebben korrodáló sóoldatnak és pedig természetes tengervíz hatásának tettek ki és annak ellenére, hogy 2<sup>1/2</sup>

évig állott a tengerben apály és dagálnak kitéve, a súlyából semmi sem hiányzott, azaz nem korrodálódott. Ennek az ötvözetnek magasabb a szilárdsága, mint az Al-é és így az össz-szilárdságot jelentős mértékben nem csökkentette.

A tejeskannákkal kapcsolatos első averziók is onnan adódtak, hogy a lúggal való mosás hatását olyan erősnek vélték, amely mellett a kannák azonnali kilyukadásától tartottak. A tapasztalat azonban beigazolta, hogy nyugodtan moshatjuk lúggal, ha utána vízzel is jól kiöblítjük.

Az előttem felszólaló dr Rada István kartársam a malomiparban való Al-alkalmazásról érdeklődött. Ezzel kapcsolatban legyen szabad megemlítenem, hogy a múlt év folyamán egy budapesti nagy malom részére nagyobb mennyiségű Al lemezt gyárthattam, amelyet beépítettek és többhónapos használat után is előnyös eredményeket mutattak.

Egy kérdést szeretnék még intézni az előadóhoz! Tudjuk, hogy az Al sói az egészségre nem károsak. Van-e az Al-nak olyan fémekkel való ötvözet, illetve fémvegyülete, amely mérgező hatású, mint pl. a Cu is, az Al-al ötvözve, illetve fémvegyületet képezve mérgező hatású-e? Azonkívül vannak-e olyan ötvözetek vagy fémvegyületek az Al-nak más olyan fémekkel, amelyek egymagukban nem mérgező hatásúak, de az Al-al ötvözve vagy fémvegyületet alkotva mérgező hatású lesz?

Befejezésül meg kell említenem, amit az előadó is hangoztatott, hogy az Al felhasználásának egyik kerékkötője, a többi nehézfémekkel azonos elgondolású alkalmazása. Az Al feldolgozása ugyanis nagyon sokban eltér a nehézfémektől és azonkívül teljes tisztaságot követel meg.

Aki ismeri az Al-t, az értékelni is tudja azt és nem tekinti pótfémnek, hanem tudja azt is, hogy ma már nagyon sok helyen különbül állja meg a helyét, mint a többi nehézfémek.

**A Kínai Népköztársaság bauxitelőfordulása.** Az ásványi kincsekben nagy gazdagságú Kínában igen jelentős bauxitterületek is vannak, amelyeket nagyrészt még kellően nem kutattak fel. Ezek az előfordulások a karbon-összletben, Liaoning, Shantung, Kneichow, Yunnan, Hainau és Kansu tartományokban vannak. Kansu kivételével többnyire nagy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmú diaszpor- és böhmít-jellegű bauxit, kemény-, tömött- vagy oolitos-szövetű, helyenként kiterjedt telepekben mutatkozik. A kneichowi előfordulás diaszpor-jellegű 8 m vastagságot elérő telep, alsó-devon dolomitos mészkő fekvő- és alsókarbon kőszéntartalmú fedőrétegekkel. Yunnanban böhmít-tartalmú réteg devon- és alsókarbon között, Szechuanban középső-perm és Yanghsin-mészkő között települ. Poshan diaszpor-bauxitja permokarbon és triász-rétegek között foglal helyet, alsó-triászkorú lehet.

Az eddig ismert bauxitterületek mennyiségét 882 millió tonnára becsülik a következő területi és minőségi eloszlással:

Tartomány	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	millió t.
Liaoning . . . . .	53%	110
Shantung . . . . .	59%	271
Kneichow . . . . .	53–73%	100
Yunnan . . . . .	50%	50
Kansu . . . . .	22–38%	351
	összesen	882

Ezenkívül vannak még tűzállóanyagként használható nagyobb kovasavtartalmú bauxitos agyagok is.

Ez a mennyiség a tervbevett vízierő kihasználással Kínát jelentős alumíniumipar létesítésére jogosítja, amely vetekedhet a legnagyobb alumíniumtermelő államokkal is.

V. E.



## Tervfelbontási ankét az alumíniumiparban

331.875 : 669.71

Развѣрта плана в алюминиевой промышленности.

A Nehézipari Minisztérium Könnyűfémipari Főosztályához tartozó iparágak — bauxitbányászat és alumíniumkohászat (timföldgyárak, alumíniumkohók, alumínium hengerművek) — f. év február 14-én, az Országos Bányászati és Kohászati Egyesületben tervfelbontási értekezletet tartottak.

Horváth Pál, a Könnyűfémipari Főosztály főosztályvezetője, az alábbiakban részletesen is közölte megnyitó beszédében ismertette a tervfelbontás jelentőségét, a munkaverseny kiszélesítésének, a Sztahánov-mozgalom megteremtésének és a szocializmus építésének szempontjából.

Utána Emőd Gyula, a Kőbányai Alumíniumhengermű N. V. főmérnöke részletesen ismertette a vállalatnál gyakorlatilag bevezetett tervfelbontási rendszert, valamint a rendszer bevezetésének körülményeit.

Az alumíniumhengerművekben alkalmazott tervfelbontási módokhoz több hozzászólás hangzott el. A felszólalásoknak eredményeképpen lényegében tisztázódott az a gyakorlati irányvonal, amelyen az alumíniumhengerműveknek a tervfelbontási munkálatok során haladniuk kell.

Nem tisztázódtak azonban azok az irányelvek, amelyeket a bauxitbányáknak, timföldgyáraknak és alumíniumkohóknak kellene követniük a tervfelbontási munkálatok során.

Tekintettel arra, hogy az utóbbi szakmákra vonatkozó felszólalások számos olyan nehézségre mutattak rá, amelyek ezekben a szakmákban a tervfelbontással kapcsolatban fennállnak továbbá arra, hogy ezeket a nehézségeket a jelzett szakmákhoz tartozó vállalatoknak nem sikerült még teljes egészében kiküszöbölniük, az értekezlet úgy döntött, hogy a Bányászati és Kohászati Egyesület össze fogja hívni szűkebb értekezletre az említett szakmákhoz tartozó szakembereket az ezeken a területeken fennálló problémák részletesebb megvitatására és tisztázására.

Horváth Pál megnyitó beszéde:

„A kapitalista társadalom alapvető ellentmondása a társadalmi termelés és az egyéni kizsákmányolás. Ez az ellentmondás — mint Engels írja az Antidürringben — „mint a termelésnek az egyes gyárakban megvalósított szervezethez és a termelésnek az egész társadalomban megnyilatkozó anarchiája közti ellentét” jut kifejezésre. Ez az ellentét a monopolkapitalizmus korszakában mindinkább éleződik. Kirívó kifejezői ennek az ellentétnek a periodikus válságok, az imperialista háborúk, amelyek a kapitalista vállalatokon belül meglévő viszonylagos szervezethez is összezúzzák.

A termelésnek bizonyos szervezethez a kapitalista vállalatokban és azok egyes részlegein belül azonban egyáltalában nem jelentenek tervgazdálkodást.

Észszerű szervezethez, amely az egész dolgozó nép érdekeit tartja szem előtt, amely a tervszerűséget az üzemen kívül is megvalósítja, csak szocialista államban lehetséges.

Hosszú lenne a két termelési rendszer közötti különbségeket felsorolni. Mostani rövid beszámolómnak nem is ez a célja. Mielőtt a tervfelbontás kérdéseire rátérnék, röviden meg kell emlékezni arról, mi tette lehetővé, hogy ma ezzel a kérdéssel foglalkozhatunk. Mi tette lehetővé, hogy a kapitalizmus láncait lerázva, a szocializmust építsük.

Az elmúlt öt év hatalmas fejlődését a Szovjetunió dicsőséges hadserege felszabadításának és a Szovjetunió nagy vezérének, Sztálin elvtársnak köszönhetjük. Ma, február 14-én van az évfordulója annak, hogy a szovjet hadsereg felszabadította Budapestet. Meg kell emlékeznünk ebből az alkalomból azokról a hős szovjet katonákról, akik életüket áldozták a magyar dolgozó nép szabadságáért. Meg kell emlékeznünk Pártunk legjobbjaikról, kik a magyar nép függetlenségéért, a magyar nép felszabadulásáért és a dolgozó magyar nép jobb jövőjéért küzdöttek és mártirokként pusztultak el a fasiszták kezei között. Meg kell emlékeznünk Schönherz Zoltánról, Ságvári Endréről és számtalan társukról, akik életüket áldozták, hogy mi szabadon élhessünk.

A felszabadulás után Pártunk, a Kommunista Párt Sztálin elvtárs egyik legjobb tanítványával, Rákosi elvtárral az élén, vezetete győzelemről-győzelemre a magyar dolgozókat.

A földosztás, a jó forint megteremtése, a jobboldali szociáldemokraták felszámolása, a munkáspártok egyesülése, a hároméves terv és annak két év és öt hónap alatti teljesítése, a különböző összeesküvések leleplezése és az összeesküvő csoportok szétzúzása, a szövetkezeti mozgalom megteremtése, az ötéves terv, mind-mind fontosabb mérföldkövei annak a győzelmi sorozatnak ebben a harcban, amely hazánk függetlenségéért, a dolgozó nép életszínvonalának emeléséért, a szocialista társadalom megteremtéséért folyik.

Ezek a gazdasági és politikai változások tudatosodtak a dolgozó tömegekben és elindították a munkaversenyt és az újítómozgalmat. A munkaverseny és az újítómozgalom egyik döntő alapja a szocializmus megvalósításának. Forradalmasítja a termelést, szétöri azokat a gátakat, amelyeket a kapitalista társadalom állított a termelékenység emelkedése elé.

Sztálin elvtárs 1927-ben az első amerikai munkásküldöttséggel folytatott beszélgetése során mondotta: „Az a tudat, hogy a munkások nem a tőkésnek, hanem saját államukért, saját osztályukért dolgoznak hatalmas hajtóereje iparunk fejlesztésének és tökéletesítésének.” A munkaverseny a szocializmus építésének módszere.

A munkaversenyben az a legjelentősebb, hogy az emberek nézeteiben gyökeres fordulatot idéz elő, mint Sztálin elvtárs mondotta: „a munkát szegényelni való és súlyos teherből, aminek azelőtt tekintették, a becsület dolgává, a dicsőség dolgává, az érdem és hősiesség dolgává változtatja.”

A szocialista munkaverseny új állomáshoz érkezett Sztálin elvtárs 70. születésnapján. A magyar dolgozó nép legméltóbban munkával



és soha nem látott munkalendülettel ünnepelte nagy tanítómesterének, a béke örének, Sztálin elvtársnak 70 éves születésnapját.

A Sztálini műszak alatt nálunk is új típusú ember született: a sztáhanovisták. A sztáhanovisták átvéve a Szovjetunióban élenjáró dolgozók tapasztalatait, a haladó értelmiség segítségével hadat üzentek a régi technikai normáknak.

A dolgozóknak a sztálini műszak alatt mutatott hatalmas lendülete mindinkább fokozódik. Oda kell hatnunk, hogy ez a lendület ne torpanhasson meg, ne váljék kampányszerűvé, hanem az ötéves terv állandó emelője legyen. Annak, hogy ez megvalósulhasson, a politikai feltételeken kívül szervezeti előfeltételei is vannak. A szervezeti előfeltételeket pedig csak üzemünk kis hányadában biztosítottuk eddig. Ha azt akarjuk, hogy a munkaverseny a termelés és a termelékenység emelkedésének egyaránt legfőbb előrelendítője legyen, gondoskodni kell valamennyi üzemünkben a munkaverseny, az egyéni verseny szervezeti előfeltételeinek biztosításáról.

Munkaversenyjeinknek ugyanis minden eredményességük mellett a múltban a következő hibái voltak szervezeti vonalon és ezen hibák kiküszöbölésére az alábbiakat kell tennünk:

A verseny kampányszerű volt, egy bizonyos versenyperiodus lezajlása után a versenykedv alábbhagyott. Az egyes dolgozók nem ismerték a verseny feladatait, nem látták annak összefüggését a vállalat termelési tervével. Nem tudták hogyan állnak versenyükben a verseny, illetve a vállalati terv teljesítésében. Végül a verseny beindításánál nem történt súlypontképzés, nem ügyeltek arra, hogy a szűk keresztmetszetek gyártási nehézségek, a termelés fel-futásának követelményei szerint az egyes üzemszervezetekben a munkaverseny feltételeit biztosítsák.

A verseny széleskörű kibontakozásának, az egyéni versenyben résztvevők számszerű emelkedésének elengedhetetlen feltétele, hogy a dolgozók munkafeladatukat jól előre, hosszú időre ismerjék. Az egyéni verseny két legfőbb formája: a *munkafeladat időelőtti teljesítése és a norma túlteljesítése*. A munkafeladat időelőtti teljesítését csak akkor várhatjuk el a dolgozóktól, ha a munkafeladatukat megfelelő időben előre megismerik.

Ennek elősegítésére múlt év november 20-án megjelent az a rendelet, amely szerint vállalatainknál a terveket fel kell bontani műhelyekre, munkapadokra és műszakokra.

A vállalat vezetőségének látnia kell, hogy a tervfelbontás súlyponti feladat. A tervfelbontást úgy kell végrehajtani, hogy az a munkaverseny alapját képezze.

Ezzel egyidejűleg a műszaki vezetést, a vállalat műszaki szervezetét fokozottabb mértékben kell megszervezni. A művelettervezés, időelemzés, gyártásvezetés, gyártáselőkészítés hiánya, illetve a meglévő rossz működése, szervezetlensége komoly akadálya a tervfelbontásnak és így az egyéni munkaverseny széles kialakításának. Gondoskodni kell arról, hogy anyag, szerszám, stb mindig kellő időben álljon rendelkezésére a dolgozóknak. *Gondoskodni kell a sztáhanovis-*

*ták, újítók nagyobb teljesítményeinek műszaki alátámasztásáról is.* A tervfelbontás munkájában hatalmas feladat hárul az üzemek műszaki értelmiségére, valamint a művezetőkre és mesterekre. Az ő feladatuk egyébként is a munka kiadása és a kiadott munka végrehajtásának ellenőrzése. Ezt a munkát a tervfelbontás rendszeressé teszi. A művezetőnek ismernie kell az alája tartozó csoportok teljesítőképességét és a termelési követelményeket. Ennek figyelembevételével kell a munkát a csoportoknak kiosztani. A felbontott tervet minden dolgozónak írásban előre, lehetőleg a tárgyhét előtti pénteken vagy szombaton meg kell kapnia. A dolgozónak időrendi sorrendben a számára összeállított heti munkafeladatokat előre meg kell ismernie. Külön súlyt kell helyezni a csoportok felbontására, mert a csoportok a termelés emelésére igen gyakran gátló hatással vannak. A csoportok jó dolgozói azért nem dolgoznak teljes lendülettel, mert nem akarnak más helyett dolgozni. A gyengébbek azért nem törekednek jobb teljesítményre, mert úgy vélik, hogy a kitűnő munkások helyettük is elvégzik a feladatokat. Mindezen visszasságoknak véget fog vetni a tervek egyénekre való felbontása és a termelés emelkedésének újabb rugóját fogja képezni.

Vannak egyes iparágak és egyes üzemszervezetek, amelyeknél a csoportmunka elkerülhetetlen és a tervek egyénekre való szétbontását nem lehet megvalósítani. Ez a helyzet pl a hengerészknél, a bányászoknál stb. A tervfelbontás feladata azonban az, hogy a terveket legkisebb csoportokig (2–3 fő) bontsa szét.

Az egyéni verseny kiszélesítésének a munkafeladat ismertetésén kívül döntő feltétele a verseny állandó ellenőrzése, kiértékelése és a verseny eredményeinek a nyilvánosság előtt való ismertetése. Ennek gyakorlati megoldását a következő előadó fogja tárgyalni.

A tervfelbontás az üzemszervezet elindult. Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a legtöbb üzem többé-kevésbé jól fogott hozzá. Hiányosságok azonban vannak. Egyes üzemek a munkát mechanikusan végezték, nem kötötték össze a tervfelbontást politikai felvilágosító munkával.

Ugyancsak lényeges feladat hárul a műszaki értelmiségre. A Párt és a kormány bízik abban, hogy a népi demokráciánkhoz hű értelmiség ennek a döntő fontosságú nagy munkának eleget fog tenni.

Az ötéves terv végrehajtásának további döntő jelentőségű kérdése a tervszerűség és a tervfegyelem szigorú betartása.

Nemzetgazdaságunk szempontjából döntő jelentőségű, hogy a tervet nemesak globálisan, hanem minden egyes részletében teljesítsük. Ebből a szempontból is nagy feladatok hárulnak a műszaki értelmiségre. Ezeket a feladatokat az alábbi négy pontban próbálom összefoglalni:

1. A termékek előállításának évi, negyedévi és havi terveit nem átlagban kell teljesíteni, hanem egyenletesen és a késztermékgyártás előre kidolgozott grafikonjának megfelelően.
2. A tervet az iparágak nemesak átlagosan kell teljesítenie, hanem külön-külön minden egyes vállalatnak is.



3. A tervet nemcsak a vállalatnak kell teljesítenie átlagosan, hanem a tervet mindennap, minden műhelyben, minden brigádban, minden munkapadnál, minden váltásban teljesíteni kell.
4. A tervet nemcsak mennyiségi mutatók szerint kell teljesíteni, hanem a minőségi mutatók, a teljesség és a választék szerint is, az érvényben lévő szabványok és előírányzott önköltségi terv betartásával.

A tervfelbontás területén a későbbiek során a terv mennyiségi szétbontásánál túl kell mennünk.

Az önelszámoló egységek bővítésénél, számvitelünk kiszélesítése és kifinomítása útján lehetővé fog válni az egyes munkahelyek gazdaságosságának kiszámítása is. Ez újabb fellendülést kell majd hogy eredményezzen a munka termelékenységében. A dolgozókat fokozottabb mértékben rá fogja vezetni a gazdaságos termelésre, meg fogja szüntetni az üres órákat és percekét és fel fogja számolni a helyenként még meglévő úgynevezett kapun belüli munkanélküliséget.

A munkaversenynek, a sztahánov-mozgalom kiszélesítésének és ezen keresztül a termelékenység emelésének területén tehát amint láttuk, igen komoly feladatok hárulnak a haladó értelmiségre. A feladatok elvégzésében össze kell fogniok a fizikai dolgozókkal, korszerűsíteniük kell a meglévő, aránylag elmaradt technikai felszereléseinket, tudásuk átadásával nevelni és tanítani kell a fizikai munkásokat és tanulókat, a munka jobb megszervezésével és egyszerűsítésével lehetővé kell tenniük a munka termelékenységének emelését, mert a szocializmus csak a munkának a kapitalizmusénál magasabb termelékenységével győzhet.

Ehhez, a mindnyájunk érdekében való nagy munkához kérem az itt megjelentek támogatását és segítségét, hogy az ötéves tervünket is eredményesen és a meghatározottnál rövidebb idő alatt befejezhessük."

Emőd Gyula előadása:

Bevezetőben Emőd Gyula rámutatott a tervfelbontásra vonatkozó rendelet céljára és jelentőségére, majd rátért a tervfelbontás gyakorlati kivitelezésére.

„Első lépésünk az egyes munkahelyekre eső terv mennyiségének kiszámítása volt. A terv végső értékéből kiindulva megállapítottuk, hogy az egyes munkafolyamatoknak és munkahelyeknek milyen mennyiségű anyagot kell átdolgozniok ahhoz, hogy a végén a tervünket 100%-ig teljesítsük. Pl. tegyük fel, hogy termelési tervünk szerint egy évre 1200 tonna lemez előállítása esett ránk. Ebből egyszerűen kiszámítottuk, hogy havonta 100 tonna lemez állítandó elő. Gyakorlati adatok alapján a 100 tonna lemez előállításához 150 tonna anyagot kell beolvasztanunk. Ez a 150 tonna anyag nem a beszerzendő mennyiséget jelenti, mert a beolvasztásba beszámítjuk a hengerlés körfolyamatából többször visszatérő hulladékot is. A 150 tonna beolvasztott anyagból kb. 135 tonna hengerlési tuskót kapunk, amelyet előmelegítünk, melegen lehengerelünk és viszünk végig a hengerlési folyamaton, amikor végül kb. 100 tonna jó lemezt kapunk. Minden egyes munkahelyre így kiadódott az egész havi mennyiség, amelyet meg kell munkálniok. Kiadódott természetesen az öntödére, a hengermű előmelegítő

kemencéire, a megleghengerre és így tovább minden egyes munkahelyre eső tervelőírányzat. A havonta adódó tervelőírányzatot, mint üzemi tervnormát a hó többszörösére, vagyis egy évre megkaptuk, ha 12-vel szoroztuk és ugyanúgy osztás útján kiszámítottuk azt hetekre, napokra, műszakokra, valamint órákra is. Az órákra eső tervelőírányzat a fentebb ismertetett mód miatt magasabbra jött ki, mint a szabatos norma, mivel a tervet egy magasabb átlagos teljesítményszázalékhoz állítottuk be. Az így kiszámított és órákra eső tervmennyiség gyakorlatilag teljesen megközelítette a fentebb említett módon kiszámított és kartotékozott tervnormákat.

Ezekután sor kerülhetett az első kísérleti csoport beállítására, amelyhez hengerészeinket vettük be. Első kísérletként 40 főt kapcsolunk be. Minden egyes dolgozónkat elláttuk megfelelő zsebkartonnal, amelyen feltüntettük a fizikai dolgozó nevét, munkahelyét, a bérhetet, a gyártott darab jelét, azaz minőségét, a teljesítmény előírányzatot, felajánlást, az igazolt teljesítményt és helyet szántunk a csoportvezető aláírására a tényleges teljesítmény igazolása céljából.

Ennek a zsebkartonnak hátránya az volt, hogy a pontos időt, amely alatt a munkát végezték, nem tüntettük fel és így a százalékos tervteljesítmény kiértékelése nem volt lehetséges. E hibára az első kísérleti napok után azonnal rájöttünk és kiküszöbölésére javított formájú zsebkartonban állapodtunk meg. Ezen feltüntettük a dolgozó nevét, beosztását és munkahelyét, rávezettük a bérhetet, a gyártott darab jelét, azaz minőségét, a tervteljesítményt és az igazolást, de ugyanakkor kiegészítettük a hét napjainak jelzéseivel is, az időnorma rávezetésével és jeleztük a tervteljesítés idejét is. Ez már lényegesen előbbrevítte munkánkat, azonban a hetenként egyszer való kiértékelés nehézkes és hosszadalmas munkának bizonyult.

A javított formájú zsebkarton a gyakorlati tapasztalatok során további átdolgozásra került és a zsebkarton helyett a tervlap elnevezést kapta. (Lásd 1. sz. ábra.)

1. sz. ábra

Tervlap		Gépsz.:.....		Norma db/óra	Tervelőírányzat db/óra	Felajánlás db/óra	Teljesítés ráfordított idő szerint	Ráfordított idő	Elért terv %	Igazolás
Bérhet	Nap	Anyagmegnevezés								

Ezen tervlapon feltüntettük a fizikai dolgozó nevét, munkahelyét, a bérhetet, anyagmegnevezést, időnormát drb/óra, tervelőírányzatot drb/óra, felajánlást drb/óra, a tervteljesítésre fordított produktív időt, az elért tervszázalékot és az igazolást. Ezt a tervlapot minden nap és minden műszaknak, valamint minden munkahelyre és minden dolgozónak a munka megkezdésekor kiállítjuk és kiadjuk és a munka bevégeztével rávezetjük a dolgozó napi teljesítményét.



2. sz. ábra

## Heti összesítő tervlap

Név: .....		bérhét		1950		hó		-ig	
Kiadott akkord órák száma	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek	Szombat			
	8	16	24	32	40	48	56	64	72
Teljesített effektív órák száma	Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Péntek	Szombat			
Teljesítmény: ..... %									

Első pillanatra úgy látszik, mintha ez a módszer nagy adminisztrációval járna és a munka beindítását akadályozná. Ez korántsem áll fenn a valóságban, mivel a műszak megkezdésekor a csoport és a műszakvezető minden munkahelynek kiadja a munkáját, hogy a gépek zavartalanul el legyenek látva és amikor az üzem már teljesen működésben van, akkor az üzemirnökkel együtt a kiadott munkának megfelelően a tervlapokat elkészítik és a csoportvezető minden egyes munkahelyre kiadja. Tekintettel arra, hogy üzemünkben általában folyamatos munka megy és műszakonként alig áll elő változás, valamint kevés a munkahely is, így azután annak a néhány tervlapnak kiállítása egész rövid időt vesz igénybe.

Az adatok pontosságáért a csoportvezető felelős, aki azokat aláírásával igazolja és a műszak befejeztével a tervlapokat összeszedi és a normafelvévőhöz eljuttatja, aki azokat egyszerű módon kiértékeli. A tervszázalékkal kiegészített tervlapokat névszerint összegyűjtik és a hét lezártával minden egyes dolgozó egész heti átlagszázalékát kiszámítják.

Ezekután sor kerül a heti összesítőlap kitöltésére. (Lásd 2. sz. ábra.) Ezen az egész heti teljesítményt a következőképpen tüntetjük fel: Az alsó sorba bevezetjük a produktív munkával végzett tényleges órák számát, a felső sorba viszont a tényleges produktív órák száma megszorozva az átlag százalékteljesítménnyel. Az így kapott összórák számát jelöljük be. Túlteljesítés esetén a felső sor mindig előbbre van, mint az alsó.

A heti összesítőlapot a hétvégi torlódás elkerülésére tulajdonképpen minden nap vezetjük és csak a hét végén zárjuk le.

A heti tervlap lezárása után sor kerül az évi tervlap kitöltésére. (Lásd 3. sz. ábra.) Ezt egyben géplapnak is nevezzük, mivel ezt a gépre erősítve állandóan a munkahelyen tartjuk. Erre a lapra a heti összteljesítményt vezetjük be úgy, hogy a tényleges teljesítménynek megfelelő időt sraffozzuk be.

Az eddig említett lapok minden egyes munkahely és minden egyes egyén teljesítményét tüntetik fel és ezek csoportosítása alapján kiszámíthatjuk az egyes üzemrészek teljesítményét. Minden héten kimutatást készítünk névszerint minden egyes munkavállaló egész heti átlageredményéről és a kiugró teljesítményeket még külön is név és százalék szerint megadjuk.

Az egyes munkacsoportok átlag heti teljesítményét nagy műhelytáblán a munkahelyen feltüntetjük és itt megadjuk a tervteljesítés idejét, a dolgozó nevét, elért százalékát és az arra a hétre eső fizetését.

Mindezekon kívül a dolgozóknál is van egy ún. n. tervteljesítési könyvecske. Ez egy zsebben hordozható kartonból készült kimutatás arról, hogy a munkavállaló a terv teljesítésében dátumszerűen hol tart. A tervkönyvecske lényegében ugyanazok az adatok kerülnek, amelyeket az évi összesítő tervlapra rávezetünk. A tervkönyvecske alapján az egyes munkavállalók hetenként látják, hogy az évi tervben reájuk eső tervelőirányzat teljesítésében hol tartanak. A tervkönyvecskebe kerülő adatokat nem a munkavállaló, hanem a tervlapok vezetésével megbízott személy írja be.

A hetenként összesített eredmények alapján kiszámítjuk a vállalat átlagos tervteljesítését, aminek egyeznie kell a ténylegesen termelt anyag mennyiségével és ezt az értéket egy

3. sz. ábra

## Évi összesítő tervlap

Január					Február					Március					Április					Május					Június				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Július					Augusztus					Szeptember					Október					November					December				
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				



óralapon tüntetjük fel. Ez a feltűnő helyen ki-függesztett óralap a 12 hónapnak megfelelően 1—12-ig menő fő beosztásokkal bír. Ezen fő le-osztások között 52 hétnek megfelelő kisebb be-osztás van. Az óra mutatóját a teljesítménynek megfelelően minden héten előbbre toljuk és min-dig szemelőtt látjuk, hogy a kérdéses időpont-ban hogyan is áll a vállalat a tervteljesítésben.

A terv kiírásának zavartalan lebonyolítá-sára a vezetőség a gyártáselőkészítéssel és a kereskedelmi osztállyal karöltve minden hó-napra az előző hó 20-ig előre elkészíti a tervet a méretekre, minőségre és mennyiségre való te-kintettel, a gyártáselőkészítés pedig annyira előkészíti a munkát, hogy az üzemirnök és a csoportvezető szinte csak a munkahely és a dol-gozó nevének beírására és az ellenőrzésre szorít-kozó munkát végzi.

Befejezésül legyen szabad megemlítenem, hogy az eddigi tapasztalatunk szerint ez a mód-szer hasonló üzemekre teljesen alkalmazható és a helyi viszonyoknak megfelelően legfeljebb egé-szen kis változtatás szükséges. Az itt elhangzo-tak alapján más jellegű vállalatok is sokat át-vehetnek ebből a módszerekből és talán vezérvona-lul teljes egészében elfogadhatónak is tartható.

Megfigyeléseink szerint a tervnorma beve-zetése a teljesítményre és a versenyre is serken-tőleg hatott, mert pl azok, akik szokszor csak 90, vagy legfeljebb 110 százalékra teljesítették nor-májukat, ma a tervnormájukat is felülműlják, amely utóbbi az időnormák 120—130%-a.

További előnye, hogy a csoportvezetők, illetve műszakvezetők esetleges szervezésbeli hibáit már a kezdetnél elfogja és a csoportvezető kénytelen gondoskodni a hiba sürgős kiküszö-böléséről, sőt arra is kényszerül, hogy minden dolgozónak keze alá készítse a munkát, mert az a tervnormát csakis zavartalan munkamenet-tel tudja teljesíteni, illetve túlteljesíteni.

Fontosabb hozzászólások:

Nemes Miklós, a székesfehérvári henger-mű üzemvezető főmérnök helyettese, a székesfehér-vári hengerműben alkalmazott tervfelbontást ismertette, amely munkaértékegységeken alap-szik.

Szakál Pál, a tatabányai alumíniumkohó vezérigazgatója, változta a tervfelbontás nehézségeit az alumíniumkohóban. Véleménye szerint itt a tervfelbontás súlypontját a kádkezelőknek kell képezniük, mert ezek munkájától függően alakulnak ki a kohóknak mennyiségi és önkölt-ségi viszonyai. Felvetette azt is, hogy a mennyi-ségi teljesítésen felül a minőségi tényezőket, különösen a fajlagos áramfogyasztást és a kules-anyagok fogyasztását is az érdekelt dolgozók érdeklődésének központjába kell állítani.

Gurkin, az ajkai kohó és timföldgyár fő-mérnöke a Szovjetunió tapasztalatai nyomán rá-mutatott a műszaki vezetők feladatára a terv felbontásával és a szocialista verseny kiszéle-sítésével kapcsolatban. Ahol a műszaki vezetők nem foglalkoznak a szocialista versennyel és ezt a munkát a Pártra és a szakszervezetre hárít-ják, ott a munkaverseny nem olyan tempóban és nem úgy megv. ahogyan mennie kellene. A szocialista versenymozgalmal és a terv-felbontással elsősorban a vállalat vezetőjének kell foglalkoznia és ebbe bele kell vonni a mű-szaki vezetőket, üzemvezetőket és ezek beosztot-jait is. A Kőbányai Hengerműben alkalmazott

tervfelbontási módszernek a szakmában való szélesebbkörű ismertetését javasolta.

Megemlítette azt, hogy a Szovjetunióban személyi könyvecske van bevezetve, amelybe az elért eredményeket, a selejtet és az önköltség-csökkentést bevezetik. A Szovjetunióban a segéd munkástól kezdve a gyárvezető-igazgatóig mindenkinek van ilyen könyvecskéje.

Dr Sigmond György főmérnök a Magyar-óvári Timföldgyárnál a tervfelbontással kap-csolatban szerzett tapasztalatairól beszélt. Hang-súlyozta, hogy a Kőbányai Alumíniumhenger-műben alkalmazott tervfelbontó rendszer a tim-földgyárakra nem alkalmazható és kiemelte azokat a nehézségeket, amelyekkel a timföld-gyártás technológiai természetéből kifolyóan a tervfelbontással kapcsolatban a timföldgyárak-ban találkozunk.

Dr Marschek Zoltán az ajkai timföldgyár üzemvezető főmérnöke szintén a tervfelbontás nehézségeiről beszélt a timföldgyárakban.

A tervet egyénekegig levinni itt igen nehéz és legfeljebb csak munkahelyekig lehetségs. A terv-teljesítés kiértékelése ugyancsak igen súlyos probléma és véleménye szerint csak számítások útján eszközölhető.

Szendrői Tibor a nyirádi bauxitbánya gépésztékusa változta azokat a módszereket, amelyek alapján a tervet a nyirádi bányában felbontották. Rámutatott arra, hogy a felbon-tott bauxit tervelőirányzatokhoz a gépkezelők, a mozdonyszállítási és kötélpálya szállítási dol-gozók munkaelőirányzatát is igyekeztek meg-állapítani. A gépműhelynél, karbantartó üzemi-nél, amelynek terve nincs, a kérdést úgy oldo-ták meg, hogy ezekre is összeállítottak egy havi munkaelőirányzatot. A műhelyben és a karban-tartó üzemben ezenfelül csoportokat alakítottak, akik állandóan nagyjában ugyanazokat a mun-kákat végzik.

Serflek János az ajkai kohó és timföldgyár munkásigazgatója kihangsúlyozta a gépeknek és gépi berendezéseknek állandó és fokozott el-lenőrzését, ennek, valamint a karbantartásnak megszervezését, hogy az ilyen módon időben el-hárítható esetleges üzemzavarok a tervek telje-sítését, a munkaversenyt ne akadályozzák.

Gedeon József, a Könnyűfémipari Főosz-tály osztályvezetője rámutatott arra, hogy a székesfehérvári hengermű által alkalmazott tervfelbontási módszer — tekintettel arra, hogy a munkaértékegység alapján a munkavállaló-nak még különböző számításokat kell végeznie, ahhoz, hogy az általa elvégzendő munkamen-yiséget, valamint a teljesítményét ki tudja számítani — a munkavállaló számára kicsit bonyolult és nem tekinthető át kellő mérték-ben. A felbontott tervnek könnyen érthető és egyszerű mennyiségi egységeken kell a mun-kavállaló számára az általa elvégzendő felada-tokat megjelölnie. Hangsúlyozta továbbá azt is, hogy a tervfelbontás, valamint a munkaverseny kiszélesítése számos üzemszervezési kérdést vet fel, amelyeknek megoldásával elsősorban a mű-szaki értelmiségnek — a legjobb dolgozók és sztahánovisták bevonásával — kell foglalkozni. A munkaverseny kiszélesítése és a Sztahánov-mozgalmat kifejlődése elől minden szervezési akadályt el kell hárítani. Ennek a munkának mielőbbi végrehajtása a legsürgősebb teendők közé tartozik.

G. J.



# Beszámoló egyik hazai karbidüzemben végzett silico-alumínium gyártási kísérletről

KUTAS ANDOR

669.713.6

A. Куташ:

Отчёт в опыте производства силико-алюминия произведенного в одном отечественном карбидном заводе

Bericht über in einer Karbidfabrik durchgeführte Versuchserzeugung von Silicoaluminium.

A silico-alumínium, mint a silícium helyettesítője, a silíciumot tartalmazó könnyű fémek előállításánál nagyfontosságú és mint ilyen, a könnyűfémek segédötvozete.

Mindeddig úgy a silumint, mint az alumínium silícium ötvözetét, mint pedig a silico-alumíniumot hazai gyártás hiányában külföldről főleg az USA-ból és Svájc-ból kellett importálnunk.

Az utóbbi hónapok során ez az import igen megnehezült, a nyugati országok mind több és több nehézséget okoztak, úgyhogy számolni kellett azzal, hogy adott esetben az import teljesen le fog állni.

A hazai szükséglet állandó emelkedése, a számottevő valutamegtakarításnak szükségessége, az a körülmény, hogy a silico-alumínium hazai nyersanyagból állítható elő, egy új iparág meghonosításának a lehetősége, teljesen függetlenítés ezen a vonalon a külföldtől azt eredményezte, hogy a Találmányi Hivatal az Alumínium Ipari Központ javaslatát silico-alumínium kísérleti üzem felállítására elfogadta és a szükséges összeget biztosította.

Az akkori Alumínium Ipari Központ bizottságot kért fel azzal a rendeltetéssel, hogy a kísérleti üzem az egyik karbidgyárunkban rendelkezésre bocsátott ivkemencében felállítható legyen. Ebbe a bizottságba — kifejezetten silico-alumínium szakemberek hiányában — olyan mérnököket, akik az országban ivkemencében egyéb ötvözeteket már gyártottak, továbbá speciális elektromos szakmérnököket, karbid előállításával foglalkozó szakembereket és egyéb rokonszakmában foglalkozó technikusokat delegált, amely bizottság a karbidgyár vezetőségével karöltve, a rendelkezésre álló kemence kiegészítését, továbbá a nyersanyagokat megrendelte és az elektromos áramot biztosította.

## Az elektromos rész:

A kemenceáramot az erőtelep egy erre a célra rezervált turbogenerátorral szolgáltatatta, amely transzformátoron keresztül jutott el a kemencébe. A szekunder áram vízzel hűtött anodatartószerkezeten jutott el felhasználási helyére s a kemence fenekét és a kifolyó helyét döngölt masszával védték.

## A nyersanyagok:

A kísérlethez felhasznált anyag összetétele, változó, az átlagolt minta eredménye a kísérleti anyagból a következő volt:

1. kaolin, hazai mosott minőség, egyik analízise pl. a következő volt:

izzítási veszteség . . . . .	7.00%
SiO <sub>2</sub> . . . . .	53.00%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.76%
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.24%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	34.00%
összes alkáliák és földalkáliák	5.00%

2. timföld, kalcinált Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pl. a következő szennyeződésekkel:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.10%
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.50%
izzítási veszteség . . . . .	0.70%
R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.07%

3. koks, külföldi eredetű, cca 12.3% hamutartalommal:

4. faszén, válogatott, villázott, pormentes.

5. hazai kvareit; analízise pl.:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	98.13%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.90%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.44%
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.12%
izzítási veszteség . . . . .	0.25%

A kísérletek két periódusban folytak le.

Az elsőben az volt a cél, hogy a felhasználandó nyersanyagok összetételét helyesen válasszák meg, megállapítsák továbbá a legmegfelelőbb áramsűrűséget, áramfeszültséget és mindazon tényezőket, amelyek az üzem szempontjából fontosak.

A második fázisban a nyert tapasztalatok alapján egyenletes üzemmenetben igyekeztek egyszerűen továbbfeldolgozás szempontjából használható anyagot előállítani. A porosított nyersanyagokat vízzel csupán brikettírozták, mert csak ilyen állapotban lehetett a kemencében tovább feldolgozni.

A következőkben közöljük az egyes kísérletek adatait:

Az első kísérleteknél megállapítást nyert, hogy a kemencében elért hőfok túl magas, ennek folytán az anyag szublimálódott és erős füst alakjában a kéményen át eltávozott. A füstképződés mellett halványkék izzó fémrészecskék röpködtek ki a kemencéből és ezt a jelenséget puffogások kísérték. További jelenség volt, hogy az elektróda a kemencében mind magasabbra emelkedett. Estefelé a leszűrőnyílás közelében kismennyiségű silico-alumínium képződményt állapítottak meg, amelyet megpróbáltak lecsapolni. Eleinte ezek eredménytelenek voltak, míg 24 óra után kb. 4 kg-ot és röviddel utána ugyanilyen mennyiséget termeltek ki.

Egy nappal későbbi, újabb csapolási próba eredménytelen volt. Az elektróda állandóan felfelé emelkedett, úgyhogy a kemencét ki kellett kapcsolni és a bentlévő anyagot kivéni.

Az előtte való nap megcsapolt ötvözet összetétele:



24.4% silícium és  
74.5% alumínium

volt.

A következő indulás üres kemencével történt a kísérleti célnak legmegfelelőbb feszültség megállapításnak céljából. A kemence megfelelő áramszolgáltatás mellett 20 óráig volt üzemben, amikor az első csapolás 1.5 kg-ot eredményezett. Feltűnő, hogy közvetlen az elektróda körül az ötvözet kemény tömbbé sűrűsödött, ami az elektróda emelkedését idézte elő. A további csapolások eredménytelenek voltak.

A következő napon újabb próbálkozással került üzembe a kemence. Az elektróda alsó vége és a csapoló nyílás között egy kb. 60 cm hosszú alagutat nyitottak, hogy a termelt anyag itt gyűljön össze.

Egy csapolásnál 15 kg ötvözetet termeltek, azonban a kemence állandóan jobban és jobban hűlt, úgyhogy másnap reggelre semmiféle további csapolás nem volt lehetséges s így a kihülésnek folyományaképpen a kísérlettel le kellett állni és a kemencét kiüríteni.

A következő nap átalakított elektródát kapcsoláltak a kemencére. Az első csapolás 8 kg volt. Ezután 1.5—2 óra időközben, több-kevesebb mennyiséget sikerült csapolni, egy csapolás alkalmával maximálisan 24 kg-ot. A kemence üzemmenete nyugodtabb volt, azonban az elektróda körül további kocsenyásodás mutatkozott.

Ezután ismét változtattak az áram jellegzetes faktorán, s sikerült egy nap alatt 104 kg-ot csapolni.

Az elektróda állandó emelkedése folytán azonban a kemencét ki kellett kapcsolni és kiüríteni. Újból üzembe helyezve az első csapolás 6 kg, a következő csapolások, mint előző napokon, a legnagyobb eredmény, egy csapolásra 53 kg volt.

Az elektróda a kemencében állandóan emelkedett, ezért a csapolónyílást magasabbra helyezték. A termelés összesen 78 kg volt, kvarcit hozzáadásával próbálkoztak, amiáltal elérték azt, hogy az elektróda mélyebbre ment. Az elektródasüllyesztés nem bizonyult tartósnak, a kemence menete nyugtalanná vált, kénytelenek voltak több alkalommal kikapcsolni, míg végre a kemencét teljesen leállították, majd újból kiürítették, megtisztították, a csapolás helyéhez anódamasszából új csatornát készítettek és a kemencét újabb kísérlethez készítették elő.

Az addig termelt silico-alumíniumok összetétele az állandó faktorváltozásoknak megfelelően nem volt egyöntetű. Három különböző napitermelést megvizsgálva, a következőket mutatta:

I. silícium	26.35%
alumínium	73.30%
II. silícium	25.70%
alumínium	72.50%
III. silícium	31.00%
alumínium	67.10%

Másnap a kemencét újból bekapcsolták, azonban brikett összetételét megváltoztatták. Ennek az arányváltoztatásnak a révén elérték

azt, hogy yaz elektróda körüli kemény tömb feloldódott és nyugodtabb üzemmenet alakult ki.

Az előtte való nap faktorait betartották, nem változtattak rajta. Az eredmény az volt, hogy az elektródák körül puha kráter képződött és a csapolásokat 1.5—2 óras közökben tartani tudták. Az egésznapos termelés 186 kg silico-alumínium volt.

A kezdetben termelt silico-alumíniumok magas vastartalmat mutattak (5—6%-ot). Tekintettel arra, hogy a felhasznált anyagban ennek a vasmennyiségnek még törtrészei sem voltak jelen, a szennyezés okát másutt kellett keresni. Kísérletképpen az egyik csapolásnál a kemény réteget átszűrő gömbvasat kissé hosszabb ideig hagyták bent a kemencében és lemérve, megállapították, hogy ebből 6 kg a kemencében elolvadt.

A termelés ezen a napon 143 kg volt.

Miután ez az újabb brikettösszetétel nem bizonyult jól bedolgozhatónak, az elegyen újból változtatást eszközöltek és ezt megfelelő víz hozzáadásával brikettírozták.

Az újabb briketteket adagolva az elektróda a fürdőből kevesebbet emelkedett ki.

Ennek az első periódusnak eredményeképpen meg voltak állapíthatók a legelőnyösebb faktorok úgy az anyagösszetétel, mint a feszültség, áramerősség és az elektródakeresztmetszet tekintetében.

Ezeket a faktorokat alapulvéve, a kemencét teljesen kiürítették, újból rendbehozták és az erőműben új transzformátort építettek be, majd a kemencét újból bekapcsolták. A kísérleteket ezen a napon lezárták.

Összefoglalva megállapították, hogy az első periódus tapasztalatai alapján lefolytatott második periódus a várakozásoknak megfelelően nyugodt, zavartalan volt, a termelt mennyiségek a várakozásoknak megfelelően alakultak, minőségük a későbbi felhasználás szerint jók voltak, így megállapíthatjuk, hogy a kísérletek a kívánt célt teljes mértékben elérték.

A kísérletek lefolyásáról közölt naplószerű referátumok mutatják, hogy az első kísérletek teljesen negatív eredménye után milyen nehézségeket kellett leküzdeni. E próbálkozások azt is felfedték, hogy a különböző publikációk adatai, receptjei nem helytállóak. A technikusok nagy összefogása, erőfeszítése, az egyéb elektromos kemencék üzemében szerzett tapasztalatok kiértékelésére volt szükség, hogy a kísérletek ne végződjenek fiasóval. A már említett bizottság minden tagja a nehézségek leküzdése érdekében nemcsak tudása javát adta, hanem mindenképpen, nem utolsó sorban tárgyi segítséggel is, Riedler Miksa karbidgyári igazgató mellé állott, aki az egész kísérleti állomás berendezését és magát a kísérletet is vezette.

Riedler Miksa hosszú évek nagy tapasztalatát, kipróbált tudását és energiáját, soha nem lankadó munkaerejét — amikor pl. 30—35 óras megszakitás nélküli aktív munkától sem riadt vissza — bocsátotta a kísérletek rendelkezésére és nem túlzás az a megállapítás, hogy Riedler Miksa aktív részvétele nélkül a silicoalumínium magyarországi első előállítására nem járt volna ilyen teljes sikerrel.



# Az anódeffektus kryolith-tímföld olvadékok elektrolízisénel

Ismertetés prof. A. I. Bjellajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisénel” című könyvéből,

Összeállította: SZAKÁLPAL

## Анодный эффект при электролизе сплавов криолита-глинозема.

Ознакомление книги профессора А. И. Бельева „Физические и химические процессы при электролизе алюминия”.

Составил: Сакал Пал

Автор ознакомливает с методом измерения критической плотности тока и влиянием различных окисей на образование критической плотности тока. Отдельно было испытано влияние материала анода на критическую плотность тока и на поведение анодного эффекта. После этого обсуждается устройство анодного эффекта с особым учетом влияния в вышеупомянутом значении явлений поверхностного натяжения и осушения.

### 1. Bevezetés

Az anódeffektus a kryolith-tímföldolvadékok elektrolízisének és általában az olvadékelektrolízisnek egyik legsajátságosabb jelensége. A jelenség fellépését jellemzi az elektrolizáló cella képesain hirtelen jelentkező magas feszültség. Az anód és elektrolit közötti határvonalon ívkisülések gyűrűje alakul ki. Megszűnik a anódon kiváló gáztermékeknek az elektroliton át való buborékolása, az elektrolit az anódot rosszul nedvesíti meg, mintegy elválik tőle. A jelenség fellépése az alumínium elektrolízisénel a fürdő tímföldtartalmának változásával kapcsolatos. A tímföld koncentráció egy alsó határánál fellép, újabb tímföld adagolással megszüntethető.

Az ipari alumínium elektrolízisénel az anódeffektus lehetővé teszi a kád munkájának ellenőrzését, másrészt azonban az ezzel járó többletenergia és anyagfogyasztás, valamint az erőtelepekre visszaható energialökések károsan hatnak ki. Utóbbi hátrányok miatt célszerű az anódeffektusok számát olyan mértékre csökkenteni, amely a kádak üzemének ellenőrzése szempontjából a minimális szükségletnek még megfelel.

Az anódeffektussal sok kutató foglalkozott, azonban a jelenség okait és mechanizmusát magyarázó felfogásokat még nem sikerült közös nevezőre hozni.

Mégis általánosan elfogadott tételeknek lehet tekinteni, hogy:

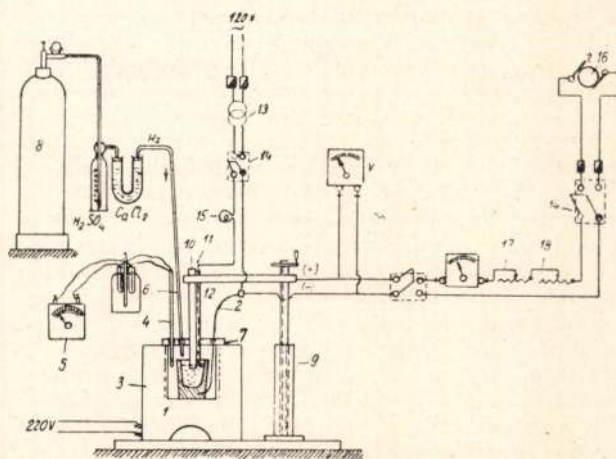
1. minden olvadékelektrolitra nézve egy olyan kritikus (maximális) áramsűrűség létezik, amely felett az anódeffektus bekövetkezik;
2. ugyanezen elektrolitra nézve a kritikus áramsűrűség, a hőmérséklet növekedésével emelkedik;
3. a kritikus áramsűrűség az elektrolitban oldott oxidok koncentrációjának emelkedésével növekszik;
4. a kritikus áramsűrűség, egyéb változókat kikapcsolva, az anód anyagától függ.

A legnagyobb jelentőségű mindezen tényezők közül az olvadékban lévő oxidok és az anód anyagának hatása. Jelen tanulmány súlypontját főleg ez a két, egyéb kutatók által csak egészen hézagosan és nem mindig egyértelműen feldolgozott problémakör képezi.

A szerző ismerteti a kritikus áramsűrűség mérésének módszerét, különböző oxidok hatását a kritikus áramsűrűség alakulására. Külön vizsgálat tárgyát képezte az anód anyagának hatása a kritikus áramsűrűsége és az anódeffektus fellépésére. Ezután az anódeffektus mechanizmusának tárgyalása következik, különös tekintettel a felületi feszültség és nedvesedés jelenségeinek ilyen irányú hatására.

### 2. Az áramerősség-feszültség görbe alakulása anódeffektusnál

Az 1. sz. ábra a kritikus áramsűrűség mérésénél felhasznált készüléket mutatja be; (92) katódául sajtolt grafitból készült tégely szolgál (1), amely vasdrót segítségével van az árambevezetés negatív sarkával összekötve. A tégely elektromos kemencében (3) áll, mégpedig utóbbi platinaszálas ellenállás fűtésű és hőmérséklete platina, platina-rhódium thermo-elemmel (4) ellenőrizhető, amelyet galvanométerrel kötünk össze. Tekintettel arra, hogy a kryolith-tímföld olvadék a levegőnedvesség és oxigéntartalmának hatása alatt bomlik a kemence belső terében a samottfedőn át (7) dugott porcelláncsővön (6) tartányból (8) száraz nitrogént vezetünk. A kemence márványlemezen áll, amelyhez az anódtartót (9) szilárdan hozzáerősítjük. Az anódtartó kiképzése lehetővé teszi az anód függőleges irányú mozgatását. Az anódot porcelláncsőbe (12) foglalt platinadróttal (11) együtt erősítjük az anódtartóba. A platinadrót végének távolsága az anód alsó síkjától az anódnak az elektrolitba merülő darabjának nagyságához mérten állítandó, így a platinavégnek az elektrolit felületével való érintkezése jelzi az anódnak kívánt mértékben való elmerülését. Ez a jelzés a transzformátorból (13) külön kapcsolón (14) át leágazott áramkörbe iktatott kis feszültségű lámpácska (15) segítségével válik érzékelhetővé. A tápláló váltóáram egyik sarkát a



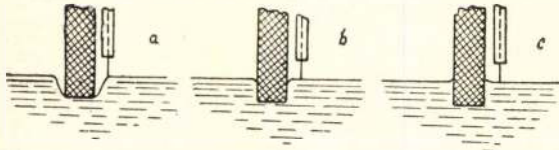
1. sz. ábra. A kritikus áramsűrűség mérésére szolgáló berendezés kapcsolási rajza.



platinavéghez, másik sarkát a grafitfélgellyel érintkező vasvezetékhez kapcsolják.

Az elmerülési mélységnek ezen meghatározása megfelelő pontosságú, mert az anódtartó csavarjának egy fordulata az anód 0.5 mm-t süllyed. Az elmerülési mélység ezenkívül, az anódon végzett közvetlen mérésekkel is ellenőrizhető, mert az elektrolitból kihúzott anódon az olvadékhár általában világosan felismerhető.

A bemerülési mélységnek a platinahegy segítségével való meghatározásánál az oxid koncentrációjával erősen változó felületi feszültség és nedvesedés alakulása, eltéréseket okozhat. (2. sz. ábra.) Közepes (3–5%) timföldtartalmú olvadékoknál azonban az így keletkező eltérés elhanyagolható.



2. sz. ábra. A szénanódoknak az elektrolit általi nedvesedésének hatása a platina-segédélektrodával való anódelemelés mérés eredményére. a: 0–2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, b: 3–5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, c: 7–10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Az anódeffektus teljes görbéjének felvételéhez a kísérleti kemencét generátorból (16) táplálták.

A 3. sz. ábra mutatja az 1. sz. ábrán jelzett kísérleti kemencében felvett feszültség-áramerősség görbe általános lefutását, anódeffektus mellett.

Az áramerősség változtatása az egyenáramú körbe iktatott ellenállások (1. sz. ábra 17–18.) segítségével történt. Kezdetben az áramerősség emelésével egyidejűleg a feszültség nem emelkedik jelentősen. Az I<sub>kp</sub> kritikus áramerősség túlháladásakor a feszültség rohamosan emelkedik V<sub>ae</sub>-értékre. Ezzel egyidejűleg az áramerősség I<sub>ae</sub>-értékre csökkent. Ez a pillanat felel meg az anód-elektrolit határán mutatkozó ivkissülések fellépésének. A külső ellenállás további csökkentésekor, tehát az áramerősség emelésével, a feszültség folytatódóan emelkedik a cd görbe szerint és végül eléri határértékét, az áramforrás feszültségét.

A külső ellenállást újra növelve, tehát az áramerősséget csökkentve, a kapcsolófeszültség újra csökkenni fog a dd' görbe szerint, amely az indulási folyamat görbéje felett helyezkedik el, tehát itt egy különleges hiszterézis figyelhető meg. Az anódeffektus a kezdeti effektus feszültsége alatti feszültségértéknél is fennmarad. Ilyenkor azonban az effektus csak metastabil és könnyen megszűnhet, akár az áram hirtelen megszakítása, akár az anód megrázása, vagy az elektrolit megkavarása következtében. Az áramerősséget tovább csökkentve, a feszültség hirtelen leesik, az anódeffektus megszűnik és helyreáll a normális elektrolízis. Az anódeffektus megszűnése pillanatában az áram rendszerint sokkal alacsonyabb; pl 0.05–0.1 A., mint az anódeffektus fellépéséhez szükséges áramerősség. 0.25–0.30 A.) Fenti kísérlet során meghatározható az anódeffektus fellépéséhez szükséges I<sub>kp</sub> áramerősség, ebből és az S<sub>a</sub> anódfelületből kiszámítható a d<sub>kp</sub> kritikus áramsűrűség.

$$d_{kp} = \frac{I_{kp}}{S_a} \text{ A/cm}^2$$

Ezenkívül a feszültség-áramerősség görbe lefutásának jellegéből is vonhatunk le bizonyos következtetéseket.

### 3. Az oxidok hatása a kritikus áramsűrűsége.

A kryolith olvadékban oldott oxidoknak a kritikus áramsűrűsége gyakorolt hatását eddig főleg a kryolith-timföld olvadéknál vizsgálták. Egyéb oxidoknak ilyen irányú hatását tárgyaló egyetlen munka; I. P. Tverdovszkij és V. G. Zsivov tanulmánya (96), azonban ezen kutatók is csak az alumíniumnál elektropozitívabb fémekkel foglalkoztak és ezen vizsgálataikat 4% timföld jelenlétében végezték.

Jelen tanulmány az alumíniumnál elektropozitívabb és elektronegatívabb elemek oxidjainak hatását ismerteti 0.8 cm átmérőjű ívszén anóda alkalmazása mellett. A vizsgált oxidok a kryolith olvadékban megfelelő oldhatósággal rendelkeznek:

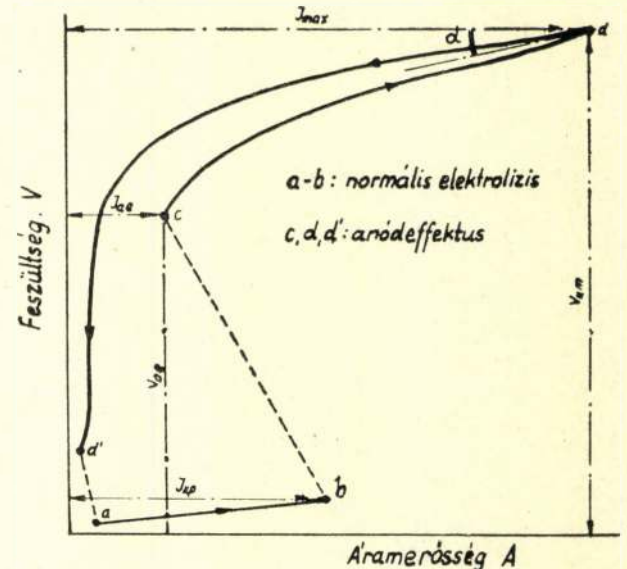
CaO 14%, MgO 12%, BeO 6%, SiO<sub>2</sub> 10%.

Az 1. sz. táblázat a különböző oxidokat tartalmazó kryolith olvadékoknál mért kritikus áramsűrűségeket mutatja változó oxidtartalom mellett.

1. sz. táblázat

Kritikus áramsűrűség kísérleti adatai különböző oxidokat tartalmazó kryolith olvadékokra nézve

Oxid tartalom %-ban	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	BeO
	<i>i</i> <sub>02</sub> = 0,75	<i>i</i> <sub>02</sub> = 0,86	<i>i</i> <sub>02</sub> = 1,00	<i>i</i> <sub>02</sub> = 1,17	<i>i</i> <sub>02</sub> = 1,36
1	1,00	1,12	2,92	2,38	3,09
2	2,16	3,20	4,02	4,80	5,66
3	3,25	3,42	5,47	7,65	7,30
5	5,07	6,42	7,25	10,18	10,42
7	7,18	8,55	8,65	11,11	—
10	8,55	9,85	10,30	11,15	—



3. sz. ábra. Az anódeffektus teljes áramerősség-feszültség görbéjének általános képe.

A táblázatból kitűnik, hogy az oxidkoncentráció növekedésével emelkedik a kritikus áramsűrűség. A táblázatban az oxidok képlete

96.) I. P. Tverdovszkij és V. G. Zsivov, Trudi Niiszaljuminiya, 1934. No. 10, 33.



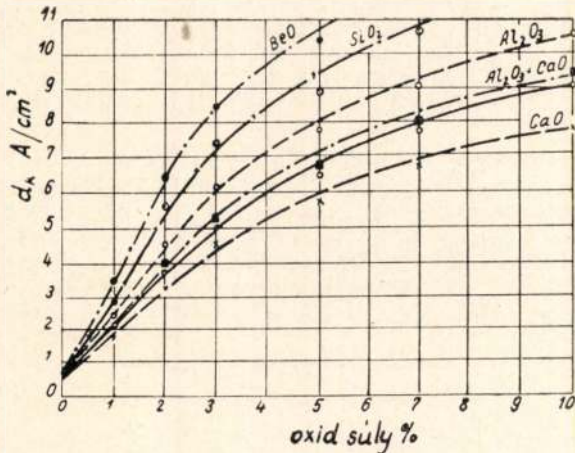
2. sz. táblázat

A kritikus áramsűrűség nagysága, különböző oxidtartalmú kryolith-olvadékokra, az oxidok oxigéntartalmának alapján kiszámítva A/cm<sup>2</sup>-ben

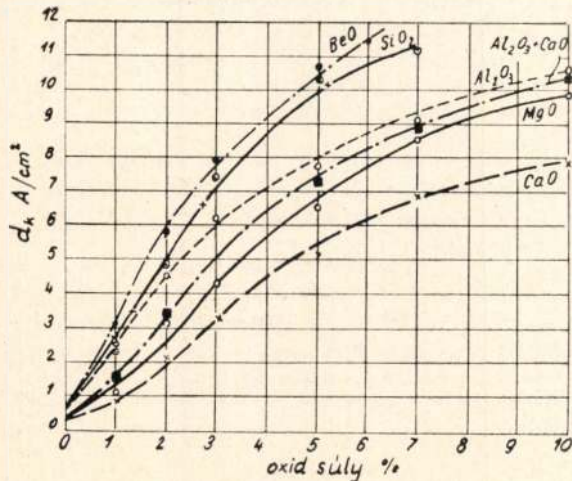
Oxid tartalom %-ban	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	BeO
	O <sub>2</sub> = 0,75	O <sub>2</sub> = 0,86	O <sub>2</sub> = 1,00	O <sub>2</sub> = 1,17	O <sub>2</sub> = 1,36
1	2,19	2,51	2,92	3,42	3,97
2	3,01	3,46	4,02	4,70	5,47
3	4,08	4,70	5,47	6,40	7,44
5	5,44	6,24	7,25	8,48	9,86
7	6,49	7,42	8,65	9,52	—
10	7,73	8,86	10,30	12,05	—

alatt a timföldre vonatkoztatott viszonylagos oxigéntartalmat kifejező jelzőszámokat is megtalálhatjuk. Különböző oxidokat azonos %-ban tartalmazó olvadékokra nézve megállapíthatjuk, hogy a kritikus áramsűrűség nagyjából az oxigéntartalommal arányosan emelkedik a CaO-tól a BeO-ig.

A 2. sz. táblázat a timföldre mért kritikus áramsűrűségek alapján az egyéb oxidokra számított kritikus áramsűrűségeket tartalmazza. Az adatok a kritikus áramsűrűségnek az oxigéntartalomtól való egyenes arányossága feltételezésével számítottak. Láthatjuk, hogy a



4. sz. ábra. A kritikus áramsűrűség változása kryolith-olvadékokban oldott különböző fénoxidok koncentrációjának függvényében. (Kísérleti adatok.)



5. sz. ábra. A kritikus áramsűrűség változása kryolith-olvadékokban oldott oxidok koncentrációjának függvényében. (Számított adatok.)

mért és számított értékek megegyezése kielégítő. Ugyanezen összefüggéseket ábrázolja a 4. és 5. sz. ábra, amelyekből jól látható, hogy a kísérleti és számítási alapon felvett görbék viszonylagos helyzete és lefutása jól egyezik. (Folytatjuk.)

## HOZZÁSZÓLÁS

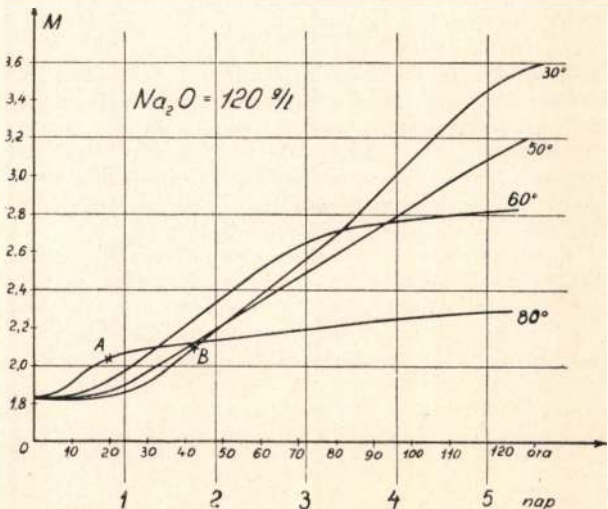
Bartha Lajos—Dr Evva Ferenc: „Alumínátlúgok kikeverése pneumatikus úton” c. cikkéhez

A cikkben foglalt eredményeket örömmel vesszük tudomásul, mi is nagyon biztatónak tartjuk azokat. A figyelmet hozzászólásunkkal arra akarjuk irányítani, hogy a levegőkikeverés hőfoklefutásával intenzívebben lenne érdemes foglalkozni. Véleményünk szerint ugyanis az eredmények a pneumatikus kikeverésnél főleg azért kedvezőbbek, mert kikeverés közben érvényesül a párolgás hűtő hatása.

Ismeretes, hogy a kikeverés molviszony: idő görbéjének meredeksége hőfokfüggvény. Azonos oltás mellett magasabb hőfokon a kikeverés gyorsabban indul meg. Ennek magyarázata az RGT-szabállyal adva van. A kikeverés azonban magasabb hőfokon hamarosan megáll, mert a hidrolízis reakciójának egyensúlyi helyzete magasabb hőfokon magasabb oldott Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-koncentrációnál fekszik. Célszerűnek látszik tehát a kikeverést magasabb hőmérsékleten (80° körül) elkezdni, majd 10–15 óra elteltével menni le 40° körüli értékre, amikor a kiválási góccok száma már kellő. Ilyen körülmények között egy már magasabb molviszonyról ugyan kisebb reakciósebességgel, de több ponton haladhat a reakció egy alacsonyabb oldott Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-koncentrációnak megfelelő egyensúlyi helyzet felé.

Mechanikus kikeverésnél ezt a kívánt hőfoklefutást biztosítani nehéz. A magas hőfokon töltött tartályok nem hűlnek le elég gyorsan. A hatás változik az évszakokkal, pl. egyik timföldgyárunkban a kikeverés mindig november hónapban optimális. Alacsony hőfokú töltés esetén a kikeveredés lassan indul meg.

Ha azonban 80°-on töltött tartályokat levegő befúvatásával keverünk, elérhetünk egy olyan hőfoklefutást — esetleg a beadott levegő mennyiségének szabályozásával —, mely a legkedvezőbb viszonyokat teremt meg. A viszonyokat 120 g/l szabad Na<sub>2</sub>O-koncentrációjú lúgra az alábbi diagram szemlélteti:





## Hirek

### Szakosított alumíniumtanfolyamok.

A nehéziparnak, az ötéves tervben egyre fokozódó munkájában szükséges fémellátásban az alumíniumnak mint nyersanyagának mind nagyobb szerep jut.

A nehézipar felismerve az alumíniumnak — a műszaki adottságok figyelembevételével — számos előnyét, az alkalmazási lehetőségek egész sorát — mind nagyobb és szélesebb területen használja azt fel az ipari termelésben.

Ebből következik, hogy az alumíniumnak más fémektől már fajsúlya következtében is eltérő megmunkálása a más fémekkel és az alumíniummal foglalkozó dolgozók egész sorának, az alumínium helyes minőségi megmunkálására történő továbbképzését tette szükségessé.

Az Alumínium Propaganda Bizottság magáévá téve azt a szükségsszerű tény, valamint a Minisztertanácsnak a szakmunkás képzéssel kapcsolatos januárban hozott rendelkezését szemelött tartva, oktatási programját az 1950 évben a nehéziparban dolgozók számára megtartandó szakosított tanfolyamokra állította be.

A nehézipari vállalatok részéről megnyilvánuló sürgető kívánságnak tesz eleget a Propaganda Bizottság, amikor elsősorban *alumínium autogénhegesztő* továbbképző tanfolyamokat rendszeresített, amelyen a nehéziparban dolgozó *hegesztők*, technikusok, műszaki vezetők és mérnökök nyernek szakmai továbbképzést az alumínium helyes hegesztési munkájában.

A hegesztésen kívül *szegecselési* tanfolyamokat is tart és a *szakosítás* útján haladva *építőipari, elektromosipari, élelmiszeripari* stb. specializált szakmai előadásokat és tanfolyamokat rendez a központi műhelyben és a vidéki ipari gépontokon. E szakmáknak az alumíniummal kapcsolatos szükséges és kívánatos elméleti és gyakorlati tudnivalóiról.

A fővárosban a Guszev (Sas) u. 11. sz. alatt már kora délután serény munka folyik a „Tanműhelyben“, ahol a szakma legkiválóbb előadói tartanak szakszerű előadásokat a gyárak és iparvállalatok által bedelegált dolgozók számára, akik az elméleti oktatás után a műhelyben nyernek további gyakorlati képzést az alumíniumnak szakszerű minőségi megmunkálásában. Az előadásokat és tanfolyamokat azonban nemcsak a fővárosban, hanem az ország vidéki ipari központjaiban, így Győrött (Magyar—Vagón- és Gépgyárban), Újdiósgyőr-Miskolcon (MÁVAG-ban), Pécsen, Ózdon stb. is megtartja a Propaganda Bizottság, mindenkor alkalmazkodva az időszerű követelményekhez és szemelött tartva a gyárak vezetőségének kívánalmait.

Rövidesen megjelenik „Az Alumínium“ című szakmunka, amelyik a nehézipar és az Állami Tervező Intézetek számára tanfolyam anyagát — a kívánalmaknak megfelelően kibővítve, táblázatokkal és a képek egész sorával — foglalja magában és kétségtelenül fejlődő könnyűfémiparunk dolgozóinak munkájukban nagy hasznára lesz.

*Arányi.*

**Collet kerékesztergapad csapszorító hüvelye alumíniumból.** A csapszorító hüvelyeket eddig öntöttvasból készítették, melyeket megfelelő rétegben fehérfémből öntöttek ki. Ahhoz, hogy a szárítóhüvelyt ki lehessen önteni, megfelelő méretre ki kellett esztergálni. Emiatt a szorítóhüvely annyira meggyöngült, hogy a szorítás következtében igen gyakran eltört.

A MÁV debreceni műhelye egyik újítójának javaslatára egy ilyen szorítóhüvelyt alumíniumöntvényből készítették el. A próbadarab hosszabb ideig tartó megfigyelése beigazolta, hogy ugyanúgy beválik, mint az előzőek. Az ára lényegesen olcsóbb, tartóssága pedig közelítően azonos az öntöttvas tartósságával.

### LEVELESLÁDÁNK MEGINDULÁSA.

Célkitűzésünknek megfelelően a lapot gyakorlatibbá, a valóságos élethez közelebbállóvá kívánjuk tenni és ennek érdekében

„Levelesláda“

*címmel külön rovatot indítunk.* Levelesládánk minden érdeklődőnek rendelkezésére áll szakmai tanácsadással, a gyakorlati életben felmerült problémák megoldásával, új, bevált munkamódszerek közlésével, minőségi termelés előmozdítása érdekében, a jobb, eredményesen bevált munkamódszerek közlésével.

Kérjük Kartársainkat, hogy kérdéseikkel, üzemeikben felmerült kételyeikkel, az alumíniumanyag használata közben mutatkozó problémáikkal írásban forduljanak szerkesztőségünkhöz, ahol a legjobb szakemberek bevo-

násával a felvetett problémákra a választ legjobban tudásunk szerint meg fogjuk adni.

A közérdekű, nagyobb általánosságot érdeklő kérdéseket és erre adott válaszokat lapunknak ezen új rovatában hónapról-hónapra le fogjuk közölni.

Megvagyunk róla győződve, hogy ezen új rovatunk minden Kartársunk részére hasznos útmutatásul fog szolgálni és ezen a réven az üzemeikben dolgozó olvasóinknak sikerülni fog segítséget nyújtani az ötéves terv tökéletes megvalósítása érdekében.

A „Levelesláda“-ra vonatkozó írásbeli kérdéseket kérjük lapunk szerkesztőségéhez (Budapest, IX, Lónyay utca 41.), „ALUMINIUM“ folyóirat szerkesztősége „Levelesláda“ jellel elküldeni.

*A Szerkesztőbizottság.*

### ALUMINIUM

Felölős szerkesztő: Heimrich József. — Felölős kiadó: a Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat vezérig. — Szerkesztőség: IX., Lónyay-utca 41. Telefon: 189—483. Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, V., Szalay-u. 4. Telefon: Központ: 112—674, 112—681, 312—545. Előfizetés: 122—299. — Magyar Nemzeti Bank. Egyszámlaszám: 936545. Kultura Nyomda N. V., Conti u. 4. Felölős nyomdavezető: Heitter Imre.





Mindenkor díjtalanul áll rendelkezésre  
műszaki szolgálatunk tervezési, kezelési  
és beépítési tanácsadással.

**SKF**

**SVÉD GÖLYÖSCSAPÁGY RÉSZVÉNYTÁRSASÁG**

BUDAPEST, IX., ÜLLŐI-ÚT 55. TELEFON: 0135-365



---

# SZÁZADOK

Főszerkesztő: ANDICS ERZSÉBET

A haladó magyar történetírás folyóirata, szocializmust építő népünk szolgálatában

Megjelenik negyedévenként a Magyar Történelmi Társulat szerkesztésében

Évi előfizetési ára egyéneknek 24.— Ft

Vállalatok, intézmények számára 120.— Ft

★

KIADJA:

A TUDOMÁNOYS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT  
BUDAPEST V. SZALAY UTCA 4. SZÁM

---

# IRODALOMTÖRTÉNET

Felelős szerkesztő: WALDAPFEL JÓZSEF

Ismerteti a magyar irodalom haladó hagyományait, harcol a burzsoá hamisítások ellen. Jelentős szerepe van a szocializmus építését elősegítő új irodalmi köztudat kialakításában

★

Megjelenik negyedévenként a Magyar Irodalomtörténeti Társaság szerkesztésében

★

Évi előfizetési ára egyéneknek . . . . . 24.— Ft  
Vállalatok, intézmények számára . . . . . 100.— Ft

★

KIADJA:

A TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT  
BUDAPEST V. SZALAY UTCA 4

---



# ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

7—8. szám.

## Kísérletek nagyátmérőjű könnyűfémszegecsek előállítására

DR BURAY ZOLTÁN

669.717:621.772

**Короткие изложение об испытаниях у производства заклепок из легких металлов при больших диаметрах.**

Заграничные литературные направления на мосты и конструкции грузоподъемных кранов из легких металлов. — Металлографические точки зрения выбора 12-ого рода материи заклепок. — Статические испытания из-за разрывания, стрижки и твердости сделаны с материями заклепок. — Головы заклепок образованные с гидравлическим прессом от 200 т. и с заклепающей подковой от 100 т. — О стригущих и стригущих-утомляющих испытаниях готовых заклепок. — Свойства заклепок с большими диаметрами которых могут пользоваться на практике; технологические предписания. — Точки зрения выбора соответствующей материи заклепок при больших размерах конструкций инженеров.

*Summary.*

**Experiments in connection with the production of large size lightmetal rivets.**

*By Dr. Zoltán Buray, M. Eng.*

References to foreign literature in regard to lightmetal bridges and cranes. Metallographical points to be observed selecting the most suitable one of the 12 different lightmetal rivet materials. Results of static ultimate tensile- and shearing strength, also Brinell hardness tests of these materials. Production of rivets by 200 tons hydraulic press and 100 tons capacity horseshoe type squeeze riveter. Tests carried out with the ready rivets for their shearing and shearing-fatigue strength. Properties and technological specifications of large diameter rivets for use in practical life. Points of view in selecting suitable rivet material for engineering constructions of large dimensions.

**Bevezetés.**

A vasszerkezetek igen nagy területén nagy jelentősége van a szerkezetek súlycsökkentésének. Ezért felmerült a probléma: a szerkezetek megépítéséhez acél helyett alumínium-ötvözet felhasználása. Természetesen az alumínium kis fajsúlyából eredő előny kihasználására a lehető legnagyobb szilárdságú alumínium-ötvözet kiválasztása a célszerű. Ezért a szerkezetek anyagául Dural-típusú (Al-Cu-Mg) anyagot kell felhasználni, amely anyagnak a hazai gyártás mellett pillanatnyilag a legjobb szilárdsági tulajdonságai vannak és a közön-

séges szerkezeti szén-acélét meghaladják. Tekintve, hogy a Dural-anyag magas szilárdsági értékeit csak nemesítés, azaz hőkezelés által éri el, az egyes elemek összeerősítését hegesztéssel megoldani nem lehet, mert a hegesztés körüli zóna a hőhatás következtében kilágyul. Ezért a kapcsolatok létesítésére az egyedüli út: a szegecselés. A nagyméretű szerkezetek anyaga természetesen aránylag nagy vastagságú lemezekből és idomdarabokból áll, melyek összeerősítése gazdaságosan csak megfelelő nagyátmérőjű szegecsekkel történhet, mert a nagy szegecsátmérők felé a palástnyomás értéke egyre kedvezőbb alakul. A szegecsek anyagának szintén Dural-típusúnak kell lennie, egyrészt azért, mert a szilárdsági követelményeket csak ez az ötvözet tudja kielégíteni, másrészt mert a Dural-típusú anyag — tehát réztartalmú alumínium-ötvözet — összeerősítését a korrozioveszély megelőzésére, célszerű ugyanazon ötvözet típusú anyaggal végezni.

A nagy átmérőjű, Dural-típusú szegecsek alkalmazásánál azonban bizonyos nehézségek merültek fel. Az egyik nehézség abban rejlik, hogy az anyag végleges szilárdságát csak hőkezeléssel és az ezt követő vízbenhűtés után való hosszabb pihentetéssel éri el. Ebből következik, hogy a szegecseseket — úgy, mint a vaszegecseseket — melegen fejelni nem lehet, mert az 500° C-ról való gyors lehűtést — mely a későbbi felszilárdulás alapfeltétele — csak a vízűtés biztosítja. A hidegen való szegecselés szükségességéből következik a második nehézség: a deformációs munka elvégzéséhez tekintélyes erőre van szükség, végül a harmadik probléma: olyan megfelelő ötvözet kiválasztása, amely ezt a nagymérvű hideg alakítást repedés és egyéb lényeges külső vagy belső defektus nélkül tűri.

Külföldön készítettek már egynéhány olyan nagy szerkezetet könnyűfémből, melyekhez nagyátmérőjű szegecseseket használtak fel, de az ezekről szóló irodalmi ismertetésekben csak elvétve találhatók a szegecsesek anyagára és még kevésbé a szegecselés technológiájára vonatkozó utalások. A hazai nagy alumínium-szerkezetek tervezéséhez és legyártásához



lényeges volt tehát kikeresni azokat a Dural-típusú ötvözeteket, amelyek nagy átmérő mellett kifogástalanul szegecselhetők, a tervezők számára megállapítani ezek szilárdsági tulajdonságait és a szegecselés technológiáját a legyártó üzem részére.

A nagyátmérőjű szegecsanyagok vizsgálatának tárgyalása előtt célszerű áttekinteni azokat a külföldi irodalmi utalásokat, amelyek a nagyátmérőjű alumíniumszegecs felhasználását feltételező nagyméretű alumíniumszerkezetekről szólnak.

### Irodalmi adatok.

A nagyméretű alumíniumszerkezetek sorából, melyeknél nagyátmérőjű szegecs felhasználása szükséges, a rendelkezésre álló külföldi irodalom csak néhány híd- és daruszerkezetéről számol be. Az alumíniumnak a hidászatban való felhasználására az első példa az amerikai pittsburgi Shmithfield Street-i közúti híd pályaszerkezetének átépítése volt. A híd 1882-ben épült vasból és a megnövekedett forgalom igényeit már nem tudta kielégíteni. 1933-ban a pálya szerkezetét teljesen alumíniumszerkezetté építették át, aminek következtében a szerkezet önsúlya 65%-kal csökkent. A pályaszerkezetre felhasznált anyag 42 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságú, 10 mm-es lemezvastagságú és 20 mm-es U-szelvényű Dural-anyag volt, míg a korlátok, tekintettel a gyárvidék erősen korrodálható levégőjét, antikorodálból készültek. (1, 2, 8, 9, 21.)

Az előbbihez hasonlóan építették át a 30-as években a Courington-Cincinnati-i és a Stratford-Bridgeport-i vasszerkezeti híd pályaszerkezetét is. (20)

Az első teljesen alumíniumból készült hídnyílás Massena mellett, a Grasse folyó feletti hétényílású vasúti híd egyik nyílása. Az egész nyílás 30,48 méter fesztávolságú és teljesen egy darabban daruval helyezték rá a pillérre. A szerkezet anyaga az amerikai 14 S—T jelzésű Dural-típusú anyag volt, amelynek szakítószilárdsága 46—48 kg/mm<sup>2</sup>, folyáshatára 35—38 kg/mm<sup>2</sup>, nyúlása 10%. A szegecselőpatkóval hidegen fejtelt, A 17 S—T, Dural anyagú szegecs maximumális átmérője 22 mm volt. E szegecs nyírószilárdsága 23 kg/mm<sup>2</sup> volt. A szerkezet összeerősítéséhez még 53 S—W (antikorodal) melegen fejtelt szegecsanyagot is felhasználtak. Ennek nyírószilárdsága körülbelül 17 kg/mm<sup>2</sup>. (2, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Az első tisztán alumíniumból készült teljes híd szerkezet a sunderlandi Hendon-Dock, nyitható, 27,3 méter fesztávolságú hidja. Itt az alumínium könnyűsége az emelésre szolgáló motor teljesítményének csökkentésében is szerepet játszik (2, 8, 9, 10). A híd lemezanyaga A. W. 15. G. (alumíniummal plattírozott Dural) szakítószilárdsága 40 kg/mm<sup>2</sup>, a sajtolt profilok A. W. 15. A., szintén Dural-típusú anyagból készültek. A szegecs anyagát nem adja meg egyik irodalmi ismertető sem.

Ugyancsak Amerikában, Kanadában épül a második teljesen alumíniumhíd, amelynek legnagyobb fesztávolsága 88 méter és Arvidában készül (2, 11, 12, 13). A híd szekrényfőtartókból, szegecselve készül Alcan (26 S—T) ötvözetből (Dural-típus). A legnagyobb lemezvastagság 12,7 mm. A szegecs anyagáról és a

szegecselés kivételéről az irodalomban nincs utalás. Hír van még egy Skóciában Pitlochry mellett építés alatt álló kisebb, teljesen alumínium hídról (14), közelebbi adat azonban erről sem jelent meg.

Az alumínium felhasználása szintén nagy jelentőségű a daruknál, ahol az önsúly csökkentése számos előnnyel jár. Ez a hajtómotorok kisebb teljesítményében és az alépítmény könnyebbségében is megnyilvánul. Az első 27,4 méteres fesztávolságú 10 tonna teherbírású futódaru Pantar-ból készült (antikorodal), a legnagyobb szegecs 13 mm átmérőjű volt. A darut három részben gyártották, és az egyes részeket a helyszínen horganyzott vascsavarokkal erősítették össze (15).

Egy-két kisebb alumíniumdaru épült Amerikában, melyeknek anyagvastagsága és ennek folytán a szegecs vastagsága 13 mm alatt maradt. Nagyobb daruk, az Alcoa által készített 22 méter fesztávolságú, 12,1 tonna teherbírású és a kanadai Dominion Bridge Co. által gyártott 31 méter fesztávolságú, 15 tonna teherbírású futó daru. E daruk anyagáról és a szegecselésről semmi közelebbi adat nem áll rendelkezésre. (18, 20, 21)

A kisebb, nagyobb szerkezeteknél felhasználható alumíniumötvözetekről és azok szerkesztési szabályairól az „Alumínium” című folyóiratban 1940—1944 közt P. Scherbernek jelent meg hosszabb cikksorozata (16, 17, 18, 19, 20), valamint az Engineering News-Record 1949 szeptemberi számában Steinmann közöl rövidebb összefoglalást. (2) Steinmann szerint a mérnöki szerkezetekben felhasználható lemezanyag a 14 S—T-jelű Dural-típusú, míg a hidegszegecs anyaga A 17 S—T, melynek nyírószilárdsága 23 kg/mm<sup>2</sup>. A szegecselést hidegen, patkóval kell végezni. A külföldiek által használt legnagyobb szegecsátmérő 7/8” (kb. 22 mm) az Alcoa hídszabályzata a Dural-típusú alumínium hidakhoz még vasszegecs, vagy hidegenvert 61 S—T (antikorodal-típusú) kis nyírószilárdságú szegecs ajánl (23). Dudley könyvében (24), amely a könnyűfémek mérnöki szerkezetekben való felhasználásáról szól, szegecsanyagul 2% Cu és 0,5% Mg-tartalmú ötvözetet ajánl.

Ezek az irodalmi adatok végeredményben két szegecsanyagot jelölnek meg, melyek közül az angolok által használt a Dudley-féle, melynek összetétele két főalkotóra ismeretes, de a megengedhető szennyezésekről adat nincs, míg az amerikaiak a 17 S—T jelű ötvözetípust használják, melynek összetétele 2,5% Cu és 0,3% Mg, a pontos összetétele azonban nem ismeretes. A szegecselés kivitelezéséről pedig csak annyit közöltek, hogy patkóval történik, de a pontos erőszükségletről adat nincs.

A kísérletek célja ezért a Dural-típusú anyagok közül azoknak az ötvözeteknek a kikeresése, amelyek jól fejelhetők és eléggé magas nyírószilárdságot adnak, valamint ezeknek az anyagoknak a fejezési erőszükségletének meghatározása és megállapítása annak a határnak, ameddig a nagyátmérőjű hidegenvert Dural-szegecs vastagságát növelni érdemes.

A továbbiakban a kísérletek leírásánál szereplő irodalmi hivatkozások kivétel nélkül 10 mm átmérő alatti, legtöbbször 2—6 mm szegecsátmérőkre vonatkoznak és a kísérletek végrehajtásánál csak támpontul használtuk fel.



### A kísérleti ötvözetek kiválasztása.

A legelső feladat a kísérletekhez felhasználásra kerülő ötvözetek összetételének meghatározása és a megfelelőnek látszó összetételek kiválasztása volt. Mint a bevezetőből kiténik, a vizsgálatok kizárólag Dural-típusú, tehát Al—Cu—Mg alapötvözetű anyagok vizsgálatára terjedtek ki. Ez az ötvözet típus úgynevezett nemesíthető ötvözet, amely végleges szilárdságát egy magasabb hőfokon végrehajtott homogenizálás, majd az ezt követő hidegvízben való lehűtés és hosszabb ideig tartó pihentetéssel éri el. *A hőkezelés magyarázata az, hogy az alumínium 548° C-on 5.5% Cu-t képes oldani, mint maximumot (32, 27, 30), míg szobatemperaturán a Cu-oldóképessége 0%. A homogenizáláskor az ötvözet hőfokát olyan magasra kell emelni, hogy a benne lévő Cu-oldatba menjen. Ez általában az összetételtől függően (2—45 Cu használatos) 480—510° C közötti hőmérsékletet jelent (26, 28, 29). E hőfokon bizonyos ideig tartva az anyagot a Cu-oldatba megv, majd a hirtelen, vízben való hűtés következtében az oldatból nem válik ki. Az anyag ezután bizonyos ideig jól alakítható, lágy állapotban van, majd szobahőfokon tartva 6—8 nap alatt felkeményedik és eléri végleges szilárdsági értékeit. A felkeményedés során a ki nem vált Al<sub>2</sub>Cu igen finom formában kiválik és a szemcsehatárok mentén helyezkedik el. Amennyiben a hőkezelés után az anyag pihentése nem a szobatemperaturán történik a magas disperzitású kiválás olyan intenzív lesz, hogy az anyag korrózióra érzékenyebb lesz és alakíthatósága is csökken (31, 25).*

Az Al-Cu kétalkotós ötvözetnek ezt a nemesíthetőségét az egyéb ötvözők és szennyezések bizonyos mértékben befolyásolják. Így a Mg és Mg<sub>2</sub>Si az AlCu oldóképességét bizonyos mértékben csökkentik. Pl 0.5% Mg mellett az Al csak 5% Cu-t tud oldatban tartani 533° C-on (33). Ha a Mg<sub>2</sub>Si az Al Cu oldóképességét bizonyos mértékben (31) (5/12-ére a Cu-tartalomnak), akkor az ötvözet nemesíthetősége erősen csökken, mert a Mg a többi alkotókat a vegyes kristályból leköti. Fuss, Petrov és Urazov szerint (26, 28, 33) a kis Mg-tartalom az Al<sub>2</sub>Cu kiválási energiáját megnöveli, ami viszont a szilárdság növekedését eredményezi (38). Szilárdságnövelő hatása van a Mn-ötvözőnek is, 0.5% Mn a keménységet közelítőleg 10 kg/mm<sup>2</sup>-rel emeli. Természetesen a szilárdság növelése az alakíthatóság rovására történik. A Mn a hőkezelést egyébként nem befolyásolja. Szegecsesanyagoknál, ahol az alakíthatóság nagyon fontos szerepet játszik, a Mg- és Mn-tartalmat olyan magasra kell megállapítani, hogy a lehető legmagasabb szilárdsági értékek mellett, az alakíthatóság még megfelelő maradjon. Ennek érdekében a vizsgálatra kerülő ötvözeteknél a Cu-tartalom mellett a Mg- és Mn-tartalmat is változtatni kellett.

A Si-tartalom (31, 34, 37) annyiban befolyásolja az ötvözetet, hogy a Mg-mal Mg<sub>2</sub>Si-t alkot és a Cu-oldóképességét csökkenti. Ez szegecsesanyagoknál annyiból érdekes, hogy csökkentett Cu-oldóképességnél a vegyeskristályos mező szűkül és ennek következtében a szegecsek hőkezelése igen pontos hőfoktartást követel. Ezért célszerű az alacsony Si-tartalmú szegecsesanyagok előállítására. Ha azonban az alacsony Si-tartalomhoz aránylag magas Mg-tartalmat választunk és a Mg:Si viszony az 1.73 értéket meghaladja, akkor a Mg az összes Si-ot Mg<sub>2</sub>Si formájában leköti és a maradék Mg- az Al-mal és Cu-mal Al—Al<sub>2</sub>Cu—Al<sub>6</sub>Cu<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub> hármas eutektikumot alkot, melynek olvadáspontja 500° C körül van. Így az ilyen összetételű ötvözetek —

I. táblázat.

A kísérleti ötvözetek összetétele

Ötv. szám	Alkotó	Névleges összetét	Elemzett összetét
1.	Cu	2.0	1.75
	Mg	0.3	0.35
	Mn	0.5	0.62
	Fe	—	0.23
	Si	—	0.15
2.	Cu	2.0	1.60
	Mg	0.6	0.56
	Mn	0.5	0.48
	Fe	—	0.19
	Si	—	0.18
3.	Cu	3.0	3.20
	Mg	0.3	0.28
	Mn	0.5	0.62
	Fe	—	0.19
	Si	—	0.16
4.	Cu	3.0	2.50
	Mg	0.6	0.52
	Mn	0.5	0.43
	Fe	—	0.20
	Si	—	0.17
5.	Cu	4.0	3.90
	Mg	0.3	0.26
	Mn	0.5	0.57
	Fe	—	0.20
	Si	—	0.18
6.	Cu	4.0	3.80
	Mg	0.6	0.45
	Mn	0.5	0.65
	Fe	—	0.23
	Si	—	0.20
11.	Cu	2.0	1.9
	Mg	3.0	0.35
	Mn	—	—
	Fe	—	0.15
	Si	—	0.07
12.	Cu	2.0	1.9
	Mg	0.6	0.64
	Mn	—	—
	Fe	—	0.17
	Si	—	0.06
13.	Cu	3.0	2.50
	Mg	0.3	0.32
	Mn	—	—
	Fe	—	0.16
	Si	—	0.09
14.	Cu	3.0	2.78
	Mg	0.6	0.65
	Mn	—	—
	Fe	—	0.15
	Si	—	0.08
15.	Cu	4.0	3.84
	Mg	0.3	0.33
	Mn	—	—
	Fe	—	0.15
	Si	—	0.07
16.	Cu	4.0	3.92
	Mg	0.6	0.61
	Mn	—	—
	Fe	—	0.12
	Si	—	0.08



és a kísérletekben főleg ilyenek szerepelnek — hőkezelését 500° C alatt kell végrehajtani (40).

A Fe (31, 34, 37) szennyezés nagyobb mennyiségben a hőkezelést megnehezíti, aminek okát szintén az oldóképesség csökkentésében kell keresni. Ezek miatt a Fe és Si szennyezést a lehető legalacsonyabbnak vettük.

E meggondolások után 12 ötvözet típus került vizsgálat alá olyképpen, hogy hat ötvözetben az Al-Cu és Mg mellett 0.5 Mn is volt, míg hat ötvözet Mn-mentesen készült. Az ötvözetek 2, 3, illetve 4% réztartalom mellett 0.3, illetve 0.6% Mg-t is tartalmaztak. Az ötvözetek alapanyaga 99.5, illetve 99.7% tisztaságú kohóaluminium volt a Fe és Si szennyezések alacsony tartása miatt. Az ötvözeteket 15 kg-os mennyiségben grafittegelyben gáztüzelésű kemencében állítottuk elő és belőlük vízhűtéses kokillában 135 mm Ø-jű préselési tuskók készültek. A tuskókat lefejezés és 125 mm Ø-re való hántolás után 16, 20 és 24 mm névleges átmérőjű rudakká sajtoltuk. A rudak valóságos átmérője a nyíróvizsgálatok és a szegecs nyíróvizsgálatok elvégzése miatt 15.7, 19.7 és 24.2 mm volt. Minden préstömbből, középről és szélről 2—2 kémiai elemzés készült az öntés homogenitásának, illetve a Cu fordított kiválásának megállapítására. A kész rudakból szintén elemzés készült, melyeket a Weiss Manfréd színképelemző laboratóriuma végzett el. Az utóbbinak elemzéseit a névleges összetétel megadása mellett a I. számú táblázat mutatja.

#### A szegecsrúdanyag sztatikus vizsgálatai

Mintán a nagy átmérőjű szegecses és szegecsanyagok vizsgálatára az irodalomban sehol semmiféle utalás nem volt található, a kísérletek megszervezésénél és azok végrehajtásánál kizárólag a kis átmérőjű, tehát 10 mm alatti szegecsanyagok vizsgálatáról szóló irodalomra lehetett támaszkodni és annak megállapításait a nagy átmérőjű szegecses vizsgálatára átültetni. A továbbiakban tehát az irodalmi utalások kivétel nélkül 10 mm átmérő alatti szegecsanyagokra vonatkoznak.

A szilárdsági tulajdonságok megállapítására a szegecsrudakon sztatikus húzókérdőleteket, keménységi méréseket és nyírókérdőleteket végeztünk. Tekintve, hogy az ugyanazon ötvözetből való anyagok szilárdsági tulajdonságai az átmérő növekedésével változnak, a vizsgálatokat minden anyagra és mind a három átmérőn elvégeztük. Minden mérést háromszor megismételtünk és a mérések középértékét kiszámítottuk. A méréseket a hőkezelt anyagon hajtottuk végre, ennek érdekében pontosan ugyanolyan hőkezelési feltételek mellett történt az anyagok nemesítése, mint amilyen hőkezelést a fejelés előtt az anyagok kapnak. Tekintve, hogy az anyagok összetétele 2%—4% réztartalom között változott és a Si-tartalmuk igen alacsony volt, gondosan meg kellett állapítani azt az optimális hőkezelést, amely mellett minden anyag egyformán és kifogástalanul hőkezelhető. Ez 495 ± 5° C-on sófürdőben való 20 perces hőfokon tartásból és az ezt követő 20°-os vízben való lehűtésből állt. A sztatikus vizsgálatok elvégzése a hőkezelést követő nyolc napig tartó szobahőmérsékleten való hevertetés után történt.

#### 1. Szakítóvizsgálat.

A szakítókérdőletek elvégzése céljából mind a 16, mind a 20 és 24 mm Ø-jű rúdanyagokból 10 mm Ø-jű és 10. d mérőhosszúságú vállas befogófejjel ellátott hengeres próbatestek készültek. A vizsgálatok minden anyagból és minden átmérőből 3—3 próbatesten készültek olyképpen, hogy 1—1 próbatesten a mérés 50 tonnás Alfa-rendszerű szakítógépen diagramfelvétel segítségével történt, 2—2 mérés 5 tonnás Amsler-rendszerű szakítógépen, amikor is a folyáshatár meghatározása Amsler-féle nyúlásmérővel történt. A mérések folyamán megállapításra került az anyagok 0.2%-os maradé nyúláshoz tartozó szilárdsági értéke (folyáshatár), a szakítószilárdsága, a 10. d hosszúságra vonatkoztatott teljes nyúlása és a kontrakció. A mérések az Alfa-gépen 2 mm/perc sebességgel történtek, míg az Amsler-gépen a terhelés a nyúlásmérés miatt kézi erővel lépcsőzetesen történt. A mérések adatait és a középértéket a II, III., és IV. számú táblázat mutatja.

#### II. táblázat.

16 mm Ø-jű, nemesített rúdanyag szilárdsági értékei

Anyag jele	Folyáshatár		Szakítószil.		Telj. nyúlás		Kontrakció	
	$\sigma_{0.2}$ kg/mm <sup>2</sup>		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>		$\delta_{10}$	$\epsilon_0$	$\varphi$	
	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép
1. A	19.2		32.6		18.0		51.0	
B	16.6		31.4		19.2		33.2	
C	17.4	17.3	32.3	31.8	18.6	18.6	48.4	44.0
2. A	—		41.6		17.0		32.5	
B	25.2		41.4		15.7		35.1	
C	25.1	25.1	41.6	41.5	16.6	16.4	29.8	32.5
3. A	—		37.7		12.0		48.0	
B	21.7		36.7		14.3		41.9	
C	20.7	21.0	36.1	36.8	14.3	13.5	47.5	46.2
4. A	27.0		38.9		21.0		51.0	
B	33.9		39.4		21.7		52.9	
C	24.4	25.1	39.6	39.3	21.4	21.3	52.8	52.2
5. A	26.5		38.5		15.0		36.0	
B	21.4		37.3		15.5		38.0	
C	23.9	23.0	40.0	38.5	14.3	15.0	40.7	38.5
6. A	—		45.2		—		48.0	
B	30.1		46.3		18.8		45.5	
C	30.7	30.4	46.4	46.0	18.2	18.3	42.7	45.4
11. A	12.7		22.4		28.0		73.0	
B	13.7		27.3		25.5		68.9	
C	11.8	12.7	24.5	24.7	19.6	24.4	71.1	71.0
12. A	18.2		29.8		28.0		67.8	
B	16.3		31.1		29.2		64.5	
C	16.9	17.0	30.5	30.4	26.6	27.9	69.0	67.1
13. A	17.8		26.7		24.0		70.2	
B	18.5		32.0		19.2		59.7	
C	17.5	17.9	31.7	30.1	19.6	20.3	61.7	64.9
14. A	22.2		34.1		32.0		65.0	
B	20.2		34.8		26.9		59.5	
C	20.2	20.9	35.0	34.6	28.0	29.0	64.3	62.9
15. A	21.9		33.9		21.0		57.5	
B	17.7		32.3		19.4		51.3	
C	20.3	20.0	34.1	33.4	20.4	20.3	51.7	53.8
16. A	—		35.2		26.0		48.0	
B	21.4		36.3		26.2		48.2	
C	21.2	21.3	36.1	35.9	24.8	25.7	48.8	48.3



## III. táblázat

20 mm Ø-jű, nemesített rúdanyag szilárdsági értékei

Anyag jele	Folyáshatár		Szakítószil.		Telj. nyúlás		Kontrakció	
	$\sigma_{0,2}$ kg/mm <sup>2</sup>		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>		$\delta_{10}$	$\epsilon_0$	$\varphi$	$\epsilon_0$
	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép
1. A	18.6		38.6		20.0		51.0	
B	18.2	18.4	31.9	31.3	19.2	19.6	61.6	51.3
2. A	18.6		32.3		19.0		52.0	
B	18.8		33.3		20.8		57.6	
C	18.9	18.8	33.4	33.0	20.2	20.0	50.9	53.5
3. A	—		39.0		20.0		51.0	
B	24.3	24.3	39.8	39.4	21.5	20.7	43.6	47.3
4. A	—		38.4		21.0		55.0	
B	24.1	24.1	38.9	38.6	19.5	20.2	46.7	50.8
5. A	23.7		36.6		20.0		55.0	
B	21.8	22.4	36.8	36.7	20.9	20.4	46.3	50.6
6. A	30.1		45.4		19.7		43.7	
B	28.8		44.8		20.0		46.0	
C	30.6	29.3	45.8	45.3	20.2	20.0	43.1	44.2
11. A	15.8		26.5		31.0		73.0	
B	14.0		27.1		—		69.7	
C	14.1	14.6	27.6	27.0	27.4	29.2	67.9	70.2
12. A	13.8		25.6		28.0		75.0	
B	16.0		30.4		26.6		69.6	
C	15.9	15.2	30.3	28.0	27.4	27.3	69.0	72.1
13. A	18.0		31.0		26.0		61.0	
B	16.8		31.6		25.5		62.5	
C	17.0	17.3	31.6	31.4	—	25.7	61.9	61.8
14. A	20.0		34.0		27.0		64.0	
B	19.6		34.5		27.3		63.7	
C	19.4	19.7	34.2	34.2	26.4	26.9	63.0	63.5
15. A	21.5		36.2		26.0		64.0	
B	21.3		36.7		26.9		61.5	
C	21.3	21.3	36.6	36.5	26.7	26.5	61.5	62.3
16. A	27.7		42.5		27.0		61.0	
B	23.4		38.5		24.2		60.3	
C	23.5	24.8	38.9	40.0	27.5	26.2	61.1	60.8

## 2. Nyíróvizsgálat.

A szegecsrudak nyírószilárdságának megállapítására és későbbiekben a kész szegecs nyírószilárdságának megállapítására három nyíróberendezést használtunk. A nyíróberendezések a vékony szegecs nyírásánál szerzett tapasztalatok irodalmi ismertetéseinek felhasználása alapján készültek. Schmidt és Muster (41) alapvető kísérleteket végeztek a repülőgépipar számára az egységes nyírókészülék megteremtésére. A lehető legtökéletesebb nyírás megvalósítására szükséges az, hogy a nyírásra igénybevett rúd ne kotyogjon a készülékben, hasonlóképpen kettősnyírás esetén a nyírónyelvnek toleranciája is a lehető legkisebb legyen a hevederekhez képest. Schmidt és Muster kimutatták, hogy amennyiben a szegecsrúd a nyírófúratban lazán helyezkedik el, a valóságnál kisebb nyíróértéket kapunk. Szerintük kisebb átmérőnél kevésbé, nagy átmérőnél jobban csökken a nyírószilárdság értéke (3.5 és 6 mm Ø-jű szegecsdrót mérésnél). Ők a megengedett toleranciát 0.1 mm-ben állapították meg. Ez a megállapítás egyezik Rajakovics—Blohm (42) és Kraetsch (43) megállapításával is.

A nyírónyelv és nyíróhevederek közti játékot a lehetőség szerint a legminimálisabbra kell választani, mert csak ezáltal lehet tökéletes nyírást megvalósítani. Lényeges, hogy súrlódás ne lépjen fel, mert ez az eredményeket meghamisítaná. A játék növekedésével szintén kisebb nyírószilárdsági értéket nyerünk a valóságosnál. A lehetőség szerint, tehát itt is 0.1 mm legyen a játék. (41)

Harmadik kérdés a nyelv és a heveder vastagsága a szegecsátmérőhöz viszonyítva. Mind Schmidt és Muster, mind pedig Rajakovics és Teubler (49) cikkei szerint a legrealisabb érték nyerhető akkor, ha a nyírónyelv és hevederek vastagsága egyaránt megegyezik a szegecsátmérő vastagságával.

Ezek megállapítása után 1—1 nyírókészülék készült a 16, 20, illetőleg 24 mm vastagságú szegecsre, ezek rendre 16, 20, illetőleg 24.5 mm Ø-jű fúratokkal voltak ellátva,  $\pm 0.01$  mm tűréssel. A nyelv és hevederek közti játék 0.1 mm volt, míg a nyelv, illetőleg hevederek vastagsága a szegecsátmérőkkel megegyezett. A nyírókészülék műhelyrajzát az 1. ábra, a 24 mm Ø-jű szegecs nyírására szolgáló s a szakítógéphez befogott készüléket pedig a 2. ábra mutatja.

Tekintve, hogy a kipróbált rudak átmérője a későbbeni fejelés következtében beálló, vas-

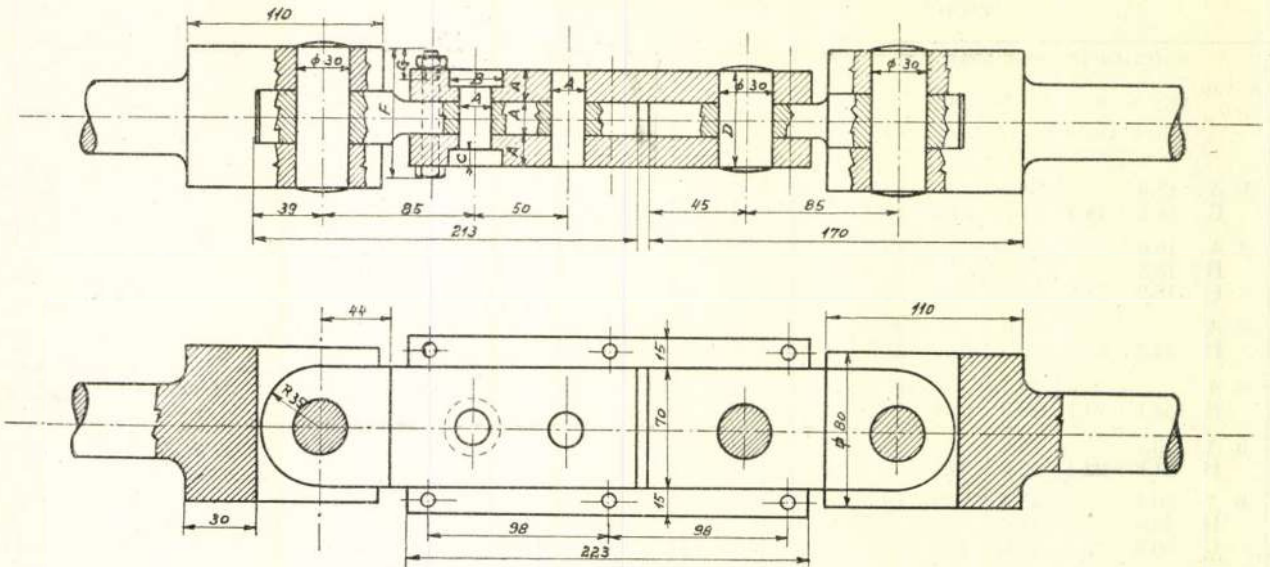
## IV. táblázat

24 mm Ø-jű, nemesített rúdanyag szilárdsági értékei

Anyag jele	Folyáshatár		Szakítószil.		Telj. nyúlás		Kontrakció	
	$\sigma_{0,2}$ kg/mm <sup>2</sup>		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>		$\delta_{10}$	$\epsilon_0$	$\varphi$	$\epsilon_0$
	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép	mérés	közép
1. A	16.3		28.0		26.0		58.0	
B	15.5		29.5		21.7		54.6	
C	20.0	17.6	34.6	29.0	25.9	24.5	53.5	55.4
2. A	21.7		35.7		—		46.0	
B	21.6	21.7	36.6	36.1	17.2	17.2	43.7	44.8
3. A	24.5		37.8		14.0		42.0	
B	23.6	24.0	37.0	37.4	—	14.0	39.4	40.7
4. A	23.7		36.4		—		50.0	
B	22.3	23.0	36.9	36.7	21.0	21.0	47.5	48.7
5. A	—		41.8		17.0		42.0	
B	27.1	27.1	42.3	42.0	18.0	17.5	36.1	39.0
6. A	29.0		40.8		20.0		46.0	
B	28.0		43.5		21.1		41.4	
C	27.8	28.2	43.6	42.6	19.5	20.2	43.1	53.5
11. A	—		26.5		—		72.0	
B	14.2		26.9		21.0		71.9	
C	14.3	14.3	27.6	27.0	—	21.0	69.8	71.4
12. A	16.6		29.3		25.0		50.0	
B	15.5		29.6		28.8		67.1	
C	15.4	15.8	29.7	29.5	26.8	26.8	63.5	60.2
13. A	18.0		32.3		—		52.5	
B	16.9		31.2		26.0		60.4	
C	18.1	17.7	31.8	31.7	25.5	25.7	56.5	56.4
14. A	22.4	22.4	34.7	34.7	24.0	24.0	65.0	65.0
15. A	22.3		33.6		25.7		55.0	
B	21.0		36.2		25.7		59.0	
C	21.1	21.5	36.3	35.3	25.2	25.4	61.6	58.5
16. A	24.5		38.0		26.0		57.0	
B	23.4		39.0		25.3		48.6	
C	23.6	23.9	39.4	38.8	26.4	28.8	62.5	56.0



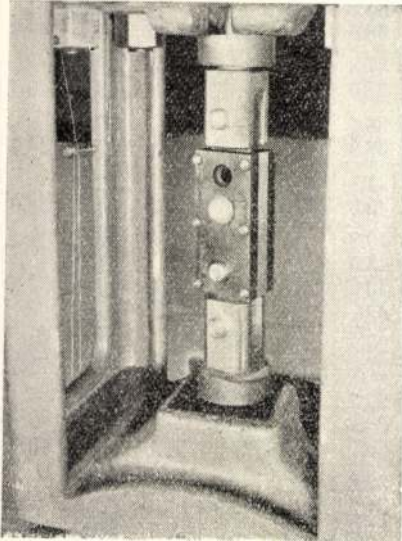
## Nyiró készülék.



1. ábra.

tagodás miatt 0.3 mm-rel vékonyabbak voltak, a rúdanyagok nyiróvizsgálatánál 0.3 mm-es játékkal kellett számolni. Ez a tény a nyirószilárdság értékeit az előzőek szerint valamivel leszállította.

Hasonlóképpen befolyásolta a nyirószilárdság értékeit a valósághoz képest az, hogy a nyirópórák keménysége a sztatikus nyiróvizsgálatnál 800 kg/mm<sup>2</sup> Vickers volt, szemben a Dural-anyagok átlagos 100 kg/mm<sup>2</sup> keménységével. Rajakovics és Teubler kísérleteik alkalmazásával (48) 4 mm Ø-jű Dural-szegecsnél, nemesített Dural-anyagú nyirókészülékben 23.7 kg/mm<sup>2</sup> nyirószilárdságot kaptak, míg acél nyirókészülékben ugyanennek az anyagnak



2. ábra.

nyirószilárdsága 21.2 kg/mm<sup>2</sup>-nek adódott. Ez a tény, tekintve, hogy a kísérletek folyamán ugyanazt a nyirókészüléket használtuk minden mérésre, csak azt jelenti, hogy az összes nyirószilárdsági érték valamivel alacsonyabb a valóságnál.

A német irodalomban az 1939–42-es években nagy vita folyt a nyírás sebességének

V. táblázat.

16 mm Ø-jű nemesített rúdanyag nyirószilárdsági értékei

Anyag-szám	Próba jele	Nyiró erő	Nyirószilárdság	
			τ kg/mm <sup>2</sup>	
			mérés	közép
1.	A	7.6	18.9	18.9
	B	7.6	18.9	
	C	7.6	18.9	
2.	A	8.6	21.3	21.2
	B	8.5	21.1	
	C	8.5	21.1	
3.	A	9.0	22.3	22.3
	B	9.0	22.3	
	C	9.0	22.3	
4.	A	9.9	23.5	23.5
	B	9.9	23.5	
	C	9.9	23.5	
5.	A	10.1	24.9	24.8
	B	10.0	24.8	
	C	10.0	24.8	
6.	A	10.8	26.8	26.6
	B	10.8	26.8	
	C	10.6	26.3	
11.	A	7.8	19.3	19.4
	B	7.8	19.3	
	C	7.9	19.6	
12.	A	8.35	20.7	20.7
	B	8.32	20.6	
	C	8.36	20.7	
13.	A	9.15	22.7	22.8
	B	9.2	22.8	
	C	9.23	22.9	
14.	A	9.6	23.8	23.8
	B	9.6	23.8	
	C	9.6	23.8	
15.	A	9.7	24.0	24.0
	B	9.6	23.8	
	C	9.8	24.3	
16.	A	10.2	25.3	25.3
	B	10.2	25.3	
	C	10.25	25.4	



VI. táblázat.

20 mm Ø-jű nemesített rúdanyag nyírószilárdsági értékei

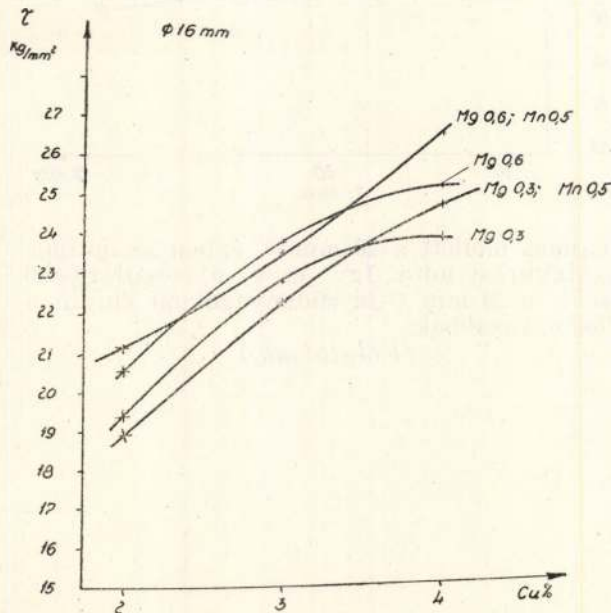
Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ kg/mm <sup>2</sup>	
			mérés	közép
1.	A	11.0	17.6	17.6
	B	11.0	17.6	
	C	11.0	17.6	
2.	A	7.9	12.7	12.8
	B	7.9	12.7	
	C	8.1	13.0	
3.	A	13.7	21.9	21.8
	B	13.6	21.9	
	C	13.6	21.8	
4.	A	15.0	24.0	24.0
	B	15.0	24.0	
	C	15.0	24.0	
5.	A	15.7	25.2	25.0
	B	15.6	25.0	
	C	15.5	24.8	
6.	A	16.9	27.2	27.1
	B	16.8	27.1	
	C	16.7	27.0	
11.	A	11.6	19.3	19.3
	B	11.6	19.3	
	C	11.6	19.3	
12.	A	12.4	20.7	20.8
	B	12.45	20.75	
	C	12.5	20.9	
13.	A	13.5	22.5	22.7
	B	13.6	22.7	
	C	13.7	22.8	
14.	A	14.6	24.3	24.3
	B	14.5	24.2	
	C	14.6	24.3	
15.	A	15.6	26.0	25.9
	B	15.5	25.8	
	C	15.6	26.0	
16.	A	16.7	27.8	27.9
	B	11.75	27.9	
	C	16.8	28.0	

a nyírószilárdság értékére való befolyásáról. Rajakovics és Blohm ugyanis megállapították (42), hogy a nyírás sebessége a hidraulikus, vagy mechanikus meghajtású szakítógépeken — ingás, vagy mérlegsúlyos erőmérőberendezésen mérve az erőt — a kapott nyírószilárdsági értékekre erős befolyással van. Szerintük ilyen gépeken a nyírást 10 mm/perces sebesség alatti előtolással kell végrehajtani. Ezzel szemben Matthaes (44) indikátoros erőmérőt alkalmazva bebizonyította, hogy a nyírószilárdság értékei extrém kis- és nagysebességek alkalmazása mellett sem változnak. A hosszú irodalmi vita (45, 46, 47, 48 és 50) végén bebizonyosodott, hogy az általában használatos szakítógépeken a mérőberendezések tehetetlensége miatt 10—15 mm/perc szakítási sebesség fölött mért nyírószilárdság, a valóságosnál nagyobbak adódik. Ezért a Műegyetem Mechanikai Technológiai Intézetének Alfa-rendszerű, 50 tonnás univerzális szakítógépén készült méréseknél az előtolás sebessége 2 mm/perc volt.

VII. táblázat.

24 mm Ø-jű nemesített rúdanyag nyírószilárdsági értékei

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ kg/mm <sup>2</sup>	
			mérés	közép
1.	A	17.2	18.5	18.6
	B	17.3	18.6	
	C	17.3	18.6	
2.	A	18.9	20.3	20.4
	B	18.9	20.3	
	C	19.0	20.5	
3.	A	20.0	21.5	21.5
	B	20.1	21.6	
	C	20.0	21.5	
4.	A	21.8	23.4	23.4
	B	21.8	23.4	
	C	21.7	23.3	
5.	A	22.3	24.0	24.1
	B	22.4	24.0	
	C	22.4	24.1	
6.	A	23.8	25.6	25.5
	B	23.9	25.7	
	C	23.5	25.1	
11.	A	16.0	17.2	17.1
	B	15.9	17.1	
	C	15.9	17.1	
12.	A	17.2	18.5	18.5
	B	17.2	18.5	
	C	17.1	18.4	
13.	A	17.4	18.7	18.7
	B	17.4	18.7	
	C	17.4	18.7	
14.	A	19.4	20.9	20.8
	B	19.3	20.7	
	C	19.4	20.9	
15.	A	20.3	21.8	21.8
	B	20.2	21.7	
	C	20.3	21.8	
16.	A	21.8	23.4	23.5
	B	22.0	23.7	
	C	21.7	23.3	

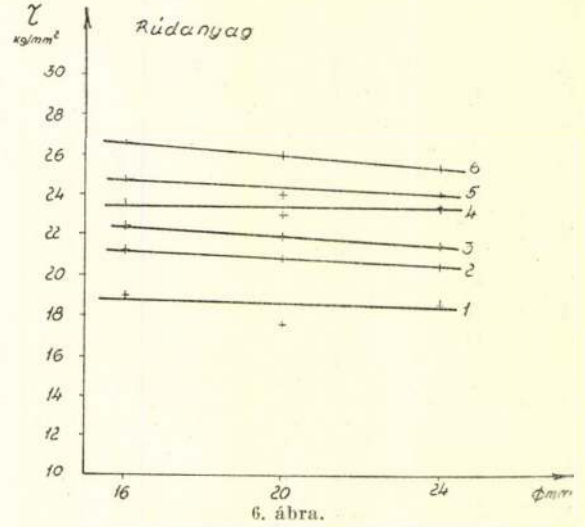
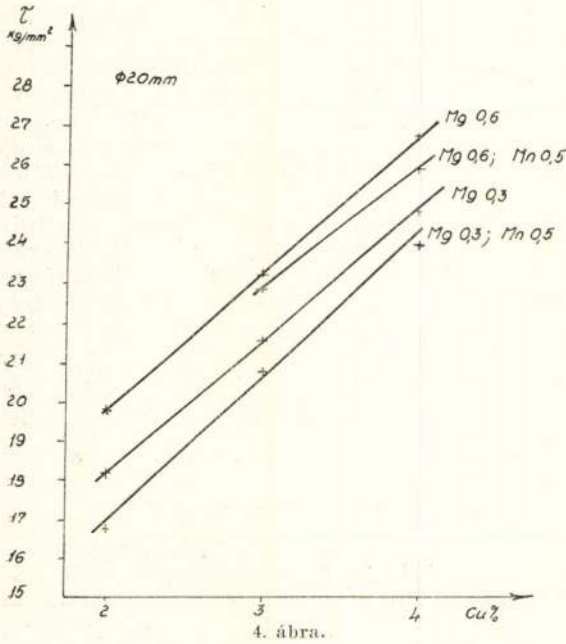


3. ábra.

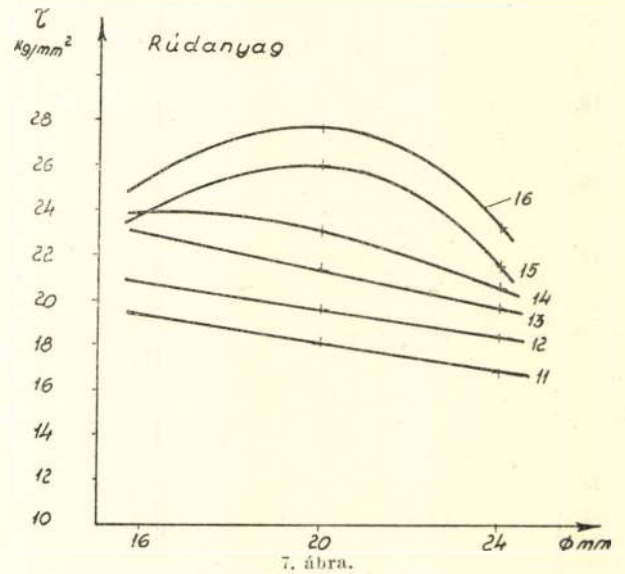
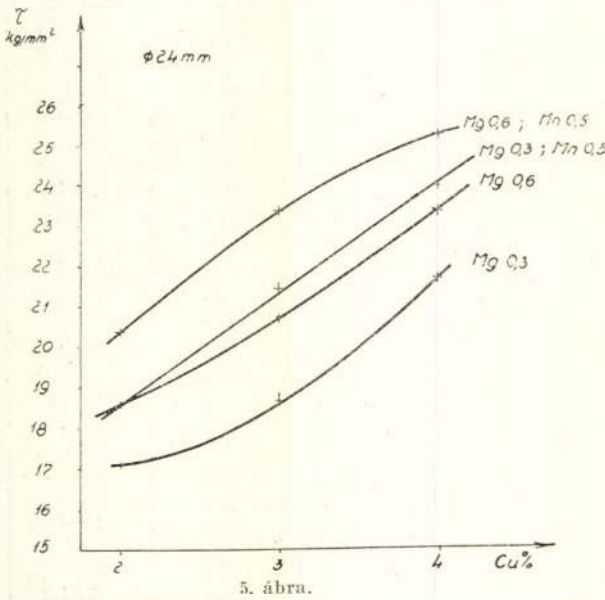


A nyírókísérleteket minden anyagon és minden átmérőből 3-3 próbatesten végeztük, a jó középérték céljából a próbatesteket a fentiek szerint hőkezeltük és a hőkezélést követő 8. napon elnyírtuk. A mérések eredményeit a V.,

amíg a Cu-tartalom növekedésével a nyírószilárdság általában lenéárisan nő, addig az átmérő növekedésével, ugyanazon anyagon belül a nyírószilárdság általában csökken. Ennek magyarázatát a préselésben kell keresni.



Ugyanis az egyes anyagokat egyazon recipiensből sajtoltuk ki és így az átgyúrás mértéke a nagyobb átmérők felé csökkent. Kivételt képez a 15. és 16. anyag, amelynél úgylátszik az adott



VI. és VII. számú táblázat mutatja. A nyírószilárdság növekedését az ötvözők függvényében a 3., 4. és 5. számú diagram, az átmérők függvényében pedig a 6. és 7. sz. diagram mutatja. A diagramokból megállapítható, hogy

recipiens mellett a 20 mm  $\varnothing$  éppen az optimális átgyúrást adta. Így ezek nyírószilárdsági értékei a 20 mm  $\varnothing$ -jű rúdanyagoknál kiugróan a legmagasabbak.

(Folytatjuk.)



# Könnyűfém tartályok és palackok alkalmazása és méretezése

VOJNICH PAL

622:621, 95:669, 2

Павел Войнич:

**Об измерении легких методических банов и бутылок.**  
Краткое изложение.

Статья познакомит с областью употребления легких металлических банов и бутылок; выявляет этих пользу применения, по отношению и железным бутылкам — особенно в провизантском и химическом промышленности. Соединяет точку зрения выбора материю обращающая внимание на требования механической устойчивости, химического сопротивления и производительности, т. е. клёпки, сварки протягивании.

Она занимается измерением банов и бутылок. Дает принципы о расчёт толщины стены цилиндрического бутылка и бычужного ана у него при случае внутреннего и внешнего задаления. На конец познакомит отечественные и самые новые заграничные предписания.

## Dimensioning of Lightmetal tanks and cylinders.

By Paul Vojnich.

The article deals with the tanks and cylinders manufactured of lightmetals; the fields in which these metals are extensively and conveniently used; the advantages of their employment compared with receptacles made of steel for the same purposes. It shows also how the food-preserving- and chemical industries benefit by their profuse adoption. The author then renders a detailed description of the kind of materials to be selected for the manufacture of any particular class of containers, with special view to their mechanical properties and chemical resistance; giving also due regard to the requirements of working in connection with riveting, welding and deap-drawing.

In the second part of the article is expounded the dimensioning of these tanks and cylinders. The principles are given for the calculation of the wallthickness of cylindrical tanks and the same with bulging-bottoms at inner and outer excess-pressures.

To conclude, the author registers the latest Hungarian and foreign specifications relating to lightmetal products.

Paul Vojnich.

## Dimensionieren von Leichtmetall Behälter und Flaschen.

Im Artikel werden die Gebrauchsgebiete der Leichtmetall Behälter und Flaschen beschrieben; und die Vorteile deren gegen den Eisenbehälter, insbesondere in der Nahrungsmittel und chemischen Industrie behandelt. Die Gesichtspunkte des Rohmaterialauswahles werden zusammengefasst, mit Hinsicht auf die Forderungen der mechanischen Festigkeit, der chemischen Widerstandsfähigkeit und Herstellbarkeit, d. h. Nieten, Schweißen, Tiefziehen u. s. w.

Der zweite Teil befasst sich mit dem Dimensionieren der Behälter und Flaschen. Gibt die Richtlinien für die Berechnung der Wandstärke für zylindrischen Behälter und für gewölbte Behälterboden bei inneren und äusserer Überdruck.

Zuletzt wird ein Überblick über die neuesten in- und ausländischen Vorschriften gegeben.

Az alumíniumból és ötvözetéből készült tartályok és palackok egyre fokozódó felhasználásának és elterjedésének okai magának az alumíniumnak fizikai és kémiai tulajdonságaiból adódnak. Ezek a tulajdonságok egyúttal kijelölik az ipar azon területeit — nevezetesen az élelmiszer- és kémiai ipar számos ágazatát — ahol az alumínium, mint új fém az eddig használt nehézfémeket mindinkább kiszorítja.

Megvizsgálva az alumíniumnak és ötvözetének fontosabb fizikai tulajdonságait — amelyek a vassal, rézzel és egyéb anyagokkal szembeni felhasználását indokoltá teszik — megállapítható, hogy ennek elsősorban a könnyű fajsúly (2.7 kg/dm<sup>3</sup>) az alapja. Ez értéktől a használatos ötvözetek fajsúlyja is legfeljebb csak egytizedegységgel tér el. (I. sz. táblázat.) Ennek révén jelentős megtakarítások érhetők el a szállítóeszközökre — vasúti kocsikra és tehergépkocsikra stb. — szerelt tartályok, tankok, transzport-hordók és palackok esetében. A gyakorlati tapasztalatok ugyanis azt mutatják, hogy a helyesen méretezett és kivitelezett alumínium transzport-edények a vasedényeknél kb. 50–60%-kal könnyebbek. Az ebből származó előny mind a kisebb vonóerőszükséglet, mind a hasznos teher növelésének lehetősége bővebb bizonyításra nem szorul. Könnyűfém tartályoknál és palackoknál további előny származik az alumínium jó hő- és fényvisszaverő képessége folytán. Az alumínium hővisszaverő képessége ultravörös (meleg) sugárzás esetén hengerfényes állapotban kb. 90%-os, az ultraibolya és látható fényvisszaverő képessége pedig szintén alig marad el a fenti értéktől. E tulajdonságának a gyakorlatban különösen a nyári napsütésnek kitett tartályoknál van jelentősége, mert a könnyűfémek a fény- és hő sugarak legnagyobb részét visszaverik, miáltal a tároló folyadék hőfoka nem változik olyan mértékben, mint más fémekben tárolt edényekben. Az alumínium e tulajdonságán alapszik egyébként a jól ismert Alfól-hőszigetelési eljárás is, amit az 1. és 2. sz. ábrákon látható



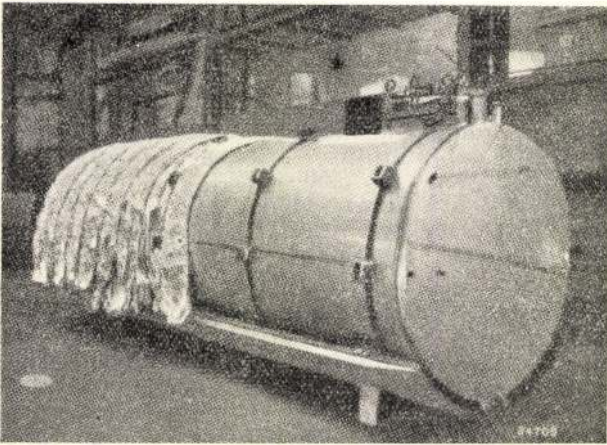
1. sz. ábra. Al-Mn ötvözetből készült vasúti tartálykocsi tejszállításra 20.000 liter befogadóképességgel.



1. táblázat

Fém	Fajsúly gr/cm <sup>3</sup>	Fajmeleg (0–200°) Cal/g C°	Hőtágulási együttható 20–200° C-ig	Hővez. kép. Cal/m 10° C	Elektr. vez. kép. m/mm <sup>2</sup>	Olv. p C°	Rug. mod. kg/mm <sup>2</sup>
Raf. Al	27	0'23	24·10 <sup>-6</sup>	185	37–38	660	6000–6500
Al. 99'5	27	0'23	24·10 <sup>-6</sup>	180	34–36	658	
Al–Mn/1–2%	27	0'22	24·10 <sup>-6</sup>	160	22–28	650	
Al Mg 0'5–1% Si 0'5–1'5% Mn 0'5–1%	27	0'22	23·10 <sup>-6</sup>	125–160	24–32	590–645	4500–7200
Al Cu 3'5–5% Mg 0'2–1'5% Mn 0'2–1'5%	27	0'22	23·10 <sup>-6</sup>	125	20–30	520–650	4500–7200
Fe	78	0'12	12·10 <sup>-6</sup>	40–60	10	1530	20000–22000
Cu	89	0'10	16·10 <sup>-6</sup>	300	58	1085	12000

Al és ötvözetei fizikai tulajdonságainak a Fe és Cu-al összehasonlító táblázata



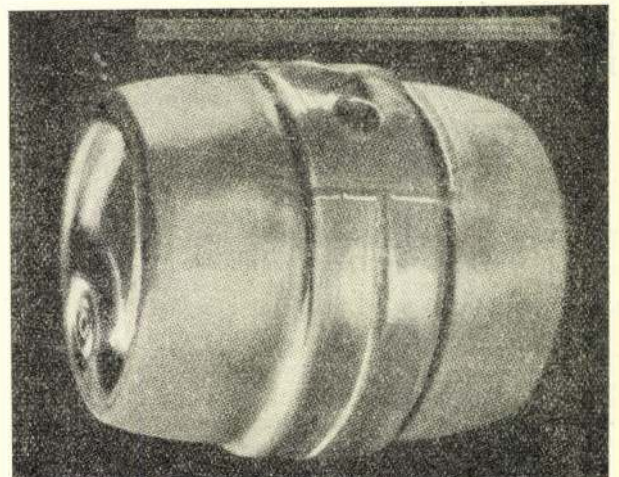
2. sz. ábra. Tejszállításra szolgáló tartály Alfol-hőszigetelése. A szigetelés alumínium fólia rétegekből áll, amit egy külső köpeny vesz körül. A tartályra felerősített, fából készített kis bakok a tartály és a köpeny közti távolság betartására szolgálnak.

tejszállítótartályok szigetelésére is felhasználnak.

Az alumínium kémiai tulajdonságai közül az élelmiszeriparban tartályanyagként való felhasználásánál a legfontosabb előny, hogy egyike azon fémnek, amely a szervezetre teljesen ártalmatlan. Az idevonatkozó kísérletek kimutatták, hogy a könnyűfémedényekben tárolt ételek alumíniumtartalma alig haladja meg azt a mennyiséget, amely igen sok emberi tápláléknak természetes alkotó eleme. Mivel összes sója szintelen — míg a többi fém sója legtöbbször maga is színes és erősen színező hatású —, ezért az alumíniumvegyületek a velük érintkező anyagokat még oldás, vagy korrózió esetében sem színezik el, vagy festik meg. Ennek köszönhető, hogy mindazoknál a folyadékoknál, ahol lényeges, hogy a folyadék színe ne változzék meg, a könnyűfémből készült tartályok előnyösen alkalmazhatók. Erre vonatkozó példák a 3., 4. és 5. számú ábrákon láthatók. Nagyon sok raffinált tiszta preparátum, pl. koncentrátum

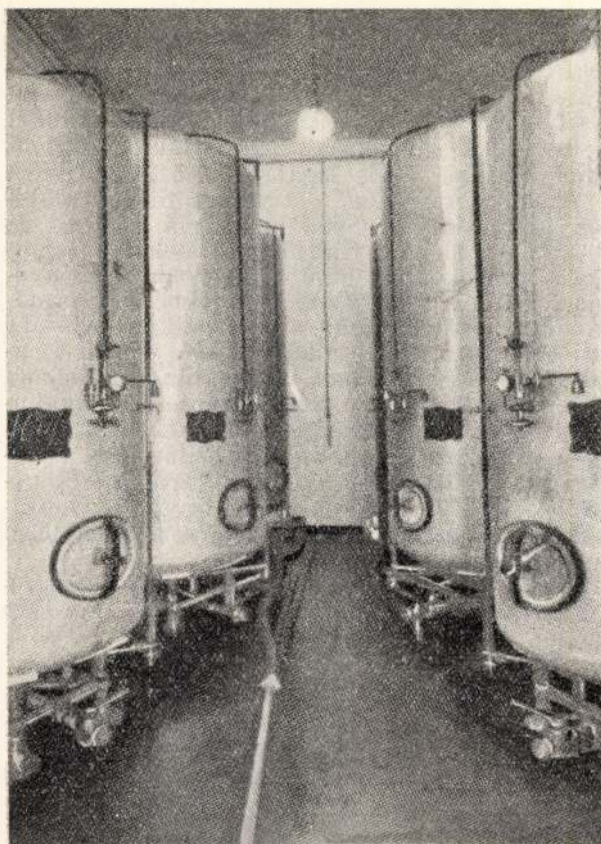
salétromsav előállítására, továbbá tárolására és szállítására csak alumíniumtartályok segítségével volt jól megoldható. Az azelőtt használatos ónozott, vagy horganyzott vasból épített tartályok élettartama mindig a védőréteg állapotától és karbantartásától függött. Ha ezekenél az amúgy is vékony védőréteg megsérült, vagy hibássá vált, az alatta lévő fém igen rövid időn belül tönkrement. Az alumíniumból készült tartályoknál a vékony védőréteg folytonossági hiányának a veszélye nem forog fenn, ezenkívül karbantartása is olcsóbb, mert a védőréteget nem kell állandóan felújítani.

További felhasználási területe van az alumíniumtartályoknak a petróleumiparban, ahol szabadban álló olajtárolótartályokat készítenek alumíniumötvözetből. Itt szintén az alumínium hő- és fényvisszaverőképességének köszönhető, hogy a könnyűfémtartályokban tárolt olaj párolgási veszteségei kisebbek. Ilyen tartályok láthatók a 6. sz. ábrán. Benzín szállítására szolgáló tankkocsit ábrázol a 7. számú ábra.



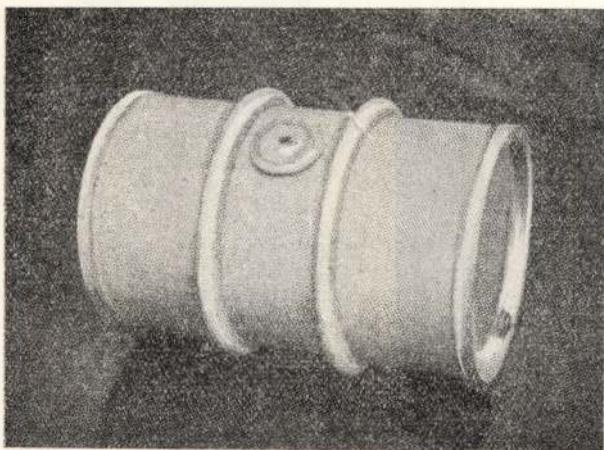
3. sz. ábra. 60 literes söröshordó. 2 mélyhúzott darabból előállítva és közepén összehégesztve.



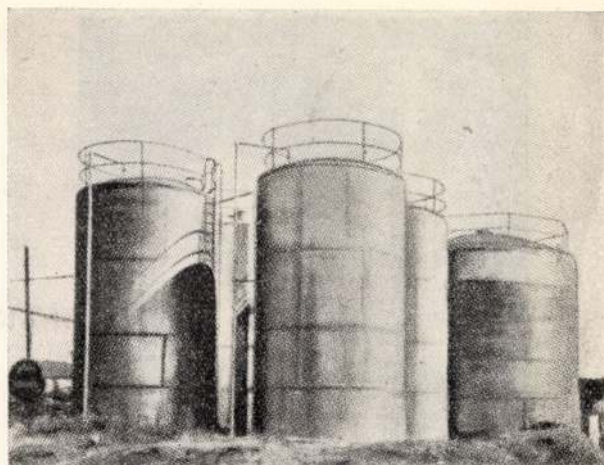


4. sz. ábra. Sör tárolására szolgáló tartályok. Belső parafin védőréteg, vagy megfelelő lakk alkalmazásával ezen edények must tárolására is alkalmasak.

Jó alakíthatósága folytán az alumíniumot sűrített cseppfolyósított, vagy nyomás alatt oldott gázok tárolására és szállítására szolgáló palackok készítésére is alkalmazzák. Itt elsősorban a hazánkban közismert propán-butángáz befogadására szolgáló MAORT-palack említhető meg, amely kétféle nagyságban készül. A kisebbik 5 kg, a nagyobbik 11 kg gáz befogadására alkalmas. A palack anyaga antikorródal (Al—Mg—Si), üres súlya 3,8 és 5,5 kg, az üzemi nyomás max. 12—14 atm., próbanyomás 22 atm. További példák láthatók



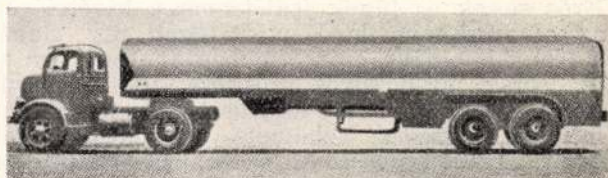
5. sz. ábra. Al-Mn-ötvözetből készült alkohol transzporthordó. Mivel az alkoholban oldott víz bizonyos idő múltán a fémet megtámadná, szükséges a hordó belső felületvédelemmel korrozioállóvá tenni.



6. sz. ábra. Olajtároló tartályok argonarc-hegesztéssel összerősítve.

a 8. és 9. számú ábrákon. A 8. számú ábra autó meghajtására szolgáló, ugyancsak antikorródalból készült acetilén- és disszous-gázpalackot ábrázol. A palack befogadóképessége 20 liter, súlya 5 kg, próbanyomása 60 atm. A 9. számú ábrán oxigén befogadására szolgáló palack látható. A lényegesen nagyobb üzemi, 150 atm. és 225 atm. próbanyomás miatt a felhasznált ötvözet Dural (Al—Cu—Mg). A palack befogadóképessége 5 m<sup>3</sup>, súlya 35 kg.

Az alumíniumból és ötvözeteiből készült tartályoknak és palackoknak tehát számos felhasználási területe van. A felhasználásnál azonban mindig figyelembe kell venni az alumínium jellegzetes tulajdonságait. Az alumínium, amint azt az elektrolitikus sorozatban



7. sz. ábra. Al-Mn-ötvözetből készült tankkocsi benzín szállítására.

lévő helye is mutatja, erősen reakcióképes, könnyen oxidálódó fém. Ennek ellenére a gyakorlatban a tiszta alumínium — beleértve Mn-nal, Mg-mal, Si-mal alkotott ötvözeteit is — számos közeggel szemben korrozioállónak tekinthető. Korrozioállóságát éppen az oxigénhez való nagy affinitásának köszönheti és ezért minden alumíniumfelület már a levegő O<sub>2</sub> hatására is igen gyorsan, rendkívül vékony (0,04—0,2 mikron), átlátszó, a fémhez jól tapadó, tömör alumínium-oxidréteggel vonódik be, amely az alatta levő fémet további oxidációtól megvédi. Az alumíniumnak egyéb fémekkel való érintkezésénél ügyelni kell arra, hogy az alumínium és a többi használatos fém között az oldási potenciál-különbség igen nagy és ezért medvesség hatására könnyen keletkeznek korrozioát előidéző galvánáramok. Ezért minden esetben, ahol az alumínium más, nehézfémmel érintkezik (pl palackok csapjainál Al és bronz, stb.), az érintkezési felületet festékkel, vagy egyéb védőbevonattal kell elszigetelni. Ugyancsak el kell szigetelni egymástól a jelen-





8. sz. ábra. Automeghajtásra szolgáló antikorróddal acetylin disszociációs-gázpalackok.

tős potenciálkülönbség miatt a szinalumíniumot a nehézfém tartalmú alumínium-ötvözetektől, viszont szinalumíniumot, nehézfémeket nem tartalmazó, korrózióálló ötvözetekkel szigetelés nélkül is össze lehet építeni.

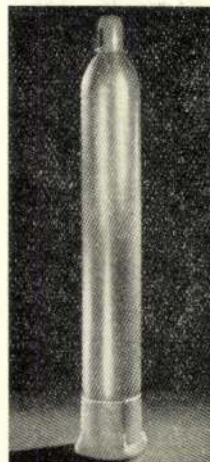
A könnyűfém tartályok és palackok felhasználásánál ügyelni kell arra is, hogy nem minden anyag tárolható alumíniumedényben. Általános szabályként kimondható, hogy a szervesetlen vegyületek közül azok az anyagok, amelyeknek alkotóelemei a periodikus rendszerben a bór-wolfrám vonalától jobbra esnek; mind erősebben támadják meg az alumíniumot. Erős savak és lúgok (salétromsav kivételével) az alumíniumon levő oxidréteget, így magát a fémet is oldják, ezért ezekben az esetekben az oxidréteg mesterséges erősítése, illetve a különböző felületkezelési eljárások sem nyújtanak mindig megfelelő védelmet. Figyelembe kell venni a felhasználásnál a légköri behatásokat is. Vegyi üzemekben, bányákban, nedves és nyirkos helyiségekben, vagy városok ipari gőzökkel telített levegőjében a könnyűfém tartályok élettartama, külső korróziós behatások következtében, csökkenhet. A 10. sz. ábra tüzelésre szolgáló szénsavpalackot ábrázol, amelyen az ipari gőzök hatására erős korróziós nyomok láthatók. Ezek a káros jelenségek az alumínium tartályok kellő karbantartásával (festés, tisztítás stb.) kiküszöbölhetők.

A tartályok és palackok anyagának megválasztásánál a fentemlített szempontokon kívül figyelembe kell venni, hogy az alumíniumnak és ötvözeinek kémiai ellenállását jelentős mértékben befolyásolja a fém tisztasága. A kémiailag erősen igénybevett területeken a korróziós veszély csökkentésére minél tisztább fémet kell felhasználni, a beépített anyag minősége 99,5%-os tisztaságú szinalumíniumnál rosszabb nem lehet. Tekintettel viszont arra, hogy a tiszta szinalumínium mechanikai értékei (szilárdság, keménység) igen alacsonyak, a szilárdsági követelmények növekedésével inkább a korrózióálló alumínium-ötvözeteket alkalmazzák. Ezeknél az ötvözeteknél a legjelentősebb ötvözőalkatrészek: Mn, Mg és Si. A megfelelő gondtal és szennyezésmentesen elő-

állított korrózióálló alumínium-ötvözetek kémiai ellenállóképessége gyakorlatilag közel megfelel az ötvözéshez felhasznált tiszta alumínium-korrózió ellenállásával. Ezért döntően jelentős, hogy kényes kémiai igénybevételnél az ötvözésre felhasznált alumínium alapfém minél tisztább — de legalább 99,5%-os legyen.

Tartályanyagként a szinalumínium alacsony szilárdsági értékei miatt ma inkább az Al—Mn és Al—Mg típusú ötvözeteket használják. A palackoknál, ahol a nagyobb belső nyomás folytán a szilárdsági követelmények is nagyobbak, legelőnyösebb a nemesíthető Al—Mg—Si bázisú ötvözet alkalmazása. Ez a legkedveltebb ötvözet típus, mivel az előbbieknél lényegesen nagyobb szilárdságot és ugyanakkor jó korrózióállóságot mutat. Nagynyomású palackoknál, ahol a fém szilárdsági követelményei a döntőek, a nagyszilárdságú és nemesíthető Al—Cu—Mg típusú ötvözetek kerülnek felhasználásra, bár ezek korrózióellenállása lényegesen kisebb.

Az eddigi tapasztalatok alapján kisnyomású tartályoknál a tiszta Al és Al—Mn



9. sz. ábra. Al—Cu—Mg-ötvözetből készült oxigénpalack.

10. sz. ábra. Tüzelésre szolgáló szénsavpalack ipari gőzök hatására erős korróziós nyomokkal.



típusú ötvözetek, 30 atm. próbanyomásig az Al—Mg típusok, 60 atm. próbanyomásig a nemesíthető Al—Mg—Si ötvözetek kerülnek felhasználásra. Amennyiben a próbanyomás értéke 60 atm. felett van, le kell mondani a jó korrózióálló ötvözetekből és csak a nagyszilárdságú Al—Cu—Mg ötvözetek használhatók. Egy bizonyos határon túl az alumíniumötvözeteknél a jó korrózióállóság és a nagyszilárdság egymással ellentétes követelmények. Minél nagyobb ugyanis az ötvözet szilárdsága, annál rosszabb korrózióellenállóképességgel rendelkezik és fordítva.

Ezért a tartály vagy palack anyagának megválasztásánál nemcsak a szilárdsági szempontokat, hanem a kémiai ellenállóképesség követelményeit is mindig figyelembe kell venni. A célnak legmegfelelőbb anyag kiválasztása gyakorlatilag nem más, mint a szilárdság és korrózióállóság közötti kompromisszum helyes megállapítása, amelyhez még egy harmadik döntő szempont járul, a készítendő tartály vagy palack gyárthatósága, ú. m. a szegecselés, a hegesztés és a mélyhúzóhatóság kérdése.

A könnyűfémek szegecselése általában hidegen történik. Ez 8—10 mm szegecsátmérőig nem okoz különös nehézséget, tehát könnyűfém-tartályok ebből a szempontból szegecseléssel minden nehézség nélkül készíthetők. Korróziós veszély miatt azonban nem szabad szilícium, vagy korrózióálló ötvözetek szegecseléséhez nehézfém, pl. réztartalmú könnyűfém-szegecsket felhasználni. A szegecselés csak a tartály anyagából, esetleg a korrózióálló Al—Mg vagy Al—Mg—Si ötvözetekből készült szegecselésekkel végezhető. Ez utóbbinak előnye a nagyobb szilárdságon kívül, hogy hidegen nemesített állapotban (azaz 520° C-on történő hőkezelés, majd vízben hűtés után) 2—3 napig még jól szegecselhető. Szegecselt tartályok azonban nem nagyon használatosak, részben, mert a szegecs és az átlapolások a könnyűfémek alkalmazásával nyert súlycsökkentést lerontják, de főleg, mert nem adnak kellő tömítést. Egy nyomás alatt álló tartály ugyanis az üzemében előforduló nyomásingadozások hatására, bár kismértékben, deformálódik, „lélegzik” és ezáltal a szegecskötések meglazulnak. Eleinte a petróleumiparban használtak szegecselt tartályokat, de ma már itt is a hegesztett tartályok kerülnek előtérbe. (Amint az a 6. számú ábrán is látható.)

Ma már a hegesztési technika révén a gyakorlatban használatos alumíniumötvözetek hegesztése megoldható, csak a megfelelő eljárás kiválasztására kell ügyelni. Minden hegesztésnél azonban figyelembe kell venni, hogy a fém a varrat környezetében kilágyul. E kilágyulás szilárdsági szempontból lágy alumínium hegesztésénél az alapanyag szilárdságával közel egyenértékű. Al—Mn ötvözeteknél szintén nincs még lényeges szilárdságcsökkenés és ez a varratnak fakalapácsal való utánkalapálásával részben helyrehozható. A nemesíthető Al—Mg—Si és Al—Cu—Mg ötvözetek azonban a hegesztés során a nemesítéssel nyert szilárdságnövekedésüket elvesztik, mert a varrat környezetében lévő hőfokelosztás olyan, hogy egyes szakaszok éppen a kilágyulás hőmérsék-

letére melegednek fel. Ezért ezekből az ötvözetekből készült tartályok és palackok hegesztése csak akkor engedhető meg, ha a nemesítés a hegesztés után végezhető el. Az így kapott szilárdságnövekedés azonban az eredeti értéket soha nem éri el, mert a megömlött varrat struktúrája öntött struktúrává alakul át. Ezek figyelembevételével a könnyűfém-tartályok és palackok készülhetnek akár gáz-, akár elektromos-ívhegesztéssel, a falvastagságtól függően V vagy X-varrattal. Az Al és Al—Mn ötvözeteknél nagyon jól alkalmazható a gázhegesztés. A nemesíthető ötvözeteknél azonban szívesebben alkalmazzák az ívhegesztést, mert szilárdságilag kedvezőbb eredményt ad. Ugyanis az ív nagy hőfoka következtében a varrat melletti hőzóna kisebb terjedelmű és így az észlelhető kilágyulás is kisebb mértékű, mint a gázhegesztésnél.

Mindkét hegesztési eljárásnál az oxidréteg feloldására hegesztőporokat, illetve ezzel bevont pálcákat használnak. Ezeknek a poroknak tökéletes eltávolítására azonban ügyelni kell, mert a varratban maradt hegesztőporfészkek későbbi korrózió kiinduló pontjai lehetnek. Ez a hiba ma már olyan neutrális hegesztőporok alkalmazásával kiküszöbölhető, amelyeket nem kell tökéletesen eltávolítani és még sem idézik elő a varrat korrózióját. Újabban a tartályok készítésénél mindinkább kezdik alkalmazni az Argonarc és Heliarc hegesztést, amely eljárásoknál a fentemlített hegesztőporokra szükség nincsen. Mindkét eljárás lényege az, hogy az oxidréteget az ívben ionizált Argon-, vagy Helium-gáz ionjai homokfúvószerűen felszakítják és mivel az ív semleges gáz atmoszférában ég, az újraoxidáció meg van gátolva.

Nagy tartályok és mélyhúzással előállított kisebb hordók és közepes nyomású palackok összeerősítésére a hegesztés megfelelő. Nagy nyomású palackoknál, 60 atm. felett azonban a hegesztés nem nyomásbiztos és ezért ezeket csak mélyhúzással, varrat nélkül, állítják elő. Mélyhúzásra az előbb felsorolt anyagok általában mind alkalmasak. Maga a tiszta kilágyított alumínium mélyebb húzásokat tesz lehetővé, mint a vas- vagy sárgaréz és elridegedés veszélye nélkül nagyobb alakításokat is lehet vele végezni. Az Al—Mn ötvözetek mélyhúzóhatósága valamivel kisebb, szilárdságuk viszont a tiszta Al-nél lényegesen — kb. 20—30 százalékkal — nagyobb. Az Al—Mg ötvözetek szintén mélyhúzóhatók, miután azonban a húzások folyamán többször ki kell őket lágyítani, palackok készítésére ritkábban alkalmazzák.

A nemesíthető ötvözetek mélyhúzásánál a nemesítést az utolsó húzás előtt szokták elvégezni, hogy a nemesítés következtében fel lépő elhúzóerőket az utolsó húzással el lehessen tüntetni. Zárt palackok esetében azonban lényeges deformáció nem áll fenn, miért is technológiai szempontból előnyösebb a nemesítést a teljes kikészítés után eszközölni. Ennek különösen akkor van jelentősége, ha a készre húzott palackot a nyakrész felerősítése miatt még hegeszteni kell. Nagy nyomású, varrat nélkül készült palackoknál azonban a nemesítést szintén célszerű az utolsó húzás

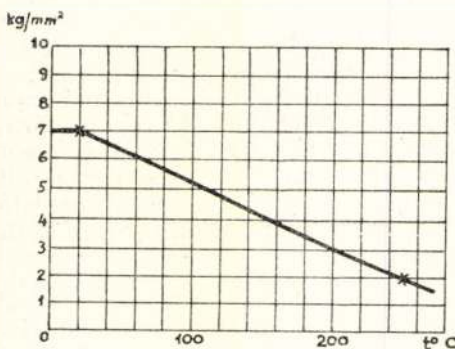


előtt végezni, mert az utolsó húzással a nemesített ötvözet szilárdsága még növelhető.

\*

Alumíniumból és ötvözeteiből készült tartályok és palackok *méretezésénél* a fizikai, a kémiai és a technológiai szempontokon kívül figyelembe kell venni az alumínium aránylag alacsony olvadáspontját is (658° C). Ennek megfelelően alacsonyabb hőmérsékleten (200–250° C) kezd kilágyulni, mint a nehézfémek és ezáltal elveszti eredeti szilárdsági értékét. Ennek a szilárdsági értékek a hőmérséklettől függő csökkenését 99,5% tisztaságú alumínium esetében a 11. sz. ábrán lévő diagramm ábrázolja. A hőmérsékletemelkedés szilárdságsökkenő hatása következtében könnyűfém-tartályok 200° C feletti hőmérsékleten nem alkalmazhatók.

A könnyűfém-tartályok és palackok méretezése ugyanúgy történik, mint vastartályok



Törőszilárdság függése az üzemi hőmérséklettől

11. ábra.

esetében. Mivel a gyakorlatban a tartályok és palackok vékonyfalú esőveknek tekinthetők, a falvastagság számítás

$$\sigma = \frac{D \cdot p}{2s} \text{ kazánformula alapján történik.}$$

A gyakorlatban használatos képletek az eddigi tapasztalatok és elméleti számítások alapján kialakult biztonsági tényezőkkel vannak esu-  
pán kiegészítve.

### I. Hegesztett henger alakú tartály méretezése belső túlnyomás esetén.

$$s = \frac{D \cdot p \cdot x}{200 \sigma \cdot v}$$

$s$  = a falvastagság mm-ben,

$D$  = a tartály legnagyobb belső átmérője mm-ben,

$p$  = próbanyomás kg/cm<sup>2</sup>-ben (az a legnagyobb nyomás, amit a tartálynak maradó alakváltozás nélkül biztonságosan ki kell bírnia, ezek a különböző anyagokra az előírásokban vannak összefoglalva),

$\sigma$  = a lágyanyag szavatolt szakítószilárdsága kg/mm<sup>2</sup>-ben.

$x$  = a biztonsági tényező, mely varrat nélküli tartályoknál 3,5, minden egyéb esetben 4,

$v$  = a hegesztési varrat szilárdságsökkenő tényezője, amelynek értéke 0,5 és 0,9 között van, a hegesztés minőségétől függően.

### II. Hegesztett henger alakú tartály méretezése külső túlnyomás esetén.

$$s = \frac{D \cdot p}{400 \cdot \sigma} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{a \cdot l}{p(l+D)}} \right)$$

$s$  = a falvastagság mm-ben,

$D$  = a tartály belső átmérője mm-ben,

$p$  = a külső túlnyomás kg/cm<sup>2</sup>-ében,

$\sigma$  = a megengedett legnagyobb nyomószilárdság,

ez lágy szín Al esetén 2 kg/mm<sup>2</sup>

lágy Al—Mn ötvözet esetén 4 kg/mm<sup>2</sup>

lágy Al—Mg ötvözet esetén 8 kg/mm<sup>2</sup>

$l$  = a tartály palásthossza mm-ben,

$a$  = tényező, amelynek értékei:

fekvő köpenynél

hosszanti hegesztési varratú köpenynél  $a = 80$

varrat nélküli köpenynél = 75

álló köpenynél

hosszanti hegesztési varratú köpenynél  $a = 50$

varrat nélküli köpenynél  $a = 45$ .

Szokás a külső nyomásnak kitett tartályokat az I. pontban lévő belső nyomásra szolgáló képlettel is méretezni és az így kapott falvastagságot még 1,4-es tényezővel megszorozni.

Mivel külső nyomás esetében a tartályt a kihajlás (behorpadás) veszélye fenyegeti, célszerű a tartályt erre is ellenőrizni. Henger alakú tartálynál a kihajlás szempontjából kritikus nyomás kiszámítására az alábbi képlet használható:

$$p = \frac{E}{(n^2 - 1) \left[ 1 + \left( \frac{n \cdot l}{\pi \cdot r} \right)^2 \right]^2} \cdot \frac{s}{r} + 0,09 E \left[ n^2 - 1 + \frac{2n^2 - 1,3}{1 + \left( \frac{n \cdot l}{\pi \cdot r} \right)^2} \right] \frac{s^3}{r^3}$$

Ahol

$r$  = a tartály belső sugara mm-ben (az átmérő fele),

$s$  = a falvastagság mm-ben

$l$  = a tartály hossza mm-ben,

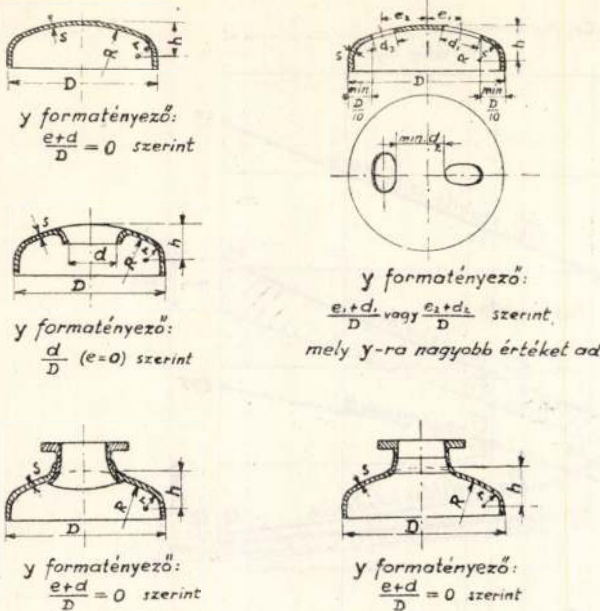
$E$  = a rugalmassági modulus kg/cm<sup>2</sup>-ben,

$n$  = a behorpadásnál fellépő azon hullámok száma, amelyeknél a  $p$  értéke a legkisebb.

Az ellenőrzésnél tehát azt a legkisebb  $p$  külső nyomást kell keresni, amely mellett a tartály már behajlik, illetőleg a felülete hullámos lesz. Ennek meghatározása a jelen két ismeretlenes egyenletbe, különböző  $n$  (hullám-szám) értékek behelyettesítésével történik. Ugyanis különböző nagyságú nyomás hatására a tartály felületén más-más számú hullám keletkezik. A gyakorlatban a keletkező hullámok száma 2–6 között van.

A képletből látható, hogy a kihajlás szempontjából a *kritikus nyomás nem az anyag nyomószilárdságától, hanem a rugalmassági modulusától függ* és mivel az alumínium és alumínium-ötvözetek rugalmassági modulusa





12. ábra.

$E \cong 700.000 \text{ kg/cm}^2$  háromszor kisebb, mint a vasé, a könnyűfém tartályok kihajlás szempontjából való ellenőrzése fontosabb, mint vas tartályok esetében. Ebből következik az, hogy pl sör, vagy egyéb folyadék szállítására szolgáló tartályoknál, már kis vákuumnál is felléphet a kihajlás, illetve behorpadás veszélye. Ezért a tartályok tartalmának kiszivattyúzásánál soha sem szabad a levegőbeocsátószelep kinyitásáról megfélekedni.

III. Domború tartályfenék méretezése.

A) Belső túlnyomás esetében.

Az ilyen tartályok méretezésére az Aluminium Zentrale G. m. b. H. a következő irányelveket szzegezi le:

1. Az idevonatkozó kísérleti tapasztalatok megállapították, hogy a tartályfenék-feszültség viszonyai nemcsak a belső nyomástól, a falvastagságtól és a tartályfenék átmérőjétől, hanem a domborulat alakjától és magasságtól is függenek. Éppen ezért a falvastagság kiszámítására szolgáló képlet csak olyan kis ívben domborított tartályfenék méretezésére érvényes, melynél a fenék domborulatív elipszis, vagy kosárgörbe és a következő követelményeket kielégíti:

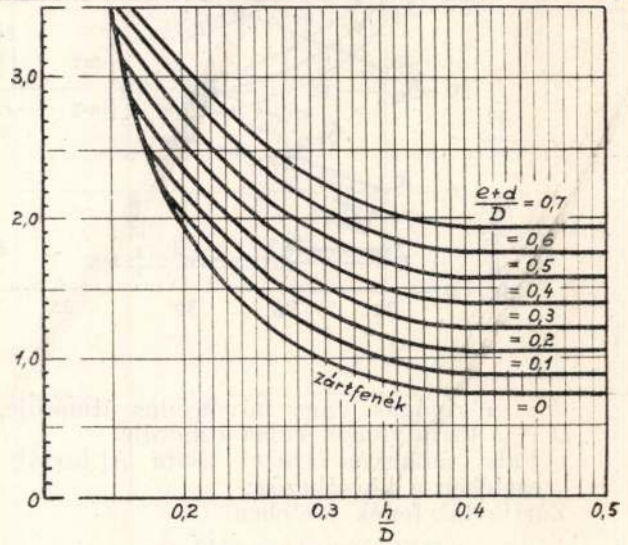
a) A tartályfenék magassága legalább az átmérő 0,2-szerese (lásd 12-es ábracsoport, 1/a ábra)

$$h/D \geq 0,2$$

b) A domborulat görbületi sugara,  $R$  nem lehet nagyobb, mint a tartályfenék külső átmérője,  $D$  és a fenékerem görbületi sugara,  $r$  nem lehet kisebb, mint  $\frac{D}{10}$ , tehát

$$R \leq D \quad r \geq \frac{D}{10}$$

h/d	r/D	y formatényező							
		zártfenék	kivág. és bűvönnyílással ellátott fenék						
		$\frac{e+d}{D} = 0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,16	0,05	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3	3,4	3,6
0,17	0,058	2,7	2,7	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5
0,18	0,066	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3
0,19	0,072	2,2	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2
0,20	-	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6	2,75	2,9	3,1
0,22	-	1,65	1,8	2,0	2,15	2,3	2,5	2,7	2,85
0,24	-	1,4	1,6	1,75	1,95	2,1	2,3	2,5	2,65
0,2	-	1,3	1,5	1,65	1,85	2,05	2,2	2,4	2,6
0,26	-	1,25	1,4	1,6	1,75	1,95	2,15	2,3	2,5
0,28	-	1,1	1,3	1,45	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
0,3	-	1,0	1,15	1,35	1,5	1,7	1,9	2,05	2,25
0,4	-	0,75	0,9	1,05	1,2	1,4	1,6	1,75	1,95
0,5	-	0,75	0,9	1,05	1,2	1,4	1,6	1,75	1,95



13. ábra.

c) Nagyobb ívben domborított ( $h/d \leq 0,2$ ) (laposabb) tartályfenéken közelítően érvényes a képlet, ha

$$r \geq \frac{D}{20}$$

Ezeknek a feltételeknek a betartása mellett a falvastagság számítására szolgáló képlet egy darabból sajtolt tartályfenék esetében a következő

$$s = \frac{D \cdot p \cdot x}{200 \cdot \sigma_s} y + c$$

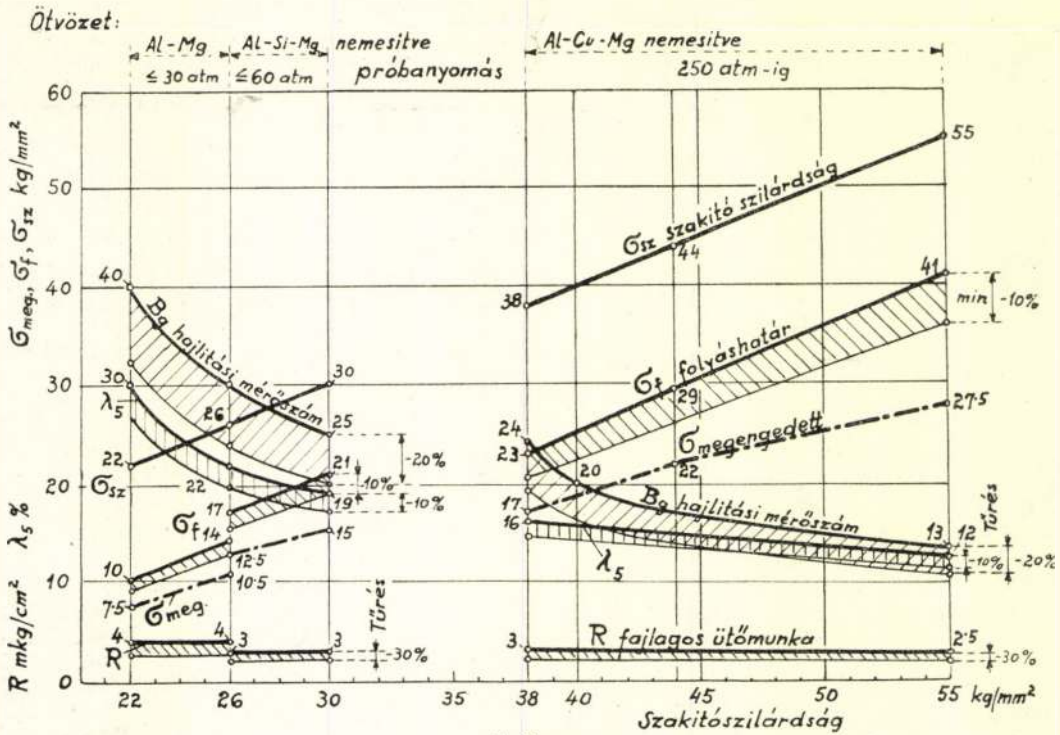
ahol

- a = a falvastagság mm-ben,
- p = a próbanyomás  $\text{kg/cm}^2$ ,
- D = a tartályfenék külső átmérője, mm-ben,
- $\sigma_s$  = a láganyag szavatolt szakítószilárdsága,
- x = biztonsági tényező, amelynek értéke=3,
- y = formatényező,
- c = falvastagságráhagyás mm-ben.

Az y formatényező értéke a 13. sz. ábrán látható táblázatból, vagy diagramból választható ki a h/D viszony alapján. Az így kiválasztott formatényező értéke mindig zárt tartályfenékre vonatkozik. A kivágásokkal, vagy bűvönnyílásokkal rendelkező tartályfenék esetében az y értékét a  $\frac{e+d}{D}$  arány figyelembevételével kell kiszámolni (lásd 13. ábracsoport), ahol

e = a tartályfenék közepe és kivágás közepe közötti távolság,





14. ábra.

$d$  = a kivágás, vagy bűvönnyilas átmérője,  
 $D$  = a tartályfenék külső átmérője.

$c$  Falv. ráhagyás értékei tiszta Al-tartály esetében a következők:

Zárttartályfenék esetében

$$c = 1.5 \text{ mm, ha } s \leq 10 \text{ mm}$$

$$c = 2 \text{ mm, ha } s \geq 10 \text{ mm}$$

Kivágással, vagy bűvönnyilással rendelkező tartályfenék esetén

$$c = 2 \text{ mm, ha } s \leq 10 \text{ mm}$$

$$c = 2.5 \text{ mm, ha } s \geq 10 \text{ mm}$$

Fenti értékek csökkenthetők, ha a kivágás, bűvönnyilas ráhegesztett gyűrűvel meg van erősítve.

B) Külső túlnyomásnak kitett tartályoknál a tartályfenék számítása az A) pont szerint is történhet, csak a kapott falvastagsági értékeket kell 1.4 tényezővel megszorozni.

Domború tartályfenék méretezése belső túlnyomás esetén történhet a „Schweizerische Verein von Dampfkessel Besitzer“ képlete szerint is

$$s = Y \frac{p \cdot d \cdot e}{200 \cdot \sigma_s \cdot z} \cdot \frac{20 \frac{r}{R} + 3}{20 \frac{r}{R} + 1} + 1$$

ahol:

$Y$  = egy állandó (aluminium esetén 1.4)

$p$  = a próbanyomás kg/cm<sup>2</sup>-ben

$d$  = a tartályfenék átmérője mm-ben,

$e$  = a domborulat és fenékátmérő viszony-

száma  $\frac{d}{2h}$  ( $h$  = fenékdomborulat magassága),

$r$  = fenékperem sugara mm-ben

$R$  = a fenékdomborulat sugara mm-ben,

$r/R$  = a görbületek viszonyyszáma,

$z$  = szilárdsági együttható, amelynek értékei

a) zárttartályfenék esetén  $z = 1$ ,

b) közepén elhelyezett visszahajlított szélű bűvönnyilas esetén  $z = 0.9$ .

c) excentrikusan elhelyezett visszahajlított szélű bűvönnyilas esetén  $z = 0.85$ .

Amennyiben a bűvönnyilas ráhegesztett gyűrűvel van megerősítve

b) esetben  $z = 0.95$ ,

c) esetben  $z = 0.9$ .

Hazánkban tartályok és palackok méretezéséről az Iparügyi Miniszter 23.900/1944. I. P. M. sz. rendelete intézkedik. A rendelet II. részének 8. §-a a varratnélküli folytacélból készült hengeres tartályok (palackok) méretezésére az alábbi képlett adja:

$$v = \frac{D \cdot p}{200 \cdot 2/3 \cdot \sigma_s}$$

ahol

$v$  = a minimális falvastagság mm-ben

$D$  = a tartály belső átmérője mm-ben

$p$  = a próbanyomás kg/cm<sup>2</sup>-ben.

$\sigma_s$  = az anyag folyási határának legalsó értéke.

Összehasonlítva a képletet az I. pontban ismertetett képlettel (amely a  $v$  hegesztési varrat szilárdságosékkentő tényezőjének elhagyásával varratnélküli palackok méretezésére is alkalmas) látható, hogy a  $x$  biztonsági tényező értékéből adódó falvastagság növekedés nagyjából  $2/3 \cdot \sigma_s$  értékkel helyettesíthető és így a számított falvastagságban lényeges különbséget nem kapunk.

A hengeres palackok falvastagságának számítására szolgáló képlet leegyszerűsítésében még tovább megy a legújabb 1949 szeptemberében kibocsátott svájci szabvány, amely a falvastagságra a következő képletet adja:

$$s = \frac{p \cdot r}{\sigma_{meg}}$$

ahol



2. táblázat

Sorszám	Gáz faja	Képlet	Próba nyo- más kg/cm <sup>2</sup>	Meceng, leg- nagyobb töltés kg/lt tartály terfogatára	Krit. hőmérs. C <sup>o</sup>	Krit. nyomás kg/cm <sup>2</sup>	6 <sup>o</sup> C-on		15 <sup>o</sup> C-on		30 <sup>o</sup> C-on		50 <sup>o</sup> C-on	
							nyomás kg/cm <sup>2</sup>	fajsúly	nyomás kg/cm <sup>2</sup>	fajsúly	nyomás kg/cm <sup>2</sup>	fajsúly	nyomás kg/cm <sup>2</sup>	fajsúly
<i>Cseppfolyósított gázok</i>														
1	Szénsav	CO <sub>2</sub>	190	0.75	31.1	74.3	34.4	0.906	50.3	0.814	100.00	0.602	186.00	—
2	Dinitrogénoxid	N <sub>2</sub> O	190	0.75	36.5	73.9	32.1	0.902	45.6	0.830	82.00	0.691	17.00	—
3	Ethan	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	120	0.30	32.1	49.5	22.8	0.416	31.9	0.379	—	0.286	—	—
4	Ethylen	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	225	0.32	9.6	51.3	41.9	0.345	—	—	—	—	—	—
5	Sósav	HCl	120	0.57	51.4	83.3	25.3	0.924	39.7	0.836	52.9	0.772	80.8	0.592
6	Kénhidrogén	H <sub>2</sub> S	54	0.70	100.4	90.9	9.5	—	14.5	—	22.5	—	35.3	—
7	Ammoniak	NH <sub>3</sub>	30	0.53	132.4	114.2	3.38	0.639	6.87	0.617	10.9	0.596	19.7	0.562
8	Klór	Cl <sub>2</sub>	22	1.25	144.0	77.7	2.75	1.468	4.91	1.42	7.89	1.377	13.5	1.310
9	Kéndioxid	SO <sub>2</sub>	12	1.25	157.2	79.3	0.59	1.432	1.82	1.391	3.67	1.350	7.58	1.292
10	Kéntrioxid	SO <sub>3</sub>	10	1.69	218.3	85.5	—	1.966	—	1.910	—	1.862	0.37	1.77
11	Dinitrogén- Tetroxid	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	10	1.35	158.0	102.8	—	1.493	—	1.474	0.43	1.460	2.53	1.430
12	T-gáz	—	30	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	14.0	—
13	Propán	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	25	0.43	96.8	41.4	3.82	0.529	6.47	0.509	9.92	0.486	16.3	0.457
14	Zyklopropán	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	25	0.51	—	—	2.79	0.635	5.04	0.615	7.85	0.595	13.62	0.564
15	Propylen	T <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	35	0.45	92.3	45.5	4.99	0.546	7.91	0.521	12.5	—	20.1	—
16	Bután	T <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	10	0.52	153.0	35.2	0.06	0.599	0.81	0.584	1.93	0.577	4.13	0.541
17	25% Propán, 75% Bután	—	20	0.50	—	—	0.47	0.581	1.44	0.564	2.82	0.545	5.60	0.519
18	50% Propán, 50% Bután	—	25	0.47	—	—	1.37	0.564	2.92	0.544	5.20	0.525	9.0	0.496
19	Isobután	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	12	0.49	134.0	38.3	0.73	0.585	1.67	0.565	3.18	0.546	6.08	0.518
20	Butadien	(CH <sub>2</sub> =CH) <sub>2</sub>	10	0.55	—	—	0.23	—	1.2	—	2.8	—	5.3	—
21	Dimethyläther	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	16	0.61	126.9	52.8	1.63	0.691	3.38	0.670	5.84	0.646	10.6	0.612
22	Methylchlorid	CH <sub>3</sub> Cl	16	0.80	143.1	65.0	1.66	0.965	3.30	0.930	5.66	0.900	10.1	0.846
23	Methylbromid	CH <sub>3</sub> Br	10	1.45	194.0	—	—	1.732	0.41	1.684	1.48	1.660	3.49	1.630
24	Ethylchlorid	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	10	0.80	187.2	52.7	—	0.923	0.13	0.901	0.90	0.877	2.51	0.848
25	Phosgen	COCl <sub>2</sub>	15	1.25	182.0	56.9	—	1.435	0.35	1.396	1.24	1.357	3.02	1.306
26	Freon 11.	CCl <sub>3</sub> F	10	1.35	198.0	42.2	—	1.533	—	1.497	0.28	1.460	1.42	1.409
27	Freon 12.	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	20	1.15	111.5	39.9	2.01	1.392	4.01	1.343	6.58	1.280	11.4	1.22
28	Freon 21.	CHCl <sub>2</sub> F	10	1.05	178.5	53.6	—	—	0.20	—	1.19	—	3.03	—
29	Freon 22.	CHClF <sub>2</sub>	25	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	Freon 113.	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	10	1.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	Freon 114.	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	10	1.00	—	—	0.12	1.531	0.6	—	—	—	—	—
32	Vinylchlorid	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl	11	0.80	142.0	52.0	0.75	0.952	1.98	0.919	3.67	0.891	6.9	0.851
33	Vinylbromid	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Br	10	1.25	—	—	—	—	0.0	1.517	0.75	—	2.3	—
34	Methylanin	CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	14	0.60	156.9	75.1	0.37	0.687	1.51	—	3.31	—	6.96	—
35	Trimethylanin	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	10	0.60	161.0	41.4	0.1	—	0.6	—	1.7	—	—	—
36	Ethylanin	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	10	0.59	183.2	56.4	—	—	—	—	0.7	—	2.34	—
37	Ethylenoxid	CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub>	10	0.77	192.0	—	—	—	0.950	0.33	1.15	0.834	2.98	0.758
<i>Nyomás alatt oldott gázok</i>														
38	Vizes ammoniak oldat 40%	—	10	0.80	—	—	—	—	0.3	—	1.2	—	3.2	—
39	Vizes ammoniak oldat 50%	—	12	0.77	—	—	0.1	—	1.3	—	2.8	—	6.1	—
40	Acetylen dissous	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	60	—	36.0	61.0	10.5	—	14.0	—	19.0	—	25.0	—
<i>Gyúlékony vagy mérges anyagok</i>														
41	Szénkéreg	CS <sub>2</sub>	10	1.15	273.0	17.5	—	—	—	1.261	—	—	0.13	—
42	Ciánhidrogén (kéksav)	HCN	100	0.57	183.5	50.7	—	0.720	—	0.69	0.18	0.66	1.39	0.62

Cseppfolyósított v. nyomás alatt oldott gázok próbanyomása és egyéb adatai.  
1949. szept. 30-iki svájci előírás alapján.



$p$  = a próbanyomás kg/cm<sup>2</sup>

$r$  = belső sugár cm-ben

$\sigma_{meg}$  = az anyagban megengedhető legnagyobb feszültség kg/cm<sup>2</sup>.

Ennek minimális értékét az Al—Mg, Al—Mg—Si és Al—Cu—Mg és ezen ötvözetek egyéb szilárdsági adatait, a legújabb svájci szabvány diagrammiban adja meg, amely diagrammból a méretezéshez szükség  $\sigma_{meg}$  értéke a különböző minőségű ötvözeteknél azonnal leolvasható. (14. sz. ábra.)

Ha az I. pontban tárgyalt hengeres tartály falvastagság számítására szolgáló képletet az idevonatkozó magyar és svájci szabványokban megadott képletekkel összehasonlítjuk és a képletekben azonos értékeket helyettesítünk, akkor a falvastagságra különböző értékeket kapunk. Például ha a nálunk ismert Maort gázpalack falvastagságát akarjuk kiszámítani, akkor a három képlet alapján a következő, egymástól különböző falvastagságot kapjuk:

3.36, 2.56, 2.37 mm

A palack tényleges falvastagsága 3 mm, tehát a svájci és a magyar szabványban megadott képletekből adódó értékeknél magasabb. Mindebből az látható, hogy a könnyűfém tartályok és palackok méretezésénél nem elég az adatok gépies behelyettesítése, hanem minden egyes esetben, amikor egy új anyagot, amelyet eddig vastartályban vagy palackban tároltak, könnyűfém-tartályban akarnak tárolni, nemcsak a könnyűfém tulajdonságait kell figyelembe venni, hanem mérlegelni kell a gyártathatóságból adódó követelményeket is. Egy példát említve, az I-ben szereplő képlet hegesztési varrat csökkentő tényezője  $v = 0.5-0.9$ -ig terjedő értékkel szerepelt. Ez a hegesztési érték nyilván attól függ, hogy milyen üzemben, milyen szakemberek végzik a hegesztést és hogy a tartályok hegesztési varratai röntgen vizsgálatra kerülnek-e, vagy sem.

Mindent egybevetve tehát a könnyűfém-tartályok vagy palackok méretezésénél a következő főbb szempontokat kell figyelembe venni:

1. A tárolt folyadék, vagy sűrített gáz nyomása a különböző hőmérsékleten, a próbanyomás meghatározása. Ezeket már az előírások tartalmazzák. (Lásd II. sz. táblázat, 1949-es svájci előírás.)
2. A kiválasztandó anyag kémiai viselkedése a tárolt anyaggal szemben.
3. A kiválasztott anyag megmunkálhatósága (hegeszthetősége, mélyhúzóhatóság, a gyártó üzem műszaki felkészültsége);
4. A felhasználás milyen légköri és hőmérsékleti viszonyok mellett történik.

## Összefoglalás.

A cikk ismerteti a könnyűfém tartályok és palackok felhasználási területeit; kiemeli ezek alkalmazásának előnyeit a vastartályokkal szemben, különösen az élelmiszer- és vegyiparban. Összefoglalja az anyagkiválasztás szempontjait a mechanikai szilárdság, kémiai ellenállás és gyárthatóság, ú. m. szegecselés, hegesztés mélyhúzás követelményeinek figyelembevételével.

A második részben a tartályok és palackok méretezésével foglalkozik. Megadja az irányelveket hengeres tartály és domború tartályfenék falvastagságának számítására, belső és külső túlnyomás esetében. Végül ismerteti a hazai és legújabb külföldi előírásokat.

## IRODALOM:

1. Dr. E. Zurbrügg: „Aluminium und seine Verwendung in der Getränke Industrie“ Schweitzer Brauerei Rundschau Nr. 6. und 7. 1944.
2. „Light-Alloy in the Petroleum Industry“ Light Metals, 1949. 12. 196. és 548 old.
3. Einige Urteile aus der Praxis zur Frage der Verwendbarkeit von Aluminium als Behälterwerkstoff für die Salpeterindustrie Z. Aluminium 1943. 156. old.
4. „Konstruktionswerkstoffe für die chemische Industrie“. Werkstoffe und Korrosion 1950. IX. 1. 46. o.
5. Leichtmetall Informations Dienst 5—6. 1949.
6. „Leichtmetallflaschen für Acetylen-Dissous Gase für Autobetrieb“. Z. Aluminium 1943. 134. old.
7. Emballage et Embouteillage. „Revue de l'Aluminium“ Avrill 1949. N. 154., 131. old.
8. W. G. Theininger: „Fabrication Costs of Boilers, Tanks, and Pressure Vessels“. „Mechanical Engineering“ April 1945. Volume 67. No. 4. 247. old.
9. N. Chritsmann: „Erfahrungen mit Gasflaschen aus Leichtmetallen“ Wärme 59. 549—54. old.
10. Grossbehälter aus Aluminium. Z. f. Schweiss-technik 27. 4853 und Aluminium 19. 398—401. old.
11. Neuzeitliche Verwendung von Leichtmetall in der gaserzeugenden Industrie Aluminium 19. 556—57. old.
12. M. Koenig: Druckgasflaschen aus Leichtmetall Schweiz. Bonzeitung III. 28—30. old.
13. Г. В. Акимов: Теория и методы исследования коррозии металлов.
14. Hara'd Gäumann: „Korrosionsstudien mit Aluminiumreichen Werkstoffen, besonders im Hinblick auf ihre Verwendung zum Bau von Gasdruckgefässen“.
15. Aluminium Zentrale GmbH: „Richtlinien für Druckgefässe aus Reinaluminium“. Z. Aluminium 1942. 88. old.
16. Ordonance sur l'examen des recipients servant au transport des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression et des matières, combustibles ou vénéneuses. (Da 30. September 1949).
17. Muttnyánszky Ádám: Szilárdságtan II.
18. Dr. Geleji: Aluminium Kézikönyv.
19. V. v. Zeerleder: „Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen“ 1943.

## Hozzászólások

### Kövesi Antal:

Előadó kartársam szakszerű, értékes előadásából örömmel állapíthatjuk meg az alumínium és főleg ötvözetekének mind szélesebb körű alkalmazását a csődények, kisebb-nagyobb nyomású tartályok és tároló gázpalackok gyártását illetően, valamint az élelmiszer- és vegyiparban, a repülőgép- és autóiparban való elterjedése után.

Bauxitkészletünk és az alumíniumötvözetek feldolgozása annál is inkább válthat ki nagy érdeklődést, mert közgazdasági érdek is, de egyben külkereskedelmi mérlegünk megjavítását eredményezi és újabb foglalkozási és munkalehetőséget biztosít. Ha ezen gyártási anyagok ismeretes jó tulajdonságuk mellett, savállóak, nagy szilárdsági és nyúlási képességűek, kopásállóak, rozsdamentesek és általában nemesíthetők, jól



hegeszthetők, akkor mi sem áll útjában a szélesebbkörű alkalmazásának és így szélesebb-működési kört biztosítunk kohászainknak és a műszaki fizikai és értelmiségi dolgozóinknak.

Reá kell mutatnom azonban az új fejlődő gyártással kapcsolatban a csövedények, tartályok és gázpalackok *falvastagságának a megállapítására használatos formulák hiányosságaira*. A tárgyalt formulák tulajdonképpen a vékonyfalú csövekre ismert és a „*Deutscher Normenausschuss*“ által módosított képlet alapján történik, amely azonban sem a nagyobb feszültségekre, sem a hegesztési viszonyokra, sem a hőhatásokra, még kevésbé az egyenes, vagy homorú fődélapokra nincs tekintettel. Minthogy már 60 atm. belső nyomású tartályok is készülnek és ennek fokozása is kívánatosá válik, helyesebb volna a rugalmassági elméletek alapján (*De Saint-Venant, Bach stb.*) levezetett formulákat venni alapul és a tapasztalati tényezőket, mivel úgy sem lehet minden körülményre tekintettel lenni, a  $V$  viszonyszám pontosabb meghatározásával pótolni. *Ez a viszonyszám a varrat-anyag és az alapanyag szilárdsági viszonyaiból kapható, de általában tág határok között változik (0,4–0,9-ig) és középértékben 0,65.* Ezek olyan tág határok, melyek kétségesé teszik a középértékkel való számítás megbízhatóságát. Ebben látom az okát, hogy a bemutatott gyarmányokon *mind sűrűbb keresztirányúakat találunk, melyek célja egyben a belső alkotók mentén fellépő maximális érintőleges feszültségek ellensúlyozása, mert épp ezek okozzák a keresztirányú explóziós veszélyt.* Hozzájárul ehhez a nem éppen legcélszerűbben megválasztott  $V$ -alakú varrat-forma, melynek gyöke legkisebb szélességű és normális viszonyok mellett a legkevésbé megbízható is a töhegesztés. *Jobb volna nagyobb nyomásoknál a torzított, vagy rendes X-varrat, avagy U-varrat, ha pedig gyártási okból alkalmazni kell, úgy a tönél a V-varrat kiszélesítendő domború kiképzésre.* Nincs elegendő tapasztalat a varrat, beolvadás és átmeneti zóna szövetszerkezeti viselkedését illetőleg, *de még az elektródák s a legjobb hegesztési eljárás megválasztásának alkalmazása körül sem.*

Ezért is figyelmébe ajánlom a gyártó cégeknek a fő utánhegesztését és kezelését és a falvastagság helyes kiszámítását, hiszen a csőfal minden pontjában ismeretese a feszültségek.

A nálunk rendeletileg szabályozott és előírt formula tulajdonképpen az olyan vékonyfalú acélcövekre alkalmas, *melyek varratnélküliek*, tehát mélyhúzással készültek, ahol a varrat- és hegesztési viszonyokra; zsugorodás, vetemedés, salak és egyéb záródmányok, oxidok, melyek megbízhatatlanná tehetik a varratot, nincsenek tekintettel. Ezért is keresztvarratok elkészítésével, *a legképzettebb és legügyesebb hegesztő munkásokat kell megbízni a belső túlnyomások fokozódásánál.*

Itt az ideje a régi hegesztési szabályzat megjavításának és főleg a gáztartályoknál és palackoknál előforduló kifáradási és általában a dinamikus hatások kísérleti figyelembe vételének is. Az alumíniumötvözetek szögecselése szinte idejét multá. *A kísérletek célja az elméleti eredményeket megerősíteni és a gyakorlati szakemberek részére olyan formulát adni, melyek nem okoznak fáradságos és körülményes tapasztalati tényező kalkulációját, mint például külső túlnyomás esetén külföldön alkalmazott cső falvastagságának igen hosszú formulája.*

Az előállítási egyenetlenségekre, kopásra és külső befolyásokra való tekintettel az acélnak alkalmazott 1 mm-es állandót, (2–2,5) milliméterre emelték az alumíniumötvözetekből készült tartályoknál és palackoknál.

Mindezek igazolják, hogy mennyire fontos a gyakorlat és a tudomány embereinek, a fizikai és értelmiségi dolgozók, szoros együttműködése éppen a hegesztéseknél, melyek mindegyik félre csak termékenyítőleg hatnak és biztosítják a népgazdaság részére *a minőségileg jobb, a gazdaságosság szempontjából előnyösebb és a termelékenységet fokozó munkát.* A varrat vizsgálatainak módszerei mind jobban tökéletesednek: Röntgen-átvilágítások, feszültség-tömörülési felvételek, metallográfiai vizsgálatok stb. és a könnyű fémeknél értékesíthetők, a folyvashegesztésekben szerzett tapasztalatok.

Még figyelmükbe ajánlom a gyártással foglalkozóknak a javítási munkálatokat, a varratok utókezelését, a kettősfalú csövek gyárthatóságának kipróbálását, a hőhatásokból származó szilárdság-csökkentéseket, a deformációkból folyó nehézségeket, melyek hosszabb csövek és tartályok esetén kihajlási igénybevételt is okozhatnak és hullámos felületűvé tehetik a tartályt.

Mi, professzorok, kérjük, hogy közöljék velünk szerzett tapasztalataikat s így mi közre adjuk, tanítjuk és mind elterjedtebbé tesszük azokat, hogy egyes körök ne idegenkedjenek a bőségesen termelhető könnyű fém és ötvözeteinek használatától.

#### Dr. Domony András:

A könnyűfémből készült tartályoknak, — az eddigi vasból, vagy egyéb nehézfémekből gyártottakkal szemben —, az a nagy előnyük, hogy az edényzet az alumíniumötvözetek jó megmunkálhatósága következtében igen sok esetben egydarabból, hegesztés nélkül képezhető ki. Ezáltal igen sok esetben az eddig használatos tartályok leggyengébb pontja, — a hegesztési varrat — kiküszöbölhető, a gyártás pedig — különösen nagy darabszám mellett — lényegesen olcsóbbá tehető.

Könnnyűfém tartályok szerkesztése esetében az alumíniumötvözetek jó megmunkálhatóságából származó előnyöket mindig ki kell használni. A formaadás tehát elsősorban hideg-, vagy melegmegmunkálás segítségével történjen. A költséges és kritikus hegesztés csak az elkerülhetetlen minimumra szorítkozzék.

Erre igen jó példa a forgalomban lévő MAORT-gázpalackok kivitele. Itt a palackot az első megoldásnál két előrehúzott fél csészének a darab közepén elhelyezett vízszintes hegesztési körvarrattal történő összeerősítésével állították elő. Hegesztési varrat ezek szerint a palack közepén és a felső nyakrészben volt, ahol a szelep elhelyezésére szolgáló kovácsolt pogácsát szintén a megfelelő fél csészébe kellett hegeszteni. Az új típusnál, amikor a könnyűfémek jó mélyhúzóhatóságát figyelembe vették, sikerült a hegesztési varratot az első kivitelezéshez képest —, kb 75%ékal csökkenteni. Az új gyártási menetnél hegesztés nélküli, mélyhúzott testet állították elő, melynek felső részét konikusan behúzták. A szeleptartó kovácsolt pogácsáját pedig annyira megnövelték, hogy egy kis, a palack felső részén elhelyezett körvarrattal az előrehúzott konikus nyakba illeszkedjék.



Annak érdekében, hogy az anyag könnyű megmunkálhatóságából származó előnyöket teljes mértékben ki lehessen használni, a könnyűfém-palackok szerkesztésénél a hagyományos hegesztett formáktól igen gyakran el kell szakadni.

#### Dr Buray Zoltán:

Kövesi professzor kartárs hozzájárulásának arra a részére kívánok reflektálni, amelyik a tartályok hegesztésével foglalkozik. Kétségtelen tény, hogy mind a nagynyomású csövekben, mind a tartályokban és palackokban fellépő maximális feszültség a belső oldalon az alkotóra merőleges és így az esetleges felrepedés az alkotó mentén történik. Ez a tény különösen a nagyobb átmérőjű tartályoknál és csöveknél jelentős, ahol a lemezeknek alkotó mentén való összeerősítése szükséges. Ez az összeerősítés történhet szegecseléssel vagy hegesztéssel. A szegecseles nagyobb nyomás esetén nem ad megbízható kötést és tömitést, ezért ma már csaknem kizárólag hegesztéssel oldják meg a nagyméretű tartályok készítését.

Köztudomású, hogy a hegesztéshez szükséges hőhatás a hegesztés melletti ún. átmeneti zónát mindig kilágyítja. A kilágyulás mértéke, azaz az átmeneti zóna szélessége az alkalmazott hegesztési eljárás függvénye. A legszélesebb átmeneti zónát a gázhegesztés adja, mert a hőforrás hőmennyisége a legkisebb és így az anyag megömlesztéséhez a leghosszabb idő szükséges. Keskenyebb a kilágyult zóna az ívhegesztésnél, míg a legkisebb kilágyult területet a védőgáz alatti hegesztés — az Argonarc — adja. Ennek oka nemcsak a Wolfram elektródával elérhető magas hőhatásban keresendő, hanem abban is, hogy a felületet bevonó magas olvadáspontú  $Al_2O_3$  eltávolítása nem hő- és oxidálódósó hatására, hanem az Argon ionjainak mechanikus bombázásával történik. Alacsonyán ötvözött, nem hőkezelhető alapanyagú tartályoknál a kilágyulásnál elveszett szilárdságot utólagos hideg megmunkálással, mint pl kalapálással elég jól vissza lehet nyerni. Olyan tartályoknál azonban, ahol a nagy igénybevételek miatt hőkezelhető

ötvözetek felhasználása elkerülhetetlen, különös gonddal kell lenni a hegesztésre. A hegesztés következtében itt a varrat és környékének szilárdsága a hőkezeletlen alapanyag szilárdságára esik vissza és még akkor is, ha lehetséges a kész tartály lehőkezelése, a varrat szilárdsága nem éri el az alapanyag szilárdságát, mivel az ömledék öntött struktúrájú.

Mindezekre a méretezésnél tekintettel kell lenni. Ezek mellett azonban a tartályok hegesztésénél különleges szempontok is felmerülnek. V-varrat esetén — ami tartályoknál a legkényelmesebben állítható elő —, a varrat gyökének tökéletes beolvasztása igen gondos munkát kíván, mivel az előzőek szerint éppen a belső alkotó mentén lépnek fel a maximális tangenciális feszültségek. Egy nyomás alatti tartályban a nyomás gyakran változik, amennyiben a tartály járműre szerelt — ami éppen az Al kis fajsúlya miatt gyakori — a tárolt anyag mozog, így mindkét esetben az igénybevételt ismételtnek lehet tekinteni. Ilyen igénybevétel mellett pedig a nem tökéletes gyökből, mint éles szögletből (Kerb) kiindulhat a kifáradás következtében a felrepedés. Ennek meggátolására célszerű, ahol csak a hozzáférhetőség megengedi vagy X-varratot készíteni, vagy a V-varrat gyökét kivésni és belülről feltölteni. Igen kényes helyeknél túlpán varratot kell készíteni, ahol is a varrat gyökét gázzal, a feltöltést ívvel kell végezni. Eppen a gyök tökéletes beolvadásának fontossága miatt a nagynyomású, illetőleg nagyobb igénybevételű tartályok hegesztését röntgenvizsgálattal kell ellenőrizni.

Azt hiszem, hogy éppen a könnyűfém-tartályokkal kapcsolatban érdeklődésre tarthat számot az a hír, hogy az Alumíniumkutató Intézet részére ez év közepén megérkezik az első Argonarc készülék, melyen a hegesztési kísérleteket haladéktalanul megkezdjük. Remélhetőleg ennek folytán újabb készülékek megrendelése és ipari bevezetése mielőbb, még az ötéves terv első éveiben lehetséges lesz. Ezáltal a külföldön oly jól bevált eljárásnak hazánkban való széleskörű elterjesztésének semmi sem fogja útját állni.

## Az anódeffektus kryolith-timföld olvadékok elektrolízisének

Folytatás

Ismertetés prof. A. I. Bjeljaiev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből.

Összeállította: SZAKÁLPÁL

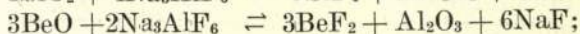
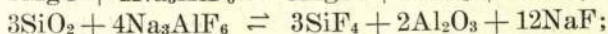
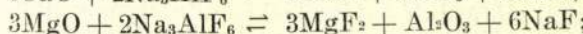
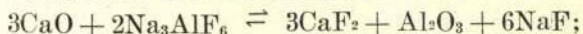
Анодный эффект при электролизе сплавов криолита-глинозема.

Plate efficiency electrolysis of cryolite-alum earth fluid solutions.

A review by P. Szakal based on a book by A. I. Bieliaiev on („Physical and chemical reactions with electrolysis of aluminium.”)

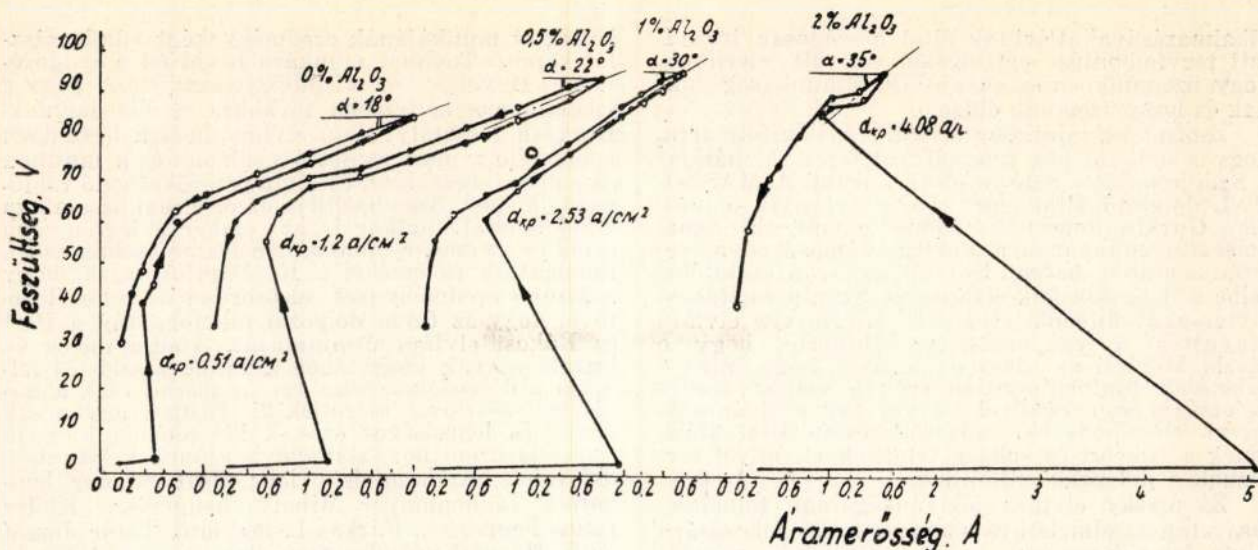
The author exposes the method of measuring the critical flux density and the effect of the various oxides on the formation of the critical flux density. The effect of the plate material on the critical flux density and on the appearance of the plate efficiency were subject to a separate examination. Furtheron, the mechanism of the plate efficiency is discussed with special consideration given to the effect in this direction of the surface tension and the phenomena of moisture.

A kritikus áramsűrűség nagyságának az olvadékban oldott vegyületek oxigéntartalmától való egyenes függése azzal magyarázható, hogy az oxidok és kryolith között kémiai egyensúly áll be, amely a timföld elektrolízise során, a timföldkoncentráció csökkenésének mértékében jobbra tolódik. A mi esetünkben:



Ennek eredményeképpen az oxid oxigéntartalmával arányos timföldmennyiség keletkezik, ami a kritikus áramsűrűség megfelelő mértékben való kialakulásával jár. A mondotak alapján feltehető, hogy a kritikus áram-

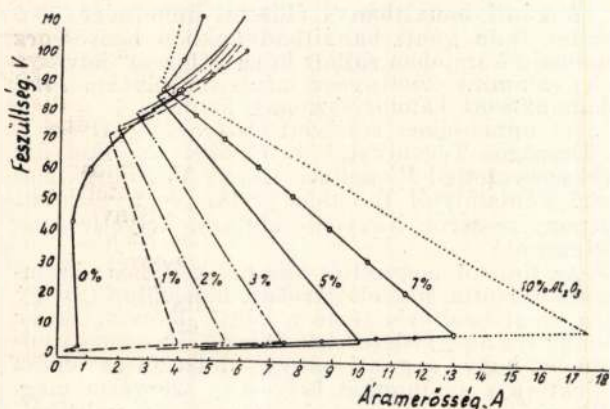




6. sz. ábra. Az anódeffektus teljes áramerősség-feszültség görbéi különböző  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú kryolitholvadékoknál.

sűrűség abszolút tiszta kryolithra nézve 0-ra kell, hogy csökkenjen, viszont a természetes és mesterséges kryolithra mért  $0.4\text{--}0.5 \text{ A/cm}^2$  érték a legtisztább kryolith-féleségben is előforduló szennyezések következménye. ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  és a többi).

Szembetűnő az anódeffektus lefutását jellemző áramerősség-feszültség görbe alakulásának összefüggése, a kryolith-fürdő oxidtartalmával. A 6. sz. ábra ezen görbét ábrázolja 0—2 százalék  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at tartalmazó kryolith-olvadékokra.



7. sz. ábra. A kryolitholvadékban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom hatása az anódeffektus görbe egyenes szakaszának alakulására.

Mint az ábrából kitűnik, a timföldtartalom-növekedésének megfelelően emelkedik a kritikus áramsűrűség is, meghosszabbodnak a normális elektrolízisnek megfelelő ab. görberezsek, megrövidülnek az anódeffektus utáni feszültség emelkedésének megfelelő cd. görberezsek és utóbbi görberész hajlásszöge a vízszinteshez képest növekszik. (0%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nál  $18^\circ$ -ról, 2%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nál  $34^\circ$ -ig.)

A 7. sz. ábra, az anódeffektus fellépésének megfelelő egyenes görberészeket ábrázolja 10% timföldtartalomig. Jól látható az effektus magas feszültsége után meghatározott görberészeknek a vízszintestől való fokozatos eltérése, a timföldtartalom növekedésével párhuzamosan.

Hasonló értelmű megfigyelések, illetve következtetések vonhatók le a 8. sz. ábrából, amely különböző oxidokat azonos töménységben tartalmazó kryolith-olvadékok anódeffektus görbéit ábrázolja, az effektus alatti feszültség emelkedésének megfelelő görberész hajlásszöge a vízszinteshez arányosan emelkedik az olvadékokban lévő oxid viszonylagos oxigéntartalmával. ( $\text{MgO}$ -nál  $20^\circ$ ,  $\text{SiO}_2$ -nél  $27^\circ$  és  $\text{BeO}$ -nál  $35$  fok.)

Az áramerősség-feszültség görbe segítségével feltárt fenti összefüggések nagy mértékben igazolják az olvadékokban lévő oxid mennyiségének és minőségének az anódeffektusra való hatásbeli fontosságát.

(Folytatjuk.)

## Hazai hírek

**Az ajkai alumíniumkohó élüzem.** Április 28 óta ötágú élüzemesillag ragyog az ajkai alumíniumgyár bejárata felett.

A felszabadulás után a Szovjetuniótól kapott segítség, az államosítás adta lehetőség, a helyes vezetés, kormányunk által támogatott ipari kutatás és a vállalatok közötti tapasztalatcsere hatalmas lendülettel biztosította alumíniumiparunk fejlődését.

Az ajkai gyár valamennyi dolgozója, felismerve a három- és ötéves terv népgazdasági jelentőségét, összekovácsolódva a műszaki értelmiséggel, az újtókkal és élmunkásokkal, Gurkin szovjet főmérnök vezetésével öntudatos munkával kezdték meg a szocializmus építését. A termelés-

kenység folyton fokozódó növekedésével, a terv-előirányzat túlszárnyalásával, harcok munkájukkal, a szocializmust építő munkaversenyben az első negyedévben az ajkai alumíniumkohó az alumíniumipar élére került. Élüzem lett.

Április 28-án, az élüzemek sorába történő ünnepélyes beiktatáson a nehézipari minisztérium részéről megjelent Zsufincev Mihály elvtárs, nehézipari miniszter, az V. főosztály részéről Dobos György főosztályvezető, a vasas szakszervezet részéről Závorszky József, a MASZOBAL központi igazgatósága részéről Boriszov vezérigazgató. Ugyancsak nagy számban jelentek meg a megye és a környező vállalatok párt- és szakszervezeti vezetőségének kiküldöttei.

Serflak vállalatvezető a megjelentek üdvözlése után rámutatott arra, hogy a szovjet munkamódszerek és újítások elsajátításával, helyes



alkalmazásával, Pártunk által országosan irányított tervfelbontás segítségével sikerült elérnünk, hogy üzemünkben sztahánovista élmunkások vannak és hogy üzemünk élüzem.

Zsofinyecz miniszter elvtárs rávilágított arra, hogy a dolgozó nép munkájával fejezi ki háláját a Szovjetunió és Sztálin elvtárs iránt. A MASZOBAL dolgozói által elért eredmény egyik biztosítéka Gurkin főmérnök személye volt, aki igazi bolsevik munkával, a Pártra támaszkodva, vezette a munka harcát. Szavait gyakran szakította félbe a dolgozók lelkes tapsa és Sztálin és Rákosi elvtársakat ünneplő éljenzése. Zsofinyecz elvtárs átnyujtva a vándorzászlót, kifejtette, hogy e zászló kötelezi az ajkai dolgozókat, hogy mint a béketábor tántoríthatatlan erői, a munkaverseny egészséges szervezésével, a verseny nyilvánosságával, ellenőrzés és tapasztalatesere által küzdenek a békéért és sohasé felejtsek el, mivel tartoznak a dolgozók millióinak.

Závorszky elvtárs jókívánságainak tolmácsolása után az elméleti és szakmai tudás fokozására hívta fel a figyelmet, hogy a Párt irányvonalát követve, termelésüket fokozva, az eddiginél jobb munkával a vándorzászlót megőrizve, vívják az ajkai dolgozók öntudatos harcukat továbbra is a béke megvédéséért.

Boriszov vezérigazgató ismertette, hogy a vállalat fizikai és értelmiségi dolgozói kitaró munkájukkal elérték, hogy a gyár a tervbevett kapacitást túlhaladva, jelenleg 110%-os kapacitással dolgozik. Meggyőződését fejezte ki, hogy az alumíniumkohó kollektívája továbbra is megőrzi a zászlót és a még helyenként felbukkanó hiányokat az üzem rövidesen megszünteti.

Szentiványi Gyula, a kohó üzemvezető főmérnöke és csarnokvezetője, Bene József a kohóüzem dolgozói nevében megköszönték az elnyert vándorzászlót és ígéretet tettek, hogy a kohó kollektívája a jövőben a kormányzatunk által előírt tervet nemcsak teljesíteni fogja, hanem túl is fogja szárnyalni, hogy a vándorzászlót továbbra is megtarthassák.

Az üzem élüzemmé való előretörése megszerzte nagy lelkesedést váltott ki és a megye ipari és mezőgazdasági dolgozói számos táviratban üdvözölték az ajkai üzemet.

Az üdvözlő táviratok felolvasása után a dolgozók határtalan lelkesedéssel tették meg, egymást túlszárnyalva, május 1-i felajánlásaikat.

Az alumíniumkohó kollektívája felajánlotta, hogy áprillisi tervét hat tonnával túlteljesíti és ezt a túlteljesítést biztosítani fogja az időközben szükségessé vált egyenirányító revíziók ellenére is. Az alumíniumkohó kollektívája ezzel is méltó akar lenni a sztahánovista élüzem kitüntetéséhez és a szocializmus építésének nagy ügyéhez.

A timföldüzem, május 1 méltó megünneplésére felajánlotta, hogy a nedves üzem termelési előirányzatát 100 t-val teljesíti túl, a kalcináló timföld előirányzatát 25 t-val.

A felajánlások után Boriszov vezérigazgató az új sztahánovista élmunkások okleveleit, Serflek vállalatvezető pedig a -pénzjutalmakat osztotta ki.

Az üzem kultúresoportjának műsora után a nagygyűlés az Internacionálé hangjaival zárult be.

**A Kőbányai Alumíniumhengerműben** április 28-án bensőséges ünnepség zajlott le. Az üzem eddigi megfeszített és példás munkájának elismeréseként elnyerte a Szakszervezeti Tanács vándorzászlaját. A zászlóátadási ünnepségen jelen volt Horváth Pál főosztályvezető, Szlabák Lajos osztályvezető, a szakszervezet részéről Polyák elvtárs, a Szaktanács részéről Nagy elvtársnő, a X. kerületi Pártszervezet részéről Farkas elvtárs.

Az ünnepséget Naszódy Ferenc vezérigazgató nyitotta meg. Örömmel jelenti be, hogy az üzem

kollektív munkájának eredményeként vándorzászlót kapott. További munkára hívja fel a dolgozókat és figyelmezteti a kollektív szellemre hogy a szocializmus építésében továbbra is elől járjunk. Horváth főosztályvezető elvtárs hosszú beszédben ismertette a múlt romboló szellemét és a multban az ember lebecsülését és a munkaerővel való rablógazdálkodást. Szembeállítja ezzel a mai szocialista gondolkozást, amikor is az ember a legnagyobb érték és az ember munkáját a legmesszebbmenően támogatják és értékelik. Rávilágított arra, hogy a kitűnő eredményeket elsősorban az tette lehetővé, hogy az üzem dolgozói megfogadták a Párt és Rákosi elvtárs útmutatását. Átadja meleg és biztató szavak kíséretében a vándorzászlót és felhívja a dolgozókat, hogy ezt a zászlót csak a miniszteri zászlóval cseréljék ki. Ezután ugyancsak meleg és bensőséges szavak kíséretében kiosztja ezen kis üzem hét sztahánovistájának a kitüntető oklevelet. Sztahánovista lett: Puff Sándor hengerész, Lindenmayer Mihály hengerész, Koller Lajos hengerész, Farkas Lajos öntő, Tatár József öntő, Horváth Sándor technikus és Emőd Gyula főmérnök.

Puff Sándor sztahánovista hengerész megköszöni a magas kitüntetést és a sztahánovisták nevében fogadalmat tesz a további becsület és szorgalmas munkára. Emőd Gyula néhány meleg szóval ugyancsak megköszöni a kitüntetést és köszönetet mond a munkatársai felé is, hogy a nehéz és kemény munkában teljes szolidaritással támogatták és segítettek. Ígéri, hogy a miniszteri zászló elnyerése érdekében minden tőle telhetőt megtesz. A szakszervezet és a Párt kiküldötték is bensőséges szavakkal és örömmel üdvözölték az üzem összes dolgozóit a magas kitüntetés alkalmából és további szerencsés és sikeres munkát kívántak.

**A gánti bauxitbánya élüzemi ünnepsége.** 1950 április 28-án gánti bauxitbányánkban bensőséges ünnepség keretében zajlott le az „Élüzem”-jelvénynek, valamint Zsofinyecz miniszter elvtárs által adományozott vándorzászlónak átadása.

Az ünnepségen résztvett Osztrovszky György, az Országos Tervhivatal h. elnöke. A Bányász Szakszervezetből Piegel elvtárs, az V. könnyűfém-ipari Főosztálytól Ballabás elvtárs és a vállalati központ részéről Nagyobb elvtárs, helyettes vezérigazgató.

Az ünnepi megnyitót Kasnyik János üzemvezető tartotta, aki előljáróban bejelentette, hogy az a megtiszteltetés érte a gánti bányát, hogy immár tizenegyzszer lett élüzem. Ez annak tudható be, hogy a gánti bánya dolgozói és egész kollektívája a munkát helyesen szervezte meg, felhasználta a Szovjetunió útmutatását, politikailag átértézte a termelés fontosságát, amelynek ezen eredmény köszönhető, majd a termelési eredményeket ismertette és további jó munkára hívta fel a dolgozók figyelmét.

Osztrovszky György beszédben hangsúlyozta, hogy ma a békeharc a termelés vonalán folyik s a dolgozók világviszonylatban is hatalmas erőgyarapodásra tettek szert. A mi eredményeink döntően hozzájárulnak ahhoz, hogy erőítsük a béketábor. Kihangsúlyozta, hogy ezeket az eredményeket csak a Párt és Rákosi elvtárs irányításával, a munkaversenyek fokozásával, politikai felvilágosító munkával érhettük el. Rámutatott arra, hogy további jó eredményeket csak a termelékenység növelésével és az önköltség csökkentésével tudunk elérni, amely a gánti dolgozóknban megvan s biztos benne, hogy ezt az elkövetkezendő időkben végre is hajtják.

Piegel elvtárs tolmácsolta a Bányász Szakszervezet vezetőségének üdvözlését, ismertette az eredményeket és egyben rámutatott a munkaverseny egyes hiányosságaira, amelyeket a közeljövőben ki kell küszöbölni. Győzelmeinket, ame-



lyeket a termelés frontján elértünk, tovább kell fokozni, mert minden egyes eredményünk megkeseríti az imperialisták életét.

A gánti dolgozók munkájához sok sikert és további eredményeket kívánt.

Ezután került sor a zászló átadására, amelyet Höflinger József élmunkás vett át és ígéretet tett arra, hogy a zászlót becsülettel meg fogják őrizni s mindent el fognak követni, hogy az elkövetkezendő időben is Gánton maradjon a zászló.

Az ünnepség az Internacionálé eléneklésével ért véget.

## HOZZÁSZÓLÁS\*

Bartha Lajos—Dr Evva Ferenc: „Alumínátlúgok kikeverése pneumatikus úton” c. cikkéhez

A cikkben foglalt eredményeket örömmel vesszük tudomásul, mi is nagyon biztatónak tartjuk azokat. A figyelmet hozzászólásunkkal arra akarjuk irányítani, hogy a levegőkikeverés hőfoklefutásával intenzívebben lenne érdemes foglalkozni. Véleményünk szerint ugyanis az eredmények a pneumatikus kikeverésnél főleg azért kedvezőbbek, mert kikeverés közben érvényesül a párolgás hűtő hatása.

Ismeretes, hogy a kikeverés molviszony: idő görbéjének meredeksége hőfokfüggvény. Azonos oltás mellett magasabb hőfokon a kikeverés gyorsabban indul meg. Ennek magyarázata az RGT-szabállyal adva van. A kikeverés azonban magasabb hőfokon hamarosan megáll, mert a hidrolízis reakciójának egyensúlyi helyzete magasabb hőfokon magasabb oldott  $Al_2O_3$ -koncentrációnál fekszik. Célszerűnek látszik tehát a kikeverést magasabb hőmérsékleten ( $80^\circ$  körül) elkezdni, majd  $10$ — $15$  óra elteltével menni le  $40^\circ$  körüli értékre, amikor a kiválási góccok száma már kellő. Ilyen körülmények között egy már magasabb molviszonyról ugyan kisebb reakciósebességgel, de több ponton haladhat a reakció egy alacsonyabb oldott  $Al_2O_3$ -koncentrációnak megfelelő egyensúlyi helyzet felé.

Mechanikus kikeverésnél ezt a kívánt hőfoklefutást biztosítani nehéz. A magas hőfokon töltött tartályok nem hűlnek le elég gyorsan. A hatás változik az évszakokkal, pl. egyik tim-

120 g/l szabad  $Na_2O$ -koncentrációjú lúgra az alábbi diagram szemlélteti:

Ha az „A” ponton a lúgot  $30$ — $40^\circ$ -ra lehűtjük, a kikeverés is megfelelő görbe mentén fog földgyárunkban a kikeverés mindig november hónapban optimális. Alacsony hőfokú töltés esetén a kikeveredés lassan indul meg.

Ha azonban  $80^\circ$ -on töltött tartályokat levegő befúvatásával keverünk, elérhetünk egy olyan hőfoklefutást — esetleg a beadott levegő mennyiségének szabályozásával —, mely a legkedvezőbb viszonyokat teremti meg. A viszonyokat továbbhaladni, a kikeverés ideje pedig az A—B távolságnak megfelelő idővel fog rövidülni.

A lúgnak a folyamat közben észlelt bekoncentráldása a kikeverésnél elérhető nyeredéket csökkenti ugyan, ennek mértéke azonban nem jelentős és a hatás egyébként is kiküszöbölhető.

A vázolt megfigyelések  $10$ — $12\%$  karbonáthoz kötött  $Na_2O$ ,  $0,6$  g/l C és  $1$  g/l  $P_2O_5+V_2O_5$  tartalmú alumínátlúgra vonatkoznak. Hasonló eredményre jutottak külföldi kutatók is, így többek között Bjelajeff.

Véleményünk szerint a pneumatikus keveréssel a hőfoklefutást fentiek szerint szabályozva, még jobb eredmények elérésére nyílnak kilátás.

Végezetül megjegyezzük, hogy a levegő  $CO_2$ -mentesítését szükségesnek tartjuk;  $3$ — $4$  g/l szódataralomnövekedés elég nagy szám.

Máriássy Mihály

## Levelsláda

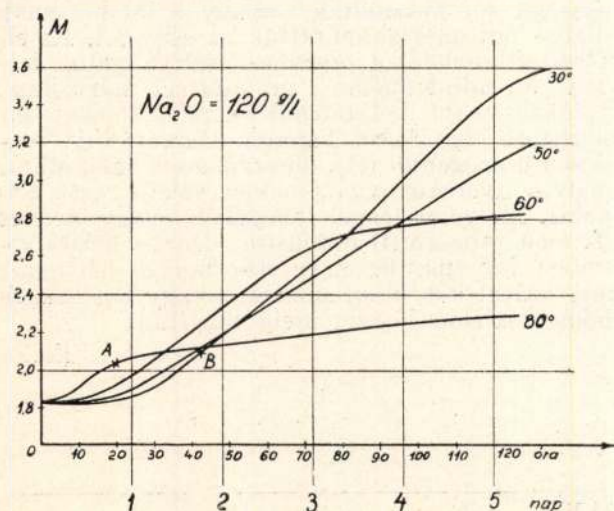
### 1. Kérdés.

Az alumíniumlemezek, illetőleg tárcsák lágyításánál gyakran előfordult, hogy a keménycéblől kikerült áru erősen foltos és barnás elszíneződést mutat. Ezek a felületi hibák a további megmunkálásnál is csak nehezen távolíthatók el. Hogyan küszöbölhető ki ez a jelenség?

### Felelet.

Az alumíniumlemezek, tárcsák, illetőleg készárúk lágyításánál a felület tisztaságára gondosan ügyelni kell. A használatos kenőanyagok szerves alkotórészei a lágyítási hőfokon elszínesednek, a lemez felületére égnak és onnan csak erős pácolás vagy csiszolás segítségével távolíthatók el. Az elszínesedett szemcsék a további megmunkálásnál a lágy fémbe nyomódhatnak és súlyos, mélyreható felületi hibákat idézhetnek elő.

A hibák kiküszöbölése azzal érhető el, hogy a lágyítandó tárgyakról a kenőanyagot pácolással, zsírtalanítással, puha ronggyal való letörléssel eltávolítjuk, vagy a hidegalakítási műveleteknél könnyen illő kenőanyagot használunk. Minden esetben gondosan ügyelni kell, hogy a kenőanyagok hígítására használt víz tiszta és lágy legyen, mert a kemény vízből kivált sók a kenőanyag zsírtartalmával szappanokat képezhetnek. Mivel ezek nem illékonyak, minden esetben a könnyűfém tárgyak lágyításánál a fém felületére égnak és elszínesednek. Erősen elszennyeződött tárgyakat vagy gondos pácolásnak, vagy megfelelő csiszolásnak kell alávetni.



\* Befejezetlen közlés miatt az egész Hozzászólást újból közöljük. — (Szerk.)



## 2. Kérdés:

Az alumínium elektrolízisnél a Soederberg-típusú, vagy pedig a blokkandódás kemencék gazdaságosabbak-e?

## Felelet:

A kérdés még nincs véglegesen eldöntve.

A blokkandódás rendszer előnye a kádák elektromos viszonyainak jobb szabályozhatósága és könnyebb kezelhetősége, valamint a kemencék aránylag alacsonyabb beruházási költsége.

Ezzel szemben a Soederberg-rendszerű elektrodák kisebb anódikus áramsűrűséget tesznek lehetővé, kevesebb masszafogyasztást igényelnek, a berendezések létesítése viszont a drágább anódaemelő szerkezet miatt költségesebb.

Közismert, hogy minél nagyobbak az egyes alumíniumkemence-egységek, annál gazdaságosabb a termelés. Az utóbbi évek fejlődése 50.000, sőt 100.000 A-es kemenceegységeket is létrehozott. A Soederberg és blokkandódás rendszer versengését végeredményben az fogja eldönteni, hogy a most fejlődés alatt álló nagy egységeket melyik típusú anódával lehet gazdaságosabban üzemben tartani.

## 3. kérdés:

Alumíniumbázisú és magnéziumbázisú hulladék — könnyűfémdaraboknak mi a legegyszerűbb felismerési módja?

## Felelet:

A két különböző típusú könnyűfémhulladék legegyszerűbb felismerési módja, ha a szóbanforgó fémdarabot koncentrált (20–25%-os) marónátronnal lecsepegtetjük. Az esetben, ha a marónátronnal csepp 3–4 perc után erős pezsgést idéz elő, úgy alumíniumbázisú ötvözetű állunk szemben. A marónátronnal ugyanis az összes alumíniumbázisú ötvözetet erős pezsgés mellett gyorsan oldja.

## 4. kérdés:

Megtámadják-e a lúgok a magnéziumot is?

## Felelet:

A magnéziumot és a magnéziumdús alapú ötvözeteket gyakorlatilag az alkáliák *nem* támadják meg, ezzel szemben minden sav — a fluorsavat kivéve — erősen megtámadja s magasabb hőmérsékleten még a desztillált víz is, erősen sós vizek pedig hidegben is kős mértekben oldják.

## 5. kérdés:

Fischer János üzemi ellenőr kérdezi, hogy miért szükséges a vékonylemez hulladékot beolvasztás előtt csomagolni, azaz pakettirozni?

## Felelet:

A vékonylemez hulladék nagy felületet képvisel és így az olvasztás alatti oxidálódásnak sokkal nagyobb a lehetősége, mint akkor, ha ezt a felületet kisebbitjük a lemez hulladéknak összetömörítése útján.

Ezenkívül a lemez hulladék berakási ideje lényegesen hosszabb, mint az összesajtolt hulladéknak és így a berakás alatti hőveszteség is az első esetben sokkal nagyobb, mint a csomagolt anyag berakásánál. Az oxidáció befolyásolja a minőséget, a berakási idő pedig a mennyiségi termelésre van hatással. *Em.*

## 6. kérdés:

Halász Imre lakatos-csoportvezető elmondja, hogy a meleghengerteléshez emulziós kenésre rendezkedtek be, azonban az emulziós oldat megindítása után a henger a tuskót nem veszi be. Mi ennek az oka?

## Felelet:

Emulziós kenéshez jóminőségű fűróolajat és lágy vizet kell venni. Ha közönséges kút-, vagy csapvizet veszünk, amelynek a mézstartalma elég magas, akkor azt tapasztaljuk, hogy a hengeren egy sikos bevonat képződik, amely nem más, mint mézszapran. Ennek elkerülésére a felhasználandó vizet feltétlenül lágyítani kell és azonkívül ügyelni kell arra is, hogy a csapokról zsiradék ne kerüljön az oldatba. Ajánlatos tehát a nyomószivattyú elé egy finom szűrőt beiktatni és ezt megelőzően deríteni az emulziós oldatot.

## 7. kérdés:

Szilasi Imre olvasztár kérdezi, hogy mi okozhatja az Al-Mg-Si ötvözetű lemezekből hűtött edények falának szakadását?

## Felelet:

A fal kiszakadásának oka lehet oxidsalak, vagy gázzárvány, de lehet durva kristályosodás, avagy helytelen szerszámlegömbölyítés. Oxidzárvány adódhat abból, hogy az anyag kikészítéséhez nem megfelelő minőségű és mennyiségű sókat használtak, avagy a csapolásnál, illetve öntésnél zuhantatták az anyagot. Az elkészített olvadékot öntéshez csak folytatni szabad és mindennemű zuhantatást kerülnünk. Salakzárványt helytelenül és nem tökéletesen tisztított olvadékból kapunk. Gázzárvány rendszeren hidrogéntől (H<sub>2</sub>)-től ered, amit bevihetünk nedves nyersanyaggal, nedves sóval vagy csapolás, illetve öntésnél levegőből, avagy nedves (frissen tapasztott) öntőüsttel. Durva kristályosodást kapunk, ha nem elég magas lehengerlési százalékot alkalmazunk, avagy túl magas hőmérsékleten hosszú ideig lágyítunk.

*Em.*

## ALUMINIUM



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTALYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

9. szám.

Kísérletek nagytérőjű könnyűfémszegecsek  
előállítására (II.)

DR BURAY ZOLTÁN

(Folytatás)

669.717-621.772

Короткие изложение об испытаниях у производства  
заклепок из легких металлов при больших диаметрах.

By Dr Zoltán Buray, M. Eng.

Experiments in connection with the produc-  
tion of large size lightmetal rivets.

## 3. Keménységmérés.

A rúdanyagok keménységének értékeit a későbbiek folyamán táblázat és diagram is mutatja, mert a szegecselhetőség idejének megállapításakor az anyagok felkeményedését mértük, az idő függvényében a hőkezeléstől nyolc napig. Az anyagok végleges keménységének a nyolc nap utáni keménység vehető. A Brinell-keménység megállapítása Vickers-rendszerű keménységmérő-gépen 31,25 kg terheléssel és 2,5 mm  $\varnothing$ -jú golyóval történt. Ezt a terhelést, illetőleg golyóátmérőt a DIN 1605 előírásai alapján választottuk ki. Ez azt mutatja, hogy 23,8–158 kg/mm<sup>2</sup> keménységű anyagok mérésénél a  $P = \alpha D^2$  képletben az  $\alpha = 5$ -nek kell helyettesíteni. Tekintve, hogy a felkeményedés folyamán a keménységek értékei 50–120 kg/mm<sup>2</sup> között változtak, az egységes mérés kedvéért ez az  $\alpha$ -érték felett meg leginkább. A 2,5 mm golyóátmérő viszont az anyagok aránylag kis méretéből adódott. Ezzel szemben Rajakovics kísérleteiben (51) alumíniumanyagoknál Vickers, majd különböző golyóátmérővel és  $\alpha$  érték mellett mért Brinell-keménység adatokat hasonlított össze. Megállapította, hogy a Vickers-gyémánttal mért keménység értékei a nagyobb golyóátmérőkkel és nagyobb  $\alpha$ -val mért keménységi értékkel egyeznek, míg a kisebb golyóátmérőknél és főleg kisebb  $\alpha$ -val mért Brinell-keménységek a Vickers-keménységhez képest kisebb keménységértékeket adtak. Szerinte 2,5 mm átmérőjű golyó és 5. D<sup>2</sup> mellett a kapott 70 és 110 kg/mm<sup>2</sup> közötti Brinell-keménységnek 80–120 kg/mm<sup>2</sup> Vickers-keménység felelt meg. Mérései alapján az 1941-ben új kiadásban megjelent DIN 1605-ös lap alumínium anyagoknál a keményedés átmérőjét  $d = 0,2-0,5 D$  helyett  $d = 0,7 D$ -ig írja elő. Ennek alapján 70 kg/mm<sup>2</sup> Brinell-keménység feletti alumínium-anyagoknál az  $\alpha = 10$ -nek kell választani és ezzel a terhelés  $P = 10 \cdot D^2$  alapján állapítható meg. Ezek figyelembevételével a méréseknél kapott Brinell-keménységi érté-

kek általában 10 kg/mm<sup>2</sup>-rel alacsonyabbak a valóságosnál.

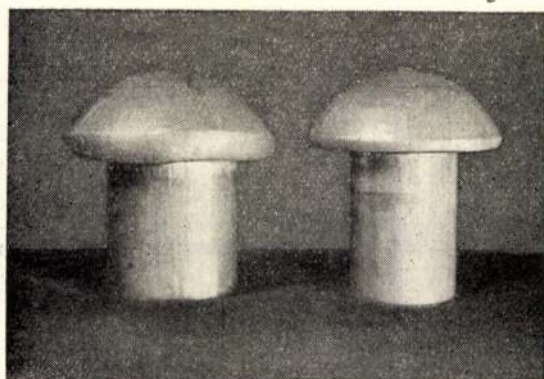
## Szegecsfejezési kísérlet

A különböző átmérőjű és különböző összetételű anyagok fejlehetőségének és a fejezéshez szükséges nyomóerő megállapítására az anyagokon fejezési kísérleteket végeztünk. A fejezéseket a már ismertetett hőkezelés után 1 óra belül hajtottuk végre, mivel a nagyobb Cu-tartalmú anyagok felkeményedése várhatóan olyan gyorsan következik be, hogy a kifogástalan fej kialakítását esetleg akadályozza. Ezt Bothmann és Mannchen (52) vizsgálatai is bizonyítják, akik pneumatikus kalapáccsal 6 mm átmérőjű Dural-szegecsket fejeltek és mérték a hőkezelés után különböző pihentetési idő múlva a fej kialakításának idejét. Megállapították, hogy a fej kialakításához szükséges idő a keménység emelkedésével kétszeresen növekszik.

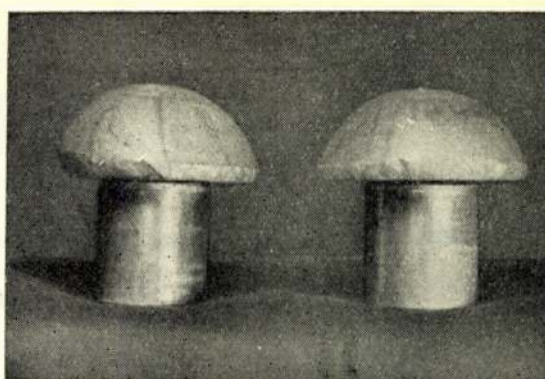
A fejezésre szánt rúdanyagok hosszát két tényező szabta meg, egyrészt a későbbi nyíróvizsgálat miatt szükséges 3 d szárhossz, másrészt a fej kiképzéséhez szükséges hossz, amely általában 1,8–2. d közt mozgott. Ez a hossz nagyobb, mint a vasszegecsok fejének szárszükséglete, de alumíniumötvözetek szegecselésénél általában nagyobb fejet szokás választani, mint a vasszegecsoknél. A német előírások szerint félgömbfejnél a fej legnagyobb átmérőjét  $D = 1,8-2 d$ -nek (55, 58, 59), svájci szerint  $D = 1,6-1,8 d$ -nek (57) és angol BS. 641:1935 jelű szabvány szerint  $D = 1,75 d$ -nek kell venni (56). Tekintve, hogy a félgömbfejtű vasszegecsoknél  $D = 1,6 d$ -vel dolgoznak és a MOSZ is ezt írja elő, a fejezési kísérleteknél a 16 mm átmérőjű szegecsket MOSZ 18 jelű fejezővel, a 20 mm átmérőjű szegecsket MOSZ 22 jelű fejezővel és a 24 mm átmérőjű szegecsket MOSZ 26 jelű fejezővel fejeztük. Ezzel a szükséges  $D = 1,8 d$  nagyságú fejtér kb. biztosítva volt.

A fejezésre szánt, méretre vágott és hőkezelt szegecsrúdat acélból készült hengerbe helyeztük, melynek magassága a szegecsátmérő háromszorosa volt. A henger furata 0,1 mm-rel volt nagyobb a szegecs átmérőjénél, így a szegecsrúd pontosan beillett a furatba. A fejezéskor a tekintélyes nyomóerő hatására a szegecs-





8. ábra. a) Síma szegecsfej repedéssel.  
b) Síma, kifogastalan szegecsfej.



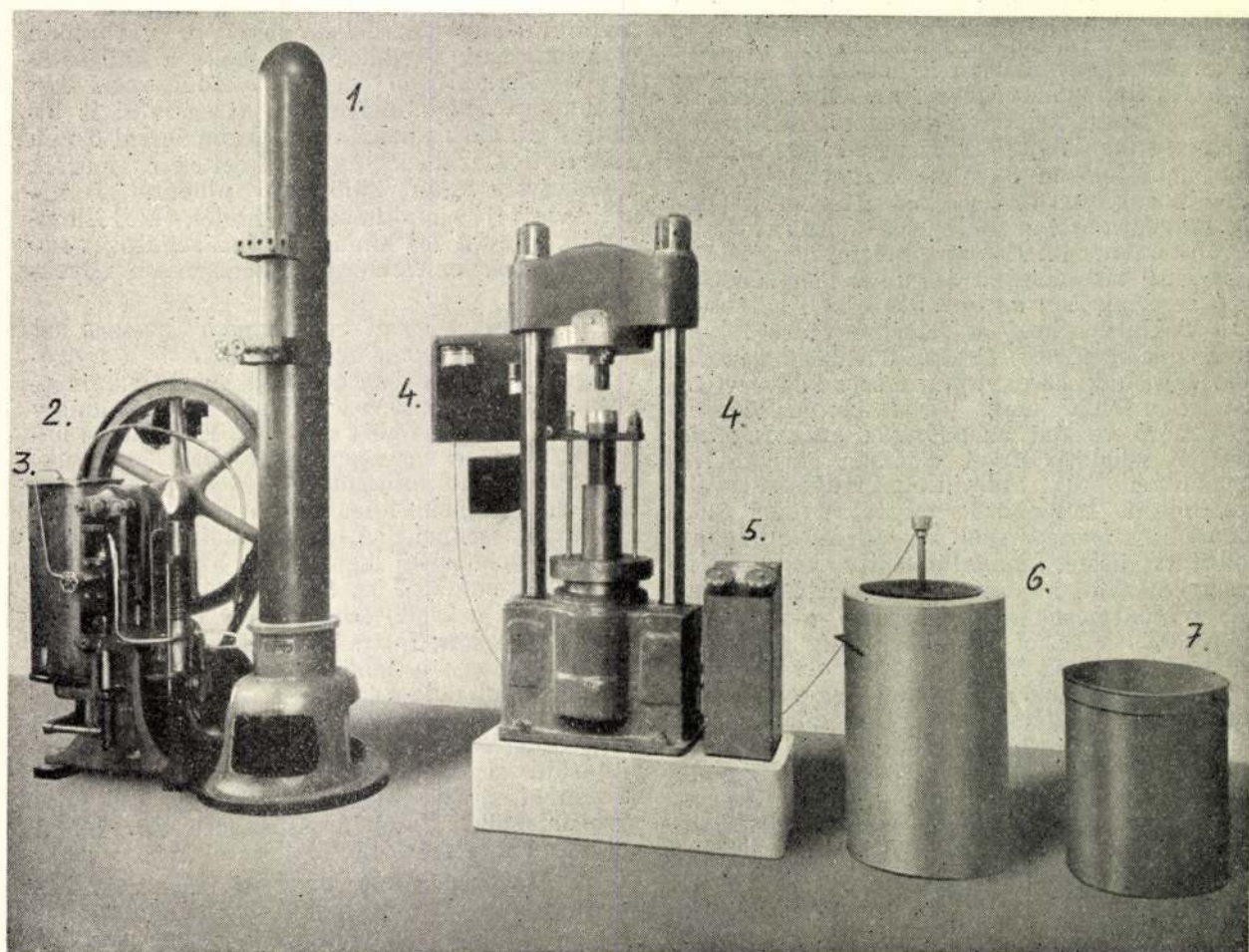
9. ábra. a) Ráncos szegecsfej repedéssel.  
b) Ráncos, repedésmentes szegecsfej.

szár feltömörödött és a furatba beszorult, olymértékben, hogy azt a présen való fejezésnél 5–10 tonna erővel, a patkóval való fejezésnél kézi kalapáccsal kellett kiütni. Ily módon a kész szegecs mérete általában 0.1 mm-rel lett kisebb, mint a nyírókészülék furata.

A nemesített Dural-anyagok alakíthatóságára az alakító erőn kívül az alakítás sebessége is befolyással van. Rajakovics és Teubler kimutatták (53), hogy 5 mm átmérőjű Dural-anyagokat 0.1–0.8 mm/sec. előtolási sebességű szakítógépen és 18–22 mm/sec. sebességű patkóval lapos fejűvé szegecselve, a nagysebességű

patkóval sokkal kisebb fejmagasságot lehet elérni repedésmentesen, mint a lassú szakítógépen. Ezért a kísérleteket egyrészt az Intézet 200 tonnás hidraulikus présén, másrészt a győri Magyar Vagányár hídműhelyének 100 tonnás elektromos meghajtású szegecselőpatkóján végeztük. Mind a két helyen minden anyagból és minden méretből 3–3 db fejezés történt.

Az alábbiakban közölt táblázatokban mind a 3 mérésnél kapott szegecselőerőt feltüntettük. A különböző mérések közti, sokszor elég nagy ingadozás okát az egyes esetekben bekövetkező nem tökéletes fej kitöltésében kell keresni.



10. ábra. 200 tonnás hidraulikus sajtó a szegecseléshez felszerelve, a hőkezelő berendezéssel.



Ezért a „megfelelő“ szegecselőerő a tökéletes fejet adó erőt és nem a fejezőerők matematikai középértékét jelenti. A megjegyzésben szereplő megjelölések a fej minőségére vonatkoznak és a következőket jelentik:

**Síma:** kifogástalan fej, síma felülettel és a fej legnagyobb átmérőjében az anyag széle kifogástalanul síma felületet ad. (8/b ábra.)

**Ráncos:** a fej felületén a nyomás folyamán előálló ráncosodás következtében ellapított barázdák látszanak, amelyek ugyan nem jelentenek repedéseket, de a fej nem kifogástalan. A fej legnagyobb átmérőjében, ahol az anyag széle a fejező alól kibugyan és a fejező simítóhatása nem érvényesül, ezek a ráncok a maguk valóságban látszanak. (9/b. ábra.)

**Repedt:** a deformáció folyamán az anyag egy bizonyos deformáció után nem tudott képlekenyen alakulni és a fej kb. 45°-os elcsúszási vonalak mentén berepedezett. (A 9/a ábra ráncos, repedt fejet, a 8/a ábra síma, repedt fejet mutat.)

Elfogadhatónak venni csak a kifogástalanul síma fejjel rendelkező szegecslet lehet, mivel a ráncos fej, bár repedést nem mutat, az igénybevétel folyamán korrózió megindulására vezethet és esetleg, mint éles bemetszés (Kerbwirkung), a fej letörését eredményezheti.

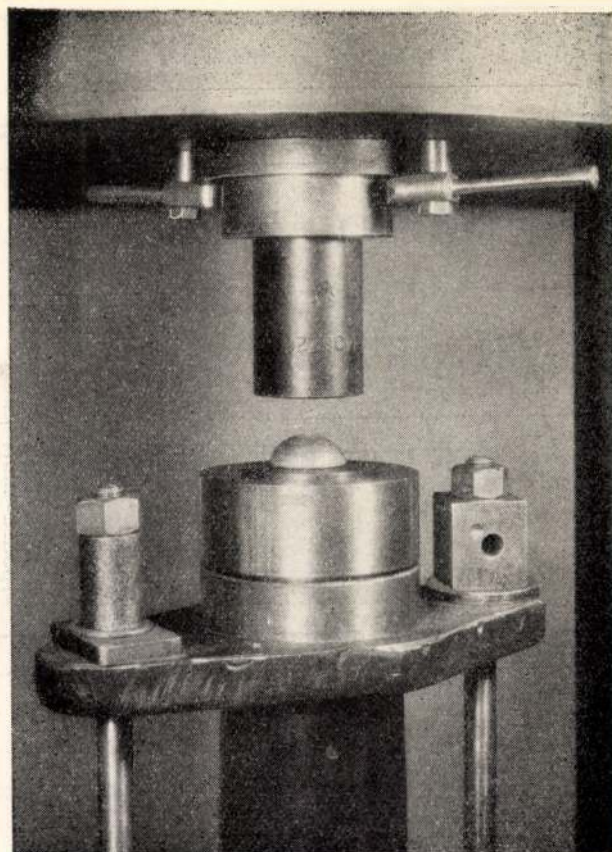
A fejezési kísérletek folyamán megfigyeltük a fej alakulását, a fejezéshez szükséges erőt, valamint a kész fejeken annak minőségét. A kísérletek végrehajtása szerint az adatok mind a présel, mind pedig a patkóval való fejezésnél külön szerepelnek.

A két mérés eredménye bizonyos eltérést mutat, ami éppen a sebességekülönbséggel magyarázható, mert amíg a prés nyomósebessége kb. 8 mm/sec., addig a patkóé kb. 16 mm/sec. volt.

### 1. Fejezés hidraulikus présel.

Az Intézet 200 tonnás hidraulikus prését, amelyen a szegecses fejezése történt, a 10. ábra mutatja. A prés működtetésére a 1 jelű nitrogénpárnás olajakkumulátorban tárolt 300 atm. nyomású olaj szolgált. Az akkumulátor töltése a 2-es jelű dugattyús kompresszorral történt a 3-as számú olajtartányból. A présnyomás és ezzel a préselési sebesség állandónak tartására a kompresszor a fejezés egész ideje alatt töltötte az akkumulátort. A prés hengerébe benyomott olaj a dugattyút felemelte és a dugattyú lapjára szerelt szegecstartóhengerben lévő szegecsrudat a felső nyomólapra szerelt fejező segítségével elfejelte. A hengerben ébredő oljanyomást az 5-ös vezérlőasztalon lévő manométer mutatja atmoszférában. A képen 6-tal jelölt berendezés a szegecses hőkezelésre szolgáló elektromos fűtésű kemence, melyben egy vasedényben  $\text{NaNO}_3$  és  $\text{KNO}_3$  sókeverék volt. A hőkezelésre a szegecsrudak vaskosárban kerültek a sófürdőbe és a hőfok felvétele után 20 percig a kemencében maradtak  $495 \pm 5^\circ \text{C}$  hőmérsékleten. A pontos hőfoktartást a vaskonstantán termoelem és a 4. jelű ejtőkengyeles hőfokszabályozó biztosították. Az ilymódon homogenizált szegecsanyagot lehűtés végett a 7. jelű vízzel telt kádba dobtuk.

A présre felszerelt fejezőberendezést, azaz a hengert és a fejezőszerszámot a 11. ábra mutatja. Az ábrán jól látható, hogy a szegecsrud



11. ábra. A présfejelő berendezés 24 mm-es szegeccsel.

befogadására szolgáló henger két részből áll, a belső edzett és megeresztett acélból és az ezt befogadó külső lágy acélköpenyből. Az edzett és megeresztett hengerre azért volt szükség, mert a belső henger furatának a tekintélyes nyomások hatására sem volt szabad megváltoznia, míg a külső, lágyabb acélköpenyben a belső hengert kb. 10–20 tonna nyomással préseltük be és ez megóvta a belső edzett hengert a berepedéstől. A belső hengereket a külső köpeny állandónak tartása mellett az átmérőnek megfelelően ilymódon cserélni lehetett.

Az egyes anyagok présfejezéséhez szükséges erőket a különböző átmérőjű szegecsesnél a VIII., IX. és X. táblázat mutatja. A táblázatok tartalmazzák a kész szegecsfejre vonatkozó megjegyzéseket is.

### 2. Fejezés szegecselő patkóval.

Tekintve, hogy a laboratóriumi présen való fejezés a valóságnak nem teljesen felel meg, a már említett kisebb előtolási sebesség következtében előálló lassú deformáció miatt, a fejezési kísérleteket a Győri Vagongyár elektromos meghatású 100 tonnás szegecselőpatkóján is elvégeztük. A szegecselőpatkó képét a 11. ábra mutatja. A patkón egy 3 fázisú, kb. 20 LE-s rövidrezárt indukciós motor végezte az erő kifejtést olyképpen, hogy egy lendítőkeréken keresztül könyökös karáttétellel végezte a nyomást. A nyomás nagyságát, azaz a nyomóerőt a felső mozgó fejező szárának állításával lehetett szabályozni. A szegecselőpatkónál az erőmérés okozott problémát. Egy megfelelő erőmérőberendezés szerkesztéséért mindenekelőtt be kellett mérni a patkó erő kifejtését. A bemérés az Intézet gépműhelyében készült 100 tonnás nyomóerőmérő rúgóval történt olyképpen, hogy a rúgót a patkó nyílásába helyeztük és a szegecselőfejvel a rúgóra nyomást gyako-



VIII. táblázat

16 mm Ø-jű rúdanyag présfejezéséhez  
szükséges erők

Anyag jele	Próba szám	Présnyomás tonnában		Fejminőség
		mérés	megfelelő	
1.	A	64	50	ránco
	B	60		ránco
	C	50		ránco
2.	A	64	58	ránco, repedt
	B	70		ránco, repedt
	C	58		ránco, repedt
3.	A	75	60	ránco
	B	60		ránco
	C	53		ránco
4.	A	63	63	síma
	B	87		síma
	C	53		síma
5.	A	71	71	síma, repedt
	B	63		síma, repedt
	C	87		síma, repedt
6.	A	87	78	síma, repedt
	B	78		síma, repedt
	C	71		síma, repedt
11.	A	70	59	síma
	B	53		síma
	C	59		síma
12.	A	60	60	síma
	B	54		síma
	C	73		síma
13.	A	60	60	síma
	B	80		síma
	C	54		síma
14.	A	70	65	síma
	B	70		síma
	C	65		síma
15.	A	65	70	síma
	B	70		síma
	C	80		síma
16.	A	85	78	síma
	B	70		síma
	C	78		síma

IX. táblázat

20 mm Ø-jű rúdanyag présfejezéséhez  
szükséges erők

Anyag jele	Próba szám	Présnyomás tonnában		Fejminőség
		mérés	megfelelő	
1.	A	87	74	ránco, repedt
	B	74		ránco, repedt
	C	80		ránco, repedt
2.	A	80	80	ránco
	B	74		ránco
	C	110		ránco
3.	A	92	92	ránco
	B	92		ránco
	C	106		ránco
4.	A	106	106	síma
	B	106		síma
	C	110		síma
5.	A	106	106	ránco, repedt
	B	106		ránco, repedt
	C	113		ránco, repedt
6.	A	100	110	síma, repedt
	B	110		síma, repedt
	C	136		síma, repedt
11.	A	60	86	síma
	B	86		síma
	C	100		síma
12.	A	100	90	síma
	B	90		síma
	C	100		síma
13.	A	100	90	síma
	B	90		síma
	C	90		síma
14.	A	94	96	síma
	B	96		síma
	C	100		síma
15.	A	97	100	síma
	B	100		síma
	C	106		síma
16.	A	136	106	síma
	B	106		síma
	C	120		síma

X. táblázat

24 mm Ø-jű rúdanyag présfejezéséhez  
szükséges erők

Anyag jele	Próba szám	Présnyomás tonnában		Fejminőség
		mérés	megfelelő	
1.	A	120	120	ránco
	B	106		ránco
	C	134		ránco
2.	A	126	126	ránco, repedt
	B	110		ránco, repedt
	C	134		ránco, repedt
3.	A	134	134	ránco
	B	115		ránco
	C	120		ránco
4.	A	134	140	síma
	B	120		síma
	C	140		síma
5.	A	134	140	ránco, repedt
	B	126		ránco, repedt
	C	140		ránco, repedt
6.	A	154	160	síma, repedt
	B	132		síma, repedt
	C	160		síma, repedt
11.	A	136	130	síma
	B	100		síma
	C	130		síma
12.	A	140	134	síma
	B	106		síma
	C	134		síma
13.	A	154	134	síma
	B	154		síma
	C	134		síma
14.	A	140	140	síma
	B	115		síma
	C	154		síma
15.	A	134	145	síma
	B	150		síma
	C	140		síma
16.	A	154	154	síma, repedt
	B	130		síma, repedt
	C	154		síma, repedt



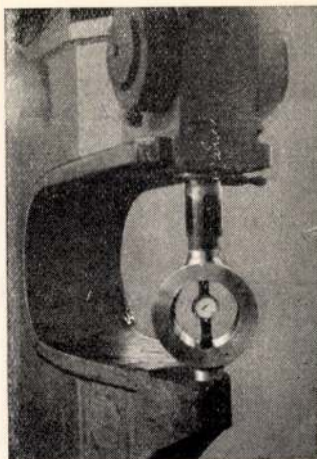
roltunk. A nyomóerők változtatásának lehető pontos definiálására a laposmenetű csavarral ellátott erőfejlesztő tartórészéhez egy szögbeosztású, gyűrűalakú kartont szereltünk és az elfordítási szögekhez tartozó nyomóerőértékeket regisztráltuk. A bemérés háromszori megismétlése után megállapítható volt, hogy a patkó 95 tonnáig kifogástalanul működik, míg 100 tonna terhelésnél többször lefullad. A patkó beméréséről készült felvételt a 12. ábra mutatja.

A patkó pontos erőfejlesztésének ismeretében oly erőmérőt kellett szerkeszteni, amely a szegecselés közben is tudja a nyomóerőt regisztrálni. Az erőmérő elvi vázlatát a 13. ábra mutatja. A szegecsrúd befogadására szolgáló henger és alátét tányérja egy 100 mm átmérőjű dugattyún nyugodott, mely dugattyú hengere a patkó alsó szárára volt helyezve. A henger olajjal volt megtöltve. A henger aljából egy 30 mm külső átmérőjű kis henger nyúlott ki, amely a patkó alsó szárának nyílásába illeszkedett. A kis henger furata 10 mm átmérőjű volt, ebben egy kis dugattyú mozgott, amely a kis henger aljához erősített, alumíniumkeretben elhelyezett, 1000 kg-os mérőrugóra támaszkodott. A kis és nagy henger között olaj kommunikált. A patkó nyomásának hatása most már átadódott az egy olajtérben dolgozó nagy és kis henger segítségével 1:100 áttétellel a mérőrugóra, amelyben elhelyezett 1/100 mm osztású mérőóra kitérése pontosan mutatta a nyomóerőt. A patkóra szerelt mérőberendezés képét a 14. ábra szemlélteti. Ezzel a berendezéssel a szegecselés alatt és annak befejeztével a nyomás pontos megállapítása lehetségessé vált.

A különböző összetételű anyagoknál és átmérőknél a szegecselőpatkóval való szegecselő-erőszükségletet a XI. és XII. táblázat mutatja. Meg kell jegyezni, hogy a 4% Cu-tartalmú 20 mm átmérőjű szegecsanyagok tökéletes fejezéséhez a 100 tonna erő kevésnek bizonyult. Hasonlóképpen a 24 mm átmérőjű szegecsanyagok fejezéséhez a szegecselőpatkó nem tudott elég erőt kifejteni, mert mint a préselésnél látható, azok erőszükséglete a 100 tonnát jóval meghaladja. A kísérletek folyamán mégis minden 24 mm átmérőjű szegecsanyagot elfejeltünk, mert bár tökéletes fejképzés nem eredményezett, a szegecsanyagok a későbbi nyíróvizsgálatok céljaira megfeleltek.

A szegecsanyagok után a fejeket megvizsgálva megállapítható volt, hogy addig, amíg a Mn-tartalmú ötvözetek, az egy 4-es jelzésű ötvözet kivételével (összetétel: 3% Cu, 0.6% Mg és 0.5% Mn) mind ráncosodnak, illetve repednek a fejelés alkalmával, addig a Mn-nélküli ötvözetek kivétel nélkül kifogástalanul fejelhetők. Egyetlen kivételnek tekinthető a 16-os jelzésű ötvözet, amely egyes esetekben repedezett, bár mindig síma fejet adott. Ez utóbbi ötvözet a hőkezelés után csak kb. 1/2 óráig fejelhető repedésmentesen 24 mm átmérő mellett.

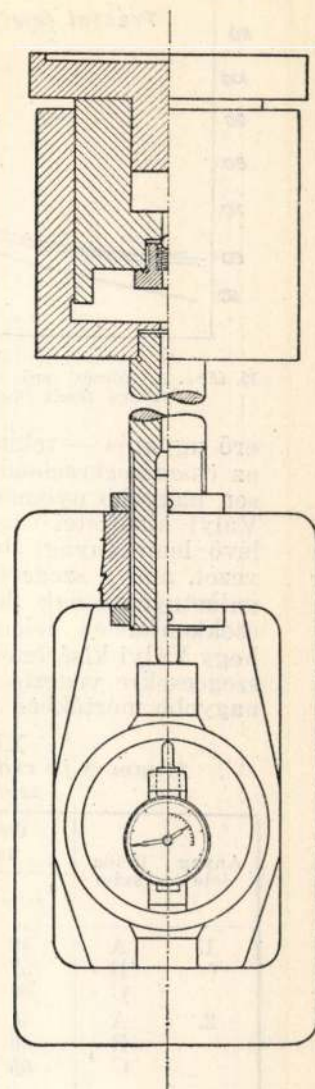
A 15., 16., 17., 18. és 19. számú diagrammok a szegecselési erő növekedését ábrázolják a Cu-tartalom és egyéb ötvözők függvényében. A dia-



12. ábra. A szegecselő patkó erőfejlesztő képességének megállapítása 100 tonnás mérőrugóval.



14. ábra.



13. ábra.

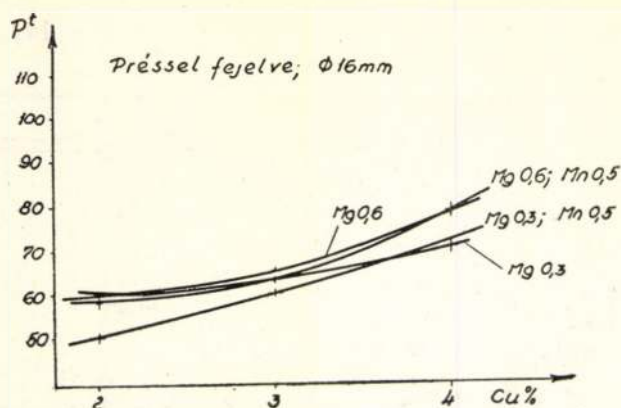
13. ábra. A szegecselő erő mérő berendezés elvi vázlatja.

14. ábra. A szegecselő patkóra felszerelt erőmérő berendezés.

gramokból általában az olvasható ki, hogy a szegecselőerő a magasabb Cu-tartalmak felé többé-kevésbé lineárisan nő.

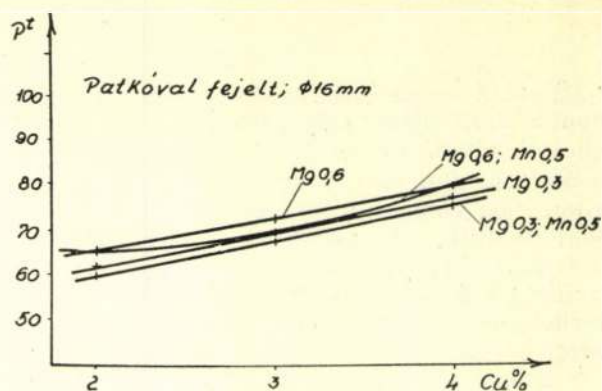
A 20., 21., 22. és 23. sz. diagramm az átmérők növekedésének függvényében mutatja a növekvő szegecselőerőszükségletet. A diagrammok az erőszükségletet 0 mm átmérőtől ábrázolják olyképpen, hogy a 10 mm átmérőjű szegecsanyagok erőszükségletéhez támpontul Zeerleder kísérletei szolgálták. (55.) A 10 mm átmérőjű Dural-szegecsanyag (összetétele nincs megadva, de valószínűleg 4% Cu-tartalmú) patkóval való fejezésének erőszükségletét 37 tonnában adja meg. Ez az érték különben jól egyezik a kísérleti mérésekkel. A diagrammokról kiolvasható, hogy a nagyobb szegecsanyagok felé a szegecselőerő parabolikusan növekszik, ezért a 24 mm átmérőnél vastagabb szegecsanyagok használata az igen nagy szegecselőerőszükséglet miatt nem látszik gazdaságosnak. A növekvő szegecselő-





15. ábra. A fejezési erő változása az ötvözők függvényében préssel fejtelt 16 mm Ø szegecsanyagoknál.

erő ugyanis — tekintve a hideg szegecselést — az összeszegecselendő lemezanyagot is lényegesen nagyobb nyomással veszi igénybe, ez pedig Vályi kísérletei szerint (54) a zárófejdalon lévő lemezanyag durva rekrisztallizációjához vezet, ami a szegecslyuk környékének és így a palástnyomásnak kitett részeknek szilárdságcsökkenésében jelentkeznek. Figyelembe véve, hogy Vályi kísérleteit 3–6 mm átmérőjű Dural-szegecsre végezte, ez a megállapítás sokkal nagyobb mértékben vonatkozik a parabolikusan



16. ábra. A fejezési erő változása az ötvözők függvényében patkóval fejtelt 16 mm Ø szegecsanyagoknál.

növekvő szegecselőerő következtében a jelen nagyatméről szegecsesek esetére.

Mindezen indokokon felül a 24 mm-nél nagyobb átmérőn túlmenni a szegecselőpatkó miatt sem nagyon lehetséges, mert ilyen nagy átmérőjű szegecsesek felhasználása csak nagy szerkezeteknél gazdaságos, ahol természetesen a patkónak nagy és mély szájnnyílással kell rendelkeznie. 150 tonna erő kifejtés mellett pedig a szájnnyílást nagyra venni a fellépő nagy nyomatok miatt nem lehet.

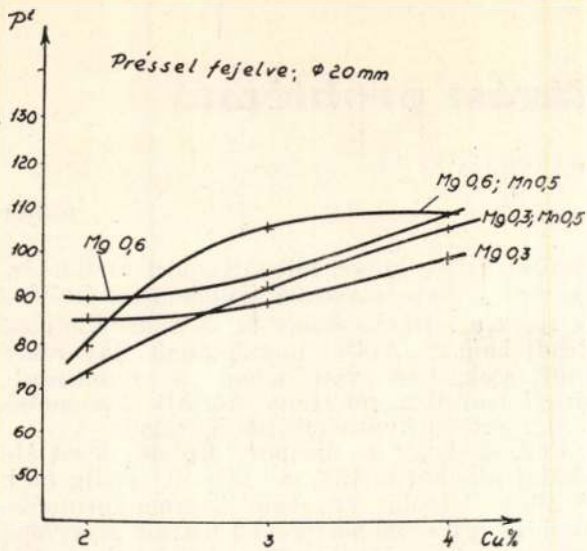
XI. táblázat  
16 mm Ø-jű rúdanyag patkófejezéséhez szükséges erők

Anyag jele	Próba szám	Présnyomás tonnában		Fejminősége
		mérés	megfelelő	
1.	A	40	60	ráncoz
	B	52		ráncoz
	C	60		ráncoz
2.	A	46	65	ráncoz, repedt
	B	46		ráncoz, repedt
	C	65		ráncoz, repedt
3.	A	75	68	ráncoz
	B	79		ráncoz
	C	68		ráncoz
4.	A	70	70	síma
	B	85		síma
	C	80		síma
5.	A	89	76	ráncoz, repedt
	B	76		ráncoz, repedt
	C	82		ráncoz, repedt
6.	A	80	80	síma, repedt
	B	91		síma, repedt
	C	76		síma, repedt
11.	A	62	62	síma
	B	60		síma
	C	72		síma
12.	A	66	66	síma
	B	72		síma
	C	80		síma
13.	A	66	70	síma
	B	62		síma
	C	70		síma
14.	A	73	73	síma
	B	85		síma
	C	68		síma
15.	A	80	78	síma
	B	86		síma
	C	78		síma
16.	A	84	80	síma
	B	86		síma
	C	80		síma

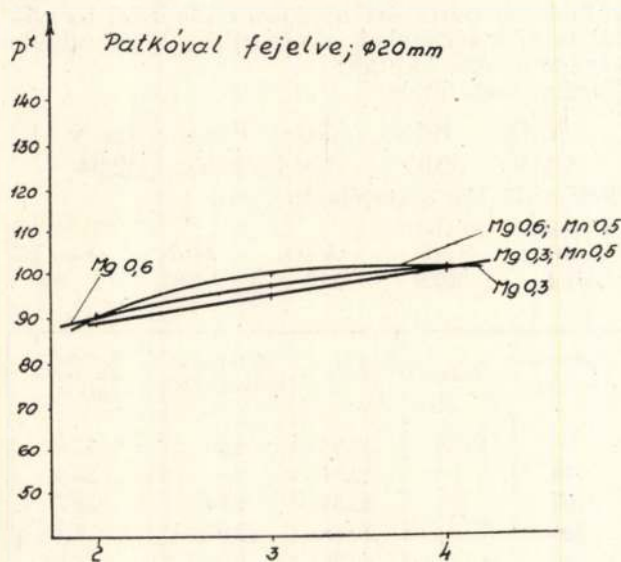
XII. táblázat  
20 mm Ø-jű rúdanyag patkófejezéséhez szükséges erők

Anyag szám	Próba jele	Présnyomás tonnában		Fejminőség
		mérés	megfelelő	
1.	A	89	89	repedt
	B	97		repedt
	C	85		repedt
2.	A	93	93	repedt, ráncoz
	B	94		repedt, ráncoz
	C	86		repedt, ráncoz
3.	A	100	94	ráncoz
	B	94		ráncoz
	C	94		ráncoz
4.	A	100	100	síma
	B	100		síma
	C	100		síma
5.	A	97	100	ráncoz, repedt
	B	100		ráncoz, repedt
	C	100		ráncoz, repedt
6.	A	100	100	ráncoz, repedt
	B	100		ráncoz, repedt
	C	95		ráncoz, repedt
11.	A	92	86	síma
	B	89		síma
	C	86		síma
12.	A	82	89	síma
	B	89		síma
	C	94		síma
13.	A	95	95	síma
	B	91		síma
	C	94		síma
14.	A	94	97	síma
	B	91		síma
	C	97		síma
15.	A	98	100	síma
	B	97		síma
	C	100		síma
16.	A	100	100	síma
	B	94		síma
	C	97		síma

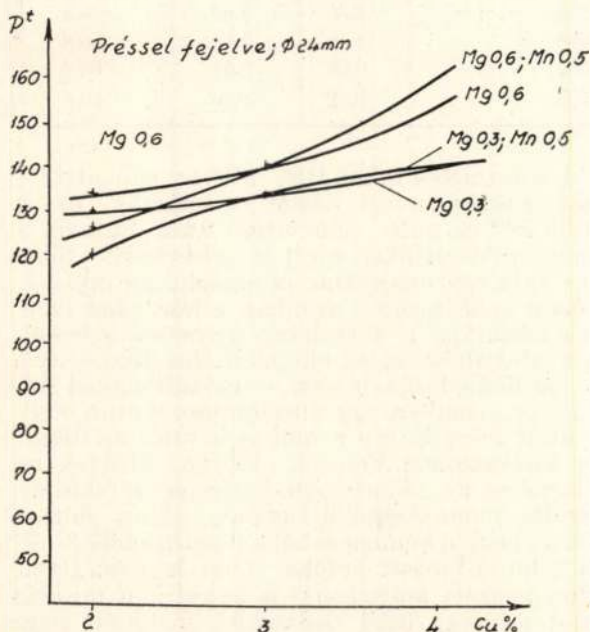




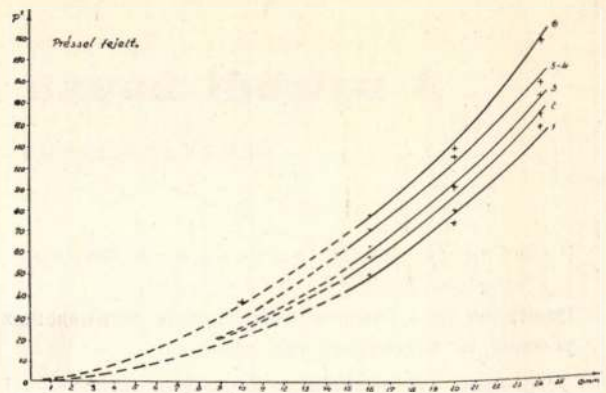
17. ábra. A fejezési erő változása az ötvözők függvényében préssel fejtelt 20 mm Ø szegecsanyagoknál.



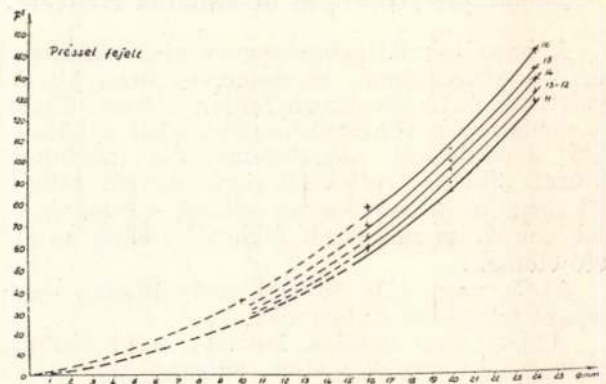
18. ábra. A fejezési erő változása az ötvözők függvényében patkóval fejtelt 20 mm Ø szegecsanyagoknál.



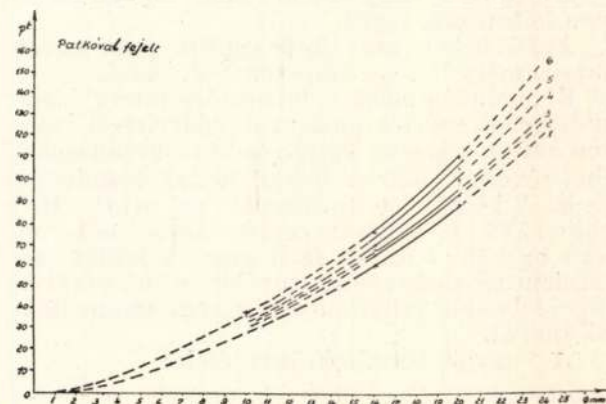
19. ábra. A fejezési erő változása az ötvözők függvényében préssel fejtelt 24 mm Ø szegecsanyagoknál.



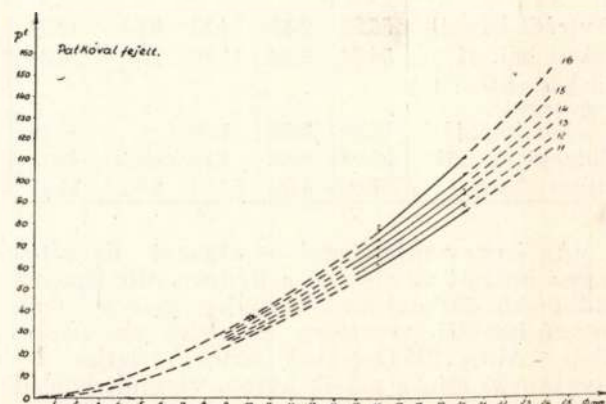
20. ábra. A szegecseléshez szükséges erő növekedése a szegecsátmérő függvényében, préssel fejtelt mangántartalmú ötvözeteknél.



21. ábra. A szegecseléshez szükséges erő növekedése a szegecsátmérő függvényében, préssel fejtelt mangánmentes ötvözeteknél.



22. ábra. A szegecseléshez szükséges erő növekedése a szegecsátmérő függvényében, patkóval fejtelt mangántartalmú ötvözeteknél.



23. ábra. A szegecseléshez szükséges erő növekedése a szegecsátmérő függvényében, patkóval fejtelt mangánmentes ötvözeteknél.

(Folytatjuk.)



# A nyirádi bauxit feltárási problémái

SZEKERES JÁNOS és MARIÁSSY MIHALY

669.712.1

Проблемы выщелачивания боксит рудника Нирад (Венгрия):  
Описание типа боксита и обсуждение оптимальных условий по извлечению глинозема.

*Problems of alumina-extraction bauxite of Nyirád (Hungary):*

**Description of bauxite type and of most favourable conditions of alumina recovery.**

A bauxitok feltárási lehetőségére első közelítésben struktúrájuknak megismerése után következtethetünk. A struktúra felderítésének objektív módszere a röntgenvizsgálat, ahol a különböző kristálytani alkotóelemeknek megfelelő hálózati síkokról reflektált röntgensugár tükrözési szöge és intenzitása az alkotó elemeket és azok relatív mennyiségét felderíti. Ezek az alkotó elemek:

$\text{Al}_2\text{O}_3$ , vagy alfa korund, mely lúgban nem tárható fel nyomás alatt sem,

$\text{Al}_2\text{O}_3$ , vagy gamma korund, mely lúgban nyomás alkalmazása mellett feltárható,

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , vagy diaspor, mely lúgban nehezen feltárható rhombos kristályokat alkot, továbbá ennek módosultja:

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , vagy böhmít, mely lúgban könnyen feltárható, végül:

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , vagy hydrargillit, más néven gibbsit, mely lúgban könnyen feltárható.

Röntgenkészülékkel laboratóriumunk nem rendelkezik, ezért a struktúra felderítését más úton kellett végezni. Bizonyos következtetéseket lehet levonni már a bauxit vegyi összetételéből is. A böhmít és diaspornál az  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{H}_2\text{O}$  arány: 5.66 : 1; a hydrargillit képletének viszont az 1.89 : 1 arány felel meg. A kötött víztartalom meghatározása, továbbá a dehidrálnálási görbe felvétele tehát már bizonyos támpontokkal szolgál.

A vizsgált bauxitok összetétele:

Megnevezés	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	Izzítási vesztl.
Nyirádi bauxit	56.98	2.33	24.53	3.20	12.94
Gánti bauxit	54.94	6.92	19.40	2.40	16.34
Iszkaszentgyörgyi fehér bauxit	58.04	0.36	1.40	—	40.20
Sümegei bauxit	53.10	0.80	4.10	nyomok	42.—
Bihari bauxit	57.40	4.50	23.70	2.85	11.55

Az iszkaszentgyörgyi és sümegei bauxitok magas izzítási vesztesége a hydrargillit típusra vall, (a kb. 450°-nál mutatkozó lépcső és a hozzátartozó izzítási veszteség megfelel az  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  reakció teljes befolyásának) míg a másik három vizsgált bauxit kötött víztartalma és dehidrálnálási görbéje böhmít, illetőleg diaspor típust mutat. A nyirádi és gánti bauxit a görbe alapján főleg

böhmítet, míg a bihari főleg diasporot tartalmaz, erre vall a görbe meredek emelkedése. Utóbbinak rossz a feltárási lehetősége is. A gánti illetőleg nyirádi bauxit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmának javarésze böhmít alakjában van jelen. A iszkaszentgyörgyi bauxit a két típus közötti átmenetet mutatja erősen hydrargillites jelleggel.

Tudjuk, hogy a diaspor 400°-on kezd átalakulni alfa-korunddá, a böhmít pedig már 320° körül. Utóbbi azonban gamma-korunddá alakul, és így reakcióképesebb marad. Nagyfontosságú azért az előkalcinálás hőfoka és a feltárási lehetőség között összefüggést találni, hogy az egyes bauxitoknál az optimális üzemi körülményei tisztázást nyerjenek. Nyirádi bauxittal fenti kísérleteket elvégeztük és az alábbi eredményeket kaptuk:

Bauxit összetétele:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Izz. v.
56.98	2.33	3.20	24.55	12.94

Feltárási lúg összetétele:

Összes $\text{Na}_2\text{O}$	Szabad $\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Molv.	Fis. Bé
344.4	320.6	112.—	5.05	43

Száritás hőfoka	Nedv.	Izz. v.	Molvizony feltárási után	Kinyerve az összes $\text{Al}_2\text{O}_3$ %-a
—	15.78	12.94	2.20	77.3
110	—	12.94	2.—	88.3
200	—	12.35	2.04	83.7
300	—	10.88	2.07	77.4
400	—	10.86	2.08	76.9
450	—	10.50	2.08	79.8
500	—	6.75	2.05	76.6
550	—	2.39	1.99	88.8
600	—	1.40	2.10	80.8
650	—	0.98	2.01	86.0
700	—	0.72	2.00	90.6

A kitermelés tehát 110°–500°-os előkalcinálással csökken, majd ismét emelkedik és a bauxit 700°-ra való felhevítése után mutatja a legkedvezőbb értéket, amit a kísérletek több ízben való reprodukálása is igazolt. Az optimális üzemi beállításánál azonban a kérdéssel szervesen összefügg a vörösiszap ülepedési sebességének alakulása is, az előkalcinálás függvényében. Az ülepedési sebesség — előkalcinálási hőfok görbe, azonban egy maximumot mutat, mely 400° alatt fekszik, így a magas hevítés az ülepedésre kedvezőtlen. Fentiek alapján állítjuk be az üzemi beállítást az előkalcináló kemence hőfokát az adagolás mennyiségétől függően olyan magas értékre, hogy a kemencéből a legmegfelelőbb részén kihulló bauxit hőfoka 110° legyen. Ilyen módon végzett szárításnál a bauxitban mindig marad mintegy 0.2% nedvesség, melynek meghatározásával az üzemi technológia könnyen ellenőrizhető.



Gánti és iszapszentgyörgyi bauxitok viselkedésével kapcsolatban utalunk Dr. Gedeon Tihamér egyetemi magántanár hasonló vizsgálataira.

A timföldgyárakban középponti probléma a lehető legolcsóbban termelni ki a bauxitból a timföldet. A lúgköltség után, mely a legszámottevőbb a gőzköltség, a befektetendő kalóriák költsége, szerepel a legnagyobb százalékkal a timföld önköltségében. Az üzemvitel tehát akkor a legjobb, ha minél kevesebb kalóriával, minél nagyobb timföld nyeradékot hozunk ki. A hőszigetelés tökéletlensége, valamint kis intenzitású hőenergiák hasznosításának nehézségei miatt itt lép fel követelően az optimális feltárási idő és hőfok megállapításának kérdése. Szükséges egy bizonyos timföldnyeradék éérésére törekedni, de egy bizonyos határon túl gazdaságtalan a nyeradéknek még 1–2%-kal való emelése céljából több kalória befektetése, illetőleg, ami ezzel egyértelmű, hosszabb idő alatti feltárással a hőveszteségek növelése.

Legkedvezőbb üzemvitel megállapítása érdekében a nyirádi bauxittal laboratóriumi feltárási kísérleteket és egyidejű kalórikus méréseket végeztünk. A kísérletek céljára olajfürdőben forgatható acélbombákat használtunk, majd a kísérleteket üzemi autóklávokban 13 m<sup>3</sup>-es töltettel megismételtük. Valamennyi kísérletnél a molviszony  $Al_2O_3 : Na_2O = 1:1.8$  volt.

A kísérleteknél felhasznált bauxit összetétele:

1. $Al_2O_3$	57.66%	2.	56.68%
$Fe_2O_3$	24.60%		24.55%
$SiO_2$	2.33%		2.79%

A használt sűrűlúg összetétele:

1. Szabad $Na_2O$	198.4 g/l	2.	279.— gr/l
Összes $Na_2O$	230.— g/l		328.— gr/l
$Al_2O_3$	80.1 g/l		75.6 gr/l

A felhasznált bauxit mennyisége: Szabad  $Na_2O$ -ra számolt 1:1.8 molviszonyra számított mennyiség.

A feltárási idő, a nyomás és az  $Al_2O_3$ -os kitermelésének összefüggését vizsgáltuk három kísérletsorozatban.

- 6 atü 160° mellett 2, 2.5, 3 és 4 óra hosszat
- kb. 7 atü 170° mellett 2, 2.5, 3 és 4 óra hosszat az 1. alatt megadott bauxittal és lúggal.
- kb. 7 atü 170° mellett 2, 2.5, 3 és 4 óra hosszat a 2. alatt megadott bauxittal és lúggal.

A feltárási után visszamaradt vörösiszap összetétele:

6–6 kísérlet középértéke:

Idő	1.		2.		3.	
	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$
2 óra	43.34	20.40	46.20	16.90	48.70	14.58
2.5 óra	45.50	17.10	49.60	15.25	51.32	14.31
3 óra	50.40	15.40	58.60	15.50	57.55	13.80
4 óra	55.83	13.76	62.30	13.05	64.10	12.72

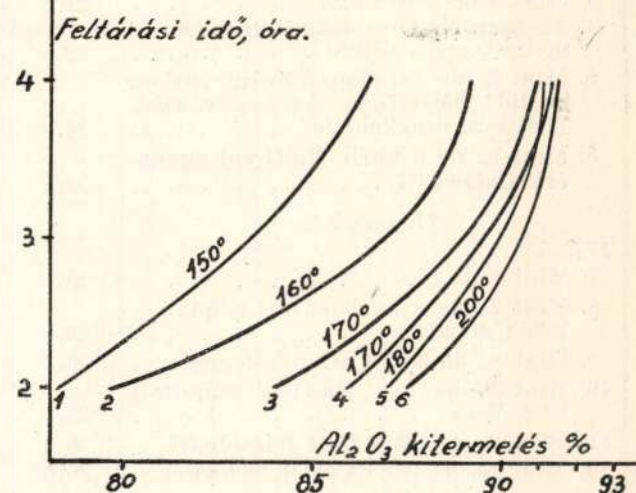
Ezen eredményből az  $Al_2O_3$  kitermelése következőképpen lett kiszámítva:

$$\text{Bauxit } Al_2O_3 \% = \frac{\text{V. isz. } Al_2O_3 \% \times \text{Baux. } Fe_2O_3 \%}{\text{V. isz. } Fe_2O_3 \%}$$

$$Al_2O_3 \% = \frac{\text{Bauxit } Al_2O_3 \%}{\text{Bauxit } Al_2O_3 \%} \times 100$$

Ennek alapján az értéket a mellékelt diagramba fektettük.

### Nyirádi bauxit feltárási görbái



A diagrammból láthatóan a nyirádi bauxit nagyon jól feltáráható, ami azt előzőekben ismertetett adatokkal egybevetve azt mutatja, hogy Al tartalma főleg böhmít alakban van jelen. Nagyüzemi feltárásnál a kalóriagazdálkodás 6 atm. mellett négy órás feltárásnál bizonyul a legjobbnak. A 6-ról 7 atm-ra való felfűtéshez szükséges gőz mennyisége és az 5 és 7 atm. közötti hőveszteség (tömítetlenségek miatti fűzés, sugárzás és hővezetés) kalóriákban kifejezett összege ugyanis nagyobb, mint egyórás melegtartás (160°) gőz szükséglete, az  $Al_2O_3$  kitermelés pedig ugyanakkora 7 atás és négyórás feltárásnál az  $Al_2O_3$  nyeradék 2.5%-kal nő, a gőzfogyasztás azonban mintegy 8%-kal emelkedik, ami 200.000 kalóriát jelent. Ilyen üzemvitelnél mintegy 15%-kal magasabb kapacitásra kellene berendezkedni, de a gőz fajlagos költsége így is magasabb volna 6 ata négyórás feltárási gőzköltségével szemben. Ebben az esetben a jobb kitermelés miatt fel nem dolgozott bauxit, valamint az ennek felhasználásával járó lúgköltség együttes összege éppen annyit tesz ki forintban, mint a többletgőz költsége. A diagramból az is látható, hogy a Bayer-eljárásnál szokásos lúgkoncentráció változásai aránylag hatástalanok.

További kísérletek irányultak annak tisztázására, hogy a feltárásnál milyen hatása van a nyeradék javítása, a szóda kauszifikálása, továbbá a szennyezések lekötése érdekében oltott mész adagolásának. Összehasonlító kísérleteket folytattunk a szabad  $Na_2O$ -ra számított 1:1.8 molviszonynál, összes  $Na_2O$ -ra számított 1:1.8 molviszonynál mész jelenlétében és mész nélkül, a karbonáttal egyenértékű mennyiségű és feleslegben alkalmazott mésszel.



	Lúg					Iszap Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Mész- mentes iszap Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
	Bé- hígítás után	szabad Na <sub>2</sub> O	karbonát- hoz kötött Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	M		
<i>I. sorozat:</i>							
165°, 3 óra							
. mész nélkül, a szab. Na <sub>2</sub> O-ra számított 1:1.8 M-nál . . . . .	18.3	86.8	15.5	65.4	2.17	52.60	52.60
2. Az össz. Na <sub>2</sub> O-ra számított 1:1.8 M-nál, a karb. Na <sub>2</sub> O-val aequ. CaO adagolással . . . . .	21.5	82.1	13.9	67.5	1.99	45.—	66.40
3. Mint 2 de CaO+10% . . . . .	21.5	86.8	15.5	69.7	2.03	38.—	54.30
4. Az össz. Na <sub>2</sub> O-ra számított 1:1.8 mellett, mész nélkül . . . . .	22.—	86.—	16.3	69.7	2.02	50.40	50.40
5. Mint 2. (de előzőleg 3 óráig 500°-on izzított bauxittal). Az izz. v. csak 12.44%-ra csökkent le . . . . .	24.—	88.3	17.9	62.3	2.33	23.20	27.90
6. Mint 5., de a karb. Na <sub>2</sub> O-val egyenért. CaO+20% . . . . .	23.5	88.3	13.9	60.3	2.40	25.60	32.70
<i>II. sorozat:</i>							
175°, 3 óra							
7. Mint I. 1. . . . .	23.—	87—	14.7	78.5	2.10	63.70	63.70
8. Mint 7., de a karbonáttal aequ.+ 10% CaO-al . . . . .	23.—	86.7	13.9	79.2	2.08	42.20	62.10
9. Mint 8., de 30% CaO felesleggel . . . . .	23.5	88.3	15.5	76.9	2.15	39.60	59.90
10. Mint 9., de össz. Na <sub>2</sub> O-ra számított 1:1.8 M-al . . . . .	26.5	88.3	16.3	82.—	2.08	39.2	56.20
11. Mint 9., de 100% CaO felesleggel . . . . .	26.5	86.8	18.6	74.3	2.31	27.20	50.60
12. Mint 10., de 100% CaO felesleggel . . . . .	26.5	85.2	19.4	76.5	2.23	29.20	51.00
<i>III. sorozat:</i>							
175°, 3 óra							
13. Mint 1. . . . .	24.—	85.2	17.1	81.6	2.05	65.60	65.60
14. Mint 1., de bauxitsúly 0.5%-át kitevő CaO-al . . . . .	24.—	83.7	15.5	80.3	2.02	64.2	65.70
15. Mint 14., de CaO 1% . . . . .	24.—	83.7	16.2	81.1	2.02	63.40	66.10
16. Mint 14., de CaO 2.5% . . . . .	24.—	82.6	17.—	69.4	2.00	59.20	65.70
17. Mint 14., de CaO 5% . . . . .	24.9	82.1	17.1	78.6	2.07	53.60	65.50
18. Mint 14., de CaO 10% . . . . .	24.5	83.7	17.—	77.3	2.13	45.20	65.16
<i>IV. sorozat:</i>							
170°, 3 óra és 4 óra							
19. 1:1.8 szab. Na <sub>2</sub> O-ra számolt M. mész nélkül . . . . .	25.—	83.7	21.7	84.1	2.05	56.40	56.40
20. Mint 19., de 0.5% CaO-val . . . . .	25.—	83.7	10.1	84.1	2.02	56.80	57.60
21. Mint 19., de 2.5% CaO-val . . . . .	24.5	80.6	17.—	83.3	1.92	59.20	64.50
22. Mint 20., de 4 óra hossz. . . . .	24.5	83.7	13.6	84.1	1.99	62.80	64.—
23. Mint 21., de 4 óra hossz. . . . .	24.5	83.7	20.1	83.3	2.03	58.80	64.50
24. Mint 19., de 4 óra hossz. . . . .	24.5	86.8	18.6	85.8	2.00	61.60	61.60
<i>V. sorozat:</i>							
170°, 3 óra							
25. Mint 13. . . . .	24.8	83.8	17.3	80.4	2.08	64.40	64.40
26. Mint 14. . . . .	24.8	83.2	15.7	80.8	2.04	64.—	65.30
27. Mint 15. . . . .	24.8	83.3	16.—	80.9	2.04	62.70	65.—
28. Mint 16. . . . .	24.8	81.6	16.6	78.1	2.08	58.90	64.30
29. Mint 17. . . . .	25.—	81.8	16.9	78.1	2.09	52.30	62.10
30. Mint 18. . . . .	25.2	82.—	16.5	77.—	2.08	46.10	63.—
<i>VI. sorozat:</i>							
160°, 3 és 4 óra							
31. Mint 19. . . . .	25.—	85.—	20.5	81.—	2.09	58.2	58.2
32. Mint 20. . . . .	25.—	83.7	13.3	81.5	2.04	58.3	59.2
33. Mint 21. . . . .	24.8	82.5	17.2	81.8	2.02	59.—	63.3
34. Mint 22. . . . .	24.8	83.1	13.8	81.2	1.97	59.8	61.1
35. Mint 23. . . . .	24.8	83.—	19.5	80.9	2.09	57.7	62.9
36. Mint 24. . . . .	24.8	86.2	19.3	81.6	2.13	62.—	62.—



A kísérleti eredmények a következők:

*I. és II. sorozat:* Összehasonlító kísérletek a szabad  $\text{Na}_2\text{O}$ -ra számolt 1:1.8 molviszonynál méz nélkül és az összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -ra számolt 1:1.8 molviszonynál a karbonáttal aequivalens mennyiségű és feleslegben alkalmazott méz jelenlétében rendes és azonos összetételű, de agyompörkölt bauxittal.

*Eredmény:* A nagy OH-koncentráció miatt a kausztifikálás nem számottevő. A mézmentes iszapra számított  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalom csökken, így a kitermelés romlik. Agyompörkölt bauxit használata esetén a kitermelés romlása igen számottevő.

*III. sorozat:* Összehasonlító kísérletek méz nélkül és a bauxitmennyiségre számolt 0.5–10%  $\text{CaO}$  adagolása mellett.

*Eredmény:* háromórás feltárás mellett is a mézmenteshez képest valamivel jobb kitermelés.

*IV. sorozat:* Mint a III. sorozat, de összehasonlítás három- és négyórás feltárási eredmények közt.

*Eredmény:* A mézmentes anyag négy óra alatt kb. olyan kitermelést ad, mint a 2.5% mésszel feltárt három óra alatt.

*V. és VI. sorozat:* A III. és IV. sorozat reprodukálása fokozott gondossággal mellett.

*Eredmény:* Mézadagolás mellett a kitermelés kb. 3–4%-kal növelhető.

A kísérletekhez használt bauxit összetétele:

Izz. vesz.	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
	12.78	2.46	3.18	24.50
				57.08

Lúg összetétele:

	Összes $\text{Na}_2\text{O}$	Szabad $\text{Na}_2\text{O}$	Karbonát $\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
I. sorozat	237.1	209.2	27.9	89.2 g/lit.
II. sorozat	255.7	229.4	26.3	102.0 g/lit.
III. sorozat	251.1	218.6	32.6	96.9 g/lit.
IV. sorozat	260.4	226.3	34.1	100.3 g/lit.
V. sorozat	260.4	226.3	34.1	100.3 g/lit.
VI. sorozat	258.7	229.1	29.6	94.4 g/lit.

*A kísérletekből lezűrhető tapasztalatok összefoglalása:*

1. A feltárásnál használt lúg koncentrációja mellett kausztifikálásra gyakorlatilag nem számíthatunk.

2. A mézadagolás hatására a kitermelési számok keveset javulnak. A bauxit súlyára

számított 0.5%  $\text{CaO}$  adagolása mellett az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -kitermelés 3%-kal növelhető.

3. A méz mennyiség növelése nem javítja az eredményeket.

4. Agyompörkölt bauxit használata esetén a kitermelési számok nagymértékben csökkennek. Ez a jelenség akkor is, ha a bauxit izzítási vesztesége az agyompörkölés közben csak kis mértékben csökken.

5. A timföldtermelés a kitermelési számoknak csekély visszaesésével növelhető, ha a feltárási időt három órára csökkentjük. Ha ez esetben a kitermelési szám olyan mértékben esik vissza, hogy a vörösiszap  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalmú 61.6%-ról 56.4%-ra csökken, akkor mézadagolás nélkül kb. 3%-kal, mézadagolás mellett pedig kb. 5%-kal növelhető a termelés.

*A mézadagolás hatása a lúg szennyezéseire:*

A méz az oldatban lévő foszfor- és vanádiumvegyületekkel Ca-P-vanadátokat képes alkotni, melyek vízben oldhatatlanok, lúgos közegben azonban kevésbé. Kísérleteink mézadagolással együtt feltárással arra irányultak, hogy megállapítsuk milyen mértékben lehetne ilyen módon a körfolyamatban lévő P és V feloldását megakadályozni. A kísérletek eredménye negatív; öt esetben különböző lúgkoncentrációk mellett feltárások eredménye azt mutatja, hogy mind a P-, mind a V-tartalomnak csak mintegy 10–22%-a jut a csapadékba, ha a bauxitmennyiségre számolt 0.5%  $\text{CaO}$ -nak megfelelő mennyiségű mézetejet adagolunk; míg a többi változatlanul az oldatba kerül. Az autóklávban meszezett vörösiszapok mechanikai tulajdonságai nem kedvezőek, a palásodásra fokozott hajlam mutatkozik. A fenti nem nagy értékű hatás mellett az autóklávokba való mézadagolást ebből az okból nem lehet javasolni, annál kevésbé, minthogy ezen szennyezések eltávolítására más módok is állnak rendelkezésünkre.

A fenti témakörben végzett kísérleti eredmények hozzájárultak az ajkai gyárban a termelés növeléséhez és az önköltségesökhöz.

A feltárási kísérletekkel tisztáztuk a mézadagolás kérdését is. Mint ismeretes, a Szovjetunió timföldgyáraiban a feltárást igen eredményesen segítik elő, autóklávokba történő mézadagolással. Megállapítottuk, hogy a nyirádi bauxit feltárását a méz hozzáadása sokkal kevésbé segíti elő, mint a Szovjetunióban felhasznált bauxitokét. Ezért az ajkai timföldgyár az autóklávoknál történő mézadagolást rendszeresen nem alkalmazza.

„A jó sztahanovistát nemcsak a saját eredménye után ítélik meg, hanem aszerint, hány munkásnak adta át tapasztalatát és milyen eredménnyel”

(Rákosi Mátyás)



# Timföldhidrátszuszpenziók szedimentációs analízise

Dr. EVVA FERENC okl. vegyész-mérnök

669.712:543

Др. Ференц Евва:

**Седиментный анализ висящих гидратов глинозёма.**  
Статья описывает простой оседающий метод для определения кривых рассеянных зёрн в висящих гидратах глинозёма.

By Dr Francis Evva.

**Sedimentary analysis of alumina hydrate suspensions.**

In this paper the author gives the description of a simple method for determining the curves of granule dispersion of alumina hydrate suspensions, which derive from the production in the works.

Timföldhidrátszuszpenziók egyik fontos fizikai adata a hidrátszemcsék nagysága, valamint a különböző szemcse nagyságok százalékos eloszlása. A szemcseeloszlási (kumulatív) görbélből nemcsak a diszperzitásokra, átlagos szemcse nagyságra, szűrhetőségre stb. következtethetünk, hanem módunkban áll a szemcse nagyságváltozást a kikeverés alatt is követni. Fontosak ezek az adatok az oltóanyag vizsgálatánál is. A gyakorlatban eddig csak kvantitatív próbák voltak ismeretesek. Kvantitatív adatok csak a bekevert oltóanyag mennyiségére álltak rendelkezésre.

Miután az irodalomban számos technikai szuszpenzióra ki vannak dolgozva eljárások a szemcseeloszlás meghatározására, feladatunknak tűntem ki egy olyan módszer kidolgozását, mely üzemi körülmények közt is végrehajtható, tehát egyszerű és különleges berendezést nem igényel. Gyakorlati megfigyelések alapján az ülepitési eljárás látszott eredményesnek.

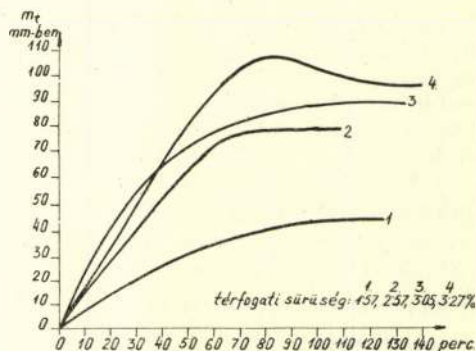
Technikai szuszpenziók ülepedésének a vizsgálatára számos módszer áll rendelkezésre. (1) Ezek mind azon alapszanak, hogy valamely fizikai mennyiség (sűrűség, sűrűségkülönbség stb.) időbeli változását méri az ülepedés folyamán. Ez a fizikai mennyiség úgy van megválasztva, hogy arányos legyen az ülepedési sebességgel, tehát segítségével közvetett úton tudunk az ülepedési sebességre következtetni.

Ha egy alumínátlúg-timföldhidrátszuszpenziót egyenletesen felkeverünk s egy ülepitőedénybe (menzúra, alul zárt cső stb.) öntjük, akkor rövidesen megkezdődik a hidrát ülepedése az edény, illetve cső aljára. A folyamat mindaddig tart, míg az összes hidrát le nem ülepedett. Az oldat ilyenkor teljesen kitisztult.

Megfigyeltem azt, hogy a lerakódó hidrátoszlopok a növekedése az időben kitűnően megfigyelhető. Ezt a hidrát- és alumínátlúg közötti színkülönbség is igen elősegíti. Mivel a hidrátoszlop időbeli növekedése nyilván az ülepedési sebességgel arányos (minél gyorsabban ülepednek a szemcsék, a hidrátoszlop annál gyorsabban nő és fordítva), önként kínálkozott az ülepedési görbét oly módon felvenni, hogy a hidrátoszlop magasságának növekedését mérjük időben.

Ecélből egy 14 mm átmérőjű s 110 cm magas vízállásmérőüveget használtam, melyet alul egy gumidugóval zártam el. Ezután kb. 100 cm magasságban előzetesen egyenletesen és huzamos ideig felkevert hidrátszuszpenziót öntöttem a csőbe, majd 5–10 perces időközönként mértem a hidrátoszlop magasságát egy milliméterbeosztású mércével.

A hidrátoszlop növekedésének és az időnek összefüggését grafikusan ábrázoltam s ekkor a jellegzetes, konkáv ülepedési görbéket kaptam eredményül.



1. ábra.

Az 1. ábrán négy különböző térfogati sűrűségű =  $\left( \frac{\text{szilárd szemcsék térfogata}}{\text{az egész szuszpenzió térfogata}} \right)$  hidrátoszuszpenzió ülepedési görbéjét láthatjuk. Az abszcisszán az idő percekben, az ordinátán pedig a hidrátoszlop magassága,  $m_t$  ( $m$  az idő,  $t$  függvénye) van feltüntetve milliméterben. Az 1. és 3. görbe polidiszperzebb, míg a 2. és 4., mely kevésbé konkáv, inkább homodiszperz karakterű, mint azt később látni fogjuk. A 4. hidrát-nál a görbe visszahajlik, mivel túlságosan magas hidrátoszlopnak számottevő saját ülepedése is van. Ez hibaforrás, melyre még visszatérünk.

Az ülepedési görbélből a Stokes-törvény segítségével a szemcsék átmérője s ezek százalékos eloszlása meghatározható. A továbbiakban tehát meg kellett állapítani, hogy a Stokes-törvény jelen esetben megfelelő eredményeket ad-e.

Ecélből először is a hidrátot mikroszkóposan megvizsgáltuk és azt találtuk, hogy a szemcsék átmérője néhány  $\mu$ -tól 40–50  $\mu$ -ig terjed. A szemcsék alakja, ha nem is szabályos, de a tér egyik irányában sem mutat kitüntetett méretet. Így a gömbhöz közelálló szabálytalan poliedernek tekinthető.

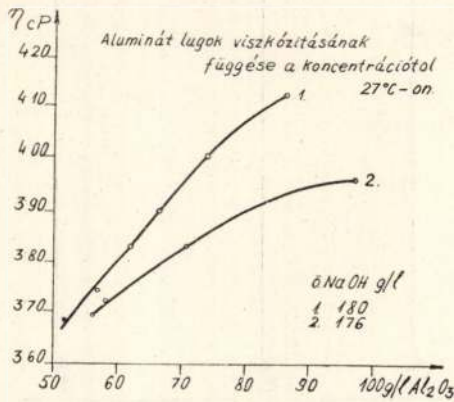
A vizsgálatot egy Leitz-mikroszkóppal végeztük százszoros nagyítás mellett egy objektív mikrométer segítségével, melyen a legkisebb beosztás 10  $\mu$  volt. Ily módon a  $\mu$ -okat még becsülni lehetett. Kérdés már most, hogy mekkora ülepedési idő adódik a Stokes-törvény szerint a megfigyelt szemcseátmérők esetén. Az ülepedési sebesség a Stokes-törvény szerint:



$$v_0 = 0.0131 \cdot \frac{d^2}{\eta} \cdot (s - s_f) \quad 1)$$

ahol  $v_0$  az ülepedési sebesség cm/perc-ben,  
 $d$  a szemcsék átmérője  $\mu$ -ban,  
 $\eta$  a közeg viszkozitása cP-ben,  
 $s, s_f$  a szilárd szemcsék, illetve  
 a közeg sűrűsége g/cm<sup>3</sup>-ben.

A számításhoz eszerint szükségünk van a  
 használt alumínátlúgok viszkozitásának és

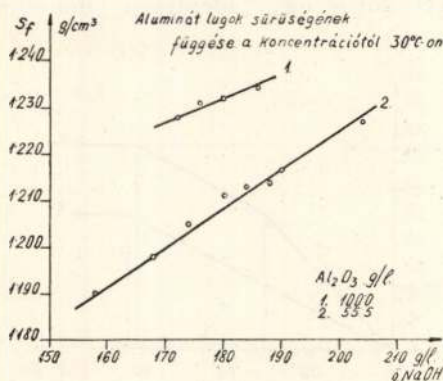


2. ábra.

sűrűségének, valamint a hidrát sűrűségének ismeretére. A 2. és 3. ábrán a használt alumínátlúgok sűrűségét, illetve viszkozitását ábrázoltam az össz. NaOH, illetve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> g/l koncentráció függvényében.

A közölt adatok számos mérés középértékei és csak nagyságrendi tájékoztatásul szolgálnak. Az alumínátlúg ugyanis tekintélyes mennyiségű szerves anyagot s egyéb vegyületeket is tartalmaz oldva, tehát még mindezek koncentrációjára is szükség lenne ahhoz, hogy minden esetre érvényes grafikont tudjunk megadni. Erre azonban nincs szükség, mivel mind a sűrűség, mind a viszkozitás esetről-estire könnyen megmérhető.

A viszkozitás a vizsgált hőfok intervallumban (19°–40° C) általában 3 és 5 cP közt, a sűrűség pedig 1.18–1.24 g/cm<sup>3</sup> közt változik. A hid-



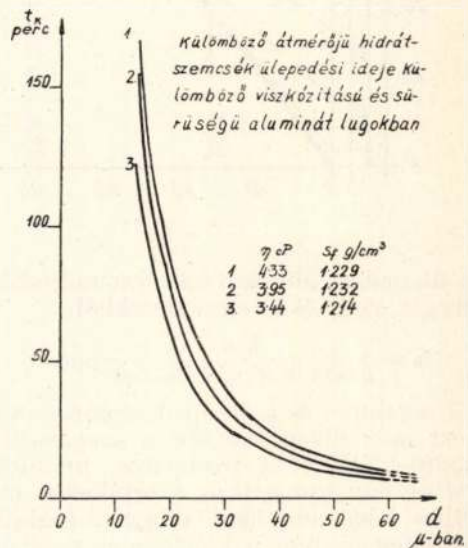
3. ábra.

rát sűrűségére vonatkozólag a hidrargillitét vettem számításba, mivel az üzemi körülmények között a hidrát túlnyomó része ebben a formában keletkezik. Ez az érték Fricke és Severin szerint (2): 2.424 g/cm<sup>3</sup>

A 4. ábrán látható három különböző viszkozitású és sűrűségű alumínátlúgra a szemcse-átmérők és ülepedési idők összefüggése. Ha ezt

összehasonlítjuk az 1. ábrán látható mért ülepedési időkkel (80–150 perc), akkor látjuk, hogy a számított és mért ülepedési idők elég jól egyeznek nagyságrendileg.

Hogy az abszolút értékekre vonatkozólag is megfelelőbb eredményt kapjunk, figyelembe kell még venni, hogy a Stokes-törvény azonideális esetre vonatkozik, mikor a részecske önmagában szabadon süllyed a közegben. Sűrű szuszpenziókban a részecskék süllyedési sebessége kisebb, mivel egymást akadályozzák a süllyedésnél. Az ülepedési sebességnek a térfogati sűrűségtől való függésére számos elméleti úton levezetett egyenlet ismeretes, melyeket Einstein, Gaudin, Guth és Gold stb. vezettek le. Ezek azonban a kísérleti eredményekkel nem vágnak jól össze, ezért Kermack, Mc Ken-



4. ábra.

drick és Ponder kísérleti eredményeiből empirikusan levezetett korrekciókkal jobb eredményt érhetünk el. (3) Ezek szerint 0–1%-os térfogati sűrűségnél  $k$  100–12s, míg 1–9%-ig  $k = 94.0 - 55 \cdot s$  faktorial kell még szorozni a Stokes-féle ülepedési sebességet, hogy helyes eredményt kapjunk. ( $s$  a térfogati sűrűség.) Eszerint a tényleges ülepedési sebesség:

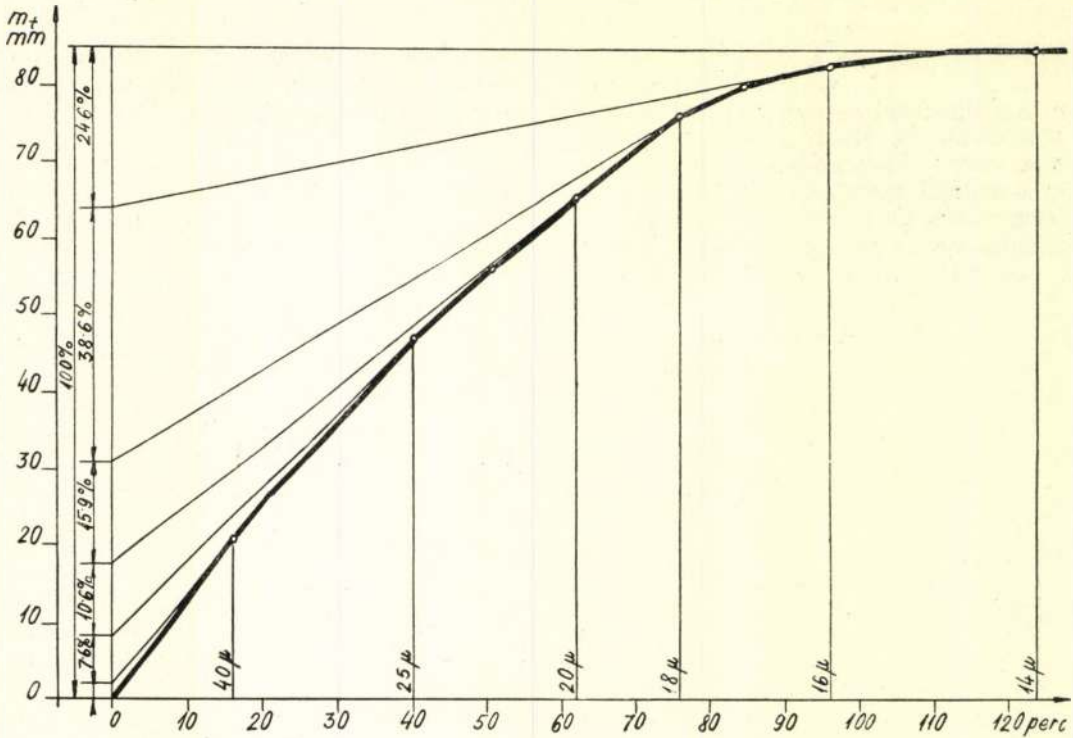
$$V \text{ (cm/perc)} = k \cdot v_0 = \frac{h}{t_k} \quad 2)$$

ahol  $h$  a szuszpenzió magassága az ülepitőcsőben cm-ben,  $t_k$  pedig a számított ülepedési idő percben. Az I. táblázat a korrekciók értékeit tartalmazza 5% térfogati sűrűségig:

I. táblázat:

Térfogati sűrűség %	$k$ értéke
0	1.000
0.5	0.940
1	0.880
1.5	0.857
2	0.830
2.5	0.802
3	0.775
4	0.720
5	0.665





5. ábra.

Az ülepedési idő és a szemcsenagyság közti összefüggés az 1) és 2) egyenletekből:

$$t_k = \frac{h \cdot \eta}{0'0131 \cdot k \cdot d^2 \cdot (2'424 - s_f)} \text{ perc} \quad 3)$$

A 3) egyenlet és az ülepedési görbe segítségével most már elvégezhetjük a szemcseeloszlás kiértékelését. Mivel a probléma matematikai részével és egy numerikus kiértékelési móddal egy külön közleményben óhajtok foglalkozni, ezért jelenleg csupán a kiértékelés mechanikus elvégzését ismertetem szerkesztés segítségével.

A II. táblázat tartalmazza az ülepitési eredményeket:

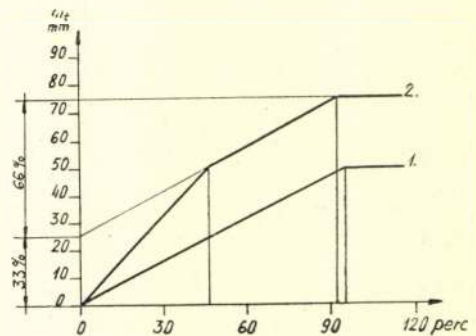
II. táblázat:

Idő perc	$m_t$ mm	Hőfok C
0	—	28.0
5	6.5	28.1
10	13.5	28.2
15	19.5	28.3
20	25.5	28.5
30	36.5	28.7
40	47	28.9
50	55.5	29.1
60	64	28.5
70	72	28.3
75	75.5	28.5
80	78	28.6
85	80	28.7
90	81.5	28.7
95	82.5	28.5
100	83.5	28.4
105	84	28.3
110	84.5	28.4
115	85	28.6
130	85	29.0

A táblázat alapján az ülepitési görbét grafikusán megszerkeszthetjük. (5. ábra.) A kiértékelés a következő módon történik. A szemcse-

elosztást vizsgáljuk a következő intervallumokban: 40 μ-nál nagyobb átmérőjű szemcsék, 40—25-ig, 25—20-ig, 20—18-ig, 18—16-ig, 16—14-ig terjedő szemcsék s végül 14 μ-nál kisebb átmérőjű szemcsék. A következőkben kiszámítjuk a 3) egyenletből a fenti szemcsenagyságoknak megfelelő ülepedési időket, majd kikeressük az ülepedési görbén ezeknek az időeknek megfelelő pontokat. Ezekben a pontokban a görbéhez érintőt szerkesztünk. A szemcseeloszlást százalékban nyerjük az érintőknek az ordinátával alkotott metszeteiből. 100%-nak a hidrátoszlop maximális magassága felel meg (4). (5. ábra.)

Az elmondottak magyarázatára a 6. ábrán látható lineáris görbék szolgáljanak. Az egyes-sel jelzett görbe egy ideálisan monodiszperz



6. ábra.

szuszpenzió viselkedését mutatja be, melynek minden szemcséje 1 cm/perc sebességgel süllyed és sűrűsége olyan, hogy 100 cm magas szuszpenzió esetén az ülepitő cső aljára 5 cm hidrátoszlop ülepszik le maximálisan. A térfogati sűrűség korrekcióját nem véve egyszerűség kedvéért figyelembe, az ülepedés 95 perc alatt fejeződik be. Figyelembe kell ugyanis



venni, hogy a később ülepedő szemecék már nem a teljes 100 cm utat teszik meg, hanem a hidrátoszlop aktuális magasságával rövidebbet. Így a legutolsó szemecék 5 cm-el rövidebb utat tesznek meg, mint a legelsőek. Ecélből a görbéből észlelt ülepedési időt korrigálni kell, hogy a valódi ülepedési időt  $t_k$ -t kapjuk eredményül. Ez a korrekciós érték, mint könnyen belátható:

$$t_k = t \cdot \left(1 + \frac{m_t}{h}\right)$$

ahol  $h$  a szuszpenzió magassága cm-ben és  $m_t$  a hidrátoszlop magassága  $t$  időpontban, szintén cm-ben. Természetesen, ha a számított ülepedési időből keressük a neki megfelelő észlelt ülepedési időt, akkor egyenletünk (tekintettel arra, hogy  $m_t/h \ll 1$ ) a következőképpen módosul:

$$t = t_k \cdot \left(1 - \frac{m_t}{h}\right) \quad 4)$$

A 6. ábra 2. görbéje egy ideálisan bidiszperz szuszpenzió viselkedését mutatja. Az egyik szemecetípus 1 cm/perc, míg a másik 2 cm/perc sebességgel ülepszik. A szuszpenzió sűrűsége legyen olyan, hogy az együttesen lerakódott 7.5 cm hidrátoszlopból 5 cm tartozzon az első hidráthoz és 2.5 cm a második fajta hidráthoz. Ekkor az ülepedés már 92.5 perc alatt befejeződik, mivel az utolsó szemecéknek már csak 7.5 cm-el rövidebb utat kell megtenniük. Ha már most az érintőt az említett módon megszerkesztjük (jelen esetben 0 és 100% közt csak 1 húzható), akkor az a maximális hidrátoszlop magasságot az ordinátán éppen a százalékos összetételnek megfelelő módon osztja részekre.

Az érintőszerkesztés polidiszperz szuszpenziók esetén is hasonló módon végezhető el. Ekkor a görbét helyettesítő egyenes darabokhoz húzunk érintőket a megfelelő pontokban. Így voltaképpen nem a differenciál, hanem a differenciálhányadosokat szerkesztjük meg, ha azonban az észlelést elég sűrűn végezzük, a kettő közti különbség elhanyagolható.

Visszatérve példánkhoz, ott a számszerű adatok a következők voltak: A használt alumínátlúg (188 g/l össz. NaOH és 59.5 g/l  $Al_2O_3$ ) viszkozitása 27.0° C-on 3.57 cP, 30.2° C-on 3.15 cP. Sűrűsége 23° C-on 1.222, 31° C-on 1.218 g/cm<sup>3</sup>. A szuszpenzió magassága az ülepitőcsőben: 99.1 cm. Az átlaghőfok a II. táblázat szerint 28.6° C. Ezen a hőfokon a viszkozitás 3.36 cP, a sűrűség pedig 1.219 g/cm<sup>3</sup>.

A térfogati sűrűség megállapítása oly módon történik, hogy a leülepedett hidrátot az ülepitőcsőből nucsaszűrőre visszük, kondenzvízzel kimossuk, majd a nedves hidrátunk patikusmérlegesen megmérjük a súlyát. Ezután meghatározzuk a nedvességtartalmát s így a szilárd hidrát súlyát ki tudjuk számítani. Ezt osztva a sűrűséggel, 2.42-vel, eredményül kapjuk a szilárd szemecék térfogatát. Az összszuszpenzió térfogatát az ülepitőcső átmérőjéből és a szuszpenzió magasságából számíthatjuk ki.

Jóval egyszerűbb módon járhatunk el a következőképpen. Az ülepitőcsőben lerakódott hidrátoszlop térfogatának 34 mérés átlaga szerint jó közelítéssel 0.33-szorosa szilárd hidrát, míg a többi alumínátlúg. Így a térfogati sűrű-

séget egész egyszerűen a hidrátoszlop végmagasságának és az összszuszpenzió magasságának hányadosa segítségével kapjuk. Százalékban kifejezve:

$$\text{térfogati sűrűség} = 0.33 \cdot \frac{m^\infty}{h} \cdot 100 \quad 5)$$

Jelen esetben az ismertett adatok szerint a térfogati sűrűség az 5). egyenletből:

$$0.33 \cdot \frac{9.5}{99.1} \cdot 100 = 2.83\%$$

Innen a  $k$  korrekciós faktor:

$$k = 94.0 - 5.5 \cdot 2.83 = 78.4\%, \text{ illetve } 0.784$$

A kapott értéket a 3)-ba helyettesítve lesz:

$$t_k = \frac{99.1 \times 3.36}{0.0131 \times 1.05 \times 0.784 \cdot d^2} = \frac{26896}{d^2}$$

Figyelembe véve az idő korrekcióját, a következő egyenletet kapjuk:

$$t = \frac{26896}{d^2} \cdot \left(1 - \frac{m_t}{99.1}\right)$$

A számítás egyszerűsítése kedvéért az ülepedési görbéből (5. ábra) a  $t_k$  időnek megfelelő  $m_t$  értékeket keressük ki (az így elkövetett hiba minimális és elhanyagolható, viszont lényegesen megrövidíti a számolást) s ilyen formán a kérdéses szemecenagysághoz tartozó észlelt ülepedési időket kiszámíthatjuk a fenti egyenletből (III. táblázat).

III. táblázat

$d$ ( $\mu$ )	$d^2$ ( $\mu^2$ )	$t_k$ (perc)	$m_t$ (mm)	$t$ (perc)
40	1600	16.8	22	16
25	625	43.0	49	40
20	400	67.2	70	62
18	324	83.0	79	76
16	256	105.0	84	96
14	196	137.2	85	124

Megszerkesztve a most kapott időpontokhoz ülepedési görbén a tangenseket, azok az ordinátát a következőképpen osztják részekre: 40  $\mu$  felett 4, 40–25 közt 13, 25–20 közt 18, 20–18 közt 27, 18–16 közt 66, végül 16 és 14  $\mu$  közt 42 mm (5. ábra). A hidrátoszlop végmagassága  $m^\infty = 170$  mm, mely 100%-nak felel meg. Innen a százalékos eloszlás:

40	2.7%
40–25	7.6%
25–20	10.6%
20–18	15.9%
18–16	38.6%
16–14	24.6%
14	0%

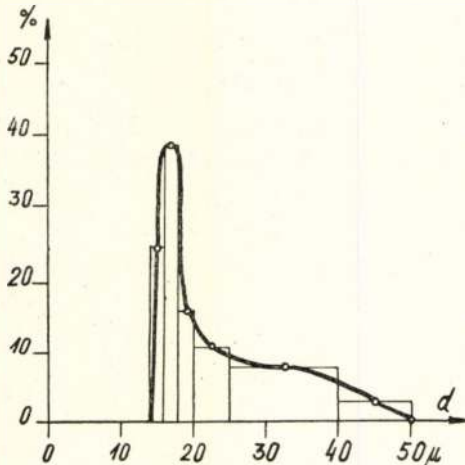
Ennek az eloszlásnak megfelelő kumulatív görbét a 7. ábra mutatja be.

Röviden összefoglalva az elmondottakat, szedimentációs analízist timföldgyári hidrát-szuszenziókkal a következőképpen hajtunk végre:

1. 500 cm<sup>3</sup>-es menzurába a 100 vagy 200 cm<sup>3</sup>-es jelig hidrát-szuszenziót töltünk s megvárjuk, míg a hidrát leülepszik. Ezalatt a szuszpenzió lehül szobahőfokra. Ezután a szuszpenziót annyi alumínátlúggal hígítjuk, hogy a leülepedett hidrátoszlop az egész szuszpenzió magasságának kb. 5–6%-a legyen. (Pl ha 200 cm<sup>3</sup>



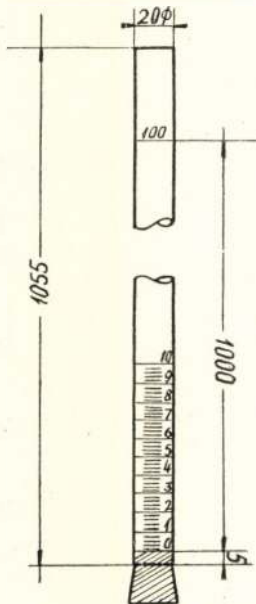
szuszpenzió betöltése esetén 20 cm<sup>3</sup> hidrát rakódik le, akkor dupla hígítást veszünk.) Erre azért van szükség, mert, miként már említetttem, túlmagas hidrátoszlopnak számottevő saját ülepedése is van, ezt a hibaforrást tehát iparkodni kell a minimumra csökkenteni. Hígbabb szuszpenziót viszont azért nem célszerű



7. ábra.

használni, mivel ekkor a hidrátoszlop megmérésénél elkövetett relatív hibák nőnek meg.

2. Az így előkészített szuszpenziót gondosan felkeverjük, huzamosabb ideig összerázzuk, majd gyorsan az ülepitőcsőbe öntjük kb. 100 cm magasságig. Célszerű a 100 cm-hez jelet



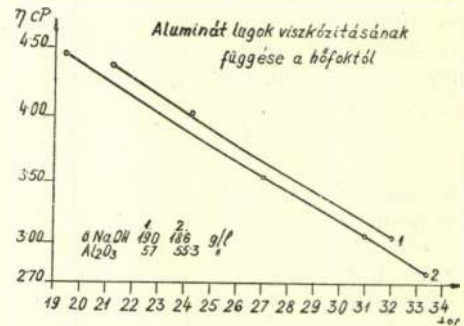
8. ábra.

tenni, vagy beosztott csövet használni (8. ábra). A beöntéstől kezdve mérjük az időt s kezdetben 10, majd az ülepités vége felé 5 percenként mérjük a hidrátoszlop magasságát. Mindannyiszor mérjük a szuszpenzió hőfokát is. Megmérjük még a szuszpenzió magasságát az ülepitőcsőben.

3. Ezután a szuszpenzió tisztáját dekantáljuk s megmérjük a közeg sűrűségét és viszkozi-

tását az átlaghőfok alatt és felett. Az eredményeket aztán extrapolációval átszámítjuk az átlaghőfokra. Úgy is eljárhatunk, hogy egy bizonyos hőfokon megmérve a viszkozitást és sűrűséget, az így nyert értékeket hőfokgrádiensek segítségével átszámítjuk az átlaghőfokra. Ez sűrűség esetén 0.0005 g/cm<sup>3</sup>, míg viszkozitás esetén 0.12 cP C<sup>o</sup>-onként (9. ábra). A sűrűség megmérése teljesen kielégítő az areométeres mérés, a viszkozitást pedig igen jól megmérhetjük egy Ostwald-viszkóziméter és stopper segélyével (5).

4. Végül számítással vagy súlyméréssel meghatározzuk a térfogati sűrűséget.

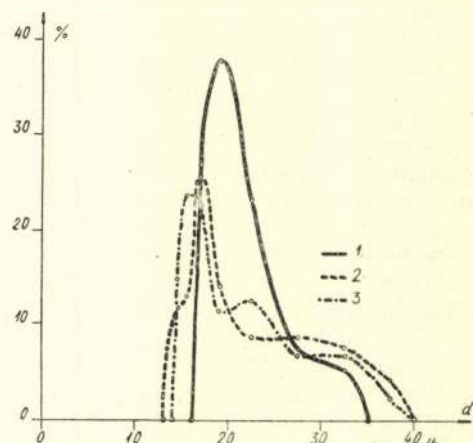


9. ábra.

ly módon az összes adatok rendelkezésre állanak a számítás, illetve a szerkesztés céljaira. Sorozatos mérések esetén igen megkönnyíthetjük a számítást nomogramok segélyével.

Figyelembe kell még venni több kumulatív görbe összehasonlítása esetén, hogy az ülepedési görbét mindegyiknél hasonló módon kell szemcsenagyság intervallumokra bontani.

A 10. ábrán látható különböző oltóanyagok kumulatív görbéi. Az 1. görbe grízesebb, a 2. és 3. slejmosabb oltóanyag kumulatív görbéje. Az átlagos szemcsenagyság az 1.-nél 20.6 μ, míg a 2. és 3.-nál 19.9, illetve 19.3 μ.

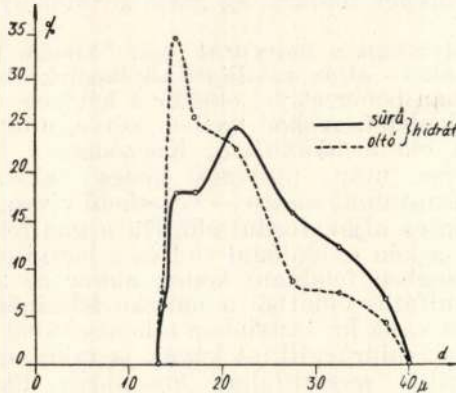


10. ábra.

A 11. ábrán a hidroszeparátor munkáját látjuk. A sűrű hidráttal jelzett mintát a hidroszeparátor alján levő kifolyónál, míg az oltóhidráttal jelzettet a hidroszeparátor túlfolyásánál vettem egyidőben. A görbékben jól látható, hogy a szuszpenzió szemcsenagyságeloszlása a hidroszeparátoron való áthaladáskor a nagyobb szemcséméretre felé tolódik el.



A mérések megbízhatóságát összehasonlítás céljaira növelhetjük azáltal, ha lehetőleg mindig ugyanazokat a körülményeket állítjuk be, vagyis azonos térfogati sűrűségeket, azonos szuszpenziós magasságot, azonos hőfokokat, csekély hőfokingadozást stb.



11. ábra.

A kumulatív görbékéből a diszperzitásfokra is következtethetünk. Minél magasabb és keskenyebb a kumulatív görbe, annál jobban közelíti meg a homodiszperzitást, míg minél laposabb, annál polidiszperzebb. Általában az eddigi mérések azt mutatták, hogy az üzemi nyelven grízesnek, illetve slejmosnak nevezett hidrát nem annyira a szemcsenagyságban, hanem a diszperzitásfokban különbözik egymástól. Tehát a slejmos hidrát polidiszperzebb, de nem feltétlenül kisebb átlagszemcséjű, mint a grízes hidrát és fordítva.

A meghatározott szemcsenagyságok 13  $\mu$ -tól 40–50  $\mu$ -ig terjedtek. Mint már említettem, mikroszkóppal néhány mikron átmérőjű szemcsék is megfigyelhetők voltak. Ezek aránylag csekély térfogatot képviselnek (pl egy 10  $\mu$ -os szemese térfogata a 13  $\mu$ -osnak 45%-a, az 5  $\mu$  átmérőjű már csak 5,5%-a). Tekintettel arra, hogy a görbék térfogati százalékokat adnak meg, ezeknek a térfogata, mivel százalékosan is csak kismértékben vannak jelen, elhanyagolható. A szemcseméretnek abszolút értékének tekintetében figyelembe kell még venni, hogy a Stokes-törvény ideálisan csak gömbalakú testre érvényes, valamint, hogy az ülepedésre a közeg elektrolittartalma is befolyással van. Ezek a tényezők, úgylátszik, a jelen esetben nem játszanak túlnagy szerepet, mint azt a mikroszkópos vizsgálat bizonyítja s így a kapott szemcsenagyságok abszolút értékben is elég közel járnak a valósághoz. Természetesen a vázolt mérő módszer ebben az egyszerű formában inkább csak összehasonlítási célokra szolgál, azonban könnyűszerrel továbbfejleszhető s nagyobb pontosság elérése esetén módot fog nyújtani arra, hogy a kikeverés folyamatába az eddiginél mélyebb betekintést nyerjünk.

Méréseimet a Magyaróvári Timföldgyár N. V.-nál végeztem.

## Irodalom:

1. Gessner: Schlämmanalyse.
2. Fricke és Severin: Z. anorg. Chem. 205. 1932. 288.
3. Tarján: Magyar Technika 1948. 6. 82.
4. Berl—Lunge: Chemisch—Technische Untersuchungsmethoden I. Bd. 1108.
5. Erdey Gruz—Prosz: Fizikai kémiai praktikum.

**Beszámoló az almásfüzitői timföldgyárról.** Az április 27-én megtartott békegyűlésen, a május 1-i felvonuláson az épülő almásfüzitői timföldgyár dolgozói egy emberként tettek tanúságot amellett, hogy a békét akarják, a békéért dolgoznak.

Ezek nemcsak szavak, tettekkel is bebizonyítjuk, hogy dolgozni, harcolni tudunk a békéért, az ötéves terv teljesítéséért.

Brigádjaink megalakulások óta állandóan fejlődnek, így a „SZIT kohó” brigád 265%-os, „Nagyoroszi” brigád 229%-os, Kossa brigád 214%-os átlagteljesítménnyel brigádjaink élén járnak.

Az egyéni versenyzők közül a legjobbak: Molnár József lakatos 279%-os, Hlavati József marós 270%-os, Pintér László esztergályos 251%-os, Fűsi Gyula hegesztő pedig 208%-os márciusi átlagteljesítménnyel.

44 brigádunk mellett komplexbrigádunk mutatja, hogy értelmiségi dolgozónk is lelkesen állnak Pártunk célkitűzései mellé.

Mindent elkövetünk, hogy a gyárat minél előbb üzembe lehessen helyezni és így szolgáljuk a szocialista építés és a béke nagy ügyének.

Lohser Károly

az almásfüzitői timföld dolgozója.

**Selejtkiállítás a Qualitál könnyűfémipari fel-dolgozó N. V-nél.** Áprilisban üzemünk a selejt csökkentése érdekében selejtkiállítást rendezett. Bemutatásra került ott a selejt mindenféle formája feliratok kíséretében, melyekben felhívták a dolgozók figyelmét a hibákra, azok műszaki okaira, a selejt mennyiségére és értékére.

A dolgozók a kiállítást nagy érdeklődéssel tanulmányozták és a kedvező hatás máris megmutatkozott.

A vállalat azt tervezi, hogy meghatározott időnkben rendszeresen rendez ilyen selejtkiállítást.

Komáromy Lajos  
a Qualitál dolgozója.

★

Pótlás

a Bányászati és Kohászati Lapok 1950. évi 2–3. számában Emőd Gyula: Alumínium hengerművek racionalizálási problémái c. hozzászólásához.

A közölt adatok forrása:

Köves Elemér: Könnyűfém lemez- és szalag-hengerlés technikai fejlődése. (Bányászati és Kohászati Lapok 1950. évi 5. sz.)

WARTH: Entwicklungsstand des Walzen von Leichtmetallblechen und -bändern (Metall Wirtschaft, Technik 1948).



## Kéntartalmú bauxit feltárása

DR GEDEON TIHAMER

669.712

Dr. Gedeon Tihamer:

### Обработка боксита с содержанием серы.

V boksitak, voobscze redko vstreczaetsja sery. Sery byvaet dvux rodov: vo-pervyx, vstreczaetsja dvuxvalentnaja sery, himicheski soedinenная s zheleznom, kak pirrit, i vovtoryx, vstreczaetsja v vide sulyfata szestivalentnaja sery, himicheski svjazzannaja s aljuminijem, kak aljunit. Boksit, razrabotannij po sposobu Bajera, esli v nem sederzitsja pirrit, ne potrebljaet rastvor szeloczi, i vse kolicsztvo sery v vide sulyfida zheleza poapaet v szlam. Boksit s sederzhanijem aljunita pri obrabotke po sposobu Bajera upotrebljaet szeloczi natrija v kolicsztve  $\frac{3}{4}$  czaestij vsego sederzhanija sulyfata i etim ponizhetsja kolicsztvo aktivnogo rastvora. Sulyfat natrija, obrazovavszijisja iz aljunita, vo vrema cirkuljacii pri vysharke rastvora vydelaetsja v kristalliczeskoj forme i takim obrazom, v rastvora on ne obrazuetsja szvysze opredelennogo kolicsztva. Obrabotka boksita sederzhanijem aljunita po sposobu Bajera drugih nedostatkov ne imet. Pri samooczistke rastvora szeloczi vmeste s sulyfatom natrija takze vydelaetsja fosfat natrija, vanadat natrija (soly vanadievoy kisloty) i karbonat natrija.

V sztatye na osnovanij opyta dokazyvaetsja, czo vyszelaclivanie boksita s sederzhanijem aljunita polnosztju ravnozceno vyszelaclivaniu boksita, ne sederzhaeczo sery.

### Dissolving of Sulphatic Bauxite by the Bayer Process. by: T. G. Gedeon D. Eng.

Although bauxites generally seldom contain sulphure, there are two cases at hand, which seem to differ from this rule. At first there is a kind, where it is bound to iron, forming pyrite and second, a sulphate bound to aluminium as alunite. The pyrite containing bauxite dissolved by the Bayer process, does not combine with the caustic soda of the lye and the whole quantity of the iron sulphide precipitates with the red mud. At dissolving the alunitic bauxite by the Bayer process, three quarter of the sulphate combines with an equivalent quantity of caustic soda, diminishing the activity of the lye. During the dissolving process in the autoclave, sodium sulphate is formed from alunite and caustic soda. After concentration of the lye the sodium sulphate precipitates in fine crystals and is easily separable. The quantity of crystals will never increase in the lye above a settled concentration. The industrial use of a sulphate containing bauxite has not any disadvantage. At the time of selfpurification of the lye, the sodium sulphate, -phosphate, -vanadate, -carbonate will also precipitate.

In the production of alumina by the Bayer process experiments testify the equal value of alunitic bauxite and of bauxite free from sulphate.

A különbözö bauxitelöfordulások anyagában a kén csak elég ritkán fordul elő. A legtöbb esetben csak egész alárendelt mennyiségben szerepel és csak gondos vegyvizsgálattal mutatható ki. A bauxitban eddig a kénnek kétféle vegyületét találtuk meg. Az egyik a szulfidkén, a másik a hatvegyértékű szulfátkén. A kétféle kénvegyületet ugyanazon bauxitban egyszerre

még nem sikerült kimutatni, bár egymásmelletti jelenlétüknek földtanilag gátló körülménye nincsen.

Isztriában a bauxittal telt kisebb töbrök — kávak — alján található sötétszürke bauxitanyagban ismerték fel először a két vegyértékű kén jelenlétét. A kén vashoz kötve, mint pirit fordult elő a bauxitban. Képződése a bauxit települése után, utólagos kénes exhalációra — szolfataraműködésre — vezethető vissza. Mindig a káva alján fordul elő. Ha a gáz feltörése közben a kén oxidálódni tud és a bauxitot nedves közegben feloldani képes, akkor az alumíniumszulfátos oldatból a mészkő felszínén hidrargillit válik ki. Isztriában a kénes kávak sorában ilyen hidrargillites kávak is találhatóak. A hidrargillit mésztufához hasonlóan likacsos, kérges képződésű és röntgenszínképe alapján, tekintve, hogy éles interferenciavonalakat nem ad, alacsony hőfokon képződött mikrokristályos szerkezetű anyagnak minősíthető.

A kénes kávak sorozata Isztriában nagy megközelítéssel ÉÉK és DDNy irányú törésvonalakat követ. Isztriában Felicia község melletti Arsa-tó alatt talált bauxitkávak között a kénes bauxit előfordulása hasonló irányú elhelyezkedést mutatott.

Kénes bauxitot nálunk Magyarországon eddig csak az iszkaszentgyörgyi bányából ismerünk. Itt a bauxit fedőrétegében elhelyezkedő kékes-szürke osztreas agyag határan található. A bányászati során eddig csak elvétve kisebb foltokban jelent meg. Képződése szintén másodlagos jelenséggel kapcsolatos, azonban nem szolfataraműködés jeleit mutatja, hanem a bauxit képződése után, zárt vízmedence alján végbenéző oxigénmentes rothadás közben képződött kénhidrogén hatására jött létre. A bauxittal érintkező kékes-szürke agyag is erősen piritos.

A bauxitban levő vasoxidnak kénhidrogén hatására csak egy része piritosodik el. Vegyelemzéssel kimutatható a vasoxidnak elpiritesezett mennyisége, sőt az egyik isztriai kénes bauxitban a szabad kén jelenléte is igazolható volt. Ezek alapján tehát a bauxit elpiritesezése, mint másodlagos folyamat igazolható. Az egyes isztriai bauxitokban a kéntartalom hasonló értéket mutatott, mint az iszkaszentgyörgyi kékes-szürke bauxitban.

Cercle község melletti kávában . . .	S = 10.35 %
Pineta „ „ „ . . .	S = 9.21 %
Crema község „ „ . . .	S = 10.94 %
Iszkaszentgyörgyi piritos bauxitban	S = 7—9 %

Ha a kénes bauxit külszínre kerül, nedves közegben kéntartalma oxidálódik. Felszínén csillogó selymes kristályok jelennek meg, melyek vízben könnyen oldódnak. Összetételük: ferroaluminiumtimsó, ásványtani nevén: halotrichit:  $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ . A kénes bauxit oxidálódása közben tetemes hőmennyiség szabadul fel és egy alkalommal Isztriából hajón Hamburgba szállított bauxit a hosszú tengeri út alatt annyira felmelegedett, hogy a hajótérben uralkodó nagy hőség miatt a bauxit kirakását



a kikötőmunkások megtagadták. A timföldgyárak a kénes bauxitot nagyon szívesen vették, mert könnyen feltárható volt és a feltárás során nátronvesztést nem okozott, mert az egész kéntartalom a vashoz kötve maradt. A kénes bauxit iszapja nem vörös, hanem szürkésfeketeszerű volt.

A bauxitban előforduló másik kénvegyület a szulfát. Ez ellentétben a szulfidkénnel, nem vassal, hanem alumíniummal képzett vegyülete formájában szerepel. Eddigi vizsgálatok szerint néhány magyarországi bauxitelfordulásban alunit található. Ennek első felismerése az iszkaszentgyörgyi bauxittestben történt, ahol bauxitanyagot tartalmazó kisebb töbrök alján, illetve annak anyagában elszórtan, fehér gumók formájában fordult elő. Az alunitnak ezt a szokatlan megjelenési formáját dr. Vadász Elemér ismertette legelőször. György Albert, a halimbai bauxitkutatók leírásában már több olyan bauxitelemzést közölt, amelynek szulfáttartalma 18—32% között váltakozott. Ő a halimbai bauxitban földes, morzsás formában található fehéres színű kéntartalmú bauxitot aluminitnek tartotta és csak később igazolódott be, hogy ez az anyag is alunit. Sümeg határában az azóta már kitermelt bauxitban is volt alunitos rész.

A halimbai bauxitban kéntartalom mennyiségben majdnem mindig található. Az eddig végzett elemzésekben az  $\text{SO}_3$ -tartalom 0.2—1.6%-ig változik. Az iszkaszentgyörgyi bauxit anyaga is helyenként kéntartalmú és ebben 0.22—0.58%  $\text{SO}_3$  mutatható ki.

A szovjet geológusok régen felfigyeltek a bauxit szulfát tartalmára. A tichvini bauxittelep keletkezését szulfátos víz közreműködésének tulajdonítják és ennek bizonyítékát a bauxit  $\text{SO}_3$ -tartalmával látják igazoltnak. Az iszkaszentgyörgyi és halimbai bauxit csekély alunit-tartalma a bauxitképződéssel egyidejűleg keletkezett. Az iszkaszentgyörgyi alunitgumók azonban feltétlenül idősebbek a bauxitnál és csak az áthalmazódás közben kerültek a bauxitba. A halimbai vörös bauxitban olykor fölülről lefelé haladó fehér csíkozást látni, melynek anyaga alunit. Ennek képződése a fedőréteg pirites agyagjának oxidációja közben létrejött kénsav beszűremkedésének révén történt. Hogy bauxittelepeink képződésében a szulfátnak van-e jelentős szerepe, azt későbbi származástani vizsgálatok lesznek hivatva eldönteni. A gánti bauxittelepben szulfátot kimutatni alig sikerült.

A bauxit ipari feldolgozása során, a Bayer-féle timföldgyártás folyamán, az alunitos bauxit is feldolgozásra kerülhet. Ennek viselkedéséről eddig irodalmi adat nem áll rendelkezésünkre, célszerű volt tehát a kérdést vizsgálat tárgyává tenni.

A kísérlethez felhasznált bauxitot különböző kéntartalmú fúrásminták anyagából állítottuk össze és ennek összetétele a következő volt:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	44.83 %
$\text{SiO}_2$	5.48 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	20.94 %
$\text{TiO}_2$	2.05 %
Izz. vesz.	24.98 %
CaO	0.60 %
MgO	0.04 %

$\text{MnO}_2$	0.13 %
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0.04 %
$\text{K}_2\text{O}$	0.45 %
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.19 %
$\text{V}_2\text{O}_5$	0.12 %
$\text{SO}_3$	2.23 %

Az elemzést néhai dr. Terebesi László végezte.

Az alunit összetétele bázikus kálium-alumíniumszulfát:  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , vagy  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{Al}_2\text{SO}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . A bázisos alumíniumszulfát képlete így is írható:  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SO}_4$ . Az alunit összetétele alapján az összes szulfáttartalomnak egynegyedrésze a káliumhoz van kötve. Az elemzés szerint tehát 0.56%  $\text{SO}_3$ . Ezzel egyenértékű  $\text{K}_2\text{O} = 0.66\%$ . A bauxitban talált kálitartalom azonban alacsonyabb ennél. Ez arra enged következtetni, hogy a szulfáttartalomnak egy része a mészhez van kötve, mint gipsz.

A bauxitot a timföldgyári feldolgozás során először szárítják. A szárítást átlag  $500^\circ\text{C}$ -on végzik. Megvizsgáltuk tehát, hogy különböző hőfokú szárítás mellett a bauxit szulfát tartalma miképpen változik.

Hőfok $^\circ\text{C}$	Időtartam	Súlyvesztés %	$\text{SO}_3$ %
340—360	2 óra	16.24 %	2.24
500—520	2 „	20.97 %	2.23
697—710	2 „	22.05 %	2.20
1200—1220	1/4 „	24.98 %	0.05

A szárított, illetve izzított bauxit szulfát-tartalmát mindig a kiindulási nyersanyag kötöttvíztartalmának megfelelő állapotára számítottuk, hogy ilyen módon az összehasonlítás könnyebb legyen.

Amint látjuk a Bayer-üzemben szokásos szárítási hőfokon a bauxitból a szulfáttartalom nem távozik el. Olyan magas hőfokon, ahol a szulfáttartalom a bauxitból már eltávozik, az izzítást végezni nem lehet, mert a bauxit timföldtartalma korundizálódik és lúgban majdnem oldhatatlanná válik.

Az alunit izzítás közben történő elroncsolási folyamatának részletes ismerete végett felvetettük az iszkaszentgyörgyi tiszta alunit izzítási görbéjét.

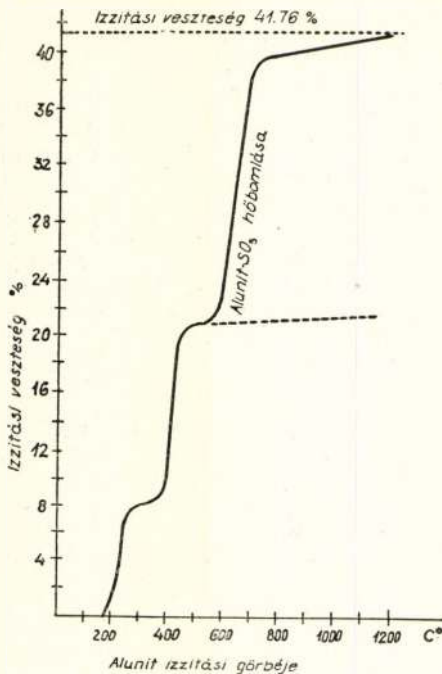
Az iszkaszentgyörgyi fehér alunitgörgeteg elemzése a következő volt:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	42.60 %
$\text{SiO}_2$	0.10 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.95 %
$\text{TiO}_2$	0.— %
$\text{K}_2\text{O}$	8.29 %
$\text{SO}_3$	28.20 %
$\text{H}_2\text{O}$	20.21 %
(Izzítási vesz.)	—

Az izzítás során felvett adatokból azt láttuk, hogy a görbe első törése  $230\text{—}240^\circ\text{C}$ , a második törése  $400\text{—}410^\circ\text{C}$ , míg harmadik törése  $720\text{—}750^\circ\text{C}$  közé esik. A görbe lefutását a melékelt ábra mutatja. (Az izzítási görbét dr. Mázor László vette fel.)



A görbe első két törése a jellegzetes hidrargillit vízvesztési pontokat mutatja. A 700° C feletti töréspont már az alumíniumszulfát hőbomlását jellemzi.



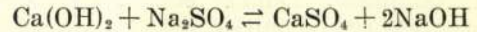
A Bayer-féle feltárhatósági vizsgálatra az alunitos bauxitot 350° C-on kiszárítottuk és cementfinomságra porítottuk (MOSz 695—0.09 finomság), majd 100 gr-t 1.8-as viszonyszámra számított 140 cm<sup>3</sup> 1.38 sűrűségű (40 Bé<sup>o</sup>) nátronlúgoldattal forgó autoklávban 6 atm. nyomás alatt három órán át tartó főzéssel feltártuk. 90° C-ra történt lehűtés és hígítás után forrón szűrtük, majd úgy a vörösizapot, mint a kapott alumínatlúgot megelemezük. A bauxit összes timföldtartalmának 87.30%-a, a második ellenőrző kísérletben pedig 86.95%-a oldódott fel. (Ezt a számot az iparban „feltárhatóság” néven ismerik.) A lúgban a bauxit eredeti szulfáttartalmának 57.9, illetve 56.8%-át kaptuk meg.

A szulfáttartalomnak a feltárás során történő lekötése végett első gondolatnak adódott a feltáró lúghoz a mész adagolása. Errevonatkozólag harmadik kísérletünkben az azonos módon előkészített bauxit-marólúg elegyhez még 3% égetett meszet is adtunk. Az ily módon kapott feltárhatóság 85.4% volt és az oldatban a szulfáttartalomnak 62.3%-a volt jelen. Az SO<sub>3</sub>-tartalom tehát több volt, mint a mészmentes kísérletben.

Az előző kísérletek továbbfejlesztése végett tiszta alunittal is végeztünk Bayer-eljárás szerint feltárást. Ennek az alunitnak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 40.0%, SO<sub>3</sub>: 38.0% volt az összetétele. 100 gr alunithoz 150 cm<sup>3</sup> 1.38 sűrűségű marónátronoldatot vetünk és 10 atm. nyomás alatt két órán át főztük forgó autoklávban. Az oldás befejezése után forró vízzel hígítva, szűrve és mosva 5.4 gr oldhatatlan rész, szárított „fehérizap” maradt vissza. A leszűrt lúgból lehűlés után (másnapra) 67 gr kristályos nátrontimsó vált ki. A fehérizap szulfáttartalma nagyon csekély volt és az alunit összes szulfátmennyiségének 98%-a oldatba ment. Ezt a kísérletet is megismételtük

azonos körülmények között úgy, hogy még az alunithoz 27 gr porított égetett meszet adtunk. Ez a mészmennyiség az alunit szulfát tartalmának teljes lekötéséhez szükséges érték másfélszerese volt. A meszes fehérizap leszűrése után az iszapban 8.85 gr SO<sub>3</sub>-at kaptunk, mely 25.3%-nak felelt meg. Az alunit teljes szulfátmennyiségét tehát mésszel, mint kalciumszulfátot eltávolítani nem lehetett.

A kísérletek azt igazolták, hogy erősen lúgos közegben a kalciumhidroxid oldhatósága kisebb, mint a kalciumszulfaté.



A fenti reakcióegyenlet szerint az egyensúlyhelyzet tehát a baloldal felé van eltolódva. Hasonló ez az eset a timföldgyárak marónátronoldatának égetett mésszel való karbonátmentesítéséhez. A marónátronoldatból a karbonátot mésszel csak igen kismértékben lehet eltávolítani. Ha teljes karbonátmentesítést akarunk végrehajtani, akkor 1—2% NaOH-tartalomig kell a lúgot felhigítani. Ilyen körülmények között a kalciumkarbonát oldhatósága már annyira lecsökken, hogy a lúgból leválik és eltávolítható.

A szulfáttartalmú bauxit feltárásánál azt tapasztaltuk, hogy mészadagolás mellett a timföldtartalom feltárhatósága csökkent. Ez a jelenség mészaluminát képződésére vezethető vissza, mely az autoklávban történt kivétel után a hígításkor következik be. Egyébként az alumínos bauxit feltárhatósága a timföld és kovasav arányának teljesen számításszerűen megfelel, mert pl egy kénmentes gánti bauxit, melynek timföldtartalma 59.0%, kovasavtartalma 7.4% és így Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> hányadosa 8.0, a kísérlet folyamán 86%-os feltárhatóságot adott. A feltáráshoz használt alunitos bauxitunk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> hányadosa 8.1 és feltárhatósága 87%. A feltárhatóságát tehát nemcsak a bauxit timföldtartalmának ásványi jellege (böhmit — diaszpór), hanem kovasavtartalma is meghatározza.

Annak meghatározására, hogy a kísérleti kénes bauxitban a kén teljes mennyisége, mint szulfát volt jelen, a következő kísérletet végeztük: feltárás után az autoklávban kapott felhígított és leszűrt lúgban kétféle módon határoztuk meg a szulfáttartalmat. Az egyik meghatározást a lúg sósavval történt megsavanyítása után végeztük, míg a másik próbát már lúgosan hidrogénperoxiddal oxidáltuk és főzés közben savanyítottuk meg. A kétféle módon meghatározott SO<sub>3</sub> teljesen azonos értéket adott. A leszűrt vörösizapban sem volt a vashoz kötve szulfid-kén. A vizsgálat alapján a bauxitban tehát kétvegyértékű kén nem volt jelen.

Az elvégzett kísérletek azt igazolták, hogy az alunitos bauxit szulfáttartalma, a bauxit-előkészítés során a szárításnál alkalmazott hőfokon nem üzhető ki és az autoklávban végzett oldáskor viszont nagy mennyiségben, mint nátriumszulfát az oldatba jut. Ezzel kapcsolatban a következő kérdéseket kell megvizsgálnunk:

1. Alunitos bauxit feldolgozása esetén mennyivel több a nátronfogyasztás?
2. A lúg szulfáttartalma milyen hatással van a feltárás körfolyamatára?
3. Milyen módon lehet a feltáró lúgot szulfátmentesíteni?



Az alunit ásványtani összetétele következtében mindig tartalmaz alkáliát. Az eddigi tapasztalat szerint bauxittal kapcsolatosan talált alunitek csak részben kálitartalmúak, részben azonban nátriumot tartalmaznak. Az alunitnak ez a kétféle megjelenési formája izomorf. Az alunit alkálitartalmával egyenértékű szulfátgyök tehát a feltárás során a lúg aktív nátron-tartalmát nem csökkenti. Az a mennyiség azonban, amely a timföldtartalomhoz van kötve — az elemzéssel kapott  $\text{SO}_3$  mennyiség háromnegyedrészre —, már nátront fogyaszt. Alunitos bauxit feldolgozása esetén tehát ajánlatos a bauxit szulfát-tartalmát rendszeresen meghatározni és a marónátronoldat adagolásánál figyelembe venni.

A lúgban a szulfát-tartalom a körfolyamat során állandóan emelkedik és nátriumsulfát alakban a feltáráshoz oly fontos nátron egy részét inaktív formában lekötve tartja. A bauxit feltáráshoz felhasználandó alumínát lúg timföld- és karbonát-tartalmát mindig meghatározzák. Gondos és gazdaságos üzemmenet mellett ajánlatos a lúg foszfát- és vanadát-tartalmát is meghatározni és mindezekhez kötött nátront az össznátron mennyiségéből levonásba hozni. Az ily módon kapott szabadnátronérték az, amely a bauxit timföld-tartalmának kioldására számbavehető. Az alunitos bauxit  $\text{SO}_3$  tartalmának háromnegyedrészével egyenértékű nátron ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), az egyes körfolyamatban a szabadnátronnál inaktívvá válik és feldúsulás után az öntisztulás során a lúgból kiesik.

Kísérleteink szerint az alunitos bauxit összes szulfát-tartalmának kerekén csak 60%-a került a lúgba. A vörösiszapnak tehát már egy bizonyos tisztítóhatás (adszorbcio) tulajdonítható. Nem tapasztaltuk az iszap adszorbeáló hatását a tiszta alunit feltáráskor, amikor a visszamaradt fehériszap főtömegében a higításkor kivált timföldhidrát volt, az eredeti kevés kovasav- és vasoxidszennyezéssel együtt. A meszes alunitiszap már tartalmazott szulfátot, mint gipszet, a részben végbement vegyületképződés eredményeképpen. A nátriumsulfát adszorbcioja a vörösiszap kolloid tulajdonságú vasoxid-tartalmával függ össze. Az adszorbcio mértéke természetesen részleges és a bauxit, illetve a lúg szulfát-tartalmának annál nagyobb részlegét köti le a vörösiszap, minél kevesebb volt a mennyisége kiinduláskor.

A Bayer-körfolyamatban hosszabb idő óta alkalmazott lúg főnyire már akkor is tartalmaz szulfátot, ha az nem a bauxitból származik. A bauxit szárításakor alkalmazott generátorgáz vagy füstgáz mindig tartalmaz  $\text{SO}_2$  és  $\text{SO}_3$ -t. Ezt a bauxit vasoxid-tartalma részben megköti. A feltárás folyamán a lekötött szulfát egy része tehát a lúgban feloldódik. Kétháromévi üzem után a nátronlúgoldat már 1.5—1.8 g/liter  $\text{SO}_3$ -t tartalmaz. Ez a mennyi-

ség azután közel állandó marad, illetve csak kevésbé emelkedik. Az ilyen lúgból az öntisztulás során kiváló foszforvanádium-iszap 6—8%  $\text{SO}_3$ -t tartalmaz. Kéndús generátorgázzal fűtött szárítókemencéből kijövő bauxit természetesen elég nagymennyiségű szulfátot tartalmaz. Mennyisége 0.5—0.9%-ot is eléri. Az ilyen bauxit már az alunitos bauxittal azonos kén-tartalmúnak tekinthető, bár  $\text{SO}_3$  tartalma nem a timföldhöz van kötve. Ebben az esetben az  $\text{SO}_3$  teljes mennyiségével egyenértékű nátron válik a feltárás során inaktívvá. Az ilyen  $\text{SO}_3$ -al telített lúgból az öntisztulás folyamán kivált só kevés foszfát és vanadát mellett nagyrésztben  $\text{SO}_3$  tartalmú és a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tartalma a 16—20%-ot is eléri.

A lúgból a szulfát eltávolítására tehát különösebb berendezést vagy műveletet beiktatni nem szükséges, mert a bepárlóból kifolyó sűrűlég lehűtése alkalmával az öntisztulás következtében a nátriumsulfátnak lúgban való csökkent oldhatósága következtében állandó  $\text{SO}_3$  töménység áll be. A kiválás mértéke természetesen a hőfok függvénye is és télen, amikor a lúg lehűtése alacsonyabb hőfokra lehetséges, nagyobb mértékű.

Amennyiben a lúg  $\text{SO}_3$  tartalma a timföldhidrát kikeverésekor a kristályokkal együtt kiválna, ez a timfölddé izzítás során elbomlik és a timföldből eltávozik. Ezt igazolja az alunit izzítási görbéje is. A nátronhoz kötött  $\text{SO}_3$ , illetve nátriumsulfát az 1200° C-os izzítási hőmérsékleten bomlást nem szenved és ennek mennyisége a timföldet szennyezheti.

Ha a Bayer-feltáráshoz káliumtartalmú alunitos bauxitot használnak fel, akkor a kálitartalom egy része a lúgba kerül. A kálium nehezebb atómsúlya következtében a vörösiszapban nagyobb mértékben marad abszorbeálva, mint a nátrium, tehát a körfolyamatból részben már kiválik. A sűrűlég bepárlása alkalmával a foszfát-vanadát-szulfátsó leváláskor bizonyos káliumtöménység elérése után az előbbiekkal együtt szintén kiválik.

Amint a vizsgálatokból látható, alunitos bauxit feldolgozása a Bayer-eljárás szerint az üzemmenetben nehézséget nem okoz és így nyugodtan felhasználható. Alunitos bauxit feldolgozása azonban vissza nem nyerhető nátronvesztést okoz, de ez a veszteség azonos  $\text{SO}_3$  tartalomra számítva kisebb, mint amennyit a szárításkor az égéstermékekből a bauxit által lekötött  $\text{SO}_3$  jelent.

#### IRODALOM:

- György Albert: Bány. és Koh. Lapok 56. évf. 75. oldal.  
 Dr. Kormos Tivadar: Bány. és Koh. Lapok 63. évf. 12. szám.  
 Dr. Vadász Elemér: Földtani Közöny 72. évfolyam, 169. oldal.  
 Dr. Gedeon Tihamér: Földtani Közöny 75—76. évf. 36. oldal.  
 Dr. Náray-Szabó István: Technika 25. évf. 259. old.

„Mindenért, ami ebben az országban politikai, gazdasági, kulturális téren történik, mi vagyunk a felelősek. Minél jobban átérezzük ezt a felelősséget, minél jobban áthatja ez a felelősségérzet mindennapi munkánkat, annál jobban tudjuk elvégezni a reánk háruló feladatokat.”

Rákosi



# Az anódeffektus kryolith-timföld olvadékok elektrolízisének

Folytatás

Ismertetés prof. A. I. Bjelajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből.

Összeállította: SZAKAL PÁL

Анодный эффект при электролизе сплавов криолита-глинозема.

Plate efficiency electrolysis of cryolite-alum earth fluid solutions.

## 4. Az anód anyagának hatása a kritikus áramsűrűsége.

### 1. §. A kritikus áramsűrűség szénanódoknál.

A 3. sz. táblázatban összefoglaltan szerepelnek különböző szénanyagokból készült anódok esetében, változó timföldkoncentrációnál mért kritikus áramsűrűségek.

Ugyanezen értékek grafikus ábrázolását láthatjuk a 9. sz. ábrán.

tus áramerősség-feszültséggörbéjének lefutására a 10. sz. ábrán láthatjuk.

Feltűnő az alacsony kritikus áramsűrűséggel rendelkező faszén görbéjének a vízszinteshez való alacsony ( $11^\circ$ -os hajlásszöge.)

A 9. sz. ábrán látható függvénynyaláb elhelyezkedéséből megállapítható, hogy a kritikus áramsűrűség adott timföldkoncentráció mellett, az anód anyagától általában függetlenül definiált nagyságú. A 9. sz. ábrán felhasznált mérési eredményeknek, a faszén kiugró értékeit figyelembe nem vevő középarányosait az oxidkoncentráció függvényében felrajzolva a 11. sz. ábrán látható kihúzott görbét kapjuk, amely mellé összehasonlításképpen egyéb szer-

3. sz. táblázat.

Anód anyaga $Al_2O_3\%$	Ivzén	Petrolkoks	Szurok koks	Öntődei koks	Mesterséges grafit	Természetes grafit	Sajtolt korom	Faszén sajtolatlan	Faszén sajtolt	Átlagérték faszén nélkül
0	0,45	0,76	0,22	0,42	0,31	0,68	0,33	0,56	0,48	0,45
0,5	—	1,40	1,45	1,63	—	1,25	1,38	—	0,75	1,41
1	2,92	2,70	1,84	2,80	2,05	3,59	2,01	0,94	2,32	2,48
2	4,02	4,75	4,79	4,50	4,90	5,30	3,82	3,20	2,90	4,57
3	5,47	5,65	6,22	6,97	7,00	6,32	5,52	3,76	3,50	6,16
5	7,25	7,75	8,25	7,94	7,90	7,24	7,45	5,26	5,00	7,68
7	8,65	9,25	9,50	9,70	9,20	8,74	8,52	5,63	6,11	9,08
10	10,30	10,30	10,70	10,65	10,70	10,59	10,53	7,04	7,27	10,54

Látható tehát, hogy különböző szénfélésekre vonatkozó kritikus áramsűrűségek eléggé közel esnek egymáshoz, kivéve a faszénnel mért kiugróan alacsony adatokat, amelyek viszont sajtolt és sajtolatlan minőségre jól egyeznek egymással.

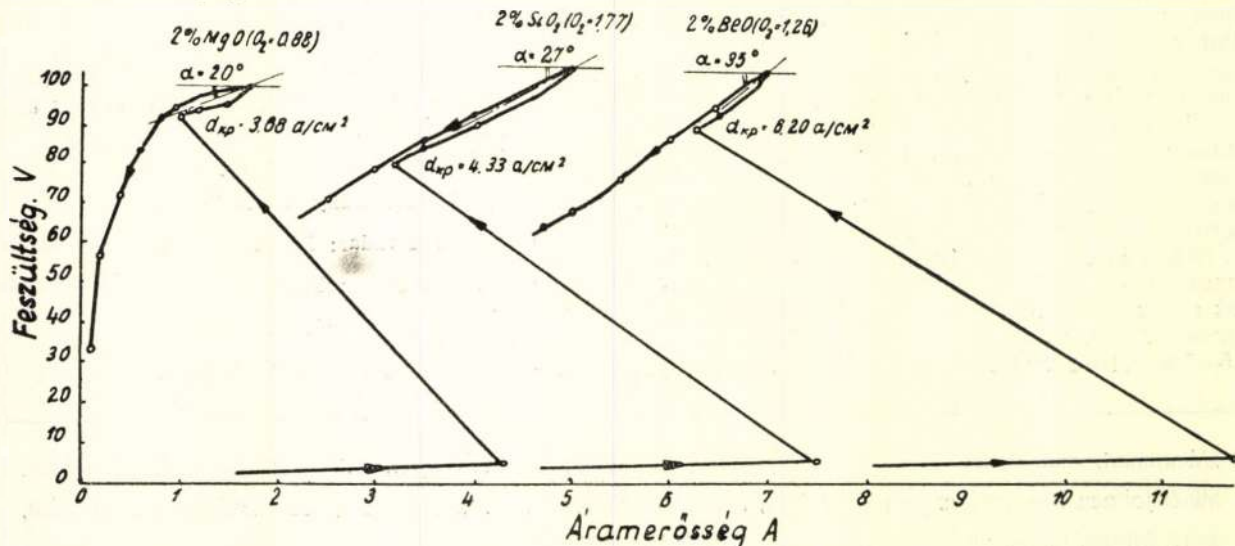
Az anód anyagának hatását az anódeffek-

zók hasonló méréseinek eredményét jelző görbét is berajzoltuk (93., 94. sz.) Feltűnő jó az egyezés Karpacsev és társainak eredményeivel.

(93.) C. B. Karpacsev, I. L. Do'gov i. N. M. Kancsinszkij

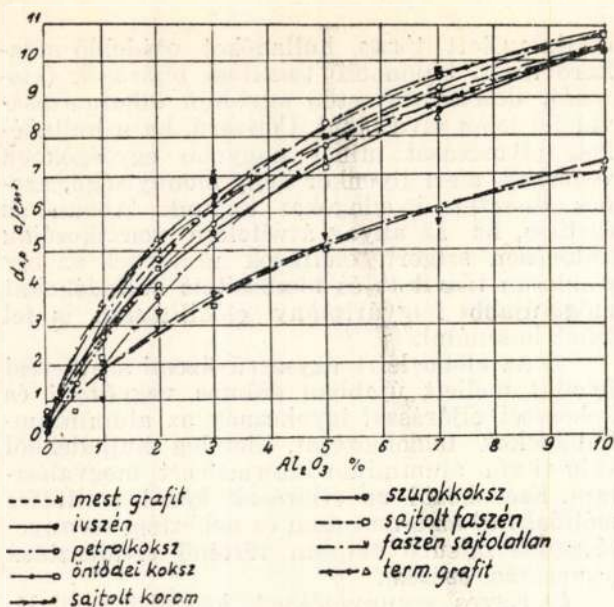
„Legkie Metall”, 1934. No. 2, 20.

94. V. Schischkin: Zt. f. Elektrochem. 1927. 33, 83.



8. sz. ábra. Az anódeffektus áramerősség-feszültség görbéi különböző oxidokat tartalmazó kryolitholvadékokra.





9. sz. ábra. Az anód szénanyagának hatása a kritikus áramsűrűsége.

Gyakorlatilag megállapíthatjuk tehát, hogy tiszta, természetes kryolithnál szénanód esetében (kivéve a faszén) 1000–1010° között a kritikus áramsűrűség átlag 0.5 A/cm<sup>2</sup>-el egyenlő és 10% timföld esetén 10.5–10.6 A/cm<sup>2</sup>.

A különböző széneredetű anódokra nézve a szerző által talált  $dk = f(\% \text{ Al}_2\text{O}_3)$  görbék 3–10 százalék timföldtartalom között eléggé jól közelítik a

$$dk = d_0 + b \sqrt{p} \text{ A/cm}^2$$

egyenletet, ahol

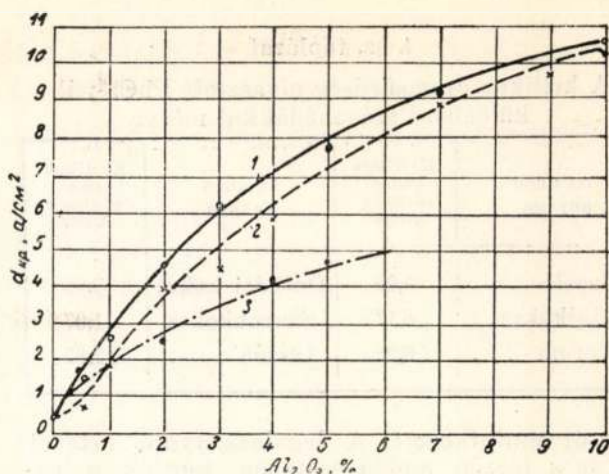
$b$  az anód anyagától függő állandó

$p$  az olvadék timföldtartalma súlyszázalékokban

$d_0$  adott anóddal mért kritikus áramsűrűség tiszta kryolithra.

Ivszén anóda esetén az egyenlet a következő alakot nyeri:

$$dk = 0,45 + 3,08 \cdot \sqrt{p} \text{ A/cm}^2$$



11. sz. ábra. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom hatása a kritikus áramsűrűsége kryolith-timföld olvadékoknál. (Átlagértékek.)  
1. Beljaev. 2. Karpacsev, Dolgov, Kanacsinszki. 3. Siskin.

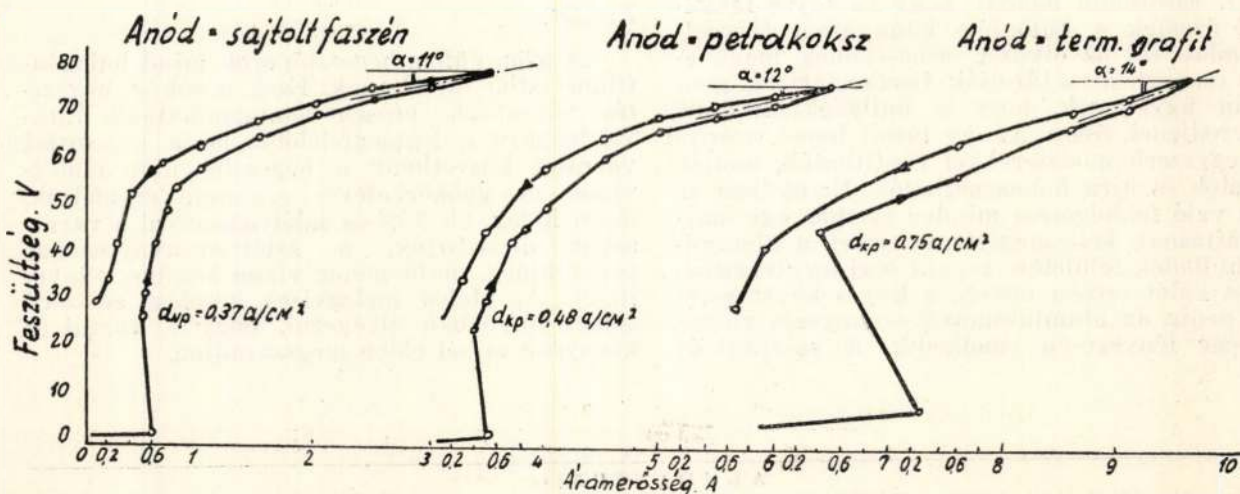
Mint fentebb rámutattunk, a teljesen oxidmentes kryolith-olvadékokra nézve, a kritikus áramsűrűségnek 0-val kellene egyenlővé lenni. A gyakorlati mérések során nyert 0.5 A/cm<sup>2</sup> nagyságrendű érték a kryolithban kis mennyiségben mindig jelenlévő oxidok következménye. Ideális oxidmentes kryolithra nézve  $d_0$  kritikus áramsűrűség = 0, tehát egyenletünk leegyszerűsödik:

$$dk = b \cdot \sqrt{p} \text{ A/cm}^2$$

Arndt és Probst (95) kryolithra 5 A/cm<sup>2</sup>-t, Tverdovszkij és Zsivov (96) 5.47 A/cm<sup>2</sup>-t találtak kritikus áramsűrűségként, ami azzal magyarázható, hogy ezen szerzők kísérleteiknél elmulasztották a kryolith-olvadéknak a levegő bomlasztó hatása elleni védelmét.

Ólomkloridolvadék. Mint a 4. sz. táblázatból kitűnik, ólomkloridolvadéknál különböző szénanyagú anódokkal mérve, a kritikus áramsűrűség értéke lényegesen nagyobb szórást mutat, mint a kryolith-olvadéknál történt mérés.

95. Arndt u. H. Probst, Zt. f. Elektrochem. 1923. 29, 3.  
96. I. P. Tverdovszkij i. V. G. Zsivov, Trudi NIEC-aljuminija, 1934. No. 10, 33.



10. sz. ábra. A szénanódok anyagának hatása az anód-effektus teljes A–V görbéjének lefutására.



## 4. sz. táblázat

A kritikus áramsűrűség olvasztott  $PbCl_2$ -nál, különböző szénanódákkal mérve

Az anód anyaga	Kritikus áramsűrűség A/cm <sup>2</sup>	Az anód anyaga	Kritikus áramsűrűség A/cm <sup>2</sup>
Faszén . . . .	5,99	Öntödei koksz	7,85
Olajkoksz . .	6,17	Szurokkoksz	11,07
Korom . . .	6,22	Ívszén . . . .	12,35

seknél mutatkozott. A legalacsonyabb értéket itt is a faszén anóda esetében kapjuk, a legmagasabb értéket a szurokkoksz- és ívszén-anódák mellett mérték.

(Folytatjuk.)

## Levelesláda

### 8. Kérdés.

A világgazdaságban az alumínium kivételével az összes fém állandóan körfolyamatban kering. A fémhulladékból ugyanis rafinálás segítségével újból színfémet állítanak elő. Tudomásom szerint ez a körfolyamat az alumíniumnál még nincsen megvalósítva. Az alumíniumhulladékok csak alárendelt minőségű gyártmányok előállítására használhatók. Kérdem, miként lehetne ezen a helyzeten változtatni, illetve milyen utak ismeretesek az alumíniumhulladékok felhasználására vonatkozólag?

*Felelet:*

Az alumíniumhulladék értékesítésének és újból való felhasználásának a kérdését két részre bonthatjuk fel:

1. üzemszervezési problémára,
2. vegyszeti és kémiai kérdésre.

1. Elsőrendű feladat, hogy az egyes feldolgozó üzemek a különféle könnyűfém ötvözet-hulladékokat az ötvözet minőségének megfelelően csoportosítva tárolják, tisztán tartásuk, gondosan ügyeljenek, hogy a hulladékfémek ne keveredjenek össze. Az így tárolt fémek aránylag egyszerű módszerekkel tisztíthatók, tömbösíthetők és újra felhasználhatók. Ez esetben az újra való feldolgozást minden esetben egy olajtalanításnak kell megelőznie, mert a könnyűfémhulladék felületére tapadt olaj az olvasztásnál a kálót erősen növeli, a leégés következtében pedig az alumíniumoxid-szennyezés mennyisége lényegesen emelkedik. A szárított és

olajtalanított tiszta hulladékot oxidoldó sótakaró alatt, különböző tisztítási eljárások (klórozás, desoxidálás stb.) egyidejű alkalmazásával fel lehet olvasztani. Célszerű, ha a hulladékok olvasztását minél nagyobb egységekben végezzük, mert ilyenkor nagy mennyiségű, azonos összetételű adagokat kapunk. Abban az esetben, ha az anyag átvételére vonatkozólag különösen szigorú előírások nincsenek az így gondosan tisztított és tömbösített hulladékokat még újabb félégyártmány előállítására is fel lehet használni.

2. Az előbb leírt egyszerű üzemi szervezési feladat mellett újabban számos vegyszeti és kohászati eljárással igyekeznek az alumíniumhulladékok feldolgozását, illetőleg hulladékból való tiszta alumínium kitermelését megvalósítani. Ezek közül az eljárások közül említésre méltóak: a) az alumínium és nehézfém szennyezéseknek fajsúly alapján történő elválasztása (csurgatás, szűrés).

b) Egyes szennyezőknek különböző adalékok hozzáadásával történő kiegészítése, illetőleg elgőzöltetése (elsublimáltatása), pl. Mg eltávolítása klórozás, kénezés segítségével stb.

c) A hulladékok elektrolízise (az ú. n. fordított elektrolízissel történő alumínium rafinálás). Ez az eljárás költséges volta miatt nagyiparilag nem tudott elterjedni.

d) Újabban sokat foglalkoznak az alumínium elgőzöltetésének a lehetőségével. Ennél az eljárásnál viszont a berendezések költséges volta és az eljárás ki nem kíséreltetett mechanizmusa miatt nagyipari bevezetéséről még nem beszélhetünk.

Összevetve a fentieket, megállapíthatjuk, hogy ma még az alumíniumhulladékok értékesítésének a leghelyesebb útja a könnyűfémhulladékoknak ötvözetek szerinti tökéletes különválasztása, tisztántartása és az így kezelt anyagoknak sótakaró alatt való újbóli átolvasztása.

### 9. Kérdés.

Könnnyűfémek autogénhegesztésénél mi a legbiztosabb módszere a hegesztőpornak maradtalan eltávolítására?

*Felelet:*

A könnyűfém-hegesztőporok mind halogén (fluor- stb.) tartalmúak. Ezek a sók a hegesztési varratokba erősen beletapadhatnak. Eltávolításukra a legmegfelelőbb, ha a hegesztési varratot közvetlenül a hegesztés után melegvízzel és gyökérkéfével alaposan átkeféljük, majd hideg, kb. 15%-os salétromsavval a varratsokat áttisztítjuk, a salétromsavnyomokat pedig hideg, majd meleg vízzel kezelve, eltávolítjuk. Az utolsó melegvízes kezelést célszerű minél forróbban elvégezni, hogy a varrat és környéke minél előbb megszáradjon.

## A L U M I N I U M

Felelős szerkesztő: Heinrich József. — Felelős kiadó: a Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat vezérig. — Szerkesztőség: IX., Lónyay-utca 41. Telefon: 189-483. Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, V., Szalay-u. 4. Telefon: Központ: 112-674, 112-681, 312-545. Előfizetés: 122-299. — Magyar Nemzeti Bank. Egyszámú szám: 936515. Kultúra Nyomda N. V., Conti u. 4. Felelős nyomdavezető: Heitter Imre.



## ALUMINIUM

A MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium Szakosztálya  
és a Magyar Alumínium és Könnyűfémkutató Intézet Folyóirata

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

10—11. szám.

Kísérletek nagyatmérőlű könnyűfémszegecsek  
előállítására (III.)

DR BURAY ZOLTÁN

(Folytatás)

669.717:621.772

Короткие изложение об испытаниях у производства  
заклепок из легких металлов при больших диаметрах.

By Dr Zoltán Buray, M. Eng.

Experiments in connection with the produc-  
tion of large size lightmetal rivets.

## Szegecsnyírás.

A kész szegecsek elnyírása a fejezést követő 8 napig tartó hevertetés után a már fentebb említett nyírókészülékkel történt. Mint a következő XIII., XIV. és XV. táblázatok mutatják, összehasonlítva az V., VI. és VII. táblázat adataival, megállapítható, hogy a kész szegecsek nyírószilárdsága általában kisebb volt, mint az ugyanolyan hőkezelésen és ugyancsak 8 napi pihentetésen keresztülmenő rúdanyagoké. Ennek okát abban kell keresni, hogy a hőkezelés utáni első órán belül történt a szegecsek fejezése és a fejezés következtében beálló tekintélyes hideg-deformáció a keményedés menetét megzavarta.

Rajakovics és Teubler bebizonyították (53.), hogy a szegecsek nyírószilárdságára nagy befolyással van a hőkezelés és fejezés közt eltelt idő. Kísérleteik során megállapították, hogy amíg az 1 órán belüli fejezés a szegecsek nyírószilárdságát csökkenti, mert a felkeményedési

folyamatot a fejelés megzavarja, addig, ha a felkeményedés után történék a fejelés, akkor a szegecs nyírószilárdsága az utólagos hideg-alakítás következtében a rúdanyagéhoz képest emelkedne.

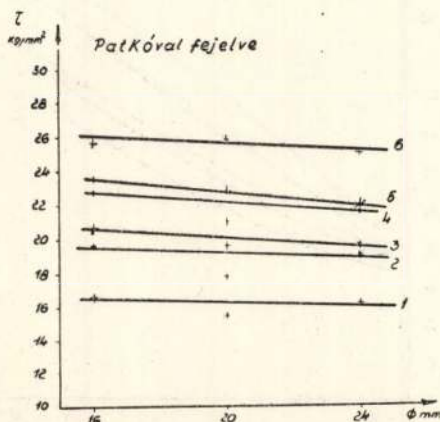
Természetesen a szegecs nyíróértékét csökkentően befolyásolták itt is ugyanazok a tényezők, amik a rúdanyag nyírószilárdságát is befolyásolták, tehát a nem tökéletes lyukkitöltésből eredő hajlító igénybevétel, a nyírópofák nagy keménysége a szegecshez képest és a nyírónyelv természetszerű játéka. (60.) Ezenkívül itt még szerepet játszik a valósággal szemben a nagy nyomással történő szegecselésnél bekövetkező tekintélyes szorítóhatás hiánya is. Mindezek a tényezők a valóságoshoz képest alacsonyabb nyíróerőt eredményeznek.

A XIII., XIV. és XV. táblázat a préssel és patkóval fejelet szegecsek nyírószilárdsági értékeit mutatja a fejelést követő 8 nap után mérve.

A szegecs nyírószilárdságának változását az átmérő függvényében a patkóval fejelet szegecseknél a 24. és 25. számú diagramm mutatja. Jól látható ugyanazon tendencia, mint a rúdanyagoknál; az átmérő növekedésével a nyírószilárdság csökkenése. A 15. és 16. anyagoknál a 20 mm-es átmérőben itt is jelentkezik a préselésre visszavezethető optimális szilárdsági érték.

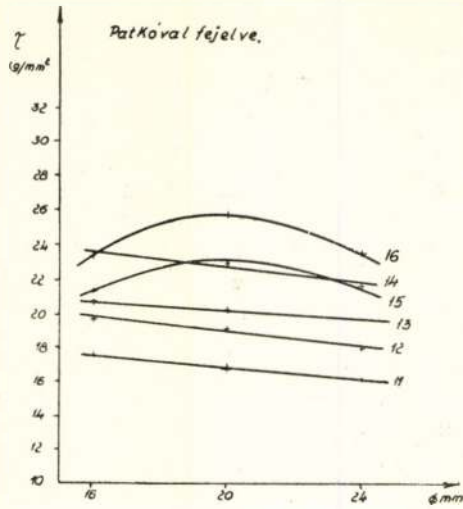
A 26., 27. és 28. diagramm a nyírószilárdság összefüggését mutatja az ötvözők függvényében, ugyancsak a patkóval fejelet szegecseknél a különböző anyagvastagságok mellett. A C-tartalom növekedése itt is, mint a szegecsanyag nyírásánál, közel lineárisan növeli a nyírószilárdságot.

A táblázatokban megadott nyíróerők alapján megszerkesztettük az átmérők függvényében a szegecsek elnyírásához szükséges nyíróerők diagrammját. (29. és 30. sz. diagramm.) Ezek alapján megállapítható, hogy az anyagok nyíróerőtűrése az átmérő növekedésével általában lineárisan növekszik. Ez, ha a szegecselőerő rohamos növekedése nem volna, önmagában lehetőséget nyújtana a szegecsátmérők további reális emelésére.

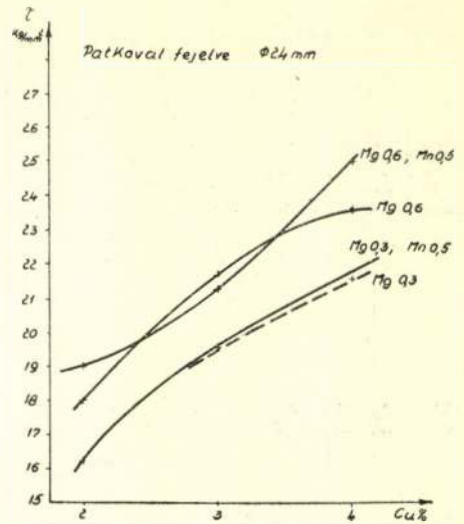


24. ábra. Patkóval fejelet mangántartalmú szegecsek nyírószilárdságának változása az átmérő függvényében.

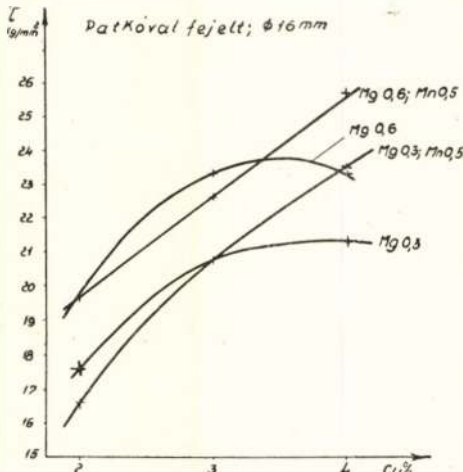




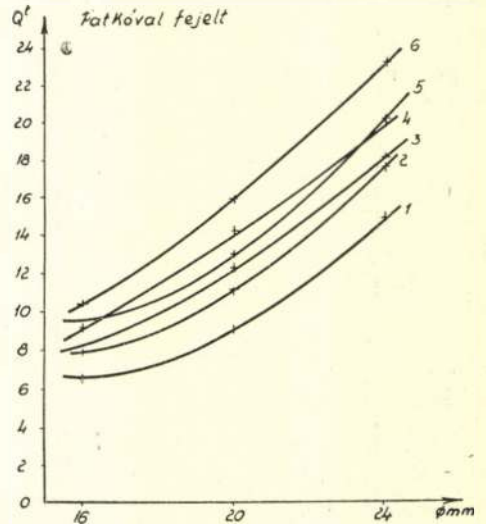
25. ábra. Patkóval fejtelt mangánmentes szegecsék nyírószilárdságának változása az átmérő függvényében.



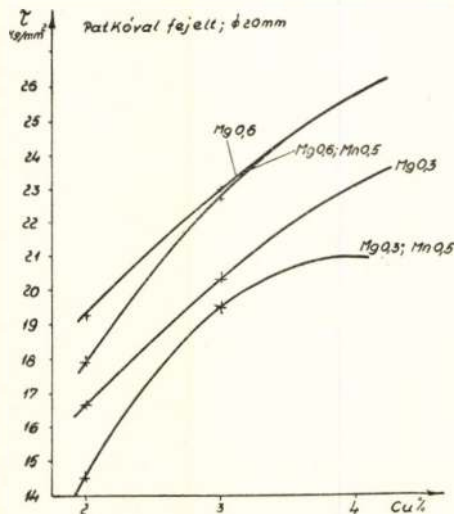
28. ábra. Patkóval fejtelt 24 mm Ø szegecsék nyírószilárdságának változása az ötvözők függvényében.



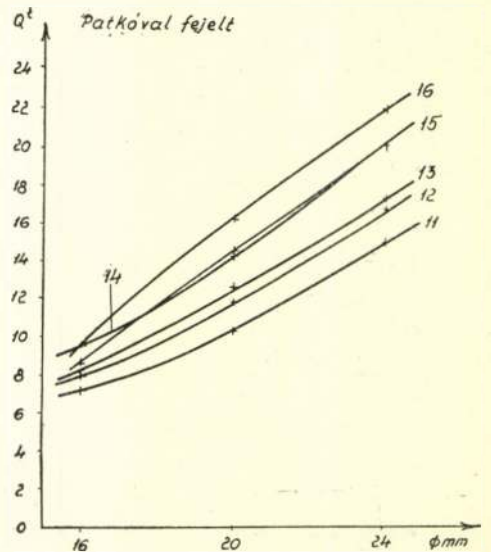
26. ábra. Patkóval fejtelt 16 mm Ø szegecsék nyírószilárdságának változása az ötvözők függvényében.



29. ábra. A nyíróerő változása az átmérő függvényében patkóval fejtelt mangános ötvözeteknél.



27. ábra. Patkóval fejtelt 20 mm Ø szegecsék nyírószilárdságának változása az ötvözők függvényében.



30. ábra. A nyíróerő változása az átmérő függvényében patkóval fejtelt mangánmentes ötvözeteknél.



XIV. táblázat  
20 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Préssel fejtelt

Anyag szám	Próba szám	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	9.9	15.8	15.7
	B	9.9	15.8	
	C	9.8	15.6	
2.	A	11.2	17.9	17.9
	B	11.2	17.9	
	C	—	—	
3.	A	12.2	19.4	19.4
	B	12.2	19.4	
	C	12.1	19.3	
4.	A	14.1	22.5	22.6
	B	14.3	22.7	
	C	14.3	22.7	
5.	A	12.3	19.6	19.7
	B	12.5	19.9	
	C	12.25	19.5	
6.	A	15.5	24.7	25.0
	B	15.8	25.2	
	C	15.7	25.0	
11.	A	10.4	16.7	16.8
	B	10.6	17.0	
	C	10.5	16.8	
12.	A	12.25	19.5	19.7
	B	12.2	19.5	
	C	12.4	19.9	
13.	A	12.8	20.5	20.5
	B	12.8	20.5	
	C	12.8	20.5	
14.	A	14.6	23.4	23.5
	B	14.7	23.6	
	C	14.6	23.4	
15.	A	14.9	23.9	23.8
	B	14.8	23.7	
	C	14.8	23.7	
16.	A	16.7	26.8	26.7
	B	16.7	26.8	
	C	16.5	26.4	

XIII. táblázat  
16 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Patkóval fejtelt

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	6.8	16.8	16.6
	B	6.73	16.7	
	C	6.63	14.4	
2.	A	7.97	19.8	19.7
	B	7.95	19.7	
	C	7.98	19.8	
3.	A	8.35	20.7	20.7
	B	8.33	20.6	
	C	8.37	20.8	
4.	A	9.24	22.9	22.6
	B	9.14	22.4	
	C	9.16	22.4	
5.	A	9.5	23.5	23.5
	B	9.5	23.5	
	C	9.55	23.5	
6.	A	10.3	25.5	25.7
	B	10.4	25.7	
	C	10.5	26.0	
11.	A	7.1	17.6	17.6
	B	7.1	17.6	
	C	7.1	17.6	
12.	A	7.95	19.7	19.7
	B	7.93	19.6	
	C	7.97	19.8	
13.	A	8.36	20.7	20.7
	B	8.36	20.7	
	C	8.37	20.7	
14.	A	9.4	23.3	23.3
	B	9.4	23.3	
	C	9.4	23.3	
15.	A	8.6	21.3	21.3
	B	8.6	21.3	
	C	8.65	21.3	
16.	A	9.4	23.3	23.3
	B	9.4	23.3	
	C	9.4	23.3	

XIII. táblázat  
16 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Préssel fejtelt

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	6.8	16.8	16.6
	B	6.6	16.4	
	C	—	—	
2.	A	7.65	19.0	18.6
	B	7.5	18.6	
	C	7.4	18.3	
3.	A	8.9	22.1	21.8
	B	8.7	21.5	
	C	8.75	21.7	
4.	A	9.2	22.8	23.0
	B	9.3	23.1	
	C	9.3	23.1	
5.	A	9.2	22.8	23.0
	B	9.3	23.1	
	C	9.3	23.1	
6.	A	10.5	26.1	26.2
	B	10.5	26.1	
	C	10.6	26.3	
11.	A	6.7	16.6	16.5
	B	6.5	16.1	
	C	6.8	16.8	
12.	A	8.0	19.8	19.7
	B	8.0	19.8	
	C	7.8	19.8	
13.	A	8.5	21.1	21.2
	B	8.6	21.3	
	C	8.6	21.3	
14.	A	9.0	22.3	22.2
	B	9.0	22.3	
	C	8.9	22.1	
15.	A	8.5	21.1	20.9
	B	8.4	20.8	
	C	8.45	20.9	
16.	A	—	—	23.6
	B	9.6	23.8	
	C	9.5	23.5	



XIV. táblázat folytatása  
20 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Patkóval fejtelt

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	9.2	14.7	14.5
	B	9.1	14.5	
	C	9.1	14.5	
2.	A	11.4	18.2	17.9
	B	11.2	17.9	
	C	11.1	17.7	
3.	A	12.1	19.3	19.5
	B	14.4	20.6	
	C	12.3	19.6	
4.	A	14.3	22.8	22.7
	B	14.3	22.8	
	C	14.2	22.6	
5.	A	13.0	20.7	21.0
	B	13.1	20.9	
	C	13.4	21.4	
6.	A	16.4	26.1	25.8
	B	16.4	26.1	
	C	15.8	25.2	
11.	A	10.4	16.6	16.7
	B	10.5	16.8	
	C	10.4	16.6	
12.	A	12.1	19.3	19.3
	B	12.1	19.3	
	C	12.1	19.3	
13.	A	12.7	20.3	20.3
	B	12.7	20.3	
	C	12.7	20.3	
14.	A	14.4	23.0	23.0
	B	14.4	23.0	
	C	14.4	23.0	
15.	A	14.6	23.3	23.2
	B	14.5	23.1	
	C	14.6	23.3	
16.	A	16.2	25.8	25.8
	B	16.2	25.8	
	C	16.2	25.8	

XV. táblázat  
24 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Préssel fejtelt

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	14.6	15.7	15.7
	B	14.6	15.7	
	C	14.7	15.8	
2.	A	17.9	19.3	19.9
	B	17.6	18.9	
	C	17.6	18.9	
3.	A	17.1	18.4	18.4
	B	17.1	18.4	
	C	17.2	18.5	
4.	A	20.2	21.7	21.6
	B	20.1	21.6	
	C	20.1	21.6	
5.	A	19.7	21.2	21.4
	B	20.0	21.5	
	C	19.9	21.4	
6.	A	22.7	24.4	24.3
	B	22.6	24.3	
	C	22.5	24.2	
11.	A	14.2	15.3	15.3
	B	14.4	15.5	
	C	14.1	15.1	
12.	A	16.5	17.7	17.8
	B	16.5	17.7	
	C	16.6	17.9	
13.	A	17.5	18.8	18.8
	B	17.5	18.8	
	C	17.4	18.8	
14.	A	19.9	21.4	21.3
	B	19.75	21.2	
	C	19.8	21.3	
15.	A	20.2	21.7	21.9
	B	20.4	21.9	
	C	20.5	22.0	
16.	A	22.6	24.3	25.5
	B	23.1	24.8	
	C	22.8	24.5	

XV. táblázat folytatása  
24 mm Ø-jű szegecs nyíróvizsgálata  
Patkóval fejtelt

Anyag szám	Próba jele	Nyíró erő Q t	Nyírószilárdság	
			$\tau$ mérés	kg/mm <sup>2</sup> közép
1.	A	15.2	16.2	16.2
	B	15.2	16.2	
	C	15.2	16.2	
2.	A	17.8	18.9	19.0
	B	17.9	19.0	
	C	17.9	19.0	
3.	A	18.3	19.5	19.6
	B	18.4	19.5	
	C	18.5	19.7	
4.	A	19.9	21.2	21.3
	B	20.1	21.4	
	C	20.1	21.4	
5.	A	20.4	21.7	21.8
	B	20.5	21.8	
	C	20.6	21.9	
6.	A	23.4	24.9	25.0
	B	23.5	25.0	
	C	23.5	25.0	
11.	A	15.3	16.3	16.2
	B	15.2	16.2	
	C	15.2	16.2	
12.	A	16.9	18.0	18.0
	B	16.9	18.0	
	C	17.0	18.1	
13.	A	—	—	—
	B	—	—	
	C	—	—	
14.	A	20.5	21.8	21.7
	B	20.4	21.7	
	C	20.3	21.6	
15.	A	20.5	21.8	21.6
	B	20.3	21.6	
	C	20.3	21.6	
16.	A	22.2	23.6	23.6
	B	22.2	23.6	
	C	22.2	23.6	



XVI. táblázat  
20 mm Ø-jű kifogástalanul fejelhető szegecsanyagok  
nyírókifáradása

Szegecs- anyag száma	Sztatikus erőterhelés		Változó igénybevétel		Törésokozó igénybevétel
	t	kg/ mm <sup>2</sup>	t	kg/mm <sup>2</sup>	
4.	1.0	1.6	1.0—9.0	1.6—14.3	2,301.600
11.	1.0	1.6	1.0—8.0	1.6—12.8	1,950.000
12.	1.0	1.6	1.0—7.5	1.6—12.0	2,144.800
13.	1.0	1.6	1.0—9.0	1.6—14.4	3,297.200
14.	1.0	1.6	1.0—9.0	2.6—14.4	3,169.000
15.	1.0	1.6	1.0—9.0	1.6—14.4	4,640.500
16.	1.0	1.6	1.0—9.0	2.6—24.4	4,768.400

A táblázatokból látható, hogy a préssel és a patkóval fejezett szegecsesek között nyírás szempontjából alig van különbség, ezért a diagramokban való ábrázolásnál csak a patkós szegecselések eredményeit használtuk fel.

### A szegecsfárasztás.

A szegecsanyagok nyírófárasztó igénybevételi határának megállapítására a MÁVAG 20 tonnás Schenk-féle húzó-nyomó pulzátorán nyírófárasztó vizsgálatok folytak. Tekintve a fárasztóvizsgálatok nagy időszükségletét, a vizsgálatok csak 20 mm átmérőjű szegecsanya-

gokra és azok közül is csak a kifogástalanul fejelhetőkre terjedtek ki. A nyírófárasztó vizsgálatokra ugyanazt a nyírókészüléket használtuk, amit a sztatikus vizsgálatoknál, azzal a különbséggel, hogy a nyírónyelv és a hevederek közti toleranciát meg kellett növelni. A 0.1 mm-es játék ugyanis a változó igénybevételek mellett surlódást és erős melegedést eredményezett, ami a mérések eredményét meghamisította. Meg kell még jegyezni, hogy a pulzátorhoz használt nyíróberendezés nyelve nagy szilárdságú, de hőkezeletlen állapotú acélból készült, amelynek Brinell-keménysége 300 kg/mm<sup>2</sup> körül volt. Ennek oka abban keresendő, hogy az eredeti 800 kg/mm<sup>2</sup> körüli Brinell-keménységű nyelvről ridegsége miatt a fárasztást nem bírta és eltört.

A gépbe befogott nyírófárasztó berendezést a 31. ábra mutatja. A fárasztásokat 1 tonna, azaz 1.6 kg/mm<sup>2</sup> sztatikus erőterhelés mellett végeztük és a változó igénybevételt erre szuperponáltuk. A vizsgálatok célja a szegecseseknél  $2 \times 10^6$  igénybevétel mellett a nyírófárasztási határ megállapítása volt. Ez az igénybevételi szám alumíniumanyagoknál nagyon alacsonynak látszik, de amint a hídépítők bebizonyították (1.), egy közúti híd 50 éves használat alatt sem éri el, 2,000.000-szor a maximális terhelést.

A kísérletek eredményei alapján a 20 mm átmérőjű kifogástalanul fejelhető szegecses nyírófárasztó értékeit a XVI. sz. táblázat tünteti fel. (Folytatjuk.)

## Az alumínium konzervdoboz zárásának mechanikai és vegyi feltételei

DULLIEN TIBOR

669. 71

Тибор Дуллиен:

О механических и химических условиях закрытия консервных коробов из алюминия.

By Tibor Dullien

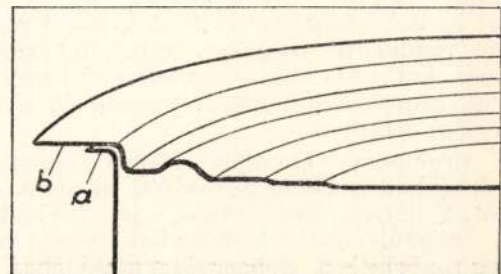
Mechanical and metallurgical requirements in respect to the folding of aluminium cans for the food industry.

Az alumínium felhasználásával dolgozó ipar szakemberei jól tudják, hogy ez a könnyűfém sok tekintetben másként viselkedik, mint a szerkezeti célokra használatos többi fémek. Ezért az esztergályozásnál, darabolásnál, alakításnál más esztergakést, fűrészlapot, szegecselőkalapácsot stb.-t használnak. Ennek megfelelően a fehérbádóg konzervdobozok lezárása céljára készült gépek néhány alkatrésze is módosításra szorult az alumínium konzervdobozok jó és megbízható zárása érdekében. De ennél a módosított zárási eljárásnál nemcsak a könnyűfém mechanikai tulajdonságait kellett figyelembe venni, hanem elsősorban az alumínium konzervdoboz belső felületét védő természetes oxidhártya vagy a létesített bevonat sérülési lehetőségeit kellett kiküszöbölni.

Azok, akik fehérbádóg konzervdobozokhoz a zárógépeket kellő gyakorlattal tudják beállítani, sokat kísérleteztek, amíg alumínium

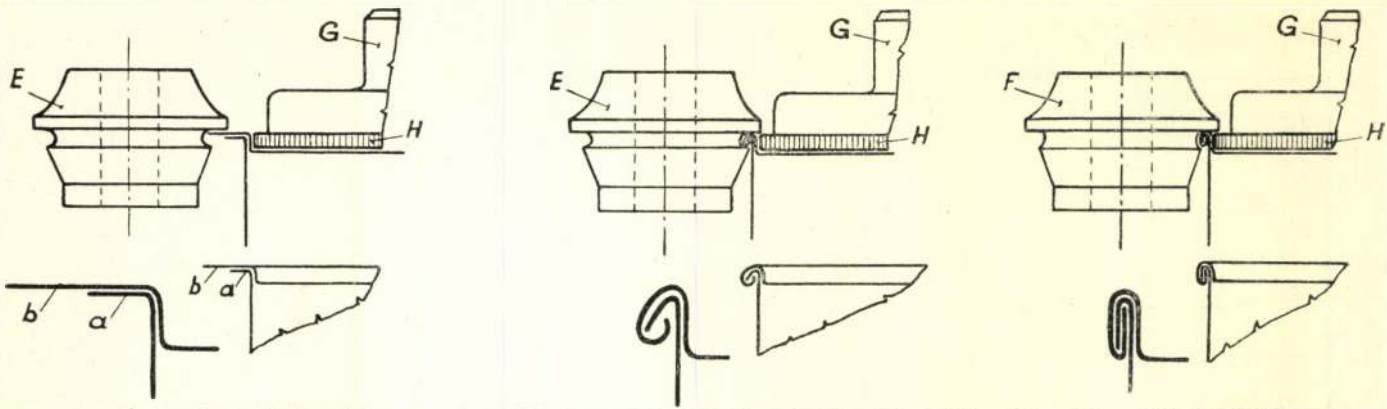
konzervdobozokat külső megítélésre elfogadhatóan le tudták zárni. Az eredmény azonban kétes értékű volt, mert a készített konzerveknél (korszerű, ellennyomós hőkezelési és hűtési eljárás alkalmazása esetén is) általában azt tapasztalták, hogy huzamosabb tárolási idő után a dobozok felpuffadtak, anélkül, hogy tartalmuk romlott lett volna, majd a dobozokban fokozódó nyomás a légmentes zárást megláztotta, aminek következtében az áru elromlott. Kivételt csak az olajos és egyes zsír-, kén-, valamint fehérjedús konzervek képeztek.

A dobozok felpuffadásának okát már régen megvizsgálták és megállapították, hogy ez a



1. ábra. Konzervdobozmetszet. „a” a dobozpalást pereme, „b” a dobozfedél széle.





2. ábra. Az első zárógörgő helyzete a zárás előtt. (Az első záró görgő rágörbíti a dobozfedél szélét a dobozpalást kissé lehajlított peremére. A második zárógörgő szorosan összenyomja és tömíti, illetve lesimítja az első zárógörgő által lazán egymásra görbített két peremet.

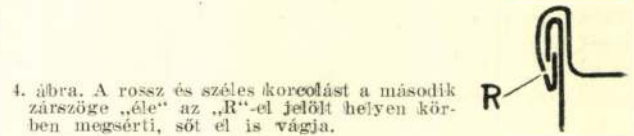
jelenség az alumíniumdoboz belsejében előálló korrózió következménye, ami hidrogénfejlődéssel jár. A különböző élelmiszerek korróziós hatásainak körülményeit azonban nem tárták fel. A savtartalmú élelmiszerek korróziós hatása érthető volt, mert a sav oldja a fémet, miközben hidrogén szabadul fel. Oxigén jelenléte fokozta a savak támadó hatását. Annál különösebbnek látszott pl az alumíniumdobozokban kísérleti célból — evakuálás nélkül, tehát oxigén jelenlétében — tartósított desztillált víz korróziós hatása. Nevezetesen, tapasztalati adatok szerint az alumínium felületét védő természetes oxidhártya oxigén jelenlétében kellő védőréteggel bizonyult desztillált vízzel szemben. Feltehető volt tehát, hogy a dobozolásnál csupasz alumíniumfelület keletkezik, mely a desztillált vízzel érintkezve, a csírátlanítási hő hatására fokozott mértékű korróziót indít meg. E megfontolások alapján legutóbb az alumínium konzervdoboz problémáinak vizsgálatát kiterjesztették a doboz belső felületét védő természetes oxidhártya vagy alkalmazott védőréteg megsérülési lehetőségeinek felkutatására is.



3. ábra. Az első zárógörgő jól végzett munkája. A második zárógörgő működése elején a zárás rosszul alakul, mert a már jól egymásra görbített két perem majdnem teljesen szétnyílik. A második zárógörgő működése után a korc túl széles „d”, tehát a dobozfedél teljes pereméből csak egészen keskeny rész marad a dobozpalást lehajlított pereme alatt.

Ennek érdekében többek között meg kellett állapítani, hogy a dobozzárás folyamata alatt az alumíniumból készült doboz palástjának pereme és dobozfedél széle (lásd 1. ábra) mennyiben viselkedik másként, mint fehérbádognál. Ezt a kérdést fel kellett tárnai azért is, mert az alumínium konzervdobozok jó zárása sem volt megoldva.

A problémák lényegére térve ismeretes, hogy fehérbádognál doboz zárásánál az ú. n. első zárógörgő helyes beállításán, jó működésén van a hangsúly, mely a dobozfedél szélét megfelelően rágörbíti a dobozpalást kissé lehajlított peremére, míg a következő műveletet végző második görgő már csak szorosan összenyomja,

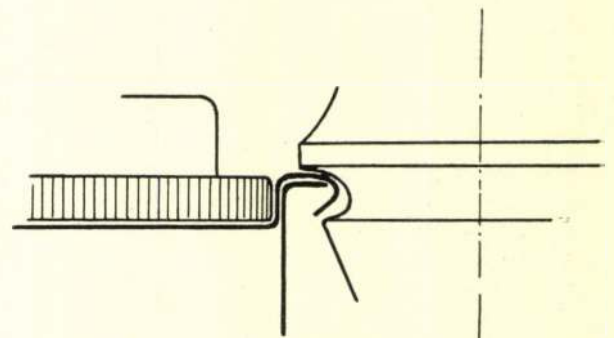


4. ábra. A rossz és széles korcolást a második zárószög „éle” az „R”-el jelölt helyen körben megsérti, sőt el is vágja.

tömíti, ill. lesimítja ezt a lazán egymásra görbített két peremet (lásd 2. ábra).

Egy jól készített közös első görgő az alumíniumdoboz zárásának első fázisát ugyanúgy végzi, mint fehérbádognál. A második görgő működése után azonban a zárás mégsem megfelelő.

E hiba okát vizsgálva, megállapítást nyert, hogy alumínium doboznál a második görgő elrontja az első görgő jól végzett munkáját.



5. ábra. Előperemezetlen fedél használatánál az első zárógörgő a fedél legszélén kezd dolgozni. Jól előperemezett fedél használatánál az első zárógörgő nem a fedél szélén, hanem az előperemezés görbületének belső részén kezd dolgozni.

Az ok az alumíniumlemez anyagának mechanikai tulajdonságaiban rejlik. Nevezetesen a második görgő a kettős szegést (korcolást) nem úgy alakítja, mint fehérbádognál, hanem éppen ellenkezően, vagyis működése kezdetén nem tömöríti a még csak lazán egymásra görbített két peremet, hanem majdnem egészen szétnyitja. Ennek következtében a korc a lesimítás után túl széles lesz, tehát a dobozfedél teljes pereméből csak egészen keskeny rész marad a dobozpalást lehajlított pereme alatt (lásd 3. ábra). Az ilyen túlszéles korc alsó részét pedig a második görgő „éle” köröskörül gyakran megsérti, sőt bevágja (lásd 4. ábra). E hibák kiküszöbölését az alumínium dobozfedél megfelelő



görbületű előperemezése és a zárógörgők kialakításának némi módosítása biztosítja. Jól előperemezett fedél használatánál az első görgő nem a fedél szélén kezd dolgozni, hanem beljebb, az előperemezés görbületének belső részénél (lásd 5. ábra) és ezért a jól előperemezett rész a második görgő működése után is teljes szélességben a dobozpalást lehajlított pereme



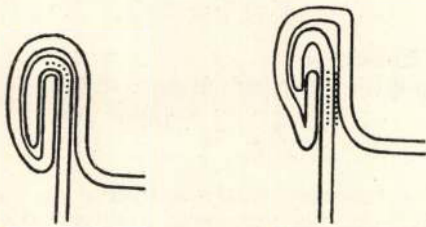
8. ábra. Fehérbádóg konzervdoboz zárásánál használatos zárófejlap, sűrű függőleges recézéssel. Ujformájú zárófejlap, melynek felső széle peremes kialakítású „d” és csak olyan vastag „d”, hogy nem ér a dobozfedélig.

csökkentő és egyidejűleg a hajlítás középpontját eltoló igénybevételt a felület sérülése nélkül nem bírja, tehát a doboz belsejében az oxidréteg, vagy lakkozás esetén a lakkréteg megsérült, lemállott. Az ily módon szabaddá vált csupasz alumíniumfelület a töltő anyag nedvességtartalmával érintkezésbe jutott és természetesen megindult a hidrogénfejlődéssel járó ismeretes korrozio. E rendkívül súlyos hibát a dobozzáró gép zárófejlapjának egy módosított formája, vagyis a peremes és keskenyebb zárófejlap (lásd 8. ábra) alkalmazása küszöböli ki. Nevezetesen e zárófejlap pereme a fedél megfelelő részén felfekszik és csak oly vastagra készül, hogy alja nem ér a fedélig, tehát a zárás műveleténél ellenkező irányú erők érvényesül-

6. ábra. A tárolásnál egymásra rakott előperemezett dobozfedelek egymásba szorulhatnak, aminek következtében felületeik „a” helyen körben gyakran megsérülnek. A tárolásnál egymásra rakott jól előperemezett dobozfedelek nem szorulhatnak egymásba, mert a perem élén fekszenek fel.

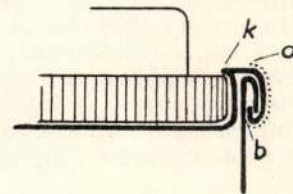
alatt marad. A megfelelő előperemezés előnye még, hogy a tárolásnál egymásra rakott dobozfedelek nem szorulhatnak egymásba (lásd 6. a—b ábra) és a peremezés merevítő hatása kizárja a fedelek szélénél gyakran előforduló meggyöngyösödését is, ami különösen az automata-rendszerű dobozzáró gépek használata esetén fontos. Itt meg kell jegyezni, hogy az előperemezetlen, vagy rosszul előperemezett fedelek egymásba szorulásával, illetve az egymásra szorult fedelek szétszedésével gyakran együtt jár az összeszorult két rész felületi oxidrétegének, vagy az alkalmazott lakkozásnak meggyöngyösödése.

Az alumínium konzervdobozzárás legveszélyesebb rejtett hibája volt, hogy a zárás helye többé-kevésbé mindig felfelé tolódott (lásd 7. ábra), aminek következtében a konzerv-



7. ábra. Szabályos zárás. Felfelé tolódott zárás. A két dobozt sík lapra állítva és zárásaikat összehasonlítva látható, hogy a jobboldali ábrán a zárás felfelé tolódott, a dobozpalást kissé magasabb lett. A palást pontokkal jelölt visszaegyenesített részénél a belső felület érintkezésbe kerül a doboz tartalmával.

doboz belső felületét védő oxidhártya, vagy alkalmazott védőréteg megsérült. Ugyanis a zárás műveleténél a dobozpalást enyhe ívben meghajlított peremének továbbhajlítása nem a hajlítás középpontjában folytatódott, hanem az ívnek a hajlítási középponttól a palást felé eső része kiegyenesedett, tehát a dobozpalást kissé hosszabb lett és a teljes hajlítás a kis ívnek a hajlítási középponttól távolabbi helyén történt meg. A palást peremének, helyesebben a kis ívnek visszaegyenesített részén az alumínium konzervdoboz belső felülete ez a hajlítás sugarát



9. ábra. A dobozfedél a zárófejlap felső szélénél „k” feltüremlett a zárófejlapra és e helyen berepedésre hajlamos erős él alakult ki. A fedélperem a ... b távolsága kisebb lett, tehát nem maradt eléggé széles rész a jó korc kialakítására.

nek, melyek hatására a zárás helye nem tolódik felfelé, hanem előnyösen kissé lejjebb kerül, vagyis a palást pereméből nem keletkezik visszaegyenesített rész és így a felület nem sérül meg.

Az előbbieken tárgyalt hibával összefüggő gyakori és jellegzetes baj volt még az alumíniumkonzervdoboz zárásánál, hogy a fedél feltüremlett a zárófejlap felső szélére (lásd 9. ábra), aminek következtében a lezárt doboz „felragadt” a zárófejlapra és természetesen a korcolás céljára megfelelő szélesre méretezett fedélperem keskenyebb lett, tehát nem maradt elég széles rész a jó zárás kialakítására. A feltüremlés helyén körben mindig erős él alakult ki, ahol a fedél gyakran el is repedt. A peremes zárófejlap és a zárógörgők formájának némi módosítása e hibák bekövetkezésének lehetőségeit szintén kizárja.

Fenti rövid ismertetés a könnyűfém-konzervdobozok zárásánál, korcolásánál általában fellépő hibákat és a hibák kiküszöböléseinek helyes megoldásait tárgyalja. Az itt szerzett tapasztalatok és gyakorlati eredmények viszont minden alumíniumból készült tárgy korcolásánál érvényesek. A könnyűfém helyes korcolásának alapfeltétele tehát: a korcolandó tárgyak megfelelő kialakítása, valamint a használandó szerszámoknak és berendezéseknek a fém különleges mechanikai tulajdonságaiból származó követelmények szerinti átállítás.



# Timföldhidrátszuszpenziók kumulatív görbéinek numerikus kiértékelése

DR EVVA FERENC okl. vegyészmérnök

712

Ференц Евва др.:

О численной вычитение сборных кривых из висующих гидратов глинозёма.

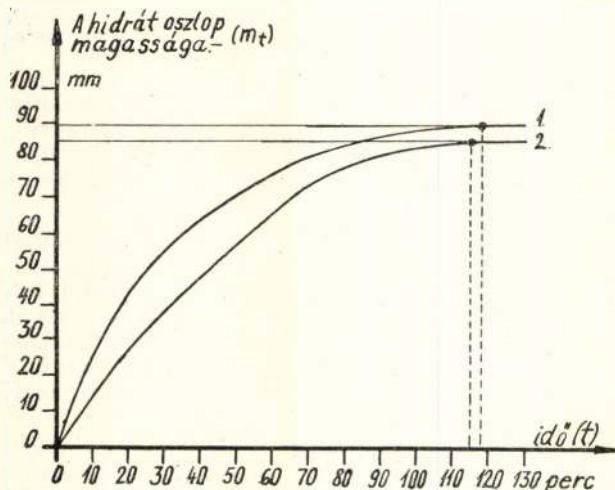
Публикование расчёты могут заниматься легко, особенно при серийных оседающих, а с помощью таблиц логарифмов и номограмм могут достигать сбережение работ.

By dr. Francis Evva.

Numerical appraising of the cumulative curves of alumina hydrate suspensions.

The calculations published in this copy may easily be familiarized with, more especially in case of serial sedimentations. By using logarithm tables and nomograms considerable work and time may be saved.

Előző közleményemben ismertettem timföldgyári hidrátszuszpenziók szedimentációs analízisét. (Alumínium 1950. 6.) A szedimentációt egy ülepítő csőben hajtottam végre s az ülepedési görbét olymódon vettem fel, hogy mértem az idő szerint a cső aljára leülepedő hidrátoszlapon magasságát. Ekkor a jellegzetes konkláv ülepedési görbéket kaptam eredményül (1. ábra):



1. ábra.

Ezekből a görbékéből a szemeseátmérők százalékos eloszlását Svén Odén szerint a következőképpen számíthatjuk ki. Tekintsünk egyelőre egy ideális monodiszperz rendszert. Jelöljük az összes részecskék mennyiségét  $P$ -vel, a leülepedett részeket pedig  $p$ -vel. Könnyű belátni, hogy

$$p = \frac{P \cdot V \cdot t}{h}$$

ahol  $V$ , a részecskék ülepedési sebessége,  $h$ — az ülepedési magasság és  $t$ — az idő. Ha  $p = P$ , akkor  $V \cdot t/h = 1$ , illetve:

$$t = \frac{h}{V}$$

azaz  $t$  azon idő, mely alatt a teljes szedimentáció lejátszódik.

Vizsgáljuk meg most már a helyzetet polidiszperz esetben. Jelöljük  $P/t$ -vel a szuszpenzióból  $t$  idő alatt kiszedimentált részt. Nyilvánvaló, hogy a polidiszperz esetben ebben különböző átmérőjű részek keverve fognak előfordulni. A részecskék szemeseátmérő szerint vett koncentrációját fejezzük ki differenciálhányados alakjában a szedimentált részre vonatkoztatva. A szemeseátmérő  $r$ -rel jelölve, ez legyen:

$$\frac{dP(t)}{dr} = F(r)$$

Az egész szedimentált részt nyilván megkapjuk, ha  $0$ — átmérőtől végtelenig integrálunk, azaz:

$$P(t) = \int_0^{\infty} F(r) \cdot dr$$

A szedimentált részt bontsuk két frakcióra. Az egyik frakcióban legyenek azon átmérőjű szemcsék, melyek  $t$ — idő alatt már 100%-ig kiszedimentáltak, másik részben pedig azok, melyeknek egy része  $t$  időpontban még lebegésben van. A kérdéses integrál így:

$$P(t) = \int_0^r F(r) \cdot dr + \int_r^{\infty} F(r) \cdot dr$$

A Stokes-törvény szerint az ülepedési sebesség:

$$V = \frac{h}{t} = C \cdot r^2,$$

ahol  $C$  konstans.

$t$ — időponthoz tartozó átmérő tehát:

$$1a) \quad r = \sqrt{\frac{h}{C \cdot t}} \quad \text{és} \quad 1b) \quad \frac{C \cdot r^2 \cdot t}{h} = 1$$

1. a.— $t$  behelyettesítve, illetve az első részintegrált 1. b.-vel szorozva, a következő kifejezést kapjuk:

$$2) \quad P(t) = t \cdot \int_0^{\sqrt{\frac{h}{C \cdot t}}} \frac{C}{h} \cdot F(r) \cdot r^2 \cdot dr + \int_{\sqrt{\frac{h}{C \cdot t}}}^{\infty} F(r) \cdot dr$$

Ebből az idő szerint kivált részecske mennyiség:

$$\frac{dP(t)}{dt} = \int_0^{\sqrt{\frac{h}{C \cdot t}}} \frac{C}{h} \cdot F(r) \cdot r^2 \cdot dr$$

Szorozzuk ezt a kifejezést mind a két oldalon  $t$ -vel, akkor a következő kifejezést kapjuk:

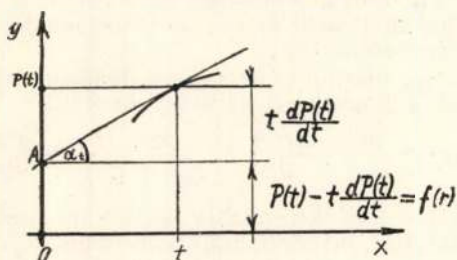
$$2a) \quad t \cdot \frac{dP(t)}{dt} = t \cdot \int_0^{\sqrt{\frac{h}{C \cdot t}}} \frac{C}{h} F(r) \cdot r^2 \cdot dr$$



A 2a. oldalon álló része nem más, mint a 2. integrál első tagja és így a  $t$  időpontig 100%-ban szedimentált részecskék mennyisége a 2. és 2a. szerint:

$$f(r) = \int_0^t F(r) \cdot dr = P(t) - t \cdot \frac{dP(t)}{dt}$$

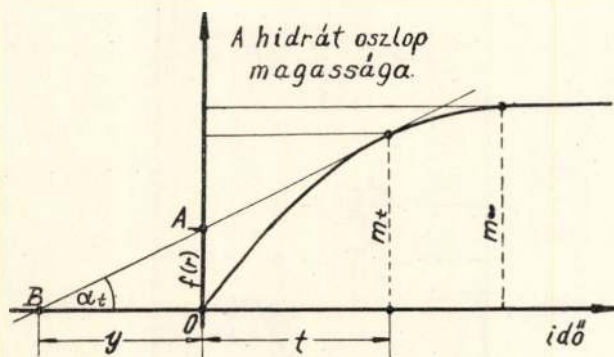
Szerkesszük meg ezt a kifejezést az ülepedési görbén grafikusán (2. ábra).



2. ábra.

Amint a 2. ábra grafikonjából világosan látható, a  $t$  időpontig 100%-ban kiszedimentált részecskék mérőszáma azonos az  $OA$  távolság mérőszámával. Ezt a távolságot pedig úgy kapjuk, hogy a  $t$  időpontban az ülepedési görbéhez érintőt húzunk s az érintő ordinátával alkotott metszéspontja s az origó közti távolság a keresett távolsággal azonos. Az  $OA$  távolságot, mely egy bizonyos hidrátoszlop magasságának felel meg a mi esetünkben, vonatkoztatva a hidrátoszlop végmagasságára, az eredményeket százalékban kaphatjuk meg. Mivel minden egyes időponthoz a Stokes-törvény szerint egy szemcseátmérő tartozik és fordítva, a kumulatív görbét úgy szerkeszthetjük meg, hogy tetőszöleges szemcseintervallumokat veszünk fel, kiszámítjuk az egyes  $r$ -értékekhez tartozó  $t$ -értékeket s ezekből az  $f(r)$ , illetve  $\Delta f(r)$ -értékek a fenti módon nyerhetők.

A feladat szerkesztéssel csak kisebb pontossággal oldható meg. Módunk van azonban arra, hogy a fenti összefüggések segítségével a  $\Delta f(r)$  értékeket számítással pontosabban megkapjuk (3. ábra).



3. ábra.

A 3. ábra egy ülepedési görbét mutat be. Az abszcissán az idő percekben, az ordinátán a leülepedő hidrátoszlop magassága mm-ben van feltüntetve. Az  $m_\infty$  a hidrátoszlop magas-

sága az ülepedés végén, mely a 100%-os szedimentációnak felel meg,  $m_t$  a hidrátoszlop magassága  $t$  időpontban. Az  $OB = y$  jelölést bevezetve:

$$3) \quad \operatorname{tg} \alpha_t = \frac{m_t}{y + t}$$

Az  $OBA$  háromszögből:

$$y = \frac{\Delta f(r)}{\operatorname{tg} \alpha_t}$$

a 3. és 4.-ből:

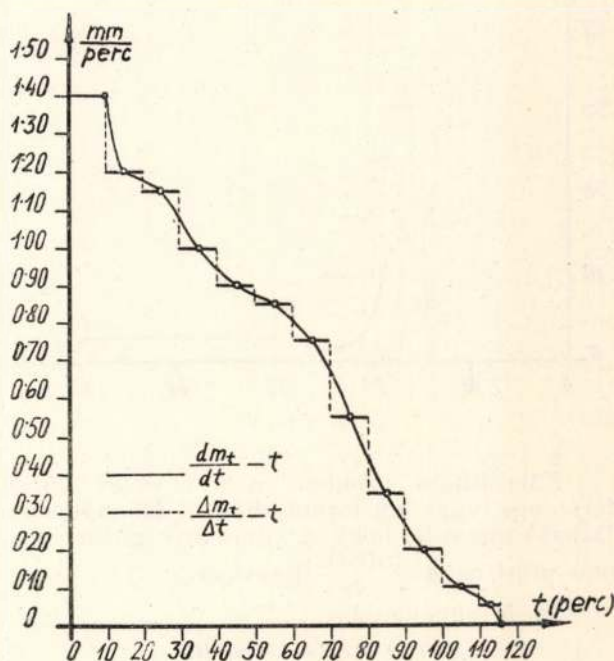
$$5) \quad f(r) = m_t - t \cdot \operatorname{tg} \alpha_t$$

Ilyenformán a szemcsék mennyisége  $r_2$  és  $r_1$  szemcseátmérők között százalékban kifejezve:

$$6) \quad \frac{\Delta f(r)}{m_\infty} \cdot 100 = \left[ \frac{m_2 - m_1}{m_\infty} - \frac{t_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 - t_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}{m_\infty} \right] \cdot 100$$

Az  $r$  értékekhez tartozó  $t$  értékek a Stokes-törvényből számíthatók ki, az  $m$  leolvasható az ülepedési görbéből, ismerni kell tehát még a  $\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{dm_t}{dt}$  értékeket az egyes  $t$ -időpontokban.

Ezeket legegyszerűbben szerkesztéssel kaphatjuk meg, úgyhogy az ülepedési adatokból kiszámítjuk a differencialhányadosokat, majd megszerkesztve ezeknek a lépcsős görbét, a lépcsőfokok közepét összekötjük. Így megkapjuk közelítőre a  $dm_t/dt - t$  görbét, ahonnan bármelyik időpontnak megfelelő differencialhányados érték leolvasható (4. ábra).



4. ábra.

A differencialhányadosok számítását igen megkönnyíti, ha a hidrátoszlop magasságát 5–10 percenként olvassuk le vagy a grafikonból állítjuk össze ugyanezen értékeket táblázatosan. Pl. az 1. ábra 2. görbéjének hasonló felhasználásával a következő eredmények adódnak:



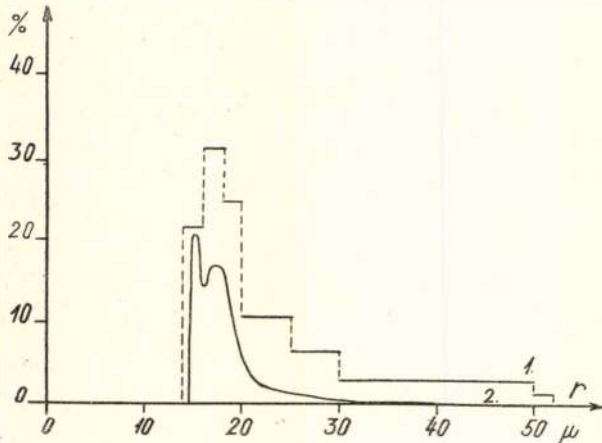
Táblázat

Idő (percben)	$m_t$ (mm-ben)	$t_2 - t_1$	$\frac{\Delta m_t}{\Delta t}$ (mm/perc)
10	14	0—10	1.40
20	26	10—20	1.20
30	37.5	20—30	1.15
40	47.5	30—40	1.00
50	56.5	40—50	0.90
60	65	50—60	0.85
70	72.5	60—70	0.75
80	78	70—80	0.55
90	81.5	80—90	0.35
100	83.5	90—100	0.20
110	84.5	100—110	0.10
115	85	110—115	0.05
120	85	115—	0

A 4. ábra segítségével a 6. egyenlettel az alábbi szemeseintervallumokra a következő eloszlást kapjuk, ha  $r-t$  mikronban mérjük:

50 <	1.3%
30—50	3.9%
25—30	6.6%
20—25	10.6%
18—20	24.8%
16—18	31.4%
14—16	21.4%
14 >	0 %.

Ezt a szemeseeloszlást lépcsős görbe formájában grafikusán is ábrázolhatjuk (5. ábra. 1.).



5. ábra.

Előállítható azonban a kumulatív görbe folytonos függvény formájában is. Könnyen belátható ugyanis, hogy a kumulatív görbe nem más mint az  $y = \frac{df(r)}{dr}$  függvény.

Az 5. egyenletből:

$$f(r) = m_t - t \cdot dm_t/dt,$$

innen:

$$\frac{df(r)}{dr} = \frac{dm_t}{dr} - \left[ \frac{dm_t}{dt} + t \cdot \frac{d^2m_t}{dt^2} \right]$$

Szorozzuk a kifejezést  $dr/dr = 1$ -gyel, akkor:

$$\frac{df(r)}{dr} \cdot \frac{dr}{dr} = \frac{df(r)}{dr} \cdot \frac{dr}{dt} = -t \cdot \frac{d^2m_t}{dt^2}$$

A Stokes-törvény szerint

$$r = \sqrt{\frac{C}{t}},$$

ahonnan

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{\sqrt{C}}{2} \cdot t^{-3/2}$$

és így a keresett differenciálhányados:

$$7) \quad \frac{df(r)}{dr} = \frac{2}{\sqrt{C}} \cdot t^{5/2} \cdot \frac{d^2m_t}{dt^2}$$

ahol  $C = \frac{h \cdot \eta}{0.0131 \cdot (2.424 - s_f) \cdot k}$ ;  $h = a$  szuszpenzió magassága cm-ben,  $\eta$  a közeg viszkozitása cP-ben,  $s_f$  a közeg sűrűsége g/cm<sup>3</sup>-ben,  $k =$  egy konstans, melynek értéke a szuszpenzió térfogati sűrűségétől függ.

Ha az eredményeket százalékban fejezzük ki, akkor a következő képletet nyerjük:

$$8) \quad k(r) = \frac{100}{m_\infty} \cdot \frac{df(r)}{dr} = \frac{200}{m_\infty \cdot \sqrt{C}} \cdot t^{5/2} \cdot \frac{d^2m_t}{dt^2}$$

Az  $y = k(r)$  kumulatív görbe megszerkesztéséhez tehát minden adat ismeretes, kivéve a hidrátoszlop magasságának az idő szerinti második deriváltja. Ezt az első deriválthoz hasonlóan kaphatjuk meg. A 4. ábra grafikonjából leolvastva az első derivált értékeinek idő szerinti változását, megszerkeszthetjük a második differenciálhányados lépcsős görbét.

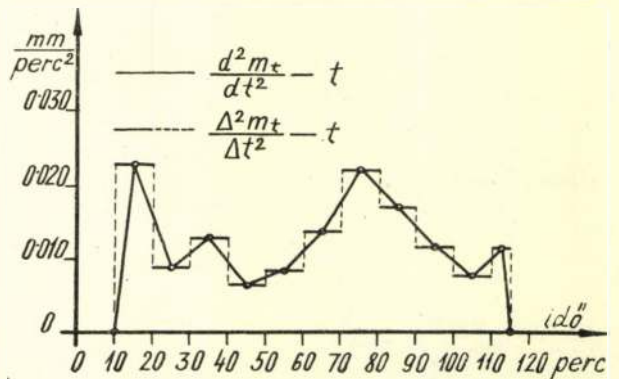
A második differenciálhányados lépcsős görbéből a  $\frac{d^2m_t}{dt^2} - t$  görbét megközelítőleg, hasonlóan kapjuk, mint azt már az első differenciálhányados esetében láttuk (6. ábra).

Most már minden adat rendelkezésre áll, hogy az  $y = k(r)$  függvényt ábrázolni tudjuk. Az 1. ábra második ülepítési görbéjének megfelelő kumulatív görbét az 5. ábra 2. görbéje ábrázolja. A folytonos kumulatív görbe matematikailag a lépcsős görbék határértékének tekintendő. Minél rövidebbre vesszük a szemeseátmérő intervallumokat, annál jobban megközelítjük a határértéket, vagyis:

$$\lim_{\Delta r \rightarrow dr} \frac{df(r)}{m_\infty} \cdot 100 = k(r)$$

A közepes szemese nagyságot egyaránt számíthatjuk a lépcsős vagy a folytonos görbéből. A folytonos görbéből számított érték természetesen itt is a lépcsős görbéből számított értékek határértéke. Az átlagos szemese nagyságot mikronban a következő kifejezés szolgáltatja:

$$\bar{r} = \frac{1}{100} \int_{r(\min)}^{r(\max)} r \cdot k(r) \cdot dr$$



6. ábra.



(100-zal azért kell osztanunk, mivel a  $k(r)$  százalékos értékben van megadva.)

Az integrál megoldása legegyszerűbben grafikusán történhet. Az  $y=r \cdot k(r)$  függvényt integráljuk grafikusán  $r$  minimumtól  $r$  maximumig. Az  $r$  min. kiszámítható a Stokes-törvény szerint az ülepedés időbeli végpontjából, melyet az ülepedési görbéről olvashatunk le. Az  $r$  maximumot pedig a kumulatív görbéről olvashatjuk le. (Az  $y=r \cdot f(r)$ , függvény nagy átmérőknél már erősen simul az  $x$ -tengelyhez, így az  $r_{\max}$  értékének ismerete kisebb pontossággal is elegendő. Az integrál érték= $x$ -tengely, függvény görbe és ordináták által bezárt terület.)

A lépcsős görbéről való meghatározás oly módon történik, hogy az integrálban szereplő

sorozatot matematikailag közepeljük, úgyhogy az egyes intervallumok közepéhez tartozó  $r$  értékek és a hozzájuk tartozó ordinátaértékek sorozatát képezzük, az így nyert sorozatokat összeadjuk s osztjuk 100-zal. Pl az 5. ábra 1. görbéjéből:

$$100 \cdot \bar{r} = 15 \cdot 21'4 + 17 \cdot 31'4 + 19 \cdot 24'8 + 22'5 \cdot 10'6 + \\ + 27'5 \cdot 6'6 + 40 \cdot 3'9 + 51 \cdot 1'3 = 1970, \text{ azaz } \bar{r} = 19'7 \mu.$$

Az integrál görbéről számított érték:  $18'2 \mu$ .

A fenti számítások különösen sorozatos ülepedés esetén könnyen begyakorolhatók. Logaritmustábla és nomogramok segítségével pedig további lényeges munkamegtakarítást érhetünk el.

## A könnyűfémek alkalmazásának jelenlegi állása a hazai gépkocsigyártásban

ZERKOWITZ BÉLA

669.717:629.113

Бела Зеркович:

О настоящем состоянии применения лёгких металлов в производстве отечественных автомобилей.

By Béla Zerkovitz.

Latest developments of lightmetals in the national auto industry.

A könnyűfémek, ill. könnyűfém ötvözetek alkalmazása a hazai gépkocsigyártásban a felszabadulás óta újabb jelentős területekre terjedt ki és további alkalmazási területek feltárása folyamatban van. Gépkocsigyártásunk — amely alatt tulajdonképpen teherautó- és autóbuzsgyártásunk értendő — természetesen motor és az erőátvitel gyártásánál, hasonlóan a külföldi gyakorlathoz, a könnyűfémeket már mintegy 15–18 éve számos helyen alkalmazza. Így pl. a dugattyúk, motoresapágyházak, fékpofák, fékdugattyúk, szíjtárcsák, ventilátorok már régen könnyűfémből készülnek. Itt főleg silumin- és hidronálium-ötések kerültek alkalmazásra. A legújabb kérdés, amit közelebbről meg akarunk vizsgálni, a könnyűfémek alkalmazási lehetősége a gépköcsi egyéb — alvázi és felépítményi — részeinél.

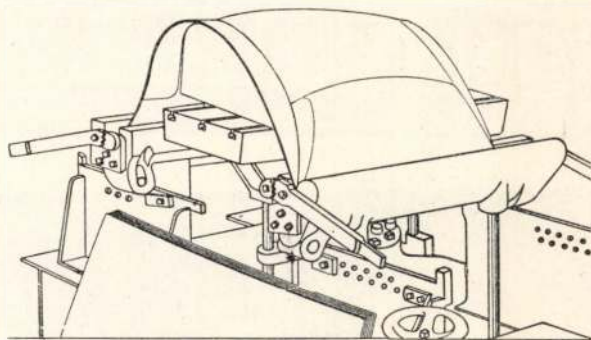
A felszabadulás óta gépkocsigyártásunk az autóbuzsgyártást fokozatosan nagyipari termelés szintjére emelte, majd legújában a teherautófelépítmény gyártást is, az eddigi lényegében kisipari termelési módszerekről fejlettebb utakra vitte át. Ezen fejlődés folyamán elkerülhetetlenül előtérbe nyomult ezen gyártási területeken a könnyűfémek alkalmazásának kérdése. A közvetlen okok az alábbiakban foglalhatók össze:

1. Az egész világon különálló iparágga fejlődött autóbuzszipar versenyben áll a súlycsökentés vonalán. A mi buszziparunk a felszabadulás után a belső korszerűség és a külső versenyképesség fenntartása érdekében ugyanezen útra kényszerül.

2. Hazai viszonyaik között a könnyűfémek alkalmazásának a nyersanyaghelyezettel is erősen indokolható okai vannak.

3. Bizonyos körülmények között a sorozatgyártás kisebb befektetési költséggel eszközölhető, ha acél helyett könnyűfémötvetet alkalmazunk, ill. a gépesítés egyszerűbben elérhető.

Elsősorban megállapíthatjuk, hogy a már felsorolt alkalmazási területeken kívül gyakorlatilag a felszabadulásig egyebütt a könnyűfémeket nem alkalmaztuk. Az olyan felhasználások, mint pl. ablakkeretek, ülészlábak, hűtőmaszkok, hirdetőkeretek nem érdemlik a megemlést. Az első alkalmazási terület, amely nagyobb jelentőségű volt, 1947-ben az autóbuzstestek burkolatának könnyűfém lemezből történő előállítás. Itt két, másutt jóval célszerűbben felhasználható anyag helyettesítését értük



1. ábra.

el. A külső burkolatnál pácolt finomlemezt (MOSz:A X 23), a belsónél enyvezett falemezt használtunk azelőtt. Miután itt szilárdsági szempontok csak másodsorban voltak lényegesek, az anyag kiválasztásánál a formaképzés, a folyamatos felület képzéséhez a könnyű hegeszthetőség, végül a korroziómentesség voltak a döntő szempontok. A formaképzés itt lehetőleg

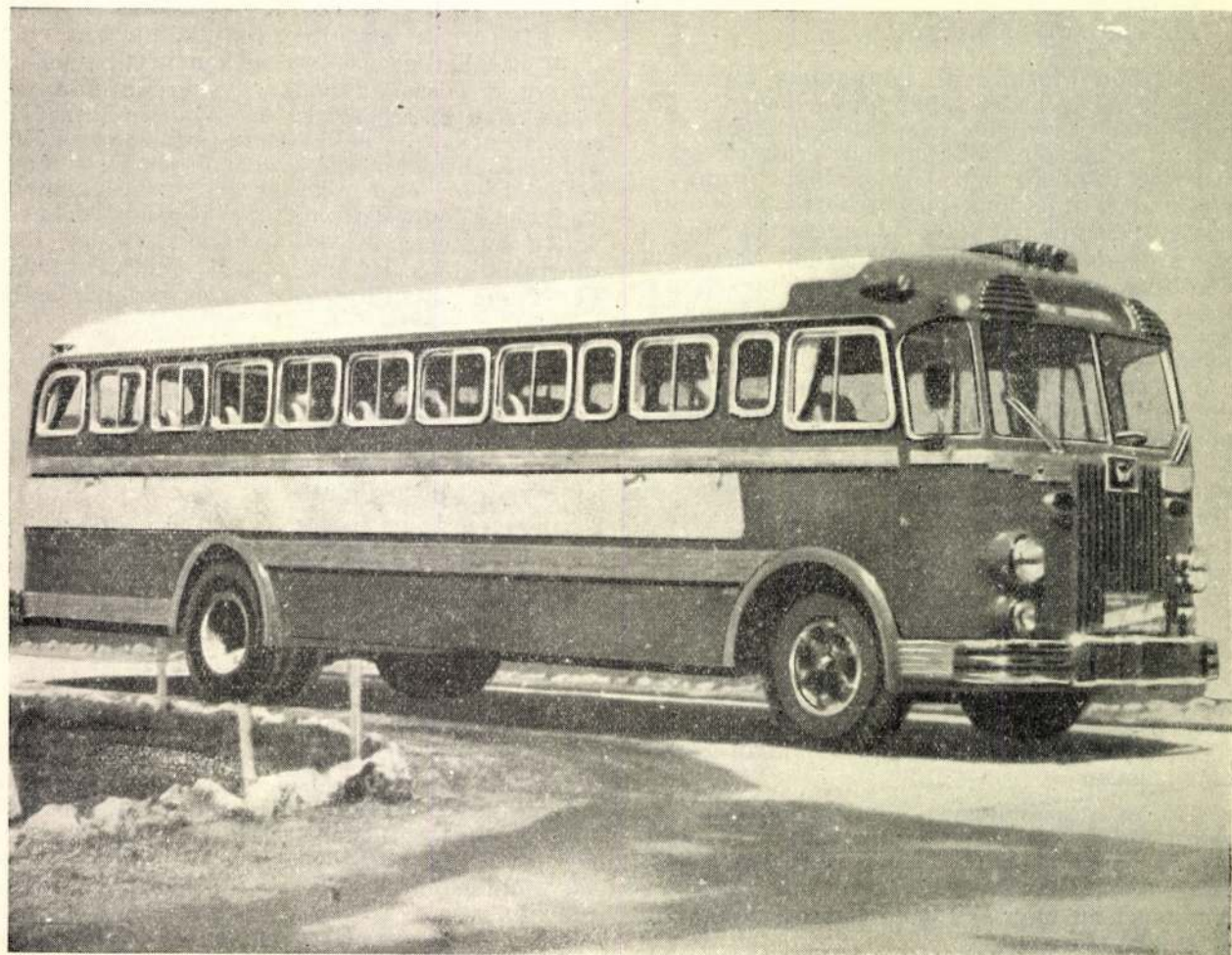


gépi úton történjék, a rendelkezésre álló gépi berendezés tekintetbevételével. Megjegyezzük, hogy ezt megelőzően a hazai felépítményiparban a formaképzés lényegében vaslemezről kézi domborítással történt. E technológiát a hiányzó gépi berendezésen kívül az aránylag alacsony sorozatszámok indokolták. Néhány nagyobb üzemünkben szórványosan előfordult a gépi húzás (Uhri, Autótaxi, Magyar Waggon), de lényegében mindenütt a kézi domborítás volt a formaadás technológiája. Előrelátható volt, hogy akármelyik rendelkezésre álló könnyűfém ötvözött lemezfajtát is választjuk, e téren könnyebbséghez jutunk, mivel a könnyűfémlemezek mechanikai tulajdonságai köztudomásúan a gépi domborítást egyszerűbb gépi eszközökkel is megengedik, amint ezt pl. a repülőgépiparban kiterjedten meg is valósították.

A kívánalmaknak megfelelő lemezfajtát elvileg a hazai ipar termékei között nehézség nélkül megtaláltuk a MOSZ 3714 szabvány Al-Mg-Si ötvözésű lemezében. Némi megfontolást igényelt a fentebb említett alakítási (formaadási) szempontból a szállítási állapot előírása. A szabványlap szerinti szállítási állapotok közül a lágy és félnemes állapotú lemezekkel kísérleteztünk. A külső burkolaton felhasznált AX23 1 mm-es lemez helyett itt a vastagságot 1,25 mm-re választottuk. A nemesített anyag felhasználásának nem volt fontossága, mivel az utólagos keményedés bekövetkezésére a szobanforgó helyen nincs szükségünk. A kísérletek

megindulásakor csupán egyszerű kivitelű, ú. n. nyújtó-húzóprésekkel rendelkezünk, amelyekhez hasonlókat, bár tökéletesebb kivitelben, a külföldi repülőgép- és autóbuszgyárak is már régebben használnak. Egy ilyen gépet az 1. ábrán mutatunk be. Ez a technológia gyakorlatilag minden, az iparunkban előfordulható formát mélységileg még elbír és éppen ezért bizonyos előnyökkel rendelkezik pl. a gumipárnás présekkel szemben. Az ilyen gépek teljesítménye aránylag kicsi, mivel azonban a szerszám előállítási költsége csekély, közepes sorozatoknál gazdaságos a használatuk. A szerszám előállítása oly módon történik, hogy az előállítandó felületdarab mintáját kézi domborítással előállítják, majd alatta vasbeton — szabályos alakú — testet létesítenek. A felületdarab kiválasztása, ill. az összfelület feldarabolása és felosztása különböző szerszámokhoz meglehetősen gyakorlatot kíván, még akkor is, ha már a járműszerkesztésnél a könnyen gyárthatóságot megfelelően szem előtt tartottuk. A szempontok itt a túlzott mélységek elkerülése, továbbá a gép által elérhető — a rendelkezésre álló lemeztábla méretek mellett — legkisebb hulladék biztosítása. Ezt az eljárást egyébként vaslemezénél is alkalmazták, de természetesen, hogy vasnál annak alkalmazhatósága lényegesen korlátozottabb a hamarabb bekövetkező ridegedés miatt, s így vasnál gyakran ugyanazon domborítás csak a sokkal drágább pozitív-negatív szerszámmal dolgozó mélyhúzó préssel érhető el.

2. ábra.







3. ábra.

A kétféle állapotú lemezzel történt kísérletek arra az eredményre vezettek, hogy az esetek túlnyomó részében a lágy állapot a legkedvezőbb. Ugyanakkor kiderült, hogy a lemez elhelyezésénél a hengerlési irány is lehetőleg tekintetbe veendő. 1948 elején már biztos alapon dolgoztunk a fenti technológiával. A többi minőségi feltétel minden további nélkül ki volt elégítve, mivel a folyamatos felület biztosítása autogénhegesztéssel semilyen akadályba nem ütközött. A korrózióvédelem, miután megfelelő alapfesték rendelkezésre állása folytán a lemezburkolat az autóiparban használatos fényezési eljárással fényezhető volt, minden nehézség nélkül megoldódott. Megemlítjük, hogy két körülmény ebből a szempontból elméletileg aggályosnak látszott. Ugyanis maga a lemezburkolat egy minizált vasvázra került, részben csavarozott, részben koreolt kötéssel, úgy hogy a kétféle fém között csupán vékony flanellesik volt. A fényezés (alapozás) megkezdése előtt pedig a lemezburkolat felületét feldurvítottuk egy gyorsan forgó, elég finom csiszolóköő tárcsával, mivel a tapasztalat szerint a fényezés tartósságához a durva felület szükséges. Ma már, több mint két éve üzemben lévő, nagyszámú ilyen kocsival rendelkezünk, de a korrózióknak még semmi nyomát nem láttuk, pedig a vassal való érintkezés, az ólomtartalmú védőfesték, továbbá a feldurvított felület mind ellenjavalt volt. A tapasztalatok alapján meg kell állapí-

tanunk, hogy a felhasznált és anticorrosional csoportba tartozó lemezanyag korrózió szempontjából legalább egyenértékűnek mutatkozott két év után a vaslemezburkolattal. Megemlítjük még, hogy mindazon helyeken, ahol a fényezett réteg sérülés, vagy koptatás révén eltűnt, ami helyenként természetesen vaslemezburkolaton ugyanúgy előfordul, előnyös volt, hogy a rozsdás vaslemez helyett a fehérfényű, finom oxidál bevont könnyűfémlémez bukkant elő. Átkorrodálás azonban — vagy akár gyakorlatilag mérhető elvékonyodás — sehol sem következett be. Két ilyen autóbust a 2. és 3. ábrákon mutatunk be.

A fenti tapasztalatok alapján 1948. évtől kezdve áttértünk a könnyűfém lemezburkolat kizárólagos alkalmazására. Meg kell említenünk, hogy gyakran találkozunk egy ellenvetéssel az általános alkalmazhatóságot illetően, ami különösen Diesel üzemű gépkocsiknál látszott indokolhatónak. Célzok itt a kocsitestre átadódó rezgések okozta fásasztó igénybevételre, amelyeknek szempontjából lehetségesnek látszott, hogy a kocsitest bizonyos részein idővel repedések stb. keletkezhetnek. Elméletileg arra következtetni, hogy itt kedvezőtlenebb helyzetbe kerülhetünk, mint a vaslemeznél, csupán azon az alapon lehetett, hogy növekvő igénybevétel esetén a kifárasztás jóval hamarabb bekövetkezik, mint a vaslemeznél. Mivel azonban burkolati felhasználásnál a szilárdsági



igénybevétel gyakorlatilag nem szerepel, az esetleg rezgő lemez ebből eredő szilárdsági igénybevétele pedig se nem mérhető, se nem számítható, csak a tapasztalat adhat a fenti ellenvetésre választ. Két év után megállapítható, hogy ebből a szempontból a burkolat mindenütt egyenértékű volt a vaslemezzel. Ahol berepedés stb. történt, mindig megállapítható volt, hogy az ok a rováshatás tekintetbevétele nélküli szerkezeti kiképzés volt. Viszont a fokozott vágásérzékenység tekintetbevétele a szerkesztésnél, burkolatkiképzésnél semmiféle nehézséget nem jelent. Végül vizsgáljuk meg a burkolat alkalmazásánál az árkérdést is. Egy 50 személyes autobusznál a vaslemezburkolat súlya 600 kg, ami könnyűfém esetén 280 kg-ra esökken (valamivel vastagabb lemez!). A burkolat anyaga vaslemez esetén 1800.— Ft, könnyűfémlemez esetén 5040.— Ft. Az ártöbblet 3240.— Ft. ami az ilyen nagyságú autóbusz 200.000.— Ft-os árának 1.64%-a! A súlymegtakarítás viszont 320 kg, ami négy további utas súlya, vagyis az 50 személy hordképesség 8%-kal nő!

A következő lépés, amelyre készülünk, a könnyűfém alkalmazásának lehetővé tétele a jármű dinamikus és statikus igénybevétele felvevő szerkezeti elemeknél. Az erre való áttérést különösen aktuálissá tette az autóbuszépítésben az ú. n. önhordószerkezetek bevezetése. Ezen építési elvnel az ú. n. alvázkeretet elhagyjuk, s a szerény maga nyer olyan kiképzést, hogy az összes többi szerkezeti elemet, mint motor, mellső tengely, hátsó híd stb. benne és rajta függesztjük fel, továbbá a gyorsítás, lassítás tömegereit saját magában kell felvennie. Kézenfekvő volt ezt a lépést egyúttal az új szempontok szerint szerkesztendő szerényváz anyagának könnyűfémre való átfektetésével összekötni. Itt azonban már az elvi elhatározásnál egy nehéz kérdéshez jutottunk. Nehéz volt dönteni a létesítendő kötések kivételét illetően. Az acélváz járműveknél ugyanis már régóta általános a villamos ívhegesztés alkalmazása, ami természetesen bármilyen könnyű fémvázról legyen is szó, a hegesztési varrat 50% körüli szilárdságcsökkenése miatt gyakorlatilag nem jöhet szóba és valóban ilyen célokra a járműgyártásnál sehol nem is alkalmazzák. Ennélfogva vagy a ponthegeztés, vagy a szegecselt kötés jöhet szóba. A külföldi példák azt a különös képet mutatják, hogy amíg a vasúti járműépítésnél a szegecselés és ponthegeztés kb. 80—50%-os arányban található (utóbbi pl. Schlattnernél), addig az autóbuzsziparban a szegecselés úgyszólván kizárólagos könnyűfémvázaknál. (Zis, White, Mack, Sentinel stb.) Ez a körülmény, továbbá egy programautomatával felszerelt hegesztőgép hiánya bennünket is a szegecselés alkalmazására indított. Kérdéses volt még az alkalmazandó anyag is. A külföldi esetek egyaránt mutattak a Dural és az Anticorrodal csoportba tartozó anyagok felhasználására példát. A választásnál főleg két szempont volt megvizsgálendő. Az egyik, hogy a választott anyag szilárdsága még elég nagy legyen ahhoz, hogy az acélkivitelhez képest mutatkozó súlycsökkenés az ártöbblettel arányban álljon. A másik szempont pedig, hogy az anyag nemesítésével kapcsolatos technológiai

eljárások lehetőleg nehézség nélkül legyenek beilleszthetők magába a járműgyártásba.

Ha ugyanazt az anticorrodal anyagot kívánjuk felhasználni, mint amelyet a test burkolásánál alkalmaztunk, de nemesített állapotban, a helyzet a következő: az autóbuzszipar mai technológiája szerint a lemezanyagból (1.5—2 m) esikokat szabunk és azokat élhajlító gépen a kívánt vázelemnek megfelelően alakítjuk. Az ilymódon előállított vázelemekből állítjuk — megfelelő csomópontkiképzés után — össze magát a vázat. Ha a vázelemet elkészítjük, a vázba való beépítés előtt nemesítjük. Ilymódon a szerkezetben 22 kg/mm<sup>2</sup> folyási határral rendelkező anyaggal számolhatunk, 12% közepes nyúlással. Nemesítés után a beépítés bármikor megtörténhet, mivel az utólagos keményedés nem lényeges mérvű. Maga az anyagból előállított szerkezet a vaskivitelhez képest cca 20% súlycsökkentést tesz lehetővé. Kísérleti darabjainknál egyelőre megelégszünk 10% súlycsökkentéssel és inkább alacsonyabb szilárdsággal, ill. folyási határral számolunk (10 kg/mm<sup>2</sup>), mivel a járművek nagyrésze Diesel-üzemű, sőt nagyrésztük igen kiegyensúlyozatlan járású négyhengeres Dieselmotorral van felszerelve. Ez a körülmény, továbbá a tapasztalatok hiánya az egyéb fárasztó igénybevételek számbavételét illetően nagy óvatosságra intenek. Még a 10 kg/mm<sup>2</sup> szilárdsági igénybevételt is csupán ritkán előforduló igen kedvezőtlen teherállás esetén engedünk meg. Mindezen megfontolásaink során nagy szükségét éreztük a mélyrehatóbb tudományos vizsgálatnak, amely megbízhatóbb adatokat és támpontokat szolgáltatna a fárasztási szám és a szerkesztési irányelvek összefüggését illetően.

A dural-csoport alkalmazása esetén nem kétséges, hogy a 30 kg/mm<sup>2</sup>-es folyási határ a vázépitésnél cca 25%-os súlycsökkenés elérését lehetővé tenné, ha a legkedvezőtlenebb helyen 28 kg-al számolunk. Ha ugyanazt az építési módszert követjük, mint amelyikről az előbb szoltunk, természetesen szükséges, hogy a vázelem beépítése a nemesítés után legkésőbb két órán belül — az utánkeményedés miatt — megtörténjen. Semmiféle alakítás ez idő után már meg nem engedhető. Természetesen ilymódon a hőkezelő berendezést a közvetlen közelben kell létesíteni, hogy az egyengetés és a beépítés a megadott időn belül megtörténhessen. Ez a gyártásmenet egyébként a repülőgépiparból közismert és ügylátszik, autóbuzsziparunkban is elkerülhetetlen.

Már most az eddigi irodalmi adatok szerint a megengedett feszültség a tartós szilárdságból számítva a dural-csoportnál 7 kg/mm<sup>2</sup>, az anticorrodal-csoportnál 6 kg/mm<sup>2</sup>, míg mi az előbbieket szerint helyenként anticorrodalnál 10, duralnál 28 kg-al számolunk. Erre az útra azért kényszerülünk, mivel a 7, ill. 6 kg-os igénybevétel kikötése általában a súlycsökkentés teljes elmaradását okozná. Feltétlenül szükséges, mint arra már fentebb rámutattunk, hogy a tartós szilárdság fogalmát tartalmilag újból vizsgálat alá vegyük, másrészt az alkalmazás helyén fellépő igénybevétel minőségét ezen tartós szilárdsági fogalommal világos összefüggésbe hozzuk, ha a könnyűfém anyagát ezen az



alkalmazási területen versenyképesen akarjuk kihasználni. A gépjárműipar a maga részéről megkezdte ezen feladat második felének módszeres — kísérleti és elméleti — feldolgozását és reméljük, hogy megfelelő tudományos segítséget kap a kérdés másik oldala felől is. Ehelyütt kell felhívunk a figyelmet arra a különbségre, ami elvileg a vasúti járművek és a gépkocsik méretezési alapelveit illeti. Vasúti járműveknél már az acélkivitelnél nagyobb szilárdsági tartalékkal szokás számolni, amit a sínpálya által okozott igénybevétel fémcső továbbzármatatása és a vontatás által okozott és a vonatba sorolásnál elkerülhetetlen igen nagy dinamikus igénybevételek indokolnak. Automobilok esetén a gyorsítási viszonyok javítása az elsődleges cél, már az acélváz kivitelnél is és senki sem csodálkozik azon, ha levéve egy automobil gumibroncsait, az akár a legsímább úton is tovább gördítve, rövidesen valahol keresztet szenved, vagy ha akár az ütközésén keresztül is, hossztegyelű nagyobb lökést kap, az néhányszor ismételve, szintén káros nyomot hagy. Ezek tekintetbevételével megértjük, hogy tudomásunk szerint a tervezés alatt álló közúti villamos pótkocsinál dural anyag felhasználása mellett csupán 4 kg/mm<sup>2</sup> igénybevételt engednek meg.

A szegecselt csomópontok létesítése iparunkban szintén újszerű feladat. Még a kísérletek fogják eldönteni, hogy vajon könnyűfém vagy vasszegecsket fogunk-e alkalmazni. Feltehetően ez utóbbiak alkalmazására kerül sor, ha a csomólemezeket vasból fogjuk előállítani, amire külföldön számos példa van. Természetesen a csomópontok kiképzésénél a rovasérzékenységet legmesszebbmenő módon tekintetbe kell vennünk, s így az acélváz konstrukciós anyagot úgy szelvényben nem lehet a kiindulásnál tekintetbe venni.

Ha az árkérdést tekintjük, úgy a válasz nem olyan egyértelmű, mint a burkolat alkalmazása esetén. Ugyancsak az előbbi autóbussz-példát véve, a váz vassúlya szintén 600 kg. Könnyűfém esetén ez legjobb esetben 450 kg-ra

csökken. Ezzel szemben az anyagárak: 1800.— Ft és 8100.— Ft, viszont mindössze két utas súlyát nyerjük meg! A 6300.— Ft árkülönbség pedig a kocsi árának 3.15%-a! Mindehhez még nem látjuk, vajon a gyártási költség maga, szegecselés esetén, hogyan alakul?

Ki kell térnünk még a könnyűfémek felhasználási módjára a teherautóépítésben is. Kezdeményezéseinkre az új járműgyártás (Csepel Autógyár N. V.) részére sorozatosan épülő teherautó felépítményeinknél a motor-sátor (1 tetőlemez + 2 oldallemmez) teljesen, a vezetőfülkének pedig a teljes burkolata anticorrosional lemezből készül. Ez utóbbi két ajtaja pedig, eddig még hazánkban nem alkalmazott módszer, váznélküli kivitelben, egy-egy sajtolt anticorrosional külső-belső félből összehegesztve készült. Így tehát az ajtó — a szárazástól eltekintve — vasat egyáltalán nem tartalmaz. Itt az összes súlycsökkenés 80 kg/kocsi, 0.8% áremelkedés mellett. Ha azonban az ajtó gépesített előállításának lehetőségét is számbavesszük, az árban még megtakarítás is kimutatható lesz.

Behatóan foglalkozunk a teherautók rakfelületének könnyűfémből való előállításának kérdésével is. Bár a külföldi példák számosak, mégis e téren számos ellenkezéssel találkozunk, aminek oka a rakfelületen elkerülhetetlen sérülések körülményesebb javítása.

Meg kell említenünk a könnyűfém alkalmazásának lehetőségét az acélváz kombinációkban is. Ez az út úgy az autóbusszépítésben, mint különleges járművek építésénél igen hasznos lesz és még további acélkiváltást fog lehetővé tenni.

Végül még kitérünk az üzemenyagtartályok gyártására is. Amióta a vörösréztartályok gyártása nehézségbe ütközött, a különböző módon korrozio védelemmel ellátott vastartályok következtek sorra, legutóbb a foszfátosított (bonderizált) anyagú tartályok. Az eredmények nem voltak kielégítőek. Ezért az egész vonalon áttértünk az anticorrosionalból készült üzemenyagtartályok gyártására — teljes sikerrel, mint az várható volt.

## Az alumíniumnak alkohollal szembeni ellenállóképessége

DR DOMONY ANDRÁS és WALDHAUSER ILONA

669.71:661.72:620

Сопротивленность против алкоголя у алюминия.

Corrosion Behaviour of Aluminium in Alcohol

Az irodalomban és a gyakorlatban egyaránt vitatott kérdés, hogy a szeszipar megfelelő biztonsággal használhat-e alumíniumból készült berendezéseket és különböző alkoholfajták, a folyadék, illetőleg a fém elváltozása nélkül tárolhatók-e huzamosabb ideig alumínium edényzetben.

Az eddig ismert adatok megegyeznek abban, hogy a min. 99.5% tisztaságú szinalumíniumot, valamint az ilyen fémből készült Al-Mn, Al-Mg (hydronalium) és Al-Mg-Si (anti-

korodal) ötvözeteket semmilyen alkoholfajta, még magasabb hőmérsékleten (100° C-on és a felett) sem támadja meg jelentékeny mértékben. Kivételt képez a tökéletesen — 0.01% nedvességtartalomnál jobban — víztelenített alkohol, amely a könnyűfémekkel még hidegen is erősen reagál. Tökéletesen víztelenített alkohol azonban a gyakorlatban — még a desztillációs folyamat közben — sem igen fordul elő. A C-tartalmú, illetve nehézfémekkel szennyezett alumíniumot viszont az összes alkoholfajta korrodálja. A tapasztalatok és a közlemények továbbá megegyeznek abban is, hogy a különböző alkoholfajták a szénatom számának emel-



kedésével egyre kisebb agresszivitással bírnak. Ezek szerint tehát aránylag a legaktívabb anyag a methylalkohol; a butyl-, amyl- stb. alkoholok pedig az alumíniummal szemben még 130° C-on és a felett is teljesen közömbösek. Ha azonban bármelyik alkohol szennyezésként nehézfém vegyületeket, vagy kémiailag hatékony szerves, illetve szervetlen szennyezéseket tartalmaz, az alumíniummal szembeni korroziós hatás lényegesen megnövekedhet.

Az alkoholtartalmú szeszesitaloknak az alumíniummal szembeni viselkedése szintén sok fejtörést okozott. A bor, borpárlatok, likőrök és égetett szeszesitalok cukor- és pektintartalma inhibitoriként hat, ellenben az italokban lévő igen sok szerves vegyület, pl. borkósvav, oxálsav stb. a kereskedelmi tisztaságú alumíniumon pontszerű megtámadást okoz. A korrozió következtében keletkezett alumíniumhydroxid pedig az italokat elszíntelenítheti. Szeszesitaloknak alumínium edényzetben történő tárolása esetén kimondható, hogy ilyen célokra kereskedelmi tisztaságú alumínium használata — a csupasz felületek mesterséges oxidréteg erősítése, vagy egyéb felületi bevonatok alkalmazása nélkül — pontkorrozió keletkezésének veszélye miatt, nem ajánlatos. A könnyűfém tárgyak felületét minden esetben valamilyen fajtájú védőeljárásal (kémiai vagy elektromos oxidáció, lakkozás, zománcozás stb.) be kell vonni.

Összegezve az eddigi gyakorlati és kísérleti adatokat, megállapítható, hogy a könnyűfémek az alkohollal, illetve szesztartalmú anyagokkal szemben csak bizonyos megkötések figyelembevételével mondhatók kémiailag ellenállóknak.

Közismert, hogy a levegővel érintkező alumínium felületét egy jól tapadó, kémiailag nagy ellenálló képességű, igen vékony (0,0002 mm-es) oxidréteg vonja be. Ez a hártya az alatta lévő fémet a roncsolódástól, illetve a korroziótól megvédi. Ha azonban ennek a hártjának a folytonossága megszakad, úgy a csupasz alumíniumfém H<sub>2</sub> fejlődés közben még a vizet is bontja, korrodál, illetve oldatba megy. Ez a jelenség mindaddig folytatódik, amíg a fém felületén nem tud újból egy megszakítás nélküli, ép alumíniumoxid védőhártya keletkezni. Alkohol esetében a természetes alumíniumoxid védőhártya igénybevétele igen erős, mert a réteg esetleg gyenge pontjain meginduló Al-alkoholát képződés következtében felszabaduló H<sub>2</sub> az alumíniumoxid réteg peptizációját elősegítő szerves anyagok képződését lehetővé teszi. A fellazult és peptizált rétegen keresztül pedig a csupasz fém a hatóanyaggal közvetlenül könnyen érintkezésbe kerülhet.

A szennyezések miatt minden kereskedelmi tisztaságú alumínium ötvözetnek tekinthető. Az ötvöző alkatrészek közül pedig a Mg és Mn kivételével, mindegyik gyengíti a természetes alumínium oxidhártya korrozió-ellenálló képességét. Ilyen szempontból a legkárosabbak a nehézfémek (Fe, Cu, Ni stb.) és ez a magyarázata annak, hogy alkoholos közegben nehézfém-mel ötvözött alumíniumanyagok korroziót szenvednek. Az idegen anyagok viszont nemesak ötvözőként ronthatják le az alumínium ellenálló képességét, hanem a lágy könnyűfém felü-

letére kerülve, abba benyomódva, feltépik a védőoxidhártját, az alapfémmel galvánelemet alkothatnak és így elektrolitikus korrozió kiinduló fészkkévé válhatnak.

Gindin és társai szovjet tudósok megállapították<sup>1</sup>, hogy teljesen ép felületű, 99,0% tisztaságú alumíniumon, 99,7%-os äthylalkoholba mártva, üvegcsőbe beförasztva, 5—7 hónap múlva sem észleltek semmiféle elváltozást. A fém felülete ép maradt, súlycsökkenés nem volt kimutatható. Ezzel szemben különféle kereskedelmi tisztaságú könnyűfém anyagot levegő behatása mellett kereskedelmi tisztaságú alkohol hatásának tettük ki és ekkor a következő eredményeket kaptuk:

#### Lemezek összetétele:

	Cu	Mn	Fe	Mg	Zn	Si
antikorrodal nemesített	0.08	0.74	0.29	0.54	—	1.08
lágú alumíniumlemez	0.04	—	0.18	—	—	0.16
kemény alumíniumlemez	0.05	—	0.39	—	—	0.31

#### Átlagos súlyvesztés gr/m<sup>2</sup> × nap

antikorrodal nemesített lemeznél	0.0063 gr/m <sup>2</sup> -nap
lágú 99.6% Al tisztaságú lemeznél	0.0045 gr/m <sup>2</sup> -nap
kemény 99.3% Al tisztaságú lem.	0.0074 gr/m <sup>2</sup> -nap

A kísérletet 96%-os alkoholban, 20° C-on 98 napon keresztül végeztük. A folyadékot 45 napon keresztül állandóan kevertük (135 fordulat/perc). Az alkohol a próbatesteket teljesen ellepte. A próbatestek szakítószilárdsága és nyúlása az alkoholos fürdő előtt és után mérve, azonos volt. A próbákon pontszerű, alumínium-hidroxiddal telt, kb. 0.01 mm mély bemaródások jelentkeztek. Amint várható is volt, a leg-sűrűbb korroziós nyomokat a kemény, 0.29 vastartalmú alumíniumlemezen észleltük (lásd 1. sz. ábra). Itt az oxidhártját a kivált vasaluminidek felsértették és ezáltal a korrozió kiinduló fészkkévé válhattak. A nemesített ötvözetnél, ahol az ötvöző alkatrészek eloszlása lényegesen finomabb, a védőhártya is épebb (ezenkívül az Mg és Mn előnyösen érzeteti korroziógátló hatását), a korroziós meghibásodások száma lényegesen kisebb (lásd 2. sz. ábra). Nemesak legnagyobb tisztasága miatt, de a szennyeződések kristálytani elhelyezkedése következtében, a legmegfelelőbbnek a 99,6%-os lágú lemez mutatkozott (lásd 3. sz. ábra). Itt a korroziós pontok mélysége igen csekély, bár számuk jelentős. Az általunk mért korroziós eredmények jól megegyeztek az eddig közölt irodalmi adatokkal.

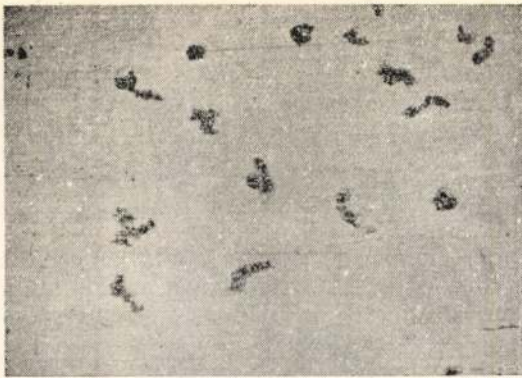
#### Súlyvesztés gr/m<sup>2</sup> nap

A folyadék alkohol %-a	éthilalkoholban		
	methyl-alkoholban	szintétikus	erjesztett nyers
kb. 100	0.008	0.010	—
kb. 75	0.015	—	0.019
kb. 40	0.003	—	0.014
kb. 20	0.001	0.007	—
kb. 5	0.003	—	0.024
kb. 2	—	—	0.043

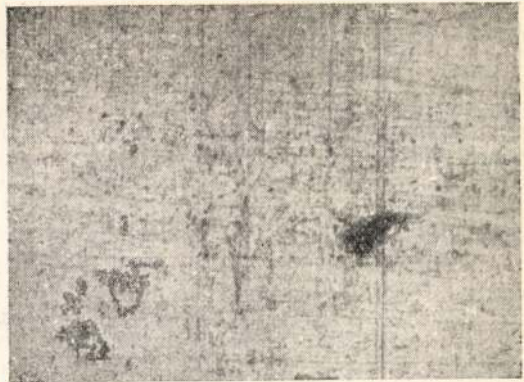
Az erjesztett alkohol nagyobb korrozivitása az agresszív erjedési melléktermékektől származik.

<sup>1</sup> Gindin L. G. Ambacsemyam R. S. és Bel'Chikova E. P. Zsur Acad. Sci U. S. R. R. 1440 (29) 44, 91.





1. ábra. 99.2% tisztaságú kemény alumíniumlemez 98 napig alkoholban korrodáltatva.



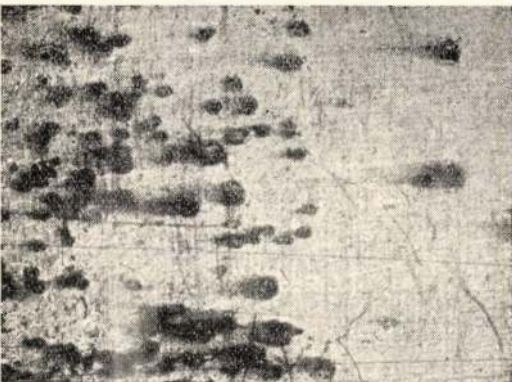
2. ábra. Nemesített antikorróda lemez 98 napig alkoholban korrodáltatva.



3. ábra. 99.6% tisztaságú lágy alumíniumlemez 98 napig alkoholban korrodáltatva.



4. ábra. Rozsdás szerszámmal vágott 99.6% tisztaságú alumíniumlemez 46 napig alkoholban korrodáltatva (a kép alsó részén, a vágási éleken erős korrózióval).



5. ábra. Szennyezett felületű alumíniumlemez 30 napig alkoholban korrodáltatva.



6. ábra. Szórópisztolyos eljárással kezelt alumíniumlemez 98 napig alkoholban korrodáltatva (hideg lemezre szórt meleg oxidációs szer).



7. ábra. Szórópisztolyos oxidációs eljárással kezelt alumíniumlemez 98 napig alkoholban korrodáltatva (meleg lemezre szórt meleg oxidációs szer).



8. ábra. Eloxált alumíniumlemez 98 napig alkoholban korrodáltatva.



A könnyűfémekbe benyomódott idegen fémek és nemfémek szennyezések viszont még a megfelelő tisztaságú alumíniumlemezt is tönkretesznek. Szennyezett, rozsdás vasollóval vágott 99.6% tisztaságú alumíniumlemez szélein 99.6%-os alkoholban a lemezre tapadt rozsdá, reve és fém vasszemcsék következtében 46 nap alatt igen erős korrózió mutatkozott (lásd 4. sz. ábra). A lemez felületébe nyomott por, homok és grafitzemcsék pedig 30 nap alatt 0.1 mm-nél mélyebb korroziós krátereket okoztak (lásd 5. ábra). Tekintettel arra, hogy kellő gondosság hiányában gyártott alumíniumlemezeknél ilyen és hasonló szennyezések gyakran előfordulnak, a szeszszel érintkező apparaturák gyártásánál a legnagyobb gondosság és tisztaság betartása elsődleges követelmény. Ugyanezek miatt az okok miatt ügyelni kell arra is, hogy az esetleges hegesztési varratok salakzárványtól mentesek és épek legyenek. A legegyszerűbb a hegesztést valamelyik hegesztőpor nélküli eljárással (elektromos varrathegesztéssel), vagy argonare eljárással elvégezni. Ha ez, berendezés hiányában lehetetlen, akkor mindenesetre neutrális, korroziómentes hegesztőpor használata szükséges.

Összefoglalva az elmondottakat, azt láthatjuk, hogy lágy állapotban a 99.5%-nál tisztább alumínium, ha a fém felülete kifogástalan, alkohollal szemben megfelelő. Már kisebb szennyezések és tisztatlanságok azonban az oxidréteg felszakadásához és a korrózió megindulásához vezetnek.

Tehát ipari szempontból is megbízhatóan 99.5%-nál tisztább alumíniumot alkoholos közegben csak úgy használhatunk fel, ha a természetes oxidréteget mesterségesen erősítjük. A mesterségesen erősített, pórusos oxidréteget utólag valamilyen módon (vízüveges kezeléssel, gőzzel, lakkal, műanyaggal stb.) tömíteni kell.

Különböző felületkezelési módszerekkel kezelt alumíniumlemezeket az alkohol hatásának alávetve, azt tapasztaltuk, hogy a szórópisztoly segítségével felvitt kémiai oxidréteg erősítési eljárás<sup>2</sup> már hathatós védelmet nyújt. Ennél az eljárásnál a természetes oxidhártyát a kezelési hőfoktól függően, az eredeti vastagságnak 3–10-szeresére növeltük.

A 6. sz. ábra hideg lemezre szórt meleg oxidálószerrel kezelt próbát szemléltet. (A kísérleti körülmények az előbb leírttal azonosak voltak: 98 nap, 96%-os alkohol.) A képen is láthatjuk, hogy csak elenyésző csekély mennyiségű korróziós kivirágások keletkeztek. Itt az oxidréteg vastagsága a természetes oxidréteg 0.1 mikronjával szemben 0.3 mikron. A 7. sz. ábrán szemléltetett lemez védőhártyája 1 mikron (itt a meleg oxidálószer kb. 70° C-ú meleg lemezre fújtattuk) ez a rétegvastagság már úgyszólván tökéletes korrózióvédelmet szolgáltatott. A szórópisztolyos védőeljárásnak nagy előnye, hogy a védendő tárgyakat nem kell huzamosabb ideig fürdőkbe mártogatni és ezáltal a védendő tárgy nagyságát a rendelkezésre álló fürdő mérete nem korlátozza.

A 8. számú ábra közönséges, kemény kereskedelmi alumíniumlemez fényképe, mely 15 mikron vastagságú eloxalréteggel lett bevonva

és utána 5%-os vízüveges tömitési eljárásnak alávetve. Ez a vastag, kemény réteg természetesen a legtökéletesebb védelmet nyújtja. (A korróziós kísérlet körülményei az előbbiekkal megegyeznek.) Az eloxálásnak csak az a hátránya, hogy a rendelkezésre álló berendezések nagysága a kezelendő tárgyak méreteit korlátozza, továbbá az, hogy az eljárás aránylag költséges (10–18 Ft/m<sup>2</sup>).

Az előadottakból tehát láthatjuk, hogy aránylag egyszerű eszközökkel módunkban áll az alumíniumnak az alkohollal szembeni ellenállóképességét tökéletes mértékig fokozni.

Kész berendezési tárgyaknál és apparátusoknál korrózió szempontjából a legveszélyesebb rész mindig az összeerősítési hely. Itt akár korcolással, szegeccsel, vagy hegesztéssel dolgozunk, a lemez eredeti felületét megsértjük, a védő oxidréteget pedig gyengítjük. Ezt a veszélyt az utólagos oxidációs kezelés segítségével szintén megszüntethetjük.

Végül néhány, a hazai iparból vett példát sorolunk fel, ahol az alumíniumot a szeszszel sikeresen használták fel:

1. Szeszlejáró készülék, eloxált Al-Mg-Si ötvözetből. Üzemben 1942 óta.
2. Cefrebepárló berendezés (eloxált Al-Mg-Si ötvözetből). Üzemben 1943 óta.
3. Borlepárló apparatura (eloxálatlan Al-Mg-Si).

1947. évben a készülékeken tartott vizsgálatok alkalmával korrózió nem volt észlelhető. A berendezés helyes karbantartásának viszont előfeltétele volt, hogy huzamos üzemzűnetek alkalmával a készüléket tisztára mossák és utána kiszáritsák. Szennyezett, vagy nedvesen álló apparaturánál a könnyűfém anyagok gyenge korróziója volt észlelhető.

4. Erjesztő tartályok belső bélése és csővezetékek (víz-, gőz-, cefrevezetékek stb.).

5. A szeszszállító tartályok és hordók gyártása, bár külföldön nagyiparilag már rég megoldott kérdés, a magyar iparban még megvalósításra vár.

## Hazai hírek

**Az Alumíniumkutató Intézet átvette az Alumíniumtanműhelyt.** A Népgazdasági Tanács határozata értelmében a Gussev utcai Al-tanműhely az Alumínium Kutató Intézet vezetése alá került. Az Intézet a tanműhely eddigi gyümölcsöző programját még szélesebb alapokra fogja fektetni, amelyben továbbra is a különféle szakmunkásoknak az alumíniumfelhasználás terén való speciális kiképzése szerepel. Emellett azonban a Kutató Intézet a tanműhelyen keresztül a saját kísérleti eredményeit is akarja ezentúl gyakorlati terepre átültetni, mint pl az ultraszónikus forrasztást, újabb, az eddig ismerteknél jobb festékalap kiképzést, kémiai felületkezelést stb. A Tanműhely egyelőre a régi helyén marad, de az újonnan épülő, hatalmas, korszerű intézeti épületben már az új célkitűzéseknek megfelelő helyet fog kapni.

Az Alumínium Kutató Intézet felvette továbbá az érintkezést az alumíniumipar üzemének felelőseivel is azért, hogy üzemeikben felmerült nehézségeiknek, problémáiknak gyorsabb és tervszerűbb megoldása érdekében forduljanak az Intézethez, amely a kérdések megoldására mindenkor a legmegfelelőbb tanácsal és felvilágosítással fog a legrövidebb idő alatt szolgálni.

<sup>2</sup> Az eljárást az Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet dolgozta ki.



# Az anódeffektus kryolith-timföldolvadékok elektrolízisének

Folytatás

Ismertetés prof. A. I. Bjeljajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvből.

Összeállította: SZAKÁLPÁL

**Анодный эффект при электролизе сплавов криолита-глинозема.**

**Plate efficiency electrolysis of cryolite-alum earth fluid solutions.**

## 2. §. A kritikus áramsűrűség nem szénanódák esetében.

Kryolith-olvadék. Anódul különböző fémek, oxidok és ferritek szolgáltak. A kísérletek során azonban, úgy a fém-, mint oxid- vagy ferritanódák alkalmazása esetében az anódeffektus jelensége nem lépett fel és az anód az áramerősségnek egy adott határon túl való növelésekor elroncsolódott, ami az egyenáramú kör megszakadására vezetett. A tiszta grönlandi kryolithtal 1010<sup>o</sup>-on végrehajtott kísérlet-sorozat eredményei az 5. és 6. sz. táblázatokban látható.  $d_{rom}$ -al a kísérlet során azt a maximális áramsűrűséget jelöltük, amely az anód elpusztulására vezetett.

5. sz. táblázat  
Fémánódok romboló áramsűrűsége és olvadáspontja ( $Na_3AlF_6$ )

Fém	$d_{rom}$ A/cm <sup>2</sup>	A fém olvadáspontja °C
Pt . . . . .	40,3	1,771
Ni—Cr . . . . .	35,3	1,660
Fe . . . . .	22,9	1,530
Ni . . . . .	18,7	1,455
Cu . . . . .	13,8	1,083

Láthatjuk, hogy az elért áramsűrűségek lényegesen magasabbak a szénanóda esetében mért kritikus áramsűrűségnél, ezenkívül az 5. számú táblázatból világosan kitűnik a romboló áramsűrűség és a fémánódák olvadáspontja közötti arányos összefüggés.

Ez azt mutatja, hogy az anódok pusztulásának legfőbb tényezője a Joule-hő és ezenkívül valószínűleg nagy szerepe van az anódtermékek kémiai hatásának is. (Jelen esetben  $F_2$ .)

6. sz. táblázat  
Oxidok és ferritek romboló áramsűrűsége ( $Na_3AlF_6$ )

Oxid vagy ferrit	$d_{rom}$ A/cm <sup>2</sup>
$Fe_2O_3$ . . . . .	31,62
NiO . . . . .	28,78
ZNO . . . . .	24,70
$ZnO + Fe_2O_3$ . . . . .	23,50
$NiO + Fe_2O_3$ . . . . .	21,30
$SnO_2 + Fe_2O_3$ . . . . .	19,26

Ólomkloridolvadék. Anódul különböző fémek, magnetit és olyan ferritek szolgáltak, amelyek 550—600<sup>o</sup>-on elégséges elektromos vezetőképeséggel rendelkeznek.

Fémánódokkal az eredmények hasonlóak voltak a kryolithnál nyert megfigyelésekhez. Tehát az anód az áramsűrűség növelésekor beizzik és elpusztul anélkül, hogy az anódeffektus jelensége bekövetkezne.

A 7. sz. táblázat az ólomkloridban mért romboló anódikus áramsűrűségeket adja meg fémánódok esetében.

7. sz. táblázat  
Fémánódokra jellemző romboló áramsűrűségek ( $PbCl_2$ )

Fém:	$d_{rom}$ A/cm <sup>2</sup>
Ni . . . . .	63,1
Fe . . . . .	59,9
Ni—Cr . . . . .	42,7
Cu . . . . .	36,7

A magnetit- és ferrit-anódoknál viszont megfelelően magas áramsűrűségnél sikerült jellegzetes anódeffektust kiváltani.

A 8. sz. táblázatban a magnetit- és ferrit-anódoknál az anódeffektus fellépésére jellemző adatok szerepelnek.

8. sz. táblázat  
A kritikus áramsűrűség magnetit és ferritanódákra ( $PbCl_2$ )

Az anód anyaga	$d_{kp}$ A/cm <sup>2</sup>	Az áramerősség az anódeffektus pillanatában A	A feszültség az anódeffektus pillanatában V
$Fe_2O_3$	38,8	1—6	116—100
$SnO_2 \cdot Fe_2O_3$	48,3	1—15	115—65
$NiO \cdot Fe_2O_3$	37,5	3—15	114—90

Az anódeffektus itt is magas feszültséggel jár, szintén jelentkezik a fényes ívkisülések gyűrűje az anód és fürdő vonalán. A szénanódáknál előálló anódeffektussal szemben azonban a magnetit- és ferritanódoknál fellépő anódeffektus fellépésekor az áramerősség erős lüktetése figyelhető meg. Jelentős, hogy sem a magnetit-, sem a ferritanódák a kísérlet során semmi roncsolódást nem szenvedtek és külső alakjukat a kísérlet végéig megtartották.

Ólom- és nátriumkloridolvadék elektrolit mellett mért anódeffektus feszültség-áramerősség-értékek, az anód anyagának az anódeffektusra való hatását illusztráló görbéké alakították fel. (12. sz. ábra.)

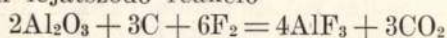
A kloridolvadékban meghatározott görbék lefutása általában eltér a kryolitholvadéknál végzett mérések görbéitől. A normális elektrolízisnek megfelelő ab. görbeszakasz egy bizonyos pontján beáll az anódeffektus, a feszültség







2. Egy másik felfogás szerint, amelyet Prjuvo és Guszkov (31., 78. sz.) fejtettek ki, az anódeffektus az anódon kiváló haloid és az olvadéokban lévő oxid közötti másodlagos reakció jellegének megváltozása következtében áll be. Szerintük abban az esetben, ha nem áll elegendő timföld rendelkezésre, hogy az anódon kiváló fluorral reagáljon, utóbbi az anód karbonjával lép reakcióba. Ezek szerint kryolith-timföldoldvadék normális elektrolízisének az anódon lejátszódó reakció



viszont anódeffektuskor:

$2\text{F}_2 + \text{C} = \text{CF}_4$  egyenlet értelmében szénhaloid keletkezik, ami az anódeffektust előidézné.

Ezzel a nézettel szembenáll, hogy szénhaloid képződése csak fluorid-elektrolízisének figyelhető meg, továbbá, hogy a fluoridok magas bontási feszültsége miatt a  $\text{CF}_4$  képződése csak az anódeffektus magas feszültségénél következhet be, tehát nem tekinthető kiindulási folyamatnak. Ugyancsak nem magyarázza meg ez az elmélet a nem szénanódoxidnál megfigyelt anódeffektusjelenséget.

3. Az anódeffektus oka az elektrosztatikus erőben keresendő.

Ezt az elméletet Wartenberg (80. sz.) és Coehn (98. sz.) vizes oldattal végzett kísérletek alapján állították fel. Szerintük az anódeffektus jelensége az anódon kiválasztott gázbuborékok elektrosztatikus töltésének változása alapján magyarázható. Az oxidokat is tartalmazó elektrolitokban a gázhólyagok pozitív töltésűek, tehát az anódról eltaszítatnak és buborékok formájában távoznak annak felületéről. Az elektrolitnak oxidtartalom szempontjából való elszegényedésekor a buborékok töltésének előjele megváltozik és a most már negatív töltésű buborékok az anódhoz tapadva, azon jól záró gázhárttyát képeznek. Ennek a gázhárttyának elektromos ellenállása idézné elő az anódeffektus ismert jelenségét.

Kabanov és Frumkin (99. sz.) rámutattak arra, hogy az anódgázoknak az elektródához való tapadása vizes oldatoknál nem elektrosztatikus erő, hanem a gáz-folyadék-elektroda határon fellépő felületi feszültségviszonyoktól függ. Ennek alapján Wartenberg is revideálta korábbi nézeteit, a buborékok töltési viszonyait mellékes fontosságúnak minősítve és elismerve a felületi feszültség, illetve a nedvesedési viszonyok döntő jelentőségét.

4. Az anódeffektus okát az elektrolit felületi feszültségének megváltozásában és az anódfelületen jelentkező nedvesedési viszonyok alakulásában kell keresni. Arndt és Probst (95. sz.) szerint az anódeffektust kiváltó legfontosabb tényező az anódnak az elektrolit általi nedvesítése. Ez a felületi feszültség alakulásától függ és akkor áll be, ha  $\sigma$  anód-gáz  $> \sigma$  elektrolit-gáz +  $\sigma$  anód-elektroid. Minél nagyobb  $\sigma$  elektrolit-gáz és  $\sigma$  anód-elektrolit, annál kevésbé valószínű, hogy az egyenlőtlenség igazolódik,

tehát annál rosszabb a nedvesítés és annál könnyebben áll be az anódeffektus.

Az elektrolit-gáz határon fellépő felületi feszültségnek ( $\sigma$  elektrolit-gáz) a timföldtartalom függvényében való lényeges ingadozására nézve kísérleti adatok nem állnak rendelkezésre. Wartenberg és Wehner az anód-elektrolit általi nedvesítést főleg az anód-elektrolit határon fellépő felületi feszültség alakulásának tulajdonítják. ( $\sigma$  anód-elektrolit.)

A  $\sigma$  anód-elektrolitnak az olvasztott elektrolit oxidtartalmától való függésének bizonyítására Wartenberg és Wehner a következő kísérletet hajtották végre:  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  felolvasztott aequimolekuláris keverékének egy cseppjét platinalemre helyezték. Az oxidok eltávolítása céljából száraz sósavgáz hatásának kitéve, a csepp gömbalakú formát vett fel, ami az olvadék-lemez határon a felületi feszültség emelkedését mutatta. Nyirkos levegő hatására a csepp vékony rétegben folyt szét, ami arra mutat, hogy a vízgőzökkel való cserebomlás révén keletkező oxidok jelenléte az olvadék és platinalemez határan a felületi feszültség csökkentésére vezetett. Száraz sósavgáz újbóli hatására a csepp újra felvette a gömbalakú formáját. Hasonló jelenség figyelhető meg, ha platinalemez helyett grafitlemez használunk.

Ezek szerint az olvadéokban jelenlévő oxidok az elektrolit-anód határfelületen, a felületi feszültséget csökkentve, elősegítik az anódnak az elektrolit általi jó nedvesítését. Ha az elektrolitban az oxidtartalom lecsökken, a felületi feszültség növekedése következtében az elektrolit nem nedvesíti jól az anódot, a gázbuborékok az anódhoz tapadnak, egyre nagyobb átmeneti ellenállást idézve elő, végül kialakul az anódeffektusra jellemző, az egész anódfelületet beborító gázhárttya. Tiszta oxidmentes elektrolitban ezek szerint normális elektrolízis lehetetlen. Wartenberg szerint tiszta olvasztott  $\text{CaCl}_2$ -ben az anódeffektus tényleg már  $0.01 \text{ A/cm}^2$  áramsűrűségnél fellép. A gyakorlatban tiszta haloidok elektrolízise azért vihető keresztül, mert az elektrolitoldvadék és a nedves levegő közötti kölcsönhatás következtében mindig jelen van olyan mennyiségű oxid, ami az elektrolízis lefolytatását aránylag magas áramsűrűség mellett lehetővé teszi.

## 2. §. A nedvesedés szerepe az anódeffektus jelenségénél.

Az anódeffektus magyarázatára vonatkozó fentebb ismertetett nézeteket kiértékelve, legteljesebbnek és legkielégítőbbnek Wartenberg és Wehner nézetét minősíthetjük, amely szerint az anódeffektus bekövetkezését az anód-elektrolit határon a felületi feszültség nagybodása, tehát az anód nedvesedésének megszakadása idézi elő az oxidkoncentráció csökkenésével kapcsolatban. Ez a nézet jól egybevágh az ipari elektrolíziseknél tett megfigyelésekkel és az összes eddigi kísérleti eredményekkel.

Zsivov (19. sz.) megmérte a felületi feszültség alakulását tiszta kryolithra és 17.5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmú kryolitholdvadéokra, a gáz-elektrolit határra vonatkoztatva és úgy találta, hogy a timföldtartalom ezt a felületi feszültséget mindössze 1.5%-ban változtatta meg. Ezzel ellentét-

31. Prjuvo: Leksii po teoriji elektroliza aljuminija, 1934.

73. V. M. Guszkov: „Metallurg”, 1934. No. 10, 78.

86. H. V. Wartenberg, G. Wehner: Zt. f. Elektrochemie. 1935. 41, 448.

98. A. Coehn: Zt. f. Elektrochem. 1923. 29. 1, 306.

99. B. Kabanov i. A. Frumkin: Zsurnal fiziceszkoi himii, 1933, 538; 20, 1933. 54.

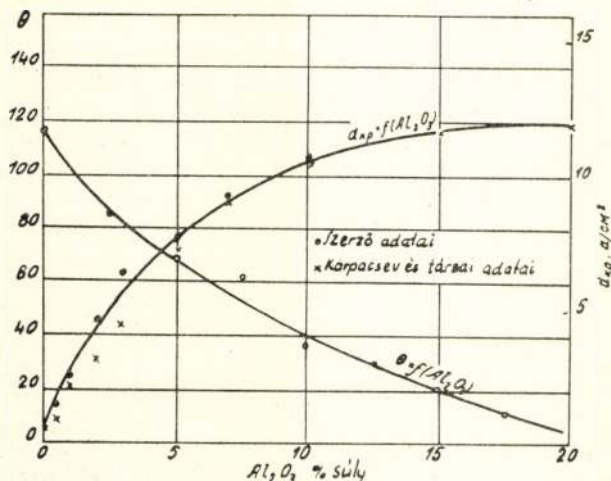
(95.) Arndt u. H. Probst, Zt. f. Elektrochem. 1923. 2: 9. 19. V. P. Masovec Elektrometallurgia, 1938, ONTI, cs. I.



ben az anód-elektrolit határon a felületi feszültség az olvadék timföld- vagy egyéb oxidtartalmának megfelelően erősen változik.

Ezen a területen az igen hézagos kísérleti adatokat alapos és sokoldalú kísérletsorozatokkal egészítette ki a szerző, ami lehetővé tette az említett nézet eddiginél sokkal alaposabb bizonyítását. Megállapítható volt, hogy a kryolith-timföldolvadékokban a timföld felületileg aktív és az olvadék-szén határon a felületi feszültséget lényegesen csökkenti. Ebből az következik, hogy a nedvesedési határszög nagyságának és a kritikus áramsűrűségnek a fürdő timföldtartalmától függően fordított értelemben kell változnia. A 13. sz. ábra mutatja be a nedvesítési határszöget az elektrolit-szén határra nézve, továbbá a kritikus áramsűrűséget a timföldtartalom függvényében. 13. sz. ábra. Az iparban előforduló oxidtartalom által meghatározott felületi feszültség az anód jó nedvesedését biztosítja, tehát az anódgázok buborékok formájában ekkor eltávozhatnak az elektróda felületéről. Az elektrolízis folyamán az oxidtartalom csökkenésének arányában az anódfelületen a fürdő felületi feszültsége növekszik (az anód nedvesedése rosszabb lesz), aminek következtében a gázbuborékok megnagyobbodnak és nehezen válnak el az anóda felületétől. Egy adott minimális timföldtartalomnál, amelynél az adott áramsűrűség megfelel a kritikusnak, a felületi feszültség az anód-elektrolit határfelületen olyan nagy lesz, hogy a buborékok könnyen eltaszítják az elektrolitot az anódtól és összefüggő hártját képeznek annak felületén. Ez magával hozza a nagy átmeneti ellenállást, a kapocsfeszültség emelkedését és az anód körül az ívszerű kisülések megjelenését, tehát az anódeffektus kísérő jelenségeit. Újabb timföld adagolása az anód-elektrolit felületen csökkenti a felületi feszültséget, az elektrolit újra nedvesíteni tudja az anódot, a gázhártja ennek következtében megsemmisül és helyreáll az elektrolízis normális folyamata.

Az elektrolitban a timföldön kívül egyéb felületileg aktív anyagok is lehetnek. (NaF, KF, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.) A kritikus áramsűrűséget kialakító felületi feszültségviszonyok ezeknek a timfölddel egyidejű hatásától is függ. Mivel azonban a fürdőösszetételben a leglényegesebb



13. sz. ábra. A nedvesítési határszög és  $d_{krit}$  kritikus áramsűrűség változása kryolith-timföld-olvadékok Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmának függvényekéért.

ingadozást a timföldkoncentráció mutatja, az anódeffektus bekövetkezését gyakorlatilag utóbbi tényező határozza meg.

A fürdőben jelen lehetnek felületi inaktív anyagok, mint CaF<sub>2</sub> és MgF<sub>2</sub>, amelyek az illető fémek kis mennyiségben jelenlévő oxidjaiból képződnek. (Folytatjuk.)

## Egyesületi hírek

**Tervfelbontás az alumíniumiparban.** Mult év november 20 án jelent meg az Ipari Értesítőben a 14.400/1949. Eln. számú körrendelet, mely a „Termelési tervek felbontásáról és a dolgozó egyénekig való leviteléről” szól.

Ezt követelőleg az Alumínium Szakosztály a hozzátartozó iparágak részére 1950 február hó 14-én a Bányászati és Kohászati Egyesület székházában tervfelbontási ankétot tartott.

Az ankéton elhangzott javaslat, illetőleg az ott elfogadott határozat értelmében a Nehézipari Minisztérium V. könnyűfémipari főosztályának üzemgazdasági osztálya és az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület alumíniumszakosztálya munkaközösségben kidolgozta az alumíniumipari üzemek tervfelbontásának alapelveit és gyakorlati módszereit.

A munkaközösség tagjait a kidolgozásban egyrészt vezérelte az az elgondolás, hogy az alumíniumiparon belül az egyes szakmákhoz tartozó vállalatok tervfelbontása azonos alapelvek mellett és azonos módszerekkel történjék, másrészt a tervfelbontás területén eddig alkalmazott módszerek hiányosságát igyekezett megszüntetni.

A tervfelbontás eddigi módszereinek alkalmazása során ugyanis a munkaverseny egyes vállalatokon belül nem mindig a megfelelő és helyes irányban haladt, aminek következtében az egyes munkahelyeken meghatározott technológiai folyamat mind mennyiségileg, mind minőségileg gyakran megingott, ez viszont az üzem egészének termelésére károsan hatott vissza.

Az alumíniumipari tervfelbontás új rendszerét a munkabizottság munkahelyekre vonatkozóan dolgozta ki oly módon, hogy számbavette az illető munkahelyen megkövetelt mennyiségi és minőségi teljesítményt, meghatározta ennek figyelembevételével a tervfelbontás gyakorlati technikáját és részletesen kidolgozta a kiértékelés módszereit. Ahol ennek a szükségessége fennállott, ott az egyes munkahelyek tervfelbontási adatai egymással szoros összhangban lettek meghatározva.

A tervfelbontási és kiértékelési módszerek munkahelyenként és azon belül munkavállaló-csoportonként önálló lapokon nyertek kidolgozást olyformán, hogy ezek a külön lapok az egyes munkahelyeken, illetve egyes csoportokban dolgozó munkavállalók rendelkezésére bocsáthatók. Ezek alapján a munkavállalók részleteiben is megismerik a rájuk háruló feladatokat, módjukban van a mennyiségi és minőségi teljesítményeiket növelni és a növelést állandóan szemmel tartani, de ezenfelül módjukban van a feladatok teljesítményével változó bérüket ki is számítani.

A munkabizottság a tervfelbontás adminisztratív lebonyolításának kérdéseit is tisztázta szakmánként és ilymódon lehetőség nyílik arra, hogy az egyes szakmákon belüli munkaverseny egységes alapon folyhasson és a kiértékelés azonos szempontok alapján történhessék.

A munkavállalónként, illetve munkavállaló-csoportonként, illetve munkahelyenként részletezett tervfelbontási és kiértékelési lapok egy egységes tervfelbontási útmutatóban is össze lettek foglalva, hogy az alumíniumipar egész területére vonatkozó tervfelbontás és kiértékelés módszerei az érdekeltek számára hozzáférhetővé válják.

Dérvári Dezső



## Lapszemle

**Lajeunesse: Adatok a francia könnyűfém-iparról.\***

Franciaországban jelentős az alumíniumgyártás, mert úgy bauxit, mint tetemes vízierő rendelkezésére áll.

1938-ban a bauxitkitermelés 680.000 tonna volt, melyből 280.160 tonnát exportáltak, első sorban Németországba (184.000 t), valamint Nagy-Britanniába (72.000 t). Az 1945. évben 302.000 tonnára csökkent a termelés, de 1948. évben ismét 774.000 tonnára emelkedett.

A jelenlegi 133.000 tonnát kitevő export kevesebb, mint a háborúelőtti volt. Franciaország a bauxitszállításokat Németország részére nem szüntette be, de Anglia az Aranypartok bányáit a háború alatt feltárta és szükségletét ma is innen fedezi. Franciaország a bauxitot főleg timföldgyártáshoz használja fel. Őt üzeme van, amely a timföldet a Bayer-eljárás szerint állítja elő, három ezek közül a Gardanne Saint-Au-ban és Salindreauban fekszik és a Societe Alais Froges és Camargne (Péchiney)-hez tartozik. A Barasse-ban levők pedig a Societé d'Electrochimie et des Aciéries d'Ugine-hoz tartoznak, míg a Marseille-hez közel fekvő Saint-Louis-ban lévő gyár a Societé Française pour l'Industrie de l'Aluminium-hoz. Ennél svájci érdekelttség is képviselve van.

Az 1938. évben 11.000 tonnát kitevő timföldtermelés 1948-ban 213.000 tonnára emelkedett. A szigorú áramkorlátozások miatt ezen timföld egy részét Norvégiában, Ausztriában és Svájcban dolgozzák fel az „Aluminium Française” részére. De továbbmenőleg az előállított timföldnek egy részét 1947-ben Kanadába szállították alumínium-fémekkel történő kicserélése céljából. Az alumíniumkohóüzemek közül 9 darab az Alpokban fekszik, 4 üzem pedig a Pyreneusokban. Ezen számok (9 és 4) megfelelnek a Péchiney és Ugine között megállapított birtokarányoknak. Azonban mindkét társaságnak mind az Alpokban, mind a Pyreneusokban vannak üzei. A kohók összkapacitása 93.000 tonna alumínium évente.

**Erőtelepek:** Államosítás következtében az erőtelepeket az alumíniumtermelőktől kisajátították és az alacsony vízállási szezon alatt erősen racionalizálták. Lehetséges, hogy az erőtelepek ellenőrzését az államosítás nélkül is fenn tartották volna. Míg 1949. év első negyedében az erőelosztás csak 7000 tonna alumínium előállítását tette lehetővé, addig 1939 első évnegyedében az alumíniumtermelés 10.500 tonna volt. Bár az alumíniumtermelés visszaesett, Franciaországban az erőműtelepek kapacitása 1939-től 1948-ig 40%-kal emelkedett. Az alumíniumkohóüzemek csak a nyári hónapok alatt dolgoznak teljes üzemmellel, míg a többi évszakban a termelést redukálják. Ez a szabálytalan üzemvitel különösen a kemencék újbóli helyreállítása miatt tekintélyes kiadásokat von maga után és ebben rejlik főoka annak, hogy a francia alumíniumipar magas termelési költségekkel dolgozik, annak ellenére, hogy a francia üzemek oly kimagasló műszaki berendezéssel rendelkeznek. Így egynéhány kemence fogyasztása csak 16.000 kWó/t alumínium (általában 20–21.000 kWó/t).

\* Metal Industry 1949. X. 14i szám. Fordította: dr. Suchanek János.

Az előbbieken közöltek a nyersalumíniumtermékekre vonatkoztak. Az átolvasztó-alumíniumipar kevésbé fejlett, mint Nagy-Britanniában, ahol a háborús időkből megmaradt nagy hulladékmennyiség állott rendelkezésre. Franciaországban az átolvasztott alumíniumtermék 1948. évben 23.000 tonnát tett ki.

Franciaországban a legtöbb alumíniumot felhasználó iparok, a villamosipar (19%), a szállítóipar (úgy mint repülőgépek, autók és hajók) (18%), a gépipar (14%) és a háztartási cikkeket gyártó ipar (11%).

Az alumíniumgyártmányok ipara fejlett, kapacitásuk évenként 18.000 tonnára becsülhető.

## Levelesláda

### 10. Kérdés.

Alumíniumárut olajpapírba csomagoltunk. Egy reklamációval kapcsolatosan észleltük, hogy az olajpapír alatt, a vele érintkező felületen, fehér kivirágzások keletkeztek. Az eredeti gyári csomagolások sértetlenek voltak. Kérdés, hogy mi lehetett a korrózió oka?

### Felelet:

Ha a csomagolások valóban sértetlenek voltak és az olajpapíron keresztül a fémmel agresszív közeg nem kerülhetett érintkezésbe, a korrózió oka csakis az lehetett, hogy az olajpapír sav-, illetve lúgtartalmú volt. A sav-, illetve lúgtartalmú olajpapírral hosszabb ideig érintkező könnyűfém pedig valóban korrodálhat. Ennek a kiküszöbölése pedig úgy lehetséges, ha a könnyűfémek csomagolására felhasználta csomagolóanyag beszerzésénél külön kihangsúlyozzuk, hogy a papírost sav- és lúgmentes minőségben kell szállítani.

D.

### 11. Kérdés.

Igaz-e az, hogy a villamos kondenzátorokban az alumíniumfolia nem pótolja teljesen az ónfoliát?

### Felelet:

Még a kérdésnek sincs alapja, mert a mai rádió- és távbeszélőkészülékekben már majdnem kizárólag alumíniumlemezt és foliát alkalmaz a villamosipar. Az alumínium kondenzátoroknak a következő előnyük van:

1. Az alumínium alkalmazása 60%-kal csökkenti a beépített fémmennyiséget és 50%-kal a kondenzátorsúlyt.

2. Aránytalanul olcsóbb az ónkondenzátornál.

3. Vegyileg sokkal ellenállóbb.

Az ónkondenzátorok a közéjük helyezett parafinnal itatott papírral, különösen magasabb feszültségnél, vegyi hatásba lép, amely egész rövid idő alatt csökkenti a kondenzátor átütőképességét. Ezt a jelenséget az alumíniumkondenzátorok használatánál nem figyelték meg. Az alumíniumfoliáknak a vastagsága különben nem tízedmilliméterekre, hanem csupán 0.007–0.015 mm-ig terjed.

JY.



## 12. Kérdés.

A közlekedési járművek felépítményébe beépített különböző alumínium alkatrészek használat közben gyakran az utazóközönség kezét és ruházatát piszkítják és megfeketítik. Ismeretes, hogy az alumíniumnak ezt a hátrányos tulajdonságát a védtelen felületű lágy fémről lemorzsolódó finom alumíniumszemesék okozzák.

Kérdezzük, létezik-e egy az anódikus oxidációnál lényegesen egyszerűbb és olcsóbb eljárás, amellyel ez a kellemetlen jelenség kiküszöbölhető lenne?

## Felelet:

Ismeretes, hogy minden alumíniumtárgy felületét egy vékony (0.0002 mm-es) alumínium oxidréteg fedi. A gyakorlatban ez az igen vékony hártva a fém felületéről ledörzsölődik, ami által a lágy könnyűfémek csupasz felülete idegen tárgyakkal érintkezésbe kerülve, azokat piszkítja, illetve feketíti. Ezt az előnytelen jelenséget a természetesen jelentkezett, de vékony alumínium oxidhártvának mesterséges erősítésével küszöbölhetjük ki.

Az alumínium oxidhártva vastagságát vagy elektromos áram segítségével, vagy kémiai oxidálószerek felhasználásával növelhetjük.

Az előbbi eljárás anódikus oxidáció (eloxálás) elnevezésen közismert; kivitelezésével sok vállalat foglalkozik. Az anódikus oxidáció igen kemény, korrozióálló, dörzsölésre kevésbé érzékeny, vastag (0.02 mm-es) alumínium oxidréteget eredményez. Az eljárás hátránya, hogy aránylag költséges berendezést igényel; üzemköltsége pedig az áramfogyasztás miatt jelentékeny. 1 m<sup>2</sup> felület anódikus oxidációja átlagosan 12–18 Ft-ba kerül. Könnyűfémekből készült autóbusz- vagy villamosfogantyúk, kapaszkodó rudak, ablakkeretek stb. eloxált kivitelben kerülnek beépítésre. Az eloxálásra vonatkozó irodalmat lásd dr. Geleji: „Alumínium Kézikönyv“, Domony—Köves—Vajk: „Alumínium Zsebkönyv“ stb.

A másik eljárás a kémiai oxidáció, mely — bár az előbbinél vékonyabb réteget eredményez —, a fent megjelölt célra a legtöbbször igen megfelelő. Minden kémiai oxidációs védőeljárás közös alapelve, hogy a készre munkált tárgyat zsírtalanítás után egy forró oxidáló fürdőbe mártják. A számos kémiai oxidációs eljárás közül a legkopásállóbb, a legjobban tapadó, legkeményebb oxidréteget a Magyar Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet megállapítása szerint is az alanti recept szerint állíthatjuk elő:

A kezelendő polírozott tárgyakat zsírtalanítás és tisztítás céljából egy organikus oldószerezrel — pl. trikoretillénnel — jól lemossuk. Kevésbé fényes felület igénylése esetén 30 másodpercig 20%-os töménységű, 70–80° C-ra melegített nátronlúgos oldatba mártjuk, utána hideg vízzel jól lemossuk. Az utolsó lúgnyomok eltüntetése érdekében a lúgos fürdő után a darabot 5%-os hideg salétromsavba tesszük, végül pedig hideg vízzel újra tökéletesen lemossuk.

Ez a pácolási eljárás csak akkor szükséges, ha az oxidálandó darabok felülete nagyon szennyezett, vagy zsíros.

Az előbb megadott tisztítási eljárástól eltérő szerek használata nem célszerű, mert az egyéb tisztítószerekből esetleg visszamaradó nyomok az oxidációs folyamatot előnytelenül befolyásolják. (Ezzel kapcsolatosan megjegyzendő, hogy különösen vízüvegtartalmú tisztítószerek használata kerülendő.)

Az oxidációs fürdő:

15 gr/1 nátriumkromát.

50 gr/1 kalcinált (vízmentes) szóda, illetve 80 gr/1 kristálysóda,

30 gr/1 nátriumhidrofoszfát (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>+12 H<sub>2</sub>O)

sók vizes oldatából áll. Az oxidréteg keménységét, tömörségét és fehér színét a nátriumhidrofoszfát adagolása biztosítja. A megadott sóoldatot vaskádában 99–95° C-ra melegítjük és az oxidáció egész folyamata alatt ezen a hőfokon tartjuk, 70° alá hűlt oxidációs fürdő már nem eredményez kielégítő réteget. Az oxidálandó tárgyakat alumínium szerkezetre akasztva tesszük a fürdőbe. Egy-egy kezelés időtartama a tárgy nagyságától függően 5–15 perc.

A daraboknak a fürdőbe való mártásánál ügyelni kell, hogy köztük és a kád vasszéle között legalább 100 mm távolság legyen, a kádfal közelében ugyanis az oxidáció kevésbé hatásos. A lehetőséghez képest az oxidálandó darabokon idegen fémszerelvények ne legyenek.

Vasalkatrészek kevésbé, fémalkatrészek (sárgaréz, ón, ólom stb.) a folyamatot igen erősen zavarják. Amennyiben mégis elkerülhetetlen, hogy az oxidáló fürdő a könnyűfém tárgyakon kívül idegen fémszerelvényekkel (mint pl. csavarokkal stb.) érintkezzen, célszerű ezeket az oxidációs folyamat előtt lakkréteggel védeni.

Az oxidációs kezelés idejének lejárta után a darabokat forró vízzel leöblítjük. Fokozott korroziós igénybevétel esetén célszerű az oxidált darabokat öt percig forró, 1%-os vízüvegtartalmú oldatban kifőzni, utána hideg vízzel megegyeszer jól leöblíteni és 100–140°-on tökéletesen kiszáritani.

A kiszáritás alkalmával az utolsó vízüvegs fürdőből a laza alumínium oxidrácsba kellő mennyiségű vízüveg adszorbeálódik és ezáltal a réteg tömörre, keményre és korrozióállóvá válik. Miután az oxidációs fürdő csak forró állapotban használható, az oxidációs kezelés közben pedig erős gázfejlődés észlelhető, az oxidációs kádat jó gázelszívó berendezéssel kell felszerelni. A keletkezett gázok és gőzök a nyálkahártyát megtámadják, ezért gondos szellőzésről, a kiszolgáló személyzet részére pedig gumikesztyűről kell gondoskodni.

Kül- és belföldi tapasztalatok alapján megállapítható volt, hogy fenti eljárással kezelt készárak korrozióellenállósága igen jó volt, a velük érintkező ruházat, bőrt stb. nem piszkítják, a felület kemény, jól tisztítható, kopásálló, az eljárás költsége, főleg az eloxáláshoz viszonyítva, csekély; átlagban —.40-től 1.20 Ft/m<sup>2</sup>.

## ALUMINIUM

Felelős szerkesztő: Heinrich József. — Felelős kiadó: a Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat vezérig. — Szerkesztőség: IX., Lónyai-utca 41. Telefon: 189–483. Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, V., Szalay-u. 4. Telefon: Központ: 112–674, 112–681, 312–545. Előfizetés: 122–299. — Magyar Nemzeti Bank. Egyszámúszám: 936515. Kultúra Nyomda N. V., Conti u. 4. Felelős nyomdavezető: Heitter Imre.



## ALUMINIUM

A MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium Szakosztálya  
és a Magyar Alumínium és Könnyűfémkutató Intézet folyóirata

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

12—13. szám.

Kísérletek nagyátmérőjű könnyűfémszegecsek  
előállítására (IV.)

DR BURAY ZOLTÁN

(Folytatás)

669.717:621.772

Короткие изложение об испытаниях у производства  
заклепок из легких металлов при больших диаметрах.

By Dr Zoltán Buray, M. Eng.

Experiments in connection with the produc-  
tion of large size lightmetal rivets.

## A szegecselhetőség időtartama.

Annak megállapítására, hogy az egyes ötvözetek és azokon belül az egyes átmérők mennyi idő alatt keményednek fel, azaz mennyi ideig szegecselhetők a hőkezelés után (52., 62., 63.), minden anyagból és minden méretből 2—2 próbatestet vettünk. A próbatesteken az előírt hőkezelést elvégeztük, ami után azonnal, majd 1, 2, 3, 4, 5 és 6, azonkívül 24 óra után, majd 3 és 8 nap múlva két helyen mértük az anyagok keménységét. A kapott értékekből megállapítható volt minden anyagra és minden átmérőre vonatkoztatva a felkeményedési görbe. A mérések eredményeit a XVII., XVIII., XIX., XX., XXI. és XXII. táblázat mutatja, míg a felkeményedési görbéket a 32—37. számú diagramok ábrázolják. A diagramokból kitűnik, hogy azok közül az ötvözetek közül, amelyek kifogástalanul fejelhetők, a nagyobb Cu-tartalmúak 4 órán belül, a kisebbek pedig 12 órán belül szegecselhetők. A fejelhetőség határa általában ugyanis a 80 kg/mm<sup>2</sup> Brinell-keményység, ezt azonban, tekintve a nagy átmérőből eredő tekintélyes deformációs köbtartalmat, vastag szegecseknél bizonyos fenntartással kell venni. Ezeknél a szegecseknél, különösen a kisebb Cu-tartalmúaknál, amelyek ezt a keménységi értéket csak hosszú pihentetés után érik el, ez a határ nem érvényes.

## Összefoglalás.

A leírt kísérletekből a következő konklúziók vonhatók le:

1. Megállapítást nyertek azok a Durál-típusú szegecsanyagösszetételek, amelyek 16, 20 és 24 mm átmérők mellett kifogástalanul fejelhetők. Ezek az anyagok a következők (XXIII. táblázat):

## XXIII. táblázat.

A kifogástalanul fejelhető nagy átmérőjű  
szegecsanyagok összetételei.

Anyag jele	Névleges összetétel:			Szennyezések:	
	Cu %	Mg %	Mn %	Si %	Fe %
4	3	0.6	0.5	max 0.2	max 0.2
11	2	0.3	—	max 0.1	max 0.2
12	2	0.6	—	max 0.1	max 0.2
13	3	0.3	—	max 0.1	max 0.2
14	3	0.6	—	max 0.1	max 0.2
15	4	0.3	—	max 0.1	max 0.2
16	4	0.6	—	max 0.1	max 0.2

Általában a Mn-mentes ötvözetek alakíthatók jól a hőkezelés után hidegen és így szegecsanyagul ezek felelnek meg legjobban. Lényeges ezeknél is a Si és Fe szennyezések alacsony tartása.

A külföldi irodalmi adatokkal szemben nemcsak 2, illetve 2,5%, hanem 3, sőt 4% Cu-tartalomnál is található nagy átmérő mellett jól fejelhető ötvözet.

2. A kísérletben előállított ötvözetek nyírószilárdsága természetesen a külföldi kis réztartalmú ötvözetek nyírószilárdságát meghaladja, tehát a feladatnak — nagyméretű alumínium-szerkezetek összeerősítésének — jobban megfelelnek a külföldiekénél.

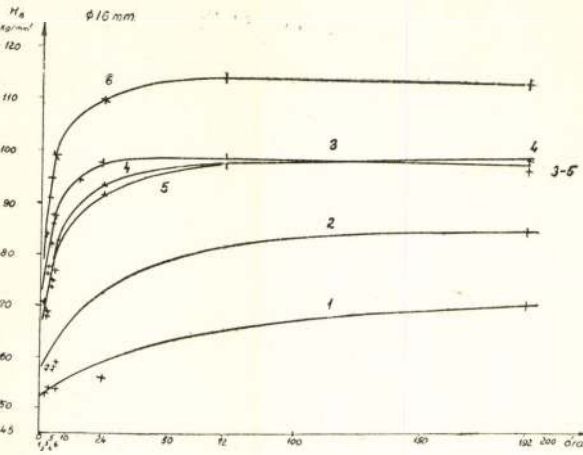
A kapott szegecsnyírószilárdsági értékek összetétel és átmérő szerint 16—26 kg/mm<sup>2</sup> közt mozognak, noha ezek az értékek az előzőekten felsorolt megfontolások alapján a valóságosnál valószínűleg 1—2 kg/mm<sup>2</sup>-rel kisebbnek adódtak.

3. A kifogástalanul fejelhető szegecsanyagok nyírókifáradási határa a 20 mm átmérőjű szegecsanyagoknál 2,000,000 igénybevétel mellett 12—15 kg/mm<sup>2</sup> közt van.

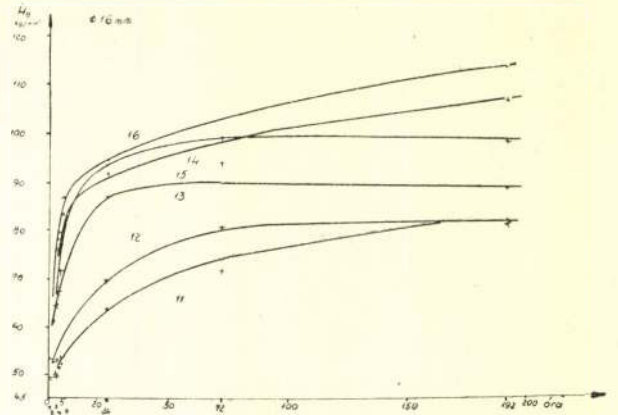
4. A szegecsanyagok pontos hőkezelése: 495 ± 5° C hőfokon való 20 pernyi tartás és hidegvízben való lehűtésből áll.

5. A megfelelő szegecsanyagok közül a 2% Cu-tartalmúak 6—12 óráig, a 3% Cu-tartalmúak 4—6 óráig és a 4% Cu-tartalmúak 1—2 óráig fejelhetők kifogástalanul.

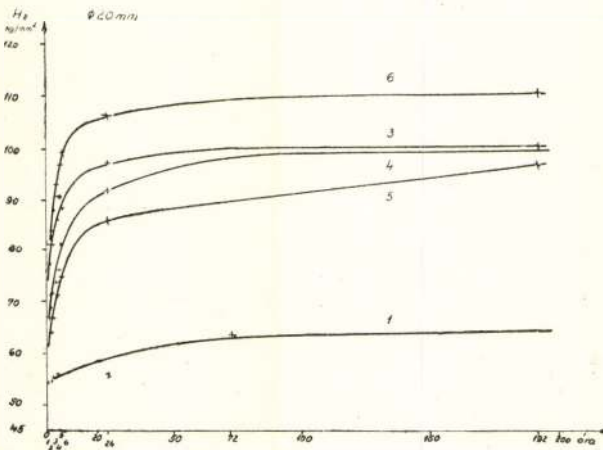




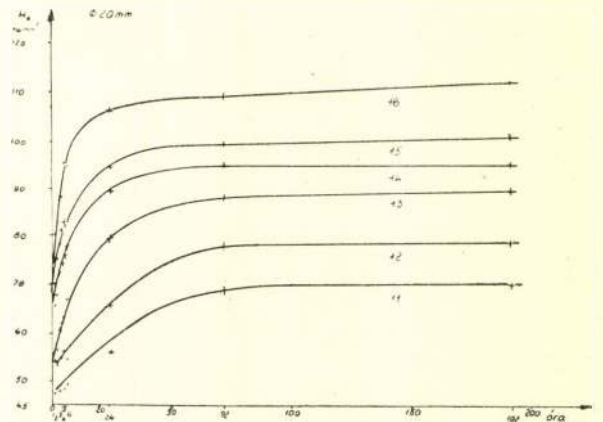
32. ábra. 16 mm  $\varnothing$  mangántartalmú szegecsűrű felkeményedési görbéje.



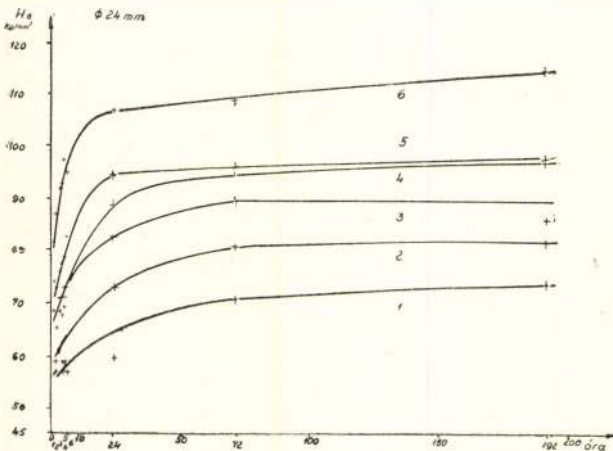
33. ábra. 16 mm  $\varnothing$  mangánmentes szegecsűrű felkeményedési görbéje.



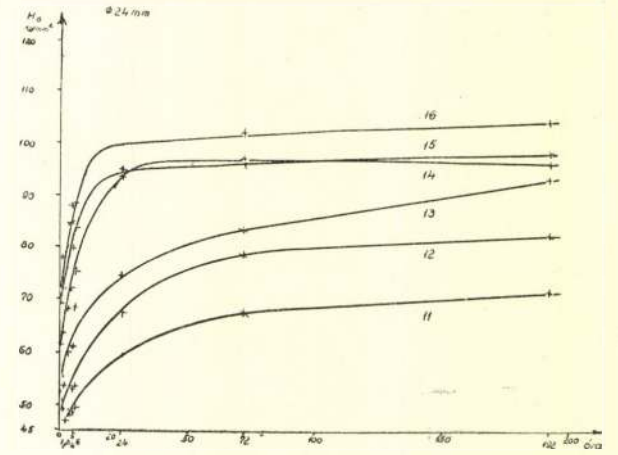
34. ábra. 20 mm  $\varnothing$  mangántartalmú szegecsűrű felkeményedési görbéje.



35. ábra. 20 mm  $\varnothing$  mangánmentes szegecsűrű felkeményedési görbéje.



36. ábra. 24 mm  $\varnothing$  mangántartalmú szegecsűrű felkeményedési görbéje.



37. ábra. 24 mm  $\varnothing$  mangánmentes szegecsűrű felkeményedési görbéje.

6. A különböző átmérőjű és összetételű szegecsvastagságok fejeléséhez szükséges erők: 16 mm átmérőnél 60–80 tonna, 20 mm átmérőnél 86–106 tonna és 24 mm átmérőnél 120–160 tonna.

7. Az a végső következtetés, hogy Duráltípusú szegecsvastagságokkal 24 mm átmérőjű szegecsvastagság fölé a szegecselőerő rohamos emelkedése miatt menni nem érdemes, noha a

nyíráshoz szükséges erő növekedése a szegecs-átmérő növelésével még közel lineáris.

8. Mindezek alapján a szerkesztő kezébe a kiválasztható szegecseknek egy széles skálája kerül, melynek segítségével a rendelkezésre álló technológiai eszközök mérlegelésével — szegecselőerő nagysága, hőkezelőkemence stb. — a legmegfelelőbb átmérőt és összetételt kiválaszthatja. Az üzem pedig a technológiai uta-



XVII. táblázat  
16 mm Ø-jű Mn tartalmú szegecanyagok felkeményedése

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31.25 kg terheléssel 2.5 mm Ø-jű golyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
1.	A 1	52.8	52.8	53.4	54.52	52.8	52.8	52.8	57.5	65.33	73.0
	2	51.5	52.8	52.6	53.4	54.8	53.4	54.1	52.2	65.5	72.0
	B 1	51.0	52.8	52.8	52.8	53.0	53.4	54.6	55.5	69.1	69.1
	2	52.0	51.9	52.8	55.5	53.4	55.5	53.4	57.5	63.02	72.0
	közép	51.8	52.6	52.9	54.05	53.5	53.8	53.8	56.2	65.7	71.5
2.	A 1	60.5	59.0	59.75	57.5	57.5	56.5	58.25	75.1	83.15	84.4
	2	60.3	60.1	57.5	59.75	59.75	58.25	60.5	71.0	80.75	85.5
	B 1	59.3	58.6	57.5	57.5	56.4	58.25	61.02	72.0	80.98	87.0
	2	58.5	59.2	56.1	58.25	56.4	59.75	56.1	72.0	84.4	87.0
	közép	59.6	59.2	57.7	58.2	57.5	58.2	59.1	72.5	81.8	86.0
3.	A 1	72.0	70.2	80.52	79.6	78.45	85.7	88.35	97.0	96.63	98.6
	2	71.8	71.6	73.0	78.45	83.15	85.2	90.28	99.0	98.6	97.1
	B 1	70.0	71.0	75.1	76.2	83.15	88.25	84.4	98.6	98.6	95.5
	2	71.2	70.8	76.1	76.2	83.15	87.0	88.35	97.0	101.6	98.6
	közép	71.25	70.9	76.25	77.6	82.0	86.1	87.8	97.9	98.8	97.7
4.	A 1	69.1	70.43	73.0	79.6	81.2	84.4	83.15	92.6	107.0	98.6
	2	72.0	72.0	76.2	79.6	81.9	84.4	84.8	93.5	97.1	102.0
	B 1	63.0	66.8	73.8	71.0	68.2	69.1	79.6	95.0	98.6	97.1
	2	63.8	65.5	62.95	70.62	69.1	70.43	78.45	92.8	95.5	98.6
	közép	67.15	68.6	68.99	75.2	75.0	77.0	81.5	93.5	98.25	99.7
5.	A 1	69.1	75.1	73.0	76.2	75.1	84.4	84.92	95.5	97.1	97.1
	2	70.62	72.0	69.1	76.2	78.0	87.0	87.0	94.3	102.0	102.0
	B 1	63.8	63.8	66.4	71.0	70.43	73.42	72.0	84.4	94.6	97.1
	2	63.8	66.4	64.14	72.0	70.62	70.43	81.44	92.6	98.6	98.6
	közép	66.83	69.32	68.16	73.8	74.5	78.8	81.3	81.7	98.1	98.2
6.	A 1	75.1	83.15	84.4	92.6	94.63	103.5	97.3	107.0	115.0	115.0
	2	76.2	83.15	89.7	92.6	94.92	98.94	98.94	109.0	109.0	109.0
	B 1	74.8	79.6	79.6	88.45	94.63	98.94	98.94	111.0	117.0	115.0
	2	76.2	77.3	83.15	90.57	94.63	95.5	103.5	111.0	117.0	117.0
	közép	75.57	80.8	84.25	91.0	94.7	99.2	99.5	110.0	114.5	114.0

sítások alapján az anyagot előállíthatja és a szegecselést nehézség nélkül elvégezheti.

Vizsgálataimat a Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Intézetében végeztem, melynek lehetővé tételéért, valamint a sokoldalú szíves segítségért őszinte hálával tartozom dr. Gillemot László műegyetemi ny. r. tanár úrnak.

Köszönettel tartozom továbbá a győri Magyar Vagongyár hídműhelyének és annak vezetőjének, Lengyel József főmérnök úrnak, valamint a MÁVAG anyagvizsgáló laboratóriumá-

nak és annak vezetőjének, Lukácsfalvy Tibor főmérnök úrnak azért az előzékenyséért, amelyben kísérleteim elvégzésénél támogattak.

#### IRODALOM.

##### Alumíniumhidak és szerkezetek.

1. J. P. Growdon, R. M. Riegel és R. L. Templin: Heavy Bridge Floor Replaced with Aluminium. Civil Engineering, 1934. 3. sz.
2. D. B. Steinmann: How to Design Aluminium Bridges. Engineering News-Record 143 (1949), 9. sz. 198—202. oldal.



XVIII. táblázat  
16 mm Ø-jü Mn-tartalom nélküli szegecsanyagok felkeményedése

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31.25 kg terheléssel 2.5 mm Ø-jü golyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
11.	A 1	48.27	49.15	49.7	49.7	51.45	51.45	54.52	63.8	72.0	81.9
	2	49.15	49.7	49.3	49.8	51.7	51.7	54.1	64.1	71.8	82.6
	B 1	48.27	49.15	49.7	49.8	50.9	52.8	52.8	63.8	72.0	84.4
	2	49.15	48.3	49.7	49.7	51.0	52.8	52.8	63.2	72.0	85.7
	közép	48.7	49.1	49.6	49.75	51.3	52.0	53.5	63.7	72.0	83.6
12.	A 1	51.55	52.8	52.8	52.2	52.8	53.4	53.4	69.1	83.15	84.4
	2	51.55	53.4	52.2	52.8	52.8	53.4	53.4	71.0	80.2	82.3
	B 1	50.9	52.8	52.8	52.8	53.4	53.4	54.38	68.0	81.9	83.15
	2	52.8	53.4	52.2	52.8	52.8	54.38	53.4	71.0	78.0	81.1
	közép	51.7	53.1	52.5	52.6	53.0	53.6	53.6	69.6	80.8	82.74
13.	A 1	61.9	60.5	60.5	63.8	66.4	69.1	72.0	87.0	92.6	88.35
	2	60.5	62.95	61.66	63.8	68.2	73.4	76.2	84.4	91.4	90.2
	B 1	60.4	60.5	62.95	65.5	68.2	70.62	69.1	89.7	95.5	92.6
	2	58.55	61.46	60.5	65.5	66.4	73.4	68.2	87.0	83.15	87.0
	közép	60.4	61.4	61.4	64.6	57.3	71.6	71.4	89.0	90.7	89.54
14.	A 1	62.95	60.5	62.95	69.1	69.1	73.42	80.75	92.6	102.0	102.0
	2	60.5	61.46	65.5	72.0	69.1	78.45	79.6	92.6	101.0	105.0
	B 1	61.62	63.8	66.2	72.0	75.1	79.6	79.6	95.2	97.1	94.9
	2	61.62	62.95	66.2	71.0	73.0	76.2	79.6	95.2	98.6	96.1
	közép	61.7	62.2	65.2	71.0	71.5	76.9	79.9	93.9	99.6	99.6
15.	A 1	59.3	63.8	66.4	75.1	75.1	76.2	79.6	90.6	95.5	111.0
	2	61.3	65.5	72.0	76.2	78.45	80.75	80.9	91.2	95.5	109.0
	B 1	58.23	65.5	68.2	77.3	76.2	79.6	83.15	92.6	91.15	105.0
	2	59.1	66.4	73.0	76.4	83.15	80.75	79.6	92.8	95.5	111.0
	közép	59.5	65.3	70.0	76.2	78.2	79.4	80.8	91.8	94.4	108.0
16.	A 1	61.3	66.4	69.1	73.0	75.1	84.4	87.0	94.6	99.24	113.0
	2	62.85	67.9	70.2	75.1	80.75	84.4	87.0	94.8	98.5	111.0
	B 1	62.1	66.4	70.43	77.3	83.15	83.15	84.4	94.6	102.0	119.0
	2	63.8	67.9	70.43	77.1	81.9	80.75	88.35	93.8	99.24	119.0
	közép	62.5	67.1	70.0	75.6	80.0	83.2	86.7	94.5	99.8	115.5

- Projekt einer Ganzleichtmetall-Brücke in Rom. Aluminium 22 (1940), 399-401. old.
- S. Hardesty és J. M. Garrelts: All-Aluminium Span Carries Rail Traffic Over Grasse River Bridge. Civil Engineering 1946. dec.
- Engineering News-Record 1946, 11. sz.
- Civil Engineering 1946. dec.
- Engineering News-Record 1947. 1. sz.
- J. Reinhold: Les Ponts en Aluminium. Revue de l'Aluminium 25 (1948), 123-128. old.
- The Bridge. Light Metals 11 (1948), 655-663. old.
- J. Romeyer: Le pont du Hendon Dock a Sunderland. Revue de l'Aluminium 26 (1949), 158-162. old.
- D. Baerfuss: Die Entwicklung der Leichtmetallindustrie in Nordamerika. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 93 (1948), 8-10. sz.
- Aluminium Bridge. Metal Industry 73 (1948), 495. old.
- Un pont routier de 153 metres tout en aluminium. Revue de l'Aluminium 26 (1949), 162. old.
- New Bridge. Metal Industry 73 (1948), 514. old.
- O. Stockmar: Laufkran von 27.4 m Spannweite und 10.000 kg Tragkraft aus Pantal. Aluminium 22 (1940), 470-473. old.
- P. Schwerber: Die Oberflächenbehandlung von Aluminium-Baustoffen. Aluminium 22 (1940), 617-625. old.
- P. Schwerber: Vergleichende Stabilität und Festigkeits Betrachtungen des Sparbaus. Aluminium 23 (1941), 5-13. old.
- P. Schwerber: Leichtbau. Aluminium 23 (1941), 519-530. old.
- P. Schwerber: Sicherheit beim Leichtbau durch Festigkeit und Gestaltung. Aluminium 23 (1941), 571-582. old.



XIX. táblázat  
20 mm Ø-jü Mn-tartalmú szegecsanyagok felkeményedése

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31.25 kg terheléssel 2.5 mm Ø-jü golyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
1.	A 1	56.1	52.7	54.5	53.4	53.4	54.8	57.5	54.8	58.25	63.5
	2	53.4	53.8	54.8	54.8	53.7	55.5	53.4	56.1	59.45	63.8
	B 1	53.4	56.1	55.5	55.5	56.1	55.5	53.4	54.8	69.1	63.8
	2	55.5	56.1	53.4	57.5	57.5	56.8	53.4	59.0	66.4	65.16
	közép	54.6	54.9	54.2	55.3	55.2	55.6	54.4	56.2	63.2	64.6
2.	A 1	51.55	55.5	53.4	52.8	53.4	56.1	50.9	54.8	51.55	52.8
	2	52.68	54.1	52.6	55.5	54.6	56.1	54.0	54.8	52.2	53.4
	B 1	53.4	53.4	54.38	53.5	54.8	55.5	56.1	54.8	56.1	53.4
	2	53.4	53.4	53.4	55.5	55.5	55.5	56.1	54.1	55.5	56.1
	közép	52.9	54.1	53.4	54.3	54.6	55.8	54.3	54.6	53.9	53.9
3.	A 1	69.1	70.4	76.2	78.45	87.0	88.35	87.0	94.36	102.0	103.5
	2	70.4	71.0	—	83.15	84.4	92.6	91.05	94.36	97.1	102.0
	B 1	69.1	73.0	77.3	83.15	87.0	91.15	88.35	97.1	97.1	99.6
	2	70.4	71.0	78.45	79.6	87.0	91.15	87.0	103.5	97.1	98.4
	közép	69.8	71.4	77.2	81.0	86.3	90.75	88.4	97.4	98.4	100.6
4.	A 1	66.4	66.9	69.1	72.0	75.1	72.0	79.6	91.2	95.5	98.6
	2	64.65	66.4	69.1	68.2	71.0	76.2	84.4	94.92	102.0	97.1
	B 1	66.4	68.2	68.1	73.0	73.4	76.2	76.2	91.0	99.0	98.6
	2	66.4	65.5	69.1	73.4	75.1	79.6	84.92	91.1	97.1	94.6
	közép	66.5	66.8	68.9	71.7	73.7	76.0	80.8	92.0	98.4	97.3
5.	A 1	63.8	61.7	62.95	65.5	70.24	73.42	76.2	87.0	84.4	92.6
	2	62.95	71.3	—	69.1	69.1	75.1	73.0	86.0	91.15	92.6
	B 1	60.5	62.1	63.8	68.2	71.0	75.1	73.5	87.0	87.0	103.5
	2	62.1	62.1	65.5	63.8	75.1	72.0	76.2	83.15	89.7	98.6
	közép	62.4	61.8	64.1	66.6	71.4	73.9	74.7	85.8	88.0	96.8
6.	A 1	74.68	79.6	81.44	87.0	88.35	92.6	97.0	103.5	121.0	111.2
	2	76.2	83.15	81.44	84.4	94.6	97.0	100.3	103.5	111.8	111.8
	B 1	77.76	81.2	88.35	89.7	95.5	98.6	97.0	109.0	115.0	109.0
	2	76.2	79.6	84.4	90.9	94.34	100.3	103.5	109.0	115.0	109.0
	közép	76.2	80.9	83.9	88.0	93.2	97.1	99.5	106.25	115.6	110.2

20. P. Schwerber: Vergleichende konstruktive Werkstoffkunde. I—VI. rész. Aluminium 24 (1942), 197—202., 249—255., 377—384. old., 413. old., 25 (1943), 5., 191—193., 307—309., 405—412 old.
21. Metal Industry 73 (1948), VII. 30.
22. Akimov: USSR. Scient. Techn. Dept. Nr. 316., Trans. Centr. Aero-Hydrodyn. Inst. Nr. 466. Moskva.
23. L. S. Moiseiff: Design Specifications for Bridges and Structures of Aluminium Alloy 27 S—T. Aluminium Co. of America, Pittsburgh 1940.
24. L. Dudley: Lights Metals in Structural Engineering. The Temple Press, London 1947.
25. Akimov: Die Korrosion an Nietverbindungen bei Duralumin-Konstruktionen. Korrosion und Metallschutz 8, 309—313. old.

*Aluminium réz bázisú ötvözetek metallográfiája.*

26. D. A. Petrov: J. Institute of Metals 62 (1938), 81. old.
27. V. G. Kuznetsov és L. N. Gusova, Izvestija Akademia NAUK, S. S. S. R., 1940 (Khim.), 905.
28. G. G. Urazov és D. A. Petrov: Zsurnal Fiziceszkoi Khimii 20 (1946), 387. old.
29. D. A. Petrov és G. S. Berg: Zsurnal Fiziceszkoi Khimii 20, (1946), 1475. old.
30. A. K. Trapeznikov: Zsurnal Fiziceszkoi Khimii 5 (1934), 1177. old.
31. G. Sachs: Praktische Metallkunde, Springer Berlin, 1935.
32. M. Hansen: Aufbau der Zweistofflegierungen, Springer Berlin, 1936.



## XX. táblázat.

20 mm Ø-jű Mn-tartalom nélküli szegecanyagok felkeményedése.

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31,25 kg terheléssel 2,5 mm Ø-jű golyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
11.	A 1	46.95	49.6	47.5	47.5	48.21	48.27	49.15	56.1	68.0	70.6
	2	47.5	46.4	46.4	46.51	49.7	48.16	50.7	54.1	70.43	70.1
	B 1	48.05	47.5	47.5	45.4	47.5	49.7	47.5	56.1	69.1	70.4
	2	46.95	46.84	45.4	45.9	49.04	48.0	49.15	58.25	68.2	68.1
	közép	47.4	47.6	46.7	46.3	48.8	48.6	49.1	56.1	69.0	69.8
12.	A 1	53.4	53.4	52.64	55.5	55.5	55.5	54.24	68.2	79.6	81.2
	2	54.6	53.4	53.4	53.4	54.52	55.5	54.8	63.8	76.2	79.6
	B 1	53.3	55.5	53.4	52.6	54.52	57.5	55.5	65.5	76.2	76.2
	2	54.38	54.6	54.1	53.6	54.52	56.1	54.8	65.5	79.6	76.2
	közép	53.9	54.2	53.4	53.8	54.8	56.2	54.8	65.75	77.9	78.3
13.	A 1	56.1	58.25	55.5	62.1	62.95	61.6	66.8	79.6	91.0	90.92
	2	53.4	56.1	56.3	60.5	60.5	63.8	66.04	79.6	88.45	88.35
	B 1	54.1	54.1	56.5	60.5	64.1	64.15	65.5	79.6	84.4	90.8
	2	56.1	54.5	57.5	60.5	61.62	63.8	69.1	79.6	87.0	87.0
	közép	54.9	55.8	56.5	60.9	62.3	63.3	66.8	79.6	87.8	89.25
14.	A 1	62.9	65.5	69.1	73.4	73.5	76.2	79.0	91.1	92.6	92.6
	2	63.8	63.8	69.1	73.4	75.1	76.2	76.0	88.45	94.6	94.92
	B 1	63.8	66.4	68.0	71.0	73.4	76.2	79.6	90.26	94.6	98.6
	2	67.3	66.4	65.5	72.0	75.1	76.35	76.3	88.35	97.05	92.6
	közép	64.5	65.5	67.9	72.5	74.2	76.2	77.7	89.5	93.7	94.7
15.	A 1	66.4	69.1	75.1	75.1	78.4	83.15	83.15	97.05	98.6	102.0
	2	68.2	65.3	72.0	79.6	79.6	83.15	79.6	94.63	96.92	99.28
	B 1	65.5	72.0	78.5	79.6	83.15	81.44	84.92	97.05	103.5	98.6
	2	67.3	74.05	75.1	79.1	84.4	83.15	81.9	90.26	98.6	102.0
	közép	67.9	70.0	75.0	78.5	81.4	82.8	82.4	94.7	99.5	100.5
16.	A 1	73.0	79.6	81.6	88.35	92.6	100.0	97.0	111.0	115.0	111.8
	2	73.0	80.85	81.9	87.0	89.7	94.6	94.05	107.0	109.0	115.0
	B 1	75.1	79.6	83.15	88.35	87.0	97.0	92.6	109.0	109.0	111.0
	2	73.0	81.44	84.4	87.0	84.4	92.6	97.0	98.6	102.0	109.0
	közép	73.5	80.3	82.75	87.7	88.4	95.6	95.2	106.3	108.8	111.6

33. V. Fuss: Metallographie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Springer Berlin, 1934.
34. P. Litherlan Teed: Duralumin and its Heat-Treatment. Griffin London, 1937.
35. Heat-Treatment of Wrought Aluminium Alloys. The Aluminium Development Association London, 1946.
36. H. G. Petri: Die Aluminiumecke des Dreistoffsystems Al-Cu-Mn. (Aluminium Archiv Bd. 14.) Aluminiumzentrale Berlin, 1939.
37. H. Wiehr: Beitrag zur Kenntniss der Systeme Al-Cu-Si und Al-Cu-Fe. (Aluminium Archiv Bd. 31.) Aluminiumzentrale Berlin, 1940.
38. H. Töllner: Beitrag zur Gefügekenntniss der Aluminiumlegierungen der Gattung Al-Cu-Mg. (Aluminium Archiv Bd. 34.) Aluminiumzentrale Berlin, 1940.

39. W. Roth: Einfluss des Eisengehaltes auf Festigkeitseigenschaften und Überhitzungsempfindlichkeit von Al-Cu-Mg Legierungen. Aluminium 25 (1943), 26-28. old.
40. Dr. Verő J.: Az alumíniumötvözetek metallográfiája. Geleji: Alumínium Kézikönyv. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása Budapest, 1949.

*Kisátmérőjű szegecsek és szegecanyagok vizsgálata.*

41. E. K. O. Schmidt és H. Muster: Entwicklung eines Einheitsschergerätes zur Bestimmung der Scherfestigkeit an Leichtmetall-Nietdraht. (Aluminium Archiv Bd. 30.) Aluminiumzentrale Berlin, 1940.
42. E. Rajakovics és E. Blohm: Der Einfluss der Prüfungsgeschwindigkeit und des Scherlochdurchmessers auf die Scherfestigkeit von Leichtmetalldraht. Aluminium 21 (1939), 219-225. old.



XXI. táblázat  
24 mm Ø-jű Mn-tartalmú szegecsanyagok felkeményedése

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31.25 kg terheléssel 2.5 mm Ø-jű gölyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
1.	A 1	08.25	56.1	55.5	61.9	55.96	59.75	57.5	58.25	70.0	75.1
	2	56.1	57.5	57.5	56.5	56.4	57.5	56.5	58.25	69.1	73.0
	B 1	57.5	55.5	58.25	56.0	57.5	66.4	56.5	63.8	73.0	73.0
	2	58.25	57.5	56.1	54.8	59.75	56.5	57.5	59.75	72.0	75.1
	közép	57.4	56.7	56.9	57.3	57.4	59.0	57.0	60.0	71.0	74.0
2.	A 1	58.7	55.5	56.8	60.5	55.5	57.5	59.75	76.2	87.0	83.15
	2	57.5	58.5	60.5	62.1	62.95	60.5	57.5	75.1	83.15	83.15
	B 1	60.5	56.4	59.75	65.5	60.5	59.6	58.25	68.2	79.6	81.9
	2	60.5	57.5	60.5	63.8	56.5	59.6	58.25	72.0	76.2	79.6
	közép	59.3	57.0	59.1	61.7	59.0	59.25	58.5	72.9	81.5	82.0
3.	A 1	69.1	64.14	65.5	65.5	66.58	66.58	70.43	79.6	87.0	83.15
	2	67.8	72.0	66.76	69.1	65.5	69.1	72.0	80.0	89.7	87.0
	B 1	64.46	69.1	66.4	70.8	70.43	72.0	70.05	87.0	92.6	88.35
	2	64.5	65.5	623.4	68.2	68.02	69.1	78.45	83.15	91.15	88.35
	közép	66.5	67.7	65.4	68.4	67.6	69.2	72.8	82.5	90.0	86.6
4.	A 1	65.5	69.1	69.1	72.0	72.0	75.1	75.1	87.0	92.6	98.6
	2	67.0	69.1	69.1	71.0	64.05	75.1	73.0	89.7	92.6	92.6
	B 1	63.8	66.4	68.2	65.5	68.02	70.4	73.0	88.35	92.6	98.8
	2	63.8	69.1	66.4	65.5	70.43	73.0	73.0	90.86	101.36	98.8
	közép	65.0	68.4	68.2	68.5	71.0	72.8	73.5	89.0	94.8	97.2
5.	A 1	71.0	75.1	73.0	72.0	76.2	78.45	82.0	94.92	102.0	97.1
	2	73.0	75.1	72.0	76.2	78.45	76.2	87.0	94.63	92.6	103.5
	B 1	71.0	72.0	71.0	78.45	78.45	79.6	83.15	94.92	98.6	92.6
	2	72.0	73.42	75.1	75.1	76.2	79.6	78.45	94.64	97.6	98.6
	közép	71.75	73.9	72.75	75.7	77.3	78.5	82.6	94.75	96.5	98.0
6.	A 1	77.3	81.2	84.4	92.6	92.6	94.3	94.6	109.0	111.08	113.0
	2	77.3	81.9	91.2	90.8	92.6	98.6	98.6	107.5	109.72	109.0
	B 1	80.8	83.15	87.0	92.6	92.6	98.6	94.9	103.5	105.0	113.0
	2	79.6	79.6	85.7	92.6	94.05	98.6	94.9	107.4	109.0	115.0
	közép	78.8	81.5	87.1	92.1	93.0	97.5	95.0	106.8	108.7	112.5

43. G. Kraetsch: Prüfung der Scherfestigkeit von Nietdraht und Nieten aus Leichtmetallen. Aluminium 22 (1940), 12—13. old.
44. K. Matthaes: Der Einfluss der Prüfgeschwindigkeit auf Scherfestigkeit von Leichtmetall-Nietdraht. Aluminium 23 (1941), 156—159. old.
45. E. K. O. Schmidt és H. Muster: Lässt sich der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit und des Lastbereichs auf die Scherfestigkeit ausschalten. Aluminium 23 (1941), 194. old.
46. E. Rajakovics: Válasz Matthaesnak. Aluminium 23 (1941), 204. old.
47. K. Matthaes és G. Völker: Aufzeigefehler der Neigungswaagen und Pendelmanometer von Werkstoffprüfmaschinen bei höherer Belastungsgeschwindigkeit, insbesondere bei der Prüfung von Leichtmetall-draht. Aluminium 23 (1941), 293—295. old.

48. E. Rajakovics és A. Teubler: Der Einfluss der Kraftmesseinrichtungen bei der Bestimmung der Scherfestigkeit von Leichtmetall-Nietdraht. Aluminium 23 (1941), 352—358. old.
49. E. Rajakovics és A. Teubler: Über die Prüfung der Scherfestigkeit von Leichtmetallen. Aluminium 24 (1942), 125—128. old.
50. E. Rajakovics és A. Teubler: Ein neues Kraftmessgerät zur schnellen und eindeutigen Bestimmung der Scherfestigkeit von Leichtmetall-Nietdraht. Aluminium 24 (1942), 424—425. old.
51. E. Rajakovics: Der Einfluss der Belastung und des Kugeldurchmessers auf die Brinellhärte sowie deren Zusammenhang mit der Vickershärte bei Leichtmetall-legierungen. Aluminium 23 (1941), 403—407. old.



XXII. táblázat  
24 mm Ø-jű Mn-tartalom nélküli szegecsanyagok felkeményedése

Anyag szám	Próba szám	Keménység Brinellben 31-25 kg terheléssel 2.5 mm Ø-jű golyóval mérve									
		0 óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra	5 óra	6 óra	24 óra	72 óra	192 óra
11.	A 1	52.75	48.1	45.4	48.4	48.6	47.1	48.0	57.5	68.2	72.0
	2	47.5	48.1	48.15	49.94	46.4	48.2	49.9	59.8	68.2	71.0
	B 1	49.15	48.15	45.9	49.7	46.95	45.4	49.7	69.9	68.2	72.0
	2	48.4	49.15	44.6	47.5	49.15	52.8	49.7	60.5	66.4	72.0
	közép	49.5	48.4	46.7	48.9	47.8	48.4	49.3	59.7	67.7	71.8
12.	A 1	51.55	47.5	50.68	53.4	53.4	53.4	51.55	69.1	79.6	84.92
	2	51.55	53.4	51.55	52.7	54.52	54.5	54.6	69.1	81.2	81.44
	B 1	53.4	50.8	50.9	52.8	54.4	50.9	52.8	65.5	76.2	81.44
	2	53.4	51.55	52.7	53.4	51.55	53.4	54.6	66.4	89.6	81.44
	közép	52.5	50.8	52.0	53.1	53.5	53.0	53.4	67.5	79.1	82.4
13.	A 1	50.9	55.5	52.8	57.5	57.5	58.55	57.5	73.0	97.1	97.7
	2	52.8	53.4	—	57.5	57.5	53.4	72.0	76.2	97.1	98.0
	B 1	56.1	55.5	54.8	63.4	63.8	63.8	71.0	73.8	75.1	87.0
	2	59.75	57.5	—	62.18	65.5	68.2	73.0	75.1	69.1	92.6
	közép	54.9	55.5	53.8	60.0	61.1	61.1	68.4	74.5	83.5	93.8
14.	A 1	57.5	63.95	66.4	66.2	68.1	73.2	75.1	97.0	99.28	97.05
	2	61.8	63.8	67.8	68.0	73.2	76.2	77.3	90.9	95.5	92.6
	B 1	62.95	63.15	68.0	70.4	73.0	78.0	73.0	92.6	97.2	97.05
	2	62.95	63.15	68.0	68.0	73.2	75.1	75.1	94.6	97.2	97.05
	közép	61.3	63.5	67.5	68.1	71.9	75.6	75.1	93.8	97.4	95.9
15.	A 1	62.9	64.95	70.4	75.0	76.2	78.1	83.15	102.0	100.2	99.28
	2	65.5	74.05	75.1	77.6	83.15	79.6	83.15	90.9	98.6	102.0
	B 1	66.4	67.8	73.0	76.2	79.6	81.24	83.15	90.9	97.2	94.92
	2	66.4	70.3	69.1	75.1	79.6	79.6	84.4	97.0	92.6	99.28
	közép	66.62	69.27	71.9	75.97	79.64	79.63	83.71	95.3	96.9	98.9
16.	A 1	68.0	75.1	76.1	80.75	87.0	87.0	87.0	102.0	98.6	98.94
	2	73.0	79.6	79.6	79.0	83.15	88.4	88.35	100.0	103.5	103.5
	B 1	73.5	76.2	80.6	79.6	87.0	89.16	90.8	95.5	103.5	109.0
	2	71.5	76.85	79.6	81.2	81.2	88.4	88.35	102.0	103.5	107.4
	közép	71.5	77.98	78.98	80.14	84.56	88.24	88.62	100.0	102.25	104.7

52. B. Bothmann és W. Maunchen: Versuche mit einer Apparatur zum Messen der Nietzeit beim Hammernieten. Aluminium 24 (1942), 224—226. old.
53. E. Rajakovics és A. Teubler: Der Einfluss der Verformungsgeschwindigkeit auf die Stauchbarkeit von Leichtmetall-Nietdraht. Aluminium 25 (1943), 150—164. old.
54. I. Vályi: Untersuchung über die Nietung von Aluminiumlegierungen nach Gattung Al Cu-Mg. (Aluminium Archiv Bd. 8.) Aluminiumzentrale Berlin, 1937.
55. A. Zeerleder: Technologie des Aluminiums. Akademischer Verlag, Leipzig, 1943.
56. Riveting of Wrought Aluminium Alloys. The Aluminium Development Association London, 1944.

57. Dokumentation über Aluminium und seine Legierungen. A. I. A. G. Chips. 1945.
58. Herrmann-Zurbrügg: Die Bearbeitung des Aluminiums. Akademischer Verlag, Leipzig, 1935.
59. Aluminium Taschenbuch. 9. kiadás. Aluminiumzentrale Berlin, 1942.
60. A. Müller: Ausbessern von Nietverbindungen im Leichtmetallbau. Aluminium 22 (1940), 655—658. old.
61. E. Hottenroth: Zur Dauerfestigkeit von Duralblechnietungen. Luftfahrtforschung 1940. 247—250. old.
62. E. Rajakovics: Neuere Ertwicklungsrichtungen bei Nietten und Schweißen von Leichtmetallen. Zeitschrift für Metallkunde 31 (1939), 137—140. old.
63. E. Rajakovics és A. Teubler: Über die Prüfung der Scherfestigkeit von Leichtmetallen. Aluminium 24 (1942), 5—8. old.



## A termikus Mg-kohászat, főleg a szabadalmak tükrében

JAKÓBY LÁSZLÓ

669.72

Ласло Якоби:

Термическая металлургия магния с точки зрения патентов.

by L. Jakóby:

The thermic metallurgy of Magnesium from the view of different patents.

Dipl. Hüttenin: L. d. Jakóby:

Die thermische Magnesium-Erzeugung im Bilde der Patente.

Ing. Ing. met. L. d. Jakóby:

La metallurgia termica del magnesio nel riflesso dei brevetti.

A termikus Mg előállításának fejlődéstörténetét már egyik cikkemben ismertettem. (1) Ebben a dolgozatomban 1930-tól kezdve a különféle szabadalmakkal védett redukációs eljárásokat a *redukálóanyag* szerint foglalom össze, mert így a közésből a tárgyat tanulmányozó kutató az őt érdeklő eljárást könnyebben és azonnal megtalálhatja, minthogy ha a tárgyra összegyűjtött számtenger mindegyikének utána kellene néznie, ami rendkívül fáradságos és időrabló munka, amelynek elvégzésével végeredményben ez az összeállítás is készült.

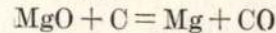
E munkának az összeállításában e szándékon kívül más cél is vezetett. *Adolf Becknek* (2) 1939-ben megjelent kitűnő munkája ugyan az elektrolitikus és termikus előállításokra igen bő szabadalmi áttekintést közöl, azonban egyrészt ebben az elektrolitikus eljárások vannak túlsúlyban, másrészt csupán a szabadalmak számaikat közli országokként csoportosítva. Az ezen az alapon való kutatás arra a megállapításra vezet, hogy ugyanazt az elgondolást három, sőt több országban is szabadalmazták, amit azonban csak fáradságos egyeztetés alapján lehet megállapítani. Különösen az I. G. szabadalmaira vonatkozik ez, amely — miután a világ Mg-termelésének még ezelőtt tíz évvel a 70%-át uralta — rendszerint elsőnek abban az országban szabadalmaztatta eljárását, ahol éppen az érdekeltségébe tartozó kísérletező üzem volt, majd Németországban s természetesen abban az országban is azonnal, ahol az eljárás iránt a legkisebb érdeklődés is mutatkozott. Így érthető, hogy az I. G. egyik 1937. évi németországi szabadalma 1939-ben Angliában is megjelent, két évvel később Svájcban, majd Svédországban, míg végül — amikor mi is érdeklődni kezdtünk a magnézium, különösen a termikus kohászat iránt — Magyarországon is 1941-ben. Ilyen pl. az I. G.-nek 127554/1941 augusztus 1-i szabadalma, amelynek németországi elsőbbsége 1937 március 27-i keletű, de már 1938-ban Csehszlovákiában is be volt jelentve, majd Angliában is szabadalmaztatták 1938-ban, míg végül 1941-ben nálunk is.

A továbbiakban a szabadalmi és lényegesebb irodalmi összefoglalásokat fogom közölni a redukációs anyag szerinti csoportosításban, a szabadalmak rövid jellemzésével. A csoportosítás nem időrendi, hanem az eljárások fejlődési összefüggését tartja szem előtt.

A Szovjetunió szakirodalmában A. I. Bjelajev tanár az alumíniumkohászatról írott, nálunk már jól ismert műve II. részének „Metallurgija magnije“ c. fejezetében foglalkozik a magnéziumkohással. A mű részletesen ismerteti az elektrolitikus eljárást, de a XXIX. fejezet 108—109. §-ában tárgyalja a Mg előállításának termikus módszereit is. Ebben a részben Bjelajev a Ford-gyár és egy ontariói kohó ferroszilikiumos-redukációs üzemét is leírja. Mint egyik cikkemben közöltem, a Szovjetunió röviddel az októberi forradalom után máris felállított egy elektrolitikus Mg-kohót, de a szakkörök figyelmébe a Szovjetunióban a termikus eljárások feltűnésekor már ezek felé is fordult. Az idevonatkozó részletesebb irodalomhoz nem tudtam ugyan hozzáférni, de a szilikotermikus eljárások bevezetését a negyedik ötéves tervben programjukba vették. A tervről szóló hivatalos beszámolóban A. Bajkov szovjet akadémikus a következőket írja: „A magnézium metallurgiájában el kell sajátítani a színtém előállításának szilikotermikus eljárását, amely nagyfokú tisztaságot biztosít a magnéziumnak és erősen csökkenti az elektromos energiafelhasználást, összehasonlítva az elektrolitikus eljárással.“ (A. Bajkov: A technika kérdései a perspektivikus tervben. Narodnoje hozajszto SzSzsKsz. c. gyűjtemény. 1949.)

### a) A karbonnal redukáló, azaz a karbotermikus eljárások.

Ha a magnéziumoxid és karbon keverékét 1800° C-ra hevítjük, a



reverzibilis egyenlet értelmében a magnéziumoxid redukálódik, a szénmonoxid pedig eltávozik. Ez az eset áll elő a magnézit felhasználásánál. A dolomitból való kiindulás esetén azonban különböző olvadáspontúnak beállítható salak keletkezik, amelynek magas olvadáspontja miatt az egyszerű elektrokemencében megkísérelt redukció magát a kemencét tenné tönkre. Mivel a magnézium forrtpontja 1100° körül van, a redukció mindkét terméke pedig gázalakú, ezeknek elválasztása annál is inkább nehézséget okoz, mert a mindenkor jelenlévő szénmonoxid visszaoxidálja a magnéziumgőzöket, vagyis csökkenő hőmérsékletnél a reverzibilis egyenlet megfordul és ismét MgO és C keletkezik. Az egyenlet megfordulása oly gyors, hogy mind a mai napig az alább részletezett és lényegükben ismertett szabadalmak és eljárások ellenőre sem léteznek olyan módszer, amelyek a magnéziumgőznek egy bizonyos alacsony hányadánál nagyobb mennyiség volna fémmé lecsapható.

1. Az idevonatkozó leglényegesebb szabadalom az Oesterreichische Amerikanische Magnesit A. G. Radenthein bejelentése. Ez a cég tette meg a kezdeményező lépéseket erre az eljárásra. A redukcióra grafitfittal bélelt ívfényes kemencét használt. Francia szab.: 699 953/1931 sz., német szab.: 529 160/1929 sz., Schw. szab.: 185 468/1935.



2. A keletkezett magnéziumgőzök gyors hűtéséről kíván gondoskodni az Oest. Am. Magnesit A. G.-nek 130 209/1932. sz., 133 874/1933 sz., 139 831/1934 sz., 133 126/1933 sz. és 143 621/1935 sz. osztrák szabadalma, továbbá az American Magnesium Corporation 160 813/1930 sz. svájci szabadalma. E szabadalmak értelmében a két rokonvállalat üzemében a keletkezett gőzöket a kemencéből való kilépésig 2000° C-on, azaz a kémiai folyamat egyensúlyi hőmérsékletén felül, tartják és azután hűtött hidrogéngázzal 200°-ra csökkentik.

3. A 179 612/1935 sz. svájci szabadalom, amelyet szintén az Oest. Am. Magnesit A. G. jelentett be, a brikettezett ércelég folytonos adagolása mellett oly magas hőmérsékleten dolgozik, hogy a redukálótérbe kis tömegben behozott brikettek azonnal redukálódnak.

4. Landis eljárása szerint Trans. Electrochem. Soc. 72.309/1937. és a The Metal Industry, Oktober 1937.) 1 kg magnéziumhoz 50–70 m<sup>3</sup> hidrogén szükséges, viszont a Radenthein-i karbotermikus eljárást részletesen leíró egyik cikk szerint (*Hansgirg: Berg u. Hüttenmänn. Jahrbuch Bd. 82. 1934. S. 109.*) még húszszoros hidrogénfelhasználás esetén is csak 20% fém-magnéziumot tartalmazó port kapnak, amelyet ebben a formájában alig lehet színtémmé olvasztani.

5. Az American Magnesium Corporation 212 889/1941 sz. svájci szabadalma szerint a hidrogénes eljárásnál a redukció közben keletkezett szénmonoxidot aktív szénen való adszorpcióval alacsony hőmérsékleten részben el lehet távolítani. Így azonban a kemencéből távozó H szénmonoxidtartalmát 5%-ról legfeljebb 3,5%-ra lehet csökkenteni.

6. Az Oesterreichische Am. Magnesit A. G. 176 687/1935 sz. svájci szabadalma szerint a magas hőmérsékletű gőzöknek hidrogénes hűtése helyett finom diszpergált olajjal végzik a hűtést. Ezt az eljárást írja le Hansgirg is.

7. A Magnesium Products, Inc. 775 467/1934 sz. francia szabadalma a gőzök hűtésére vízzel hűtött forgódobot ajánl és erre vonatkoznak az Am. Metal Corp. 2 018 265/1935 és 2 018 266/1935. sz. amerikai szabadalmak is, amelyek szerint a forgódobot ásványolajos fürdőben forgatják, melynek a felületén vékony olajfilm keletkezik, mely a magnéziumport fölveszi. A Mg-mal telített olajfilmet a dobfelületről lekaparják. A 2 247 334/1941 sz. amerikai szabadalom a Mg-gőzök hűtésére petróleumot alkalmaz és az eljárást és készüléket az alkalmazott petróleum raffinálásával köti össze.

8. Egészen más hűtési utakat keres a Société Générale du Magnesium 779 838/1935. sz. francia szabadalma és az I. G. Farbenindustrie 177 977/1935 sz. svájci szabadalma. Ezek a szabadalmak oly anhidrid-só olvadási hőjét használják fel a hűtésre, amelyek a magnézium forrpontja alatt olvadnak, mint pl. a vízmentes magnéziumklorid. Ezt az elgondolást az I. G. Farbenindustrie nálunk 124 754/1940 sz. alatt szabadalmaztatta.

Amint a szabadalmakból és a közölt irodalomból kivehető, a karbotermikus eljárásnál a legnagyobb gondot a nagy hidrogénfogyasztás, a kapott vegyes gáz-gőzalakú termékeknek a tisztítása és annak fémes halmazállapotban való lecsapása okozza. A karbotermikus eljárásnál még az is nehézséget okoz, hogy az elektromos ívfényben a vegyfolyamat nagy

nyomásokkal jár és hogyha a hőfok változtatása egy körülhatárolt térben gyors; a gáz- és gőzalakú termékek explóziószerű sebességgel tejlődnek.

Mivel a redukció sebessége a hőmérséklettel csökken, világos, hogy a nyomás csökkentése szűk határok közé szorítja azokat az idő- és hőmérséklettartamokat, amelyek alatt és mellett a visszaoxidálás végbemegy. Az idevonatkozó szabadalmak alapján minden kg magnézium után kerekén 180 kcal-t kellene eltávolítani, hogy a 2100° C-os redukciós termékeket szoba-hőmérsékletre lehűtsük, ezenfelül a visszaoxidálás a visszaoxidált mennyiségnek arányában növeli is még ezt a melegmennyiséget. Ha pl. 50%-os visszaoxidálás áll fenn, ez már maga kerekén 90 kcal/kg-val járul hozzá a termékek hőmennyiségének emelkedéséhez.

Vagyis, ha a redukciós termék nem hűthető le azonnal, gyakorlatilag a fém nagyrésze azonnal visszaoxidálódik. A szabadalmak és eljárások nagyrésze tehát a gázok gyors lehűtését akarja megoldani. A fentebb felsorolt néhány szabadalom tehát mind ennek a megoldására törekszik és főleg három irányban kísérli meg a megoldást, ill. a gázok gyors lehűtését.

a) A szabadalmak egyik nagyobb része a forgódobban az olajos film megoldást alkalmazza.

b) A másik csoport a gázgőztermékeket 10–20-szoros hideg hidrogénnel vagy héliummal hűti.

c) A harmadik csoport a 8. pontban említett elgondolás ipari kivitelét igyekszik megvalósítani. Az idevonatkozó jelentősebb szabadalmak és irodalmi vonatkozások a felsoroltakon kívül még a következők:

9. *Comescasse Pierre* 1 967 550/1934 sz. amerikai szabadalma.

10. *Erdmann Konrad* 335 460/1936 sz. kanadai szabadalma.

11. Az I. G. Farbenindustrie 769 528/1934 sz. francia s ugyanerre vonatkozó 413 606/1935 sz. angol szabadalma.

12. A karbotermikus eljárásra vonatkozólag, főleg a gáz-gőztermékek hűtésére és a szerkezeti kivitelre vonatkozólag Fritz *Hansgirg*-nak van egész sorozat szabadalma, amelyeknek lényegesebbjei a következők:

Az 1 884 993/1933, 1 943 601/1934, 2 003 487—1935, 2 025 740/1936 és a 2 060 070/1936 sz. amerikai szabadalmak, miután Hansgirg maga az osztrák-amerikai cég amerikai üzemében teljesít szolgálatot. (Ez utóbbi kifejezetten szerkezeti megoldásokat véd.)

13. Ugyancsak a gázok különböző hűtésére vonatkoznak az Oesterreichische Amerikanische Magnesit A. G.-nak a 145 560/1935 sz. osztrák 362 835/1931 sz., 431 537/1935 angol és 741 823/1933, 771 190/1934, 773 759/1934, 782 456/1935 francia szabadalmái.

Ugyanezeket a célkitűzéseket kívánják megvalósítani Kemmer, Frank A. a 2 011 288/1935 amerikai és 775 289/1934 sz. francia szabadalmái, amelyek csupán az eljárást védik, míg a 2 065 709/1936 sz. amerikai szabadalom karbotermikus eljárás szerkezeti megoldásait, míg a 354 952/1935 sz. kanadai szabadalom az olajfilmnek a felhasználási módját védi.

14. *Khule Otto* a Metall und Erz 32. évf. 1935. 237—41. oldalain foglalkozik ugyancsak a karbotermikus eljárással.



15. *Devereux* a *Metallurgia* 1935. számának 47—49. oldalán ugyancsak a karbotermikus eljárást ismerteti a magnézium és ötvözeteinek ipari felhasználásával kapcsolatosan.

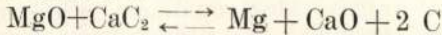
16. *Machen Wily* a *Metall und Erz* 1935. évf. 565—70. oldalán foglalkozik ugyanezzel a kérdéssel.

17. A *Canadian Chemistry and Metallurgy* „New Process for Magnesium (Resume of process for reduction of MgO by carbon) című közlemény 1936. júniusi számának 204. oldalán foglalkozik ugyancsak a karbonos redukcióval.

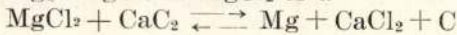
18. Részletes beszámolót találhatunk ezenfelül még, amelyre a Szovjetunió irodalma is hivatkozik, a *Bureau of Mines* 1942. évi. 3635. sz. jelentésében.

#### b) A $\text{CaC}_2$ -dal való redukció.

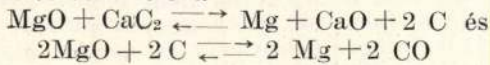
A redukció a



egyenlet szerint vákuumban, 1300—1500° C mellett, megy végbe. A  $\text{MgCl}_2$  is a



egyenlet értelmében redukálható, sőt a  $\text{MgSO}_4$  is. Itt is szilárd maradék mellett tiszta magnéziumfémgőzök keletkeznek. *Gardner* kísérletet végzett a magnéziumszulfid redukálásával is. A redukciós folyamat gyorsítására a redukciós elegyhez főleg  $\text{CaCl}_2$  és  $\text{AlF}_3$  tartalmú sókat kevernek. A redukció a



egyenletek értelmében két szakaszban megy végbe. A redukciót 70%  $\text{CaC}_2$ -dal végezték, egyenlő molarány mellett, a nyert fém nagy hexaederes kristályokból állt.

A  $\text{CaC}_2$ -dal való redukciót elsőnek *Maignon* és *Thierry* végezték s azóta is többen kísérelték meg az eljárást iparilag alkalmas eljárássá tökéletesíteni. Az 1930 óta bejelentett idevonatkozó jelentősebb szabadalmak és irodalmi vonatkozások a következők:

1. A 193 131/1937 évi svájci szabadalomban a *Studien und Verwertungs A. G.* neuhausenji cég a redukciót karbidkemencében, közvetlenül a megolvasztott karbiddal, a redukciós elegy előzetes brikettézése nélkül végzi.

2. A *Compagnie Miniere Europeenne* 810 254/1935. évi francia szabadalma 2—10 mm-re csökkentett nyomás mellett csak 1000° C-on végzi a redukciót.

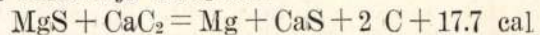
3. Az *Aluminium-Industrie A. G.* (AIAG) 204 924/1939 sz. svájci szabadalma szerint vákuumban hengeres, vastagfalú acélretortákban végzi a redukciót 1250—1300° C-nál.

4. A *Soc. des Produits Azotés* 743 123/1933 és 802 579/1935 sz. francia szabadalmi szerint a kalciumkarbidos redukciót nem vákuumban végzi, s a keletkezett fémgőzöket valamilyen inert-gázzal öblítve hűti le.

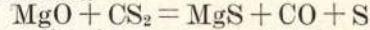
5. A 196 411/1938 sz. svájci szabadalom a  $\text{CaC}_2$ -s redukció sebességét az elegyhez 5% kalciumfluorid, kryolit vagy kalciumklorid hozzáadásával növeli.

6. A *Minami Mansu Tetsudo Kabishcky Kaisha* japán cég 864 661/1941 sz. francia szabadalma szerint a kalcinált magnezitet vagy dolomitot magasabb hőmérsékleten F-tartalmú vegyületekkel kezeli s a keletkezett  $\text{MgF}_2$ -öt  $\text{CaC}_2$ -dal keverve redukáló atmoszférában 750° C-on izzítja.

7. A *Studien und Verwertungs A. G.* (mint *Gardner* Dániel jogutódja) a magnéziumszulfidot redukálja  $\text{CaC}_2$ -dal.



egyenlet alapján. A  $\text{MgS}$ -ot magnéziumoxidból kengőzökökkel történt hevítéssel állítják elő C jelenlétében, S helyett kénhidrogén alkalmazása is számbajöhet. Az átalakulás viszonylag legkönnyebben a

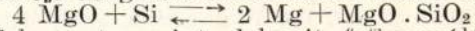


egyenlet értelmében szénkénnel megy, mert így nincs külön C-ra szükség. Az eljárásnak az az előnye, hogy a vegyfolyamatnál nem keletkezik a Mg-gőzöket visszaoxidáló gáztermék. Ez a redukció is gyorsítható az elegynek fluoridokkal való hozzákeverésével. *Gardner*nek ezt az eljárását Angliában a 465 421/1927 sz. szabadalom, nálunk pedig a 117 710/1940 sz. magyar szabadalom védi.

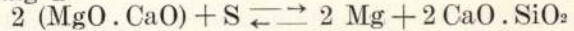
8. Az angolországi *Murex* kohóban és az ausztráliai *Brokenhillben* a fémmagnezium előállítására égetett magnezitet redukálnak kalciumkarbiddal. Erről *Bjelajev* is beszámol a már említett művének 522. oldalán és *Canter A. A.* az *Elektrometallurgie Eng. Min.* 1942. Vol. 143. 2. sz. 13. oldalán.

#### c) A Si-os (ferroszilíciumos) redukció.

A  $\text{MgO}$ -nak Si-mal (ferroszilíciummal) való redukciója magnezit alkalmazása esetén a



vegyfolyamat szerint, dolomit felhasználásánál pedig a



egyenlet alapján megy végbe. Itt azonban az egyenlet molviszonyainak megválasztása is lényeges. A molviszonyokra való tekintettel elsőnek az *Elektric Reduction Company* szabadalmaztatta már 1915-ben 1 311 378 és 1 311 379 sz. amerikai szabadalmaiban, amelyek szerint a redukció csupán közömbös atmoszférában történt. Már ekkor megállapították, hogy a redukció lecsökkent koncentrációnál lassúbbá válik, majd teljesen megáll, miközben a magnezitnél a  $\text{MgO}$ -nak egy nagyobb, a dolomitnál pedig egy kisebb része magnézium-, illetve magnézium-kalcium-szilikáttá alakul át. A vegyfolyamatnál szabad Si is keletkezik, amely magnéziumsziliciddé alakul, ami a redukciós hőmérsékletnél nem szublimálódik.

Termodinamikai számításokkal a redukció elméleti határai is meghatározhatók. A  $\text{MgO}$  és a szilícium közti folyamatok termodinamikai törvényeit *Charles K. Majer*, (*Metallurgist W. S. Bureau of Mines*), *Eucken* (*Metallwirtschaft* 15. 27/63. 1936), továbbá *Jander* és *Wuhrer* (*Z. anorg. Ch.* 226. 236/1936.), *Jander* és *Hoffmann* (*Z. anorg. Ch.* 218 211/1934), továbbá *Schneider* és *Hesse* (*Z. el. Ch.* 46 279/1940 és ezek nyomán összefoglalóan *E. Moser* (*Zur Kenntniss der thermischen Darstellung von Magnesium*, Zürich. 1942) c. munkák eléggé behatóan tárgyalják.

Ezeknek lényeges megállapításai:

a) A Mg-oxid Si-os redukciójánál Mg-ortoszilikát képződik.

b) A Mg gőznyomása a 2 200—273° C hőmérsékletnél éri el a normális atmoszférát.

c) A Mg parciális gőznyomása 1350° C-nál kb.: 12 mm.

d) A Si parciális nyomása 1910—273° C-nál: 1 mm.



A MgO-nak szilikoaluminiummal való termikus redukcióját elsőként részletesebben P. F. Antipin és A. F. Alubishev szovjet kutatók írták le a Legkie Metal 1. évf. 12. számában 1932-ben. Ők 15%-ban fölös mennyiségű MgO-t 1250° C-on vákuumban 70% Si, 25% Al és 5% Fe-tartalmú ferroszilikoaluminiummal redukálták. Az eljárással 71% Mg-kihozattal sikerült elérniük.

1. Abból a tapasztalati tényből, hogy a sziliciumos redukciónál, a koncentrációknak megfelelően, egy bizonyos idő múlva nyugalmi állapot következik be és további redukció nem történik, a Société General du Magnesium a 800 163/1935 sz. francia szabadalmában a redukció lefolyását MgO-nak vagy dolomitnak hozzáadagolásával szabályozza, aminek folytán a folyamat e c) fejezet előljárójában megjelölt reverzibilis egyenletek alakjában folyik le. Erről egyébként elméleti vonalon Eitel a Phisikalische Chemie der Silikate 1941. 360. közleményében számolt be.

2. Gire és Fouquet francia mérnökök a kovasavból és még a maradék magnéziából is álló salakot, amely a redukciós hőmérsékletnél magasabb olvadáspontú és így porszerű, elektromos kemencében sziliciummá és magnéziumsziliciddé redukálták és ezt újból a MgO redukciójához használták fel. Ezt az eljárást 382 899/1932 szám alatt Angliában szabadalmaztatták.

3. A Soc. Gen. du Magnésium, I. G. érdekelt-ségű, francia cég a redukcióhoz alkalmas kemence szerkezetét a 780 628/1934 sz. alatt Franciaországban szabadalmaztatta. A redukciós elegyet és a salakot szállítócsigával viszi előre a ferdén szerelt redukciós kemencében, míg a Mg-gözők ennek az anyagnak a felületén távoznak el. Ennek a szabadalomnak németországi elsőbbsége 1933 december 22. Az eljárást 127 216/1941 számú magyar szabadalommal is védték, a 439 535/1935 számú angol szabadalomnak ugyanez a tárgya. Ennél az eljárásnál alkalmazott tokos kemencében annak hossztegyelére, harántirányban, egy sor szilitrud alkotja a fűtőberendezést. A kemencében valamely közömbös gáznak, pl. hidrogénnek a bevezetésével mérsékelt túlnyomást tartanak fenn, amely a levegőnek a behatolását akadályozza.

4. Az előző berendezésekben a Mg-gözők gyors elvezetéséről kellett gondoskodni, mert ha a kemencetérben a Mg-gözők hosszabb ideig tartózkodtak, a redukció idő előtt lassúbbá vált, sőt megállt. Ezért a Soc. Gen. du Magnésium és az I. G. Farbenindustrie ellenállással fűtött tokos kemencét alkalmazott erre a célra. Az eljárást a 800 124/1935 sz. francia és 186 883/1937 sz. svájci szabadalmak védik. Az I. G. Farbenindustrie svájci szabadalma szerinti tokos kemence elődje a jelenleg alkalmazott I. G. rendszerű szilikotermikus eljárásnak. A legjellemzőbbje, hogy a keletkezett Mg-gözőket inert-gázokkal kezeli és a redukciós elegyet pedig a kemence fenekén elhelyezett előre mozgatható szitaszerű alaplemeze rakja rá. Vagyis ennél a szabadalomnál a kemence még nem forgó szerkezet. A szabadalomnak németországi elsőbbsége 1935. II. 12. A szitalemezre rárakott adag fölül hidrogéngázt vezettek, melyet az adagon keresztül átszíváltak, miközben a hidrogéngáz a Mg-gözőket is magával ragadta.

5. Az I. G. Farbenindustrie egy másik eljárásában elektromos aknás kemencét alkalma-

zott, amelynek fenékelektrodája vasból készült. Ezt az eljárást a 198 772/1938 sz. svájci és a 127 341/1941 sz. magyar szabadalom védi, melynek németországi elsőbbsége 1935. XII. 11. Az eljárás annyiban tarthat érdeklődésre számot, mert a szabadalom megadása szerint 100 súlyrész dolomitból 16 súlyrész fémmagnéziumot nyer, az áramszükséglet pedig mindössze 12,5 kWó/kgMg. A keletkezett salak lényegében tiszta kalciumszilikátból áll és csak 1—2% MgO-t tartalmaz. A zárt elektromos kemencét a boltozaton át beszerelt üreges szénelektrodával fűti. Az üreges szénelektrodát megtöltik a redukciós eleggyel, amely 25 rész 90%-os FeSi-tól, 100 rész égetett dolomitból, 38 rész MgO-ból és 10 rész SiO<sub>2</sub>-ből áll. Ötven voltos feszültség-nél fényív keletkezik, amely mellett az elektroda fokozatosan olvad meg, miközben Mg-gözők keletkeznek. A folyamat folytonossá tételére az üreges elektrodát, az elhasználódás mérvének megfelelően, utánatolják. Egyidejűleg a kemencébe hidrogént vezetnek be, amely a Mg-gözőket a kondenzációs térbe magával ragadja.

6. A redukciós elegyeket vákuumban való redukálását elsőként Gire és Fouquet szabadalmaztatták a 733 294/1931, majd a 750 977/1933 sz. francia szabadalomban. Ők a vákuumban 1200—1400° C hőmérséklettel dolgoztak.

7. Mindezeknek az eljárásoknak a hátránya volt egyrészt a Mg-gözők nem eléggé gyors eltávolítása, másrészt az, hogy a redukció alkalmával keletkezett kovasav, magnezit alkalmazása esetén Mg-tartalmának nagyrészevel, Mg-ortoszilikátot képezett és így a fémnek csupán 50%-a volt kinyerhető. Ezért az I. G. ezt a hátrányt azzal akarta kiküszöbölni, hogy az eljárás-hoz alkalmazott ferrosziliciumot kalciumkarbiddal keverte és így végtermékként, azaz salak-ként tiszta kalciumszilikátot nyert. Ezt az eljárást az I. G. 212 682/1941 sz. svájci szabadalmával védték, amelynek az a lényege, hogy a MgO-t részben a szilicium, részben pedig a kalciumkarbid redukálja és a keletkezett kalcium-oxid dibázikus salakképzésre használódik fel. Magnezitfelhasználás esetén tehát lényegesen nagyobb kihozatal érhető így el, mint ha a redukciót akár ferrosziliciummal, akár kalciumkarbiddal külön végeznék.

8. A redukciós elegyeket a brikettezését előfeltételként az I. G. Farbenindustrie-nál alkalmazták s azt, a brikettössztétellel egyetemben, a 206 235/1939 sz. svájci szabadalom védi. Eszerint az elegyet kötőanyag nélkül sajtolják és azután 700—1200°-on kiégetik.

9. A redukciós sebesség emelése céljából az I. G. Farbenindustrie 410 505/1935 sz. belga szabadalmában a redukciós elegyhez alkáli és alkáliföldfémek kloridjait vagy fluoridjait adagolja. Ezzel nemcsak a redukciós sebességet sikerült növelni, hanem az alkalmazott érkihozattal az addigi 65—70%-ról 95%-ra felvinni. Ez a szabadalom azonos a 487 836/1936 sz. angol, a 196 411/1938 sz. svájci és a 127 219/1941 sz. magyar szabadalommal, amelynek kiegészítője még a 129 873/1942 sz. magyar pótszabadalom.

A MgO-nak egyensúlyi gőznyomásai sziliciummal való redukciónál, ahogy azt a c) fejezet d) és c) pontjaiból láthatjuk, 1—12 mm között mozognak. Csak dolomitnak sziliciummal való redukálása esetén az egyensúlyi gőznyomásviszonyok lényegesen magasabb hőmérsék-



leten következnek be, mint a pusztán MgO redukálása esetén. A dolomit alkalmazása esetén az időegységben redukálható mennyiségek négyszer nagyobbak, mint a MgO-nál. Itt tehát fennáll annak a lehetősége, hogy az elegybe behozott egész Mg fém mennyiség redukálható legyen és csak a CaO képez orthoszilikátokat. Ezért nem helytálló a 338. sz. B. I. O. S. Final Reportnak az a megállapítása, hogy dolomit alkalmazása esetén az „rossz reagálóképessége miatt csökkenti a produktót és a minőséget”.

10. Az összes ferroszilíciummal redukáló eljárásoknál alkalmazott molviszonyoknak az arányát is különböző szabadalmak védik. Így az I. G. a 187 169/1937. évi svájci és 1935 február 28-i németországi elsőbbségű szabadalmában védi a magnezitnek és a dolomitnak, mint alapanyagoknak, felhasználása esetén a molviszonyokat. A molviszonyoknak az alkalmazását egyébként a 464.438/1935 és ugyanez évi németországi elsőbbségű angol szabadalom is védi.

Ezeket a szabadalmakat az I. G. Magyarországon is bejelentette a 127.022/1941 számú elfogadott szabadalmi bejelentésében. A volt csehszlovák szabadalmi hivatalnál a bejelentés napja 1930 év január 20. volt.

A szilikotermikus eljárások világviszonylatban a redukción túlnyomórészt falazott, forgókemencében végzik, a Mg-gőzöket pedig a kemencéből szilárdan, de levehetően összeszerelt, valamivel kisebb méretű hűthető külön kondenzációs kemencérszben csapják le. Innen a kristályosan lecsapódott Mg-t mechanizált berendezéssel távolítják el.

Az olaszországi dolomittal dolgozó eljárások viszont a redukción és a lecsapást ugyanabban a kettős-hármas falú fémes retortában végzik, amelyet e célra szakaszonként különböző hőmérsékletre fűtenek. (3.) Ezeket az eljárásokat, az olaszországi (Bolzano) kohócég nevének kezdetűiből (Societa Anonima Italiana per il Magnesio e Leghe di Magnesio) *SAIM* vagy a bejelentő dr. Luigi Amati paduai egyetemi tanár után *Amati*-eljárásnak nevezzük. Az idevonatkozó jelentősebb szabadalmak:

11. Dr. Luigi Amati 129 433/1941 sz. magyar 1941 március 29-i olaszországi elsőbbségű szabadalma szerint az ércelgyet csőalakú retortában előhevíti és redukálja. A redukción előtt pedig a briketteket szivattyúzással vízteleníti s ezzel vákuumot állít elő. A víztelenítéshez többfokozatú szivattyút, vagy sorbakapcsolt szivattyúrendszert használ. Ez a szabadalom tehát e *szivattyúrendszer* alkalmazását védi.

12. Dr. Luigi Amati 865 041/1941 sz. francia 1939 VII. 1. olaszországi elsőbbségű szabadalma az alkalmazott redukáló-lecsapó retorta kondenzációs részét golyósszeleppel zárja el a redukációs résztől.

13. A 865 136/1941 sz. ugyancsak Amati bejelentésével nyert francia szabadalom szerint Amati a pasztillázott MgO vagy MgO.CaO elegyet vákuumban vagy inert gázban redukálja.

14. A Soc. An. Ital. per il Magnesio e Leghe di Magnesio bolzanói cég, 1941. III. 31-i olaszországi elsőbbségű, 131 124/1943 sz. magyar szabadalma végül csökkentett nyomáson fogatosított hőredukcion mellett végzi a reakción fémes retortában a szűnitést. A lecsapást a redukációs kamrával közlekedő lecsapó kamrában elhelyezett forgó hűtött dobfelületen végzi. (3)

A lecsapató felület hőmérséklete 550° C, a lecsapódott kristályhalmazokat szakaszosan vagy folytonosan távolítja el a hűtött forgódobról egy kaparószerkezet segítségével.

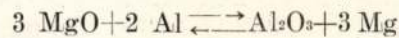
15. Végül meg kell még említeni az I. G. Farbenindustrie 1937 III. 27-i németországi elsőbbségű 127 554/1941 évi magyar szabadalmát, amely lényegében a magnézium termikus előállítására alkalmas *forgókemencét* szabadalmaz. Igen figyelemreméltó, de a szabadalmi igénypontokban meg nem jelölt, leíró megállapítása az, hogy a kristályosan lecsapódott magnéziumot a lecsapótér felfűtésével ebből folyékony állapotban képes lecsapolni.

16. Csupán a fejlődéstörténet szempontjából érdekes még néhány idevonatkozó szabadalom az (1) alatt idézett cikkben található.

17. A Chem. and Met. Eng. Sep. 1942. évf. 134—137. lapján Stedman n-től a Ford-gyárban működésben lévő FeSi-s Mg-kohóról találunk beszámolót, míg egy 1942-ben üzembehelyezett ontariói kohót az Engineer and Mining Journ. 1943. V. Vol. 144. 5. sz. 56—61 ír le részletesen.

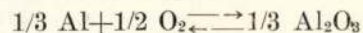
#### d) Az Al-mal történő redukción.

Az Al-mal való redukción elsőnek Matignon (D. R. 156 köt. 1913. 1157. lap) végezte, később Waldo, aki eljárását 1,379 886/1920 sz. alatt az USA-ban is szabadalmaztatta. A Mg-oxidnak szinalumíniummal való redukciónja



rezervibilis egyenlet alakjában folyik le. A folyamat egyensúlyi állapotát Treadwell, Amman és Züner határozták meg a zürichi műegyetem laboratóriumában. E munkában Terebesi magyar származású zürichi tanár is résztvevett, aki egyébként Treadwellnek a munkatársa volt. Ezekről a termodinamikai számításokról a Z. el. Ch. 46. (1940.) 279 l., továbbá a Helv. 19 (1936.) 1270 és a Helv. 161. 933.) 922 lapokon található részletesebb beszámolók.

Ugyanekkor a szerzők dolgozták fel a redukciónál keletkezett timföld szabad képződés-energiáját is, amelyet 22° C-nál keréken 403 kcal-nak adnak meg. E számításokat később Erwin Moser dr. a zürichi egyetem m. tanára is ellenőrizte és azokat a megadott értékekkel közel egyezőnek találta. A keletkezett timföld képződési szabadenergiát a



felállítása alapján határozták meg.

A redukción szintén finomra örlött Mg-oxid és Al porból készített brikettekkel vákuumban végezték. A redukción már 900° C-on megindul s minthogy a Mg forrponja alacsonyabb mint az Al-é, a desztillátum teljesen tiszta fém-Mg lesz, ha az alkalmazott hőmérsékletet és nyomást helyesen választottuk meg.

1. A redukción gyorsítására a Comp. Minière Européenne az elegyhez még 2—4% Mg-szulfidot és 1%-nál kevesebb ként is adagol. A redukálás így 1050° C-on, 2—4 mm nyomás mellett történik.

2. A Calloy Limited londoni cég 186 020/1936 svájci, 794 716/1935 francia és 439 535/1935 sz. angol szabadalmaiban védett eljárásának az a lényege, hogy magnesitdaraboknak fölös mennyiségű alumíniumfürdőben végzi a redukciónját. A nyert termék Mg-Al ötvözet, amely-



## A közölt szabadalmak számainak összesítése

C-vel való redukálás szabadalmi számai:							
Magyar	Osztrák	Német	Sváje	Francia	Angol	Kanada	Amerika
124.745/1940	130.209/1932	529.160/1929	160.813/1930	699.153/1931	362.835/1931	354.952/1935	1,884.993/1933
	133.126/1933		176.687/1935	741.823/1933	413.606/1935	355.460/1936	1,943.601/1934
	133.874/1933		177.977/1935	769.528/1934	431.537/1935		1,967.550/1934
	139.831/1934		179.612/1935	771.190/1934			2,003.487/1935
	143.621/1935		185.468/1935	773.759/1934			2,011.288/1935
	145.560/1935		212.889/1941	775.289/1934			2,018.265/1935
				775.467/1934			2,018.266/1935
				779.838/1935			2,025.740/1936
				782.456/1935			2,060.070/1936
							2,065.709/1936
							2,247.334/1941
Ca C <sub>2</sub> -vel való redukálás szabadalmi számai:							
Magyar			Sváje	Francia	Angol		
117.710/1940			193.131/1937	743.123/1933	465.421/1927		
			196.411/1938	802.579/1935			
			204.924/1939	810.254/1935			
				864.661/1941			
Si-mal (vagy ferroszilíciummal) való redukálás szabadalmi számai:							
Magyar			Sváje	Francia	Angol	Belga	Amerika
127.022/1941			186.883/1937	733.294/1931	382.899/1932	410.505/1935	1,311.378/1915
127.216/1941			187.169/1937	750.977/1933	439.535/1935		1,311.379/1915
127.219/1941			196.411/1938	780.628/1934	464.438/1935		
127.341/1941			198.772/1938	800.124/1935	487.836/1936		
127.554/1941			206.235/1939	800.163/1935			
129.433/1941			212.682/1941	865.041/1941			
129.873/1942				865.136/1941			
131.124/1943							
Al-mal való redukálás szabadalmi számai:							
			Sváje	Francia	Angol		Amerika
			186.020/1936	794.716/1935	439.535/1935		1,379.886/1920
Egyéb redukáló eljárások szabadalmi számai:							
			Sváje				
			192.401/1937				

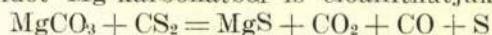
ből a Mg desztillációval nyerhető ki. Az eljárás egyszerű, de az Al-nak magas ára miatt, mint általában az alumíniumos és kalciumos eljárások, a gyakorlatban nem jelentősek. Az eljárás egyébként a Mg-ötvezetek kohászati előállításának egyik módja.

#### e) Egyéb nem oxidokat redukáló és különleges eljárások.

Az eddig tárgyalt eljárásoknál a kiinduló alapanyag a kalcinált magnésit vagy dolomit. A Mg kloridjai vagy szulfidjai azonban lényegesen könnyebben redukálhatók a MgO-nál, ami egyik más irányú kutatásra adott ösztönzést, noha sem a tiszta Mg-klorid sem a Mg-szulfid nem fordul elő a természetben, s a mellett lényegesen drágábbak is a magnézitnél, s különösen a dolomitnál.

Már a b) 7. pontjában említést tettem a Mg-szulfidnak kalciumkarbiddal való redukációjáról. Az eljárást többek között azért soroltam oda, mert már ott megemlítettem, hogy a Mg-szulfid is legkönnyebben mégis Mg-oxidból állítható elő, tehát a kiinduló alapanyag még a Mg-szulfid alkalmazása esetén is alapjában véve a MgO.

1. Az ott említett, és egymást fedő szabadalmakon felül érdemes az eljárásról még megjegyezni, hogy a Mg-t közvetlenül a lecsapás után pl. az Al-al vagy berilliummal is össze olvashatjuk, vagyis az eljárást Mg-ötvezetek közvetlen előállítására is alkalmazható. A Mg-szulfidot Mg-karbonáttól is előállíthatjuk a



egyenlet alapján.



A Mg-szulfid keletkezése 700—1000° C-on megy végbe, ami mellett gondoskodni kell arról, hogy az előállításnál medvességtől, és levegőtől lehetőleg mentes atmoszférában fusson le a vegyfolyamat. A Mg-szulfid a levegőn könnyen szétbomlik, még jobban nedvesség jelenlétében. A találmány nem kívánja az eljárást kizárólag a Mg-szulfid redukciójára korlátozni, hanem a Mg-szulfiddal rokonvegyületek, pl. Mg oxisulfid, vagy Mg-klorosulfid, vagy ezeknek alkáliföldfém karbidjával alkotott keverékek szintén Mg-fém előállítására használhatók fel.

2. Inkább érdekes, mint a gyakorlat szempontjából jelentős, eljárás a Studien- und Verwertungs A. G. 192 401/1937 számú svájci szabadalma, amely Mg-nitridet 1500° C-ra hevít, amikor ez Mg-ra és nitrogénre bomlik. Az eljárást 1935. XII. 23-án Angliában is szabadalmazták. A szétbontásnak, amely tehát lényegesen más mint a redukciós folyamat, valamely kontakt anyag jelenlétében kell történnie, amely a lehasadt nitrogénnel azonnal vegyfolyamatba lép és ennek reverzibilis folyamatát, vagyis Mg-al való egyesülését már alacsony hőmérsékletnél is megakadályozza. A Mg-nitrid

Mg-oxidból is előállítható. A szétbontás pl. kalciumkarbid, vagy kalciumszilicid jelenlétében történhetik, amikor kalciumnitrid képződhetik, amely miután 900°-on olvad, állandóan könnyen, mint salak eltávolítható. A Mg vagy indifferentes gázban vagy vákuumban ledesztillálható. A Mg-nitrid fölös mennyiségű hidrogénben is szétbontható izzítással, amikor szintén fém-magnézium és ammoniak keletkeznek. Az eljárás bármiféle Mg-érc, vagy sóból nyerhető Mg-nitrid szétbontására alkalmas, s előnye, hogy kismennyiségű kén, klór még megkönnyítik a nitrid széthasadását. Egyéb járulékos anyagokkal, mint alumíniumfluorid, vagy magnéziumfluorid a salak híg folyóbbá s ezzel könnyebben eltávolíthatóvá tehető. Az igen érdekes eljárásról mindössze ez az egy részlet ismeretes, egyéb irodalmi adatot nem sikerült e téren felkutatni.

#### IRODALOM:

- (1) I. L. A magnéziumkohászat nyersanyagai, B. K. L. 1949.
- (2) A. Beck: Magnesium und seine Legierungen.
- (3) Jakóby László: A korszerű magnéziumkohászat. B. K. L. 1950. 2/s.

## Néhány szó az alumínium-elektrolízisben használatos kemencék hőszigeteléséről és a döngöltfenekű kemencék üzeméről

GERENCSEK JÓZSEF okl. kohómérnök

669.713.7:662.998

Иожеф Геренчер:

Несколько слов о теплоизоляции у печей принятых в электролизе алюминия и о практике печей с стучаными диами.

Короткие изложение: Автор познакомит с ремонтом теплоизоляции отечественных печей электролизующих алюминий, до 24 KA, дальше с катодами строительными из обыкновенной массы анодов, вместо приготовых кирпичов дна.

A few remarks on the thermal isolation of aluminium electrolytic cells compared with stamped bottom furnaces.

By Joseph Gerencsér.

The paper deals with certain improvements of the thermal isolation of 24 KA aluminium electrolysis furnaces now in operation in Hungary. It furthermore deals also with the problem of substituting prefabricated cathodes made of anode paste for the refractory bricks employed at present.

1946-ban a tatabányai kohó dolgozói feladatuká tették, hogy a háború előtti idő legjobb évi eredményeit túlhaladva, a világviszonylatban elért legjobb eredményeket elérik,

A háború következtében tönkrement alumíniumkemencék katódikus részének újjáépítésénél nem álltak rendelkezésre a külföldön beszerezhető előregyártott elektródatéglák. A termelés folytonossága érdekében kísérleteket kezdtünk a rendelkezésre álló anódmasszából épített katódikus rész építésére. Ez siker esetén költségmegtérítést is ígért.

Ezzel együtt merült fel a kemencék hőszigetelésének növelése, az energia-hatásfok növelése céljából.

1. Amint a nagyolvasztók 87°-os aknaszöge, úgy az alumíniumkemence katódikus hőszigetelésénél is atavisztikus szabály volt a samott-tégla mint nagy szilárdságú falazóanyag.

A kemencébe bevezetett kalória mennyiségének 13.76%-a a kemencének oldal- és fenékfelületén hőszugárzás folytán megy veszendőbe; ezt a katódikus rész szigetelés-növelésével csökkenthetjük.

Kísérletképpen egy kemencénél samott-tégla helyett — költségmegtakarítás céljából — normál falazótéglát használtunk. Ennek hővezetési száma 0,6, mely valamivel jobb a samott-téglánál. A kísérlet eredményeképpen ma már kizárólag falazótéglát használunk a kemencék katódikus részének építésére.

A fenék hőszugárzásának csökkentésére az I-tartókon álló katódrészt normál falitéglával körülfalaztuk a fenék hőszigetelésének javítása miatt. Ennek következtében a kemencefenék alatti légitér hőmérséklete 60—90° C-szal növekedett.

A szénbélés nagy költsége (kb. 1.750.— Ft/tonna), valamint a falitégla hővezetési számánál többször nagyobb hővezetési száma miatt az előregyártott elektróda téglákból épített katód építésénél, majd ennél hatékonyabb formában a döngöltfenekű kemencék építésénél a szigetelő téglafal köbtartalmát fokozatosan növeltük a szénbélés rovására, úgyhogy eljutottunk az 1. sz. ábrán látható katódbéléshez, melynél a szénbélés szerepe csupán egy vékony kéreg formájá-



ban jelentkezik, a megnövelt hőszigetelő falazaton belül.

Ilyen 24 KA-os kemence építésénél elért megtakarítás — csak az elektródát figyelembe véve — a BKL 7. sz. 101. oldalán megadott értékeknél 28—30%-kal nagyobb, azaz közel 600 dollárt jelent kemencenként. Ezen összegben nincs bent a samott és a lyukas falitégla kö-

zötti különbözet, valamint egyéb anyag- és munkabérek különbözete.

A lyukas falitégla minimálisan 10—15%-kal jobb hőszigetelést eredményez, ami a fent megadott 13,76%-os sugárzás okozta hővesztéséget csökkenti. E kemencék kifogástalanul működnek.

Érdekes összehasonlítást mutat az alábbi táblázat:

Megnevezés	K e m e n c e t i p u s:					Megjegyzés
	24 KA régi építésű	24 KA új építésű	30 KA	48 KA (24 KA régi) építéshez viszonyítva	48 KA (24 KA új) építéshez viszonyítva	
Szigetelés . . . . .	1,00 (2,0 m <sup>3</sup> )	2,00 (4,00 m <sup>3</sup> )	1,79 (3,57 m <sup>3</sup> )	5,35 (10,71 m <sup>3</sup> )	2,68 (5,36 m <sup>3</sup> )	Felső számsor: növekedés
Szénbélés . . . . .	1,00 (4,9 m <sup>3</sup> )	0,58 (2,85 m <sup>3</sup> )	1,33 (6,52 m <sup>3</sup> )	1,78 (8,52 m <sup>3</sup> )	3,00 (15,00 m <sup>3</sup> )	
Füldőtér fogat . . . . .	1,00 (2,0 m <sup>3</sup> )	1,03 (2,05 m <sup>3</sup> )	1,48 (2,96 m <sup>3</sup> )	2,87 (5,74 m <sup>3</sup> )	2,80 (5,60 m <sup>3</sup> )	
Összes térfogat . . . . .	1,00 (8,9 m <sup>3</sup> )	1,00 (8,9 m <sup>3</sup> )	1,47 (13,05 m <sup>3</sup> )	2,80 (24,96 m <sup>3</sup> )	2,80 (24,96 m <sup>3</sup> )	

A táblázatból kitűnik, hogy az újépítésű 24 KA-os kemence, bár a vasszerkezet azonos a régi 24 KA-os kemencével, a szigetelési térfogata kétszeresre növekedett, a szénbélés felére csökkent, a kemence össztérfogatváltozatlanlansága mellett.

A 30 KA-os kemenceszigetelés és szénbélés-térfogat aránya gazdaságosabb az újépítésű 24 KA-os kemence adatainál, azonban jobb a régi építésű 24 KA-os kemence adatainál.

Ugyanaz áll a 48 KA-os kemencére, bár már kétséges, hogy ezen konstrukciónál az újépítésű 24 KA-os szénbéléstérfogat arányát célravezető-e elérni; ezt csak üzemi kísérlet döntheti el.

2. Az alumínium elektrolízis katódjait szokványosan előregvártott elektróda-téglából építik. A tégláknak az alábbi előírásoknak kell megfelelniök:

hamutartalom: 6—8%,  
fajsúly (látszólagos): 1,5—1,6,  
fajsúly (valódi): 1,85—2,05,  
fajlagos ellenállás: 45—50 Ohm/cm<sup>2</sup>/m.  
nyomószilárdság: (7 cm-es élhosszúságú kockán) 300—500 kg/cm<sup>2</sup>.  
porozitás: 8—12%.

A téglákat 400—800 atm. nyomással préselik és 1000—1200° C-on égetik. 1947. elején kemencéink katódjainak felújítására nem álltak rendelkezésünkre a fenti előregvártott elektródatéglák, s kísérletképpen megépítettük az első tisztán anódmasszából, majd anódmasszából és 10% porrá őrölt antracitból álló döngölt fenekű kemencénket. (Antracitot a jó áramvezetés céljára adtuk hozzá.)

A használatos anódmassza nyers állapotban, kiegészés előtt, az alábbi összetételű volt:

fajsúly (látszólagos) 1,71  
illóréz 10,3%  
koks 89,70%  
hamu 0,63%  
kötőanyag 20,15%

A kiegészített kísérleti tömb fajlagos ellenállása: 95 Ohm/mm<sup>2</sup>/m.

A használt antracit összetétele:

koks 98,81%  
illóréz 1,19%  
hamu 0,64%

Az első kísérleti kemence 1.050 napos élettartamú volt. E kemencénél használt anódmasszán kívül, az alábbi kétfajta anódmasszából építettünk ezideig 48 db. döngöltfenekű kemencét az antracitadagolás elhagyásával. (Az antracit nélküli kemencék fenékellenállása nem mutat különbséget a 10% antracitos kemencékkel szemben, nagyobb antracitmennyiség lényegesen javítja a fenékellenállást.)

a) fajsúly (látszólagos) 1,61  
illóréz 13,3%  
koks 86,7%  
hamu 0,62%  
kötőanyag 21,90%

A kiegészített tömb fajlagos ellenállása 102 Ohm/mm<sup>2</sup>/m.

Ezen masszából laboratóriumi kemencében 1000° C-on 4—6 óra alatt kiegészített mintatömb vizsgálati eredménye:

fajsúly (látszólagos) 1,28  
fajsúly (valódi) 1,99  
nyomószilárdság 206 kg/cm<sup>2</sup>  
fajlagos ellenállás 102 Ohm/mm<sup>2</sup>/m.  
porozitás 36%

b) fajsúly (látszólagos) 1,66  
illóréz 12,50%  
koks 87,50%  
hamu 0,3%  
kötőanyag 20,50%

A kiegészített próbatömb vizsgálati eredménye:

fajsúly (látszólagos) 1,20  
fajsúly (valódi) 1,81  
fajlagos ellenállás 150 Ohm/mm<sup>2</sup>/m.  
porozitás 34%  
nyomószilárdság 204 kg/cm<sup>2</sup>

Érdekes összehasonlításra ad alkalmat ezen masszából készült, üzemben kiegészített kb. egy évig üzemben volt kemence fenékszenének vizsgálati eredménye:

fajsúly (látszólagos) 2,21  
fajsúly (valódi) 1,80  
porozitás 12,4%  
fajlagos ellenállás 80—90 Ohm/mm<sup>2</sup>/m.  
nyomószilárdság (3 cm-es) 182 kg/cm<sup>2</sup>  
hamu 5,15%



A valódi fajshuly értéke nem megbízható, mert méréskor a szénből pezsgés közben gázok szabadultak fel. A nagy látszólagos fajshuly, a kis porozitás, a hamu magas százaléka, mind azt mutatja, hogy a fenékmassza kiégés alatt tömörödik s az üzem alatt átítatódik kriolith-tal.

A döngöltfenekű kemence építésénél, árammal való kiégetésnél és üzembelhelyezésnél, az alábbi irányelveket kell betartani:

A teljes katódtömb homogén masszából épüljön, mert a különféle masszából épített, illetve kellő mértékben nem homogénizált katód-masszatömeg üzem alatt különféle mértékben tágul, megrepedezik, az áramelosztás egyenlőtlenségét idézi elő a katódban, ill. üzemzavart, sőt kemencekiesést okoz.

A kiégetés menete szabályozható legyen: lehetőleg a tömb középső részén kezdődjék a kiégetés és a tömb széle felé haladjon.

Az áram a tömb szélét is égesse ki, s ne beolvastáskor égjen az ki, mert ezen a részen felválás lesz.

A kiégetés gyorsasága és erőssége szabályozható legyen.

Ha a fentiek szerint anóddal égetünk katódot, az anódot betüzesedéstől, korrodálódástól védjük meg, azaz az anód kellő módon tehermentesítendő legyen az áramtól; az égetés alatt az erős helyi túlmelegedést kerüljük.

Az 1. sz. ábrán feltüntetett katód elrendezésével sikerült elérnünk a fenti feltételeket.

**Tapasztalatok:** A kemence széntömbjét megszakítás nélkül egy munkamenetben kell készre döngölni, nehogy rétegződések, elválások legyenek a tömbben már az építéskor. A rajzon látható 3 mm-es vastálca, mely egyúttal a katód sablonja is, az egyenletes áramelosztást biztosítja az anód és a katód érintkező felületén, továbbá arra szolgál, hogy az áramot söntök útján a koszorúra vigye, s egyben az anód- és katódsöntök hegesztésére szolgál. A felszabaduló gázok eltávolodásának megkönnyítésére lyukakat fúrnak a vastálcára. A tálcát négy részre osztott, a részek a tágulás miatt egymásra fedéssel készülnek.

Kétféle áramvezető söntöt használunk, ú. n. anód- és katódsöntöket.

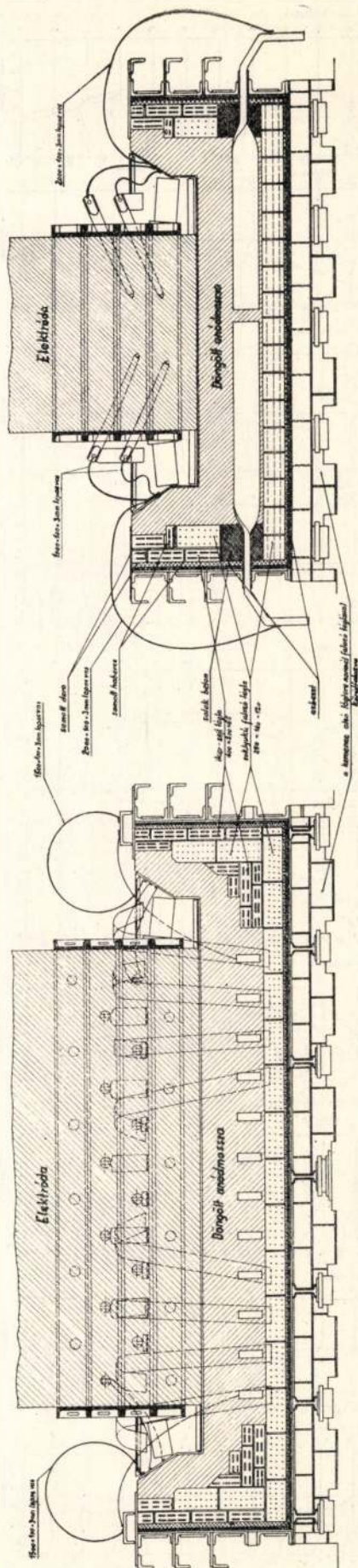
Az anódsöntök szerepe: a) Az anódnak a kiégetés alatt, az áramtól való fokozott tehermentesítésére és így az anódkorrózió és felégetés megvédésére szolgál.

b) A katódsöntök eltávolítása után az áramnak s így a fűtésnek irányítására szolgálnak. (A kiégetést a középről a szélekre, illetve a koszorúra irányítjuk ezekkel.)

A katódsöntök szerepe: A fűtés kezdetén a hideg, majd fokozatosan melegedő söntök méretezésük folytán az áramot teljes egészében vezetnek és a nyers szénbélésen gyakorlatilag nem folyik áram. A söntök leoldása folytán a fennmaradó söntök melegeknek, nő az ellenállásuk, melynek következtében a katód-széntömeg egyre fokozatosan több áramot kényszerül átvenni melegedés közben; majd kiég s végül az utolsó katódsönt levétele után az áramot teljes egészében átveszi a szénbélés.

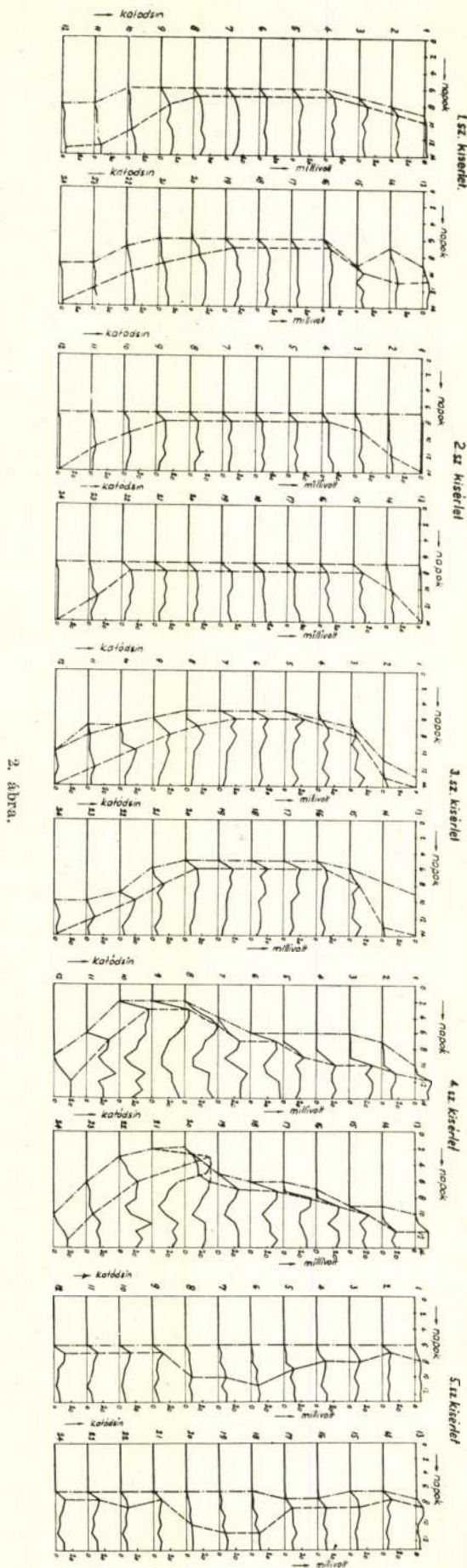
Áramsűrűség az anód- és katódsöntökben  $2.8 \text{ amp/cm}^2$   $20^\circ \text{ C-on}$ . Egv  $24.000 \text{ amp/cm}^2$  kemence ellenállása 3 volt normál fűtési feszültségen  $1250 \cdot 10^{-7} \text{ Ohm}$ .

A katódsöntök ellenállása:  $0,24 \times 1,8/8400 = 515 \cdot 10^{-7} \text{ Ohm}$ .



1. ábra.





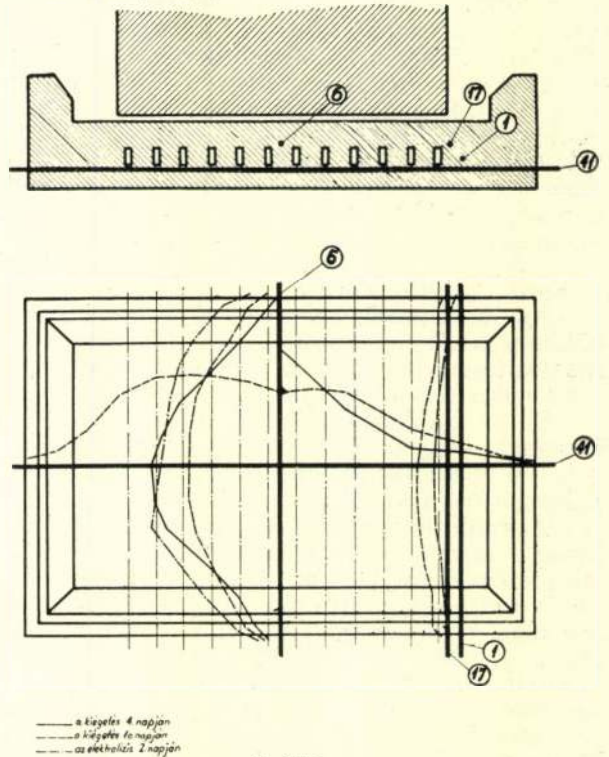
2. ábra.

Az anódsöntök ellenállása:  $0,24 \times 10/8400 = 286,10^{-7}$  Ohm.

Ezen adatokból látható, hogy mind a katód-, mind az anódsöntöket kellő biztonsággal méreteztük, s a katódsöntök több mint fele mennyiségét kell lekapcsolni, hogy az áramvezetésére, illetve az áram egy részének átvételére kényszerítsük a nyers, melegedő, fokozatosan kiégő szénmasszát. Ez annál később következik be, minél rosszabb áramvezetőjű masszát használtunk az építésre. Amint a szénbélés vezetővé vált, a kezdetben emelkedő hőfokú katódsöntök hőfoka fokozatosan csökken, kb.  $160^\circ \text{C}$ -ról a normálisra.

Az utolsó katódsönt levétele után kezdjük az anódot áramtól tehermentesíteni, úgyhogy az áramcsatlakozókat a sönttel együtt a tuskéről fokozatosan leoldjuk. E műveletet már a katódsíneken mért millivoltok nagysága szerint végezzük, s azon a katódsínfeletti anódsöntöket oldjuk le a tuskéről, melyeken legnagyobb millivolt számot mérünk.

A 2. sz. ábrán több döngöltfenekű kemence katódsíneinek árameloszlási diagrammját ábrázoltuk, melyet a katódégetés tartama alatt naponta mértünk. Ezen árameloszlási görbék-ből a katódsínkörüli kiégetés hőfokára, illetve a fenéktömb tömege kiégetésének mértékére következtethetünk. Ez a diagramm szolgál a gyakorlatban a kiégés ellenőrzésére. Ezeket igazolják egy kísérleti kemencében különböző helyeken beépített 4 darab szondában a kiégés tartama alatt mért hőfokból összeállított hőfokeloszlási görbék, melyek az árameloszlási görbékkel arányosak.

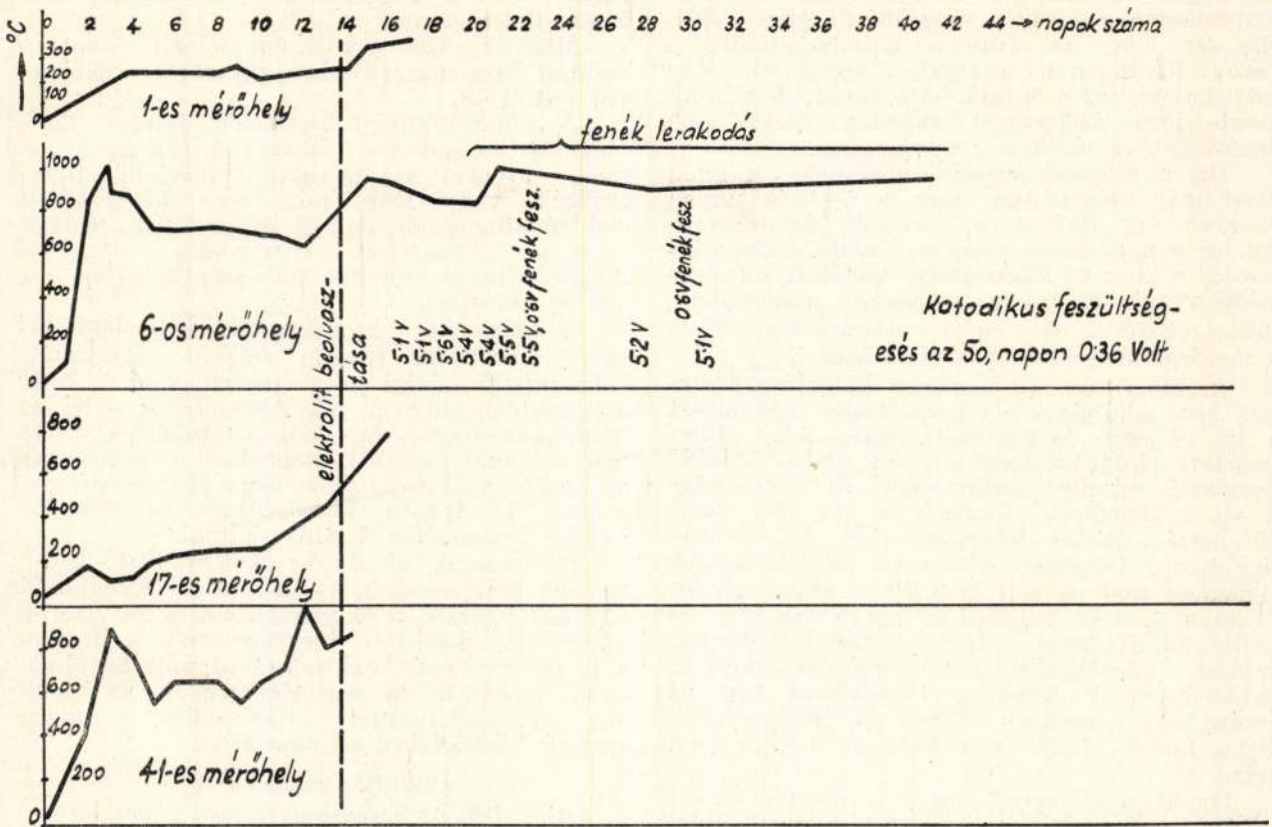


3. ábra.

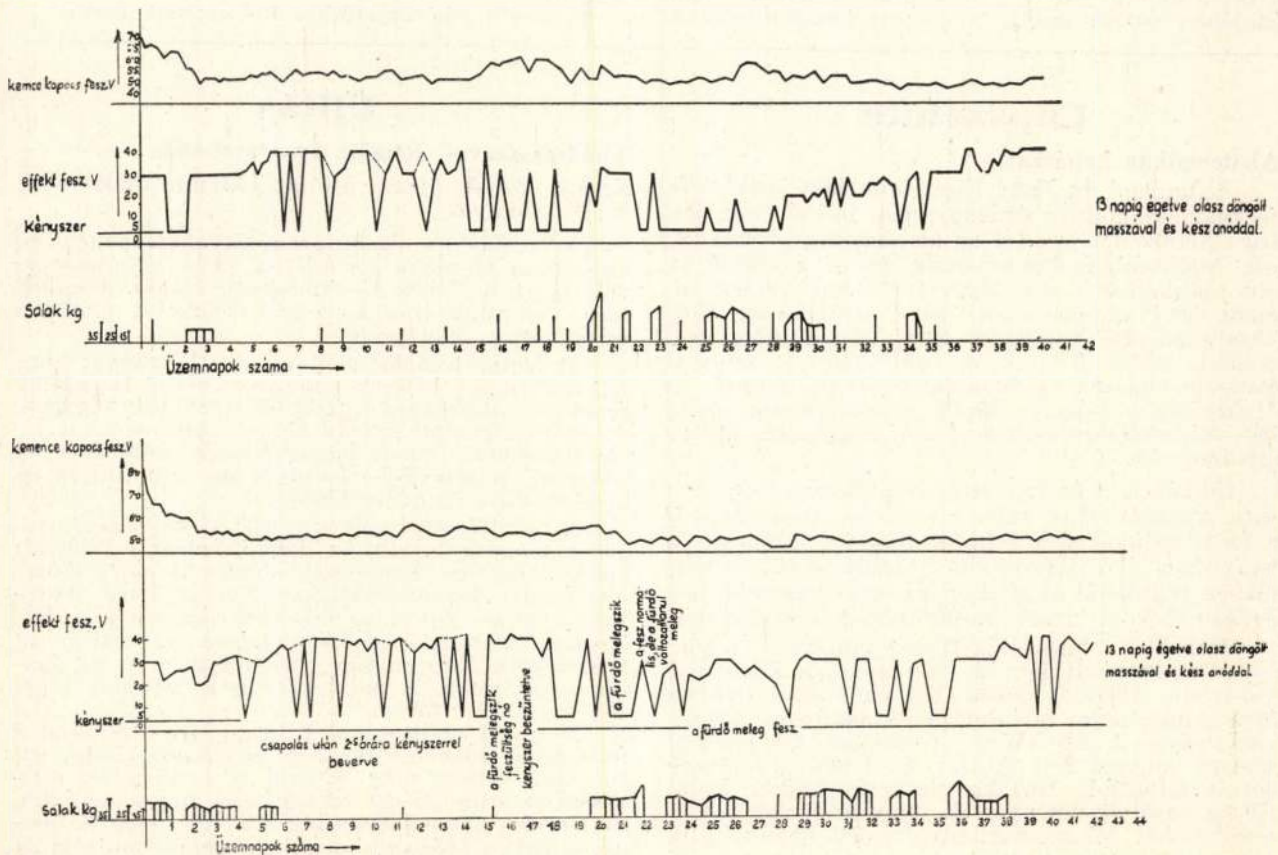
A 3. sz. ábrán, illetve 4. sz. diagrammon látható hőfokeloszlási görbék-ből leolvashatjuk, hogy a katód közepe ég ki legjobban, a hőmérséklet itt a kiégetés alatt éri el a  $950^\circ \text{C}$ -t is, s az az anód szélén, a rövidebb oldalon ugyanekkor ennek 25%-át éri el gyakran.



Aluminium elektrolizáló kemence szondáinak egyes mérőhelyein levő hőmérsékletek az idő függvényében.



4. ábra.



5. ábra.



A kemence két rövidebb oldalát az anód első keretmagasságáig, jó áramvezető koks, vagy széndarával (3–6 mm-es szemcsenagyságú), a katódsöntök levétele után célszerű kriptokemencszerűen megtölteni. Ezzel elérjük azt, hogy az áram a katódszéntömeg e részét fokozottabb mértékben égeti ki. Még fokozhatjuk ezt a hatást, ha a rövidebb oldalak koszorújára koksztüzet rakunk, ezzel jobb áramvezetővé válik a nyers massa.

Ha a mérések eredményeképpen az anód alatt már kiegészített egy mag, a 6–10-ik napon célszerű az anódot a katódról fokozatosan emelni s az áramot ezzel az anódsöntökön keresztül a koszorú fokozottabb égetésére az oldalakra vinni. Ezt akkor célszerű megkezdeni, mikor a katódsíneken mért árameloszlási görbék a maximumról kezdenek visszaesni.

A döngöltfenekű kemence kiegészítése árammal nem lehetséges a massa teljes tömegében, a 12–16 napi égetés alatt, ezért, s az előregyártott elektródatéglákból épített katódokkal szembeni kisebb szilárdsága és tömörsége miatt e kemencék indítása és az első másfélhónapi üzeme kényesebb és fokozottabb figyelmet, kímélést kíván. A döngöltfenekű kemencét csak olvadt fémmel s utána olvadt fürdővel szabad indítani a lehető leghidegebb indítással. Ha nem adagolunk fémet előre, felválások jelentkeznek a még gyengén kiegészített katódról, mely különösen észlelhető lesz az amúgy is gyengébben kiegészített rövidebb oldalak táján, melyek tökéletesen csak az indítás után égne ki.

Gyakran előfordul, hogy a kiegészítés alatt az anód erősen kiszárad, ú. n. „döglött“ anód lesz. Ilyenkor a kemence gyengén elmelegszik, erősen salakol és a feszültsége alacsony. Ha idejében észrevesszük s erősen leszabályozzuk

az anódot, az üzemzavar a „döglött“ rész elfogyásával eltűnik. Ezt elhanyagolva, vagy fel nem ismerve, oly mértékben melegszik el a fürdő, hogy a kemencével le kell állni. (Lásd 5. sz. diagrammot.)

Megelőzhetjük a bajt, ha a leálló kemence anódját híg, nagy kötőanyagtartalmú masszával feltöltjük.

A döngöltfenekű kemencék építése olcsó, kiegészítése és indítása fokozott óvatosságot igényel, üzeme kifogástalan, fenékellenállása egyezik vagy jobb, mint az előregyártott elektródatéglákból épített kemencéké, élettartama az eddigi eredmények alapján eléri, sőt meghaladja az előregyártott széntáglákból épített kemencékét.

A fenti két szempontnak ismertetésével hozzá kívántam járulni fejlődő alumíniumkohászatunk eddigi nagy eredményeinek, akár legkisebb mértékben való növeléséhez, s ha az illetékesek magukévá teszik a tatabányai kohóban a döngöltfenekű kemencékkel elért jó eredményeket, akkor remélem, hogy rövidesen meginduló 48 KA-os kemencéknél is döngöltfenekű kemencéket fogunk építeni.

Itt mondok köszönetet Kolosy Ernő kohómérnök kollégámnak, aki a katódok szondázási méréseit végezte és diagrammban összeállította, továbbá Szakál Pál vegyész-mérnök kollégámnak, aki nemcsak szaktudásával volt tanulmányom megírásában segítségemre, de az illetékes minisztériumnál kieszközölte e nagyarányú kísérletekre az engedélyt.

#### FORRÁSMUNKÁK:

Szakál Pál: Az alumíniumkohászat néhány gyakorlati kérdése BKL 1949 július 7. sz.

A. I. Bjelajev: Metallurgi Legkich Metallov., 1947, Moszkva.

K. Arndt: Die Künstlichen Kohlen. 1932. Berlin.

## Lapszemle

### Alsitermikus kohászat.

A Journal du Four Electrique 1950 januári és februári számaiban érdekes cikk jelent meg. Dr. Ing. Arturo Paoloni-tól az alsitermikus kohászatról. Alsitermikus kohászatnak nevezi a szerző az oly redukálószer segítségével történő kohászatot, mely 50% alumíniumot, 35% szilíciumot, 10% vasat, 2,5–3% titánt, 1–1½% szenet, 0,5% kalciumot, 0,03% foszfor és 0,01%ként tartalmazó ötvözetet használ redukálóanyagként. Ennek az ötvözetnek a fajsúlya kb. 3. olvadáspontja pedig 760°. Redukálószerként 0–1 mm nagyságra őrölve alkalmazzák.

Cikkében a szerző kitér a műkorund gyártására alitermikus kohászat révén. Szén helyett a fenti redukálószer felhasználásával sikerült a bauxitban lévő titán-dioxidot majdnem teljes mértékben redukálni és a titánt az elektrokorund melléktermékeként nyert vasötvözetből visszanyerni.

Szerző a kísérleténél kalcinátlan „fehér“ bauxitot használt fel. A keveréket a következő arányban állította össze: 800 kg bauxit, 128 kg 50% alumíniumot tartalmazó redukálószer, 100 kg vasforgács. A 200 kW-os elektromos kemencéből kinyert korund 99% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t és 0,10% titán-dioxidot tartalmazott, 500 kg elektrokorundon kívül 170 kg vasötvözetet nyertek, mely 60% vashól, 26% szilíciumból, 5% alumíniumból és 7% titánból állt.

(Gerencsér.)

## Újítás

### Anódmasszával döngölt kemencefenék.

Szakál Pál és társai újítása (Alumíniumkohó N. V., Tatabánya).

Az újítás az alumíniumelektrolizálókemencék katódikus részének bármilyen fajta anódmasszával, vagy hulladék anódmasszával való döngölésére, valamint ezen kemencék kiegészítési módjára és építésére vonatkozik.

Az eddigi eljárási módnak az a hátránya, hogy a katódikus bélesek, melyek előre kiegészített fenékszénblokkokból készültek, idő előtt elégnék. Az előre kiegészített fenékű kemencéknél sokszor hibás üzemmenet miatt megrepedezik, feltörik a fenékszén, a repedésbe befolyik az alumínium és megemelődik az egész fenékrész.

A rakottfenekű kemence építési költsége lényegesen magasabb, mint a döngöltfenekű kemence építési költsége. Utóbbinak előnye az előre kiegészített fenékű kemencékkel szemben az, hogy üzembiztos, nincs kitéve az időelőtti hirtelen kilyukadásnak. A döngöltfenekű kemence az eddigi tapasztalatok alapján úgy viselkedik, mint az egyseges széntömb. A megtakarítás a javaslat alapján évi 418 172 forint.

Meg kell említeni még, hogy ezen eljárással a felsőgallai kohóban évenként nagymennyiségű valuta takarítható meg. Ezenkívül a kiegészítési eljárással az áram 40–50 százaléka is megtakarítható, ami 14 000–28 000 kilowattórának felel meg. A mellékelt rajz a D-7-es alumíniumkemencét mutatja az új falazással, kiegészítéshez előkészítve. (Új. Lapja)



# Al-Mg-Si ötvözetű lemezek felhasználása körül szerzett tapasztalatok

EMÖD GYULA

669.716 621.771/776

Люля Эмёд:

Об опытах полученных вокруг использования Ал-Мг-Си силовных листов.

Влияние сплавных элементов на механические свойства. Производство полуквалифицированных качеств. Об опытах полученных материалами бутылок для газов. Об Ал-Мг-Си сплавных с содержанием меди. Производство бутылок для газов теплым прессованием. Обсуждение относящихся к нему испытаний у русского автора С. М. Воронова.

## 2. Experiences gained in the manufacturing of different articles employing sheets of Al-Mg-Si alloy.

By Julius Emöd.

Influences exercised on the mechanical properties of the alloy by the alloying constituents thereof. Production of high duty, forming, bending and cold working qualities. Experiences gained with these alloys in manufacturing gas-cylinders. Properties of Al-Mg-Si alloys containing copper. Manufacturing of gas-cylinders by the hot press method. Elucidation of S. M. Voronov's — Russian investigator — paper dealing with the experiments made in connection with above alloys.

Lemezgyártásra nálunk a szín Al és Al-Mn, Al-Cu-Mg, Al-Mg és Al-Mg-Si jól alakítható ötvözetét használják.

Az Al képlekenyen jól alakítható és felhasználható burkolási, valamint mélyhúzási célokra. A szilárdsága nagyon alacsony, ezért felhasználhatósága csak kis területre korlátozódik.

Az Al-Mn-ötvözet alakíthatósága közel áll a szín Al-éhoz és mechanikai tulajdonságai csak valamivel jobbak, mint a szín Al-nak. Az edénygyártás és élelmiszeripar előnyösen használja fel.

Az Al-Cu Mg ötvözet rendelkezik a legelőnyösebb mechanikai tulajdonságokkal, azonban korrózióellenállása kicsi és így csak burkolva, azaz megfelelő védőfestékkel használható.

Az Al-Mg-ötvözet jó közepes szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik és a korrózió ellenáll, azonban nagy keménysége miatt csak burkolásra ajánlható. Különösen kedvelt a hajóépítőiparban. Hátránya, hogy 5%-on felüli Mg-tartalom esetében csak meleg elősajtolás után hengerelhető tovább.

Az Al-Mg-Si-ötvözet aránylag szerencsésen egyesíti az előbb említett ötvözetek jó tulajdonságait. Könnyen megmunkálható, jó közepes szilárdsági értékekkel rendelkezik és korrózió ellen is kitűnően ellenáll. Előnyös tulajdonságait a legtöbb országban felismerték és szívesen használják a hajóépítésben, járművekhez, a repülőiparban, építészetben és élelmiszeriparban, de megtaláljuk a készülékgyártás, fincmechanika, díszítés és elektrotechnika területén is.

Az utóbbi években nálunk is megkezdte térhódítását és nagy mennyiségben használnak fel autóburkoláshoz, gépjárműkarosszériaépí-

téshez, hajóépítéshez és gázpalackok gyártásához Al-Mg-Si-ötvözetű lemezeket. Eppen ezért nem szaladhatunk el mellette szó nélkül, de nem közömbös az a tény sem, hogy ötvözőanyagai hazai viszonylatban is előállíthatók, amire az ötéves terv kapcsán meg is történtek az intézkedések.

Előadásomat a saját tapasztalataim és az ezek alátámasztására szolgáló irodalmi adatok alapján a következő felépítésnek megfelelően állítottam össze:

- I. Az ötvözőelemek befolyása mechanikai tulajdonságokra.
- II. A félnemes minőségek előállítása.
- III. MAORT-palack anyagával szerzett tapasztalatok.
- IV. Cu-tartalmú Al-Mg-Si-ötvözet.
- V. Palackgyártás meleg sajtolással.

### I. Az ötvözőelemek befolyása a mechanikai tulajdonságokra.

Az ötvözet összetétele lemezgyártás céljára a következő:

Mg	0,7%
Mn	0,6%
Si	0,9%
Al	többi

Fenti összetétel csak közepes érték, amelytől kisebb mértékben eltérhetünk.

A megengedett szennyezés

Cu <sub>max</sub>	0,1 %
Zn <sub>max</sub>	0,05%
Fe <sub>max</sub>	0,7 %

Az ötvözet szilárdsági értékei a következők:

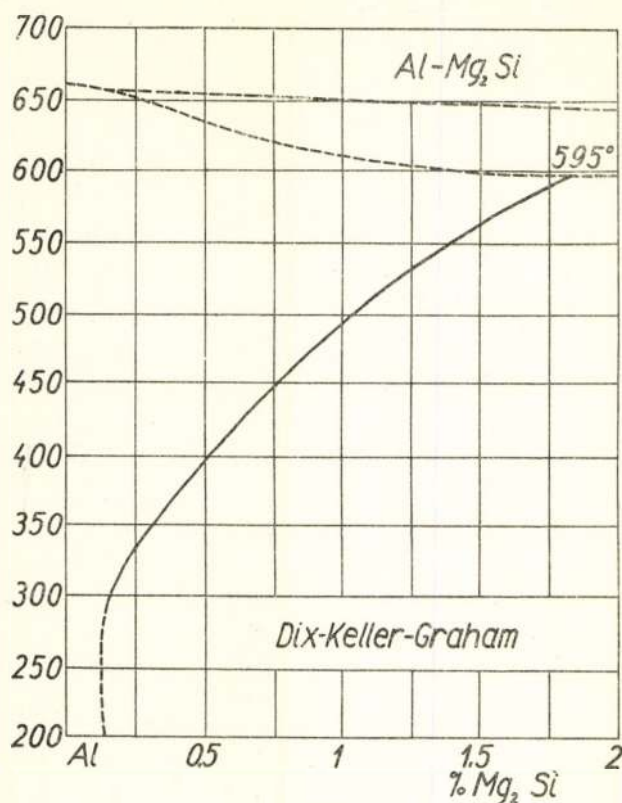
Lágy: szakítószilárdság	11—13 kg/mm <sup>2</sup>
nyúlás	15—25%
Nemesített: szakítószilárdság	28—35 kg/mm <sup>2</sup>
nyúlás	10—15%

A fenti szilárdsági értékeken belül a különböző céloknak megfelelően a szakítószilárdság és a nyúlás változtatható. Elmondhatjuk, hogy a szakítószilárdság növelésével a nyúlás csökken és fordítva, de változtathatjuk a mechanikai tulajdonságokat az ötvözőelemek arányával is.

Az ötvözetet 1916-ban Giulini fedezte fel és beállította technikai alkalmazhatóságát. Az egyensúlyi diagramot Dix és Keller állította fel. Azóta több laboratórium foglalkozott az ötvözet tulajdonságainak felkutatásával, de csak 1920 után kezdenek komolyabban foglalkozni vele. Dix diagrammja szerint az Al-Mg-Si-ötvözet nem három alkotós, mivel a Mg és Si bizonyos összetételeknél Mg<sub>2</sub>Si vegyület formájában fordul elő, és így tulajdonképpen két-alkotós vegyületről van szó. Ez a pseudobinár vagy quasibinár ötvözet.

Sz. M. Voronov orosz kutató „Az Al-Mg-Si-ötvözetek nemesítési folyamatai“ c. munkájá-





1. ábra.

ban hivatkozik D. Hansen, M. Gayler, Dix, Keller és Graham munkásságára és megemlíti, hogy e kutatók nemesítés és ezt követő öregbítéssel a max. szilárdságot 2%  $Mg_2Si$ -tartalommal érték el.

1931-ig ez irányban különösebb kísérlet nem történt és csak 1931-ben és 1932-ben foglalkozott alaposabban ez ötvözetrel három orosz kutató, éspedig A. A. Boesvar, K. V. Gorev, A. M. Korolkov. Ők kísérleteik kapcsán elmentek 2% Si- és 3% Mg-tartalomig. Az általuk felállított diagrammokkal rámutattak a ked-

vező összetételre és bebizonyították azt is, hogy az oldat előnyös tulajdonságai csökkennek, ha valamelyik összetevőből feles mennyiség van jelen. Ezzel egyben megcáfolták Hansen, Gayler azon állítását, hogy az  $Mg_2Si$  oldódása feles Si-tartalom mellett növekszik. E három kutató munkásságának köszönhető az a feltevés is, hogy a közismert Aldrey-ötvözetnél 0,2–0,4% Fe-tartalom mellett kevés Si-felesleg észrevehetően emeli a hőkezelés hatását. Ha azonban a Fe-tartalom csak kevéssel is több, akkor már a feles Si-tartalom nem befolyásolja kedvezően a mechanikai tulajdonságokat.

Érdekes Keller és Graighead megállapítása az  $Al-Mg_2Si$ -ötvözet kölcsönös egyensúlyára fölös Mg-tartalom mellett. Ezek a kísérletek igazolják az előbbi három orosz kutatót, mivel fölös Mg jelenlétében az  $Mg_2Si$  oldódása csökken és ezzel a mechanikai tulajdonságok is csökkennek.

1936-ban Urazov és Suspanov rámutattak, hogy az  $Al-Mg-Si$ -ötvözetek mechanikai tulajdonságai nem az  $Al-Mg_2Si$  quasibinár ötvözet-től, hanem a feleslegben lévő Si-től és Mg-től függ. Bebizonyították, hogy amíg a Si-felesleg 0,6% és a Mg-felesleg szintén 0,6%, addig a szaktíószilárdság nő, de ezenfelül már csökken.

Kuznyecov és Makarov röntgenográfiai úton megállapították az  $Al-Mg_2Si$  és  $Al-Mg_2Si-Mg$  oldódását 200° C-on. Beállították a nemesítés elméletét természetes és mesterséges kikeményítés mellett.

Dr. Veró szerint az  $Mg_2Si$ -vegyületben a  $Mg:Si = 1,73$ . Ha a Mg-tartalom kevesebb, mint a Si 1,73-szorosa, akkor szabad Si-kristályokat találunk az ötvözetben. Ha viszont a Mg-tartalom meghaladja a Si 1,73-szorosát, akkor a  $Mg_5Al_8$ -vegyület is megjelenik.

Az Al magasabb hőmérsékleten az ötvözők-ből többet old, mint alacsony hőmérsékleten, és így a vízben való lehűtés után természetesen több is a kiválás és így a szilárdság növekedése is. A  $Mg_2Si$ -ből pl. 500° C-on 1%-ot old, amint ez

I. táblázat

Sorszám	Ötvözet összetétele			Nemesítés °C	Várakozási idő óra	Kikeményítés		Szilárdsági értékek				Megjegyzés	
	Mg %	Si %	Mn %			Term. idő nap	Mesterséges idő óra	$\sigma_s$ kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_3$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	$H_B$ kg/mm <sup>2</sup>		
1.	0,6	0,9	—	525–530	—	—	150	15	24	31,5	7–10	—	Voronov, lem.
2.	0,42	0,24	—	540	—	—	150	6	8,8	14,5	24	—	Voronov, kov.
				540	—	—	150	24	15,4	20,2	20	—	Voronov, kov.
				540	—	—	150	6	14,7	22,0	20,7	—	Voronov, kov.
3.	0,7	0,41	—	540	—	—	150	6	22,8	31,3	14,8	—	Voronov, kov.
4.	0,45	0,81	—	540	—	—	150	6	21,5	31,1	23,0	—	Voronov, kov.
5.	0,8	1,0	0,1	540	—	—	150	6	39,5	44,4	12,4	—	Voronov, kov.
6.	0,8	1,0	0,6	540	—	—	150	6	—	20,0	20,0	45	Emőd, lemez
7.	0,7	1,0	0,6	500	—	—	—	—	—	22,3	18,5	60	Emőd, lemez
				490	—	5	—	—	—	21	19,5	55	Emőd, lemez
				530	—	45	—	—	—	23,5	18	63	Emőd, lemez
				490	—	45	—	—	—	22	19	59	Emőd, lemez
9.	0,7	1,0	0,6	530	1–5	—	170	6	—	30–34	10,0	95	Emőd, palack
				530	2	—	170	6	—	34,7	13,8	102	Emőd, palack
				520	4	—	170	6	—	32,4	15,3	96	
10.	0,7	1,0	0,6	520	1/2	—	150	6	—	34,3	15,1	—	Voronov, kov.
				520	1	—	150	6	—	30,3	20,6	—	Voronov, kov.
				520	96	—	150	6	—	28,9	24,9	—	Voronov, kov.
11.	0,7	1,0	0,6	540	10 p.	közb. 5	170	10 és 10 perc	—	35,0	11,8	—	Voronov, kov.



az Al-Mg<sub>2</sub>Si diagrammból kivehető. A technikailag használható ötvözetben az optimális arányt Voronov a következőkben adja meg:

$$\text{Mg} : \text{Si} = 0,7 : 1 - 1 : 1$$

Ettől eltérő arányt ma sem alkalmaznak, mert különben a mechanikai tulajdonságok az optimális értéktől erősen eltérnek.

Az ötvözöelemeknek a mechanikai tulajdonságokra való hatását vizsgálva Voronov 500 kísérletet végzett. Nem céлом itt összes kísérleteit felsorolni, mert ezek említett könyvében részletesen megtalálhatók, csupán néhány példával szeretném bemutatni az egyes ötvözöelemek hatását.

Az I. tábl. 1. sorsz. ötvözetét 525—535° C-ról vízben lehűtötték és ezt követően 150° C-on 15 órán át kikeményítették.

A kísérlet tárgya 1 mm-es lemez volt.

A következő ötvözetrel végzett kísérletnél (I. tábl. 2. sorsz.) az ötvözetet 540° C-ról lehűtve és hat órán át 150° C-on megeresztve, a szakítási értékek csökkentek, a nyúlás emelkedett.

Ha ugyanezt az ötvözetet 150° C-on 24 órán át tartotta, akkor mind a  $\sigma_s$  mind a  $\sigma_B$  emelkedett.

Ha a Mg tartalmat növeljük, azaz a következő összetételű ötvözetet ugyancsak 540° C-on nemesítjük és 6 órán át 150° C-on öregbítjük (I. tábl. 3. sorsz.), vagy a Mg-t csökkentjük és a Si-t emeljük (I. tábl. 4. sorsz.), akkor fenti kezelésnek megfelelően a  $\sigma$ -ák értékei még emelkedtek.

Fentiekből tisztán látható, hogy a Si emeli a szilárdságot, a Mg viszont nem.

Vizsgáljuk meg most a Mn hatását. Voronov e kísérlethez a következő ötvözetet állította be (I. tábl. 5—6. sorsz.).

Mg	0,8%
Si	1,0%
Mn	0,1—0,6%-ig változott.

540° C-ról való leedzés és 150° C-on való 6 óráig tartó megeresztés után a szilárdsági értékek a következők:

$$\sigma_B = 31,1—44,4 \text{ kg/mm}^2$$

$$\delta\% = 23,0—12,4\% \text{ között változott.}$$

Kisebbség 0,1%, a nagyobb érték pedig 0,6% Mn-tartalomnál adódott. A kísérleti eredmények szerint tehát a szilárdság a Mn-tartalommal nő, a nyúlás pedig csökken.

(Folytatjuk.)

## Az anódeffektus kryolith-timföldoldvadékok elektrolízisénel

Folytatás

Ismertetés prof. A. I. Bjeljaev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisénel” című könyvéből.

Összeállította: SZAKAL PÁL

Анодный эффект при электролизе сплавов криолита-глинозема.

Plate efficiency electrolysis of cryolite-alum earth fluid solutions.

Az alkalifémek fluoridjainak kritikus áram-sűrűségét és ezek oldvadékainak nedvesedési határszögét a 9. sz. táblázatban láthatjuk.

9. sz. táblázat

A kritikus áram-sűrűség az alkalifémek olvasztott fluoridjainál 1000°-on

Fluoridok	A kritikus áram-sűrűség A/cm <sup>2</sup>	Nedvesedési határszög fokokban
LiF . . . . .	0,48	129
NaF . . . . .	4,12	75
KF . . . . .	6,33	49
65% NaF + 35% MgF <sub>2</sub>	2,08	—

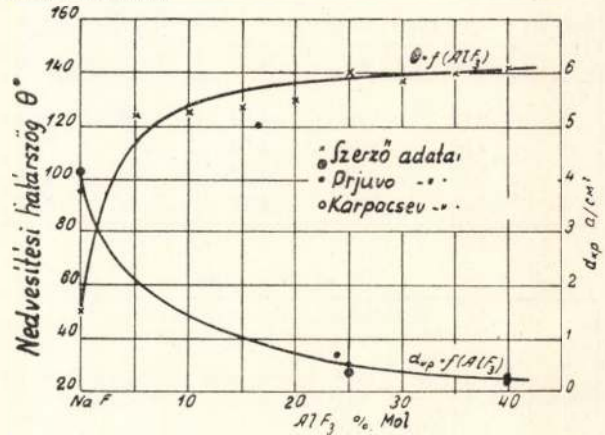
Láthatjuk, hogy a felületileg inaktív MgF<sub>2</sub> a NaF kritikus áram-sűrűségét csökkenti.

Prjuvo (31. sz.) megállapította, hogy NaF + AlF<sub>3</sub> oldvadékoknál a kritikus áram-sűrűség az AlF<sub>3</sub>-tartalom növekedésének arányában csökken, Karpacsev, Dolgov és Kancsinszkij (93. sz.) adatai szerint a kryolitholdvadékban lévő NaF-felesleg a kritikus áram-sűrűségre növelőleg hat.

31. Prjuvo: Lekcii po teorij elektroliza aljuminija, 1934.

93. Sz. V. Karpacsev, I. L. Dolgov, i. N. M. Kancsinszkij: „Lochkije Metallii”. 1934. No. 2, 20.

A 14. sz. ábrán a nedvesedési határszögnek és kritikus áram-sűrűségnek a kryolithfürdő AlF<sub>3</sub>-tartalmától való függését láthatjuk 1000 fokon mérve.



14. sz. ábra. nedvesedési határszög és  $d$  kritikus áram-sűrűség függése a NaF—AlF<sub>3</sub> oldvadékok AlF<sub>3</sub> tartalmától.

Jól látható a felületileg inaktív AlF<sub>3</sub> koncentrációjának hatása.

Az oldvadékban Na<sub>2</sub>O-t és K<sub>2</sub>O-t adagolva NaF, KF és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> felületileg aktív anyagok alakulnak ki, ezért ilyen esetben a kritikus áram-sűrűséget ezen vegyületek együttes hatása határozza meg. Az elektrolitban jelenlévő, felületileg nem aktív LiF, MgF<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub> és BaF<sub>2</sub> jelenléte a nedvesedési határszög növelésével kis mértékben kihatnak a kritikus áram-sűrűséget csökkentő értelemben. (Lásd a 9. sz. táblázatban MgF<sub>2</sub> hatását.)



10. sz. táblázat  
NaF - AlF<sub>3</sub> olvadékok kritikus áramsűrűségei  
(Prjuvo adatai)

Elektrolit	Hőfok °C	Kritikus áramsűrűség A/cm <sup>2</sup>
NaF . . . . .	1120	3,79
NaF . . . . .	1270	4,92
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub> . . . . .	980	0,45
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> . . . . .	1050	0,50
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> . . . . .	1160	1,10
Chiolit . . . . .	810	0,2—0,3

11. sz. táblázat  
NaF-felesleget tartalmazó kryolith-timföld  
olvadékoknál mért kritikus áramsűrűségek

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tartalom a kryolithban	Kritikus áramsűrűség A/cm <sup>2</sup>		
	NaF-főlösleg a kryolithban		
	0	1	5
0	0,46	0,67	1,63
1	2,02	2,58	3,77
3	4,44	—	6,00
5	7,15	8,33	7,70
7	8,90	10,50	10,36
10	10,50	11,30	14,41

12. sz. táblázat  
A CaO és MgO-t tartalmazó olvadékok  
kritikus áramsűrűsége

MeO %	A kritikus áramsűrűség A/cm <sup>2</sup>				
	Kísérleti adatok			Számítás útján nyert adatok	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaO	MgO
1	2,92	1,00	1,12	2,19	2,51
2	4,02	2,16	3,20	3,01	3,46
3	5,47	3,25	4,32	4,08	4,70
5	7,25	5,07	6,42	5,44	6,24

13. sz. táblázat

Az olvadék összetétele	Nedvesítési határszög fokokban					A csepp élet-tartama másod-percekben
	Olvadási hő-fokon	1000°-nál	1000°-on 1' után	1000°-on 3' után	1000°-on 5' után	
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> +10%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	98	96	73	37	10	330
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> +10%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +5%CaF <sub>2</sub>	121	120	120	77	73	480'' után megkér-gesedett

A 12. sz. táblázat a CaO-t és MgO-t tartalmazó olvadékok kritikus áramsűrűségét mutatja be a mért adatok mellett olyan alapon számítva, hogy egységnyi súlyú CaO-ból 0,75 és az egységnyi súlyú MgO-ból 0,86 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> képződik. Mint látjuk, a számított adatok nagyobbak, mint a kísérleti értékek. Ez nyilvánvalóan

a CaF<sub>2</sub> és MgF<sub>2</sub> felületileg inaktív anyagoknak az anód nedvesedését csökkentő hatásának következménye, ami módosítja az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom által meghatározott értékeket.

A 13. sz. táblázat a felületileg inaktívnek mutató CaF<sub>2</sub> hatását mutatja 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmú kryolitholvadék felületi feszültségére.

Fentiekén kívül a nedvesedés jelenségénél szerepet játszik a szilárd fázis természete is, tehát egyéb egyező körülmények között a kritikus áramsűrűség nagyságát ez a tényező is befolyásolja. Például a platina esetében a kryolitholvadék nedvesítési határszöge kisebb, mint a szénre nézve. Ebből az következik, hogy platina esetében a kritikus áramsűrűségnek viszont magasabbnak kell lenni, amit a kísérletek is igazolnak. Míg szén esetében kryolithra 0,31—0,76 A/cm<sup>2</sup> kritikus áramsűrűséget mértek, platina vagy egyéb nem szénanód esetében olyan magas kell, hogy legyen a kritikus áramsűrűség, hogy azt az anódnak a Joule-hő és anódtermékek következtében történő elroncsolódása miatt nem sikerült kísérletileg megvalósítani.

Végezetül fenti elmélet jól magyarázza a kritikus áramsűrűségnek a hőmérséklettel való változását. A szerző egyéb helyen leírt kísérletei során megállapította, hogy a kryolith-timföldolvadékok nedvesítési határszöge a hőmérséklet emelkedésével lényegesen csökken, tehát következőképpen a kritikus áramsűrűségnek növekedni kell, ami vele jár az anódeffektus bekövetkezésének kisebb valószínűségével. Ugyanezt támasztja alá az ipari alumínium-elektrolízisek gyakorlati tapasztalata.

## 6. Összefoglalás.

Kryolithoxidolvadékok elektrolízisének az anódikus kritikus áramsűrűség a kryolith-olvadékba oxid formájában jutott oxigénmennyiséggel arányos. A kritikus áramsűrűség tiszta grönlandi kryolithra nézve 1010°-on 0,4—0,5 A/cm<sup>2</sup>, amit a gyakorlatilag mindig jelenlévő kisebb oxidtartalom határoz meg. Különböző szénfajtákon mért kritikus áramsűrűségek kryolitholvadék esetében egymással elég jól egyeznek. Kryolitholvadékban, nem szénanyagokat használva anódaul (fémek, oxidok, ferritek), nem sikerült anódeffektust létrehozni, mert a magas kísérleti áramsűrűségnél az anódok az áram hőhatása és az anódtermékek kémiai roncsoló hatása következtében elpusztultak. Olvasztott ólomkloridot, magnetit- és ferritanódokkal elektrolizálva nagyobb — 50 A/cm<sup>2</sup> nagyságrendű áramsűrűségnél sikerült jellegzetes anódeffektust előidézni, ami ennek a jelenségnek nem szén anódok esetében való lehetőséget bizonyítja. Az anódeffektus keletkezésénél a legnagyobb szerepet az anódnak az olvadékelektrolit általi nedvesítése játsza. Az anódeffektus legvalószínűbb oka a felületi feszültségnek az anód-elektrolit határán való növekedése, ami velejárója az oxidkoncentráció csökkenésének. Az oxidkoncentráció csökkenése csökkentőleg hat a kritikus áramsűrűségre, párhuzamosan a nedvesítési határszög növekedésével. A kritikus áramsűrűség nagyságát az anód felület anyagi minőségén kívül az olvadékban jelenlévő felületi feszültségre aktív és inaktív anyagoknak, az olvadék felületi feszültségére való összesített hatása határozza meg.

## ALUMINIUM



# ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉM-KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

14—15. szám.

## Fluor-meghatározás az alumínium és timföldiparban

DR PAPP ELEMER és NAGY PÁL

545:546.16:669.71

Др. Элемер Пapp и Павел Надь:

Определение флора в алюминиевой и глиноземной промышленности.

By dr Elemér Papp and Paul Nagy:  
Determination of fluorine in the aluminium and alumina industries.

A bauxitnak fémalumíniumig történő feldolgozása közben többször felmerül a fluor meghatározásának feladata.

Maga a nyers bauxit is tartalmaz fluort 0,1—0,01%-os nagyságrendben. A bauxit feltárása alkalmából képződött alumínát lúg és vörösiszap szintén fluortartalmú.

Még jelentékenyebb a fluortartalom az alumínátlúgból elkülönülő kristályos termékekben, üledékekben.

Az úgynevezett vanadium iszap sokszor 10% F tartalmat is mutat.

Sikerült fluort kimutatni a kész timföldben is.

Az alumíniumelektrolízis, mint ismeretes, kriolitos ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) fürdőből történik. Itt különösen fontos a fluorelemzés.

A  $\text{NaF}$ ,  $\text{AlF}_3$  adalékok vizsgálatánál, a fluorvesztések számításánál, a kohógázok elnyelésénél elkerülhetetlen a sűrűn végzett fluor meghatározás.

De a kész fémalumíniumban is sikerült fluort kimutatni. A timföld és alumíniumiparban szükséges fluorelemzések legnagyobb nehézsége, hogy a vizsgálandó anyagokban legtöbbször a fluormeghatározást leginkább zavaró vegyületek, mint kovasav, foszfát, alumíniumvegyületek is fellépnek.

Mind e megfontolások mellett még egy új feladat megoldása is előtérbe került. Nevezetesen az anódmasszához szükséges szén hamúszegényítésénél folyósavas vízoldatok szerepelnek, amelyeknek szabad fluorhidrogén, hidrogén-szilikofluorid és összes sav tartalma képezi állandó vizsgálat tárgyát.

A timföld és alumíniumiparban eddig az alább ismertett két fluor meghatározási módszer volt használatban.

Az első módszer a kriolít és alumínium-fluorid vizsgálatára az ólom-klór-fluoridos eljárás. Ennek végrehajtására 0,5 gr vizsgálandó anyagot plaina vagy vastégelyben ötszörös mennyiségű feltárási keverékkel tégelykemencében 600—700° C-on

15 percen át izzítunk. A feltárási keverék két rész vízmentes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , egy súlyrész vízmentes nátriumoxalát, egy súlyrész vízmentes kovasav. A feltárási után az anyagot három órán át vízfürdőn kb. 50°-on tartjuk és a csapadék, valamint folyadék részét 500 cm<sup>3</sup> normállombikban jelig töltjük fel. Ezután egy hányadát száraz szűrőn leszűrve (pl. 100 cm<sup>3</sup>) rosolsav indikátort adunk hozzá, 50°-ra melegítjük, 50 cm 1/10 normál sósavat adunk az oldathoz, majd semlegesítjük és utána 2 cm<sup>3</sup> 2 n salétromsavat, majd 10 csepp ecetsavat és 20 cm<sup>3</sup> ólom-acetátot adunk az oldathoz. A leváló csapadék sárgás-fehér, porszerű, ólomklór-fluorid, ezt négy órai állás után kékszalagos szűrőpapíron szűrjük; háromszor ólom-klór fluoriddal telített vízzel mosunk, majd végül hideg desztillált vízzel. Ezután a csapadékot 70° C-os 25%-os salétromsavval leoldjuk és (fluor tartalmának megfelelően) 20—50 cm<sup>3</sup> 1/10 normál ezüstnitrátot adunk hozzá, majd indikátornak 2 cm<sup>3</sup> káliumferriszulfátot használva az ezüstnitrát feleslegét n/10 rodánkálioldattal titráljuk. A rodánkáli oldat faktorát ferriszulfát indikátor alkalmazása mellett külön kell meghatározni. Egy elemzés időszükséglete kb. 10 óra. Legnagyobb hibaforrás az összes fluornak a zsugorodásig hevített anyagból történő diffúziós kioldása.

Másik fluor meghatározási mód az alumínium fluoridból a desztillálás. Ehhez platinából készült lombik szükséges, melybe 0,1—0,2 gr anyagot mérünk be, majd a készülék összeszerelése után tömény kénsavat engedünk hozzá és a ledesztilláló fluorhidrogént, mely platinaesövön és platina-hűtőn át jut egy 1/10 normál lúgoldatba, titrálással határozzuk meg. A titrálás úgy történik, hogy n/10 normál sósavval a lúgfelesleget, mely a fluorhidrogén elnyelése után maradt, visszatitráljuk.

E módszernek nehézsége, különösen a platina desztilláló költséges volta, nem szorul magyarázatra.

Az alábbiakban kissé részletesebben ismertetjük a módszereket, mert az alumínium és timföldipar részéről felmerült a kívánság az újabb fluor elemző eljárások összegyűjtött ismertetésének közzétételére. Legalkalmasabb korszerű F meghatározó eljárás lenne a Traedwell által ismertett potenciometrikus titrálás. (Tabellus d. quant. Analyse, 1947. 193.)

Ennek lényege, hogy  $\text{FeCl}_3$ -al titrált F tartalmú oldat, egy  $\text{FeF}_6^{4-}$  egyenérték pontnál észlelhető potenciálugrást mutat, ha Pt segédelektroddal és kalomell normálelektroddal elemmé kombináljuk.



— Az eljárás hátrányára és korlátolt pontosságára a múlt év folyamán két orosz kutató (S. T. Talipov és I. H. Teodorovics) beható vizsgálatok alapján rámutatott. (Zavodszkaja Laboratorija, 1949. 529—534. V. kötet.)

*A fluoridok potenciometrikus titrálásáról.* (S. T. Talipov és I. L. Teodorovics. — Zavodszkaja Laboratorija, 1949. 529—534. V. kötet.)

Elektrodok: Ferro-ferri elektrod síma, vagy platinázott platinával, összehasonlító elektrod: ezüst. Megkísérelték, hogy ne kompenzációs módszerrel dolgozzanak, erre a célra 1000 Ohm belső ellenállású milivoltmérőt használtak. Azonban az eredmények nem voltak reprodukálhatók.

Továbbiakban méréseiket kompenzációs módszerrel végezték. A használt elektrodok: telített káliumklóridos kalomel elektrod és platinaelektrod. Az oldat pH-ja 4 és 5 körül. A titrálást széndioxid atmoszférában végezték  $\text{FeCl}_3$ -al. Körülbelül 100 ccm NaF (alkoholos oldatban) oldatot titráltak, melyhez etilalkoholt adtak egy-egy arányban és konyhasóval telítették. A táblázatokból kitűnik, hogy az eredmények relatív hibája 4,6%. A szerzők Tananaev és Dájesmann felfogását fogadják el, mely szerint a nátriumfluorid és a ferriklóríd egymáshatásából  $2\text{FeF}_3 \cdot 5\text{NaF}$  keletkezik. A vizsgálatokból kitűnt, hogy a semlegesítési pont nem esik egybe a potenciálugrással. A semlegesítési pontot grafikusán szerkesztették meg oly módon, hogy a görbe közel vízszintes részét meghosszabbították, valamint érintőt szerkesztettek a görbe emelkedő ágához az ugrási pontban és a két egyenes metszési pontja adta az ekvivalencia pontot. A továbbiakban tanulmányozták az oldathoz adott  $\text{FeCl}_2$  hatását. (Traedwell 1% ferrokloridot ad a titrálendő oldathoz, ennek célja a potenciál állandósítása.) A mérésekből kitűnt, hogy az optimális ferroklorid-töménység 0,7 mg. 1 ccm titrálendő oldatra számítva. (A titrált nátriumfluorid nagyságrendje 20 mg-tól 100 mg-ig.) További tanulmány tárgyát a nátriumklorid, nátriumbrómid, nátriumsulfát,  $\text{NaNO}_3$  és nátriumjodid adalék hatása képezte. A közötti diagramm-ból kitűnik, hogy a nátriumklorid kissé csökkenti a potenciálértéket. A nátriumsulfát káros hatása 11%-tól kezdődik alkoholos oldatban (szulfátionra számítva). A sulfát koncentráció növekedése erősen csökkenti a potenciálértéket. A nitrátion hatását a potenciálgörbék nem tükrözték vissza. Jodidok jelenlétében a fluoridok meghatározása ferriklóríd titrálásos módszerrel nem lehetséges.

D. S. Reynolds and K. D. Jacob. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1931. 366 old. Bevezetőben megállapítják, hogy a foszfátos ásványokból a benne lévő kovásv miatti nem lehet a fluort desztillációs módszerrel jól meghatározni a nem desztillálódó  $\text{SiOF}_2$  keletkezése miatt. A Stark, Hawley, Hoffmann, Lundell stb. által használt  $\text{PbClF}$ -es módszer szintén nem ad kielégítő eredményeket.

Ők a mintát nátrium, vagy káliumkarbonáttal megolvastják, forróvízzel kilúgozzák és szűrik. A szüredékből a kovasavat előbb savanyú cinknitrát oldattal, majd ennek szüredékéből ammoniás cinkoxidtal távolítják el. A kapott oldatot sósavazzá, ólomnitráttal és nátriumacetáttal lecsapják a  $\text{PbClF}$ -et, ezt leszűrik, kimossák és a klórtartalmát meghatározzák ezüstnitráttal, káliumrodanid jelenlétében.

A szerző kipróbálja a módszert, de foszforsav jelenlétében rossz eredményeket kap. Ezután többféle feltárási módszert próbál ki ismert fluor tartalmú anyagokkal, de maximum 82%-át kapja vissza a bemért fluornak. Többcsöri feltárással (1 gramm anyagra 2 gramm nátriumkarbonát + 0,5 gramm kovasav alkalmazásával) sikerült egy esetben 99,7%-át megkapni a fluornak. Érdekes, hogy míg a  $\text{CaF}_2$  magában nátriumkarbonát +  $\text{SiO}_2$ -vel tökéletesen feltárható, addig a kalciumfluorid +

kalciumfoszfát keverék a foszfátos kőzetekhez hasonlóan viselkedik és csak nagyon nehezen tárható fel. Valószínű, hogy fluoridos foszfát kőzetekben egy kalciumfoszfát vegyület alakjában van a fluor, melynek képlete feltevés szerint  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ . A vegyületet elő is állították alkáli sók jelenlétében kalciumfluorid és kalciumfoszfát együttes forralásával.

Végül a következő eljárást ajánlja foszfátos kőzetek F. tartalmának meghatározására: A finomra örölt és szitált mintából egy grammot platiná téglében 2 gramm nátriumkarbonát + 0,5 g  $\text{SiO}_2$ -vel 900—950°-on 1 óráig hevít. Kevés vízzel kilúgozza, leszűri. (A) A csapadékot előbb szódával forralja, majd salétromsavval extrahálja. Ha sok marad, azt újból feltárja. Ehhez 5% oxálsavat ad és lecsapja a kalciumot úgy, hogy cseppenként nátriumkarbonát oldatot ad hozzá, míg a metilorange neutrálíst nem mutat. Felforralja, leszűri, kimossa. Szüredéket 4 ccm koncentrált salétromsavval megsavanyítja és 10 ccm telített permanganátot ad hozzá. Forralja mindaddig, míg a permanganát színe már újabb permanganát adagok hatására sem tűnik el. Ezután nátriumkarbonát oldattal közömbösíti, majd két gramm szilárd nátriumkarbonátot ad hozzá feleslegben. Leválik a mangán, ezt leszűri és sokszor kimossa 1%-os forró szódaoldattal. Ennek a szüredékét egyesíti a A-val. Az egyesített oldathoz 25 ccm savas cinkoldatot ad és erősen keveri, hogy össze ne álljon a csapadék. Leszűri, a szüredéket salétromsavval forrón neutralizálja metilvörös jelenlétében, majd 25 ccm ammoniás cinkoxidot adva hozzá 50—70 ccm-re bepárolja. Leszűri és addig mossa, míg a szüredék térfogata 250 ccm nem lesz. Brómfenolkék jelenlétében finoman megsavanyítja, nátriumhidroxiddal pontosan közömbösíti. 3 ccm 10%-os nátriumklóríd oldatot és 2 ccm 1:1-HCl-t ad hozzá, majd 5 g tiszta, többször átkristályosított ólomnitrátot, ennek feloldódása után pedig 5 gramm nátriumacetátot. Fél óráig vízfürdön melegíti állandó kevergetés közben, majd egy éjjelen át állni hagyja. Ezután igen sokszor kimossa, előbb telített  $\text{PbClF}$ -es vízzel, majd desztillált vízzel. A csapadékot 100 ccm 1:19 hígítású forró salétromsavban oldja, feleslegben n/10 ezüstnitrátot ad hozzá, keverés közben félóráig melegíti, sötétben lehűti, leszűri, kimossa, majd a szüredékben az ezüstnitrát felesleget n/10 KCNS-el megtitrálja. Az n/10 ezüstnitrát differencia 1 ccm-e megfelel 0,00190 g fluornak.

Végül összehasonlító táblázatot közöl a desztillációs eljárással, melyből megállapítható, hogy 1—2 különleges esettől eltekintve (pl. floridai waste — pond foszfát) a desztillációs eljárás mégis csak jobb és könnyebben alkalmazható.

D. S. Reynolds and K. D. Jacob. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1931. 371 oldal. Már régen tapasztalták (Dániel 1904), hogy a desztillációs módszer nem ad jó eredményeket, ha kecsenyás  $\text{SiO}_2$  van jelen. Ismert mennyiségű F-hez különböző hőfokon kiizittott szilikagél tesztnek és mérik, hogy a bemért fluornak hány százaléka megy át. Kiizittatlan szilikagél hozzáadása esetén csak kb 8%-át kapja meg az F-nek, ha azonban előzőleg 1150° C-on kiizítja, akkor már több, mint 93% át megy. Legjobb eredményt (96%) 950° C-os 1 óráig izittott kristályos kvare hozzáadásával kapták. Közönséges üvegpör is jó. Pyrex üvegnél (börtartalmú) csak 85%-ot kap vissza.

A jelenséget azzal magyarázza, hogy izittatlan  $\text{SiO}_2$  alkalmazása esetén nem desztillálódó  $\text{SiOF}_2$  keletkezik.

L. V. Wilcox. Ind. Eng. Chem. Anal. ed. 1934. 167 old.

A meghatározást kolorimetrikus alapon végzi ivóvizekből, maximum 0,5 mg F-t tartalmazó 100 ccm oldatból indul ki, hozzáad 1 csepp p. nitro-



phenolt, majd elszíntelenedésig egyszer normál salétromsavat. Kiforrálja, majd lehűti. A reagens úgy készül, hogy három rész 0.35%-os acetilacetone oldathoz öt rész ferrinitrát (1 ccm = 0.2 mg Fe<sup>+++</sup> 0.02 n salétromsavban) oldatot és két rész olyan oldatot ad, mely 29.2 gramm nátriumklorid + 30.1 g magnéziumszulfátot tartalmaz literenként. A reagens elkészítése után a már lehűlt oldathoz 0.5 n karbonátmentes NaOH-t ad, míg az a paranitrofenoltól megsárgul, majd 0.1 n salétromsavval újból elszíntelenítve 110 ccm-re feltölti. 10 ccm reagenst ad hozzá és 10 perc múlva kolorimetrálja. A görbét ismert F-tartalmú oldatokkal készíti el.

W. D. Armstrong. Ind. Eng. Chem. Anal. ed. 1933. 300 old.

Eljárása szintén igen kevés (néhány milligramm) F meghatározására szolgál, ugyancsak az acetilacetone színreakció alapján. Elve azonos az előzőével, csak más a kivétel és a készülék.

W. D. Armstrong. Ind. Eng. Chem. Anal. ed. 1933. 315 old.

A régi SiF<sub>6</sub>-es desztillációt módosítja, valamivel egyszerűbb készüléket használ, de szintén abszolút vízmentes vegyszerekre és készülékekre van szükség.

I. M. Sanchis, Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1934. 134 old.

Fluornyomok kimutatására szolgál természetes vizekben. Az alizarin-cirkonium színreakciót alkalmazza kolometrikus mérésekre.

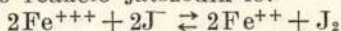
T. G. Thompson and H. J. Taylor. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1933. 87 old.

Tengervíz F-tartalmának meghatározására dolgoz ki módszert. Előbb összefoglalja az eddigi eljárásokat, melyek úgy dolgoztak, hogy kalcium, vagy bárium csapadékot állítottak elő nagymennyiségű vízből, ezt leszárték és a csapadékot desztillációs módszerrel dolgozták fel fluorra. Hibájuk az volt, hogy a fluor leválás sohasem volt kvantitatív, a szüredékbe mindig mindig belőle egy kevés. Ismerteti a cirkoniumalizarin szulfonsavas lakk természetét és ezt a módszert akarja alkalmazni. Az indikátor készítése: 0.87 g kristályos cirkonitrátot 100 ccm vízben felold és ugyancsak 110 ccm vízben felold 0.17 g alizarinszulfonsavas Na-t. A kettőt összekeveri és a keverékből 15 ccm-t 100-ra feltöltve kész az indikátor. A többi só hatását kompenzáló olyan oldatot készít, melyben a szulfát: klorid viszony a tenger vizének felel meg: 1 liter vízben felold 8.25 g MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O-t és 37.9 gramm NaCl-t.

Ismert fluor tartalmú oldatból 100 ccm-es mérőlombik sorozatba különböző mennyiségeket bémér, ezeket a sóoldattal jellegű tölti, mind a sorozat tagjaihoz, mind a vizsgálendő oldathoz 2–2 ccm reagenst ad, felforrálja, majd kolorimetrálja. Ezután megad egy csomó tengervíz elemzést és megállapítja, hogy tengervízben az F:Cl viszony konstans értéke: 7.0 · 10<sup>-5</sup>.

C. S. Boruff and G. B. Abbott: Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1933. 237 old.

A meghatározást teljesen Willard és Winter szerint végzi, kis térfogatra bepárolt (50 ccm) vízből. Kénsavas desztilláció után thorium nitráttal titrál, cirkoniumalizarinszulfonsavasnátrium-indikátorral. Bevezetőben említ egy módszert Fairchildtől, aki úgy dolgozik, hogy Fe<sup>+++</sup>-t ad az F-hez, amikor is FeF<sub>6</sub><sup>---</sup> komplex keletkezik. A feleslegben maradó Fe<sup>+++</sup>-hez KJ-t ad, amikor a következő reakció játszódik le:



A felszabaduló jódot tioszulfáttal titrálja. Mivel a reakció reverzibilis, igen nagy KJ felesleget kell alkalmazni. A módszer elég kényes és aránylag csak kis mérés határokra belül megbízható. Igen sokan módosították. (Churchill, Hale, Smith stb.).

F. J. Frere Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1933. 124 old.

A szintetikus kriolit elemzését írja le. A nátriumfluorid meghatározást úgy végzi, hogy vízzel az NaF-t kioldja (AlF<sub>3</sub> nem oldódik) és yttriumnitráttal (!!!) titrálja.

H. W. Smith. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1935. 23 old.

Bevezetőben megállapítja, hogy amerikai orvosok szerint a fog zománcának foltosodását és romlását az ivóvíz fluortartalma okozza.

Azóta igen sok vizsgálati módszer alakult ki. Ennek eredményeit hasonlítja össze Fairchild, Foster, Willard és Sanchis módszereit, a Fairchildé nem ad jó eredményeket.

M. D. Foster. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1933. 234 old.

Ivóvizek F-tartalmát határozza meg kolorimetrikusan azon az alapon, hogy F jelenlétében FeF<sub>6</sub><sup>---</sup> komplex képződik, mely rodaniddal nem ad színreakciót. Megvizsgálja a MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hatását. Görbékét ad meg, melyekkel a sók befolyását ki lehet kompenzálni. A módszer elég kényelmetlen és hosszadalmas, de meglehetősen pontos.

Eugene V. Scott and Albert L. Henne. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1935. 299 old.

Szövetekből, csontból, fogakból esinál fluor meghatározást. Óvatosan elhamvasztja, kalcium-oxidot adva előbb hozzá (600–700° C-on) majd a hamúból Willard módszerével perklorosavas közegből kihajtja a H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>-ot. A desztillátumot azonban másképpen dolgozza fel. Néhány csepp 0.04 százalékos fenolvöröst ad hozzá és híg NaOH-val közömbösíti, óvakodva a nagy fölöslegtől. Az enyhén alkalikus oldatot forralja, majd a neutralizációs pontot n/100 perklorosavval újból beállítja. Közben 5–10 ccm-re bepárolja. Ha a rózsaszín már többé nem tűnik el, kihűti, átmossa egy kis pohárba és a kb. 25 ccm-es térfogatot 2–3 ccm-re bepárolja. Két csepp telítet alkoholos metilvörös és 10 csepp 0.04%-os brómkreszold oldatot ad hozzá. A folyadékot 80°-on cetonitráttal titrálja a legerősebb vörös színig. Ha az F 0.2 mg-nál kevesebb, tóriumnitráttal titrál, ugyancsak a kevert indikátort használva.

W. M. Hoskins and S. a. Ferris. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1936. 7. oldal.

A thórium nitrátos titrálást és a zavaró ionok (halogén, nitrát, perklorát, szulfát, szulfát, arzenit, arzenát foszfát) hatását vizsgálja. Lényeges zavaró hatás akkor lép fel ha a halogén nitrát vagy perklorát koncentráció eléri a 0.1 molt, a többi ion megengedhető koncentrációja 10<sup>-3</sup> mol, vagy kevesebb.

Megállapítja, hogy az alizarin színátcsapás 3.55 pH-nál a legélesebb, ezért a szokásos titrálást erre a pH-ra pufferolt közegben végzi. A toriumnitrát oldat faktorát ugyanilyen közegben állítja be, ismert F-tartalmú oldattal. A használt puffer 1:1 arányú NaOH és monokloreetsav, mely a titráló oldatban 0.02 mol koncentrációban van jelen. Megállapítja, a legkedvezőbb indikátor koncentrációkat is és a legjobb oldattérfogatot. E szerint legkedvezőbb az az eset, ha 50 ccm oldatban 4 × 10<sup>-5</sup> % az indikátor koncentrációja.

W. K. Gilkey, H. L. Robs, and H. V. Hansen. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1936. 150 old.

Az eredeti Willard–Winter-metódusnál a desztillációt állandóan úgy kell szabályozni (víz hozzáengedésével), hogy a hőfok ne lépje túl a 135° C-t, illetve kénsav alkalmazása esetében a 160° C-t. Ezzel az a nehézség jár, hogy egyrészt a desztilláció állandó felügyeletet kíván, másrészt a víz hozzáengedése a forró 135°-os, illetve még forróbb oldathoz igen heves rázkódást, sőt áthabzást is eredményezhet. Ennek elkerülése végett a víz hozzácsurgatása előtt hűteni kell, ami nagy idővesztést jelent. Ezeket a nehézségeket küszöbölik ki



a szerzők, egy olyan készülékkel, mely a 145°-on forró tetraklórétán gőzeivel hajtja ki a  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ -t. Rollin E. Stevens. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1936. 248 old.

Azt a régi Berzelius által is észlelt jelenséget használja fel mely szerint a kalciumfluorid, ha egyedül ( $\text{CaCO}_3$  nélkül) válik le, közömbös, vagy gyengén savas oldatból, szűrhetetlen finom szuszpenziót alkot. A szerző a kalciumfluoridot alkoholos közegből választja le zselatin, mint védő kolloid jelenlétében és ezt az aránylag stabil szuszpenziót méri meg nefelométerrel. Előzőleg ismert F-tartalmú oldatot segítségével empirikusan veszik fel a görbét. A módszer tiszta NaF-oldatok esetén gyors és kényelmes, hátránya, hogy az összes zavaró ionokat (szulfát, karbonát stb.) előzőleg gondosan el kell távolítani.

W. D. Armstrong. Journal of the An. Chem. Soc. 1933. 1741 old.

A Willard—Winter-módszert módosítja, kis fluormennyiségek félmikro meghatározására. Megállapítja, hogy indikátornak ebben az esetben az alizarincirkonlakk nem ad elég pontos eredményeket, mert a cirkon is vegyületet alkot a fluorral. Indikátorként 0.05%-os vizes alizarinszulfonsavsnátrium oldatot használ. Ebből az indikátorból három cseppet ad kb. 30 ccm oldathoz, mely 20 ccm alkoholt is tartalmaz. Ezt esőppenként adagolt 1:50 HCl-el elszínteleníti, majd mikrobürettából olyan thóriumnitrát oldattal titrálja, melynek 1 ccm-je 0.2 milligramm fluorinak felel meg. A titrálás végpontját ugyanaz a rózsaszín jelzi, mint a cirkonlakk esetében, csak kicsit halványabb. Nagyobb mennyiségű F. esetén jobb a cirkonlakk, mert ezt kevésbé abszorbeálja a kiváló toriumfluorid. Ezzel a módszerrel még 0.05 milligramm F-et + 3% relatív hibával meg tud határozni.

Wallace D. Armstrong. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1936. 384 old.

A Willard metódust dolgozza át mikromódszerré. Indikátorként 0.05%-os vizes alizarinszulfonsavsnátriumot alkalmaz. A desztillációt 60 százalékos  $\text{HClO}_4$  +  $\text{NaClO}_4$  keverékével végzi. Vizsgálja, hogy a  $\text{HClO}_4$ -ből a párlatba átmenő Cl milyen hatással van a meghatározásra. 25, 30 gamma fluor esetében a klór zavaró hatása már erősen érezhető. Ezért a desztillátumhoz ezüstperklorátot ad, az ezüstkloridot leszűri és a szüredéket újból ledesztillálva, elvégzi a titrálást. 0.001 n. thóriumnitrátot használ a titráláshoz, természetesen mikrobürettából és így kb. 2 gamma F-t, még 2% relatív hibával meg tud határozni. (?)

W. Ferdinand Eberc. Frank C. Lamb, and C. E. Lachele. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1938. 259 old.

Az Armstrong által módosított Willard—Winter-módszettel dolgozik. Magnéziumoxiddal együtt elhamvasztja a mintákat és ebből perklórsavas, ill. kénsavas desztillációkat csinál. A klóriddok zavaró hatását Armstrong ezüstperklórátos módszerrel kerüli ki. Vizsgálja, hogy a desztilláció melyik fázisában megy át a legtöbb F.

az első 25 cm <sup>3</sup> -ben	84.96%
második 25 cm <sup>3</sup> -ben	11.12%
harmadik 25 cm <sup>3</sup> -ben	1.60%
negyedik 25 cm <sup>3</sup> -ben	0.60%
az ötödik 25 cm <sup>3</sup> -ben	0.20%
6—11-ig 125 cm <sup>3</sup> -ben	0.84%
	99.32%

A titrálást 0.05%-os vizes alizarin oldat indikátor jelenlétében végzi. A titráló folyadék: 0.4579 g thóriumnitrát, 12 H<sub>2</sub>O 1 literben. A Hoskins és Ferris által ajánlott monoklórecetsavas puffert is használja. A titrálás kivitele a következő: 12.5 ccm oldathoz ugyanennyi 95%-os alkoholt és 0.01 ccm alizarinoldatot tesz, majd 27.5 ccm-re tölti fel vízzel, 0.5 n NaOH és ugyanilyen koncentrációjú HCl segítségével sárgára beállítja. Ezután 25 ccm 0.24 mólos puffert tesz hozzá. (Ennek készítése:

22.7 g monoklórecetsav feloldva 100 ccm vízben, ebből 50 ccm neutralizálva 6 n NaOH-val a kettőt összeverni és feltölteni 1 literre) és ezt titrálja thóriumnitráttal mikrobürettából.

E. S. Hertzog. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1937. 336 oldal.

Baritos ércekben (96% bárium-szulfát) határozza meg a kalciumfluoridot desztilláció nélkül. Az eljárás csak speciálisan olyan anyagokra alkalmazható, amelyekben kevés a SiO<sub>2</sub>. Másrészt az F már eleve kalciumfluorid formájában van jelen. A leírt anyagot ecetsavval forralva a CaCO<sub>3</sub> kioldódik, leszűri és jól kimosva, a CaSO<sub>4</sub>-et (csak kevés lehet!!!) is eltávolítja. A szüredékből meghatározza a Ca-t. A szilárd maradékokat kiszáritja, bórsavval keveri és kiizzítja. Ezáltal elbomlik a kalciumfluorid, az F elmegy és ezután híg HCl-el kioldható a Ca, melyet oxaláttal meghatároz. Ebből számítja ki a CaF<sub>2</sub> tartalmat, tehát az F meghatározás végeredményben indirekte történik.

D. S. Reynolds and W. L. Hill. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1939. 21 old.

Bő irodalmi összefoglalás után az Armstrong és Hoskins Ferris által bevezetett módosítások alapján a thóriumnitrátos titrálást vizsgálja. Különös tekintettel a különböző kationok hatására. Igen erős só hatása van a K<sup>+</sup>-nak, Na<sup>+</sup>-nak és NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-nek jóval kisebb.

Sok Na<sup>+</sup> azonban mégis befolyásolja a meghatározás pontosságát, feltevése szerint Na<sub>2</sub>ThF<sub>6</sub> keletkezése miatt.

A desztillációval kapcsolatban megemlíti ő is, hogy sok alumínium zavar és kísérlettel igazolja a kecsenyás kovasav hatását is. A zavaró ionok koncentrációjának függvényében felvett diagramokon kívül azonban semmi újat nem mond, a titrálást vizes közegben, puffer alkalmazása mellett (monoklórecetsav) 0.1% vizes alizarinszulfonsavas Na indikátor jelenlétében végzi.

F. J. Mc Clure. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1939. 171 old.

Biológiai anyagok hamujából végez F meghatározásokat. Leírja az elhamvasztás körülményeit (500° C Mg-acetát adalék stb.) A hamuból desztillációt végez a Cl zavaró hatásának megszüntetésére ezüstszulfát oldattal a klórt lecsapja és a szüredéket megegyeszer ledesztillálva thóriumnitráttal titrálja.

Joseph J. Fahey. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1939. 363 old.

Kolometrikus eljárást dolgoz ki ferron reagenssel, ez egy szerves vegyszer, melynek összetétele: 7—jodo—8—hidroxikinolin—5—szulfonsav. A NaF elkülönítése igen komplikált és hosszadalmas, Hoffmann és Lundell szerint végzi, több fokozatban távolítja el az SiO<sub>2</sub>-t. A kolorimetrálás is igen kényes, pontosan betartott recept szerint kell végezni.

George N. Cade. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1945. 372 oldal.

Az eljárás 0.005—0.3% H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> meghatározására alkalmas HF mellett. Eljárásának lényege az, hogy a HF nagyrészt NaCl jelenlétében elpárologtatja, a visszamaradó kevés HF-et fluorbórsavvá a H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>-t szilikomolidénsavvá alakítva kolorimetrálja.

Az eljárás meglehetősen komplikált; nyomás alatt N<sub>2</sub> atmoszférában platina és bakelit edényekben dolgozik.

Intézetünk kidolgozott egy turbidimetrikus alumínium fogyasztáson alapuló gyors fluorid-fluor meghatározó módszert.

(Bányászati és Kohászati Lapok, 1950 jan. „Alumínium“ 7. old. László Antal: Eljárás HF és H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> egymásmelletti meghatározására.)

Az összes fluort azonban ez a módszer sem adja meg közvetlenül, csupán a szilikofluoridos



oldatban, a szilikofluorid melletti fluorid mennyiségét.

Intézetünkben hosszabb kísérletsorozatokat folytattunk a fluorid-szilikofluorid egymás melletti meghatározására, titrálásos alapelven.

A titrálásos fluoridelemzések eddigi eredményeinek rövid összefoglalása: Eredeti elgondolás ez volt:

A  $\text{HF} + \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4$  oldatból egy aliqot részt  $\text{NaOH}$  fölöslegbe csurgatunk. Az így kapott oldatban a fenti savak sói + lúg fölösleg lesz. Ezt két részre osztjuk:

I. Az egyik részt  $\text{HCl}$ -el visszatitráljuk, a másik részhez 4n.  $\text{CaCl}_2$ -t adva szintén megtitráljuk. Ez a második titrálás (II) kevesebb savat fog fogyasztani, mert lejátszódik a következő reakció (Treadwell II.: 501 oldal).

$$\text{Na}_2\text{SiF}_6 + 3\text{CaCl}_2 + 4\text{NaOH} = 6\text{NaCl} + 3\text{CaF}_2 + \text{Si}(\text{OH})_4$$

ami a feleslegben lévő lúgból minden mol.  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ -ra 4 mol lúgot elfogyaszt. Ezután a törzsoldat egy másik aliqot részét lassan egy normállombikba csurgatjuk, amelybe már előzőleg vízüvegéből kicsapott  $\text{SiO}_2$  alakul át  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ -tá. Ebből a normállombikból kivett aliqot részt azután szintén lúg fölöslegbe öntve ugyanúgy dolgozunk a továbbiakban, mint az  $\text{SiO}_2$ -s kezelés előtt, tehát két részre osztjuk, egyik részében a lúg fölöslegét visszatitráljuk, másik részhez kalciumkloridot adunk és azt is visszatitráljuk. Indikátorként először fenolftaleint használtunk, mert a Treadwell is ezt írja elő. A módszert egy bemérésekkel készült törzsoldaton próbáltuk ki és elég jó egyezéseket kaptunk.

Időközben az első törzsoldat elfogyott és egy másik törzsoldatot elemeztünk meg. Ennél azonban a bemért és az elemzésekkel kapott értékek között az eltérések olyan nagyok voltak, hogy ez már a módszer hibájára mutatott.  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  tartalomra a bemértnek kétszeresét kaptuk. Elkezdtük tehát az eljárás minden egyes részletét külön-külön vizsgálni. Először is készítettünk egy tiszta  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  oldatot, mely ezenkívül semmi mást nem tartalmazott. Ebben a szilikofluorid koncentrációját gravimetriчески (KCl-el kicsapva alkoholos közegből) többször pontosan meghatároztuk. Ezt az oldatot titráltuk azután fenolftalein jelenlétében és kiderült, hogy a fenolftalein már magát az  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ -ot is savanyúnak jelzi pH-ja 3–4 körül van, ezért kerestünk egy olyan indikátort, amelynek kb. itt van az átesapása. Ennek a követelménynek igen jól megfelel a brómfenolkék, mely a  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ -ot neutrálisnak jelzi és akár ismert mennyiségű savat, akár ismert mennyiségű lúgot teszünk hozzá, visszatitrálással mindkettőt kvantitativén visszakapjuk.

Ebből az ismert koncentrációjú oldatból a már leírt  $\text{CaCl}_2$ -s differenciál titrálásos módszerrel a  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  tartalmat 1% hibahatáron belül mindig pontosan megkaptuk, fenolftalein helyett brómfenolkéket alkalmazva.

Ezután pontosan megelemezett tiszta komponensekből ( $\text{HF} + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) újabb törzsoldatot készítettünk és teljesen azonos módon, de fenolftalein helyett brómfenolkéket használva indikátorként, a  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  tartalomra egy csomó meghatározást végeztünk. Eredményül a bemérés szerinti 5% helyett mindig 7.5%-ot kaptunk. Kontrollképpen a törzsoldathoz az  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  oldatból ismert mennyiséget hozzáadtunk és a meghatározást így is elvégezve eredményül a 7.5% helyett pontosan annyival kaptunk többet, mint amennyi a hozzáadott  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  volt. Ez arra mutatott, hogy a hibát valószínűleg a HF, vagy a belőle keletkező NaF okozza, ezért most egy tiszta, ismert koncentrációjú NaF oldatot készítettünk, hogy ellenőrizzük ennek segítségével az NaF hatását a meghatározásra. A következő kísérleteket végeztük:

Két párhuzamos kísérletben meghatároztuk a  $\text{CaCl}_2$ -s módszerrel a  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  oldatunk koncentrációját, de a másodikhoz még tettünk ismert mennyiségű NaF-et is. Az elsőnél pontosan visszakaptuk a gravimetriчески megállapított értéket, a másodiknál azonban kb. 25%-kal többet kaptunk.

Maga az NaF annak ellenére, hogy fenolftaleinnel semleges, sőt inkább savanyú kémhatást mutat (lúgot fogyaszt), brómfenolkéssel szemben határozottan bázikus és bár a titrálás végpontja igen nehezen észlelhető, mégis megállapítható, hogy kb. 1 mol savat fogyaszt 4 mol NaF.

Ha az NaF oldathoz  $\text{CaCl}_2$ -t teszünk, akkor a brómfenolkék neutrálisnak (igen gyengén savasnak) jelzi és ilyen körülmények között úgy a hozzáadott savat, mint a hozzáadott lúgot titrálással kvantitativén vissza lehet kapni. A hibát tehát az okozza, hogy brómfenolkék jelenlétében az NaF bázisos, ha  $\text{CaCl}_2$ -t nem teszünk hozzá, és ezért az I.-el jelölt titrálás eredménye az oldat NaF tartalmától is függ. A II. titrálás eredménye nem függ ugyan ettől ( $\text{CaCl}_2$  van jelen), de mivel a  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  tartalomra az I. és II. különbségből kell következtetni, helyes eredményt ezen az úton nem kaphatunk.

Fentiek alapján nyilvánvaló lett, hogy a magunk elé tűzött feladatot egyszerű titrálásos módszerrel nem tudjuk megoldani.

Legcélszerűbb és gyorsabb megoldás egy turbidimetriчески fluorid meghatározás, azután pedig egy jól megválasztott összes fluor meghatározás.

Laboratóriumi kísérleteink alapján legegyszerűbb és legmegbízhatóbb a F-vizes oldatból történő desztillációs meghatározása.

(Willard és Winter módszere alapján, Journ. Ind. Eng. Chem. anal. ed. 5, 7, 1933.)

Az eljárás azon alapszik, hogy a fluort  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  formájában vizes kénsavas, vagy perklórsavas közegből kidesztilláljuk, Ennél a módszernél tehát, ellentétben az  $\text{SiF}_4$ -t desztilláló módszerrel nincs szükség abszolút vízmentes vegyszerekre és készülékekre, ami a munkát sokkal gyorsabbá és kényelmesebbé teszi. A meghatározásra szolgáló készülék egyszerű. A meghatározás menete a következő:

A várható F mennyiségétől függően 1–5 g anyagot a bontó lombikba bemérünk, 5–10 szem apró üvegyöngyöt és kevés üvegtörmelékét szórunk rá és egy savtároló edényből kb. 50 cm<sup>3</sup> 60%-os kénsavat csurgatunk hozzá. Ezután megkezdjük a desztillációt, miközben az elpárolgó folyadékot a savtároló edényből hozzácsurgatjuk, hígabb kb. 5–10%-os kénsavval pótoljuk. Mintán így 100–150 cm<sup>3</sup> folyadék átdesztillált, az összes F mint  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  a desztillátumban van.

Az F áthajtását bórsav, kocsányos kovasav és nagy mennyiségű Al zavarják. Ásványi savak által fel nem tárható fluoridokat hatszoros mennyiségű szóda és két és félszeres kovasav keverékével platina tégelyben összeolvasztjuk, kevés vízzel kilúgozzuk, kénsavval erősen megsavanyítjuk és felforraljuk. Ezután fenolftalein jelenlétében erősen meglúgosítjuk, majd kb. 25 cm<sup>3</sup>-re bepárolva frissen lecsapott kadmiumhidroxid feleslegét adunk hozzá, felforraljuk, lehűlés után szűrjük, mossuk.

A szüredékben lesz az összes F és ezt visszük be a desztilláló lombikba.

A desztillátumot a 200 ccm-es normál lombikban jelig feltöltjük és aliqot részéből az F-et  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  oldattal megtitráljuk. A titrálás végpontjának megállapítására alizarin-cirkonlakk szolgál. A titrálás kivitele a következő:

A normál lombikból kivett aliqot részhez 3 csepp  $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4$  oldatot (1 g  $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  250 ccm vízben) és két csepp alizarinszulfosavas nátrium oldatot (1 g alizarinszulfosavas Na 250 ccm alkoholban) adunk. Most bürettáblá addig csöpög-



tetünk hozzá  $n/1$  NaOH-t, míg csak tartósan meg nem pirosodik, majd ugyanez burettából normál fél HCl-el éppen elszíntelenítjük. Ezután azonos térfogatú alkoholt öntünk hozzá és  $n/10$  tóriumnitrát oldattal jó világitásnál fehér lap fölött *lassan* rózsaszínig titráljuk. A tóriumoldat faktorát ismert koncentrációjú tiszta NaF, vagy  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  oldattal állítjuk be. Az aliquot rész mennyiségét úgy kell megválasztanunk, hogy kb. 10–12 ccm-nél több tóriumnitrát oldatot ne fogyasszon, mert ilyenkor már a sok csapadék miatt a titrálás nem pontos.

Ezt az eljárást módosította Rowley és Churchill, R. J. Rowley and H. V. Churchill, Ind. Eng. Chem. anal. ed. 1937. 551 old.

Willard—Winter a titrálást alizarin cirkon indikátor jelenlétében 48%-os alkoholos közegben végzik. Ezt a következőképpen indokolják meg: „Mivel a thóriumfluorid alkoholos közegben csaknem oldhatatlan, kísérletet végeztünk F titrálására alkoholos közegben thóriumnitráttal alizarin-cirkon lakk indikátort használva mely jelezte azt a pontot, amikor már az összes F lecsapódott. Az eredmények tiszta F-oldattal igen jók voltak.“

Armstrong módosította az eljárást a cirkonnitrát elhagyásával, mert a thórium maga is képez rózsaszín lakkot az F elfogyása után, másrészt pedig a cirkonnitrát is fogyaszt kevés F-t. Ugyanez ő azt találta, hogy igen kis F mennyiségeknél *vizes oldatban jobb eredményeket kapott, mint alkoholos közegben.* A szerző ezen az alapon megkísérli nagyobb mennyiségű F meghatározását is vizes oldatban. Először az oldat savanyúságának hatását vizsgálják. Erre vonatkozóan a következő táblázatot állítják össze:

Oldat térfogat:	pH	bemért F mg	talált F mg
100	1.9	100	138.3
100	2.9	100	101.5
100	3.4	100	99.8
100	4.1	100	87.5
100	4.7	100	77.0

A táblázatból látható, hogy jó eredményeket csak pH 2.9 és 3.4 között lehet kapni. Hoskins és Ferris szerint a monoklórecetsav vízben 2.8 alkoholos közegben 3.5 pH-t ad. Az ő első ajánlatukkal szemben azonban jobb eredményeket kaptak, ha töményebb oldatot használtak:

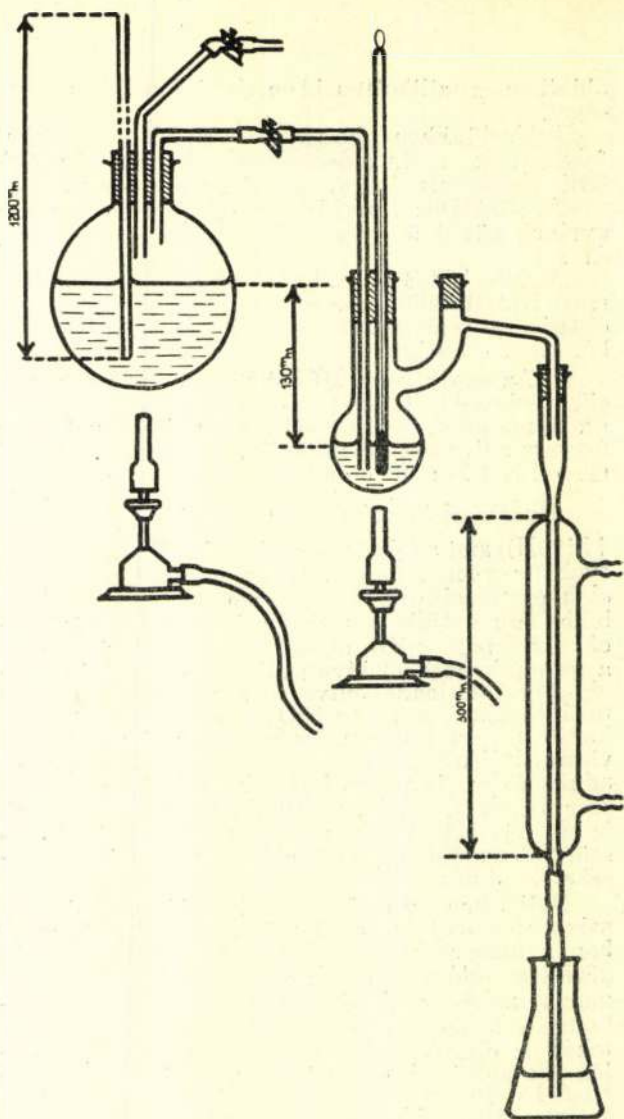
9.448 g monoklórecetsav + 2000 g NaOH 100 ccm vízben.

A különböző mennyiségű puffer oldatok hatását a következő táblázat mutatja:

Oldat térfogat:	Puffer Ccm <sup>3</sup>	pH	bemért F mg	kapott F mg
100	0.1	3.6	10.0	9.8
100	0.5	3.2	10.0	10.06
100	1.0	3.1	10.0	10.06
100	2.0	3.0	10.0	10.06

Ezután különböző mennyiségű F hatását vizsgálja. 50 illetve 100 ccm oldatban 1–50 mg F-et mér be, ehhez minden esetben 1 ccm puffert tesz és 0.1 normál thóriumnitráttal titrálja 4 ill. 8 csepp 0.05%-os vizes alizarinszulfonsavas Na jelenlétében.

Oldat térfogat:	pH	bemért F mg	talált F mg
100	3.1	1.0	1.05
100	3.1	5.0	5.08
100	3.1	10.0	10.06
100	3.1	20.0	20.30
100	3.0	50.0	49.88
50	3.0	1.0	1.05
50	3.0	5.0	5.08
50	3.0	10.0	10.06
50	3.0	20.0	20.13



Ezekből nyilvánvaló, hogy vizes oldatban is remekül lehet dolgozni ha puffert alkalmazunk. 0.01 tóriumnitrátoldat esetében a pH beállítása még sokkal fontosabb, ezzel azonban nem foglalkozik. Az eljárás tehát 0.1 tóriumnitrát esetén a következő: az F-tartalomtól függően bemért oldatot 100 cm<sup>3</sup>-re feltöltjük, 8 csepp indikátort adunk hozzá, majd 2%-os NaOH-val és 1:200 HCl-el úgy állítjuk be, hogy a szín éppen eltűnjön. Ezután 1 cm<sup>3</sup> pufferoldatot adunk hozzá, majd 0.1 n tóriumnitráttal titráljuk állandó rózsaszínig.

Willard és Winter alapmódszere, Rowley és A. Churchill módosításával.

Jól bevált timföld és alumíniumipari fluor-meghatározások gyors és pontos végrehajtására, a leírásban jelzett követelmények betartása mellett.

A  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  ledesztillálására igen alkalmas a mellékelt vázlaton összeállított készülék. A göblombikban desztillált víz gőzei az oldalnyakas lombikban elhelyezett vizsgálandó anyag + hígított kénsav + kvarepor és üveg-törmelék elegyét hígítják és táplálják. Ennek hőfokát Bunsen-égővel 135–160°-on tartjuk. Ezen a hőfokon a  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  teljes egészében a hűtőn át a szedő Erlenmayer-lombikba jut. 200 cm<sup>3</sup> folyadék desztillálása után a szedő tartalmát az ismert módon pufferozzuk és a fluort tóriumnitráttal megtitráljuk.

A most ismertetett módszer jól alkalmazható fluortartalmú üledékek, kriolitos fürdők



stb. gyors fluor tartalom meghatározására. Vizsgálataink kiterjedtek a szennyezések zavaró befolyásának kiértékelésére is.  $Al_2O_3$  nem zavar, oldott Al-só 10-szeres mennyiségben a F-tartalomhoz viszonyítva szintén nem. Szilikátos kovasav azonban meghüsitja a fluor kidesztülését.

F : Al = 1 : 10 aránynál magasabb alumíniummennyiségnél már nem tökéletes a fluor meghatározás.

Vas, alkaliszulfát, titánoxid nem befolyásolja a meghatározás pontosságát.

Következő cikkünkben a zavaró szennyezések szerepével és az azokból levonható következtetésekkel foglalkozunk.

## Al-Mg-Si ötvözetű lemezek felhasználása körül szerzett tapasztalatok

EMÖD GYULA

(Folytatás.)

6669.716 621.771/77

Дюла Эмёд:

Об опытах полученных вокруг использования Ал-Мг-Си силовных листов.

By Julius Emöd.

2. Experiences gained in the manufacturing of different articles employing sheets of Al-Mg-Si alloy.

### II. Félnemes minőségek előállítás.

Ezek után térjünk rá azokra a tapasztalatokra, amelyek a hazai lemezfelhasználás körül adódtak. Itt elsősorban meg kell emlékezni az autobuskarosszéria gyártásánál szerzett tapasztalatokról. A burkoláshoz ugyanis olyan lemezre volt szükség, amely jól hajlítható és amellyel mégis elegendő szilárdságú. Erre a célra félnemes minőségű lemez jöhetett számításba.

A félnemes minőség nemesítése  $530^{\circ}\text{C}$ -ról való edzésből áll. Ezzel az eljárással  $24\text{--}27\text{ kg/mm}^2$  szakítószilárdság biztosítható, a nyúlás pedig  $14\%$  körül mozog. A felhasználásnál élesugarú hajlításra volt szükség, amit ez az anyag repedésmentesen nem bírt. Különösen érezhető volt a repedés hátránya akkor, amikor az autobusztetőburkolásnál egy olyan újítást vezettek be, amely szerint a lemezeket korcolással kapcsolták össze. A felhasználók nem voltak tekintettel arra, hogy az Al-ötvözetek nagyon érzékenyek a kissugarú hajlításra és egy bizonyos min. hajlító sugaron belül könnyen repedhetnek. Az Al-Mg-Si-ötvözetnél a min. hajlítási sugar a vastagság arányában a következőkben adható meg:

lágú állapotban	1,0—1,5
félnemes állapotban	1,5—2,0
nemes állapotban	2,5—3,0

A korcolás egészen kissugarú hajlítást kíván és a vastagságnak legfeljebb egyszerese lehet a hajlítási sugar. Felmerült tehát a probléma, hogy olyan minőséget állítsunk elő, amelynek szilárdsági értékei megközelítik a félnemes minőségét és amellyel korcolható is.

E feladat megoldása céljából a nemesítés elméletéből indultam ki. A nemesítés lényege ugyanis abban áll, hogy magasabb hőmérsékleten az ötvözőelemek atomjai belépnek az Al kristályrácsba és hirtelen lehűtés után fokozatosan és finoman dispergált állapotban ismét kilépnek onnan és elhelyezkednek az Al-kristályok között. Ez a jelenség külsőleg az anyag

keményedésében nyilvánul meg. Verő azt mondja, hogy ez az oldódás a hőmérséklettel egyenes arányban van, azaz magasabb hőmérsékleten több, alacsonyabb hőmérsékleten kevesebb ötvözőanyag oldódik és így a rácsból kilépő anyag mennyisége az oldás mennyiségétől függ. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy ha magasabb hőmérsékletről edzzük le az ötvözetet, akkor a szilárdsága is magasabb lesz, a nyúlása viszont alacsonyabb és fordítva. Ilyen alapon elindulva fokozatosan csökkentettem a nemesítés hőmérsékletét és a megfelelő minőséget egyszerű korcolási próbákkal állítottam be. Végül is  $490\text{--}500^{\circ}\text{C}$ -on való leedzéssel sikerült egy olyan anyagot előállítani, amelynél (l. I. tábl. 7. sorsz.)

$$\sigma = 20'0\text{ kg/mm}^2$$

$$\delta\% = 20\% \text{ körül mozgott.}$$

Ennek az anyagnak közönséges hőmérsékleten való elfektetése hosszú időn keresztül sem érezhető jelentős mértékben hatását, mért erősebb keményedés csak  $100^{\circ}\text{C}$  feletti hőmérsékleten áll elő.

Erre nézve kísérleteket végeztem oly módon, hogy Al-Mg-Si-ötvözetű lemezt leedzettem  $530^{\circ}\text{C}$  és  $490^{\circ}\text{C}$ -ról, amikor a Brinell-keményítés közvetlenül a leedzés után mindkét esetben  $45$  körül mozgott. A próbalemezeket  $20^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten elfektettem és egy hét után a Brinell-keményítés a következő volt: (l. I. tábl. 8. sorsz.)

$$530^{\circ}\text{C-ről leedzett anyagnál } H_B = 60\text{ kg.}$$

$490^{\circ}\text{C-ről leedzett anyagnál } H_B = 55\text{ kg}$  körül mozgott.

Ugyanezek a lemezek az előbbi módon másfélhavi elfektetés után a következő eredményt adták:

$$530^{\circ}\text{C-ről leedzett lemezeknél } H_B = 63\text{ kg. mm}^2.$$

$490^{\circ}\text{C-ről leedzett lemezeknél } H_B = 59\text{ kg}$  körül mozgott.

A szakítószilárdság és a nyúlás különbsége a kettő között alig számottevő és gyakorlatilag a korcolásnál mégis nagy különbség mutatkozott. Ennek oka abban kereshető, hogy a kis hajlítási sugarral bizonyára olyan határhoz jutottunk, amikor a legminimálisabb értékemelkedés már repedezést idézett elő.

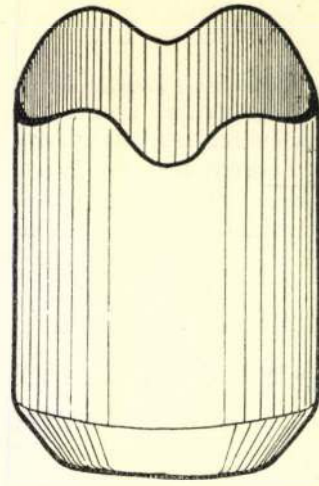
Itt kell megemlítenem azt is, hogy az Al-ötvözetek a karcolás iránt nagyon érzékenyek, azaz a legkisebb karcolás helyén is hajlítás esetén repedési folyamat indul meg, amely



azután a hajlításnál végig mehet. A karc, a hajlítás belső oldalán nem veszélyes, mert a lemeznek a belső oldala a hajlítás helyén nyomásra van igénybevéve. Annál veszélyesebb azonban a külső oldalon, ahol húzásra veszik igénybe az anyagot.

A gépjárműkarosszéria síma burkolása csak egyszerű hajlításra veszi igénybe az anyagot. Vannak azonban a gépjárműveken domború formák is, amelyeket régebben ugyancsak lemezből kézzel alakítottak ki, mint pl. a sárhányó, motorház és egyéb részek, amelyeket ma már gépi erővel domborítanak. Ez a művelet a nyújtóhúzás, amelynek lényege abban áll, hogy a domborítandó lemezt ráhelyezzük egy formára, a két végét széles pofákba befogjuk és húzzuk, amíg a forma alakját a lemez felveszi. Ennél a műveletnél az anyagnak nemcsak nagy nyúlással, de közepes szilárdsággal is kell rendelkeznie. Ennek igazolására felhozom az egyik karosszériagyárban végzett kísérleteimet, ahol lágy Al-Mg-Si ötvözetű lemezt akartak nyújtóhúzáshoz használni. A lágy anyagnak felhasználása olyan formáknál, ahol csupán mély domborításról volt szó, nem okozott problémát, mivel a kissé megfeszített lemezt kézikapcsolással idomították a formához. Itt inkább a mélynyomás szabályai érvényesültek. Más volt azonban a helyzet olyan formáknál, ahol csak erős nyújtással lehetett kialakítani a kívánt formát. Itt az anyag legtöbbször már idő előtt elszakadt. Az anyagot persze megreklamálták és a helyszíni kísérletek alapján fenti feltevés beigazolódott. Abból indultam ki, hogy az egyik külföldi repülőgépgyár kísérletei szerint a lágy minőségű ötvözetek a legkevésbé alkalmasak nyújtóhúzásra és a legjobban váltak be a magasszilárdságú lemezek. Ennek alapján a lágy lemezt félretettem és helyette félnemes anyagot fogattam be a gépbe. Az eredmény a legnehezebb formáknál is az volt, hogy húzással a formát tökéletesen ki lehetett hozni. Az egyik lemeznél a kialakított forma után a géppel tovább huzattam, hogy a szakadás bekövetkezéséig megfigyeljem, de a nyújtógép befogópofáinak kitámasztására szolgáló erős U-vas-tartók összehajlottak, mielőtt a lemez egyáltalában elszakadt volna.

Itt kell megemlítenem, hogy a nyújtóhúzáshoz megfelelő, illetve nem megfelelő anyag a forma kialakításánál mutatkozik és semmiestre sem a befogásnál. Ha az anyag nem a formán, hanem a befogásnál szakad, akkor vagy a befogópofák túl élesek, vagy pedig karcosak, ill. kezdődő szélrepedés volt a lemezen, ahonnan a nagy igénybevétel alatt a szakadás kiindult. Az autobus-karosszéria gyártásánál lévén, meg kell említenem az Al-Mg-Si ötvözetű lemezből készülő főtartók gyártási módját. E tartókat lágy, vagy félnemes lemezből hajlítják és hegesztéssel a csomópontokat összekötik. Ezután az elemeket 530° C-ról leedzik és 170° C-on öregbítjük, ami által a szakítószilárdság 30 kg/mm<sup>2</sup> felett biztosítható. Az edzésnél a deformáció annyira elenyésző, hogy a karosszériatartók ilyen módon való gyártása elfogadhatónak bizonyult. Ugyanezt a módot a kisebb vízijárművek építéséhez is átvettük. Nem szabad elfelejtenünk, hogy nemesítés után hegesztésnek helye nincs, mivel az anyag a he-



2. ábra.

gesztés helyén kilágyul és így az egész nemesítési folyamat illuzórikussá válna. A hegesztést tehát vagy nemesítés előtt alkalmazzuk, vagy pedig a nemesített anyagot már csak szegecseléssel kössük össze.

### III. MAORT-palack anyagával szerzett tapasztalatok.

Az ötvözet eddigi felhasználása és az a körül támadt viták megoldása nem okozott különösebb problémát. A komolyabb és érdekesebb tapasztalatok a MAORT-gázpalack gyártásánál való felhasználása körül adódtak. Nézzük mindjárt a 2. ábrát, amelyen egy edény látható erősen hullámos felső peremmel. Ez az ú. n. csücskösödési jelenség akkor áll elő, ha a hossz- és keresztirányú szilárdsági értékek között nagy a különbség. Ennek a jelenségnek kiküszöbölésére kísérleteket végeztem és az alábbi módokon sikerült a jelenséget kiküszöbölnöm:

1. Az anyagot egyirányba hengereltük, azonban legalább két lágyítást kellett közbeiktatnunk.

2. A melegen lehengerelt anyagot keresztben hengereltük tovább hidegen úgy, hogy az utolsó hideg alakítás legalább 60% volt.

3. Az anyagot egyirányba készre hengereljük, majd 500° C-ról leedzik és ezt követően kilágyítjuk.

Fentiek szerint tehát a hossz- és keresztirányú értékek kiegyenlítése kétféle módon történt:

a) a hengerlésnél elnyúlt kristályoknak újrakristályosításával (többszöri lágyítás, ill. nemesítés és lágyítás);

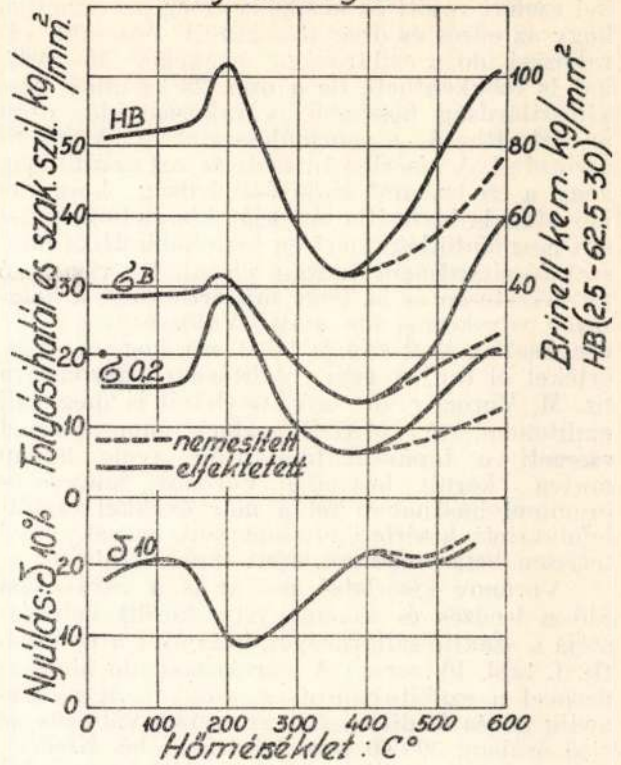
b) a hengerlés irányának 90°-kal való változtatásával.

A legolcsóbbnak bizonyult a hengerlés irányának megváltoztatása, azaz a keresztben való hengerlés, mivel a hőkezelés aránylag költséges művelet. Egyébként is a hőkezelésnél ez esetben nem elegendő egyszerű feszítelenítés, avagy lágyítás, hanem el kell érniük a rekristallizáció fokát. A durvakristályosodást azonban kerülnünk kell, mert ez is szakadáshoz vezet.

Az ilyen módon előállított lágylemez a mélyhúzásnál csücskösödést nem mutatott és mégis szakadt. Ezekután a hibát a szerszámban kellett keresni. A gyártóüzemben ugyanis lágy Al-ból és Al-Mn ötvözetből készítettek edényes tárgyakat és ugyanazzal a szerszámmal próbál-



## Al-Mg-Si ötv. hőkezelési diagrammja



30. ábra.

ták az Al-Mg-Si ötvözetű lemezeket is húzni. Felhívtam a figyelmet, hogy az Al ötvözetek lényegesen nagyobb legömbölyítési sugarat, azaz húzóéleket kívánnak, mint a lágy Al, vagy Al-Mn ötvözet. A szerszámot természetesen ezeketán átalakították és a nagyobb legömbölyítési sugárral még az előzőleg csücskösödés miatt félretett anyag is felhasználhatóvá vált.

A teljesen készrehozott palack szilárdsága a következő:

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 19,5 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% &= 5,0-4,6\% \\ H_B &= 59,0\end{aligned}$$

Ez az érték természetesen az előírásoknak közel sem felelt meg, amiért is a kész palackokat nemesítenünk kellett. A legmagasabb értéket akkor kaptuk, ha a palackokat 530–540° C-ról edzettük és ezt követően hat órán át 175° C-on megeresztettük, azaz öregbítettük. Ily módon a szilárdsági értékek az I. tábl. 9. sorsz. adatai szerint alakultak.

A kész palackoknak hőkezelése különböző gyakorlati fogásokat követelt meg. A palackok ugyanis kb. 15–20 mm-es nyílással rendelkeznek, amelyen keresztül a víz csak hosszú idő után folyhat be. A nemesítésnél pedig lényeges, hogy a magas hőmérsékleten homogenizált szövetet hirtelen lehűtéssel rögzítsük. Amint a lehülés csak néhány másodpercet is késik, a nemesítéssel nem érhetjük el a kívánt értéket. Lényeges az is, hogy az anyag minden oldalról egyenletesen és gyorsan hűljön le. Ha a palackokat rögzítés nélkül helyeznénk a nemesítő kosárba, akkor leedzés után a palackok a víz színén úsznának és egyenlőtlenül hűlnének le. Ezenkívül a víz színén való úszkálás alatt egymáshoz ütődnének és a magas hőmérsékleten eléggé lágy palackok behorpadnának. Számítások és kísérletek alapján a 80 darab palacknak megfelelő férőhelyre mindössze 16–18 darabot helyeztünk, dróthálóval lekötöttük és a kosarat külön vasnehezékekkel megterheljük, hogy a gyors vízalásüllyedést biztosítsuk.

További probléma az első palack átadása-akor adódott, mivel a technológiai anyagvizsgáló szerint a kész palackok palástjából vett próbák a következő értéket adták:

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 24 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% &= 7\%\end{aligned}$$

A hiba nyitjára a 3. ábra vezetett rá, amelyen az Al-Mg-Si ötvözet hőkezelési diagrammja látható. Az az általános szabály, hogy a szilárdság növekedésével a nyúlás csökken, és fordítva, a mi esetünkben nem állt fenn, mivel itt mind a két érték egyformán túl alacsonynak mutatkozott. Ha jól megnézzük a diagrammot, akkor azt látjuk, hogy 200° C körüli hőmérsékleten nemesítve a szilárdság, de a nyúlás is csökken. Ebből csak arra lehetett következtetni, hogy a 175° C-ra beállított hőszabályozó műszer nem mutatja a kemence tényleges hőmérsékletét. Ellenőrző pirometer segítségével be is igazolódott, hogy a tényleges hőmérséklet 210° C. A műszer megfelelő beállítása után a szilárdsági értékek biztosíthatók voltak.

Az ellenőrző vizsgálatok folyamán kitűnt, hogy az egy és ugyanazon tételben öregbített

palackok között szilárdsági eltérés mutatkozott. A jelenség kivizsgálása előtt meg kell említenem, hogy a palackok nemesítése 530° C-on egy óráig tartott és így 16–18 darab palackot kaptunk egyszerre. Az öregbítésnél azonban a kemencét jobban ki lehetett használni, amiért is öt tételt összegyűjtöttünk és azt tettük be egyszerre hat órai öregbítésre. Az egyes tételek között a leedzés és a megeresztés közötti idő 1–5 óráig változott. Megfigyelésem szerint az előbb nemesített anyagok alacsonyabb értéket adtak, mint a későbbiek, azaz a leedzés és a öregbítés közötti várakozási idő befolyásolta a végső szilárdság kialakítását. Kísérletképpen beállítottam tételeket, amelyeknél a következőket észleltem:

1. a legfeljebb két óráig várakozó tételek szilárdsági értékei a következők:

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 34,3-34,7 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% &= 13,3-13,8\% \\ H_B &= 102 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

2. négy órán túl várakozó palackok szilárdsági értékei a következők:

$$\begin{aligned}\sigma_B &= 31,8-32,4 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% &= 13,3-15,3\% \\ H_B &= 99,6-99,5 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Kísérleteimet megismételtem lemezzel is és azt tapasztaltam, hogy néhány perces várakozási idő után visszaeresztett lemez Brinell-keménysége 112 kg-ig is felmegy. Ha viszont a leedzés után 1½ hónapig elfektettük és utána 175° C-on visszaeresztettük, akkor a Brinell-keménység legfeljebb 65 kg volt.

Ezt az érdekes tapasztalatot az Al-Mg-Si ötvözet felhasználásánál feltétlenül figyelembe kell venni, és amint közben megállapítottam, erre az egyik külföldi nagy kutatóintézet már évek-



kel ezelőtt rájött és kézikönyvében azt mondja, hogy az edzés és öregbítés közötti hosszabb várakozási idő a szilárdsági értékeket 15–20%-kal is csökkentheti, de a min. 28 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság hosszabb várakozási idő után is biztosítható, a normálösszetételű Al-Mg-Si ötvözetrel. A kísérleti intézetnek azt az állítását, hogy a 28 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság hosszabb idő után is biztosítható, saját kísérleteim teljesen megdöntötték, mert én legfeljebb 24/kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságot tudtam elérni. Itt vitatható természetesen az is, hogy mit érthetünk a hosszabb várakozási idő alatt? Valószínűleg 8–10 óra, esetleg 1–2 napról lehet szó, hogy a min. értéket el tudjuk érni. Állításom igazolására Sz. M. Voronov idevágó kísérleteit is meg kell említenem. A MAORT-palack nemesítésénél szerzett tapasztalatom után nyolc hónap múlva került kezembe Voronov könyve és örömmel használom fel a már évekkal ezelőtt lefolytatott kísérleti eredményeit, mivel ezzel teljesen beigazolódnak saját tapasztalataim.

Voronov kísérletei szerint is a várakozási idő a leedzés és kikeményítés között befolyásolja a szakító szilárdságot, valamint a nyúlást. (L. I. tábl. 10. sorsz.) A várakozási idő növekedésével a szakítószilárdság csökken, a nyúlás pedig nő és fordítva. A legnagyobb változás az első órában, 30–60 perc között áll be. Kísérletei szerint a szakítószilárdság 34,3 kg/mm<sup>2</sup>-ről 30,3 kg/mm<sup>2</sup>-re esik már egy órai várakozási idő után is. A nyúlás ugyanakkor 15,1%-ról 20,6%-ra emelkedik. További várakozással a változás kisebb mértékű. Pl. 96 órai várakozási idő után a szakítószilárdság 28,9 kg/mm<sup>2</sup>, a nyúlás pedig 24,9%. Max. változás hat órai várakozási időnél áll elő. A végső szilárdság kialakítása függ attól is, hogy a kísérleti ötvözetnek mekkora lehet a max. szilárdsága. Ha pl. egy olyan összetétellel végezzük a kísérletet, amely a legjobb esetben B = 32,2, akkor 36 órai várakozás után mesterséges kikeményítéssel sem kaphatunk magasabb értéket, mint a következő:

$$\sigma_B = 23,3 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% = 24,4 \%$$

(ez az érték 7,8%-ról emelkedett).

Voronov kísérleteihez kovácsolt kartert használt és a nemesítés 520° C-ról történt, a megeresztés pedig 150° C-on hat óráig tartott. Általában megállapítható volt, hogy a várakozási időtől függően a szakítószilárdság 15–20 százalékkal csökken, a nyúlás pedig 20–30%-kal emelkedik. A max. keményedés akkor áll elő, ha a mesterséges öregbítés ugyanazon órában kezdődik, mint amikor a leedzés megtörtént. A leghelyesebb, ha a leedzést követően 10–15 percen belül megkezdjük a mesterséges kikeményítést.

Az orosz kutatók erre a jelenségre már 1934-ben rájöttek és utánuk csak öt évre tapasztalta ezt a jelenséget Brenner és Kosztron. Voronov kísérletei során általában azt tapasztalta, hogy a szobahőmérsékleten való elfektetéssel egymagában magas szilárdság nem érhető el. A táblázatban felsorolt eredményei igazolják az én már előbb megadott eredményemet. Ezzel a kérdéssel sokat foglalkozott Dix, Keller, Hallmann, Zeerleder, Fuchs, Boesvar, Urasov és mások is.

Voronov kísérletet végzett az irányban is, hogy megkeresse az optimális edzési hőmérsékletet. Kísérletei szerint az 530–540° C hőmérsékletre való leedzés adta a legjobb eredményeket. Ezen felüli hőmérsékleten erős durvakristályosodás lépett fel, és így az anyag minősége is erősen romlott. Alacsonyabb hőmérsékleten viszont alacsonyabb szilárdsági értéket kapott.

Vizsgálatokat végzett a 150° C-on való öregbítési idő befolyásáról is a szilárdsági értékekre. A 150° C-on való öregbítéskor a nemesítés azonnal megindul és a szilárdsági értékek változása a következő:

10 perc után	$\sigma_B = 24,8 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 32 \%$
20 perc után	$\sigma_B = 27 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 29,2 \%$
60 perc után	$\sigma_B = 30,8 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 25 \%$
6 óra után	$\sigma_B = 33,5 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 21 \%$
24 óra után	$\sigma_B = 36,4 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 11,8 \%$

Fenti kísérleti eredményeiből Voronov optimális összetételnek ajánlja a már említett Mg:Si = 0,7:1–1:1 összetételt 0,6% Mn tartalommal. Hőkezelésre pedig ajánlja az 540° C-ról való leedzést és 150° C-on 10–30 perces mesterséges öregbítést, majd szobahőmérsékleten öt napig való elfektetést és ismét 10–30 percre való 150° C-os öregbítést. Ebben az esetben a következő szilárdsági értékek érhetőek el: (L. I. tábl. 11. sorsz.)

$$\sigma_B = 35 \text{ kg/mm}^2 \\ \delta\% = 11,8 \%$$

Ha a végső öregbítési időt növelte, ezzel a szilárdsági eredmény már nem változott.

#### IV. Cu-tartalmú Al-Mg-Si ötvözet.

Az ötvözőanyagok befolyásával már előadásom elején foglalkoztam, de ott csak azokat az elemeket említettem meg, amelyek a normális összetételű Al-Mg-Si ötvözetben szerepelnek. Érdekes azonban Voronovnak egy kísérlete, amely szerint megvizsgálta a Cu-nak néhány tizedszázalékban való befolyását egy normális összetételű Al-Mg-Si ötvözetre. A vizsgált (II. tábl. 12–13. sorsz. szerinti) ötvözet értékeinek összehasonlításából látható, hogy a Cu-tartalommal nő a szakítószilárdság és a nyúlás is. Ha a mesterséges megeresztés idejét emelte, akkor 12 óra megeresztési időig a szakítószilárdság emelkedett, a nyúlás pedig csökkent. A 12 órán túl való megeresztés lényeges változást a szilárdsági értékekben nem idézett elő.

Ugyancsak megvizsgálta a Cu és Mn együttes hatását is. (L. II. tábl. 14–15. sorsz.)

A Cu és Mn-nál a határértékeket említettem és a szilárdsági értéknél is az e határértékekre vonatkozó eredményeket adom meg.

Természetes elfektetéssel	$\sigma_B = 24,9\text{--}33,6 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 31,7\text{--}18,4 \%$
150° C-on 6 óráig megeresztve	$\sigma_B = 33,2\text{--}47,3 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 20,0\text{--}14,0 \%$
150° C-on 12 óráig megeresztve	$\sigma_B = 34,0\text{--}48,2 \text{ kg/mm}^2$	$\delta = 20,0\text{--}12,0 \%$

További megeresztési idővel változás nem állott elő.

A nemesítés 540° C-ról való edzéssel történt, ami az első pillanatban megkapta a figyelmet és azonnal a Cu-tartalmú ötvözeteknél fellépő elégségi jelenségre gondoltam. Dr. Verő azt mondja, hogy magas Cu-tartalom mellett



II. táblázat.

Sorszám	Összetétel				Nemesítés		Elfektetés			Szilárdság			Megjegyzés
	Mg	Si	Mn	Cu	C <sup>o</sup>	perc	term.	mesterséges		$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	H <sub>B</sub> kg/mm <sup>2</sup>	
							nap	C <sup>o</sup>	óra				
12.	0,8	1,0		0,04	540			150	6	30,3	23		Voronov, kov.
13.	0,8	1,0		0,65	540			150	6	34,9	25		Voronov, kov.
14.	0,8	1,0	0,1	0,2	540		5			24,9	31,7		Voronov, kov.
					540			150	6	33,2	20,0		Voronov, kov.
15.	0,8	1,0	0,43	0,55	540		5			33,6	18,4		Voronov, kov.
					540			150	6	47,3	14,0		Voronov, kov.
16.	0,59	1,02	0,81	0,60	540	30		170	2	36,8	22,0	104	Emőd, lemez
										39,6	13,4	118	5% tömörítés
17.					510	30		170	2	34,4	18,8	95	
18.					520	30		170	6	36,8	19	105	
19.					530	60		170	6	37	22	104	
20.	0,59	1,02	0,81	0,60	530	60	közb. 5	170	10 p. és 1 óra	37,2	16,6	107	
							3			28,6	22,8	76,3	HB már aznap 76,3 kg mm <sup>2</sup>
21.					510	30	5			23,4	23	64,9	14 nap után HB=79,6 $\sigma_B=27,7$ , $\delta=21,6$
							előbb 5	170	1	29,4	19,4	90,2	
22.					530	30	5			28,2	23	76,3	14 nap után HB=86,8 $\delta=22,6$ $\sigma_B=29,8$
							előbb 5	170	1	31,3	19,4	97,2	

képződhetnek hármass eutektikumok, amelyeknek olvadáspontja 500—517° C között mozog. A mi esetünkben alacsony ugyan a Cu-tartalom, de mégis megkíséréltem az 540° C-os leedzést, egy 0,6% Cu-tartalmú, egyébként normális összetételű Al-Mg-Si ötvözetrel. Eutektikus olvadásnak semmi nyomát nem tapasztaltam, tehát az eutektikum képződésére felállított elméletet ez is igazolja.

A Cu-tartalmú Al-Mg-Si ötvözetű lemezzel magam is végeztem kísérleteket, de 37 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságnál magasabbat nem sikerült elérnem. Az én kísérletem tárgya 1 mm-es lemez, míg Voronov kovácsolt karterrel végezte kísérleteit. A kovácsolt anyagnál pedig a nemesítési értékek előnyösebbek, mint lemeznél.

A kísérleteimhez használt lemez összetétele a következő:

Mg 0,59 %  
Si 1,02 %  
Mn 0,81 %  
Cu 0,6 %

Kísérleti eredményeim a II. tábl. 16—22. sorszámú alatt tisztán kivehetők. Meg kell jegyezni, hogy a 20-as sorszám alatt a leedzés után 10 perces mesterséges megeresztést, majd ötnapi szobahőmérsékleten való elfektetést és utána egy óra mesterséges megeresztést alkalmaztam. A 21. és 22. sorszám alatti kísérleimnél a leedzés után szobahőn elfektettem és azután vizsgáltam be. De ugyanakkor megvizsgáltam azt is, hogy az ötnapig elfektetett anyag 170° C-on egy óráig való megeresztéssel milyen eredményt ad. A táblázat szerint a szilárdság emelkedett és a nyúlás csökkent.

Az eddigiek összefoglalásaként megemlíthetjük:

1. az ötvözőelemek közül a szilárdságot a Si emeli és a Mg csak kisebb mértékben segíti

elő. Együttes jelenlétük bizonyos határok között a nemesítést előnyösen befolyásolja. A Cu és Mn a nemesítés kiegészítésére szolgál és növeli a szilárdsági és rugalmassági tulajdonságokat. Különös befolyással vannak még a hőkezelésnél fellépő rekristallizációs folyamatokra is.

2. Az autobuszkarosszéria burkoló és vázanyag előállításához a nemesítési hőmérsékletet alacsonyabbra, illetve magasabbra kell venni, a szerint, hogy kissugarú hajlításról, avagy magasabb szilárdsági követelményekről van szó.

3. A MAORT-palack gyártásánál fellépő csücskösödési hibát többszöri lágyítással, keresztshengerléssel vagy lágyítás előtti nemesítéssel tüntethetjük el. A leedzés és öregítés közötti idő erős befolyással van a végső szilárdság kialakítására.

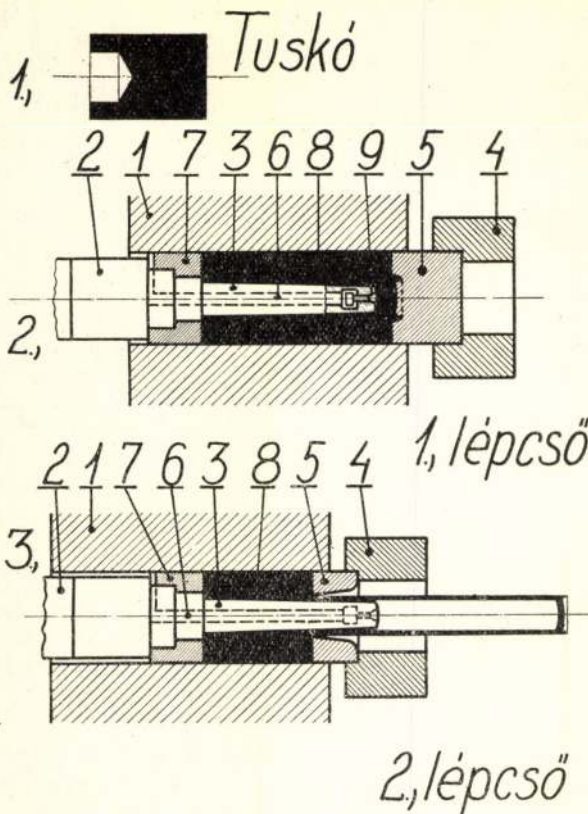
4. Kevés Cu adagolással a természetes és mesterséges kikeményítést növelhetjük és előnyösebb szilárdsági értékeket érhetünk el.

Ezzel tulajdonképpen előadásom tárgyát ki is merítettem, de fel kell használnom az alkalmat, hogy a gázpalackgyártással kapcsolatban ismertessem a meleg sajtólással való előállítás módját.

## V. Palackgyártás megsajtólással.

A mélyhúzással történő palackgyártás teljes technológiáját nem ismertettem, de meg kell említenem, hogy a mélyhúzásnál négyszeri fokozatban érik el a megfelelő edénymagasságot, természetesen közbenső lágyítás beiktatásával és a végén egy megfelelő szerszám segítségével kb. 150 mm-re összehúzzák az edény száját. E műveletek a lemezből való palackgyártást nemcsak hosszadalmassá és költségessé teszik, de a selejtet is megnövelik. Külö-





4. ábra.

nösen a szájjösszehúzási művelet hozza ki a legkisebb rejtett hibát is, mivel ekkor a legkisebb karc, salak, vagy gázzárvány, esetleg egyéb rejtett hiba a palack begyürődéséhez vezet. Ez a mélyhúzási művelet az anyag megengedett igénybevételének legfelsőbb határán mozog és így nagyobb selejtszázalékkal is kell számolnunk. A többszöri mélyhúzás természetesen különböző méretű szerszámokat igényel, amelyeknek költsége nagyon is jelentős. Nézetem szerint nagy megtakarítást jelentene, ha ezeket a palackokat melegsajtolással készítenénk. A melegen sajtolt edényt felül ugyanúgy összehúznánk és kikészítenénk, mint a lemezből húzott palackokat. Ennek előnye a szerszám-költség megtakarításán kívül a selejt csökkentése és a külön karima készítésének megtakarítása.

A 4. számú ábrán a melegsajtolással való palackgyártás elvét látjuk. Az ábrán felül látható a sajtolandó tuskó, amelybe egy üreget kell elősajtolnunk, vagy befűrnünk. Az így előkészített tuskót behelyezzük a recipiensbe és matricául zárt szerszámot használunk, amelybe csupán az alapkarimák negatív formája van bevésve.

A számok jelzése a következő:

1. Recipiens;
2. Dugattyú;
3. Tüske;
4. Matricatartó;
5. Matrica;
6. Levegőcsatorna;
7. Betét;
8. Préselendő anyag;
9. Szelep.

Az első lépcsőben a tüske segítségével az anyagot annyira nyomjuk meg, hogy a fenékvastagságot elérjük. A második lépcsőben való

sajtolás úgy történik, hogy a zárt matricát egy csőmatricával cseréljük ki és a sajtolást a cső-sajtoláshoz hasonlóan folytatjuk.

Az elgondolás egyszerűnek látszik ugyan, de a gyakorlat sok apróbb probléma megoldását követeli meg. Egy ilyen probléma pl. a második lépcsőben való sajtolásnál az anyag elindítása, amit akadályoz a tüske és az edény között fellépő vákuum. Ennek kiküszöbölésére szolgál egy önműködő szelep, (1., 9. szám) amely vákuum esetén nyit és levegőt enged a tüske és az edény közé.

Nagy előnye azonban a lényegesen kisebb szerszám- és munkaköltség, kevesebb a selejt, kisebb a gyártási hulladék és azonkívül a karima egy műveletben készül. Az elgondolás csak azok előtt látszik merésznek és nehezen kivihetőnek, akik a régi megszokott munkamódszereiktől nem mernek eltérni és félnek minden újdonságtól.

Befejezésül röviden csak annyit, hogy az előbbieken említett üzemi problémák és tapasztalatok csak egészen kis százalékát teszik ki annak, ami még ezeken kívül adódhat. Nézetem szerint ezek a kérdések és megoldásuk elsősorban az üzemre tartozik és teljesen felesleges lenne ezekkel a kutatóintézeteket terhelni. Ez utóbbiaknak nem feladata a napi problémák megoldása, ott sokkal nagyobb horderejű és országos jelentőségű feladatokat kell kidolgozni. Ha pedig a napi problémák megoldása az üzemre tartozik, akkor feltétlenül szükséges, hogy ne sajnáljuk az üzemektől a megfelelő személyi és anyagi segítséget ahhoz, hogy problémáikat megoldhassák. Az üzem termelőberendezéseivel végzett kísérletek nemcsak a termelésben jelentenek kiesést, de költségesek is, és a kísérő jelenségek nem mérhetők mindig pontosan. Eppen ezért az üzemben is szükségesek kísérleti berendezések, mert ezek nemcsak a kísérlet véghezvitelénél jelent költségmegtakarítást, hanem a minőség mindenkorai kézbentartásához, a selejt csökkentéséhez és a reklamáció kivizsgálásához feltétlenül szükségesek is. Szükségesek továbbá azért is, mert a félgyártmányt feldolgozó üzemek nagyrésze csak most tér át Al és ötvözetek feldolgozására, amiért is a felhasználási követelményeiknek megfelelő anyagot nagyon sok esetben előzetesen még ki kell kísérletezni.

Az utóbbi időben észrevehetően történtek is intézkedések és megjelentek rendeletek az üzemi kísérletek támogatására, amiért is minden remény megvan arra, hogy az üzemek maguk végezhessek el a reájuk eső kísérleti feladatokat.

Szeretném remélni, hogy előadásom hozzájárul az Al-Mg-Si ötvözet jobb megismeréséhez és szélesebbkörű felhasználáshoz.

#### IRODALOM:

- Dürener Metallwerke: Duralumin e. kézikönyve. Berlin 1941.  
 Dr. Geleji Sándor: Alumínium kézikönyvből, dr. Verő József és Széki Pálma tanulmányai. Budapest, 1949.  
 Dr. Verő József: Metallográfia. Sopron, 1944.  
 Dr. Sz. M. Voronov: Al-Mg-Si-ötvözetek nemesítési folyamatai. Moszkva 1944.  
 Dr. A. Zeerleder: Technologie des Aluminiums und seiner Legierungen, Leipzig 1943.  
 Dr. A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle. Zürich, 1947.



## Hozzászólások:

### Köves Elemér:

Emőd Gyula nagy szorgalommal összeállított munkájával kapcsolatosan meg kell jelezni, hogy kísérleti adatait nem lehet teljes mértékben összehasonlítani Voronov adataival, aki az általa megadott szilárdsági adatokat kovácsolt Al-Mg-Si ötvözeteken mérte.

A szilárdsági adatok táblázatában közölni kellett volna még a rugalmassági határra és a folyási határra vonatkozó értékeket is.

Célszerű lett volna még azt is megállapítani, hogy az ötvözőelemek (Al, Mg, Si, Mn) különböző összetételén és a nemesítésen kívül a vas-szennyeződés különböző mértékei, valamint az alakítás mértéke mennyire befolyásolják az ötvözet szilárdsági értékeit.

Azt is meg lehetne állapítani, hogy az Al-Mg-Si ötvözet szilárdsági értékeit milyen elemek hozzáötvözésével lehetne fokozni és ha ezek az alumíniumnál pozitívabbak — mint pl. a réz — úgy ezek mennyiben rontják az eredeti AlMg-Si ötvözet korrózióállóságát.

Emőd kartársnak a könnyűfém-palackgyártásra vonatkozó melegsajtolási eljárását hazai viszonylatban jelenleg nem látom kivitelezhetőnek, mert egyéb nehézségektől eltekintve a szükséges sajtók sem állnak rendelkezésre. Ezzel szemben az alumíniumötvözetű palackoknak meleg-mélyhúzással való gyártása megkísérelhető, mert így a szóbanforgó palackok kevesebb művelettel és kisebb költséggel lennének gyárthatók.

### Dr. Domony András:

Örömmel üdvözöltem Emőd kartárs értékes és részletes fejtegetéseit, amely a hazai könnyűfémipar egy igen fontos kérdését taglalta.

Az Al-Mg-Si-ötvözetek az alumíniumipar legnépszerűbb ötvözatesoportja és a bennük rejlő lehetőségek méltán megérdemlik, hogy velük bővebben foglalkozzunk.

Az előadáson ismertetett orosz és hazai kísérletek eredményei azt igazolják, hogy ennek az ötvözatesoportnak a továbbfejlesztése félgyártmányiparunk egyik legégetőbb feladata.

Az Al-Mg-Si-ötvözetek mechanikai értékeinek javítása, amint azt az előadó is ismertette, két irányban történhet.

1. Az alapötvözők mennyiségének változtatásával (erősebben ötvözött antikorródal típusok).

2. Az eredeti összetételű ötvözethez szilárdságnövelő adalékok hozzáadásával.

ad. 1. Az első utat követve, szem előtt kell tartanunk az ötvözőknek az előadáson is ismertetett optimális mennyiségének betartását. Ezzel a módszerrel csak az erősebben ötvözött fémek megfelelő meleg- és hideg megmunkálási és hőkezelési előírásainak kellő betartásával érhetünk el megfelelő eredményeket.

Az alumíniumötvözeteknek az idő függvényében történő természetes, vagy mesterséges öregítési körülményeinek változtatása ma még számos lehetőséget rejt magában. Ennek a kérdésnek a tanulmányozásánál hasznos útmuta-

tásul szolgálhatnak a szinalumínium és Aldrey-vezetétkanyagok elektromos vezetőképességének az elfektetés és idő függvényében történő változásai.

ad. 2. Az Al-Mg-Si-ötvözetek mechanikai értékeinek javítása egyéb ötvözőanyagok hozzáadásával lehetséges. Itt kikísérletezendő az optimális ötvözőanyagok fajtája, mennyisége és ezeknek korróziórontó hatása. Saját tapasztalatomból tudom, hogy ennek a kérdésnek a kidolgozása nagy óvatosságot igényel, mert évekkel ezelőtt az Al-Mg-Si-ötvözetek mechanikai tulajdonságait 0,5% Ni adagolásával próbáltuk javítani; korrózió szempontjából azonban az eredmény igen rossz volt.

Ismeretes, hogy külföldön Al-Mg-Si-típusú ötvözetek szilárdsági tulajdonságait Cu és Cr 0,2–0,3% adagolásával sikerült lényegesen javítani, az ötvözet korrózióérzékenységeinek egyidejű lényeges rontása nélkül. Komoly széria-idejű vizsgálatokkal kell megállapítani, hogy ezen a téren az optimális tulajdonságok ismeretében vagyunk-e?

Végül rá szeretnék még mutatni arra, hogy az esetben, ha sikerült Al-Mg-Si-típusú ötvözeteknek a mechanikai tulajdonságait üzemi mértékben kb. 45 kg/mm<sup>2</sup> szakító szilárdságra és kb. 12% nyúlásra felemelni, akkor a könnyűfém-technológiát lényegesen lépéssel vittük előbbre. Al-Mg-Si-ötvözetek ugyanis a Dural-ötvözeteknél lényegesen jobban megmunkálhatók (kisebb a megmunkálási erőszükséglet; elmarad a nemesítés utáni közvetlen feldolgozás szükségessége). Miután elsősorban a Dural-ötvözetekkel kell az összehasonlítást megtenni, nagy szilárdságok elérésére az Al-Mg-Si-ötvözetek korrózióérzékenysége nem elsőrendű súlyponti kérdés.

### Emőd Gyula válasza:

Az előadásomban hiányzó folyási határ értékeit a rendelkezésemre álló adatok szerint pótlólag táblázatba bevettem. A rugalmassági határ meghatározásához semminemű eszköz nem áll rendelkezésemre, úgyszintén a lemezlet végzett kísérleteim folyási határát sem tudtam meghatározni.

A Voronov kovácsolt darabokkal végzett kísérleti eredményei a lemezek eredményeivel csak akkor volnának összehasonlíthatók, ha teljesen azonos körülmények között végezhetnénk a kísérleteket. A magam részéről Voronov adatait túl magasnak tartom.

A vasszennyeződés 0,4%-ig különösebb befolyással nincsen a szilárdsági értékekre és csak ezen felül teszi rideggé az anyagot. Az Al-Mg-Si-ötvözet szilárdsági értékeinek adalékokkal való emelésével előadásomban bővebben foglalkoztam. Különös tekintettel a réztartalomra. A korrózióállóságot illetően kísérletek vannak folyamatban.

A könnyűfém-palackok meleg sajtolással való gyártásával megboldogult Supper Rudolf bővebben foglalkozott és szerszámot is készített. Kivitelezése természetesen az első időkben, mint új eljárás, bizonyos gyermekbetegségekkel jár. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a nehézségektől meghátráljunk, s új dolgokkal ne foglalkozzunk.

Dr. Domony András hozzászólásával teljesen egyetértek és mivel kérdéseket nem adott fel, így ezzel kapcsolatban egyéb válaszom nincs.



# Bauxit kohósításából származó kalcium-aluminátsalak kilúgozása

BOGARDI ENDRE

669.712.3:66.061

Эндре Богарди:

**Выщелачивание шлака алюмината кальция, полученного при доменной обработке боксита.**

Автор рассматривает результаты экспериментов по содово-щелочному выщелачиванию шлака алюмината кальция, полученного при доменной обработке отечественного боксита и приводит методы экономичного выщелачивания его.

by: E. Bogárdi Eng. Chem.

**Extraction the calcium aluminate slags, formed by smelting of bauxite.**

Nehéziparunk fejlődésével kapcsolatban 1949 folyamán újra felvetődött a bauxitból nagyolvasztóban előállított vas kérdése. Ilyen nagyolvasztóban végzett bauxit kohósítási kísérletek folytak már és a kísérletek melléktermékeként kikerült egy magas Ca és Al tartalmú anyag is, mely kalcium-aluminátsalak néven ismeretes. Tekintve, hogy ezen salak olyan reakciókörülmények között keletkezett, amikor gondolható volt, hogy a bevitt  $Al_2O_3$  a kalcium-aluminátsalakban könnyen kioldható formában van jelen, kézenfekvő volt, hogy ezen anyag ősos kilúgozási eljárással alumíniumoxidtartalmától megszabadítható és a nyert aluminátoldat ipari célokra használható.

Ilyen ú. n. mészaluminátsalakok előállítása már korábban is ismeretes volt, alumínium-oxidtartalmú nyersanyagok és mész, valamint koksz összeolvasztása útján. E mészaluminátsalakok további feldolgozása szódaoldattal való kezelés útján történt. A kalcium-aluminátsalakkal Magyaróvárott is végeztünk ezirányban több kísérletsorozatot.

A kalcium-aluminátsalakunk zöldes-fehérszínű, könnyen szétmorzsolódó anyag volt a következő átlagos összetétellel:

$Al_2O_3 = 38.76 \%$
$SiO_2 = 7.60 \%$
$Fe_2O_3 = 0.44 \%$
$TiO_2 = 1.30 \%$
$CaO = 40.10 \%$
izzítási veszteség 10.66 %

A salak  $Al_2O_3$  tartalmát híg alkalikus oldatokkal iparkodtunk kivonni, miért is 5g kalcium-aluminátsalakat 1 liter 0.50 százalékos NaOH-oldattal főztünk 3 órán keresztül: oldatba ment összesen 0.735  $Al_2O_3$ , vagyis 38% az 5 g kalcium-aluminát egész  $Al_2O_3$  tartalmából. A fenti kísérletet 0.5%-os  $Na_2CO_3$  oldattal elvégezve oldódott 0.788 g  $Al_2O_3$ , ami 40.7%-nak felel meg. A kísérlet 0.5% NaOH + 0.5%  $Na_2CO_3$  oldattal megismételtük és ekkor sikerült kinyerni 1.336 g  $Al_2O_3$ -at, ami 69%-os kitermelést jelent. A főlös lúg és szóda keverékoldata tehát lényegesen emeli a kitermelést.

Megkísértük a kalcium-aluminátsalakat nyomás alatt autoklávban feltárni. A feltárást 6 atü-n 3 órán végezve, a kalcium-aluminát  $Al_2O_3$  tartalmának csak fele ment oldatba, így a kísérlet megmutatta, hogy autoklávban bauxit-hoz hasonlóan a kalcium-aluminátsalakat feldolgozni nem célszerű.

Pirógén feltárással is próbálkoztunk. A pirított salakot egy és fél súlyrésznek megfelelő kalcinált szódával kevertük és 1100° C-on hevítettük. Kihűlés után forró vízzel kilúgoztuk. A salak  $Al_2O_3$  tartalmából 54.4% ment oldatba. A szóda arányának megemelésével fenti kísérletet megismételtük, így 62.2% ment oldatba. A szóda arányának emelése tehát csak kis mértékben javította az  $Al_2O_3$  kitermelést, vagyis a pirógén feltárási mód sem ad megfelelő eredményt.

Ezek után folytattuk a kilúgozási vizsgálatokat és ezeket a következő módosításokban végeztük el:

A salakot egész finomra megporítottuk és az 5000-es szítán átment salakporból 5.5 g-ot mértünk le, majd  $\frac{1}{2}$ —1 olyan elegyoldattal főztük, amelyben 80 súlyrész szódára 20 súlyrész lúg jutott. 2 órai főzés után a maradékot leszűrtük és forró vízzel kimostuk.

	Bemért salak g	Szóda+lúg elegy g	Kitermelés $Al_2O_3$ -ból
I.	5	5	42.7
II.	5	6	42.9
III.	5	7	43.5
IV.	5	8	45.0
V.	5	9	49.0

A kitermelés gyenge, amit valószínű a kis folyadéktérfogat következménye.

Végeztünk kilúgozási kísérleteket igen híg oldatban, nagy szóda-lúgfelesleggel. A felhasznált oldatokban 8 súlyrész szódára 2 súlyrész nátronlúg volt. A kilúgozások 3 órán át tartó főzéssel történtek, utána az oldatokat leszűrtük, a maradékot kimostuk. Az oldatból meghatároztuk az  $Al_2O_3$ -tartalmát. A kísérletekből (VI., VII., VIII.) láttuk, hogy még igen híg oldatban és nagy szóda-lúgfelesleggel sem lehetett jó kitermelést elérni. További kísérletek folyamán a kilúgozási próbákat két különböző szóda-lúgarány mellett végeztük.

	Súlyrész CaAl- salak	Súlyrész $Na_2CO_3$ + NaOH	$Na_2CO_3$ - NaOH aránya	$Al_2O_3$ oldatba ment	Oldat %-os $Al_2O_3$ - tartalma	Kilúgozó- oldat conc. %
VI.	1	2		59.5	0.057	0.5
VII.	1	2.4		59.8	0.058	0.6
VIII.	1	3		68.3	0.066	0.75
IX.	1	3	3:2	80.7	0.078	0.75
X.	1	3	1:1	85.5	0.082	0.75
XI.	1	3	2:3	84.0	0.081	0.75
XII.	1	3	1:1	80.3	0.049	0.50



A kilúgzó oldat térfogatának emelésével az előző (VI., VII., VIII.) kísérletekhez képest javult a kitermelés. A IX., X., XI. kilúgzási próbákat ugyanazon körülmények között végeztük, csak a szóda-lúgarányt változtattuk különféleképpen. Az optimális kilúgzási eredményt a X. kísérletnél érték el 1:1 szóda-lúgarány mellett. A XII. kísérletnél 1:1 szóda-lúgarány mellett a kilúgzási térfogatot még tovább emeltük, de kedvezőbb eredményt már így sem sikerült elérni.

A vizsgálatok alapján nem valószínű, hogy fenti összetételű kalcium-aluminátsalakkal X. számú kilúgzási eredménynél jobb kihozataalt el lehet érni. Az ilyen híg aluminátoldatok további feldolgozása a nagy folyadéktömegek tárolása és mozgatása folytán kissé nehézkes lehet, habár egyes timföldüzemnél kapcsolatos termékek (pl. bazikus alumíniumszulfát gyártása) előállításánál éppen nagyon nagy hígítású alacsony  $Al_2O_3$  koncentrációjú aluminátoldatokból kell kiindulni. A kísérletekből látható, hogy kisebb hígításban kevesebb szóda-lúgfelesleggel eredmény nem érhető el.

Fent elmondottakhoz hozzá kell fűznünk, hogy egy norvég eljárás, szódás kilúgzási módszerrel feldolgoz magas  $SiO_2$ -tartalmú anyago-

kat (pl. labradorit, andaluzit stb.) és a kilúgózást 90–92%-os kitermeléssel végzik el. Ezen eljárás szerint azonban, ha a kilúgózásra kerülő mészaluminátsalakokat, alumíniumoxid-tartalmú nyersanyagból, valamint mészből és kokszból állítják elő, úgy a műveletet olyan módon kell elvégezni, hogy mészaluminátsalak 10%  $SiO_2$  tartalomhoz 51.5%  $CaO$ -t tartalmazzon és ez az arány az összetétel változása szerint is ezen viszonyoknak megfelelően változzon. A kovasavtartalomhoz tartozó  $CaO$  értékeket egy egyenes vonalon találjuk meg. Az összefüggés azonban csak magasabb  $SiO_2$ -tartalmú anyagok esetén érvényes. Az ilyen összetételű salakok, ha a készítés folyamán elég lassan hűlnek le, úgyszólván teljesen porrá esnek szét, amely könnyen finom porrá őrlhető és az  $Al_2O_3$ -tartalom szódaoldattal való kilúgózás útján gyakorlatilag teljesen kivonható.

Valószínű, hogy ha a bauxitkohósítás folyamatát, valamint a hozzáadagolt salakképző anyagok mennyiségét sikerült úgy megválasztani, hogy megfelelő összetételű mész-aluminátsalakhoz jussunk, a szódaoldatokkal való kilúgózás eredményes lesz és érdemes lesz ilyen salakok ipari méretű kilúgozási eljárásának megvalósításával foglalkozni.

## Nedvesedés és adszorpció az alumínium elektrolízisének

Professzor dr. A. J. Bieljajev „Fizikai és Kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből

Összeállította: MAJOR GABRIELLA

Габриелла Майор:

### Краткое изложение.

Автор знакомит подробно с действием металлющих частей расплава криолита на способность сличивания расплава угля, как со селективным адсорбционным этих материалов. Она ведет переговоры о несколько очень известных примерах из практики, для освещения этих вопросов

### I. Summary

In this article the author exposes in detail the influence of the components in kryolith baths on the humidizing capacity of them, and the selectiv adsorption of these materials. In discussing these problems the author cites many well known examples by experience and practice.

Az olvadék elektrolitben a szénelektrodok állandó érintkezésben vannak a kriolit-timföld-olvadékkal, ezért ezen szilárd részek nedvesedése, valamint adszorpcióképesége igen lényeges szerepet játszik az elektrolízisének.

Az anódeffektus jelenségét is nagy mértékben befolyásolja az anód kriolit-timföld általi nedvesedése, ugyanis a rossz nedvesedés megkönnyíti a gázréteg kialakulását az anód felületén.

Hajszálesőves szerkezeténél fogva a katód elektrolitval itatódik át. Ez nemcsak a kád üzembhelyezésekor, amikor is a katód közvetlenül érintkezik az elektrolitval, hanem az elektrolízis normális folyamata alatt is bekövetkezik, amikor a katódot félalumínium fedi. A szent jól nedvesítő elektrolit átszívárog a fém alatt és a katódszénen felszívódik. A katódszén az elektrolit egyes komponenseit különböző mértékben adszorbeálja, miáltal az elektrolit összetétele megváltozhat. A katódszén elektrolitval itatódik át, térfogata megnő és részben ez az egyik oka, hogy a kád vasburkolata deformálódik.

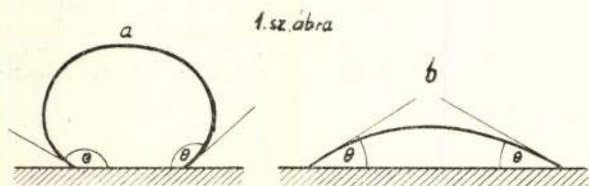
A kiindulási anyagokból és az anódhamuból egész sor elegyrész kerül az elektrolitba, főleg oxidok, amelyek befolyásolják a nedvesedést. Arndt (79) mutatott rá először, hogy a tisztán csak kriolitból álló olvadék a friss felületű szent nem nedvesíti. A 8%  $Al_2O_3$ -t tartalmazó kriolit pedig csak olyan mértékben nedvesíti a szentet, amilyen mértékben a kapillaritás folytán az olvadék a szénben felszívódik. A felületi feszültség csökkenését oxidok hatására Wartenberg és Wehner tanulmányozták (80). Scott (81) nemrég hozta nyilvánosságra, hogy a nehézfémek milyen módon befolyásolják



a kriolit nedvesítőkéességét. A természetes kriolit a platinát jól nedvesíti, azonban ha a kriolithoz kevés ólom-, bizmut- vagy talliumvegyületet adunk, cseppolvadék kialakulására vezet, vagyis a platinát egyáltalán nem nedvesíti. Pl: a platina-apparátúrában előállított műkriolit nem nedvesíti a platinát, míg a gumizott készülékben előállított nedvesíti. Popkov foglalkozott a kriolit-timföldolvadék komponenseinek ( $\text{NaF}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) szelektív adszorpciójával széneredetű anyagokon.

### A nedvesedés határszöge kriolitolvadék és szén határán.

Elsőrendű fontosságú a szilárd testek kriolitolvadék általi nedvesedés határszögének megállapítása. A nedvesedés határszöge a szilárd test és olvadék határán jelentkező felületi feszültség mértékéül szolgál.

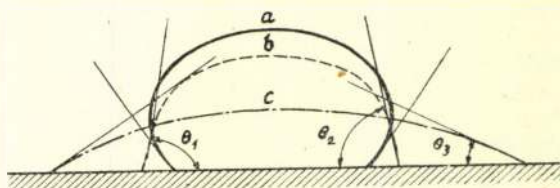


A nedvesedés határszöge olvadék és szilárd test határán  
a) rossz nedvesedés b) jó nedvesedés

Ha nagy az olvadék felületi feszültsége, akkor a nedvesedés rossz, a nedvesedés határszöge  $90^\circ$ -nál nagyobb (1/a ábra). Jó nedvesedés, kis felületi feszültség esetén a határszög  $90^\circ$ -nál kisebb (1/b ábra).

Szén- és kriolitolvadék nedvesedési határszögének meghatározásánál optikai módszert alkalmaztak (82, 83). A meghatározás kivitele magas hőfokú elektromos kemencében történik. A kemencébe hosszúkás porcellánlemezen he-

lyezték el a szénlemezket  $30 \times 20 \times 5$  mm méretben. A kemence egyik nyílásán át a porcellánal érintkező termoelemet helyezték, majd a szénlemezket a kutatás tárgyát képező só mintájával (szferoid). A nedvesedés tanulmányozása párhuzamos fénynyalábokkal történik. A fénynyaláb keresztülhatol a kemencén és az objektíven, az ernyőn a sócsepp kontúrjainak kb. ötszörösen nagyított vetületét adja.

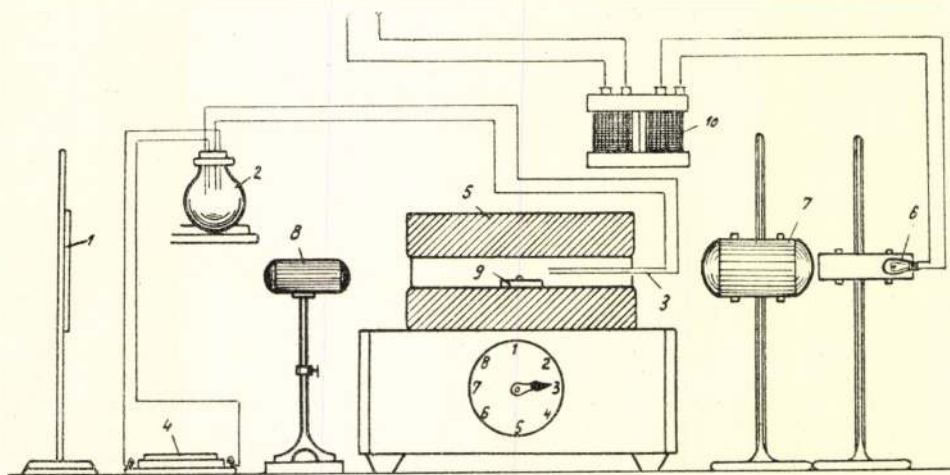


3.sz. ábra A felolvasztott só csepp formájának időbeni változása

A készüléket a 2. sz. ábra szemlélteti. A kísérlet véghezvitele a következő:

A vizsgálat tárgyát képező olvadékot előzetesen platinatégelyben megolvasztva 15–20 cm magasságból márványlemezre cseppentettek, úgyhogy 2–3 mm átmérőjű, szilárd sócsepp (szferoid) keletkezzen. Egy ilyen szferoidot helyeztek a szénlemezre, majd az egész kemence hőmérsékletét óvatosan emelve, a szferoid megolvad és kontúrja jól látható az ernyőn. Ha a csepp kontúrjait és a szénlemez felületét (amik az ernyőre erősített papírra vannak vetítve) ceruzával körülrajzoljuk, a kísérlet végén a határszöget szögmérővel mérhetjük.

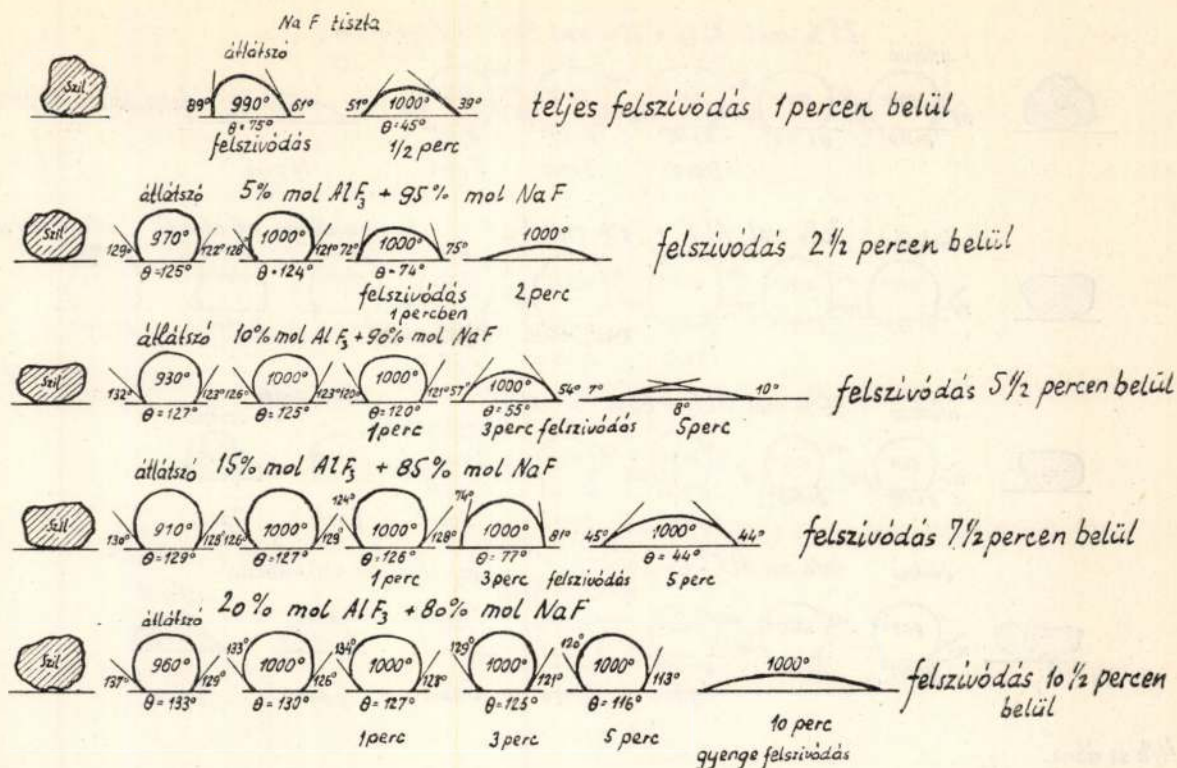
A kísérlet folyamán az olvadt sócsepp formája erősen változik, a só részben a szén pórusaiba szívárog. Közvetlenül az olvadás után rendelkezik a csepp a leggömbölyűbb formával, majd fokozatosan deformálódik. A teljes felszívódásig vagy megkeményedésig lefolyó időt nevezzük a csepp élettartamának. Ez függ a só összetételétől, a hevítési hőmérséklettől és a nedvesítés tárgyát képező szilárd test minőségétől. Mivel a csepp egyensúlyi állapotidejét gya-



2.sz. ábra. A nedvesítési határszög optikai módszerekkel való meghatározására szolgáló készülék.

1, Ernő. 2, Dewar. 3, Termoelem. 4, Galvanométer. 5, Elektromos kemence. 6, Fényforrás  
7, Kondenzátor. 8, Objektív. 9, Szferoid. 10, Transzformátor.





4/a sz. ábra Cseppforma és nedvesítési határszög változása NaF— $AlF_3$  olvadéknál.

korlatilag lehetetlen megállapítani, a nedvesítés határszögét meghatározott időben rögzített körülmények között végezték.

1. A szferoid olvadási hőmérsékletén (a csepp teljesen átlátszó).
2. 1000° C hőmérsékleten.
3. 1000°-on 1 perc után.
4. 1000°-on 3 perc után.
5. 1000°-on 5 perc után.

A csepp élettartamát is mindig rögzítették.

#### NaF— $AlF_3$ rendszer nedvesedésének diagramja.

A nedvesítési határszöget megmérve szén és NaF— $AlF_3$  olvadék rendszerre (változtatva a NaF és  $AlF_3$  százalékos tartalmát) a 4. ábra szemlélteti a csepp formájának és a nedvesítés határszögének változását.

Az 1. sz. táblázat tartalmazza a nedvesítési határszögek 0 abszolút értékeit, ennek alapján látható az 5. ábrán a NaF— $AlF_3$  rendszer nedvesedésének diagramja.

Ezekből az adatokból kitűnik, hogy az  $AlF_3$  mennyiségének emelése az olvadékban a nedvesítési határszög nagyobbodására és a csepp élettartamának megnövekedésére vezet. A NaF cseppje szilárd szferoid állapotból a folyékony állapotba való átmenettől számított 60"-en belül felszívódott, míg a kriolit (25% mol.  $AlF_3$ +75% NaF) csak 720"-en belül szívódott fel. Az 5. ábrából jól látható, hogy a határszög 0 erősen csökken a NaF dúsított olvadékoknál, míg az  $AlF_3$ -al dúsított olvadékok esetén gyakorlatilag nem

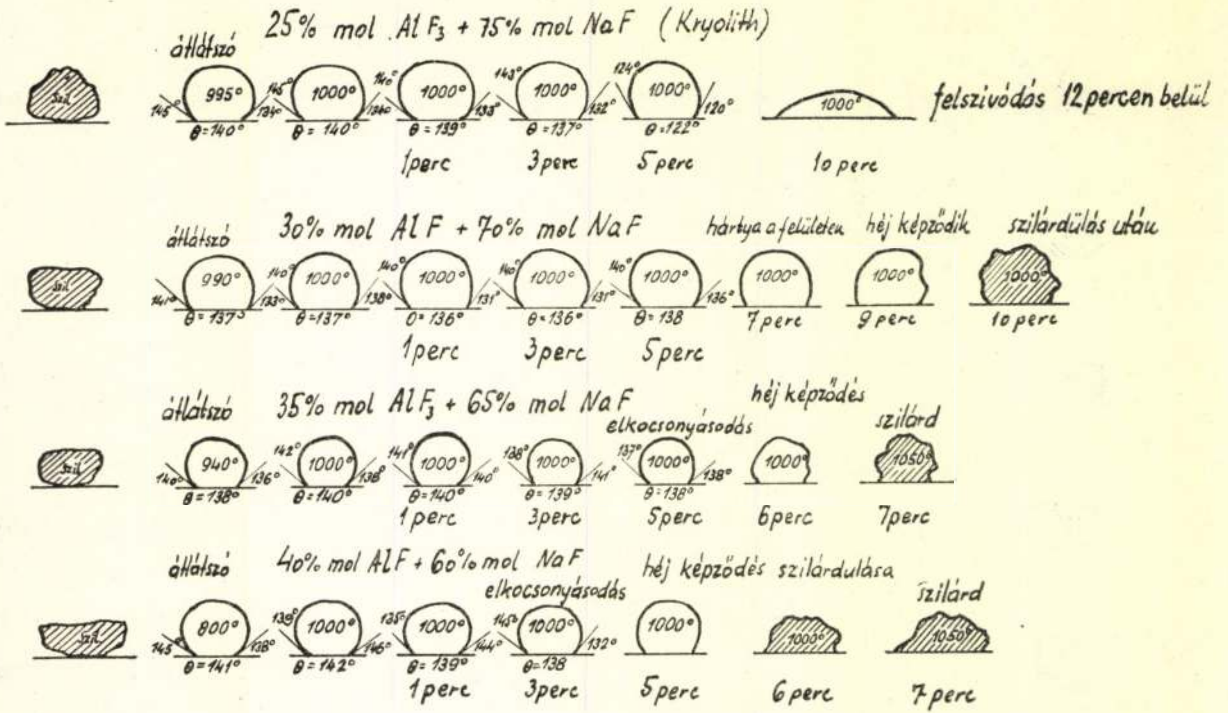
#### 1. sz. táblázat.

A szén nedvesítési határszögei NaF— $AlF_3$  olvadékrendszerrel.

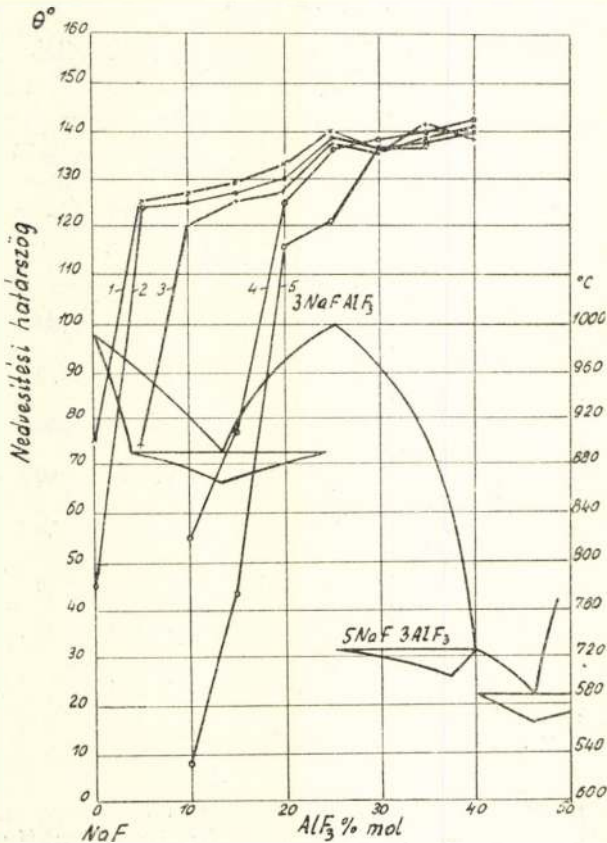
Az olvadék összetétele	θ nedvesítési határszög fokok					A csepp élettartama másodpercekben	
	Olvadási hőfokon 1000 foknál	1000 fokon 1' után	1000 fokon 3' után	1000 fokon 5' után	1000 fokon 10' után		
NaF . . . . .	75	45	0	—	—	60	
5% mol. $AlF_3$ +95% mol. NaF . . . . .	1	5	124	74	—	150	
10% mol. $AlF_3$ +90% mol. NaF . . . . .	127	1	5	10	55	8	330
15% mol. $AlF_3$ +85% mol. NaF . . . . .	129	127	126	77	44	—	450
0% mol. $AlF_3$ +80% mol. NaF . . . . .	133	130	127	125	116	—	630
25% mol. $AlF_3$ +75% mol. NaF . . . . .	140	140	139	137	111	—	2.0
30% mol. $AlF_3$ +70% mol. NaF . . . . .	137	137	136	136	138	—	—
35% mol. $AlF_3$ +65% mol. NaF . . . . .	138	140	140	139	138	—	—
40% mol. $AlF_3$ +60% mol. NaF . . . . .	141	141	139	138	—	—	—

változik. Ebből arra következtethetünk, hogy a NaF— $AlF_3$  rendszerben a NaF kapilláráktív anyag, vagyis a szén és olvadék határán csökken a felületi feszültséget, aminek következtében a nedvesítési határszög is csökken. Ezen tulajdonságánál fogva a NaF koncentrálni fog ezen fázisok határán és szelektív adszorbeáló-





4/b sz. ábra.



5. sz. ábra A NaF-AlF<sub>3</sub> nedvesítési diagramja.  
 1) Olvadási hőfokon. 2) 1000°C-on. 3) 1perc után  
 4) 3perc után. 5) 5perc után.

5. ábra.

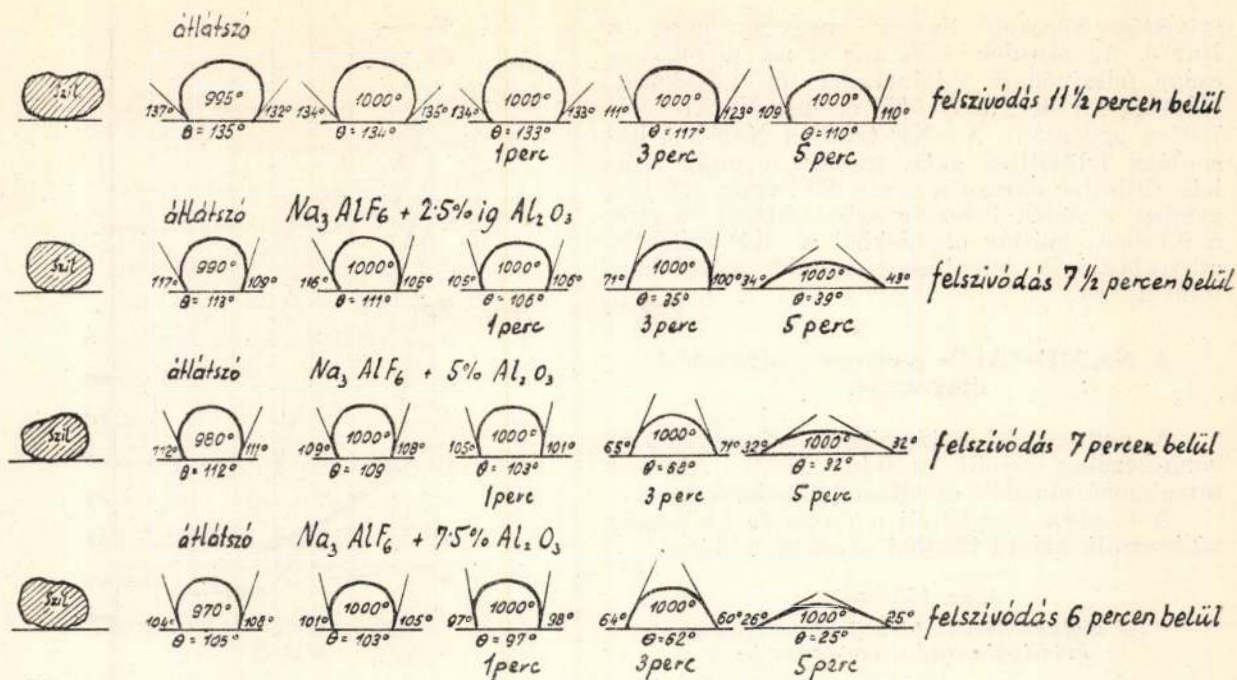
dik a szénanyagokon. Ez egyenes következménye a termodinamika második törvényének, vagyis minden szabad energia csökkenéssel lefolyó folyamat önként megy végbe. Ezért a NaF leszállítva a felületi feszültséget az olvadásközvetlen határon, törekedni fog, hogy ezen fázisok felületével kölcsönhatásba lépjen. Az AlF<sub>3</sub> felületileg inaktív anyag, ami nem változtatja meg a felületi feszültséget, illetve bizonyos mértékben növeli azt. Következésképpen az AlF<sub>3</sub> nem a szén felé, hanem ellenkező irányban diffundál, vagyis az AlF<sub>3</sub> a csepp külső rétegében (ami a levegővel határos) fog koncentrálni. A levegővel való érintkezés következtében az AlF<sub>3</sub> hidrolizál timföldet (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at) adva a csepp szilárd kergét képezi. A csepp belső része NaF-ben gazdagabb. Az elmondottakból következik, hogy a NaF-tartalom emelése növelni fogja a NaF adszorpciójának valószínűségét. Ha az olvadék viszont AlF<sub>3</sub>-ban dúsabb, ez csökkenteni fogja az olvadék adszorpciójának valószínű-

2. sz. táblázat.

A KF-AlF<sub>3</sub> olvadérendszer cseppjének élettartama.

Az olvadék összetétele	A csepp élettartama másodpercekben
KF . . . . .	4-6
5% mol. AlF <sub>3</sub> +95% mol. KF . . . . .	10-1
10% mol. AlF <sub>3</sub> +90% mol. KF . . . . .	18-0
15% mol. AlF <sub>3</sub> +85% mol. KF . . . . .	30-3
20% mol. AlF <sub>3</sub> +80% mol. KF . . . . .	40
5% mol. AlF <sub>3</sub> +75% mol. KF . . . . .	50-55
30% mol. AlF <sub>3</sub> +70% mol. KF . . . . .	115
40% mol. AlF <sub>3</sub> +60% mol. KF . . . . .	240



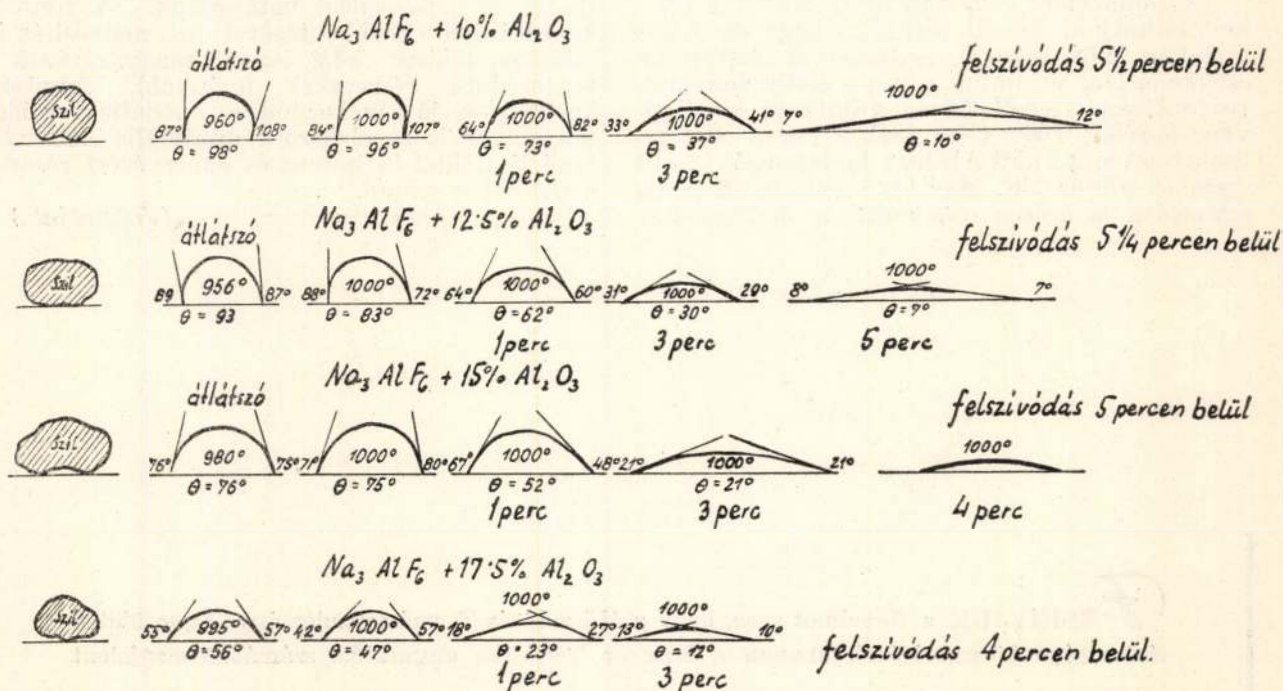


6/a sz. ábra

ségét. Ezért bizonyos fölös mennyiségű  $\text{AlF}_3$ -nak a kriolitba való adagolása csökkenti az olvadék adszorpcióját az elektródokon. Gyakorlatban megfigyelhető a szénrészesek káros felgyülemzése a fürdő felületén (szénhab), azonban ha az elektrolit felesleges  $\text{NaF}$ -ot tartalmaz, mely a szént jól nedvesíti, akkor ezek a szénrészesek nem kerülnek a felszínre.

**KF— $\text{AlF}_3$  nedvesedési rendszer.**

KF— $\text{AlF}_3$  olvadék szénen való felszivódásának intenzitása olyan nagy, hogy standard körülmények között a nedvesedés határszögét meghatározni lehetetlen. A 2. táblázat feltünteti a KF és  $\text{AlF}_3$  olvadékrendszer cseppjének élettartamát 1000°-on. A tiszta KF olvadék fel-



6/b sz. ábra Kryolith-timföld olvadék csepp formájának és nedvesítési határszögének változása.



szívódása kereken tízszer nagyobb, mint a NaF-é. Az olvadék  $\text{AlF}_3$  tartalmát növelve, a csepp felszívódási időtartama is növekszik. ( $\text{K}_3\text{AlF}_6$ -nál eléri az 50–55"-et, míg  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ -nál 720"-el egyenlő.) A KF tehát a NaF-hez hasonlóan felületileg aktív anyag. A nagy felületi aktivitás okozza a tiszta KF, vagy KF-ben gazdag olvadék intenzív felszívódását, vagyis a KF-ben gazdag olvadékból a KF szelektív adszorbeálódik jelentősen nagyobb mértékben, mint a NaF.

### A $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ — $\text{Al}_2\text{O}_3$ rendszer nedvesedési diagramja.

A nedvesedési határszöget szénanyagokra vonatkozólag kriolit és 0-tól 17.5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at tartalmazó olvadék esetében határozták meg.

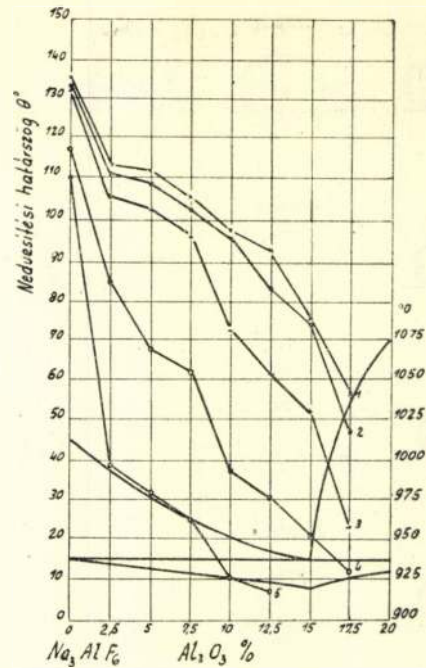
A 6. ábra szemlélteti a csepp és határszög változásait kriolit-timföld olvadék esetében.

#### 3. sz. táblázat.

#### A nedvesedési határszögek változása kriolit-timföld olvadékoknál:

Az olvadék összetétele	⊙ nedvesedési határszög fokok					A csepp élet-tartama másod-percekben
	Olvadási hőfokon	1000°-nál	1000°-on 1' után	1000°-on 3' után	1000°-on 5' után	
$\text{Na}_3\text{AlF}_6$ . . . . .	135	134	133	117	110	690
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 2.5\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	113	111	106	85	39	450
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 5\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	112	109	103	68	32	40
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 7.5\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	106	103	97	61	5	360
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 10\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	98	96	73	37	10	330
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 12.5\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	93	83	6	30	7	315
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 15\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	76	75	5	1	—	300
$\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 17.5\% \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	56	47	3	1	—	240

A táblázatból a ⊙ határszög abszolút értékeit láthatjuk. Ebből kitűnik, hogy az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom növelése a nedvesedési határszög csökkenésére, valamint a csepp élettartamának rövidülésére vezet. Tiszta grönlandi kriolitra vonatkozólag 1000° C-on 134°, a csepp élettartama 690", míg 17.5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at tartalmazó kriolit esetében 47° és 240". Már kis mennyiségű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  adagolása is erősen csökkenti a határszöget.



7. ábra A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rendszer nedvesítési diagramja  
1) Olvadási hőfokon 2) 1000 °C-on 3) 1perc után 4) 3perc után  
5) 5perc után

7. ábra.

Ezek alapján szerkesztettük meg a 7-ik ábrán látható diagramot.

$\text{Na}_3\text{AlF}_6$  —  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rendszer nedvesítési állapotdiagramján a csepp 5 standard helyzetére vonatkozó  $\theta = f(\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ %-tól függő})$  görbét láthatunk. A kriolit nedvesedési határszöge igen erős csökkenést mutat 2.5% timföld hatására is. Ezekből következik, hogy a kriolit-timföld olvadék rendszer esetén az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  felületileg aktív anyag: csökkenti a felületi feszültséget, illetve a nedvesedési határszöget. A timföld koncentráció csökkentésével a nedvesítés is csökken, többek közt ezzel magyarázható a széneredetű részecskék (szénhab) felszínre kerülése és jó kiválasztódása anódeffektus idején, mikor is az elektrolit minimális mennyiségű timföldet tartalmaz és éppen ezért rosszul nedvesíti a szenet.

(Folytatjuk.)

**F**

ELHÍVJUK a figyelmet arra, hogy a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége közgyűlésének anyaga a Magyar Technika augusztusi számában megjelent



## Lapszemle

669.718 = 82(47)

**Az alumínium oxidhárttyáinak folytonossága és a felületi tisztasága közötti összefüggés.** A. V. Srejber cikke. Megjelent a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Fizikai-Kémiai Folyóiratában, XXIV. kötet, 1950 áprilisi szám.

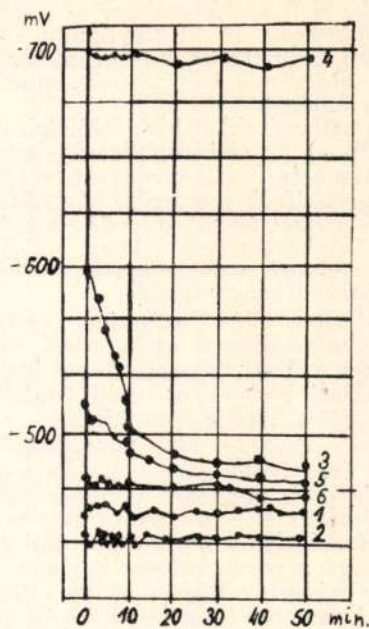
Ha alumíniumon elektrokémiai úton oxidhárttyák képződnek, akkor az oxidrétegek az éles bordákon, kiemelkedéseken stb. megszakadhatnak. A megrepesztés jelensége azzal magyarázható, hogy a fém mélyedéseibe hatoló és az alumínium-oxiddá átalakuló oxidok terjedelme nem egyenlő.

Ha alumínium anódikus oxidálásakor krómsavban, állandó nyomási viszonyok és egyenlő időben tartási idő mellett, megnöveljük az oxidálható felület símaságát, akkor megfigyelhető a korrózióellenállás szempontjából végzett esőppróbánál a hárttyák tartósságának fokozódása, az eloxálásra felhasznált elektromos energia felületegységenkénti csökkenése, a tapadás fokozódása oxidálás után és a hárttyák leválasztása a szokásos (1) krómfoszforsavas oldatban nehezebbé válik. (1. táblázat.)

Ezeknek a hatásoknak jó magyarázatát adja a repedések jelenléte és a durvafelületű alumínium és alumíniumötvözetek anódikus oxidálással kapott oxidhárttyáinak egyenlőtlen vastagsága.

Ha összehasonlítjuk a vizsgált mintadarabok  $H_{az}$  értékét (a felületi símaság és a felület mikroprofilja maximális kiemelkedése magasságának megfelelő jellemző) (1. táblázat), amikor is a krómsavtól eredő oxidhárttyák (3) általánosan elfogadott vastagsága 3–3,5 mikron, akkor azt látjuk, hogy a hárttyaképződés esetén mutatózó megrepesztési jelenség kiterjedhet az egyenletes és nagy-

vastagságú hárttyákra is az aránylag nagy  $H_{max}$  al rendelkező felületeknél.



1. ábra: A—1 alumíniumból készült mintadarabok potenciáljai 0,5 N nátriumkloridoldatban, a standard hidrogénelektrodára vonatkoztatva: 1. polírozott felületű mintadarab; 2. maratás 5%-os NaOH-ban 60°-on öt percig + 30%-os HNO<sub>3</sub>-ban; 3. homokfúvóval lefúvatva; 4. polírozás 3%-os CrO<sub>3</sub>-ban való eloxálás után; 5. homokfúvóval lefúvatva 3%-os CrO<sub>3</sub>-ban való eloxálás után; 6. polírozás 20%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ben való eloxálás után 27°-nál 30 percig. A (megyethüvelyk mellett) a potenciál azért pozitívabb, mint a próbdarab 3%-os CrO<sub>3</sub>-ban való eloxálása esetén, mert a kapott hárttya lényegesen lyukacsosabb.

## 1. táblázat

Az elsődleges felületi megmunkálás hatása a 3%-os CrO<sub>3</sub>-ban való eloxálással keletkezett oxidrétegek nagyságára, jellemző korrózió-ellenállására, tömörségére és vastagságára azonos hőmérsékleti és nyomásviszonyok és azonos idő mellett

Alumíniumötvözet	Felületállapota	Mintadarabok felülete anódoxidálás előtt			
		Profilométerleolvadás mikrohüvelyk H közepes-kvadratikus (1 mikrohüv. = 0,025 mikron)	Brush-profilográf szerinti H közepes-kvadratikus (mikron)	Tartósság VIAM (3) módszerű esőppróbánál (percek a esőpp elzöldülése előtt)	Tapadás mg/négyzethüv.
A-1 alumínium (0,3% Si + Fe)	Polírozott	8—14	0,70	21—28	+ 1,0-től —2,5
	Csiszolóvászonnal megmunkálva	90—100	11	9—10	— 4,2-től —5,9
	Homokfúvóval lefúvatva	200—250	37	5—8	—46,2-től —
AMG-ötvözet (0,24% Mn, 0,31% Si, 2,51% Mg)	Polírozott	10—12	0,55	22—28	— 0,7-től —4,8
	5%-os NaOH-ban áztatva 55-65°-on 2 percen át	40—50	3,5	13—15	— 3,9-től —4,5
	Csiszolóvászonnal	80—100	14	10—12	—10,9-től —
AK-4 ötvözet (0,07% Ti, 2,4% Cu, 0,16% Mn, 0,29% Si, 1,52% Mg, 1,41% Ni, 0,21% Zn, 1,19% Fe)	Polírozott	7—16	0,90	8—12	—44,0-től —50,0
	Csiszolóvászonnal megmunkálva	50—60	4	7—8	—50,7-től —71,0
	Homokfúvóval lefúvatva	140—160	21	5—6	—61,0-től —70,0

\* A H közepes-kvadratikus értékek jellemzőek a felületi símaságra (megmunkálás tisztaságára) is: a

mikroprofil kiemelkedései magasságának és bemélyedései mélységének közepes kvadratikus értékét képviselik a középvonalhoz viszonyítva.



A kis  $H_{max}$ -al bíró felületeken elterülő hártvány nyomáskoncentrációját az gyengíti, hogy az anódoxidáció első periódusában, — amely a fém anódikus oldásának rövid folyamata, — elsősorban a felületi kiemelkedések és aránylag kis egyenetlenségek oldásának kell végbemennie (az elektropolírozás hatása).

Eles kiemelkedésekkel bíró felületek eloxálásánál (nagy  $H_{max}$ ) az elektropolírozás hatása nem tudja kiküszöbölni a nyomáskoncentrációkat a magas kiemelkedéseken elterülő hártvány. Az oxidrétegben elkerülhetetlenül repedések keletkeznek, melyeknek feneke annyira vékony oxidhártával van fódve, melynek vastagsága a normális oxidréteghez viszonyítva elenyésző.

Az elektroneutrálás, aránylag vastag oxidrétegek folytonosságának csökkenését tehát számos csak igen vékony hártáskával borított rész képződése kíséri, melyek a katód funkcióját töltik be a fémmel a hártva pórusainál.

A „hártva-pórusok“ (1) elméletnek megfelelően tehát negatívabb potenciálokat kapunk az olyan daraboknál, melyeket előzőleg felületükön símára políroztunk. A durvafelületű oxidált darabok potenciálja is pozitívabb, ami arról tanuskodik, hogy a széthasadozás hatásának következtében az oxidréteg folytonossága csökken.

Az itt kimondott elméletek kísérleti vizsgálata céljából a kivitelezésnél különböző felületi tisztasággal megmunkált munkadarabokat vetetünk anódoxidálásnál potenciálra vonatkozólag vizsgálat alá. A potenciált NaCl 0,5 n-oldatában mértük szobahőmérsékleten, keverés nélkül. Az oldat mennyisége 0,5 liter. A mintadarabok felülete 10 cm<sup>2</sup>. Az oldatot minden öt párhuzamos kísérlet után cseréltük. A potenciált kompenzációs módszerrel határoztuk meg. Mivel a hártva nem vezető jellegű, null műszerül egy  $1,1 \times 10^{-9}$  amper érzékenységu tükros galvanométert használtunk.

Az alumíniummintadarabok eloxálása (99,7%) az alapkísérletek esetében 3%-os krómsavas elektrolitban történt 60 percig, miközben a feszültséget 15 perc alatt 40 V-ig emelték fel és a hátralévő időben 40 V-on tartották. Az elektrolit hőmérséklete 38—40°.

3%-os CrO<sub>3</sub>-ban való eloxálás esetében a felület érdességének minimális növekedését tapasztaljuk, mivel ennek az elektrolitnek oldóhatása az

2. táblázat

Símára polírozott (7—10 mikrohüvelyk felületi tisztaságú) AK-4 ötvözetből készült darabok durvaságának növekedése az anódoxidálás különböző módjainál

Az anódoxidálás módja	Elektrolit	Hőmérséklet °C	Aranyürítés A/hüvelyk	Feszültség V	Oxidálás ideje	Durvaság növekedése mikrohüvelykprofilométerrel mérve	
Uretrum-sav	(COOH) <sub>2</sub> 5%	30	1,5—2	30—40	40	15—30	
Kénsav	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	1		20	6—9	
		10	2,5		24	25—30	
		12	1,5	10—15	40	25—30	
		14	2,5		24	35—45	
		15	3,5		17	25—35	
Krómsav	CrO <sub>3</sub>	3%	0,6—1,5	0—40	15+	1—3	
		5%	36	0,6—1,5	40	+45	2—4
		9,5%		0,8—0,7			3—6

alumíniummal szemben a többi elektrolittal összehasonlítva minimális. (2. táblázat.) (3)

Az alumínium felületi tisztaságának hatása eloxálás előtt az anódikusan oxidált fém potenciáljára igen pontosan nyilvánul meg. (1. ábra.)

## Következtetések:

1. Alumíniumnak krómsavas elektrolitban való eloxálásánál az oxidrétegek folytonossága csökken az eloxálás előtti felületi érdességének növekedésével. Ez annak a következménye, hogy az oxidréteg meghasadozik a felület mikroszerkezetének kiemelkedésein, mivel a fémmennyiség és az oxidréteg mennyisége egymásnak nem felel meg.

2. Az oxidrétegek folytonosságának megsérülése repedések képződése következtében az anódikusan oxidált mintadarabok potenciáljának eltolódását okozza a pozitív oldal felé.

3. Egyéb körülmények hasonlósága esetében az oxidálásnak az oxidhártva korrózióvédő hatása, amennyiben azt símább felületeken állítottuk elő, nagyobb, mint a durvább felületeken kapott hártváké.

## IRODALOM.

1. G. Elssner: Alumínium, 25, (9) 310—315, 1943.
2. G. V. Akimov: A fémek korrózióvizsgálatának elmélete és módszerei. AN SzSzsZR M.—L. kiadás, 1945.
3. G. V. Akimov, N. D. Tomasov és M. N. Tyukina: Alumíniumötvözetekből való repülőgéppalkatrétegek anódikus megmunkálási folyamatának vizsgálata. Alumíniumötvözetek kénsavban való anódikus oxidálási gyorsmódszerének kidolgozása. AN SzSzsZR, kiadás, M.—L. 1946.

## Levelesláda

## 13. kérdés:

Külföldről importált 99,99% tisztaságú alumínium-tömböknek félgártmányú való megmunkálása alkalmával váratlanul igen nagy nehézségek léptek fel. A 99,99% tisztaságú alumíniumot ugyanazzal a technológiával akarták feldolgozni, mint a rendes hazai kohóalumíniumot. Munkaközben a következő nehézségek, illetve selejtokokozók léptek fel.

1. Vízhűtéses kokillákba történő öntésnél a hengerlési tuskók repedtek.
2. A meleghengerlés alkalmával az előhengerelt 100 mm-es platinákon repedések és elválások voltak észlelhetők.
3. A kész lemezek gyártásánál az előírt nyúlásokat nem tudták megkapni.
4. A profilok sajtolásánál beragadások voltak észlelhetők, a sajtolt áru pedig elszórtan igen nagy, durva kristályos alakban folyt ki a présből.

Kérünk fenti hibák elkerülésére technológiai előírásokat.

## Felelet:

A 99,99% tisztaságú alumíniumtuskó öntése, hengerlése és préselése több szempontból különbözik a kereskedelmi tisztaságú 99,5%-os alumínium melegmegmunkálásától. Ennek oka főleg abban keresendő, hogy a nagy tisztaságú alumínium kristályosodási képessége igen kicsi, ennek folytán durva kristályosodásra, intenzív hűtése esetén pedig elnyúlt, hosszúkás kristályosodásra hajlamos. Ez okból a hengerlési tus-



kók öntését a pihentetőkemencéből lehetőleg alacsony hőfokon, 700°-nál nem magasabban, kell végrehajtani és a tuskóöntést buktató öntöttvaskokillába kell megejteni. Ezt az előírást külön kihangsúlyozza a BIOS Report 1960. „Aluminium Refining & Scrap Recovery At the V. A. W. Erftwerk Grevenbroich“.

Nem szabad a tuskót vízhűtéses folyamatos tuskóöntőberendezésben önteni, mert a hirtelen hűtés következménye hosszan elnyúló kristályszerkezet következtében előálló repedés lesz.

A 99.99% tisztaságú alumínium sajtolására vonatkozólag szem előtt kell tartani azt, hogy a sajtoláshoz szükséges nyomás kb.  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ -e a kereskedelmi 99.5% tisztaságú alumínium sajtolóerőszükségletének. A préselés hőfoka 400° körül legyen. A melegmegmunkálásoknál arra kell törekedni, hogy a kritikus rekristallizációs hőfokon az anyag gyorsan jusson keresztül. A közönséges 99.99% tisztaságú alumíniumnál a rekristallizáció már 100—150° körül megindul.

Hengerlésnél tanácsos lehetőleg nagy szűrőket alkalmazni. Az esetleg szükséges lágyítást pedig igen gondosan kell végrehajtani. A lágyítás hőfoka 290—310° között mozog, a lágyítás ideje 3—6 óra. Nagyon fontos, hogy a hőfoktartás után az anyag lassan hűljön le. A lágyítás minden esetben előre felfűtött kemencéből induljon, különben az anyag a kritikus hőfokzónában durva kristályosodása miatt, további megmunkálásra alkalmatlanná válik. A hűtés sebessége az 50° C/órát ne haladja meg. Természetesen 150° alatt a hűtés már gyors lehet.

D.

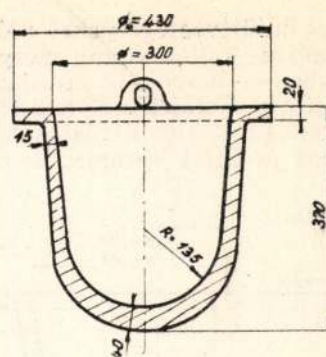
#### 14. kérdés:

Érdeklődünk, hogy az alumínium olvasztásánál, különösen a fémnek kokillaöntés előtti pihentetésénél a grafittól eltérő, hazai gyártmányú tégelyanyagot nem lehet-e eredményesen felhasználni?

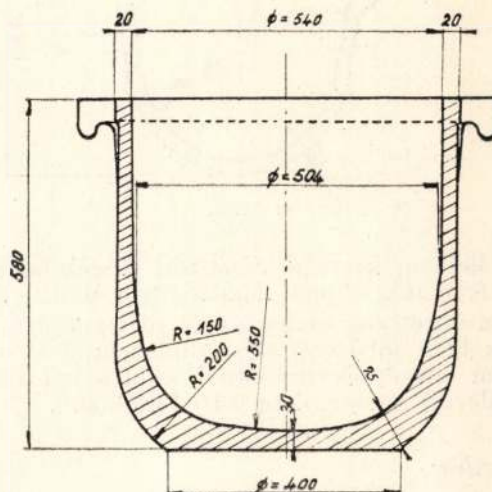
#### Felelet:

Közismert tény, hogy az olvadt alumínium, különösen 700° C felett, a kovácsolt vasat gyorsan oldja. Ezzel szemben a magas szilíciumtartalmú szürkevasöntvények az olvadt alumíniummal és a különböző alumíniumfedősókkal, valamint a gáztalanító sókkal szemben lényegesen nagyobb ellenállásúak. Az öntöttvasnak ezt a tulajdonságát vastégelyek gyártásánál már régen felhasználták. A szakszerűtlenül tervezett vastégelyek azonban idő előtt repednek és tönkremennek. Vastégelyek tervezésénél gondos figyelmet kell fordítani arra, hogy a tégelyek falvastagsága lehetőleg mindenütt azonos legyen, a görbületi és hajlítási sugarak nagyok legyenek, az öntöttvas falvastagsága 20—25 mm között változzon.

Az 1. és 2. sz. ábra helytelenül szerkesztett vastégelyt szemléltet. A tégelyfalak különböző vastagsága és az éles átmenetek miatt a tégelyek három-négyszeri használat után tönkrementek.

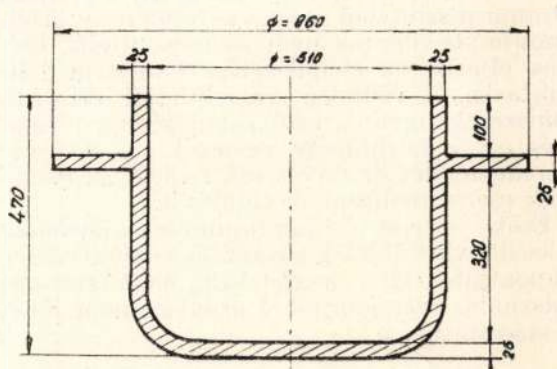


1. ábra.



2. ábra.

A 3. sz. ábra helyesen szerkesztett vastégelyt szemléltet. A vastégelyek anyaga az alábbi összetételű szürkeöntvény:



3. ábra.

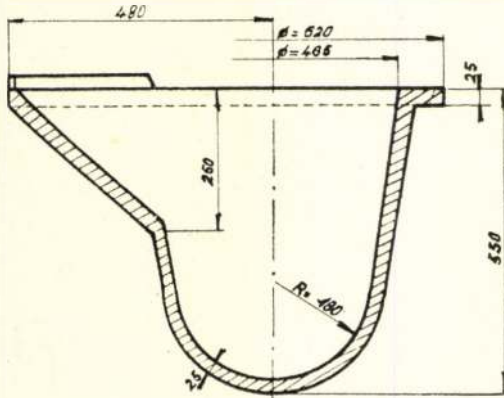
C	3.15%
Si	2.10%
Mn	0.59%
S	0.06%
P	0.21%

Megfelelő anyagból, jól szerkesztett tégelyek több mint 100 öntést, kb. 15 tonna mennyiségben bírtak ki.

Jól bevált a kokillázókemencék melegen tartó üstjeként a 4. sz. ábra szerinti pihentetőkemence vastégelye. Ennél a maximális hőfok 720—750° C volt.



Az összes öntöttvastégelyeket *vékony* kaolinokokillamázsal kell bevonni, melyet rendszeres időközökben — hetenként minimum egyszer — fel kell újítani. Felújítás előtt a tégelyt tökéletesen ki kell tisztítani, a régi kokillamázst el kell távolítani és újjal bevonni. A régi mázra,



4. ábra.

vagy kellően ki nem tisztított tégelyfalra új máz felvinni, annak lepattogzása miatt, tilos.

Az öntöttvas olvasztó- és melegentartó tégelyek igen jól beváltak mindazoknál a könnyűfém öntvényötvözeteknél, ahol a maximálisan tolerált vastartalom 0.4% felett van.

D.

## 15. kérdés:

Lehet-e shooppolás segítségével alumínizált vasedényzetet az élelmiszeriparban felhasználni?

## Felelet:

Tekintettel arra, hogy shooppolt, (spricelt), tűzi úton pisztolyból szórt, vas felületére történő alumíniumbevonatok nem pórusmentesek, ezért ez az eljárás az élelmiszeriparban nem jöhet számításba. A védtelen vasfelülettel érintkező élelmiszerek ugyanis erős rozsdásodást idéznek elő és ez a körülmény nemcsak az edényzet tönkremenetelét eredményezi, hanem az élelmiszerek gyors romlását is előidézik.

Ezek szerint alumíniummal shooppolt (spricelt) vasfelületek tűzálló és rozsdavédelem szempontjából igen megfelelőek, élelmiszeripari felhasználás szempontjából azonban nem jöhetnek számításba.

D.

## 16. kérdés:

Lehet-e téglalap alakú, vagy négyszögletes könnyűfémcsöveket sajtolás segítségével előállítani.

## Felelet:

Könnűfémcsöveket bármilyen kívánt keresztmetszettel és alakzattal elő lehet állítani.

Különböző belső profilú alumíniumcsövek előállítása viszont a speciálisan kivitelezendő csősajtolótüske magas előállítási ára miatt költséges. Amennyiben különleges belvilágú, 1—2 mm falvastagságú, zárt alumíniumidomokat (csöveket) akarunk előállítani és a felhasználási körülmények megengedik, hogy a csövek ne legyenek tökéletesen zártak, célszerű komplikált csőszerszám elkészítése helyett a kihajlított, nyitott csőprofilot kipréselni és ezt utólag húzóprésszel csőalakra behúzni.

D.

## Hírek

A C 188 „Alumíniumnak és ötvözeinek a vilámparban való felhasználása” című szabvány Magyar Népköztársasági Országos Szabványerőre emelkedett (M. N. Sz. O. 77—50). Az új szabványtárgyaláson, amelyen dr. Domony András tagtársunk elnökölt, az alumínium számos felhasználását kötelező erővel rendelték el.

A régi C 188-as szabvánnyal történt összehasonlítás megmutatta, hogy két év leforgása alatt az alumínium újabb számos fontos felhasználási területet tudott a réz rovására meghódítani. Ezek közül a legfontosabb a sodrott alumíniumhuzalból készült telefon szabadvezeték, amely alkalmazási terület egymaga, teljes kifutás esetén, évenként 1000 tonnányi nagyságrendű rezet tud pótolni.

Az újfajta telefon szabadvezeték technikai részletezésére és építési módjára lapunkban a közeljövőben vissza fogunk térni.

A szabvány részletesen feldolgozza az elektrotechnikai fémfelhasználásokat egyes felhasználási ágak szerint. Az alumínium felhasználását négy csoportra osztja:

1. Azokra a területekre, ahol az alumínium kizárólagos felhasználását rendeletek írják elő.

2. Azokra a felhasználásokra, ahol az alumínium alkalmazása kívánatos.

3. Azokra az alkalmazási területekre, ahol az alumínium felhasználása lehetséges, a technika mai állása szerint azonban még nem általánosan elfogadott gyakorlat.

4. Ahol az alumínium felhasználása a technika mai állása mellett lehetetlen.

D.

## Értesítés!

Közöljük Tagtársainkkal, hogy Egyesületünk az MTESz központi székházában nyert elhelyezést. Ennek megfelelően új helyiségünk:

**Budapest, V., Szalay-u. 4. szám alatt van.**

**Telefon: 129-696.**

Titkárság.

## ALUMINIUM

Felolós szerkesztő: Heinrich József. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat Vezérigazgatója. Szerkesztőség: V, Szalay-u. 4. Telefon: 129-696. — Kultúra Nyomda VIII. Conti-u. 4. Felelős nyomdavezető: Heitter Imre



# ALUMINIUM

A MAGYAR BANYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

## A könnyűfémipar ötéves műszaki fejlesztési terve

DR DOBOS GYÖRGY

699.7:338.984.3

A felszabadulás óta eltelt öt év tapasztalatai megmutatták, hogy Pártunk vezetésével a magyar dolgozó nép az országban soha nem látott építkezéshez és iparunknak, de elsősorban nehéziparunknak rohamos fejlesztéséhez kezdett.

Gazdasági megerősödésünkkel párhuzamosan járt, helyesebben az előbbinek alapját képezte a dolgozó nép politikai hatalmának megerősödése országunkban.

A gyakorlat megmutatta, hogy politikailag megalapozott, világos célkitűzések végrehajtása elsősorban saját munkánkon és azon múlik, hogy milyen mértékben követjük és valósítjuk meg Pártunk és kormányzatunk által reánk rótt feladatokat.

Az ötéves terv könnyűfémipari igen jelentős műszaki feladatainak vizsgálata előtt helyes, ha visszapillantunk a felszabadulásunk óta a hároméves tervben és az ötéves terv első hónapjaiban elért eredményeinkre, amelyek során a magyar nép a fasiszta rombolás által súlyosan megkárosított könnyűfémiparát újjáépítette, sőt ezen túlmenően, ez iparág igen jelentős kifejlesztésének alapjait is megteremtette.

A felszabadulás előtt a magyar alumíniumipar gyermekcipőben járt és hazánk jelentős érkincsével rablogzádkodást folytatva, a fasiszták azt csaknem teljes egészében a német imperializmus hadigépezetének kiszolgálására használták fel. A hároméves terv során alumíniumtermelésünk megsokszorozódott, mind a huta-alumínium, mind a félgyártmányok termelésének területén.

Ez eredmények elérésénél döntően jelentkezett a Szovjetunió segítsége. Alumíniumkohóink beindításához a Szovjetunió nemcsak a nélkülözhetetlen nyersanyagokat, hanem kiváló szakemberek közreműködését is biztosította. Az alumíniumiparban dolgozó szovjet szakemberek a nagy Szovjetunió alumíniumiparának gazdag tapasztalatait folyamatosan a magyar dolgozók rendelkezésére bocsátják és így nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy már a hároméves terv és az ötéves terv első évének során a mennyiségi termelés emelkedésével az alumíniumiparban igen jelentős minőségi javulás és a műszaki fajlagos felhasználási számok igen előnyös változása következhesse be. Például megemlíthetjük, hogy 1948 augusztusától 1950 augusztusáig, vagyis két év alatt alumíniumkohóink az 1 kg alumíniumtermelésre eső elektromosenergia felhasználásukat több mint

15 százalékkal csökkentették és hasonló módon alakulnak a kohászatban felhasznált nyersanyagok: anódmassza, kriolit, stb. felhasználási számai is.

A fenti eredmények elérésében igen jelentősen közrejátszott a munkaverseny kiszélesedése iparunkban, amelynek sikeréhez hozzájárultak az egyesületünk által kezdeményezett tervfelbontási megbeszélések is.

Az öntudatos dolgozók munkája révén a nyersanyag- és energiafelhasználás terén döntő javulás állott be. Így az 1950. év elején kidolgozott sztahánovista feltételekhez viszonyítva a sztahánovista cím elnyerésének az üzemek dolgozói által javasolt jelenlegi feltételei a következőképpen alakulnak:

a kriolitfelhasználás 50 százalékkal kevesebb, mint az év elején,

a fluoridfelhasználás 30 százalékkal,

az anódmassza több mint 20 százalékkal,

az egyenáramfelhasználás pedig több mint öt százalékkal kevesebb, mint a korábbi feltételekben.

Ezek az eredmények biztosítják az alumíniumipar dolgozói öntudatának fokozott megerősödését.

Ezt a megállapítást alátámasztja az újítómozgalom kiszélesedése is iparunkban:

1950. I. negyedében a benyújtott újítások száma 212.

1950. II. negyedében a benyújtott újítások száma 250.

1950. VII. és VIII. havában benyújtott újítások száma 196 volt.

Az újítások között igen jelentősek is vannak, amelyek komoly önköltségsökkentéshez és devizamegtakarításhoz vezettek. Pl. nagyjelentőségű volt a marónátronregenerálás, valamint a tömbök utólagos hántolás nélküli minőségben való öntése. Igen lényeges eredményekhez vezetett a Dorogon létesített műkorund-kísérleti üzem is.

Az előbbieken vázolt fejlődést szervesen támasztják alá azok az intézkedések, amelyeket az iparban a műszaki és ügyviteli szervek fejlesztése szabványosítás, tipizálás, műszaki ellenőrzés vonalán tettünk. Mindezekben a területeken elsősorban a Szovjetunió gazdag tapasztalatainak felhasználásával tudtuk eddigi eredményeinket elérni.

A hároméves tervben elért sikereink fejlődésünknek új, magasabbrendű szakaszához érkeztünk el. A helyreállítás időszaka után nép-



gazdaságunk újjáalakításának és szocialista átépítésének szakaszához érkeztünk.

Meg kell valósítanunk Magyarország átalakítását olyan országgá, amelynek gazdaságában az ipar súlya a döntő és amely ugyanakkor fejlett mezőgazdasággal rendelkezik. Ez a feladat magában foglalja azt, hogy sokhelyütt az elavult és korszerűtlen technikáról új, modern technikára térjünk át, elsősorban nehéziparunk területén.

Öt éves tervünknek eme célkitűzése hazánkban eddig nem tapasztalt hatalmas műszaki feladatoknak egész sorát vetette felszínre. Ez a tény indokolja, hogy e tennivalókat egy tervben a népgazdaság műszaki fejlesztési tervében fektessük le. A műszaki fejlesztési terv, mint a népgazdasági tervnek egyik szerkesztési része, a szocialista tervgazdálkodás jelentős továbbfejlesztését eredményezi.

A műszaki fejlesztési tervnek szervesen alá kell támasztania a szocialista népgazdasági terv politikai célkitűzéseit. Országunk gazdasági felépítésének már előbb említett feladatán túlmenően a tervezésnek ki kell terjednie népgazdaságunk önállóságának és függetlenségének hathatós biztosítására a kapitalista környezettel szemben. Feladata ugyancsak tervezésünknek, hogy minden lehető erővel alátámassza a szocialista termelési rend fejlődését, és gazdasági életünk valamennyi ágának harmonikus, válságmentes kialakítását.

A könnyűfémipar műszaki fejlesztési tervének kidolgozásánál tehát, a terv általános politikai célkitűzését, valamint az előbbieken említett feladatokat vettük alapul. Mint alapvető szempont jelentkezett hazai jelentős fémércbányáinknak, a bauxitnak fokozott gazdaságos kihasználása, lehetőség szerint nagymérvű hazai feldolgozása és nehéziparunk egyre növekvő fém szükségletének biztosítása.

Figyelembe vettük a színesfémek fokozottabb pótlását könnyűfémekkel, ami könnyűfém-műveink kapacitásának jelentős fejlesztését, és a meglévő berendezések gazdaságosabb profilizálását és kihasználását teszi szükségessé. Műszaki fejlesztési tervünk kiterjed az új gyártmányok kialakítására, amelyek mind hazai nyersanyagból előállítva biztosítják nehéziparunk munkáját a nyugati ipartól függetlenül. E gyártmányok közül legjelentősebbek a műkorund, valamint a korszerű könnyűfém- és vasötvözetekhez szükséges ötvözőanyagok.

Az öt éves tervben műszaki fejlesztési tervünk egyik jelentős részét képezi a kutatómunka kifejlesztése, amelynek eredményeképpen elsősorban könnyűfémiparunk vegyészeti jellegű iparágaiiban a termelési folyamatok komoly intenzifikálását és a hulladékanyagok és melléktermékek százszázalékos felhasználását óhajtjuk elérni.

A könnyűfémipar egész vonalán terveket dolgoztunk ki az anyag- és energiatakarékosság fokozottabb végrehajtására, a minőségjavítására, valamint az elektromos áramnak észszerűbb felhasználására a termelési folyamatoknál. A gépesítés, automatizálás kiterjesztésével azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy iparágunkban elsősorban a nehéz testmunka kiküszöbölésével a fizikai dolgozók feladata mind nagyobb mértékben a gépi berendezések ellenőrzésére szorítkozzék.

Ez alapelvek figyelembevételével az iparunkhoz tartozó egyes iparágak, bauxitbányászat, bauxitfeldolgozás, alumíniumkohászat, félégyártmányelőállítás műszaki fejlesztési tervéi az alábbi döntő szempontokat tartalmazzák:

**Bauxitbányászat:** Hazai bauxitkincsünk megállapításánál jelenleg gyakran a tökéletes időből származó becslésekre vagyunk utalva. Ezek az értékelések hiányosak és sokszor hamisak.

A bauxitgazdálkodásunk helyes megszerzése szempontjából szükséges, hogy ércvagyonunkat pontosan megállapítsuk és ennek végrehajtására az öt éves terv során komoly kutatómunka indul meg. A geológiai kutatások az öt éves terv során a legmodernebb geofizikai módszerekkel kerülnek végrehajtásra. Így az öt éves terv végére nemcsak alumíniumbauxitunk, hanem egyéb minőségű ércvagyonunk is pontos megállapítást nyer.

Bauxitbányászatunk döntő problémája a gépesítés kérdése. Ezen a területen a szállítási és rakodási problémák megoldása előtt be kell, hogy vezessük és kiterjesszük az elővájásokban és fejtésekben a pneumatikus fűrészek és fejtőkalapácsok használatát. Foglalkoznunk kell az elektromosfűrészeknek a bauxitbányászatba való bevezetésének kérdésével is. Célul azt tűztük ki, hogy az öt éves terv végére a fűrészek és fejtőkalapácsokkal jövesztett bauxitmennyiség termelésünk döntő részét képezze. Hasonlóképpen irányt vettünk a szállítás és rakodás jelentős százalékának gépi erővel való elvégzésére.

Az öt éves terv során bauxitbányászatunkban a mélyművelés aránya a külszíni fejtéshez viszonyítva jelentősen emelkedik. Az így adódó problémák megoldására bauxitbányászatunknak fel kell készülnie. A fokozottabb gépesítés korszerűbb fejtési és elővájási rendszerek bevezetése a bányabiztosítás és jó munkafeltételek megvalósítása esetén öt éves tervünk végére bauxitbányászatunk termelékenységét jelentős mértékben emelnünk kell.

**Bauxitfeldolgozás:** Timföldgyárainkra az öt éves tervben jelentős feladatok várnak a termelés emelése terén. Ezen a téren a korszerű almaszfűzőtimföldgyár és meglévő üzemünk modernizálása révén a termelés emelésével a technikai színvonal jelentős emelkedése fog jelentkezni.

Az almaszfűzőtimföldgyárban az anyagmozgatás csaknem teljes egészében gépesítve van, és korszerű gépi felszerelés és energiagazdálkodás létesítésével a timföldgyár könnyűfémiparunk egyik legkorszerűbb egységét alkotja.

Meglévő gyárainkban modern gőztermelő és bepárló berendezések felállításával és az energiagazdálkodás megjavításával komoly önköltségek csökkentését kell elérnünk. Hasonlóképpen korszerűsíteniük kell a timföldnek gyáron kívül, és gyáron belül való szállítását. Ezt speciális vagonok, kirakóállomások, daruk alkalmazásával és a hidrátnak szalagban való szállításával óhajtjuk megoldani. Ki kell fejlesztenünk a továbbiakban a vörösiszap hidraulikus eltávolítását gyárainkból, valamint a bauxit-rakodás gépesítését is.

Elsősorban kutatóintézeteink segítségével meg kell vizsgálnunk a timföldgyártás egész technológiai folyamatát, és törekednünk kell



annak optimális beállítására. Tovább kell fejleszteniünk a timföldgyártás melléktermékeinek — vörösiszap, fehériszap — gazdaságos feldolgozását. Kohászatunk fokozottabb igényeinek kielégítése szempontjából tervbe kell vennünk timföldünk minőségének javítását az alumíniumutánszűrés, fokozottabb sókiválasztás, alaposabb hidrátmosás bevezetése révén. Meg kell valósítanunk az ötéves terv során az aktív timföld, könnyútím föld folyamatos gyártását.

A bauxitfeldolgozás területén irányt kell vennünk a műkorundgyártás helyes megszervezésére és a felhasználó ipar részére egyenletes minőségű nyersanyag biztosítására. Tovább fejlesztendő a bauxitnak vaskohászati, cementipari és festékipari felhasználása is.

**Alumíniumkohászat:** Alumíniumkohóinknál az elektromos energia helyesebb felhasználása végett fokozottabban át kell térnünk a modern anódkonstrukciók felhasználására. Ennek segítségével az energiamegtakarítás mellett a nyersanyagfelhasználás javulását, a jobb munkakörülményeket, valamint a magasabb termelékenységet kell biztosítanunk. Felül kell vizsgálnunk meglévő berendezésünk anód- és katódkonstrukcióit, elsősorban a kádak jobb hőmérségének kialakítása szempontjából.

Kutatóintézetekre és üzemi szakembereinkre jelentős feladatok hárulnak az elektrolízis optimális körülményeinek megállapításánál, valamint a timföldadagolás helyes kialakítása terén. A gépesítés vonalán valamennyi gyárunkban be kell vezetnünk a vákuumesapolást és a kádak megmunkálását, valamint a szállítást az üzemekben jelentősen mechanizálni kell. Feltétlenül egészséges munkafeltételeket kell biztosítanunk valamennyi üzemünkben.

Irányt kell vennünk az alumíniumkohászatban is a hulladékanyagoknak, elsősorban a kohósalaknak és a kohógázakban lévő értékes anyagoknak visszanyerésére és újrafelhasználására. A fémek minőségének javítása érdekében az egalizálást az ötéves tervben valamennyi kohóinkban bevezetjük.

Az alumíniumkohászatban végrehajtott intézkedések révén alumíniumkohóinknak mind a műszaki fajlagos számok, mind pedig a termelékenység vonalán jelentős eredményeket kell elérniük.

**Könnyűfém-félgártmány előállítás.** A könnyűfémlemezek gyártásánál irányt veszünk arra nézve, hogy a lemezeket a jövőben már nem egyesével hengereljük táblában, hanem folytatólagos szalaghengerléssel készítjük azokat, és a lemezeket szalagból daraboljuk fel. Mindaddig, amíg ez teljesen be nem vezethető, egyelőre vékonyabb lemezeket pakettában (esomagban) hengerelünk duolemezállványokon. A hengerlési ciklus lerövidítése nemcsak teljesítménynövelést, hanem hőenergia-megtakarítást is eredményez. A hengerlési műveletek közbeni lágyítások csökkentése előreláthatólag 20 százalékos hőenergiamegtakarítást eredményez.

Ugyancsak a technológia megjavítását célozza, hogy a dróthúzóművekben többfokozatú folytatólagos dróthúzógépeket állítunk be.

A könnyűfémfélgártmány üzemek gépesítése érdekében az üzemeket fokozatosan ellátjuk több szállítódaruvval, elektromos szállító-targoncával. Ezen kívül, ahol szükséges, a meglévő gépekhez külön meghajtást biztosítunk. A lemez-hengerállványoknak elektromos nyomógombkapcsolással való ellátását ugyancsak ki-szélesítjük, ami a hengerlési teljesítményt kb. 10 százalékkal növeli.

A minőség megjavítása érdekében elsősorban jóminőségű „H” és „I” tuskókat kell öntenünk és ennek érdekében elektromos indukciós kemencéket, elektromos pihenető kemencéket és folytatólagos öntőberendezéseket kell beszerezni. A hengerelt félgártmányok minőségének javítására keményebb hengereket alkalmazunk, a felületi minőség emelésére pedig korszerű kefélgépeket állítunk be, amivel a kihozatal 2—3 százalékkal növelhető.

Az ötéves terv során valamennyi henger-művünkben a gyártmányok hőkezelését elektromos hőkezelőkkel hajtjuk végre.

Nyeranyagtakarékosság szempontjából döntő azon tény, hogy a lemez-hengerlést szalaghengerléssel végezzük, ez által 5 százalékkal kevesebb hulladék adódik.

A minőség javítására külön szeparált könnyűfém-, rúd, cső- és dróthúzó-műhelyek létesítése is tervbe van véve. Korszerű berendezéseket létesítünk a hulladékok szakszerű kezelésére és feldolgozására.

Újtípusú nagyszilárdságú könnyűfémgyártmányú ötvözetek bevezetését tervbevetjük és ezen ötvözetek kikísérletezését az Alumíniumkutató Intézettel üzeink karöltve végzük.

Amikor az ötéves terv nagyszabású műszaki feladataink megoldását vitatjuk, nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy e nagy feladatok végrehajtásához béke és nyugalom szükséges. Amíg a Szovjetunióban természet-átalakító terveken, hazánkban a dolgozók élet-színvonalát emelő beruházások tervezésén és teljesítésén dolgozunk, az amerikai imperialisták és esatlósai a háborús uszításról — amint Korea példája is mutatja — nyílt agresszióra térnek át.

Ötéves tervünk végrehajtásának, és sikeres befejezésének tehát döntő alapfeltétele béke és nyugalomunk megvédése. Ez a feladat központi kérdésünk, mert ennek nem teljesítése esetén veszélyeztetve van országunk iparosítása, mezőgazdaságunk korszerűsítése, népünk életszínvonalának emelkedése és előhaladásunk a szocializmus útján.

A béke megvédéséért széles, harcoss népi egységet kell kialakítanunk, és a közelgő tanácsválasztásoknak ismét ki kell domborítaniuk — mint a békekölcsön jegyzésénél — a magyar nép egységét a nagy Sztálin vezette béketábor, Pártunk és Rákosi elvtárs mögött.

A műszaki értelmiség a fizikai munkásokkal, és az egész dolgozó néppel együtt lelkesedéssel követi ötéves tervünk nagy célkitűzéseit, és büszkén vállalja az abban reátháruló jelentős feladatokat. Az elkövetkezendő tanácsválasztásokon ilyen értelemben kell, hogy műszaki értelmiségünk hitet tegyen Pártunk és kormányzatunk politikája mellett.



# Az ultrasonikus forrasztás szilárdsági vizsgálata

NAGY FERENC

620.17:621.791:534.321.9

Исследование прочности ультразвуковой пайки.  
Др Ф. Надь

Strength-tests of soldered aluminium made by  
ultrasonic method.

by Francis Nagy Mech. Eng.

I. rész.

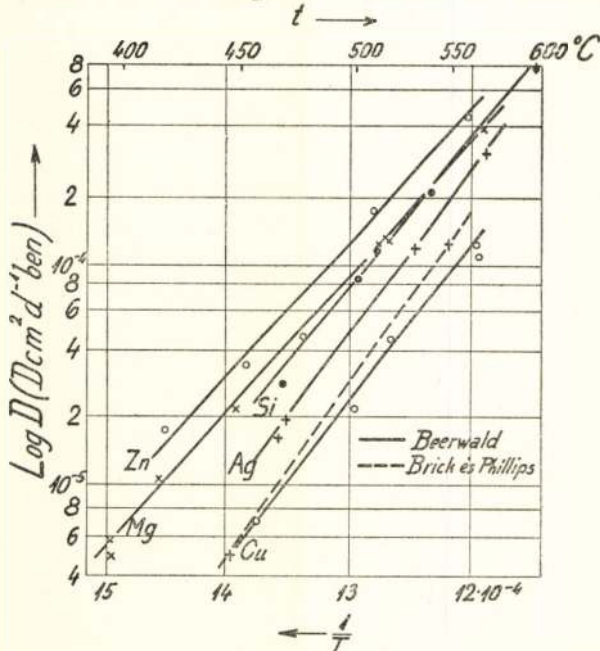
## A) Bevezetés. Az alumíniumforrasztások hibái.

Legjelentősebb feladataink egyike napjainkban a tökéletes alumínium- és alumínium-ötvözetek forrasztásainak megoldása. Az alumíniumforrasztásokkal, mint legmegfelelőbb kötési formával (lásd: Bányászati és Kohászati Lapok 1949. nov. 11-i számában: „A könnyűfémek forrasztásának fejlődése 1944-től 1949-ig” című cikket), sokan foglalkoztak. Számátalan formában dolgoztak ki különböző eljárásokat és állítottak elő számos forrasztó ötvözetet. Az eddig kidolgozott forrasztási eljárások és alkalmazott forrasztóanyagok mind-egyikének megvan azonban a kellemetlen főhibája:

1. A tökéletes kötés.
2. A forrasztás környékének kilágyulása, fokozott korróziói érzékenység.
3. Szemecseközi korrózió.

### Célkitűzés!

Számításba véve az előzőekben ismertetett forrasztási lehetőségekből származó hibákat,



diffúziós görbék

1. Diffúziós görbék.

látjuk, hogy a tökéletes forrasztások elérése céljából elsősorban az oxidhártyák eltávolítására kell törekednünk, oxidoldószerek alkalmazásánélkül és ezzel az oxidoldószerek alkalmazásából származó korrózióveszélyeket kiküszöbölni, másodsorban olyan forrasztóanyagokat alkalmazni, amelyek tökéletesen diffundálnak az alumínium és ötvözetek anyagszerkezetébe és ezáltal az anyag nyírószilárdságát növelik. Azonfelül a forrasztófémek ötvözetek kiválasztásának egyik lényeges követelménye még, hogy a forrasztó fémötvözetnek a forrasztandó ötvözetekhez mért elektrolitikus potenciálkülönbsége a lehető legkisebb legyen, amellyel együtt jár a fémek különbözőségén alapuló szemecseközi korrózió csökkentése. Ezt követőleg igen lényeges tényező még a forrasztó ötvözet lehető alacsony forrasztási hőmérséklete, mert a forrasztási átmeneti zónák a forrasztással együtjáró kilágyulásuk alkalmával a szakító szilárdságukból meglehetősen sokat veszítenek. Tehát olyan forrasztó páka alkalmazása szükséges, amely ezt a kilágyulási zónát a minimálisra csökkenti.

Ezeknek a követelményeknek a megvilágítása után a megoldási feladatokat is több részre kell bontani és az egyes követelményekre először részeiben kell megoldást találni.

1. *Az oxidhártyák eltávolítása.* A forrasztandó felületeket bevonó és a forrasztáskor keletkező oxidhártyák eltávolítására oxidoldószerek alkalmazása nélkül a legkorszerűbb eljárás az ultrahang alkalmazása, ahol a mechanikusan rezgő páka végéről kiáramló ultrahang egyrészt a forrasztandó anyagon lévő oxidhártyát, másrészt a forrasztási hőmérsékleten keletkező oxidhártyákat felszaggatva a forrasztóötvözet és a forrasztandó tárgy között tökéletes diffúziós kötést létesít. Az átmeneti kilágyulási zónát pedig elektromos pákafűtéssel közel a forrasztás területére zsugoríthatjuk.

2. *A legjobban diffundáló forrasztófém.* A legjobban diffundáló forrasztófémek egyike a Zn, mert a legnagyobb diffundáló sebessége van. A fémek diffúziójával Wolfgang Seith foglalkozott („Diffuzion in Metalle.”), azonban az (1. ábra) állapotábrában láthatjuk, hogy a lágyforrasztások szempontjából egyedül a Zn diffúziós értékeit tartalmazza. Hiányzik a fémek közül a legtöbbet alkalmazott forrasztófém az Sn és Cd diffúziós értéke, ezekre még adataink ma nincsenek.

3. *Alacsony olvadáspontú forrasztó.* Az alkalmazott forrasztófémek egyes alkotói közül sorrendben az ón 232° C-on, a cadmium 321° C-on és a horgany 419° C-on ömlik meg. A ritkán alkalmazott ólom 325° C-on. Forrasztásokra rendszerint két-három, sőt több fém ötvözetét alkalmazzzák, ahol a forrasztóanyag hőmérséklete az ötvözés százalékos arányától függ. Fő forrasztóanyag csoportok a Sn—Cd, Zn—Sn és Zn—Cd



csoport. Ezeknek eutektikus hőmérséklete 177° C, 198° C, illetve 270° C.

4. *A forraszfémek kiválasztása, elektroli- tikus potenciál szerint.* A 99,3% szinalumínium- mal szemben mért potenciális különbség 2%-os. Na Cl oldatban millivoltokban mérve 18–20° C hőmérséklet között

$$\text{Sn} = \text{kb} + 0,3 \text{ Volt};$$

$$\text{Cd} = \text{kb} - 0,02 \text{ és } + 0,01 \text{ Volt között válto- zik};$$

$$\text{a Zn} = \text{kb} - 0,3 \text{ Volt (anódikus)}.$$

Fémes vas és Sn — Cd — Zn között fellépő pontenciál különbségek:

$$\text{Sn} = \text{kb} 1,3 (0,61) \text{ Volt};$$

$$\text{Cd} = \text{kb} 1,03 (0,34) \text{ Volt};$$

$$\text{Sn} = \text{kb} 1,3 (0,61) \text{ Volt};$$

Összevetve a fenti adatokat, láthatjuk, hogy az alumínium, vagy alumínium-vas forrasztá- soknál is a legjobb megoldást a Cd—Zn csoport adja, tehát a legkisebb elektroli- tikus potenciál- különbséggel alumínium csak Cd—Zn ötvözet- tel forrasztható.

*A forrasztási környezet kilágyulásának vizs- gálata. A forrasztási kilágyulás megvizsgálá- sára összehasonlításokat végeztem, félkemény és kemény kereskedelmi minőségi alumínium- lemezekben forrasztás előtt és forrasztás után. A próbatesteket 144 mm hosszban, 20 mm szé- lességben és 1 mm vastagságban állítottam elő, a forrasztások átlapolással készültek, kaparó eljárás- sal, pákával, illetve ultrasonikus hang- gal. A próbatestek egyes értékei forrasztás előtt:*

$$\text{félk.} = 9,6 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{kemény} = 16,8 \text{ kg/mm}^2$$

A forrasztás után (kaparó eljárással);

$$\text{félk.} = 8,4 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{kemény} = 12,7 \text{ kg/mm}^2$$

Ultrasonikus forrasztással:

$$\text{félk.} = 9,5 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{kemény} = 16,6 \text{ kg/mm}^2$$

Szilárdságtanilag megfelelően átlapol- t forrasztások nyírószilárdsága a lemezek eredeti szakítószilárdságaira voltak méretezve. Minden esetben 6–6 próbatestet vettem és ennek közép- értékét adtam meg. A próbatestek szakadása forrasztások után mindig a forrasztások köz- vetlen közelébe a forrasztás átmeneti zónájába estek (kilágyult keresztmetszet).

*A megfelelő értéket összehasonlítva, láthat- juk, hogy forrasztási átmeneti zónák kilágyulá- sát nem lehet minden esetben elhanyagolni.*

## A forrasztó berendezések.

### Ultrahanggenerátorok.

a) A halláshatárfeletti (ultrasonikus) hang.

Azokat a hanghullámokat, melyeknek másodpercenkénti rezgésszáma (frekv.) 20.000 fölé esik, halláshatárfeletti, vagyis ultrasonikus hanghullámoknak nevezzük — ezek mechanikus rezgések. Hullámhosszukat az alábbi egyenlet határozza meg:

$$\lambda = \frac{v}{\omega} \text{ ahol } \lambda = \text{a hullámhossz} \\ v = \text{a terjedési sebesség} \\ (\text{másodpercenként})$$

$\omega$  = másodpercenkénti rezgésszám.

A mai eszközeinkkel előállítható rezgés- szám felső határa kb.  $5 \times 10^5$  kilóherz, gyakor- latilag felhasználható hullámsáv kb. 15 oktávra terjed, ennek megfelelően a hullámhossz leve- gőben 1,6 cm-től  $0,6 \times 10^4$  cm-ig terjed (ha a

terjedési sebességet kb. 300 m/sec.), a *folyadé- kokban* 6 cm-től  $2,4 \times 10^4$  cm-ig (ha a terjedési seb. kb. 1.200 m/sec.), *szilárd* testekben 20 cm-től  $8 \times 10^4$  cm-ig terjed, (ha a terjedési sebességet kb. 4000 m/sec. vesszük).

Ezek a hallásfeletti hanghullámok előállít- hatók.

1. Magnétostriktív generátorral (10–25 kilóciklus);

2. Piesoelektikus gerjesztéssel (300–400 kilóciklus);

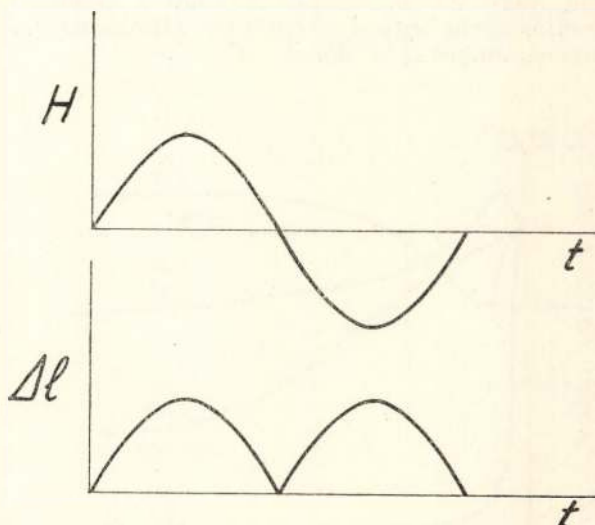
3. Mechanikai generátorral (Galton-síp).

Az utóbbi két generátor főleg folyadékok- nál használatos.

### A magnetostrictív generátor (oscillator).

Azt a hatást, amelyet a mágneses tér, a mág- meses tér irányában elhelyezett rúd, vagy cső- alakú egyes ferromágneses anyagokban és ötvö- zetekben hoz létre (hosszváltozás), *magneto- stric- tív hatásnak*, magát a berendezést magneto- strictív generátornak, oscillatornak nevezzük. A méretváltozás függ: 1. a mágneses tér erő- ségétől; 2. a rezgőelem (rúd) anyagi minőségé- től; 3. hőmérséklettől. Ezek a gerjesztő méret- változások kicsik, de a fellépő gyorsulási tehe- tetlenségi erők nagyok s így a rezgőelem szét- szakadásáig is fokozhatók. Rezgőelemként nik- kelt, vagy olyan ötvözeteket használnak, ame- lyeknek nagyobb magnetostrictív együtttható- juk van. A keletkező ultrasonikus hullámokat a rezgőelem a véglapjáról sugározza a környező közegbe. A kialakult gyakorlatok alapján váltakozó áramú oscillatorokat alkalmaznak, egyen- áramú előmágnesezéssel.

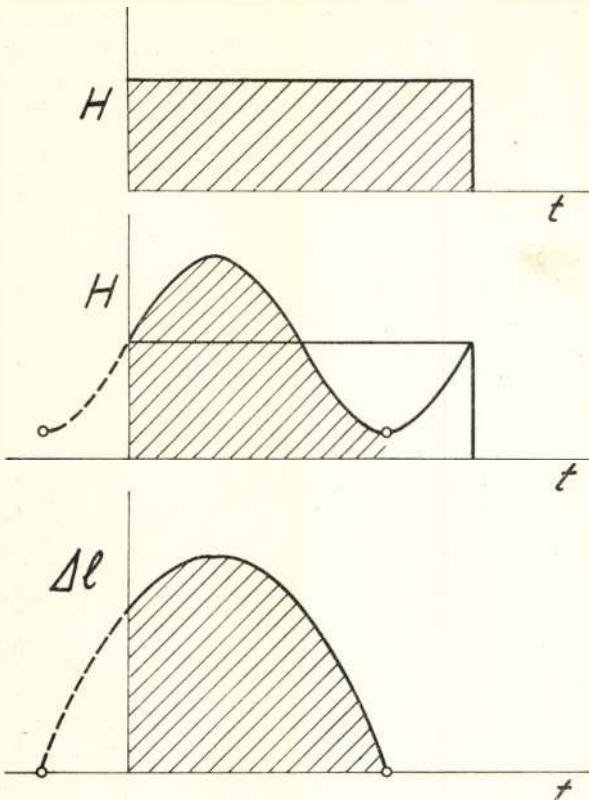
A magnetostrictív hatás független a mág- meses térvektor előjelétől, így váltakozó áramú mágneses térbe egy periódus alatt kétszer követ- kezik be összehúzódás és a rezgőelem a tápláló áram rezgésszámának kétszeresével rezeg (2. *ábra*).



2. A váltakozó árammal gerjesztett magnetostrictív öss- zeshúzódás egy periódus alatt.

Egyenáramú előmágnesezés alkalmazása esetében és megfelelő méretezés mellett az eredő mágneses tér csak a nagyságát változtatja, de

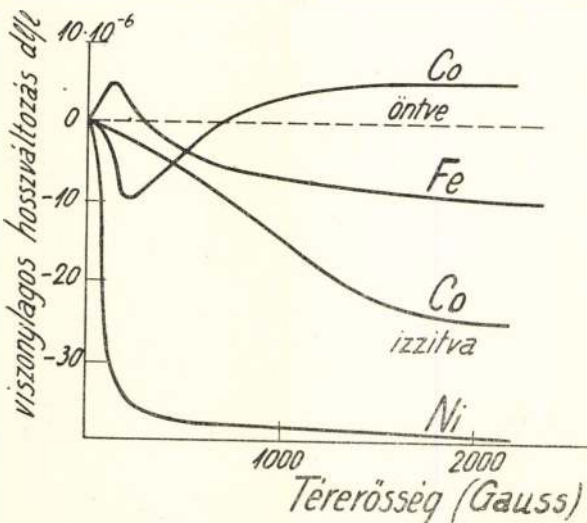




3. Egyen- és váltóáram esetében az eredő mágnes tér

az irányát nem s így a gerjesztett rezgésszám a gerjesztő árammal egyenlő periódusú lesz (3. ábra).

A munkapont optimálisan beállítható és a rezgőelem a gerjesztő váltóáram periódusában fog rezegni. Ha a gerjesztő áram periódusa egyezik a rezgőelem mechanikus önrezgés számával, akkor rezonancia lép fel, a rezgésamplitudók maximálisak lesznek és a rezgőelem a maximális hosszváltozást éri el. Így a rezgőelem nagy hosszváltozása céljából a magnetostrictiós görbe legnagyobb térerőváltozás helyén érdemes dolgozni (4. ábra).



4. Magnetostrictív hatás a térerősség függvényében.

**A rezgőelem önrezgésszámának számítása.**

Egy befogott rugalmas rúd önrezgésszáma:

$$Nr = \frac{K}{2.l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

ahol

$E$  = rug. mod. din/cm<sup>2</sup>;

$\rho$  = rúdanyag sűrűsége g/cm<sup>3</sup>;

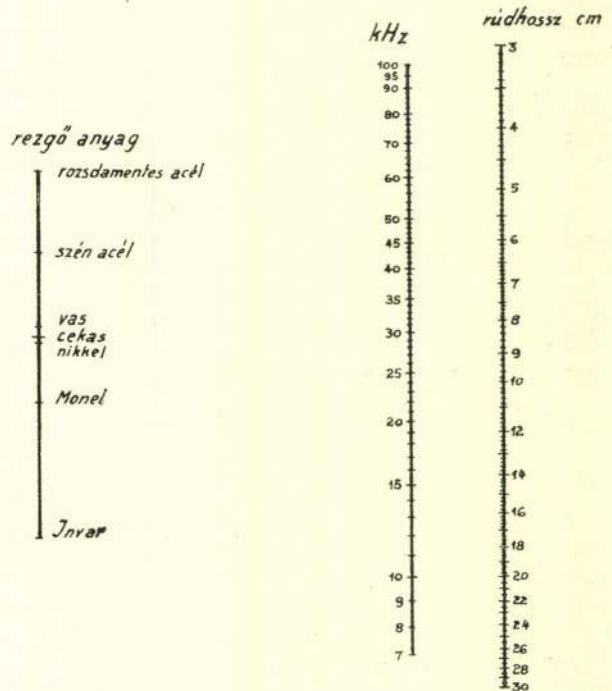
$l$  = hossz cm-ben;

$K$  = rúd rezgés rendszáma;

( $K=1$  alaphullám).

Magnetostrictiós anyagoknál jellemző az  $N. I.$  szorzat, ez nikkelle 243.600, ami azt jelenti, hogy egy 10 cm hosszú nikkellrúd alaprezgésszáma 23,3  $K$ .

A rezgőelemek méretezésére szükséges adatokat az 5. ábra mutatja.



5. A magnetostrictiós rudak méretezési monogramja.

Fontosabb anyagok jellemzői az alábbi táblázatba vannak foglalva:

Anyag	$\rho$ /cm	$E. 10.11$ dyn/cm <sup>2</sup>	$N. I.$
Ni kemény	8,88	22 63	252400
Ni lágy	8,86	19,62	235300
Monel	8,9	15,75	210800
Invar	8,1	14,22	209500
Cekas	8,4	18,54	234900

az elérhető rezgésamplitudók nagysága közelítőleg  $10 \times l. 60 K$ -nél magasabb frekvenciákra különleges kiképzési formák szükségesek (Pierce).

Ha a rezgőelemmel forrasztó pákát vagy olvasztótégelyt építünk össze, az önrezgésszám eltér az egyszerű rezgőelem önrezgésétől. Egy ilyen összeépített rendszer önrezgésszáma Rayleigh szerint a következő:



$$N = r \sqrt{\frac{E}{2l(M + 1/5 m)}}$$

$E$  = rezgőrúd, rug. modulus dyn/cm<sup>2</sup>;

$r$  = rúd sugara cm;

$l$  = rúd hossza a neheztítő tömegek között cm;

$m$  = rúd tömege grammokban;

$M$  = rúd terhelő tömege grammokban.

### A nagy amplitudók létrehozásának nehézségei.

1. A mágnesezhető hatásnak van egy optimális értéke. (A gerjesztés csak egy bizonyos határig növelhető, e felett már nem nő a rezgőelemen az összehúzóerő értéke.)

2. A rezgőelem méretváltozása jelentősen csökken a hőmérséklet emelkedésével és a Curie pontban (150° C) megszűnik, azért jelentős hűtést kell alkalmazni az örvényáramfűtés által keletkezett meleg elvezetésére.

3. Meglehető hátránya a rezgőelem kisugárzó felületének kicsisége, azonfelül a frekvenciatartomány fölfelé való korlátozottsága. Az eddig elért teljesítmények kb. 8–12 watt/cm<sup>2</sup> között mozognak. A berendezések aránylag egyszerűek, a szükséges feszültségek alacsonyak, szigetelési és kezelési veszély nincs.

**Piesoelektromos oscillator.** (Kvarekristály.) Piesoelektromos kristályoknak nevezzük azokat a kristályokat (kvare, turmalin, cinksulfid, borkősav, szeignettesó, újabban a báriumtitanátok), amelyek oly tulajdonságúak, hogy egy vagy több tengelyük irányában a rájuk ható mechanikai erők (húzás-nyomás) következtében a felületükön elektromos töltések szabadulnak fel. Ez a jelenség a *piesoelektromos effektus* (Curie testvérpár). A kristályok e tulajdonsága megfordítható, azaz megfelelő elektromos erőterben az alkalmazott erőter irányában a piesoelektromos kristályok méreteiket megváltoztatják (összehúzódnak — kitágulnak). *Fordított piesoelektromos effektus* (Lippmann). A kristályok közül ezidőig a piesoelektromos effektus keltésére a kvarekristály a legmegfelelőbb.

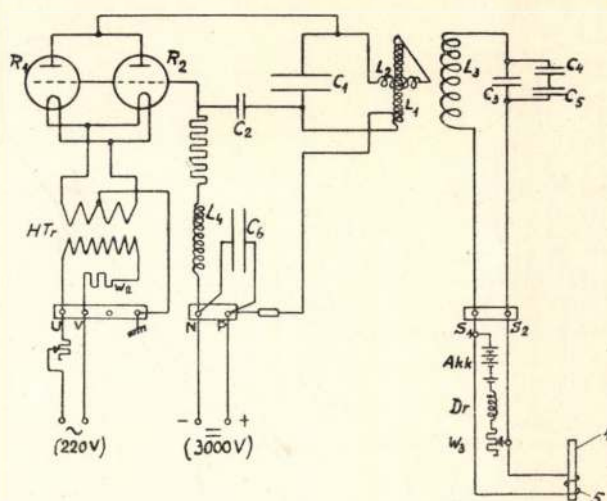
**Mechanikus ultrahanggerjesztő** (Galton-síp), egy harmadik típus, főleg folyadékok esetében igen eredményesen nyert alkalmazást, ott ahol nagyobb erőkre volt szükség.

### Az ultrahang története.

#### Az eddigi kivitelezések és alkalmazások.

Időrendi sorrend szerint König volt az első, aki 1897-ben néhány mm nagyságú hangvillával halláshatár feletti, azaz ultrasonikus hanghullámokat állított elő, ezek azonban gyakorlati szempontokból számításba nem vehető hanghullámterjesztmények voltak, minden esetre az akkori tudományos köröknek felkeltette a figyelmét.

Ezt követően a tudományos világ számos munkája bizonyítja a kérdés érdekességét és fontosságát és lassú folyamattal alakult ki (1897—1950) az egyszerű hangvillából az 1. Magnetostrictív generátor; 2. Pieso (kvare) elektromos generátor s majd a 3. mechanikus (síp) generátor. Elsődlegesen nem is az ipari felhasználásra gondoltak, hanem a hullámok áthatoló képességére, élettani hatására. Az elméleti és gyakorlati kialakulásokat napjainkig



6. Magnetostrictív generátor kapcsolási rajza.

négy munka foglalja össze. Első L. Bergmann, aki a „Der Ultraschall“ (V. D. I. Verlag, Berlin, 1942) összefoglaló munkája elméleti alapokon tárgyalja az ultrahangot, ezt követően 1946 augusztus és szeptember P. Alexander Németországban előállított generátorok gyakorlati alkalmazásait írja le. (Researches Carried out at Siemens-Schuckert Werke Berlin-Bios Trip No. 26—23.) Összefoglalja a generátorok három fő-típusának alkalmazási területeit (textil, emulzió, desztillálás, flotáció, füstök szétválasztása, forrasztás, hegesztés, fényszűrés, transzformátor-olajderítés stb.). A készülékeket és az idevonatkozó alkalmazásait egész röviden foglalom össze:

### 1. Magnetostrictív generátor.

Siemens-Schuckerték egyesöves generátort használtak a váltóáram létrehozásához és egy ilyen egyszerű áramkört ábrázol a 6. ábra. (Az összetevőkre vonatkozólag adatokat nem közöltek.) Az ábra magyarázatához a jelzések a következők:

Az  $R_1 R_2$   
rácsszabályozású rezgőcsövek;

$C_1 C_6$   
kondenzátorok (sűrítők);

$L_1$   
tekeres;

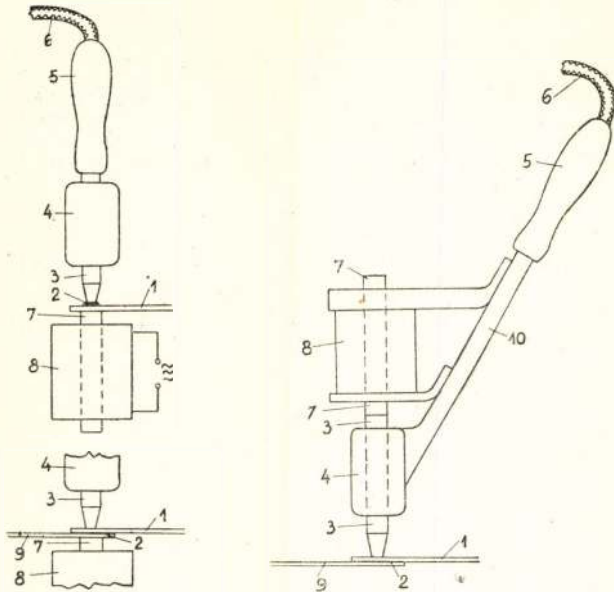
$L_2 L_3$   
varióméter;

$W_1 W_2 W_3$   
ellenállások;

$HT_r$   
fűtőáram transzformátora.

Az 1-es a rezgő nikkellrúd, 5-ös a magnetostrictív tekeres. S. S. állítja, hogy a berendezés a nagyfrekvenciájú áramot 60%-ban alakítja át ultrahangra, a maradék nagyfrekvencia hő formájában vesz el. A fent leírt készüléket elsősorban is emulziók előállítására alkalmazták. Ez a német forrás mutat rá nyilvánosan először arra (S. S.), hogy a megolvadt forrasztó ultrasonikusrezgés jelenlétében a forrasztandó fém-mel oxidoldószerrel nélkül jó kötést ad. Szerinte az ultrarezgés feltöri az oxidréteget és a tiszta fém felületét a forrasztó részére, amelyben az oxid eloszlik a nélkül, hogy a kötés jó-ságát befolyásolná. Az eljárás legegyszerűbb





7. Forrasztóberendezés. 7. Egybeépített forrasztóberendezés.

módját. (7. ábra.) mutatja. A forrasztandó fémcsík (1) mágneses tekercsel (8), körülvevett mágneses strictiós rúdon van elhelyezve és a forrasztandó anyag (2) villamospákával (3) van az olvadási hőmérsékletére melegítve. A gerjesztett ultrahang hatására a forrasztandó anyagon lévő oxidréteg felszakad és ezáltal minden forrasztandó fém felületén alapot lehet a forrasztandó fém felületén. Sokkal gyakorlatibb készüléket mutat a (8. ábra), ahol a forrasztópáka (3), rá van hegesztve a mágneses strictiós rúdra (7). Drótok ónozására a 9-es és 10-es ábrákon bemutatott készülékek voltak alkalmazásban. (Az egyes alkatrészek számozása azonos az előbbi ábrák számozásával.) A 9. ábrán a rezgőrúd felső végén kiképzett üreg látható, amely a forrasztandó anyag befogására szolgál. Ez a rúd közvetlenül a rezgőrúdra hegesztett. A bevonandó drótot bele kell mártani a megömlasztett forrasztóba, s az ultrahang hatására fémbevonatot kap. (Ez ugyanaz, mint a Schmidt és Ehre által szerkesztett berendezés ömledékek vizsgálatára.) A 10-es ábra egy módosítást mutat be, ahol a forrasztandó anyag külön elektromosfűtéssel melegített edényben (13) van elhelyezve és a forrasztandó anyagba az elektrostrictiós nikkelrúd külön van belesüllyesztve (7).

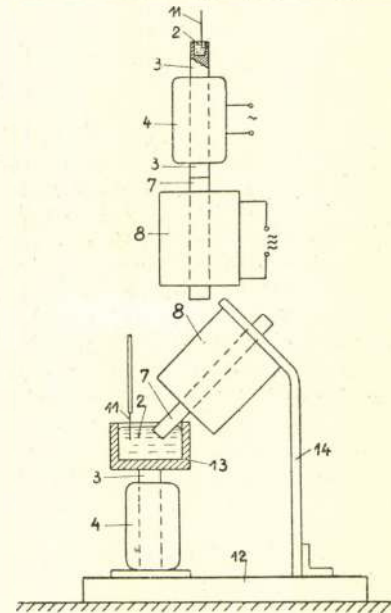
P. Alexander az ultrahangnak gyakorlatba való bevezetésére Herz professzort jelöli meg, aki jelenleg a Szovjetunióban dolgozik. A négy munkatárs közül, akikkel együtt dolgozott a kísérleteken, három (dr. Barwich, Huth, Janowszky) ismeretlen helyen tartózkodik, a negyedik, dr. Schöfer jelenleg a szovjet zónában egyetemi tanár.

Az ultrahang felhasználásának megoldására különböző országokban számtalan kísérlet folyt. Esmant, Rummel, Beutler azok, akik foglalkoztak a kérdéssel, azonban az anyagvizsgálat terén és az ömledékek kezelésében első alapvető eredményeket Sokoloff szovjet-orosz tudós érte el, 1935-ben. Az ő munkássága nyomán dolgozott azután Schmidt és Ehre, Schmidt és Roll szemeseffinomítási kísérleteket, Massing és Ritzan pedig alumíniumömledékbe finom elosztású ölmot vittek be.

Szilárd fémekre vonatkozó kísérleteket Hollmann és Bauch, Schmid és Jeller, majd Mason, az előbbieket a mágneses hatásokat, az utóbbi a nitrogéndiffúziót vizsgálta ultrahang jelenlétében.

Ezt követően 1948. V. Electronics számában Frank W. Thomas és Eli Sunon számoltak be ultrasonikus kísérleteikről. Dolgozatukban a készüléket is leírják. Kimutatták, hogy alumínium lágy forrasztás elérhető, ha a forrasztópákát ultrasonikusan mozgatják. A vibráció felszakítja az oxidréteget és a forrasztó ötvöződik az alapanyaggal, mielőtt még az újra oxidálódott volna. E mellett az eljárás mellett nincs szükség oxidáló anyagokra (flux).

Gyakorlati okokból ultrasonikus rezgés-keltésre a legalkalmasabbnak a magnetostrictiós oszcillátort találták. Ennek határértékei 1–50 kilóciklus, maximálisan 10 kW teljesítmény,  $1-10^{-3}$  mm nagyságrendű amplitudóval. Az oszcillátor hőfoka invar rezgőelem esetén maximum  $150^{\circ}$  (Curie-pont). Szerzők szerint 15 Watt akusztikus energia a legkisebb, ami még éppen használható. A hatások (elektromos meghajtó teljesítmény-mechanikai mozgás teljesítmény) legfeljebb 15%. Ezért a legkisebb használható elektromos teljesítmény kb. 200 Watt. A kísérleti berendezésükkel forrasztási próbákat csináltak 255 T és 755 T Al ötvözetben.



9–10. Ömledékek vizsgálatára és drótok ónozására használt berendezések.

rozsdamentes acélon, krómbevonatos felületeken, valamint eloxált lemezekben. Al-Cd tartalmú forrasztással rozsdamentes acél jól forrad, ugyanez áll a Cr-fedésű felületre.

1949 februárjában jelent meg B. Carlin az „Ultrasonics“ c. műve, amely egyrészt 1847–1949-ig terjedő fejlődéstörténeti munka, de az újabb hullámelméletek alapján sok, főleg elméleti alapú alkalmazási területet is felsorol.

A hazai irodalomban 1949 augusztus elsején megjelent „Alumínium“ című folyóirat 7. és 8. száma dr. Konez István: „Ultrasonikus rezgések felhasználása“ című cikke a gerjesztéseket, a rezgéseket, a rezgések átvitelét az alkalmazási helyre és az anyagkezelés hatásáról számol be, érdekes összeállításban. (Folytatjuk)



## Fluormeghatározás az alumínium- és timföldiparban II.

DR PAPP ELEMÉR ES NAGY PÁL

545:546.16:669.71

Др. Элемер Папп и Павел Надь:

Определение флора в алюминиевой и глиноземной промышленности.

By dr Elemér Papp and Paul Nagy:  
Determination of fluorine in the aluminium and alumina industries.

Az előzőekben elmondottak alapján tehát a fluormeghatározást a következőképpen végeztük:

A vizsgálandó anyagból a várható F-tartalomtól függő mennyiséget az oldalesőves lombikba portölcséren keresztül bemosunk kb. 20 cm<sup>3</sup> vízzel. Ezután a gőzbevezetőcsövet és a hőmérőt tartalmazó gumidugót helyére tesszük és a szedőlombikot helyezük a hűtő alá. A szedőlombikba 20 cm<sup>3</sup> desztillált vizet öntünk és úgy helyezük el, hogy a hűtő vége beleérjen a vízbe. Ezután az oldalesővön keresztül 60 cm<sup>3</sup> cc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 20 cm<sup>3</sup> deszt. víz lehűtött keverékét beöntjük a lombikba és lassú gőzkeverés közben 160° C-ra felmelegítjük. Ha ezt a hőfokot elértük, akkor a lombik alatt lévő lángot úgy szabályozzuk, hogy a hőfok ne változzék és a gőzbevezetés intenzitását fokozzuk. A szedőbe 180 cm<sup>3</sup> párlatot hajtunk át, ezt egy 200 cm<sup>3</sup>-es nomál lombikba átmoszuk, jelig töltjük és aliquot-részt titráljuk.

A titrálás kivitele a következő:

A 200-as lombikból kivett aliquot-részt (pl. 50 cm<sup>3</sup>-t), kb. 100 cm<sup>3</sup>-re felhígítjuk, és ehhez 4–5 csepp 0,1%-os vizes alizarinszulfonsavas nátriumoldat indikátort teszünk. A keletkező sárgaszínű oldathoz cseppenként N/1 NaOH-t adunk, míg a színe pirosba nem csap át, és ez a piros szín már nem is tűnik el. Ezután 0,5×N HCl-el újból visszasárgítjuk és ehhez az oldathoz 1 cm<sup>3</sup> Rowley—Churchill-féle monoklóracetátos puffert téve Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>-oldattal lassú tempóban állandó kevergetés közben rózsaszínre titráljuk.

Pufferkészítés: 23,62 g monoklór-eetsav + 5,00 g NaOH, feloldva 250 cm<sup>3</sup> vízben.

Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> készítés: 13,75 g Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 1 liter vízben feloldva. Faktorát pro analisi NaF-ből készített törzsoldattal állítjuk be. Fenti töménységű oldat 1 cm<sup>3</sup>-be kb. 2 mg F-nek felel meg.

A bemérés kb. akkora legyen, hogy a lombikba 0,2–0,3 g F-nél több ne kerüljön (ellenkező esetben az üvegalkatrészek nagyon megmaródnának) a titráláshoz kivett aliquot-részben pedig az F-tartalom 1–30 mg között mozogjon. Ennél nagyobb F-mennyiségnél az átesapást már nem lehet jól észlelni.

Fenti elemzési eljárást tiszta, ismert mennyiségben bemért NaF, CaF<sub>2</sub> és Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> segítségével kontrolláltuk, a visszakapott fluor a bemért fluornak 99,8–100,2%-a körül mozgott. Egy meghatározás beméréssel, desztillációval, titrálással együtt kb. 1½–2 órát vesz igénybe.

Ezek után megkíséreltük *bauxitok fluortartalmát* is meghatározni. A lombikba 10 g

gánti bauxitot (105°-on szárított, őrlött és 4900-as szitán átszitált) bemérve, a desztillátumban 4,1 mg F-t találtunk, ami 0,041%-nak felel meg. Kontrollképpen egy újabb 10 g bauxithoz CaF<sub>2</sub> formájában 50 mg F-t hozzámérve, azonban azt tapasztaltuk, hogy a desztillátumban a bemért F-nek csak 31,4%-a volt megtalálható. Ezzel kapcsolatban különböző mennyiségű bauxitokkal teljesen azonos kísérleti körülmények között a következő eredményeket kaptuk:

Bemért bauxit g	Bemért CaF <sub>2</sub> mg	A bemért CaF <sub>2</sub> -nek megf. F mg	Visszakapott F mg	Visszakapott F a bemértnek hány %-a
0,5000	99,2	48,3	47,8	99,0
2,0000	99,6	48,5	39,5	81,4
2,0000	99,0	48,2	39,1	81,2
5,0000	100,4	50,6	23,0	45,5
10,0000	98,7	48,1	11,2	31,4

Ezeket a körülményeket D. S. Reynolds, K. D. Jacob és több más kutató által leírt és általunk is észlelt jelenségekkel magyaráztuk. Ők azt tapasztalták, hogy fluormeghatározásra a desztillációs módszer nem ad jó eredményeket, ha kocsonyás, vagy magában a lombikban frissen keletkező kovasav van jelen az F mellett. A bemért F-t csak abban az esetben kapták vissza quantitative, ha az F mellett a kovasav kvare, üveg vagy legalább 1150°-on hosszasan izzított szilikagél formájában volt jelen. Ők ennek magyarázatát egyöntetűen abban látták, hogy az izzítatlan SiO<sub>2</sub> az F-el SiOF<sub>2</sub> összetételű, nem desztillálódó vegyületet képez. Nyilvánvaló, hogyha az F olyan szilikátok mellett van, melyek a meghatározás körülményei között (hosszas főzés 160°-on 60%-os kénsavas közegben) feltárodnak, nem lehet az F teljes mennyiségét visszakapni. Ennek alapján azonban, ha valamilyen összefüggést sikerülne találni a lombikban visszatartott F és a mellette lévő szilikátok mennyisége között, jó szilikátmeghatározási eljárásához jutnánk. Az alumíniumiparban használt elemzési eljárások ugyanis mindig az összes SiO<sub>2</sub>-tartalmat adták meg, tekintet nélkül arra, hogy a SiO<sub>2</sub> milyen formában van jelen. Pl. a bauxitok hozzákeveredett kvarehomok ugyanúgy benne volt a megadott SiO<sub>2</sub> értékben, mint a bauxit valóságos szilikáttartalma. Mivel több oldalról is felmerült a kíváncsi a kétféle kovasav szétválasztására, megpróbáltuk a fentebb leírt jelenséget ebből a célból értékesíteni. Ezért sorba vettük a bauxit különböző komponenseit, hogy azok a bemért F visszanyerését hogyan befolyásolják. Elsősorban a különböző Al-vegyületek hatását vizsgáltuk, annál is inkább, mivel már Willard és Winter is megemlíti, hogy nagymennyiségű Al zavarja a meghatározást, és

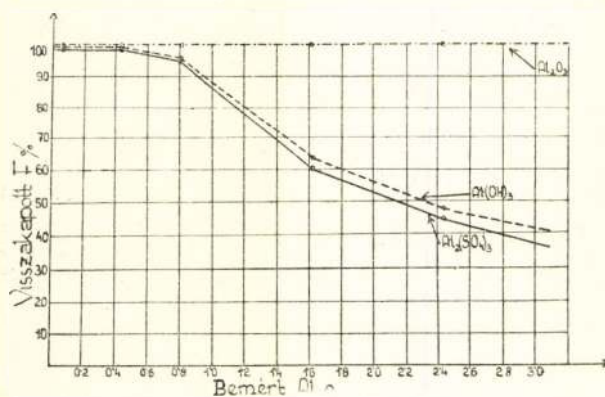


bár az ő vizsgálati módszerük kezdetlegesebb volt (nem alkalmaznak vízgőzdesztillációt és a titrálást alkoholos közegben puffer nélkül vég-

zik) megállapításuk az általunk alkalmazott módszernél is megállja a helyét, ami az alábbi kísérleti adatainkból látható:

Bemért Al g	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O alakban			Al(OH) <sub>3</sub> alakban			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> alakban		
	bemért F mg	visszakapott F mg	%	bemért F mg	visszakapott F mg	%	bemért F mg	visszakapott F mg	%
0.0811	244.0	244.8	100.5	244.0	246.0	100.7	243.9	243.6	99.9
0.0300	98.5	98.4	99.9	98.0	98.2	100.2	97.7	98.0	100.2
0.4320	98.7	99.1	100.3	98.0	98.2	100.2	97.6	97.5	99.9
0.8100	97.6	92.4	95.5	97.7	93.9	96.0	97.9	97.5	99.7
1.6200	49.5	29.8	60.5	49.1	30.2	61.2	49.7	49.8	100.2
1.6200	97.6	59.6	61.4	97.7	63.0	64.2	97.6	98.0	100.3
1.6200	195.2	132.0	65.0	195.2	132.7	67.0	198.2	193.3	100.1
2.4300	97.6	43.8	45.0	97.6	46.8	48.0	98.2	98.4	100.2

A kísérleti körülmények — hőfok, oldat-terefogat, savkoncentráció, párlatmennyiség — minden meghatározásnál azonosak voltak. A táblázatból érdekes következtetéseket lehet levonni: Ha koordináta-rendszerben a bemért Al függvényében ábrázoljuk a visszatartott F százalékot, akkor a következő görbéket kapjuk:



1. ábra.

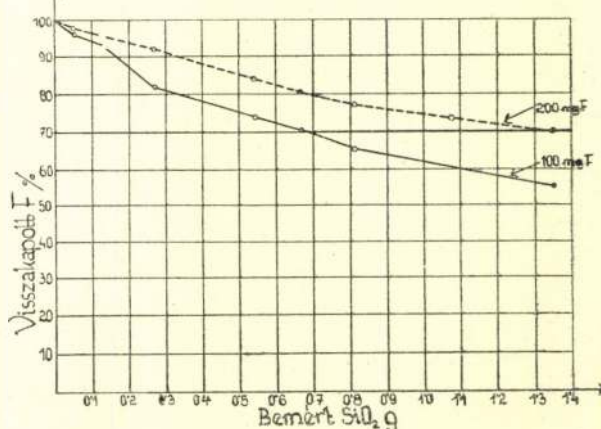
Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tehát az F visszatartását nem befolyásolja, ami várható is, mivel az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a meghatározás körülményei között a lombikban lévő 160°-os 60%-os kénsavban nem oldódik. Az alumíniumhidroxid és az Al-szulfát görbéi párhuzamos lefutásúak, a közöttük lévő egészen kis eltérést az Al-hidroxid nedvességtartalma okozza. Ezeknél azonban már fellép a zavaró hatás, mégpedig ott, ahol kb. 100 mg bemért F-re 810 mg Al jut (fémalumíniumra számolva). Az F visszatartás szempontjából nagyon érdekes az a jelenség, hogy ha azonos mennyiségű Al-hoz (a táblázatban csillaggal megjelölt adatok) különböző mennyiségű F-t mérünk be, a visszatartott F a bemért F-nek nagyjából azonos százalékát teszi ki, tehát a visszakapott F százalékos mennyisége nem a fluorhoz viszonyított Al relatív mennyiségétől, hanem a bemért Al abszolút mennyiségétől függ.

Kísérleteket végeztünk még a vas és nátrium esetleg zavaró hatásának tisztázására is. 100 mg F-hez bemért 10 g Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, illetve 25 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> esetében az F-t quantitative visszakaptuk, tehát egyik sem zavar. Ezek után a SiO<sub>2</sub>, illetve a szilikátok befolyását tettük vizsgálat tárgyává. Tiszta, örölt aktív kovasavból lúgos

oldással Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>-oldatot készítettünk, melynek SiO<sub>2</sub>-tartalmát a szokásos dehidrálasos-lefűstölési eljárással meghatároztuk. Ebből az oldatból adtunk különböző mennyiségeket két kísérleti sorozatban 200, ill. 400 mg kalciumfluoridhoz és a párlatban meghatároztuk a visszatartott F mennyiségét. A desztilláció hőfoka 160° C volt.

Bemért SiO <sub>2</sub> g vízüveg alakban	Bemért F mg CaF <sub>2</sub> alakban	Visszakapott F mg	A bemért F-nek hány %
0,0540	195,2	190,1	97,3
0,1350	195,2	187,3	95,9
0,2700	195,0	179,7	92,1
0,5400	195,0	164,2	84,2
0,6750	195,2	158,9	80,9
0,8100	195,2	152,0	77,9
1,0800	195,0	143,4	74,0
1,3500	195,1	138,3	70,8
0,0540	97,7	95,6	97,7
0,1350	97,5	90,7	93,0
0,2700	97,7	80,2	82,1
0,5400	97,7	72,6	74,3
0,6750	97,7	69,1	70,7
0,8100	97,5	64,8	66,3
1,3500	97,5	54,4	55,8

A táblázat eredményét koordináta-rendszerben ábrázolva:



2. ábra.



Káliföldpáttal és kvarchomokkal — az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  esetéhez hasonlóan — minden bemérésnél vizszakaptuk a hozzáért F egész mennyiségét. Kvarchomok + vízüvegdat úgy viselkedik, mintha a homok ott sem volna, ugyanazt az eredményt kaptuk, mint vízüveggel egymagában. A desztillációs hőfok szerepét is megvizsgáltuk. A táblázatban felsorolt elemzéseket 145°-on elvégeztük, de ezek eredményei pontosan egybevágóak a 160°-on nyertekkel. 160° fölé menni azért nem szabad, mert itt már az átdesztilláló  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  termikus bomlása elég nagyméretű, a bomlás folytán belőle keletkező HF az üveget megmarja, a márt üvegfelület pedig, mely reaszáradva kocsnyás  $\text{SiO}_2$ -t tartalmaz, a meghatározást pontatlanná teszi.

Ezek tisztázása után Merck-féle alumínium-szilikáttal végeztünk kísérleteket. Előzőleg  $\text{KHSO}_4$ -s feltárással ennek  $\text{SiO}_2$ -tartalmát meghatároztuk, mely 63,1 adódott, ami az  $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$  képletnek felel meg. (Ennek a képletnek alapján a teoretikus  $\text{SiO}_2$ -tartalom 63,8%.) A meghatározások eredményei az alábbi táblázatban láthatók. Az utolsó rovatba a visszakapott F százalékból a vízüveggel felvett görbe alapján számított  $\text{SiO}_2$  mennyiséget tüntettük fel.

Bemért F mg	Bemért $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$ g	Az $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$ -al bevitt $\text{SiO}_2$ mennyisége	Visszakapott F %	Számított $\text{SiO}_2$
97,8	0,3001	0,1862	90,2	0,185
97,6	0,5003	0,3119	80,3	0,320
97,6	0,7508	0,4653	78,8	0,430
97,6	1,0003	0,6205	70,8	0,630
97,8	1,2509	0,7750	68,1	0,760
97,6	1,5001	0,9300	61,9	0,980
97,6	2,0004	1,2400	58,1	1,250
97,7	2,5003	1,5500	57,5	
97,7	3,5002	1,8620	52,2	

3,5 g Al-szilikát bemérése esetén is a bevitt Al mennyisége fémalumíniumra számolva csak 0,671 g. Ez a mennyiség pedig, amint az az Al-táblázatból látható, még nem zavarja az F viszszanyerését. Az F visszatartása tehát egyedül a kovasavra vezethető vissza. Al-szilikát esetében a fenti táblázat szerint a módszer elég jól beválk a szilikáttartalom meghatározására. Sajnos azonban bauxit esetében nem lehet ilyen szép eredményeket kapni. Ennek két oka van. Az első a szilikátgörbe természetéből adódik. Ez a görbe ugyanis túlságosan lapos. Az F bemérés csökkentésével lehet ugyan a meredekségét növelni, de ezzel nem lehet 100 mg alá menni, mert ebben az esetben az F-meghatározásban elkövetett kis abszolút hiba már igen nagy relatív hibának felel meg. A görbe laposága viszont arra vezet, hogy az F visszanyerésének igen kis relatív hibája is a szilikát mennyiségében hatalmas eltéréseket okoz. Ez bauxitnál, ahol az  $\text{SiO}_2$ -tartalom — a timföldgyártás szempontjából szóbajövő bauxitokról beszélve — 5% körüli nagyságrendben mozog, még fokozottabban fennáll.

A másik ok, ami bauxitoknál nehézségeket okoz, az Al. Az Al-táblázatból látható, hogy kb. 800 mg Al 100 mg F bemérése esetén már erősen zavar. Ez bauxitoknál azt jelenti, hogy 50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmat feltételezve 3,5 g-nál nagyobb bemérést nem lehet csinálni, mert itt már az F visszatartása nem csupán a  $\text{SiO}_2$ -tartalomra vezethető vissza, hanem részben az Al-ra is. 3,5 g bauxitnak viszont az  $\text{SiO}_2$ -tartalma (5%-ot feltételezve) 0,175 g, ami a görbének egészen az elejére esik, mely annak laposságától eltekintve is, a legpontatlanabb része. Próbaképpen egy pontosan meghatározott  $\text{SiO}_2$ -tartalmú iszkai bauxittal végeztünk meghatározásokat. 2 g beméréséhez 100 mg F-et hozzámérve és a desztillációt szokásos módon elvégezve az F-nek 95,9%-át kaptuk vissza, ami a vízüveggel felvett görbe alapján 0,0760 g  $\text{SiO}_2$ -nek felel meg és a bauxitra átszámolva 3,8%  $\text{SiO}_2$ -t jelent. Ugyanebből a bauxitból egy 3 g-os bemérés alapján 4,0%  $\text{SiO}_2$ -t, egy 2,5 g-os bemérés alapján pedig 3,5%-ot kaptunk. A szokásos feltárási felfüstöléses módszerrel az összes  $\text{SiO}_2$ -tartalom 3,72%-nak adódott. Ha azonban pl. az első esetben 95,9% visszanyert F helyett 94,9%-kal számolok (akkora hibát a desztillációnál és a titrálásnál könnyen el lehet követni), akkor az már nem 0,0760, hanem 0,0820 g  $\text{SiO}_2$ -nek felel meg, ami a bauxitra átszámolva 4,1%-ot jelent.

Sajnos, tehát a módszer bauxitokra a kitűzött cél szempontjából — a szilikátos kötésben lévő  $\text{SiO}_2$  mennyiségének meghatározására — nem elég pontos.

Ezek után ebben az irányban nem kísérleteztünk tovább, hanem tulajdonképpen eredeti célunk, a bauxit F meghatározása céljából a következő kísérletet végeztük:

Két párhuzamosan működő készülékbe bemértünk 5. illetve 10 g iszkai bauxitot, és 60%-os kénsavas közegből 160°-on desztillálva a párlatokat 200  $\text{cm}^3$ -enként megtitrálva a következő eredményeket kaptuk:

	10,000 g-os bemérés	5,000 g-os bemérés
	a desztillátumban talált F mennyisége	
Első 200 $\text{cm}^3$ . . . . .	4,10 mg	2,37 mg
Második 200 $\text{cm}^3$ . . . . .	1,94 mg	1,23 mg
Harmadik 200 $\text{cm}^3$ . . . . .	1,52 mg	0,72 mg
Negyedik 200 $\text{cm}^3$ . . . . .	1,29 mg	0,32 mg
Ötödik 200 $\text{cm}^3$ . . . . .	0,65 mg	0,16 mg
Összesen 1000 $\text{cm}^3$	9,50 mg	4,80 mg

Ezek szerint a 10 g-os bemérés alapján az F-tartalom 0,095, az 5 g-os bemérés alapján pedig 0,096%-nak adódott.

Amikor már a párlatban egyáltalán nem volt található F, a lombikokat lehűtöttük, és mindkettőbe pipettából 10,80 mg F-nek megfelelő NaF-oldatot csurgattunk.

Ezután a desztillációt tovább folytatva, a párlatokat az előbbihez hasonlóan 200  $\text{cm}^3$ -enként megtitrálva, a következő eredményeket kaptuk:



	10.000 g-os bemérés	5.000 g-os bemérés
	a desztillátumban talált F mennyisége	
Első 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	5,40 mg	7,56 mg
Második 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	3,45 mg	2,59 mg
Harmadik 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	1,30 mg	0,43 mg
Negyedik 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	0,65 mg	0,12 mg
Ötödik 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	0,10 mg	0,05 mg
Hatodik 200 cm <sup>3</sup> . . . . .	0,00 mg	0,00 mg
Összesen 1200 cm <sup>3</sup>	10,90 mg	10,75 mg

A bemért F tehát pontosan, kvantitativé visszajött mindkét esetben, amiből arra lehet következtetni, hogy a nem desztillálódónak tartott SiOF<sub>2</sub> igen lassan ugyan, de mégis átdesztillál és kellő mennyiségű desztillátumot összegyűjtve, abban az F egész mennyisége benne lesz. tekintet nélkül arra, hogy mellette milyen és mennyi SiO<sub>2</sub> van. A kocsonyás, illetve frissen keletkező SiO<sub>2</sub> tehát nem tartja vissza, csak igen meglassítja az F átdesztillálását.

Ezek szerint tehát az F-meghatározás bauxitban úgy módosul, hogy legalább 1 liter párlatot összegyűjtjük és azt 200 cm<sup>3</sup>-es részletekben megtitráljuk. 1 liter párlat ledesztillálása kb. 3–3½ órát vesz igénybe, így tehát egy F-meghatározás kb. 4 óráig tart.

Ezzel a módszerrel egynéhány fajta bauxitnak F-tartalmát meghatározva a következő eredményeket kaptuk:

Iszkai bauxit — — — —	0,096%
Devecseri bauxit — — — —	0,120%
Gánti bauxit — — — —	0,130%
Nyirádi bauxit — — — —	0,140%

Felmerülhet ezek után a kérdés, hogy tekintettel a feldolgozott bauxit hatalmas mennyiségére, az ezzel bevitt aránylag nagymennyiségű F hová kerül, illetve hol dúsul fel a timföldgyártás folyamán?

Ebből a célból megvizsgáltuk az ajkai timföldgyár vörösiszap, alumínatlúg, timföld és vanádiumiszapjának F-tartalmát. A timföld, illetve a hidrát tartalmaz ugyan F-et, de olyan keveset, hogy ez éppen csak a kimutathatóság határán mozog, tízezred százalék nagyságrendben. A vörösiszap F-tartalmát 0,080–0,085%-nak találtuk, míg a vanádiumiszapban 10%-ra is felmegy. Érdekes, hogy a sok szulfátot tartalmazó vanádiumiszap kevesebbet — 2–3% —, a kevesebb szulfátot tartalmazó pedig több F-et tartalmaz — a minta minőségétől függően 6–8–10 százalékot. 2,5% F-et találtunk a hidroszeparátor falán és a csővezetékben időnként kiváló szép oktaéder habitusú kristályokban, ezeknek a mennyisége persze a vanádiumiszapéhoz képest elhanyagolhatóan kicsi.

Az alumínatlúg — sűrűlúg — F-tartalmának meghatározását teljesen a bauxitnál leírt módon és ugyanolyan kontrollal végeztük. Lítrenként 0,5–0,6 g-ot találtunk benne.

Ezek után a timföldgyár F-forgalma a vanádiuméhoz hasonlóan a következőképpen képzelhető el:

Az üzem indulásakor először a körfolyamatban résztvevő folyadék (lúg) telítődik F-el, majd elér egy bizonyos egyensúlyi állapotot. Ettől kezdve jelenik csak meg a lúg besűrítésekor a kiválás, és ebbe kerül bele a többi kísérőanyagokon kívül az F-többlet, amit a lúg már nem tud oldatban tartani. A bauxittal bevitt F-nek azonban csak egy része kerül a lúgba, másik része a vörösiszappal kerül ki.

Feltételezve egy évenként 50 000 tonna bauxitot feldolgozó timföldgyárat, ennek üzemmenetében évi 50–60 tonna F kerül be a bauxittal. Ebből a vörösiszappal néhányóra kerül kb. 18–20 tonna és ha a lúg már elérte a telítettségi állapotot, akkor a többi 30–40 tonna F a vanádiumiszapban távolodik el. Mivel a fluorban teljesen behozatalra vagyunk utalva, ennek a fluormennyiségnek a kinyerése elsőrendű fontosságú feladat.

„A sztahanovistának példásan rendben kell tartania munkahelyét, gépeit, eszközeit. Szeresse foglalkozását, féltő szeretettel óvja a nép vagyonát.”  
(Pányin)



# A szovjet technika és tudomány újabb eredményei az alumíniumkohászat terén

SZAKAL PÁL

669.71 (47)

Пал Сакал:

Новые результаты советской практики и наука металлургии алюминия.

P. Szakál:

Die neueren Ergebnisse der Szovjettechnik und Wissenschaft am Gebiet der Al-Erzeugung.

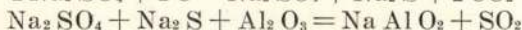
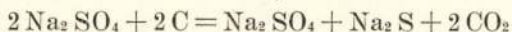
By Paul Szakál:

The latest results achieved by Soviet science and technic in the field of aluminium metallurgy.

A forradalom előtti Oroszországnak számotvető alumíniumipara nem volt. Az egyetemi intézetek kutatóinak sokszor még a laboratóriumi kísérletek eszközei sem álltak rendelkezésükre. Ennek ellenére már ebben az időben számos orosz kutató érdeklődéssel fordult az alumíniumelőállítás problémájára felé és számos igen jelentős eredményt is tudtak felmutatni ezen a területen.

Az orosz szakirodalomban az alumínium szó 1828-ban tűnt fel először. 1834. és 1862. között átmenetileg a glina = agyag szóból képzett glin-nij nevet használták erre a fémre. Beketov karkovi professzor 1865-ben az Al kevésbé ismert előállítási módját fedezte fel. Kriolitból fém-magnézium hatására sikerült alumíniumot redukálni. Még kevésbé ismert az a tény, hogy ez az eljárás 22 éven át ipari előállítási módszerül szolgált a francia Saint Claire—Deville alumíniumkloridból nátriummal való redukációs eljárásával egyidejűleg. Az eljárást grafittégelyben párkilogrammos adagokkal fehér izzáson végezték. Ugyancsak Beketov 1865-ben az aluminothermia alapjait rakta le, amikor bárium és káliumnak oxidjaiból Al-al való redukációját ajánlotta. Megjegyzem, hogy a bárium korszzerű előállítása ma is ezen a módszeren alapul. Ugyanez jól alkalmazható a fém Ca és Li előállítására is.

Meg kell emlékeznünk Peniakov orosz mérnök ismert  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -os feltáráson alapuló timföld-előállítási módszeréről. Csak nemrégén került nyilvánosságra, hogy a korábbi irodalmi adatokkal ellentétben, a ludwigshafeni timföldgyár ezt az eljárást már a háború előtt nagymértékben, kb. 90 000 tonna évi kapacitásra alkalmazta. Az eljárás alapreakciói:



A kéndioxid regenerálható újra szulfáttá, melléktermékkül Lux-masszát és szódát nyerünk, amelynek értékesíthetősége szabja meg az eljárást rentabilitását.

Bayer osztrák mérnök, a timföldgyártás szempontjából döntő két szabadalmát az Al-hidrát kikeverésére és a lúgos feltárássra vonatkozólag a pétervári Tentelejev-gyárban dolgozta ki. Ő a textilipar részére foglalkozott az Al-hidrát előállításának kérdésével. Az urali

timföldgyár Bayer-eljárás szerint dolgozik.

A tichvini bauxitokat 1916-ban fedezték fel. Kurnakov és Urazov 1924 körül ezek ahidrálsának és feltárhatóságának kérdésével foglalkoztak. Rajtuk kívül Jakovkin leningrádi professzor foglalkozott behatóan a tichvini bauxitok feldolgozásával. Az általa kidolgozott mészsódás feltárást a Volchov-i gyár technikai bázisát képezte. Ez volt az első eset, amikor nagyban dolgoztak fel  $\text{SiO}_2$ -dús bauxitokat. Kuznyecov és Zsukovszkij földfém-alumínátokon keresztül dolgozták fel az orosz bauxitot, először báriumot, majd később az olcsóbb kalciumot használva. Eljárásukat a dnyepropetrovszki alumíniumgyár alkalmazta.

Az Al-elektrolízis elméletének igazi klaszszikusa nemesak orosz, hanem világviszonylatban is Fedotjev. 1910-től folytatott kísérletei, melyeket Iljinszkivel együtt végzett, az Al-kohászat elméletének alapvető bázisát szolgáltatott. Tanulmányozta az  $\text{AlF}_3$ — $\text{NaF}$ , valamint  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ — $\text{Al}_2\text{O}_3$  rendszereket és elsőként termikus analízisekkel meghatározta ezek állapotábráit, e vizsgálatait kiterjesztette a  $\text{CaF}_2$ -tartalmú fűrdőkre, foglalkozott az Al-karbidképződés kérdéseivel, a fém Al-nak a kriolitban való oldhatóságával és minőségileg tisztázta az anódeeffektus fellépésének feltételeit.

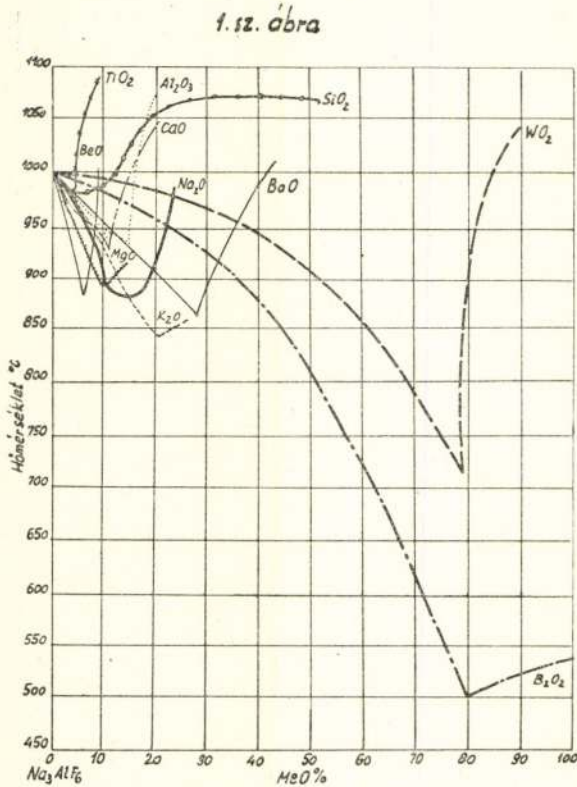
Fedotjevvel egyidejűleg Pusin és Bászkov foglalkozott behatóan az Al-kohászattal kapcsolatos kérdésekkel. A kriolitrendszer állapotábráját Fedotjevvel egyezően ők is meghatározták. Pusin eljárást dolgozott ki az urali szajmonit ásványból való Al-előállításra is. 1914-ben ő állította elő tisztán orosz nyersanyagokból az első 400 g Al-t. Igen figyelemreméltó Fedotjevnek az 1920-as és 30-as években az elektrolízis mechanizmusáról kidolgozott elmélete, amelyre a későbbiekben térek vissza. Fedotjev azonban nemesak az elmélet területén maradt meg. Az első öt éves terv indulásakor ő bábáskodott a szovjet Al-kohóipar megalapozásakor. 1929-ben a leningrádi „Vörös Viborg” gyárban 2000 A-es kádakkal végezte el több hónapra keresztül azokat a kísérleteket, amelyek a Szovjetunióban előállított timföld és kriolit segítségével a mennyiségi termelés kezdetét jelentették és amelyeknek tapasztalatait a volchovi kohó 1932-es indulásakor értékesítette. 1933-ban megindult Dnyepropetrovszk és utána a többi kohók, egészen a mai többszáz ezer tonnás kapacitásig.

Az előzményeket így röviden áttekintve, rátérnék szorosabban az Al-kohászattal kapcsolatos néhány legújabb kutatási eredmény ismertetésére. A tárgyalásnál nagyjából Bjelajev 1947-ben megjelent kitűnő könyvének sorrendjét tartom. A könyv címe: „Az Al-elektrolízis fizikai-kémiai folyamatai” és ismerteti a szovjet kutatóintézetek 1936 és 46 közötti, az Al-elektrolízissel kapcsolatos főbb eredményeit. Minden elfogultság nélkül mondhatjuk, hogy ezen a területen a hozzáférhető szakirodalom



legkomolyabb mondanivalóit találjuk ebben a munkában.

Igen részletesen és módszeresen tanulmányozták a tiszta és különböző fénoxidokat tartalmazó kriolit-elektrolittal kapcsolatos problémakört. Kísérletsorozatokban meghatározták ezen olvadékrendszerek állapotábráit és a különböző fénoxidoknak a kriolit-olvadékban való



oldhatóságát. Az ilyen jellegű termikus analízisek kivitele a sóolvadék magas hőmérséklete, kémiai agressziója és sok esetben illékonyága miatt, nagy nehézségekkel jár és ezeket ilyen rendszerességgel most végezték először. Ezek a vizsgálatok, összekötve a bontási feszültség és az elektromos vezetőképességre vonatkozó vizsgálatokkal, gyakorlatilag is jelentősek. Világosabban látjuk ezeket a nyersanyagokból az elektrolitba kerülő szennyezők sorsát, az elektrolízisben való közvetlen ötvözet-előállítás lehetőségeit és olvadáspontcsökkentő adalékok hatását.

A termikus analízisek végső eredményeit, tehát a nyert olvasdás-pont-görbéket az oxid-koncentráció függvényében az 1. számú ábrán láthatjuk.

A kriolit-oxid-rendszerek tehát általában eutektikus jellegűek. A görbék végpontja az oldhatóságot adja meg. Ez viszont nagyjából az oxidok ion-rádiuszától függően, azzal párhuzamosan emelkedik:

Oxid	Ion-rádiusz	Oldhatóság %
BeO	0,34	8,90
MgO	0,78	11,65
CaO	1,06	13,42
BaO	1,43	35,75

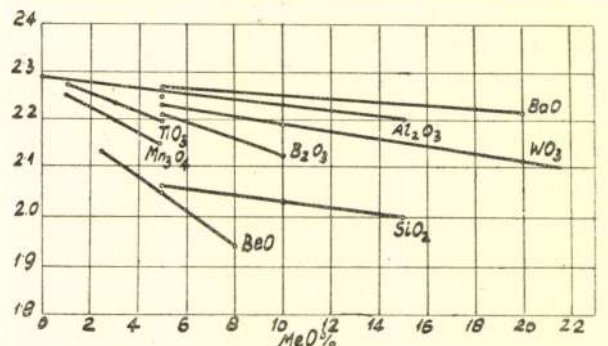
Az állapotábrákat, tekintettel a kriolit és fénoxidok között lehetséges kémiai egyensúlyokra, egyes esetekben két oldalról is felvették.

$2 \text{Na}_3\text{AlF}_6 + 3 \text{MeO} = 6 \text{NaF} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{MeF}_2$   
Kiindulási anyagul tehát a reakció jobb- és baloldalán szereplő anyagok keverékét egyaránt használták. A két módon felvett görbék viszonylagos helyzete alapján, pl.: a  $\text{K}_2\text{O}$  esetében arra lehet következtetni, hogy az majdnem teljesen  $\text{KF}$ -á alakul a kriolittal reagálva legalábbis, alacsonyabb koncentrációk mellett.

Gyakorlati szempontból legfontosabb a kriolit-timföld rendszer. Ezt már korábban számos kutató vizsgálta. Fedotjev és Iljinszkij régebben felvett görbéje, Roush és Miyake, továbbá Lundin adatai között nemcsak a hőmérsékleti és oldhatósági adatokban mutatkozik eltérés, hanem a kiváló szilárd fázisok elegykristály jellege látszik vitásnak. Maszovec az eltéréseket annak tulajdonítja, hogy a kriolit-olvadék a levegő nedvességének hatására bomlik, tehát nem felel meg a várt összetételnek. Lundin a maga adatait a levegő teljes kizárása mellett határozta meg, tehát ezek tarthatók a legreálisabbaknak. Szerinte elegykristályképződés nincs. Ezt az álláspontot a dnyepropetrovszki laboratóriumban végzett kristályoptikai vizsgálatok is igazolták, amelyek szerint a komponensek optikai sajátosságait megőrzik. A látómezőben kriolitkristályok voltak láthatók timföld-kriolit eutektikummal szegélyezve.

Feltűnő a  $\text{WO}_3$  és  $\text{B}_2\text{O}_3$  jó oldhatósága a kriolitban. Ezeket Bjeljajev határozta meg. A kriolit  $\text{SiO}_2$  rendszer a kádban való direkt-szilumin-előállítás szempontjából érdekes. Ezt rendszert Batasev és Zsurin vizsgálták. Ez a görbe a nagy kísérleti nehézségek miatt csak megközelíthetően tekinthető. Az  $\text{SiF}_4$  alakjában való anyagvesztéseken kívül az is komplikálja a dolgot, hogy 10%  $\text{SiO}_2$  felett, két különböző timföldtartalmú folyékony fázissal van dolgunk.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  jelenléte az  $\text{SiO}_2$  oldhatóságát csökkenti. Maszovec feltételezi, hogy timföld jelenlétében csak kismértékben disszociáló  $\text{Al}$ -szilikátok képződnek, ami megmagyarázza az  $\text{SiO}_2$ -vel táplált kemencék nehéz járását.

2. sz. ábra



Elektramos vezetőképesség kriolith-oxid olvadékban 1000°C-on

A különböző oxidokat tartalmazó kriolit-olvadékok elektromos vezetőképességére vonatkozó vizsgálatok közül, gyakorlati szempontból a kriolit-timföld rendszerre vonatkozó adatok a legérdekesebbek. Mint az ábrából láthatjuk, oxidok jelenléte az elektromos vezetőképességet minden esetben lineárisan csökkenti. Legkisebb mértékben a  $\text{BaO}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , legerősebben a  $\text{BeO}$  és  $\text{SiO}_2$ .



Az olvadékokban oldható fémoxidok bontási feszültségére nézve, a szovjet kutatók számításokat és kísérleteket is végeztek. Guszkov a timföldre egyéb világirodalmi adatokkal közel egyezően 2,11 V.-ot kapott. Néhány kísérleti úton kapott bontási feszültség:

15 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,17 V.
8 %	BeO	2,10 „
50 %	WO <sub>3</sub>	1,02 „
50 %	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,43 „
8 %	SiO <sub>2</sub>	1,03 „
5 %	TiO <sub>2</sub>	1,29 „

Igen érdekes Bjeljajev könyvének az oxidtartalmú kryolith-olvadék molekuláris állapotára vonatkozó megállapításai, ezek nagyban tisztázzák az elektrolízis reakció mechanizmusának kérdését.

A NaF—AlF<sub>3</sub> rendszer olvadékbani állapotának molekuláris viszonyaira, az olvadék fajtségének és viszkozitásának az összetétel függvényében való változásából lehet következtetni. A kriolit összetételnek megfelelő elég éles maximumok a kriolit molekula folyékony fázisbani stabilitására mutatnak.

Arndt és Kalas a kriolit és NaF vezetőképességét közel egyezőnek találta. Batasev megbízhatóbb mérései során a kriolit ekvivalens vezetőképességét elég jelentősen magasabbnak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta.

Arndt és Kalas a kriolit és NaF vezetőképességét közel egyezőnek találta. Batasev megbízhatóbb mérései során a kriolit ekvivalens vezetőképességét elég jelentősen magasabbnak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta.

Arndt és Kalas a kriolit és NaF vezetőképességét közel egyezőnek találta. Batasev megbízhatóbb mérései során a kriolit ekvivalens vezetőképességét elég jelentősen magasabbnak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta. NaF 86,6, kriolit 108,8 reciproknak találta.

Arndt és Kalas abból a körülményből, hogy a timföldtartalom növekedésével a fajlagos vezetőképesség az előbb említett módon csökken, azt következtették, hogy a timföld nem vesz részt az áramvezetésben. Bjeljajev azt a véleményt képviseli, hogy nem a fajlagos, hanem az ekvivalens vezetőképességet kell ebben a kérdésben döntőnek tekinteni. Ilyen alapon viszont, Arndt mérési adataiból átszámítva is, magasabb ekvivalens vezetőképességet kapunk oxidtartalom esetén. Ez viszont arra mutat, hogy a timföld résztvesz az áramvezetésben.

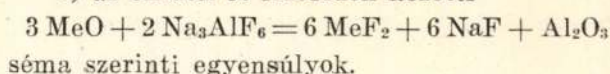
A timföld-disszociáció kérdésének további tisztázására Bjeljajev összehasonlította a különböző oxidok fagyáspontcsökkenési módszerrel meghatározott látszólagos molekuláris súlyait, a képlet szerintivel. Az eredmény majdnem kivétel nélkül a disszociáció bekövetkezését igazolta.

Az elektrolitban fentiek alapján a következő típusú egyensúlyok léteznek:

a) az oxidok és azok disszociációs termékei közötti egyensúlyok;

b) a NaMeO és Me AlO<sub>2</sub> típusú vegyületek és ezek disszociációs termékei közötti egyensúlyok, végül

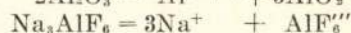
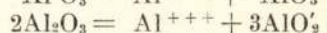
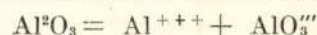
c) az oxidok és fluoridok közötti



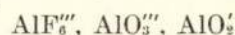
séma szerinti egyensúlyok.

Ezekután lássuk a timföld elektrolízisére vonatkozó reakció mechanizmus elméletét, amelyet Fedotjev és Maszovec fejlesztett ki.

A timföld és kriolit disszociációs egyenletei:



Jelen vannak tehát, mint kationok: Na<sup>+</sup>, Al<sup>+++</sup>, mint anionok

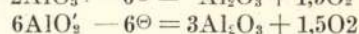
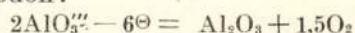


A katódon és anódon lejátszódó folyamatok.

A katódon:

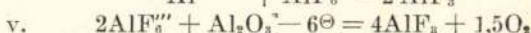
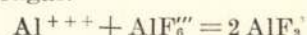


Az anódon:

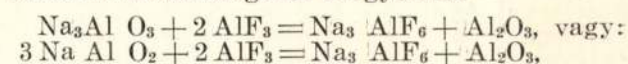


A katódtérben dúsuló Na<sup>+</sup> és a jelenlévő AlO<sub>3</sub>''', valamint AlO<sub>2</sub>' átalakulnak Na<sub>3</sub>AlO<sub>3</sub>, illetve NaAlO<sub>2</sub>-á.

Az anódnál feldúsuló AlF<sub>6</sub>''' a jelenlévő Al<sup>+++</sup>-al reagál:



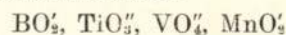
Fentieket igazolná a katódtérben Na, az anódtérben AlF<sub>3</sub> dúsulás. A gyakorlatban a két elektróda környezete erősen keveredik, ami a koncentráció-különbségeket kiegyenlíti.



tehát végeredményben újra kriolit és timföld keletkezik.

Diafragma alkalmazása utóbbi folyamatot lassítva, a két elektródatér koncentráció-változásának igazolását tenné lehetővé. Batasev, Bajmakov és Jevlanikov korundizált diafragma-val, vagy alundumedenyben az anód- és katódtér szűk csatornával összekötve, fentieket kísérletileg igazolták. Az anódtérben a diafragma nélkül 5%, diafragmával 23% AlF<sub>3</sub>-felesleget kaptak. A katódtérben diafragma nélküli 8,5% NaF-felesleggel szemben 51%-os dúsulást, illetve 3,9% szabad Na<sub>2</sub>O-t.

Amfoter elemek jelenléte esetén egyéb ionok is lehetnek az olvadékokban:



Ezekután röviden rátérhetünk az Al-elektrolízisben való ötvözetképzés kérdésére. Az ötvözőfémek, illetve metalloidok elektrolitikus, vagy Al-termikus úton válhatnak ki és kerülhetnek az Al-ba. Lényegében tehát a kérdéssel foglalkozó kutatóknak a kriolitból és fémoxidból álló sófázis és az Al-ból és esetleges ötvözetből álló fémfázis közötti egyensúlyokat kellett vizsgálni.

Itt a bontási feszültségeken, tehát a fém nemes vagy nem nemes karakterén kívül szerepet játszik az oxidok oldhatósága. A nem nemesfémek oxidjai általában jól oldhatók és ezek nehezen válnak le. Az Al-nál nemesebb fémek közül a jól oldható oxidokkal rendelkezők (Mn, W) mindkét módon redukálódnak, a nehezen oldódók Al-termikusan válnak ki. Ezt igazolja, hogy a timföldkoncentráció-növelés ezen fémeknél, az



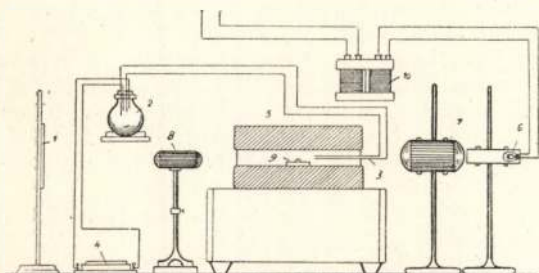




Ha a határszög nagy, tehát a nedvesítés rossz, magas felületi feszültséget jelez, míg alacsony felületi feszültség esetén a jól nedvesítő csepp laposan terül szét, tehát alacsonyabb határszöveget mérünk. A jó nedvesítés együttjár a szilárd test pórusaiban való erőteljesebb adszorbeíóval. A vizes oldatok kapilláris jelenségeinek vizsgálatából ismeretes, hogy kismennyiségű, ú. n. kapillár-aktív anyag nagymértékben befolyásolja a tiszta oldószer felületi feszültségét, és várható volt, hogy olvadákoknál is hasonló jelenségek lesznek megfigyelhetők.

A határszög meghatározását egyszerű nagytító vetítés segítségével végezték.

4. sz. ábra



A nedvesítési határszög optikai módszerrel való meghatározására szolgáló készülék  
1, Ernyő 2, Dewar 3, Termométer 4, Galvonométer 5, Elektromos kemma 6, Fényforrás  
7, Kondenzátor 8, Objektív 9, Szferoid 10, Transzformátor

Az olvadék egy fagyott cseppjét, definiált és mérhető hőfokú csökemencében helyezték el szénlapocskára, és ennek párhuzamos fényel nyert és ötszörösen felnagyított körvonalát ernyőre vetítve körülrajzolták. Mivel a csepp alakját a megfigyelés tartama alatt a fokozatos felszívódás miatt változtatja, egy-egy megfigyelésnél az 1, 3 és 5 perc után mért határszöveget rögzítették és a csepp élettartamát is megmérték.

Ezen vizsgálatok eredményeit röviden összefoglalva: a NaF—AlF<sub>3</sub> rendszeren belül ezen két komponens tartalmát változtatva, megállapítható volt, hogy a NaF és ebben dús olvadákok alacsony határszöggel rendelkeznek, tehát jól nedvesítők és adszorbeálódók, ellentétben az Al-kohászban „savanyúnak” ismert AlF<sub>3</sub>-dús olvadákokkal. A KF-tartalmú olvadákok adszorbeíója még rohamosabb volt.

A kriolit-timföld rendszert 0-tól 17,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalomig vizsgálták felületi feszültség szempontjából.

A határszögnek a timföldtartalom növekedésével való változását az 5. ábrából láthatjuk.

A NaF—AlF<sub>3</sub>, valamint Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszerek felületi feszültségére és nedvesítési viszonyaira vonatkozó ezen adatok jól egyeznek az ipari gyakorlat általunk is ismert megfigyeléseivel. Nevezetesen: az elektrolit tetején úszó szénsalak vagy szénhab, amely az anód kisméretű, az anódmassza minőségétől függő, lemorzsolódásából származik, jól úszik a savanyú és timföldszegény fürdők tetején, lévén ezen felületi feszültsége és határszöge a legmagasabb, ami egyértelmű azzal, hogy ezek nedvesítik legkevésbé a salak szénrészecskéit. Ezért lehet a kemencéket a legelőnyösebben, tehát a legkevésbé elektrolitvesztéssel akkor salakolni, amikor az elektrolitban kevés a timföld, tehát anódeffektusnál.

Miután láttuk, hogy a NaF és KF, valamint Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kapilláraktív jellegűek a kriolitolvadékra

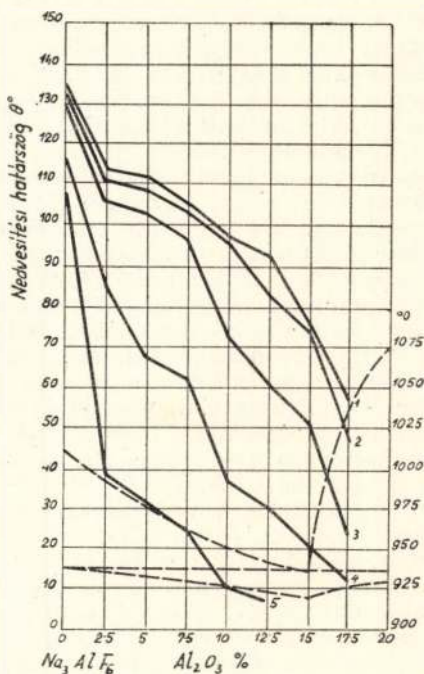
nézve, még néhány egyéb adalék hatását is röviden áttekinthetjük. Bjeljajev adatai szerint: inaktívak a LiF, CaF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, viszont SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> és P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kapilláraktívoknak mutatkoztak, tehát csökkentik a felületi feszültséget, mégpedig legnagyobb mértékben a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és legkevésbé SiO<sub>2</sub>.

A nedvesítési határszög a szilárd felület minőségétől is függ. A nedvesítés szerint mutató sorrend, fokozatosan romló nedvesedést mutatva: platina-samott-elektrodaszén-grafit.

A hőmérséklet hatása olyan irányú, hogy a hőmérséklet emelkedésével a felületi feszültség és a határszög csökken, tehát a nedvesítés javul.

Fenti összefüggések gyakorlati szempontból a salak jó kiválasztásának kérdésében szolgáltatott magyarázaton kívül, még a katódcszenben való elektrolit adszorpció szempontjából is jelentősek. Mint ismeretes, az elektrolizáló kádak általában 2—4 év élettartamú katódbélésekkel rendelkeznek. Ezen idő alatt a katódcszenek jelentős mértékű térfogati és anyagi változáson mennek keresztül, megduzzadnak, elektrolit-alkatrészekkel és Al karbiddal impregnálódnak. Várható, hogy a legrohamosabban az olvadék felületi hártájában dúsuló kapilláraktív anyagok szívódnak fel (NaF, KF, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Ugyancsak valószínű, hogy ezen anyagok jelenléte, ill. feleslege a katódcszenek pórusaiban való adszorpció folya-

5. sz. ábra



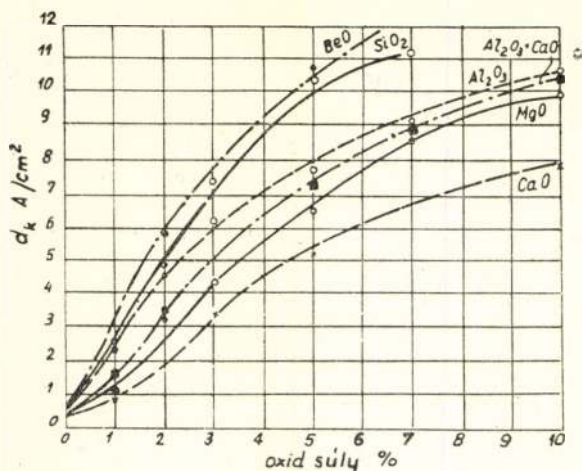
A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer nedvesítési diagrammja  
1, Olvadási hőfokon 2, 1000°C-on 3, 1perc után 4 3perc után 5, 5perc után

matának meggyorsításával lényegesen hozzájárul a katódbélések élettartamának megrövidítéséhez.

Az üzemi és a szovjet kutatók által rendelkezésre bocsátott kísérleti megfigyelések egyaránt fentieket igazolják. A katódcszenek sűrűsége, a kezdeti 1,6-ről 25-re emelkedik, az impregnáció következtében. Az adszorbeált anyag



5. sz. ábra



A kritikus áramsűrűség változása kryolith-olvadékban oldott különböző fémoxidok koncentrációjának függvényében. (Kísérleti adatok.)

70—75%-a NaF, 20—25%-a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5—7%-a AlF<sub>3</sub>. A széntégelyben végzett ellenőrző kísérletek is az adszorpció kiválasztó, szelektív jellegét igazolták. Pl. tiszta kriolittal végzett kísérletnél a NaF : AlF<sub>3</sub> molekulaviszony a szénben felszívott anyagra nézve 3,94, a tégelyben maradtnál 2,78, 5% timföld jelenlétében még élesebben jelentkezik a szelektív jelleg: A fenti mól-viszony ebben az esetben 5,42 és 2,66! Káliumvegyületek jelenlétében a tégelykísérletek azt mutatták, hogy az adszorbeáló szénre a felszívott anyagnak erős roncsoló, repesztő hatása is mutatkozik, ami arra int, hogy a káliumot távolartsuk az Al elektrolyziss összes nyersanyagaitól.

A P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is erős szelektív adszorpciót mutat. Ez a kérdés az urali bauxitok magas P-tartalma miatt foglalkoztatja Maszovjeecet, Artobolevszkáját, Popkovot és Ravinszkijt. Megfigyelték, hogy az olvadékban 0,3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalom felett elemi P keletkezik, ugyancsak megállapították a salakban való foszfordúsulást és azt, hogy a katódban is jelentős P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> felszívódás mutatkozik. Az elemi foszfornek foszfordús timföld esetén való jelentkezését már Magyarországon is megfigyeltük, a salakban való foszfordúsulást is ismertük, azonban a katódban való foszforadszorpció kérdésével még nem foglalkoztunk.

Fentiek gyakorlati következményeit összefoglalva megállapítható, hogy a katódok élettartamát növelni kapillár inaktív hatású anyagok, mint AlF<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub> jelenlétével, illetőleg a kemence alacsony hőmérsékleten való tartásával lehet, ami a katódon való adszorpciót csökkenti. Ezzel szemben várható, hogy a lúgos fürdők, a katódok magasabb üzemi hőmérséklete ezek élettartamát megrövidíti. A gyakorlati megfigyelések hazai viszonylatban is teljesen igazolták ezeket az elképzeléseket, tehát ezen a ponton is jó magyarázatot szolgáltatott az elmélet az ipari gyakorlat számára.

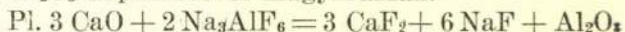
Régi problémája az olvadékelektrolízisnek az anódeffektus jelensége. Mint ismeretes, haloid-olvadékok elektrolyzisének lép fel ez a jelenség, amely a kapocsfeszültségnek hirtelen hat-nyolcszorosára való emelkedésében és ezzel egyidejűleg az anódelektrolit határvonalon ivkísülések jelentkezésében nyilvánul meg. A feszültséges emelkedését az anódhoz tapadó gáz-

hártya nagy ellenállása által okozott feszültségesés-többletnek tulajdonítják.

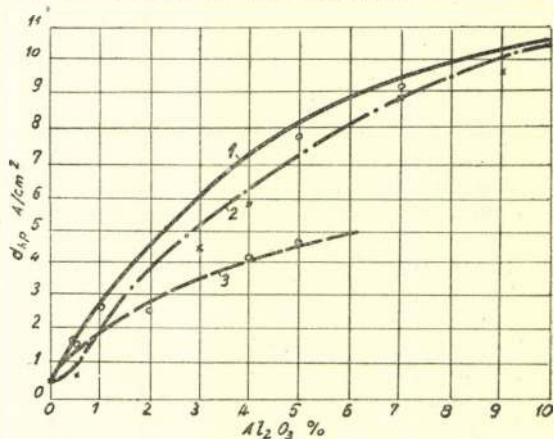
Minden olvadékrendszerre meghatározható egy bizonyos, ún. n. kritikus áramsűrűség, amelyen felül az anódeffektus fellép. A különböző tényezők hatását a kritikus áramsűrűség nagyságára vonatkozóan vizsgálva megállapítható, hogy legjelentősebben a haloid-olvadékban jelenlévő oxidok koncentrációja és a hőmérséklet, valamint az anód anyagának minősége befolyásolják a kritikus áramsűrűség nagyságát. Ezen tényezők hatása tekintetében megállapítható, hogy a hőmérséklet emelése a kritikus áramsűrűség emelkedésével jár, ugyanilyen értelemben hat az oxidkoncentráció növelése. Ez egyértelműleg állapítható meg különböző szerzők laboratóriumi kísérleteiből és az üzemek gyakorlati tapasztalataiból.

Bjeljajev összefoglalóan ismerteti a kritikus áramsűrűség kialakítására befolyással levő tényezők hatását. Kriolitban különböző oxidokat oldva kiderült, hogy az oxidtartalmú kriolit-olvadékok kritikus áramsűrűsége az olvadék oxigéntartalmával arányosan változik.

Ezt cserebomlás útján keletkező equivalens Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> képződésével magyarázzák.



Ipari szempontból legfontosabb a timföldtartalomtól való függése a kritikus áramsűrűségnek. Ezt a 7. sz. ábrán láthatjuk.



Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom hatása a kritikus áramsűrűségre kryolith-timföld olvadékoknál (Átlagértékek)

1. Bjeljajev, 2. Karpacsev, Dolgov, Kancsinszki
3. Siskin.

7. ábra.

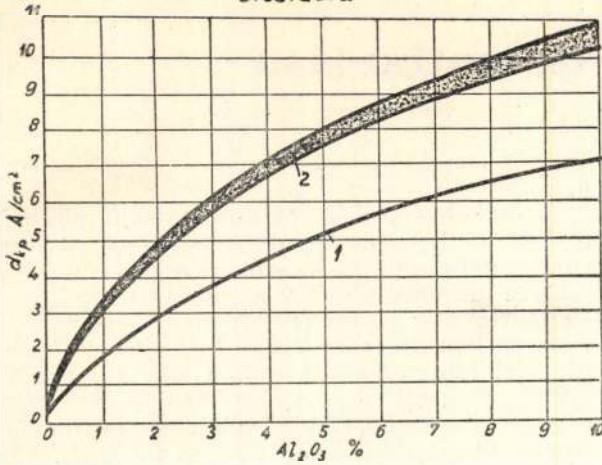
Megvizsgálták a különböző szénanyagok anódként való használata esetén ezek hatását a kritikus áramsűrűsége, változó oxidkoncentráció mellett.

Általában az adatok jól egybevágnak akár ívszénről, petrolkokszról, szurok-kokszról, öntődei kokszról, mesterséges vagy természetes grafitról, vagy sajtolt koromról volt szó. Mint a 8. sz. ábra is mutatja, faszénanódok esetén anomálan alacsony kritikus áramsűrűség volt megállapítható, tehát ezeknél várható az anódeffektus korábbi bekövetkezése.

Magnetit- és ferritanódoknál is sikerült anódeffektust előidézni, bár csak jelentősen ma-



8. sz. ábra



Az anód szénanyagának hatása a kritikus áramsűrűségre  
1, Foszen. 2, Egyéb szénfélések.

gas áramsűrűségénél. Míg szénanódok esetén a kritikus áramsűrűség, tiszta kriolit-olvadékra 0,5 A/cm<sup>2</sup>, 2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál 4 A/cm<sup>2</sup>, 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál 7,5 A/cm<sup>2</sup> nagyságrendű, addig oxid- és ferritanódák esetén 38–48 A/cm<sup>2</sup> nagyságrendű kritikus áramsűrűségeket mértek.

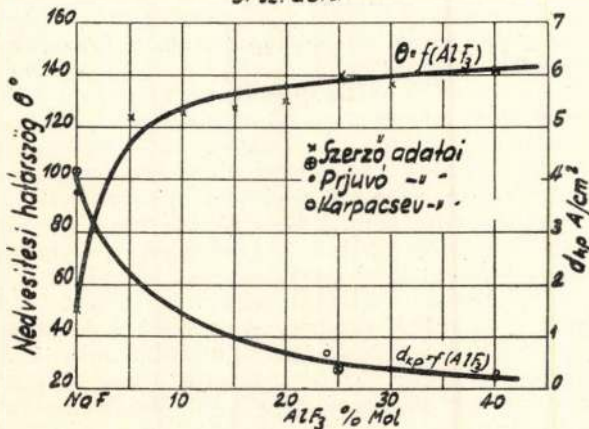
Mindezen jelenségeket egységesen magyarázó elmélet az Arndt—Propst-féle, amely szerint az anódeffektust és ezzel egyidejűleg az anódot borító és az elektrolitolvadéktól elzáró gázhártlya fellépésének oka, az anódnak az elektrolit általi rossz nedvesítése, amit a felületi feszültség emelkedése idéz elő.

Karpacsev, Prjuvo, Dolgov, Kancsinszkij szerint ténylegesen megállapítható, hogy a kritikus áramsűrűség és az illető olvadékra vonatkozó, a nedvesítési viszonyokat jellemző határszög között egyértelmű összefüggés van.

Nagy határszög — rossz nedvesítés — alacsony kritikus áramsűrűség, kis határszög — jó nedvesítés — magas kritikus áramsűrűség. Ezt szemlélteti a 9. és 10. ábra.

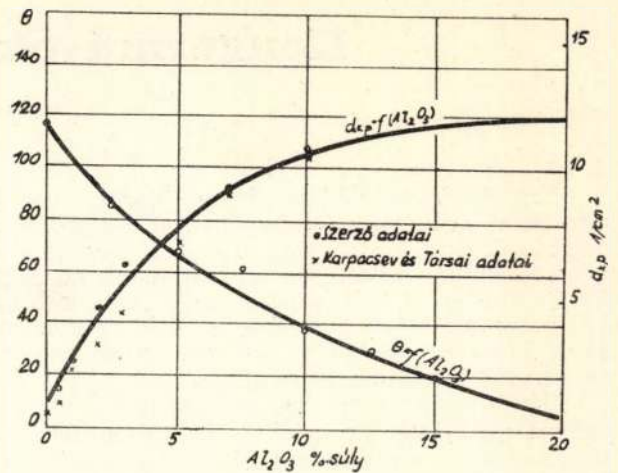
A gyakorlat ezen képet teljesen igazolja. Az anódeffektus az ipari kemencéknél is az alumíniumfluorid-dús és timföld-szegény fürdőknél lép fel legkönnyebben, ugyancsak elősegíti ipari

9. sz. ábra



$\theta$  nedvesítési határszög és  $d_{kp}$  kritikus áramsűrűség függése a NaF—AlF<sub>3</sub> olvadékok AlF<sub>3</sub> tartalomtól

10. sz. ábra



A  $\theta$  nedvesítési határszög és  $d_{kp}$  kritikus áramsűrűség változása kryolith-timföld olvadékok Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmának függvényeként

tapasztalat szerint is az anódeffektus bekövetkezését, az olvadékfürdő alacsony hőmérséklete, tehát mindazon körülmények, amelyek a felületi feszültségre és a nedvesítési határszög nagyságára növelő hatással vannak.

Végezetül néhány szót a technológiai kivitelről. Sajnos, ezen a téren a szovjet ipar eredményeit egyelőre csak Bjelajev 1944-es: „A könnyűfémek kohászata” c. könyvéből ismerhetjük meg hézagosan. A kemencék szerkezetét illetően megállapítható, hogy már a második világháború előtt 50–60 000 A-es konstrukciókat ismertek, úgy blokkánódával, mint vízszintes tüskékkel ellátott folytonos elektródákkal. Egy nagy kemencében három ilyen folytonos elektródát használva, azokat a rövid oldalakról is tüskékkel látták el. A katódszerkezetekre vonatkozóan az irodalmi adatok alapján, erősen elterjedtnek látszik a katódsíneknek grafitos döngölömassza helyett, öntöttvassal való kötése a katódszenekhez. Az ábrákból az tűnik ki, hogy nem használtak a mi üzeminkhez hasonlóan alulról is zárt katódszekrényt, hanem a kemence alsó hőszigetelését közvetlenül a talajra, illetve aljazatbetonra építették. A csapolás tekintetében sok helyen, nagy egységeknél is, a csapolónylással való üritést alkalmazták.

Az alumíniumraffinálással kapcsolatban Gadeau kemencetípusa nyomán indultak el, azonban ezt a kemencetípust a szovjet kísérleti üzemekben lényeges módosításokkal fejlesztették tovább. Az egyik ilyen módosítás, egy külön anolitadagoló-akna alkalmazása, továbbá a katódfehértegek bekötésénél a grafitelektródák kiküszöbölése, a kemencefalon körülfutó szilárd alumíniumkontaktusokkal, illetve a fémbe függesztett vertikális alumíniumkontaktus-nyalábokkal.

Úgy hiszem, olvasóim ezen igen szűk keretben összefoglalt felsorolásból is láthatják, hogy a magyar alumíniumkohóipar és ezzel kapcsolatos kutatás szempontjából milyen felbecsülhetetlen gazdagodást jelent a szovjet tudomány és technika eredményeinek minél alaposabb megismerése. Reméljük azt, hogy a közeljövőben nemcsak könyvekből férhetünk hozzá, hanem tanulmányutak, személyes tapasztalatcserék és üzemlátogatások is lehetővé fogják tenni, hogy ezeket a szellemi kincseket iparunk az ötéves tervünk céljaira még jobban megismerhessük.



## Hengerművek automatizálása

EMÖD GYULA

621.771:331.875

Fémfelkészítőtűüzemekben korai volna csupán az automatizálás kérdésével foglalkozni, mert ezen a területen még a gépesítéssel is nagyon mostohán állunk és így ezt a két kérdést feltétlenül össze kell kapcsolnunk. A hőtechnikai automatizálási ankéton is elhangzott az óhaj, hogy ezt a két kérdést ne válasszuk el egymástól és oldjuk meg együtt.

Gépesítésre azért van szükségünk, hogy az embert megkíméljük a nehéz fizikai munkától. Hengerműi viszonylatban gépesítésnek csak a hengerek motorikus állítása számít. Automata ebből csak akkor lesz, ha a henger minden egyes szúrás után emberi beavatkozás nélkül áll át a következő nyitásra.

Láttuk, hogy a gépesítéssel az ember fizikai erejét kíméljük, az automatával viszont az emberi érzőszerveket kell pótolnunk. Minden üzemi ember nagyon jól tudja, hogy erre szükség van, mert az emberek kényelmesekek, és azokívül olyan szubjektív hibákkal rendelkezhetnek, amelyek a gyártást erősen akadályozhatnák, amiért is megfelelő műszerekkel kell biztosítanunk a hibák megelőzését. Öntödékben pl. nem szívesen használják a pirométert, és nem is kezelik megfelelő módon, ebből is nagyon sok hiba adódhatik. Viszont automatikus hőszabályozóval és fűrdőhőmérsékletellenőrzővel felszerelt kemencéknél a hiba valószínűsége viszont egészen kicsire zsugorodik.

Sok olyan példát hozhatnánk fel, amelyek az automatikát szükségessé teszik. A fémhengerművekben nagyon változó és kistévelű munkák vannak. A fémhengerészek éppen eleget küzdenek az ellen, hogy ne óránként változzanak a méretek és a minőségek. Ez ugyanis azt jelenti, hogy nagyon sűrűn kell megváltoztatni a hengerlés menetét is. Az ebből adódó többletmunka nemcsak az önköltségsökkentésre nem ad módot, de az automata használatát is megnehezíti. Az automatikához feltétlenül nagy-tömegű és egynemű munkára van szükség.

A kistévelű rendeléseknél gépesítésről beszélhetünk ugyan, de az emberi érzőszervet nem kapcsolhatjuk ki. Nehezen képzelhető el egy olyan hengerállító automata, amelynek segítségével óránként lehetne változtatni a szúrások számát és a nyomást.

Ha azonban nagy-tömegű és egynemű rendelés áll rendelkezésünkre, akkor az emberi érzőszerv már kikapcsolható.

Hasonló a helyzet pl. a meleghenger kiszolgálásánál is, ahol görgőjáratokkal és emelőasztalokkal az előmelegített tuskót gombnyomásra valamilyen szerkezet segítségével a kemencéből kivesszük, ahonnan motorikus görgősorra kerül és innen az emelőasztalra, illetve a hengerek közé. Ha az anyag a hengerek közül hátul kilépett, és a henger automatikusan összehúzódik, a görgők pedig visszafelé indulnak, ill. az átmeleasztal felemelkedik, akkor ez már automatikának számít. Minden egyes rész gépesítése esetén az egyes részek beindítását a henger állásától tesszük függővé, akkor ez az egész sor automatikának számít.

Meleghengerlésnél az automata nagyon sok kellemetlenséget akadályozna meg, mert a gyors és nehéz munka az emberi érzőszervet egy bizonyos idő után kifárasztja, és ilyenkor könnyen történnek elnézésből eredő törések.

A meleghengerlés volna talán az első komoly területe az automatizálási lehetőségeknek, mert a meleg előnyújtás általában nagy-tömegű és egynemű munka. Sokat segítene az is, ha fél-automatikával próbálnánk meg a kérdést. Már a félautomata magában is gépbiztonságot és nagy munkaerőmegtakarítást jelent. Egy alumínium-meleghengernél pl. 5 fő dolgozik, melyből már félautomata esetén is elegendő volna kettő. Ez a megállapítás szakemberek előtt nem kíván különösebb magyarázatot. Ezenkívül a termelés is legalább 30—40%-kal emelkedne azzal, hogy nagyobb a gépbiztonság és így kevesebb a javítási kiesés.

A hengerlés területén további automatizálási lehetőség a hideg darablemezek hengerlésénél adódik. Itt az az előny is fennáll, hogy gombnyomásra működő motorikus állítás a legtöbb helyen már megoldást nyert. Ez a megoldás fizikai munkát nem kíván ugyan, de időtárló és külön figyelmet igényel. Nagy jelentősége volna tehát egy olyan automatikus állításnak, amely minden szúrás után összébbr zár, az utolsó szúrás után pedig automatikusan beáll a kezdő vastagságra.

Itt sem szabad elfelejtenünk a nálunk előforduló kis tételekből álló munkákat, amiért is olyan szerkezetet kellene építeni, amelyet egyszerű fogással lehetne átállítani más hengerlési menetre is. Itt a teljesítményemelkedés legalább 50—60%-ot jelent. Ez a szám könnyen ellenőrizhető, ha figyelembe vesszük az állítással eltöltött időt.

Az eddigiekben említett példák régi hengerművek gépesítését és automatizálását szolgálják. A mindjobban fellépő mennyiségi és minőségi követelmények megkövetelik a korszerűsítést. Ebben az irányban első lépés az volna, hogy mi is rátérjünk a végtelen szalag hengerlésére. Különösen kívánatos volna olyan folytonos sorok beállítása, ahol automatikus hengerlési sebesség és ugyancsak automatikus vastagságmérő volna beépítve. Az automatikus hengerlési sebesség változtatása a szalagok nyúlásától függne. Az automatikus vastagságmérőt a szalag vastagsági méretének változása szabályozná és ettől függően egy szerkezet a hengereket automatikusan zárna, vagy a szükséges mértent nyitná. Ez utóbbinak nemcsak az az előnye, hogy a vastagság egyenletes, de a termelést is növelné legalább 40—50%-kal, mert a jelenlegi módszerek mellett a hengerek csak kisebb sebességgel dolgozhatnak, vagy közben többször le kell őket állítani, hogy a vastagságot kézi műszerekkel ellenőrizhessük. Automatikus állítás esetén az anyagtól függő maximális sebességet állíthatjuk be. A végtelen szalag hengerlés a folytonos sorokon megkívánja, hogy minél nagyobb súlyú tekeresekből dolgozzunk és ezenkívül e teker-



csék végét a következő tekeres elejével összeköszük (pl. hegesztéssel), hogy ezzel is megtakarítsuk a hengerek közé való behúzás idejét. A hegesztési műveletet is kívánatos volna automatizálni, mert így nagy időmegtakarítást érhetnénk el. Dróthúzó folytonos soroknál ilyen megoldás már ismeretes.

Ugyancsak szalaghengerlésnél fontos a felcsévélődob fordulatszámának automatikus szabályozása a szalag feltekerésénél. Ezen a téren különösen sok hiba adódik a vékony szalagok nyújtásakor.

Fentiekben említett meleghegerlés és hideg hengerek automatikus kiszolgálása, illetve állítása, szalaghengerek automatikus vastagságmérő berendezése, szalagvégek hegesztése, felesévélődob automatikus fordulatszabályozása, az emberi erő kímélésére és az emberi érzőszervek kiküszöbölésére szolgálnak. E néhány kiemelt példa mellett még nagyon sok olyan lehetőség van, amelyek megoldásra várnak, és amelyek a gép biztonsága mellett 30–50%-os termelésnövekedést jelentenek.

Végezetül ismételt hangsúlyozom, hogy elsősorban a gépesítésre van szükség és a gépi berendezések automatizálásáról csak azután lehet majd szó. Foglalkozzunk tehát a gépesítés problémájával és ezen túlmenően az automatizálás kérdése már szinte magától megoldódik. A gépesítés a kiindulási pont, amelynek az embertől való függetlenítése az automatika.

A kérdéssel nem utolsó sorban azért is kell foglalkoznunk, mivel gazdasági előnye óriási méretű az automatika útján elérhető teljesítménynövekedés következtében.

## Szemle

### Csiszolóanyaggyártás Németországban.

A BIOS Final Report Nr. 1460 Item No. 21. beszámol a német csiszolóanyag- és csiszolókorongiparról.

Németországban a következő öt nagyobb gyár termel korundot és karborundomot: Feldmühle, Luisdorf; M. S. O. Rheinfelden; Lonza Werke, Waldshut; Hermann C. Stark A. G. Ferrowerk Rhina, Laufenberg és Elektroschmelzwerk, Kempten.

Elektrokorund gyártásra ezekben a gyárakban összesen 23 blokk- és 1 db. lecsapoló kemence áll rendelkezésre. Utóbbi eredetileg kalciumkarbidgyártásra volt beállítva.

A tömbkemencék nagyobb része automatikus szabályozású, egy kemence szabályozása elektromotorral történik ugyan, de kézi kapcsolással. Kapacitásuk egyenként 1000–2500 kWA között van, két kis kemence 500–550 kWA-rel dolgozik.

A gyárak véleménye szerint a *három elektródás kemencék működése gazdaságosabb a két elektródásokénál*. Utóbbiakból kevesebb is van üzemben. Az elektródák többnyire körkeresztmetszetűek: 200, 350, 400, 450, 550, 600 és 1000 mm átmérővel, míg a négyszögkeresztmetszetű elektródák mérete 300×350 mm. Anyaguk fehér korundhoz grafit, színes korundhoz szén, szükség esetén azonban fehér korundhoz is használtak színelektrodákat. Az elektródafoglalatokat nem minden üzem hűti. A gyárak egy része az elektródába csavart vasmenettel, másik része pedig, összeszorítható pofákkal vagy bilincsel rögzítik az elektródákat.

A tömbkemencék köpenye vízhűtésű csonkakup, kissé ovális keresztmetszettel. A köpenyméretük az összes üzemeknél nagyjából egyformák.

A kemencefenék kiképzése üzemenként változó, de az elterjedtebb megoldás a tömbelektrodákból kirakott kemencealj míg a réseket kátrány és elektródátörmelék keverékével töltik ki. Ritkább esetben az elektródákkal kirakott kemencepadlóra szurok- és kokszeveréket döngölnek. A kemencék egy része kocsira szerelt, másrésztük pedig a padlószintre elhelyezett fenékelektrodákon áll.

A Feldmühle Luisdorf üzemében olvasztás alatt a kemence lassú forgást végez, mert így állítólag szebb lesz a tömb alakja.

Négyfajta korundot gyártanak: Fehér korund min. 99,5%  $Al_2O_3$  tartalommal. Rózsaszín korund min. 99,5%  $Al_2O_3$  tartalommal ( $Cr_2O_3$  hozzáadással).

Színes korund min. 95,0%  $Al_2O_3$  tartalommal. Fekete korund min. 70,0%  $Al_2O_3$  tartalommal.

Az első kettő nyersanyaga timföld, míg a másik kettőhöz magyar vagy francia bauxitot használnak. A bauxitot két üzemi kalcinálja, kettő pedig légszáraz állapotban használja fel. A rózsaszínű korund csak annyiban különbözik a fehértől, hogy az esetleges szennyezések elfedésére kevés  $Cr_2O_3$ -t adagolnak a kemencébe.

A színes korund gyártásához az üzemek gázkoksztot vagy antracitot alkalmaznak; egyes szakemberek fontosnak tartják az alacsony hamutartalmú, de a Ferrowerk Rhina 20% feletti hamutartalmú koksszal is kielégítő eredményt ért el.

Fekete korund gyártásánál a bauxitot csak megolvasztják redukálószer alkalmazása nélkül.

Üzemfeszültség fehér és rózsaszín korund gyártásánál 110–120 V.

Üzemfeszültség fekete korund gyártásánál 90–165 V.

Üzemfeszültség színes korund gyártásánál 55–137 V.

A tömbök olvasztási ideje változó a gyártott korundfajta, a tömb nagysága és a kemence kapacitása szerint. Ugyanazon kemencében legtovább a színes korund égetése legrövidebb ideig a fehér korund előállítása tart. 1 kg színes korund gyártásához 4–6 kWó szükséges.

Olvasztás után a tömböket 3–6 órán keresztül hűtik a köpenyben, majd leveszik a köpenyt és teljes kihűlésig hagyják a tömböt szellős helyen.

A 2500 kWA kapacitású lecsapoló kemence, melyben három darab 1000 mm átmérőjű elektróda egy sorban van elhelyezve, eredetileg kalciumkarbid gyártásra szolgált. A kemence két ellentétes oldalán két csapolónyílás van, egyik a fenék szintjén a ferroszilikium másik kb. 60 cm-rel magasabban a műkorund lecsapolására.

A lecsapolás 12 óránként történik. Először a ferroszilikiumot, majd a korundot csapolják le szívó elektródák segítségével, egy-egy csapolás kb. 8 t korundot eredményez.

A műkorundtömböt ejtőgolyóval darabolják egy üzemben, azonban magát a tömböt ejtik le két tonnás súlyra. Az anyag további törését pofás-törőn és hengerpárokon végzik.

A törőkből kikerülő szemcsét vibrátoron, sík- és dobszítákon fajtázzák. A sziták szöveite durvább szemcsenyagoknál fém, a finomaknál selyem. A szitával elérhető szemeseffinomság 320-as. Ennél kisebb ú. n. mikroszemcsét a kempteni Elektroschmelzwerk állít elő ülepítéssel.

Karborundomot ( $SiC$ ) két üzem gyárt: a Lonza Werke és Elektroschmelzwerk. Ennek előállítása 2500–3000 kWA kapacitású ellenállás-kemencékben történik, a gyártáshoz lehetőleg koksztot használnak alacsony hamutartalommal, vagy antracitot, a beadagolásra kerülő homok lehetőleg 98–99,8%  $SiO_2$  tartalmú legyen, míg a fűrészpör minősége nem számít. Az adaghoz kb. 3% konyhasót is kevernek. Egy-egy kemence üzemideje 40 óra, kb. 6–10 t szilikiumkarbid előállítására. A termék kétharmada csiszolóanyag, egyharmada pedig tűzállóanyagként használható.



A kemencék indulásánál 180–200 V a feszültség és kb. négy óra mulva érik el a legnagyobb áramerősséget. Egy kg karborundum előállításához 8–10 kWó-t használnak fel. Törés után a szemesét lúggal, majd savval kezelik, végül mosás, szárítják és ezután szítálgák.

Az Elektroschmelzwerk Kempten bórkarbidot is gyárt kis kételektrodás ívfénykemencében 2800 fok C-on, 60–140 V feszültségen. A megőrölt bórkarbidot 15%-os kénsavval kezelik, mossák, szárítják és szítálgák.

A német csiszolókorong-gyárak a színes korund 94–95%-os alumíniumoxid tartalmát megfelelőnek tartották. A szemes alakját csak egy üzem kötötte ki. A színes korund finomabb méreteinek kalcinálását két cég ajánlotta. *Ds.*

## Levelosláda

### 17. Kérdés.

Kisebb üzemben nagyobb mennyiségű alumíniumlemezből készárat kell gyártanunk. A gyártás folyamán az alumíniumtárgyakat ki kell lágyítanunk. Kérdezzük, hogy megfelelő villamos-

Rosszul. túlalaesony hőfokon lágyított anyagok alacsony szilárdságúak, kis nyúlással, durva kristályszerkezettel. Ezek a tulajdonságok a további megmunkálásra az anyagot alkalmatlanná teszik.

Alaacsony hőfokon történő lágyítással egyenértékű veszélyt rejt magában a túlmagas hőfokon történő hőkezelés is. Az alumínium, de különösen az alumíniumötvözetek 450–500° C felett pépededni kezdenek (üzemi nyelven „elégni“). Az ilyen túlhevített anyag továbbmegmunkálás szempontjából ugyancsak hasznavehetetlen.

A fent elmondottakból láthatjuk, hogy a könnyűfémek lágyítása is szűk hőfokhatárok között történhetik. Az esetben, ha jó hőszabályozással ellátott villamos kemencék nem állnak rendelkezésünkre, a lágyítandó anyag hőfokát állandóan ismernünk kell. Egyszerű üzemi hőfokmérésre a legjobban megfeleltek az alant felsorolt egyszerű segédeszközökkel végzett hőfokmérések.

A fenti táblázatból látható, hogy szükség esetén az alumíniumtárgyak hőfokmérését egyszerű eszközökkel is el lehet végezni. Megjegyezzük azonban, hogy ezek a hőfokmérési adatok csak tájékoztatóul szolgálhatnak, megbízható minőségi gyártás esetén kizárólag jó hőfokszabályozással ellátott elektromos kemencék felelnek meg.

### Egyszerű eszközökkel történő hőfokmérés.

Hőfok	Puha- vagy fenyőfapálcával való hőfokmérés, mérési határ 250–550° C	Cukorral történő hőfokmérés mérési határ 200–400° C	Szinszappannal történő hőfokmérés mérési határ 250–500°
200° C		5 mp mulva sárgul 20 mp mulva aranysárga	
250° C	lassú dörzsölnél világos barna vonás	azonnal aranysárga szín	10-20 mp mulva erősen megsárgul
300° C	dörzsölnél barna vonás	erősen karamelizás	5-10 mp mulva erősen megsárgul
350° C	fapálcával való dörzsölnél 1 mp mulva barna vonás	karamelizál és kezd elszenesedni	30 mp után sötétbarna
400° C	egyszeri fapálcával való végighúzásnál világosbarna vonás	elszenesedik	10 mp mulva elfeketedik
500° C	fapálcával történő gyenge vonalazásnál fekete vonal, ami 5-10 mp mulva elmúlik		1 mp mulva elszenesedik
550° C felett	fapálcával húzott vonal azonnal elmúlik; a fapálca meggyullad		azonnal elszenesedik

kályhák hiányában a lágyításokat miként végezhethetjük el a legeredményesebben a nélkül, hogy az anyagot tönkretennénk?

### Felelet.

Az alumínium és alumíniumötvözetek lágyítása kellő berendezés hiányában igen nehéz kérdés. Tekintettel arra, hogy a könnyűfémeknél a ki-lágyítási hőfok 300–400° C között van, a hőfokot szabadszemmel nem lehet ellenőrizni, továbbá a könnyűfémek a lágyítással szemben igen érzékenyek, a kemény anyagok szilárdása már 200° C-on kezd visszaesni. Túlalaesony hőfokon (200–300° C-on) történő lágyításnál a szilárdsági értékek visszaesnek, az anyag nyúlása viszont nem nő. Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy ezen a hőfokon durva rekriztallizáció áll be.

### 19. Kérdés.

Külföldi folyóiratokban láttunk alumíniumragasztásra vonatkozó ismertetéseket. Kérdezzük, hogy hazai iparunk fog-e megbízható alumíniumragasztókat előállítani.

### Felelet.

Hazai kutatóintézeteink jelenleg az alumíniumragasztók hazai előállításának a kérdésével foglalkoznak. Műanyagalapú, tökéletesen kötő, gyorsan száradó fémragasztókra vonatkozó kísérletek vannak folyamatban. A kísérletek alapján előreláthatólag néhány hónap múlva hazai könnyűfémiparunknak megfelelő ragasztóanyagok rendelkezésre fognak állani.

**D.**

## ALUMINIUM

Felölős szerkesztő: Heinrich József. — Felölős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat Vezérigazgatója. Szerkesztőség: V. Szalay-u. 4. Telefon: 129–696. — Kultúra Nyomda VIII., Conti-u. 4. Felölős nyomdavezető: Heitter Imre



## ALUMINIUM

A MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium Szakosztálya  
és a Magyar Alumínium és Könnyűfémkutató Intézet folyóirata

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

16. sz.

**Bauxitfeltárás kisméretű autoklávokban**

A Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet szabványkészülékének ismertetése

DR. LÁNYI BÉLA

669.712

**Изыскание бauxита в малых автоклавах.**

Испытательным Институтом Алюминия и Испытательным Институтом Промышленности Легких Металлов были сообщены нормативные приборы, а именно сушилка с электрическим подогревом, имеющая температуру регулирующий прибор (рис. 1.), два автоклава типа на 20—25 и 100 атм. (рис. 2.), один термостатный-сосуд (рис. 3.), и прибор для усадки красного шлама (рис. 4.).

Подходящее применение работы в микробомбе объёмом 10 см<sup>3</sup>, с 200—300 атм., и в Институте обработаного применения турбидиметрического анализа шёлка, (Гор. Лит. журнал Алюминий, № 11, стр. 241, автор Ласло Антал: „Новый способ анализа щёлочных-алюминатов“) на определение изыскаемых процентов, полученных процессом Баера, применением которого можем в значительно кратшем времени выполнить выше указанное, чем анализом образовавшегося красного шлама. Это описуется в глава V.

**Digestion Process of Bauxite in Small Autoclaves**

The following standard apparatus of the Hungarian Aluminium Light Metal Research Institut have been published:

Electrical heated dryer and calciner, with temperature control (Fig. 1.), two types of digestors for 20—25 and 100 atm. (Fig. 2.), a thermostat of digesting process (Fig. 3.), and a red mud setting apparatus. (Fig. 4.)

The use of microbomb of 10 cm<sup>3</sup> capacity for 200—300 atm. will be described and in Chapter V the applying of turbidimetric analysis of aluminate solutions will be presented according to the method of the Institut; (Bány. Koh. Lapok, Aluminium No. 11. p. 241. 1949. „New Method of Analysis of Aluminate Solution“ by A. László.) for the determination of opening percent in Bayer process, which requires a considerably shorter time than those analysing the red mud produced.

A bauxitok feltárhatóságának vizsgálatához Magyarországon az ajkai mű 1948 óta használt sorozatos munkáihoz kis irtartalmú autoklávokat.<sup>1</sup>

Mikrofeltárásokhoz a budapesti Műegyetem Elektrokémiai Intézetében 1934—35. évben alkalmaztunk 350—400°-os hőmérsékletnél 200 atm.-nál nagyobb nyomást is kibíró, kb. 10 cm<sup>3</sup> belső térfogatú bombát.

1. Máriássy Mihály közlése.

A 10 cm<sup>3</sup> térfogattal való dolgozás igen kényelmes. Nagy előnye, hogy kevés előkészített anyag szükséges hozzá. A kisméreteket is pontos eredményeket adnak, mert éppen úgy, mint ahogyan a kvantitatív elemzés számára kb. 1 g-nyi bemért bauxitból határozzuk meg a sok tonnának megfelelő vegyi összetételt, néhány g-nyi anyag felhasználásából is pontosan kapjuk akár tudományos kutatás, akár az üzemenet számára szükséges feltárási százalékot — ha mintáinkat az elemzéshez előírt és megszokott gondossággal készítettük.

Előnye a mikrobombával való dolgozásnak továbbá, hogy a benne lévő keverék gyorsan átmelegszik, a feltárás után gyorsan le is hűthetjük, a belőle nyert vörösiszap pedig bőven elegendő az elemzéshez. Mióta az Alumínium Kutató Intézet gyors lúgelemző módszere nyilvánosságra került a mikrobombával való dolgozási módra nézve a helyzet még kedvezőbbé vált, mert 5—10 cm<sup>3</sup>-nyi, a mikrobombából kiemelt zagyból tízegynéhány percen belül meg tudjuk határozni a feltárási százalékot.<sup>2</sup>

A mikromódszer előnyére kell még írunk a készülék olcsóságát, mert közönséges tengelyanyagból bármely esztergapadon előállítható. Különös előnyül kell említsük az általunk használt rézgyűrűs tömitést (második ábrán látható négy rajz szerint nagyobb bombákra alkalmazva), mely 300—400°-on is kifogástalanul tömit. E tömitési rendszer igen tartós, a bombát pedig gyorsan zárhatjuk vagy nyithatjuk. Az előkészítendő anyag 10—15 g-ot tévén ki a pörkölési vizsgálatokhoz kicsiny és olcsó kemence, kevés villamosenergiafogyasztással használható, de jó hőfokszabályozó készülék szükséges hozzá.

A mikro dolgozási mód azonban nem termel elég vörösiszapot ahhoz, hogy annak fizikai tulajdonságait (ülepedési sebesség stb., stb.) körültekintően vizsgálhassuk.

A mikrobombával szemben a második ábrán látható 250—300 cm<sup>3</sup>-es autoklávokban egyszerre annyi anyagot tárhatunk fel, hogy a keletkező vörösiszapot bővebben is megvizsgálhatjuk. A jó tömitésre ezek az autoklávok is kényesek.

2. László Antal: Új módszer alumínátlúgok elemzésére Bányászati és Kohászati Lapok, Alumínium 11. száma 1949. 241. lap.

László Antal: Előbbi idézetben közölt cikknek kiegészítése az Alumínium jelen számában.



Egyébként szokás használni 1,5–2–5 literes autoklávokat is. Ezekről a méretekről az a véleményünk, hogy sorozatos munkákhoz célszerűtlenek, mert kezelésük nehézkes. Néhány esettől eltekintve, nincs is szükségünk akkora vörösizsappennyiségre, amit ezek termelnek.<sup>3</sup> A velük előállított lúg kikeverési kísérletekhez mindenképpen kevés, a bauxit pontos előkészítése pedig közönséges laboratóriumi méretű pörkölőberendezésben (pl. az általánosan használt krómnikkelhuzallal fűtött tokos kemencékben) igen nehézkes, mert kb. 1 kg-nyi bauxitnak egyöntetű pörkölése ezekben kényes feladat. Azonkívül az ilyen méretű autoklávok semmiképpen sem pótolnak egy, a kísérleti technológia számára amúgy is szükséges kb. 80–100 literes feltárodényt, amely a kikeverési kísérletekhez is elegendő mennyiségű lúgot tud termelni.

A most leírt szempontok kerültek mérlegelésre több mint egy évvel ezelőtt, amikor a Dunavölgyi Timföldipar Rt., a Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Ipar Rt. igazgatósága elhatározta, hogy az iszkaszentgyörgyi bauxitnak pörkölési és feltárási viszonyait — jöllehet az irodalomban erre nézve már sok közleményt jelent meg<sup>4</sup> — végig vizsgálattja. A felsorolt okfejtés alapján választottuk feltárodényünk térfogatául az ajkai méretekhez közelálló ürtartalmat, de tömítésre a mikrobombánál tett igen jó tapasztalat alapján a rézgyűrűs tömítést alkalmaztuk. Ezáltal természetesen autoklávunknak célszerűbb alakja is lett.

E kiválasztott bombatér fogat magával hozta, hogy termosztátot is szerkesszünk hozzá. Építsünk hozzá továbbá oly alkalmas pörkölőberendezést is, amelyben a sorozatmunka igényeit kielégítve, a pörkölési folyamat azonosságát tetszésszerű időben többször megismételve biztosíthatjuk.

A Dunavölgyi Timföldipar Rt. igazgatósága egyrészt a fűtői gyártelepén lévő műhelyben, másrészt külső cégeknél készítette el a vizsgálathoz szükséges, most leírásra kerülő berendezéseket.

A tervezési és kivitelezési időt igen rövidre szabtuk, mert gyorsan akartunk a munkához hozzálátni. Ezért mostani készülékeink kényelmes kezelés szempontjából ugyan kívánivalót mutatnak, de lényeges részeikben minden várokozásunkat teljesítették. Ez utóbbi kívánivalókat is figyelembe véve készítette el a Kutató Intézet tervezőirodája a most ismertetésre kerülő szabványos feltárodényberendezésünk rajzait. Ezeket tájékozásképpen érdekelt üzeminknek is megküldöttük, magunk pedig az eszközöket a rajzokból látható kivitelen meg is csináltatjuk. E leírásban tehát — mint az Intézet szabványkészüléke kerül közlésre:

a) Kb. 300 cm<sup>3</sup> belső térfogatú, 20–25 atm-ig használható feltárodautokláv, rézgyűrűs tömítéssel.

3. A 3. ábrán látható termosztátba egyszerre hat autoklávot helyezhetünk el, kb. 18 liternyi együttes ürtartalommal. Különleges szükségletének megfelelő vörösizsapot — ha elegendő mennyiségű bauxitot készítünk elő — e hat edényben azonos viszonyok között egyszerre is elő tudunk állítani.

4. Idevonatkozó irodalmat a következő számok egyikében megjelenő tanulmányban soroljuk fel.

b) az előbbiekkal egyező külsőméretű, de kb. 200 cm<sup>3</sup> térfogatú, 100 atm-ig használható autokláv, szintén rézgyűrűs tömítéssel.

a) és b) alatt felsorolt autoklávok külön-külön két típusban készülnek: az egyiket nyitás előtt 80–100°-ra le kell hűteni, a másikat tetszésszerű hőfokon lefűtatással üríthetjük.

c) Meghajtószerkezet és termosztát egyidejűleg folyó feltárási végrehajtására 6 db. autoklávban.

d) Az autoklávok befogadóképességéhez arányosan méretezett bauxitpörkölőberendezés.

e) Laboratóriumi vörösizsapp ülepítő berendezés.

f) Kis autoklávokban való dolgozás munkarendje az Alumínium Kutató Intézet lúgelemzési módszereinek leírásával.

## I. Pörkölőberendezés.

A kisméretekben való feltárási lehetőségünk miatt aránylag kevés pörkölt bauxitra van szükségünk.

Ezért — ha kellő hőszabályozóberendezéssel dolgozunk — közönséges laboratóriumi eszközökkel, akár azonos, akár tetszésünk szerint változtatott körülmények között, e műveletet nagy pontossággal, ismételten — ha nem is szabványos kivitelen — de el tudjuk végezni.

Közönséges szárítószekrényeink azonban általában csak 220°-ig fűthetők. Az izzításra használt tokos kemencéink a bimetalljaikkal csak 500° felett szoktak szabályozni, jöllehet termoelmeinkre kapcsolt millivoltmérőjük már ennél alacsonyabb hőmérsékletet is jelez.

Ebből láthatjuk, hogy éppen a bauxitpörkölésnél legérdekesebb 200–500° között beállítandó fűtésre, külön költséggel kellene a meglévő tokos kemencéinket alkalmassá tenni (pl. ejtőkengyeles műszerekkel kellene őket felszerelni).

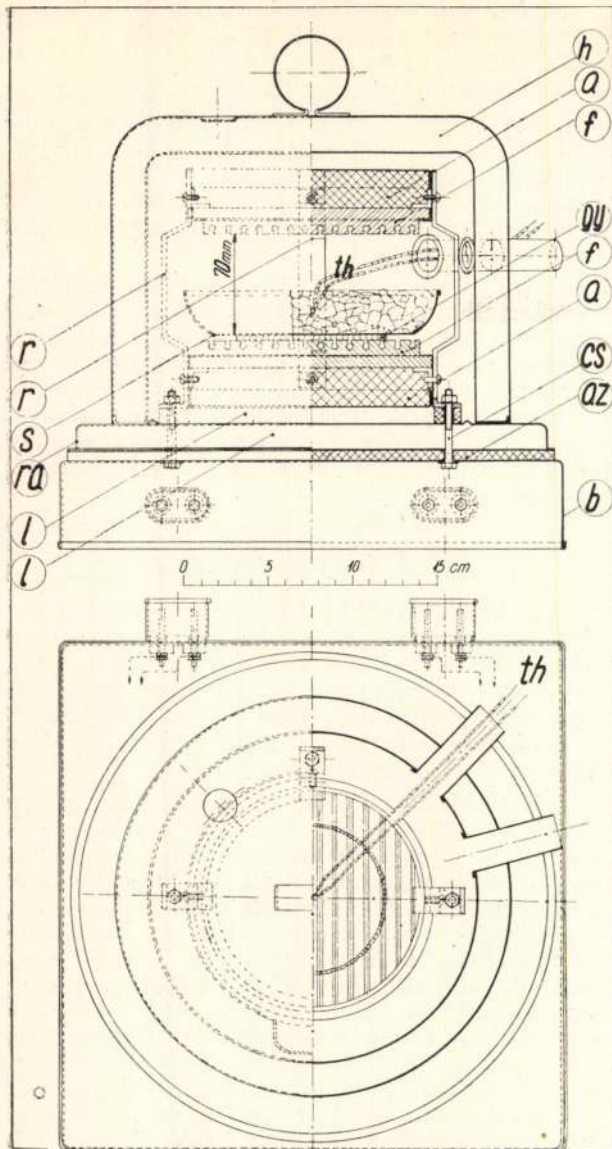
A pörkölésre vonatkozólag azonban lényegesnek tartjuk, hogy szobahőfokról indulva, a kiválasztott pörkölési hőmérsékletet azonos idő alatt érjük el. Legegyszerűbben úgy dolgozhatunk, ha a szükséges hőfok beálltaig állandó értékű villamosteljesítménnyel fűtünk. Több egymásután végzendő pörkölést tehát ugyanabban a tokos kemencében csak akkor tudunk helyesen végrehajtani, ha minden kísérlet után szobahőfokra hűtjük le kemencéinket. Ez a művelet a jó hőszigetelés miatt azonban hosszadalmas.

Az az egyszerűbbnek látszó módszert, melynél a kemencéinket előre — üresen — melegítjük fel a kiválasztott pörkölési hőfokra, és a szobahőmérsékletű bauxitot csak akkor tesszük belé — nem ajánljuk.

A most leírt okfejtés miatt külön pörkölőberendezést terveztünk, mely a leírásra kerülő autoklávok befogadóképességének is megfelel. Készülékünk (1. ábra) két egymással szembe fordított 14 cm átmérőjű, kör alakú szabványos főzőlapból áll (*f—f*), melyet külön-külön vasbádogköpenybe foglaltunk. A fűtőhuzallal ellenkező oldalainon fekvő (*a—a*) azbesztgyapot akadályozza meg a káros hősugárzást. Egy-egy főzőlap 400 wattnyi teljesítményt vesz fel.

A két főzőlapot három reveálló acélból (*r*) készült kengyel tartja egymástól 7 cm-nyi tá-





1. ábra.

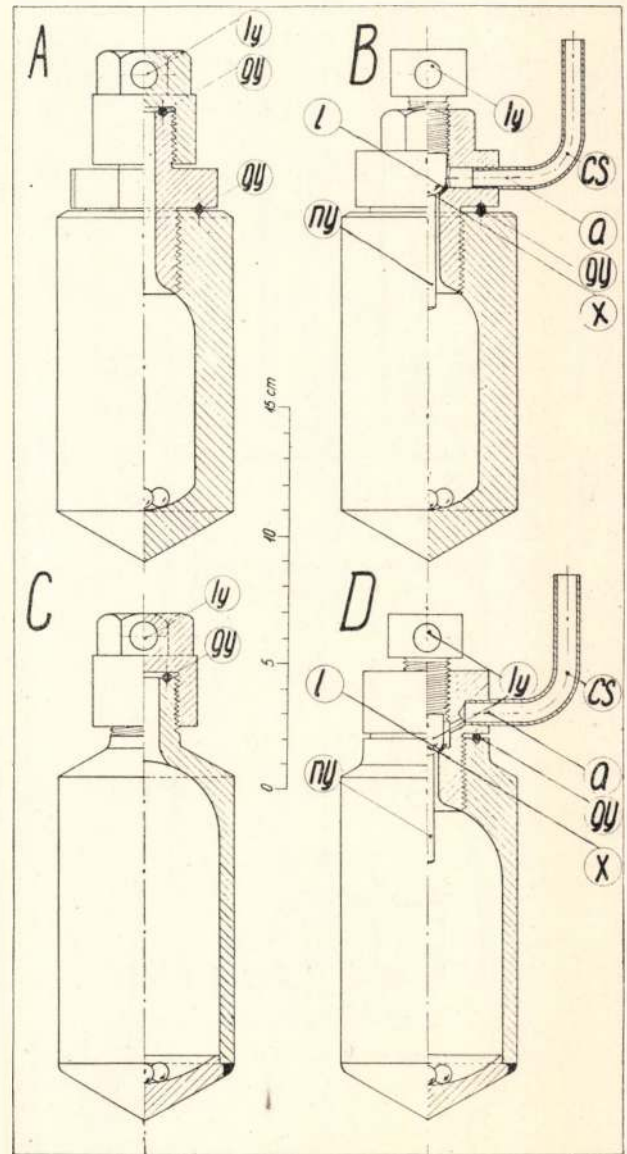
volságban. Ugyancsak e három kengyel alsó részén átmenő cs csavarok erősítik a szerkezetet 1 cm-es *l* légtér fenntartásával (*ra*) 1/2 mm vastagságú peremezett reveálló acéllemezhez, melyet az egész készülék alapjául szolgáló *b* bádoglemezről az azbeszttel hőszigetelünk.

A készülék hőkapacitása igen kicsiny, ezért rövid idő alatt tudjuk szobahőfokra lehűteni. Használatkor az alsó főzőlapra helyezzzük a 11 cm átmérőjű, kerámiái gyöngyökből krómnikkeldróttra fűzött (*gy*) gyűrűt. Ez tartja az *s*-jelzésű nikkelezett vaslemezből, vagy pontosabb munkánál reveálló (nemes) ötvözetből készített serpenyőt, melyre a lemért pörkölendő bauxitot tesszük. Ezután ráborítjuk a *h*-jelű kettősfalú, légszigeteléses, 1/2 mm vastag nemesacélból készített burát, melynek egyik oldalesővén, a rajzon látható elrendezés szerint, a bauxitba dugjuk a termoelemet. Ez a termoelem 07 mm-es vaskonstantánhuzalból készült, és működteti a hőfokbeállító szerkezetet.<sup>4</sup> Készülékünkkel 500 fokra 3/4 óra alatt tudjuk a serpenyőbe tett 1/4 kg-nyi légszárnyers bauxitot felmelegíteni.

A két főzőlap párhuzamos kapcsolásban 800 watt-nyi teljesítményt vesz fel. Ha a bemelegítési időn változtatni akarunk, a főzőlapokat vagy sorba kapcsoljuk, vagy a reájuk eső teljesítményt transzformátorról (esetleg előtél-ellenálláson át) szabályozzuk. Pörkölés előtt eg pontosságig mérjük a bauxitot. Pörkölés után a harangot leemelve, engedjük, hogy a bauxit kb. 200°-ra lehűljön. Ekkor előre lemért — vas-kereskedésben kapható — alumíniumdobozba tesszük, melynek fedelét gumigyűrű légmentesen zárja — és visszamérjük. E mérés eredménye a „bruttó pörkölési veszteség”.

## II. A feltáróautoklávok.

Autoklávjaink szerkezetét a 2. ábra mutatja. A kisnyomásúak 20–25, a nagynyomásúak kb. 100 kg/cm<sup>2</sup> igénybevételre készültek. Az *A* és *C* jelűek egyszerre becsavarható fejjel záródnak, ezért nyitás előtt 80–100°-ra feltétlenül le kell őket hűteni. A *B* és *D* jelűek lezárása kettős tömítéssel történik, hogy a felső tömítőfejben alkalmazott *X* szeppel tetszés-

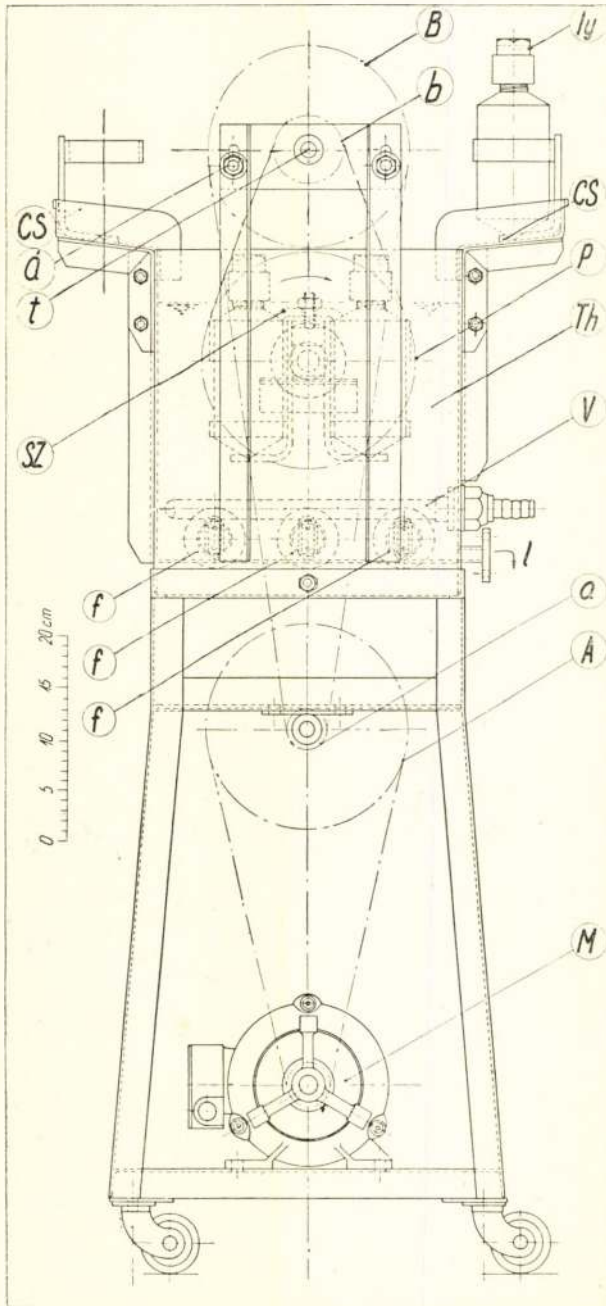


2. ábra.



szerinti hőfokon üríthessünk. Ekkor a feltárt zagy az *a* nyílásnál becsavart *cs* jelű cső közbenjöttével — a fejtetőre állított bombából — alkalmas gyűjtőedénybe bocsátható.

Az *a* jelzésű nyílásokba *cs* csövek helyett a feltárás alatt — amikor az autoklávokat olajban forgatjuk — ábránkon fel nem tüntetett — csavart teszünk vékony klingerit-tömítéssel, hogy az olaj ne folyjék be. Nyitás előtt a *B* és *D* jelzésű bombákat fejtetőre állítva fogjuk sá-tuba, magas forrpontú oldószerrel az esetleg beszívargott olajat eltávolítjuk és csak ekkor nyitjuk ki az *X* szelepet a fejében látható *ly* lyukba dugott acélrúddal. Ezek az *ly* lyukak valamennyi bombafejen láthatók, és arra is szolgálnak hogy feltárás előtt a beljük akasztott kampóval, a 3. ábrán rajzolt járomba mely az előrefűtött olajban forog, elhelyezhessük őket.



3. ábra.

A feltárás végeztével is ezekbe a lyukakba dugott horoggal emeljük ki a bombákat a 3. ábrán látható csurgatóra.

A feltáróautoklávok körvonala olyan, hogy a termosztátban forgatott járomszerkezetbe (lásd 3. ábrát) változtatva is elhelyezhetők. Anyaguk egyelőre közönséges kovácsolt vas. Lezárás előtt 5—6 db. kb. 8 mm átmérőjű acélgolyót teszünk a bombába, melyek forgatás közben a zagyot keverik.

A *gy* tömitőgyűrűk 1,5 mm átmérőjű vörösrézhuazalból hegesztéssel készülnek. Alaposan kilagyítva használjuk őket. A *B* és *D* jelűeknél *X* szelep alá 0,3 mm vastagságú *l* lágy vörösrézlemez teszünk tömitésnek. E szelepeknek azért van *ny* jelű nyúlványuk, hogy az acélgolyókat ne engedjék a kiürítőnyílásba hullani. Tömitőgyűrűink 30—40-szeri lezárást hibátlanul kitartanak.

### III. A feltárótermosztát.

Az előbb ismertetett autoklávokból hat darabot tudunk a 3. ábrán látható szerkezetben melegen tartani. A *Th* termosztát olajjal, vagy más, magas hőmérsékletet álló, vasat meg nem támadó folyadékkal legyen töltve. Magassága a padlótól számítva kb. 1 m, ami a bombák könnyebb kezelését lehetővé teszi.

Az *M* villamosmotor a lépték szerint leolvasható áttételezésen ékszíjjal forgatja az *A* kereket. Ennek tengelyére ékelt *a* kerékről szintén ékszíjtáttétellel a *B* kerékre megyünk, melynek tengelyén *b* jelzésű hátsó kerékpárfogaskerékről lánc hajtja az olajfürdőben lévő *P* kerékpár pedálkeréket. A pedálkerék tengelyére erősítettük a hat autokláv megfogására alkalmas járomszerkezetet, amelynek csapágypai a tartály belső oldalára vannak hegesztve. Az áttételezés olyan, hogy percenként kb. 6—8 fordulattal buktatjuk az olajfürdőben lévő bombákat. Ezzel a mozgással együtt az olajfürdőt is erőteljesen keverjük. *B* és *P* között a hajtólánc beállítására a *t* tengelyt két *a* jelű állítócsavarral lehet szabályozni.

Az olajnak — és természetesen vele együtt a tartálynak is — gyors felhevítésére három db. nagyteljesítményű villamos fűtőtest (*f-f-f*) szolgál. Ha erre különös okunk van, az olajtartály feneké alá épített nagyteljesítményű gázégővel is segíthetünk a fűtésben. A fürdő hőmérsékletét az autoklávok behelyezése előtt annyival engedjük feljebb, hogy a hidegen bemártott és szorítókegyekkel helyükre bilincselte autoklávok éppen a feltáró hőmérsékletre vigyék vissza az olaj hőfokát. (Ha különlegesen magas hőfokon akarunk feltárni, az olajfürdőt természetesen csak addig hevítjük, ameddig az olaj elbírja.) A bombákat a járomba elhelyezve, a nagyteljesítményű fűtést megszüntetjük (pl. a fűtőtesteket sorba kapcsoljuk). A hőfok állandóantartását ezután hőszabályozó szerkezetre — melyet az ábrára nem rajzoltunk fel — bízunk.

A feltárási idő végeztével a *M* motort megállítjuk. Az autoklávot (autoklávokat) a bilincseikből az *sz* szorítókegyel félrehajtásával kioldjuk és a csurgatóra tesszük, ahol az olajtól finomszálú drótcsettellel töröljük le. Vagy le-



hűtjük, vagy azonnal lefúvatjuk őket, aszerint, hogy a 2. ábrán látható autoklávoknak melyikét, hogyan akarjuk használni.

Az olajtartályt a 3. ábrán látható *V* vörösréz-hűtőkígyóval is ellátjuk. Ha ebbe óvatosan vizet vezetünk, az olaj hőmérsékletét gyorsan csökkenthetjük. Az olaj leeresztésére *l* nyílás szolgál.

Tekintettel arra, hogy mind a járomnak a csapágyszerkezete, mind pedig a fűtőtestek védőcsövei a termosztát falához vannak hegesztve, a forró olaj tömítésére kényes rész csak a vörösréz hűtőkígyónak a két kivezetésénél van.

#### IV. A vörösiszapülepítőkészülék.

Az ülepítőkészüléket (lásd 4. ábra) 90–100° között használjuk, hogy az alumínátlúgnak a bomlását ülepedés alatt elkerüljük, és a *Dorr*-készülékek hőmérsékletén is elvégezhesük a kísérleteket. A termosztát hutában készült *ü* jelű üvegharang.<sup>5</sup> Desztillált vízzel töltjük, melynek fűtéséről és egyben áramoltatásáról a *cs* csőben elhelyezett *f* villamos fűtőtest gondoskodik. A *cs* csőre forrasztva látható *k1* jelű lyukgatott felsőkorong és a gömbölyű fenékü ülepítőcsövek alátámasztására szolgáló *k2* alsó vörösrézkorong. Mindkét korong ónozva. A 4. ábrán a termosztátba elhelyezve egy ülepítőcsövet (*ücs*) látunk. A léptékről leolvasható méretű termosztátba 22 db. ülepítőcső fér. Ezeknek belső átmérője 1.5–1.6 cm, a teljes hosszuk kb. 40 cm. Bemaratott sorszámú és 1–1 cm<sup>3</sup>-es osztás van rajtuk. Fenéktől számítva jelöljük meg az 5–10 cm<sup>3</sup>-es értékeket, tehát a felső osztáshoz kerül az 50 cm<sup>3</sup>-es jel.

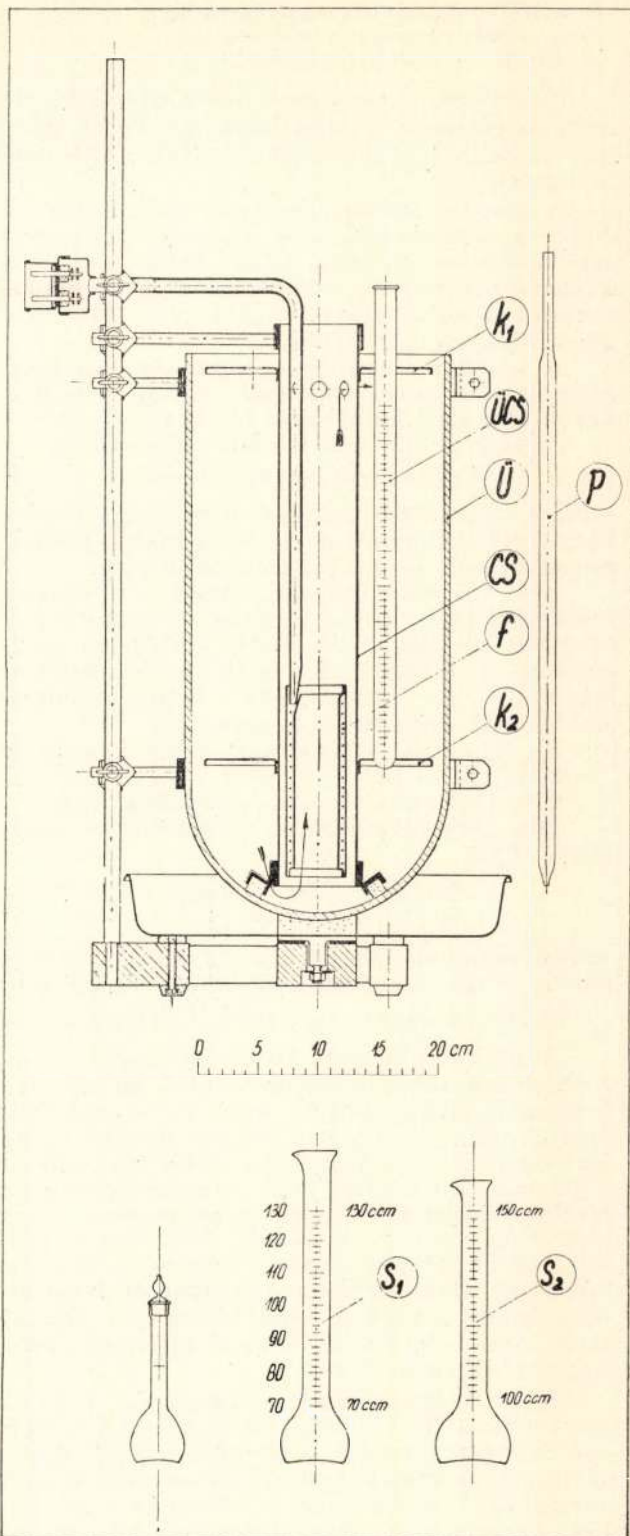
Az ülepítő kísérletek csak akkor helyesek, ha konvektív hőáramok a folyamatot nem zavarják és az ülepedés alatt az alumínátlúg nem bomlik meg. Készülékünkben az ülepedés kivétel nélkül helyesen folyik, amit arról ismerünk fel, hogy az oldat tisztája és az üledékes része között a határvonal mindig éles. Közönséges laboratóriumi hőmérsékleteken ülepített zagy kihülés közben a konvektív hőáramok miatt sohasem ad tiszta határfelületet. A lúg bomlását, ha a molarány 1.8 alatt van, feltétlenül meg kell akadályozni, azzal, hogy hígításra nátriumhidroxidot használunk.

Csőveinket kitűnően alkalmazhatjuk különböző zagyhígítások előállítására, akár akarjuk a molarányokat változtatni, akár pedig csupán a feltárásból származó molaránnyal akarunk ülepíteni. A termosztát üvegfalán keresztül az ülepedést jól tudjuk figyelemmel kísérni.

#### V. Kis autoklávós feltárás fizikai módszerei és vegyi számításai.

Számításainkat vagy a vörösiszap, vagy a keletkező alumínátlúg elemzése alapján végezzük. Természetesen, ha mindkét eljárással dolgozunk, akkor két egymástól független módszerrel ellenőrizhetjük vizsgálatainkat.

5. A karcagi üvegyár készítése.



4. ábra.

Bármelyik úton haladunk, a feltáráshoz ke-  
rülő bauxit összetételét (többnyire pörkölt  
bauxitról van szó) legalább  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tar-  
talomra nézve ismernünk kell.

Sorozatos vizsgálatoknál úgy szoktunk el-  
járni, hogy nagyobb mennyiségű nyers de lég-  
száraz bauxitot a kívánt maximális szemnag-  
yságúra törünk vagy darálunk ebből jó átlagot  
véve, meghatározzuk:



a 105°-on eltávozó nedvességét,  
a „bruttó izzítási veszteség“-ét,  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmát.<sup>6</sup>

Számításainkhoz ugyan nem szükséges, de mert az elemzési munka folyamán úgyszólván többnyire adódik, nyilvántartjuk az SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>- stb. tartalmakat is.

A „bruttó izzítási veszteség“-ben a 105°-on eltávozó nedvességen kívül számottevően szerepel az ércben vegyileg kötött hidrogénből és oxigénből távozó víz, a karbonátok bomlásaként távozó CO<sub>2</sub> és az elégségs vagy bomlás következtében hiányzó szerves anyag.

A „bruttó pörkölési veszteség“-ben fenti hiányok több-kevesebb százalékkal jelentkeznek a pörkölési hőfoktól és időtől függően.

Mindig állandónak találjuk azonban az

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> viszonyszámot I.

mind a nyers bauxitban, mind pedig a pörkölés bármelyik szakaszában, ha az oxidálva pörkölt anyagból vett jó átlagot elemezzük meg.

Erre az állandóságra építjük a feltárási számításainkat, mert feltárást után a vörösiszapban visszamaradó Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mennyiségéhez a feltárolóúgba is kikerülő Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at hozzávéve az Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> viszonyszámnak szintén változatlanul kell maradnia.

Ha tehát pl. a légszáraz nyers bauxitban 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t és

20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t találtunk, és pörkölés után

10% „bruttó pörkölési veszteség“-et mérünk, akkor

$$\begin{aligned} 50 : 20 &= 2.500\text{-as, vagy} \\ 20 : 50 &= 0.4000\text{-es} \end{aligned}$$

II.

viszonyzámmak megfelelően, a levegő nedvességétől elzártan lehűtött pörkben, lennie kell:

55,55% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak és 22,22% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak III.

A pörkből kiemelt bauxitból vegyi elemzéshez csak akkor vegyünk mintát, ha már feltárássra is előkészítettük, azaz, ha a szükséges aprítás után a szándékolt szemnagyságú szitán (szitákon) már áthajtottuk. Örlés és szitalás alatt engedjük bátran, hogy a levegőből tetszése szerint szedjen magába annyi nedvességet, amíg „légszáraz“-zá lesz. A mintát csak ezután teszszük el üvegdugós üvegbe. Légszáraz állapota miatt analitikai mérlegben kényelmesen lemérhetünk belőle a vasoxidmeghatározáshoz néhány tized g-ot, és a 105°-on elmenő nedvesség meghatározásához 2—3 g-ot.

E két meghatározást elvégezve, az I. és II. szerint fennálló viszonyszámokkal a példa alapján feltárássra kerülő „légszáraz pörk“- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmát is kiszámítjuk. E megszerzett adatok birtokában fogunk hozzá a bauxit és a feltároló lúg keverékének összeállításához. A mikro-

6 Ha a pörkölés redukáló atmoszférában történt, és ferroxidok is jelen vannak, a feltárássra kerülő bauxitban a további számításához két utat kell követnünk.

1. Ha a ferro vegyületek csak néhány %-ot tesznek ki, akkor, mert 100 srész FeO-, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-FeO-nak megfelel 78-, 70-, 72,5-srésznyi fém vas üzemi vizsgálatoknál nem követünk el lényeges hibát, ha a cikkben ismertetett Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> viszonyszámot használjuk fel számításainknál.

2. Ha a redukáló pörkölés után a pörk nem oxidálódott eléggé, akkor célszerűbb a bauxit elemzéseinket Fe-re számolni, és az Fe:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> viszonyszám alapján tovább dolgozni.

autoklávban 1—2 g-nyi, a második ábrán látható kb. 300 cm<sup>3</sup>-es autoklávban a választott molarány és lúgsűrűség szerint 70—100 g-nyi bauxitot lehet feltárni. A bauxit bemérését úgy végezzük, hogy a 2. ábrán látható autoklávokkal dolgozva vagy 0,4, vagy 0,3, esetleg 0,2 g-molnyi (azaz 40,78, 30,58, vagy 20,39 g-nyi) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kerüljön feltárássra.

A számított mennyiségű légszáraz pörköt, esetleg magát az eredeti légszáraz bauxitot is — ha éppen ilyent akarunk feltárni — eg-pontossággal tara-mérlegben mérjük (mikrobombában dolgozva analitikai mérlegben mg-pontos-ságig mérünk!). A lemért anyagot portóleséren keresztül söpörjük az autoklávba.

A feltáráshoz használt lúgot mi a 4. ábrán látható s1 és s2 jelű cm<sup>3</sup>-re osztott, a tara-mérlegben jól kezelhető „súlybürettá“-ból, tölcse nélkül csak akkor öntjük az autoklávba, amikor a bauxit már benne van. Ha lúgelemzés alapján számítjuk a feltárási százalékot, akkor a lúgot feltétlenül eg-nyi pontossággal mérjük a bauxithoz. A súlybürettán lévő egész cm<sup>3</sup>-re szóló beosztás lehetővé teszi, hogy a bemérendő feltárolóúg közelítő súlyát a bürettába tölthessük. Ezt a mennyiséget előre elkészített táblázatból olvashatjuk ki.

Példa legyen ilyen táblázat elkészítésére a következő számítás. Elhatároztuk 0,4 g molnyi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t tartalmazó bauxit feltárást 38° Bé-s tiszta nátronlúggal — különböző molarányra beállítva. Ez a lúg 15° C-on, 1,357 kg/l fajsúly mellett 441,0 g/l NaOH-t tartalmaz.

Ebben az esetben 0,4 g molnyi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra

ha a NaOH molaránya: . . .	1,6	1,8	2,0
szükséges a 62-es molsúlyú Na <sub>2</sub> O-ból . . . . .	39,7 g	44,6 g	49,6 g
Az ennek megfelelő NaOH g-okban . . . . .	51,2 g	57,6 g	64,0 g
Ezért a 38° Bé-s lúgból szükséges:			
köbcéntiméter: . . . . .	116,0	130,5	145,1
gramm . . . . .	157,5	177,2	197,0

Bemért anyagainkkal elvégezzük a feltárást.

Eddig a munkafázisig akár vörösiszap, akár pedig lúgelemzéssel akarunk tovább dolgozni, az előkészületek azonosak voltak.

A feltárást után, ha vörösiszapelemzés alapján számolunk, a következő elgondolás szerint működünk.

A feltárt zagyból — súlyát nem kell ismerünk — 40—50 g-nyit NaOH-tartalmú forró vízzel úgy hígítunk, hogy a keletkezett alumínát ne bomolhassék meg, az oldat fajsúlya pedig jelentősen csökkenjen. Így a vörösiszapot akár magára hagyva, akár centrifugálva jól tudjuk üleptíteni. Az oldat tisztáját leemeljük, NaOH-tartalmú forró vízzel hígítva átkeverjük, ismét üleptítjük. A tisztáját leszivatva, szűrőpapíron vákuummal szűrjük. Kezdetben NaOH-tartalmú forró vízzel mossuk, majd langyos desztillált vízzel addig folytatjuk a mosást, míg észrevesszük, hogy a szűrőpapíron vörösiszap kezd átmenni. Ekkor szűrőpapírral együtt 105°-on kiszárítjuk a csapadékot és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra, valamint Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra megelemezük. Ha pl. találtunk benne

és  $\left. \begin{array}{l} 40\% \text{ Fe}_2\text{O}_3\text{-t} \\ 16\% \text{ Al}_2\text{O}_3\text{-t} \end{array} \right\} \text{IV.}$



akkor annyi vörösiszapban amely 100 g-nyi pörkölt bauxitból keletkezett volna, benne kellene lennie a III. alapján

$$22,22 \text{ g-nyi Fe}_2\text{O}_3\text{-nak} \quad \text{V.}$$

Erre a tényre támaszkodva mondhatjuk, hogy ha a vörösiszapban IV. alapján 40%-nyi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -t találtunk, akkor, mert

$$\left. \begin{array}{l} 40 \text{ g-nyi Fe}_2\text{O}_3\text{-ra jut} \quad 16 \text{ g Al}_2\text{O}_3 \\ 22,22 \text{ g-nyi Fe}_2\text{O}_3\text{-ra kell jusson} \quad 8,9 \text{ g Al}_2\text{O}_3 \end{array} \right\} \text{VI.}$$

Ha 100 g-nyi pörkölt bauxitot mértünk volna be feltárássra, ebben lett volna III. alapján 55,55

g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , a belőle keletkező összes vörösiszapban VI. alapján pedig maradt volna 890 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Ezért a feltárolóúgba átment volna  $55,55 - 8,90 = 46,65$  g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , azaz a kiindulási mennyiségnek 84%-a. Ez tehát a feltárási százalékát is jelenti.

Ugyanerre az eredményre jutunk, ha a nyers, vagy légszáraz bauxit elemzési adataiból indulunk ki.

A fenti gondolatmenetben vázolt hármaszabályok összekapcsolásából ered az ismert képlet, mely szerint a

$$\text{feltárási \%} = 100 \cdot \frac{[\text{Al}_2\text{O}_3 \% \text{ bxt} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \% \text{ vsz}] - [\text{Al}_2\text{O}_3 \% \text{ vsz} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \% \text{ bxt}]}{[\text{Al}_2\text{O}_3 \% \text{ bxt} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \% \text{ vsz}]} \quad \text{VI.}$$

ahol *bxt* index-szel jelölt százalékok annak az anyagnak az elemzési adatai legyenek, amelyet tényleg bemértünk az autoklávba, tehát pl. a légszáraz pörkölt bauxitéi, *vsz* index pedig a termelt vörösiszap összetételére vonatkozik. A pörk összetételét a légszáraz nyersbauxit elemzési adataiból is vehetjük, ha pontosan meghatároztuk a pörkölési veszteséget és külön megmértük a pörkölés után a szitaelőkészítés alatt a levegőből felvett nedvességet.

Az Alumínium Kutató Intézet turbidimetrikus lúgelemzőkészüléke lehetővé teszi, hogy elkerüljük a vörösiszapelemzést. A feltárási eredményét ezzel a módszerrel — csak a lúgot elemezve — néhány percen belül ki tudjuk számítani. A számítás menetét és a laboratóriumi eljárást a következő két példa mutatja.

#### a) Feltárási tiszta nátronlúggal.

Az autoklávba mértünk, 4900-as szitán át-esett légszáraz pörkölt bauxitból

$$53,00 \text{ g-ot} \quad 1)$$

mely a pörkölési veszteségből való számítás alapján közelítőleg 0,3 mol-nyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at tartalmaz. A II-re hivatkozva, korábbi elemzéssel már meghatároztuk a viszonyszámot, mely az éppen vizsgálat alá vett légszáraz nyers bauxitban:

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 \%}{\text{Fe}_2\text{O}_3 \%} = \frac{49,00}{19,76} = 2,480\text{-nak adódott.} \quad 2)$$

A pörkölt, aprított és légszáraz bauxitnak  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalmát: 22,35%-nak találtuk, 3) tehát az autoklávba mért légszáraz pörkölt bauxitban 2. és 3. alapján

$$22,35 \times 2,480 = 55,41\% \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ van,} \quad 4)$$

ebből következik, hogy a bemért

$$\left. \begin{array}{l} 53,00 \text{ g-nyi pörk tartalmaz } 29,38 \text{ g Al}_2\text{O}_3\text{-at,} \\ \text{mely megfelel } \dots \dots \dots 0,288 \text{ g mol Al}_2\text{O}_3\text{-nak} \end{array} \right\} 5)$$

A feltárást 2,1 molarányszám szerint akarjuk végezni, 40° Bé-s nátronlúggal, amely 15°-on literenként 484,1 g NaOH-t tartalmaz. fajsúlya pedig 1,383 kg/l. 5) szerint a bemért 29,38 g-nyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  megfelel 0,288 molnak, tehát a 2,1-es molaránynak elérése végett

$$62 \times 0,288 \times 2,1 = 37,5 \text{ g kausztikus Na}_2\text{O-t} \quad 6)$$

7. Perczel Árpád, Horváth Endre és Bakányi Márton a Dunavölgyi Tímföldipar R. T. vegyész-mérnökeinek számpéldái.

kell az autoklávba vinni. Ennek megfelel 48,4 g NaOH, amely a lúgtáblázat alapján 100 cm<sup>3</sup>-nyi, 138,3 g súlyú lúgban található. (15° C-on!)

Súlybürettánkból ténylegesen bemértünk a bauxitból

$$137,38 \text{ g-nyi } 40^\circ \text{ Bé-s lúgot} \quad 7)$$

tehát az autoklávban 1. és 7. szerint felhevítésre kerül:

$$53,00 \text{ g bauxit} + 137,38 \text{ g lúg} = 190,38 \text{ g zagy} \quad 8)$$

Feltárási után a zagyból ismert súlyú 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba

$$39,3585 \text{ g-ot} \quad 9)$$

pipettáztunk be. Forróvízzel összerázva úgy töltjük a jelen túl, hogy lehülés után éppen 50 ccm-nyi legyen a keverék. NaOH-t ebben az esetben nem adtunk a zagyhoz, mert a 2,1-es molaránynál az oldatunk elég stabil. A vörösiszap leülepedése után az oldat tisztájából — melyet *A*-oldatnak nevezünk — 5 cm<sup>3</sup>-nyit pipettáztunk egy másik 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba, jelleg töltjük, összerázzuk és ezt az oldatot *B*-nek nevezzük. Ebből háromszor egymásután 5—5 cm<sup>3</sup>-nyi mennyiségeket elemzünk meg turbidimetrikusan.

5—5 cm<sup>3</sup>-nyi oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma fogyasztott az 1×n sósavból:

$$4,40, 4,41, 4,40 \text{ cm}^3\text{-t,}$$

ami megfelel középértékben 4,40-es fogyasztásnak. Továbbá mert 1 cm<sup>3</sup> 1×n sósav megfelel 0,01275 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak a *B*-oldatból kivett 5 cm<sup>3</sup>-ben van:  $4,40 \times 0,01275 = 0,05610$  g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Tekintettel arra, hogy a *B*-oldat *A*-ból 10×-es hígítással készült, a *B*-nek pedig 1/10-ed része került elemzésre, végeredményben tehát az autoklávból kivett 39,3585 g-nyi zagyban — 100×-os hígítást számításba véve — volt:

$$100 \times 0,05610 = 5,610 \text{ g oldott Al}_2\text{O}_3 \quad 10)$$

7. szerint, az autoklávba azonban 190,38 g-nyi anyag került be, melyben 10) alapján összesen

$$27,61 \text{ g-nyi kioldott Al}_2\text{O}_3\text{-mal kell számoljunk} \quad 11)$$

5) szerint viszont a bauxitban 29,38 g-nyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  került feltárássra, tehát a feltárási százalék:

$$\frac{27,15}{29,38} \times 100 = 94,1 \% \quad 12)$$



## b) Feltárás üzemi lúggal.

Ha tiszta nátronlúg helyett aluminát tartalmú lúggal tárunk fel, (pl. ilyen az üzemi lúg) akkor előzetes elemzés alapján ismernünk kell a feltáró lúgban lévő

kausztikus  $\text{Na}_2\text{O}_3$

az aluminátba kötött  $\text{Na}_2\text{O}$  — és az

$\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmat.

Csak ezen adatok birtokában számíthatjuk ki az autoklávba mért bauxitra betöltendő lúg mennyiségét, mellyel az általunk elérni kívánt molarány (az  $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$  viszony) beállítható. A fajsúlymérés ezen adatok megszerzésére most nem elegendő, mert ugyanannál a fajsúlynál végtelen sokféle értékű lehet a lúg  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma.

Előbbiek alapján a feltáró lúg tartalmazon 1000 g-onként

$X$  molnyi  $\text{Na}_2\text{O}$ -t (a szóda nélkül számítva) } 1/a)  
 $Y$  molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at és }  
 $a$  molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  legyen 1/b)

az autoklávba már bemért pörkölt légszárász bauxitban. A feltárás pedig történjék

$M$ -molarány szerint 1/c)

Ezen adatok birtokában az  $a$ -molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ra szükséges lúgmennyiség kiszámítása, hogy a feltárás  $M$ -molaránnyal történhessék a következő. Ha

$$\frac{x}{y} = m \text{ (molarány a feltáró lúgban)} \quad 2)$$

és

$$\frac{x}{a+y} = M \text{ (megkövetelt molarány a feltárásnál)} \quad 3)$$

akkor 2) és 3)-ból következik, hogy

$$y = a \frac{M}{m-M} \quad 4)$$

4.-ből visszahelyettesítve és  $x$ -et kifejezve,

$$x = am \frac{M}{m-M} \quad 5)$$

Az általunk kívánt  $M$ -molarány beállításához tehát annyi  $m$ -molaránnyal jellemzett feltáró lúgot kell az  $a$ -molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ra venni, mely  $x$ -molnyi  $\text{Na}_2\text{O}$ -t tartalmaz.

Ennek  $g$ -ban kifejezett mennyiségét kiszámíthatjuk az 1/a-ból, mert ha

1000 g lúg tartalmaz  $X$  molnyi  $\text{Na}_2\text{O}$ -t, akkor

$z$  g lúgban lesz a megkövetelt  $x$  molnyi  $\text{Na}_2\text{O}$ , azaz

$$z = \frac{x}{X} \cdot 1000 \text{ gramm} \quad 6)$$

lesz a feltáráshoz bemérendő üzemi aluminátlúg mennyisége.

Ha ismerjük a feltáró lúg fajsúlyát, ki tudjuk számítani a  $z$  g-nyi aluminátlúgnak a  $v$  térfogatát, melyet súlybürettánkba akarunk önteni:

$$v = \frac{z}{\text{fajsúly}} \text{ cm}^3\text{-ben!} \quad 7)$$

Számszerű példának lássuk a következőt. A feltáró üzemi lúg tartalmazott 1000 g-ként:

194,0 g  $\text{Na}_2\text{O}$ -t és 63,5 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t, fajsúlya pedig  $15^\circ$ -on 1,382.

Ezzel a lúggal  $a = 0,2$  molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at tartalmazó légszárász pörkölt bauxitot úgy akarunk feltárni, hogy a molaránya  $M = 2,0$  legyen.

1) szerint az üzemi lúgban tehát van:

$$X = \frac{194}{62} = 3,13 \text{ mol } \text{Na}_2\text{O}/1000 \text{ g oldat}$$

$$Y = \frac{63,5}{102} = 0,6223 \text{ mol } \text{Al}_2\text{O}_3/1000 \text{ g oldat,}$$

ezért tehát a lúgban lévő molarány

$$m = \frac{3,13}{0,6223} = 5,03.$$

5) szerint adódik, hogy

$$x = 0,2 \times 5,03 \frac{2,0}{5,03-2,0} = 0,664 \text{ mol-nyi } \text{Na}_2\text{O-t}$$

tartalmazzon az a lúg, melyet a 0,2 mol-nyi feltárandó  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -hoz használni kell, hogy a  $M$  molarány 2,0 legyen a feltárás alatt.

6) szerint, mert

$$1000 : 3,13 = z : 0,664 \text{ arányból} \\ z = 212,1 \text{ g,}$$

azaz ennyi lesz az autoklávba mérendő aluminátlúg súlya. Súlybürettánk megtöltéséhez tehát felhasználunk 7) alapján

$$v = \frac{212,1}{1,358} = 153,6 \text{ cm}^3\text{-nyi } 15^\circ \text{ C hőmérsékletű lúgot.}$$

Tekintettel arra, hogy tapasztalatunk szerint kb. 3  $\text{cm}^3$ -nyi lúg tapad a súlybüretta falára, ha a szokásos kézmozdulatunkkal töltjük be a lúgot az autoklávba, bürettánkat 157  $\text{cm}^3$ -ig töltjük fel. Bruttó súlyát megállapítjuk és betöltés után visszamérjük. A 0,2 molnyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmazó, az autoklávba bemért pörkölt, légszárász bauxit súlya 37,3 g volt, a hozzáadott alumíniumlúg pedig 212,1 g-ot tett ki, tehát a feltáráshoz kerülő zagy súlya összesen: 249,4 g.

A feltárás megtörténte után az 50  $\text{cm}^3$ -es mérőlombikba az  $A$ -jelű oldatunk előállításához 35,0844 g-nyi szuszpenziót mértünk be. Higítás után, mint azt az előbbi részben már leírtuk — üleptettük, és 5  $\text{cm}^3$ -ét pipettázzuk egy másik 50  $\text{cm}^3$ -es lombikba.

Ha 2,0-nál kisebb molaránnyal tartunk volna fel, az  $A$ -oldat készítésénél a kivett vörösiszap szuszpenzióhoz a forróvízzel való higítás előtt, 1 súlyrész  $\text{NaOH} + 3$  súlyrész vízből készült lúgoldatot adunk, hogy a molarány kb. 2,5, de feltétlenül 2,0 felett legyen, mert különben megindulhat az oldat bomlása, timföldhidrát kiválásának kíséretében.

Az üzemi lúggal végzett feltárásnál nem lehet minden további nélkül a  $B$ -jelű higított oldatot előállítani — mint az a tiszta  $\text{NaOH}$  feltárásnál lehetséges volt. Hanem az  $A$  oldatból kivett 5  $\text{cm}^3$ -nyi mennyiséget a második 50  $\text{cm}^3$ -es mérőlombikba bemerve — még a higítás előtt —  $\text{BaCl}_2$  adagolással eltávolítjuk a turbidimetriás titrálást zavaró foszfátokat, karbonátokat stb. E vegyszer hatására a zavaró anionok csapadék alakjában leválnak.

E műveletet a következőképpen hajtjuk végre. A második 50  $\text{cm}^3$ -es mérőlombikba pipettázott 5  $\text{cm}^3$ -nyi  $A$  oldathoz óvatosan, ál-



landó rázogatás közben  $1 \times n$  sósavat addig adagolunk, míg a kiváló hidrát a megmaradó lúg feleslegében éppen, hogy fel tud oldódni. Ezzel a művelettel erősen letompítottuk az eredetileg bemért  $A$  oldatunk lúgosságát és a most adagolandó, szintén  $5 \text{ cm}^3$ -nyi  $10\%$ -os  $\text{BaCl}_2$ -ből már nem tud  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  kiválni, hanem a karbonát-, foszfát stb. csapódnak ki. Ezután a lombikot jelig töltve előállítjuk a  $B$  oldatot, melynek egyrészét száraz szűrőpapíron, száraz tölcserén, száraz és bedugaszolható edénybe szűrjük. E szűrédekből veszünk ki  $5-5 \text{ cm}^3$ -nyit turbidimetrlásra. Három titrálásnál fogyott az egyszer normál  $\text{HCl}$ -ből:

3,62, 3,55, 3,58, azaz középértékben 3,58  $\text{cm}^3$ .

Ebből az adatból a feltárási százalékot éppen úgy számítjuk, mint azt a tiszta  $\text{NaOH}$ -val való feltárásnál ismertettük, azaz először végrehajtjuk az alábbi szorzásokat, melyből megtudjuk, hogy  $32,47 \text{ g}$ -nyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  van feltárást után az autoklávban lévő alumínátlúg teljes mennyiségében:

$$3,58 \times 0,01275 \times 100 \frac{249,40}{35,0844} = 32,47 \text{ g Al}_2\text{O}_3, \text{ ahol}$$

3,58. . . . a fogyasztott  $1 \times n \text{ HCl}$   $\text{cm}^3$ -ben.

0,01275 . . . a faktor, mely  $1 \text{ cm}^3 1 \times n \text{ HCl}$  oldatnak megfelelő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  jelenti grammokban.

100 . . . a hígítási arány tényezője, ha  $5 \text{ cm}^3$ -nyi  $B$  oldatot turbidimetrláltunk.

249,40 . . . az autoklávban lévő zagy súlya grammokban,

35,0844 . . . az autoklávban lévő zagyból az  $50 \text{ cm}$ -es lombikba mért  $A$ -jelű oldat készítéséhez használt zagy súlya grammokban.

Tekintettel arra, hogy a  $212,1 \text{ g}$  súlyú feltárási lúgban már benne volt  $13,46 \text{ g Al}_2\text{O}_3$  (mert töménysége  $63,50 \text{ g Al}_2\text{O}_3/1000 \text{ g}$  oldat) tehát

$32,47 - 13,46 = 19,01 \text{ g}$ -nyi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oldódott ki a bauxitból, ezért a feltárási százalék:

$$\frac{19,01}{20,39} 100 = 93,4\%$$

Számításainkat  $25 \text{ cm}$ -es logarléccel végezve a feltárási százalékot néhány tizedszázaléknyi értékre kapjuk meg. Csak a lúgtáblázatok készítésénél és a bauxitelemzéseknél használunk  $50 \text{ cm}$ -es logarléccet, vagy négyjegyű logartáblát. Ez utóbbi számítógépes közzeinket is csak akkor kell igénybe vennünk, ha több párhuzamos feltárásból adataink pontosságának ismétellhetőségét vizsgáljuk.

### Összefoglalás.

Közlésre kerültek a Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet szabványkészítői és pedig villamosfűtésű szárító- és kalcinálóberendezés. hőfokszabályozó szerkezettel. (1. ábra) két autokláv típus  $20-25$  és  $100 \text{ atm}$ -ra (2. ábra), egy termosztát edény (3. ábra) és vörösszap ülepítőkészülék. (4. ábra.)

Leírjuk a kb.  $10 \text{ cm}^3$ -es térfogatú,  $200-300 \text{ atm}$ -ra is alkalmas mikrobombában való dolgozást és az  $V$ . fejezetben ismertettük az Intézetben kidolgozott turbidimetrikus lúgelemzés alkalmazását (Bány. Koh. Lapok. Alumínium 11. sz. 241 old. Új módszer alumínátlúgok elemzésére, írta: László Antal) a Bayer-eljárás feltárási százalékainak meghatározására, melyet jelentősen rövidebb idő alatt végezhetünk, mintha a keletkező vörösszapot elemeznők.

## László Antal:

### Kiegészítésül az „Új módszer alumínát-lúgok elemzésére“ című cikkhez

A fenti címmel megjelent elemzési eljárás\* kiegészítéseként, az alábbiakban ismertettünk egy egyszerűsített módszert.

A gyakorlatban igen sokszor előfordul az az eset, hogy főlős nátronlúg-, szóda- és alumínáttartalmú lúgból csak az alumínáttartalmat kell meghatározni. Ekkor a következőképpen járunk el:

A bemért alumínátlúghoz annyi  $1:1$  hígítású sósavat adunk, hogy az oldat gyengén savas legyen. Ekkor az oldatot  $2-3$  percig forralva, az összes karbonátot elbontjuk és elűzzük a fejlődő széndioxidot.

Léhülés után az alumínáttartalmat könnyen meg tudjuk határozni, mert tömény sávsal dolgoztunk és így az alumínátoldat térfogatát nem növeltük lényegesen. A továbbiakban is ezt a körülményt szem előtt tartva, úgy járunk el, hogy szilárd nátronlúgot (in rotulis) adunk hozzá, amíg az oldat ismét lúgos lesz. (A keletkező alumínium-hidroxid csapadék feloldódása jelzi ezt az állapotot, ekkor az oldat

kitisztul.) Ezután egész egyszerűen úgy járunk el, mintha szóda nem is lett volna az anyagunkban és a cikkben leírt egyszerűbb titrálási módszert alkalmazzuk. Így megtakarítottunk egy báriumhidroxidos szóda-leválasztást és centrifugálást.

### Könyvismertetés

**Emőd—Jakóby:** Könnyűfémipar — félkészárugyártás. Népszava, 1950. A könyv a Nehézipari Minisztérium szakmunkásképző tanfolyamai részére készült, azonban sok szempontból műszaki vezetők kézikönyvének is alkalmas. Ismerteti az alumíniumgyártás nyersanyagait, a könnyűfémek öntését, hengerlését, sajtolását, a rúd-, cső- és huzalhúaszt, valamint a műszaki ellenőrzés és raktározás kérdéseit. A könyvet  $208$  db kitűnően összeválogatott és részben eredeti ábra egészíti ki. A mű nagy érdeme, hogy több olyan kérdéssel foglalkozik, amellyel a magyar műszaki irodalomban eddig csak hézagosan találkoztunk. Ilyen pl. a modern tömböntőberendezések leírása, vagy az alumíniumkovácsolás ismertetése. A könyv értékét emeli természetesen szerzőinek már lapunk hasábjairól is jól ismert gördülékeny stílusa.

V. P.

\* László Antal: Bányászati és Kohászati Lapok Alumínium 11. szám, 1949. 241. lapon.



## Az ultrasonikus forrasztás szilárdsági vizsgálata

NAGY FERENC

620.17:621.791:534.321.9

(Folytatás)

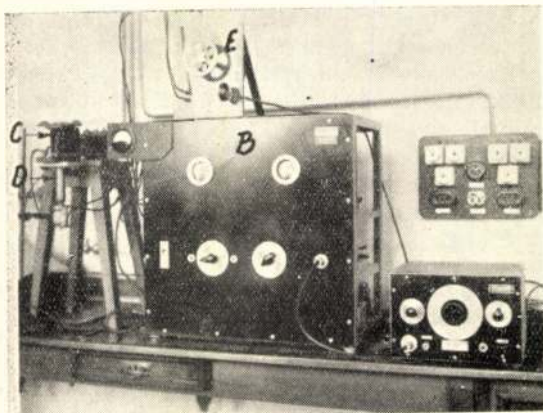
Исследование прочности ультразвуковой пайки.  
Др Ф. Надь

Strength-tests of solder aluminium made by  
ultrasonic method.

### Az Intézet készülékének leírása.

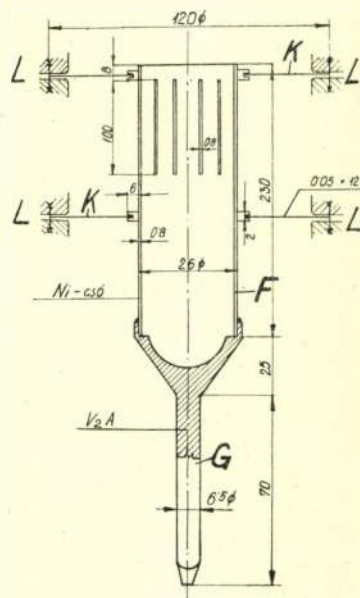
A kísérleti készülék (11. ábra) vezérlő hang-generátorból („A”), 200 W kimenő teljesítményű erősítőtől („B”), magnetostrictios tekercsekkel („C”), rezgőelemmel egybeforrasztott (kemény-

erősítő táplálására szolgál. Az erősítő frekvencia karakterisztikája eléggé lapos, 30 KC-nál még 180 W hasznos teljesítményű. Felépítésben háromfokozatú teljesítményerősítőtől áll, végig pusel-pull csatolásban. A végfokozatot 2—2 parallel kapcsolt Philips Ex 1070 típusú trióda alkotja, melyek megengedett anódvesztése csövenként 70 W. A kimenőkör vasmagos transzformátoron át csatlakozik a munkatekereshez, kimenő impedanciája 5, 7,5, 10 Ohm (12 ábra).

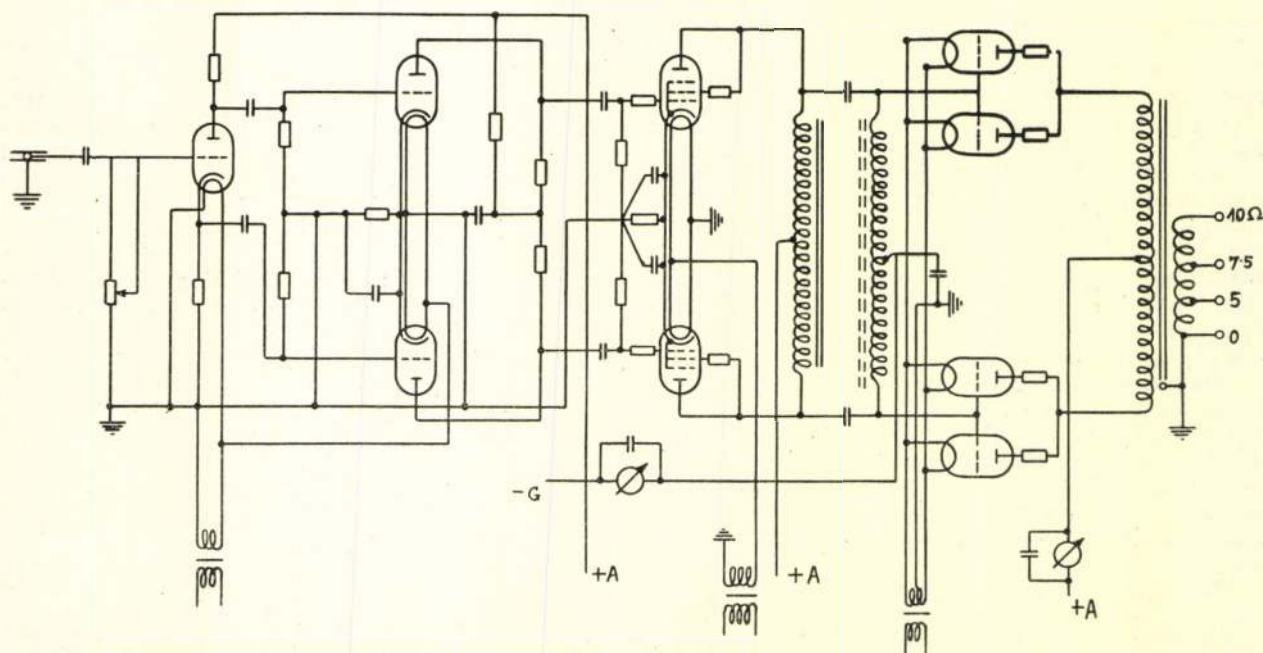


11. ábra.

forrasz) pákából („D”) és a páka fűtését szabályozó transzformátorból áll („E”). A hanggenerátor három sávon, 2—40 KC rezgéshatárok között folyamatosan hangolható. A kb. 1 V nagyságrendű kimenő feszültség a teljesítmény-

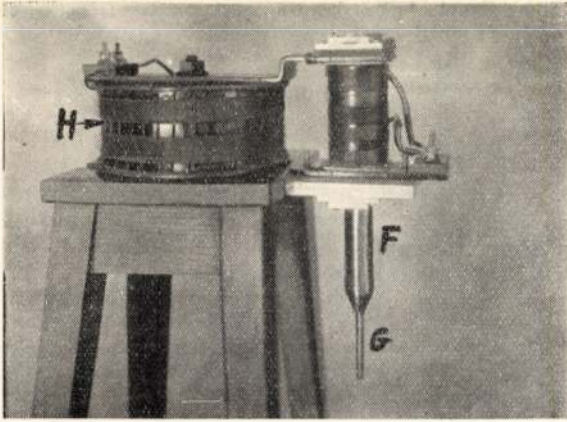


12. Rezgőelemmel egybeforrasztott páka.



13. Az intézet generátorának kapcsolási rajza.



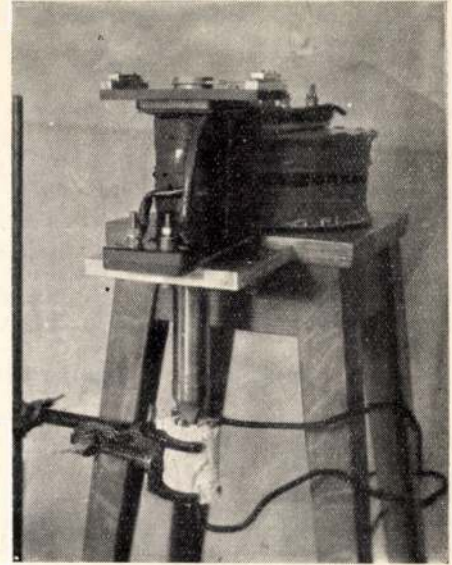


14. ábra.

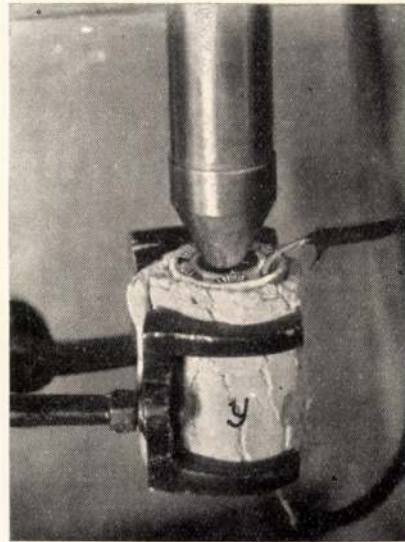
A rezgőberendezés egy magnetostrictios rezgőlemezről (*F*) és a vele összeforrasztott forrasztópákából áll (*G*) (13. ábra). A magnetostrictios rezgőelemet a gerjesztő tekercsekkel és a fűtőberendezéssel a 14–15. ábra szemlélteti. A szükséges egyenáramú előmágnesezést a *H*-val jelzett tekercs szolgáltatja. A munkatekercs négyzögprofilú 6 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű rézdrót: menetszáma 42. Üzem közben a tekercset nem kellett külön hűteni. A magnetostrictios rezgőrúd erős hűtése azonban szükséges annak ellenére, hogy a rezgőrúd hosszanti irányban több helyen felhasított (*X*). Hűtés nélkül a rezgőelem kb. 10 perces üzem után már annyira meleg, hogy rezgőképessége megszűnik. Tekintettel arra, hogy a nikkelt mágneses tulajdonságai még 100° C-on lényegesen nem változnak, lehetségesnek látszik a pákát, illetve rezgőelemet vízzel hűteni és ennek elgőzölési hőjét kihasználni. A rezgőelemet félmagasságig vízzel töltve a hűtés egészen jól bevált, azonban az elforró vízmennyiség egyúttal a rezgőtömeg állandó változását, ezáltal az önrezgésszám elvándorlását vonta maga után. Ezért léghűtést alkalmaztunk, ami egyszerűen az üres henger belsejébe bevezetett rézcsőből állt, melyen keresztül kis kompresszorral levegőt fúvattunk keresztül. Ez elegendő hűtésnek bizonyult.

A páka fűtését nem célszerű a megszokott közvetlen módon végezni mert ezáltal a rezgőtömeg feleslegesen megnövekszik. Ezért a pákát egy kis villamosfűtőtesttel melegítettük (16. ábra) (1), melynek belmérete nagyobb, mint a pákatest átmérője. Így a páka csak hőszugárral melegített. A páka hőmérsékletének pontos beállítására a 11. ábrán látható *E*-jelű toroid transzformátor szolgál.

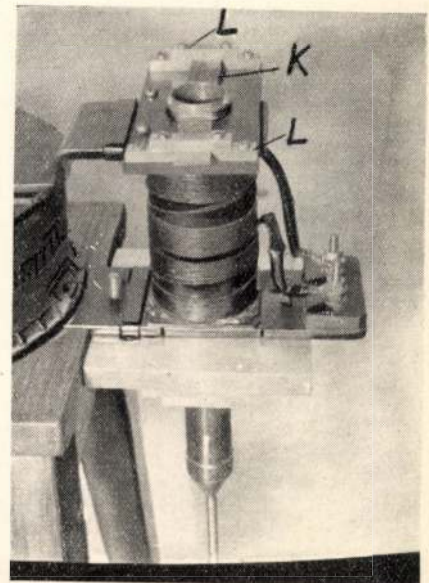
A rezgőelem felfüggesztése először a rezgési csomópontban egy fémgűrű, később gumibetétes fémgűrű segítségével történt. Az így elért intenzitások nem voltak elegendőek jó forrasztás keresztülviteléhez. Ennek az oka az, hogy a rezgőelem egyik oldalán aszimmetrikusan egy újabb tömeggel (páka) terhelt és e miatt nemcsak az alaprezgésszámon, hanem több harmónikuson is rezeg. Ezeknek a rezgéseknek a csomópontjai esetleg éppen az alaphullám maximumaival eshetnek össze, tehát az alaphullámra nézve csomópontot képező felfüggesztési hely a felharmónikusoknak erős csillapítását okozhatja. Ezt a nehézséget úgy oldottuk meg,



15. ábra.



16. ábra.



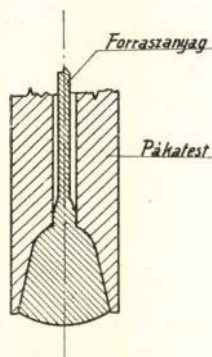
17. ábra.



hogy a teljes rezgőrendszert négy acéllemez segítségével teljesen szabadon függesztettük fel. Így az egész rendszer szabadon rezeghet és a felfüggesztést képező csatolt igen kis tömegek még akkor sem okoznak lényeges elhangolást, ha az egyik felfüggesztési hely (mint esetünkben a felső) a rezgésmaximum helyére esik. Ez a felfüggesztési mód gyakorlati kivitelnél a két lemezrúgó helyett három egymástól  $120^\circ$ -kal elhelyezett húzórugóból áll. A felfüggesztés kiviteli módját a 17. ábra mutatja, a felfüggesztő lemezek ( $K$ -val jelöltek) az alaphoz történő hozzáerősítése az  $L$  helyen történik.

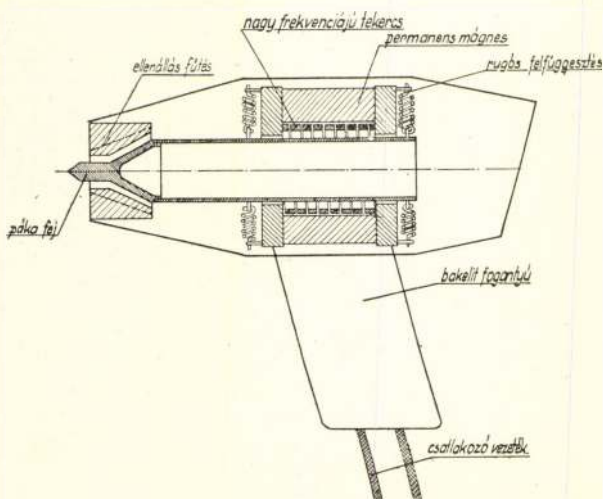
### A lesugárzott energia mérése.

A kísérletek megkezdése előtt szükséges volt a lesugárzott energia mértékéről tájékozódni. A bemenő energiát úgy tudtuk közelítőleg meghatározni, hogy a bemenő áramot és feszültséget közvetlenül mértük és a kettő fázisösszegét oscillográffal határoztuk meg. A kimenő energia mérésére többféle relatív módszert használtunk. Az egyik szerint a rezgőelem valamely pontján vékony karcot ejtettünk, s ezt egy mikroszkóp látómezőjében élesre állítva, rezgő állapotban a vonal megszálesedéséből állapítottuk meg az amplitúdót. Természetesen ez az



18. Felsőüregű pákatest.

eljárás csak akkor pontos, ha a rezgőelem egyetlen frekvencián szinuszosan mozog, és a mérés helye a tényleges amplitúdómaximum helyén van. A már felsoroltak miatt és a mi esetünkben, csak első közelítésben áll fenn, ezért az



18/a. Elektromos páka.

eljárás csak relatív számot ad. Ugyancsak relatív számot ad az az eljárás, hogyha a rezgő rendszer valamelyik pontja köré egy kis tekercset helyezünk el (ami természetesen a rezgőelemhez képest nyugalmi helyzetben van) és a gerjesztett feszültséget mérjük. Legjobban bevált eljárás az volt, amikor a páka végére egy kb. 25 mm átmérőjű alumíniumtárcsát erősítettünk és ezt folyadékba mártva a folyadék mozgásából következtettünk a lesugárzott energiára. Ezt az eljárást kétféle módon alkalmaztuk: az egyik változatban egy főzőpoharat bemártva, annak felekéről visszavert rezgés felhasználásával az ismert módon töleseres végű kapillaris csőben a folyadékoszlop emelkedését vettük mértékegységnek.

A másik változatban valamely vízzel nem elegyedő folyadék (xylol, széntetrachlorid) és víz által alkotott határfelületre gyakorolt sugárnyomás okozta elváltozásokat vettük relatív mértékegységnek. Amennyire a mérések pontossága a következtetést megengedi, a bemenő energia kb. 20%-át sikerült mint hangenergiát lesugározni.

A forrasztópáka és a forrasztandó tárgy érintkező felülete annyira meghatározatlan, hogy felületi energiasűrűséget erre megadni nem látszik egyértelműnek. A páka keresztmetszetére vonatkoztatott energiasűrűség a méréseimnél kb.  $30 \text{ w/cm}^2$  volt. Az energiasűrűség csökkentésével a forrasztás kivitelezhetősége mind nehezebb lesz, és kb.  $15 \text{ watt/cm}^2$ -nél kisebb értéknél hasznavehető forrasztást nem kaptam.

### Tényleges pákakitétel.

Az általánosan használt csúcsos, vagy lapos páka aránylag kis felületen érintkezik a tárggyal, a fémfürdő mérete bizonytalan, azt a rádagolt forrasztóanyag határozza meg. Amennyiben a páka csúcsa nincs fémes kontaktusban a forrasztandó tárggyal, tehát az energiaátvitel útja pákacsúcs — olvadt forrasztóanyag — forrasztandó tárgy; úgy forrasztás nem jöhet létre. Tehát a forrasztáshoz szükséges az, hogy a rezgőelem a forrasztandó tárggyal közvetlenül érintkezzék a folyadékfürdő csak a már oxidmentes felületen hatásos. Az energiának egy definiált térben történő összpontosításának biztosítására és ugyanakkor az energiaátadás minél hatásosabbá tételére a 18. ábrán látható megoldást választottam. A páka üregesen kiképzett és alsó végén fordított harangalakú testet képez. A drótfarmájú forrasztóanyag a páka belsejében van átvezetve és az üregben egy függő cseppet képez. Forrasztáskor így a forrasztandó helyen a páka testét alkotó körgyűrű jó energiaátadású és a belső térben lehelyezett forrasztóanyag (ezáltal a forrasztandó hely) a maximális energiasűrűség helyén van.

A kísérleti berendezésnél a páka helyhez-kötöttsége a használhatóságot igen erősen korlátozta, s ezért ennek kiküszöbölésére a permanens mágnes, a nagyfrekvenciájú tekercs és a rezgőelemű páka a pákafűtőtesttel egy kézi forrasztófejbe zsugorított, melyhez egy bakelitfogantyún keresztül van vezetve az energia (18/a. ábra); így — a páka használhatóságát a kábel hossza szabja meg.

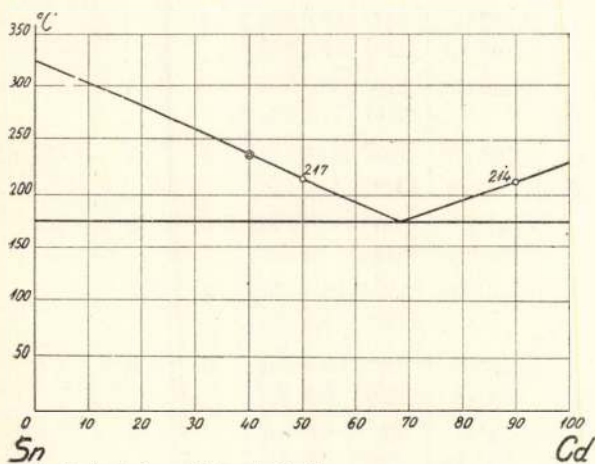


### Forrasztóötvtözetek előállítása.

Célom elsősorban a két alkotós ötvözetek közül kiválasztani azokat a forrasztóötvtözeteket, amelyeknek a jósága, a nyírószilárdsága és a korrozio ellenállása a legmegfelelőbb. Célszerűnek látszik a horgany-cadmium alkalmazása, a horgany az alumíniumba kitűnően diffundál, hátránya azonban, hogy magas olvadáspontú (419° C) és azonkívül szilárd állapotban rideg, az alumínium és a forrasztófém közötti elektromos potenciálkülönbséget csökkenti. *E két főalkotóval, külön-külön ötvözve három forrasztó fémcsoportot vettem vizsgálat alá: mégpedig mindhárom fémcsoportnál először az eutektikus és ettől jobbra és balra közel 30° C-nak megfelelő új ötvözeteket.* A három fémcsoport: ón-cadmium, horgany-cadmium és ón-horgany ötvözetek. A három fémcsoport jelölése I—II—III. és ezekben belül az állapot-ábrákhoz megfelelő összetételeket (ötvtözeteket) 1, 2, 3 stb. jelzésekkel jelöltem.

#### I. Ón-cadmium fémcsoport.

E csoport eutektikumának a 70% Sn 30% Cd összetétel felel meg (Hansen), melynek az ömlési hőfoka 177° C. (Light Metals 1947. II. sze-



19. Ón-cadmium állapot ábrája.

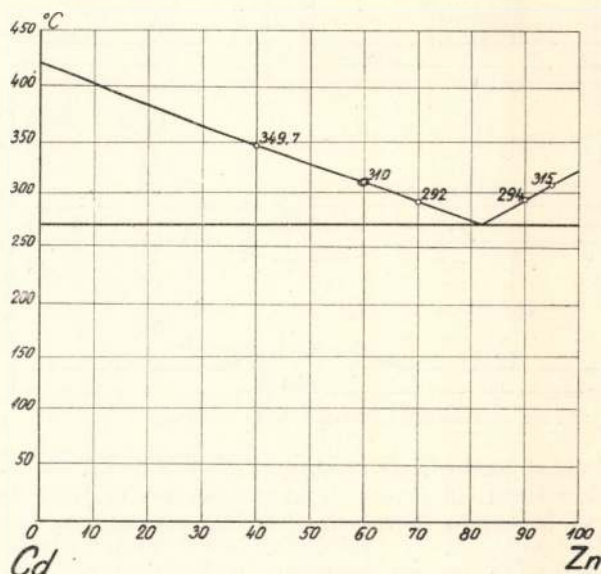
rint 68,9% Sn és 31,1% Cd-t adnak meg.) Az eutektikumnak az 1/1-es jelzést adtam. Az eutektikus ponttól balra előállított 50% Cd és 50% Sn az I/2-es, az eutektikus ponttól jobbra 90% Sn és 10% Cd tartalmú forrasztóötvtözet pedig I/3. jelzést nyert. Az ötvözésnél alkalmazott oldási sorrend: cadmium megömlesztése során adagoltuk az ónt. (19. ábra).

#### II. Horgany-cadmium fémcsoport.

Itt az eutektikumnak a 82,6 Cd, 17,4% Zn felel meg (Hansen) az ömlési hőfok: 265—266° C (L. M. 1947. II. az adatokat 82,3% Cd, 17,7% Zn és 270° C-nak adja meg). Az eutektikum jele II/1. Az eutektikus ponttól balra előállított ötvözetek II/2, II/2× és II/2×× 70% Cd, 30% Zn, 280° C olv. pont, 60% Cd, 40% Zn 295° C olvadási pont és 40% Cd, 60% Zn 310° C olvadási ponttal. Az eutektikus összetételtől jobbra II/3. 90% Cd, 10% Zn 265° C olv. ponttal és II/3×95% Cd, 5% Zn 280° C olv. ponttal. Az alkalmazott oldási sorrend: a Zn megömlesztése után adagoltuk a cadmiumot. (20. ábra).

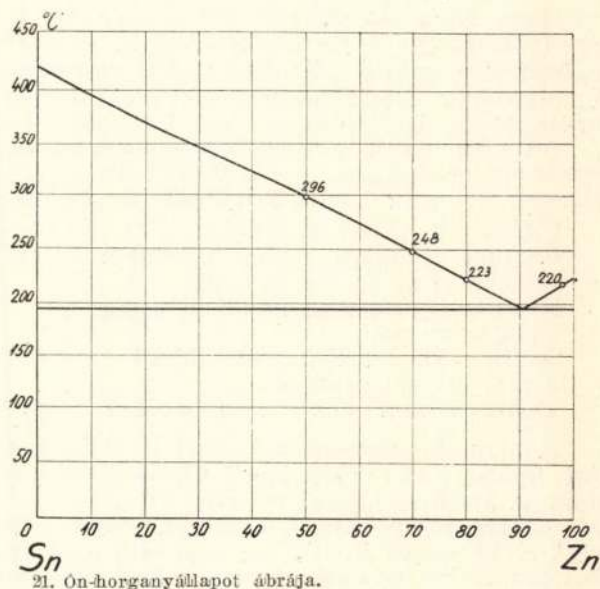
### III. Ón-horgany fémcsoport.

Az eutektikus összetétel 90,5—92 Sn és 9,5—8 Zn százaléknak és 198—199° C-nak felel meg (Hansen). (A. L. M. 1947. II. 90,5% Sn és 9,5% Zn-t és 197° C-t ad meg.) Az eutektikum III/1. jelzéssel az ettől balra eső ötvözeteket III/2,



20. Kadmium-horganyállapot ábrája.

III/2×, III/2××, a jobbra esőket III/3. jelzéssel láttam el. Az állapotábra szerint a Zn tartalom a megömlesztési hőmérsékletet rohamosan emeli. Az alkalmazott oldási sorrend: Zn megömlesztése után Sn adagolás (21. ábra).

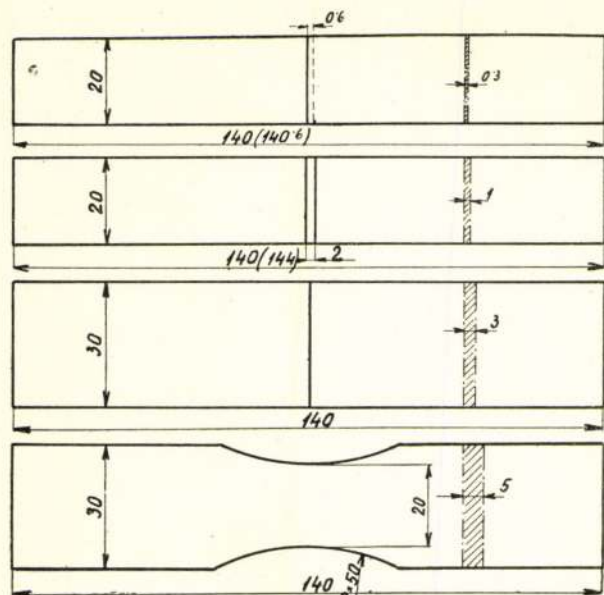


21. Ón-horganyállapot ábrája.

#### A forrasztott anyagok és méretezésük.

A forrasztandó próbatesteket 0,3 mm és 1 mm félkemény alumíniumlemezekből szabtam ki, a tompaforrasztásokra 3, illetve 5 mm vastagságú 30 mm szélességű szalagalumíniumot használtam fel. (A drótok, huzalok, sodratlan, sodrott drótkötelek, valamint az idomdaraboktól egyelőre eltekinttem.) A próbatestek szélesség- és hosszúságméreteinél számításba kellett vennem a kiértékelési pontosságot, ezért





22. Az alkalmazott próbatestek és méretei.

a max. szakítóerő szempontjából 500 kg alatt maradtam, másrészt a korróziós edény, próbatest befogadó méreteihez kellett simulnom. Így alakultak ki a  $0,3 \times 20 \times 140,6$  mm, illetve  $1 \times 20 \times 144$  mm-es méretek, a tompa-forrasztásoknál pedig a  $3 \times 30 \times 140$ , illetve  $5 \times 30 \times 140$  mm-es méretek. (22. ábra).

#### A forrasztási átlapolás méretezése.

A 0,3 mm, illetve 1 mm vastagságú félkemény táblalemezekből kiszabott próbatestnél a kísérletekhez a forrasztási átlapolást úgy méreteztem, hogy az átlapolt forrasztott terület nyírószilárdsága a forrasztott lemez keresztmetszetének szakító szilárdsága alatt maradjon. A félkemény alumíniumlemezek szakító szilárdságát kerekén  $10 \text{ kg/cm}^2$ -nek tételeztem fel.

Az átlapolások így a  $0,3 \times 20 \times 140$  mm szélesség mellett 0,6 mm, az  $1 \times 20 \times 140$  mm-es próbatesteknél pedig 2 mm. Tehát  $0,3 \times 20 = 6 \text{ mm}^2$

$$6 \times 10 = 60 \text{ kg } P_{\text{szakító max.}}$$

$$0,6 \text{ mm átlapolás mellett } 0,6 \times 20 = 12 \text{ mm}^2$$

$$12 \times 5 = 60 \text{ m kg } P_{\text{nyíró max.}}$$

$1 \times 20$  mm próbatest esetében pedig

$$1 \times 20 = 20 \text{ mm}^2$$

$$20 \times 10 = 200 \text{ kg } P_{\text{max}} \text{ szakítóerő}$$

$$2 \text{ mm átlapolás mellett}$$

$$2 \times 20 = 40 \text{ mm}^2 \quad 40 \times 5 = 200 \text{ kg } P_{\text{nyíró max.}}$$

A tompaforrasztásoknál, mert itt a forrasztási felület  $5 \times 30 = 150 \text{ mm}^2$ , illetve  $3 \times 30 = 90 \text{ mm}^2$ , az  $5 \times 30$  szélességi méretet 20 mm-re kellett a szakítógép miatt szűkíteni, ( $5 \times 20 = 100 \text{ mm}^2$ ,  $5 \times 100 = 500 P_{\text{max}}$ ), ezt azonban, mert különleges eltérő eredményt nem adott, kifejtetem a vizsgálat sorából.

A  $90 \text{ mm}^2 \times 5 = 450 \text{ kg } P_{\text{max}}$  nyítóerőt adott, a  $90 \times 10 = 900 \text{ kg } P_{\text{max}}$  szemben.

A méréseket a Műgyetem Mechanikai Technológiai Intézet 500 kg felsőmérésű nagypontosságú szakítógépével végeztem. A gép mérési pontossága a  $\pm 1/1\%$  alatt mozog. A diagrammok felvétele a próbatest nyúlásának szempontjából az áttétel 1:1-nek felel meg, míg a szakító-, illetve nyíróerő leolvasás szempontjából a diagrammerő léptéke

$$1 \text{ mm} = 4 \text{ kg-nak felel meg.}$$

## II. RÉSZ.

### A forrasztótvözetek kísérleti sorrendje.

A forrasztótvözetek kísérleti sorrend szerinti táblázata tartalmazza az alkotók százalékos összetételét az elméleti és az előállításakor mért (zárójelben) megőmlési hőmérsékleteket, (olvadáspontokat). Ugyanitt összeállítottam az előre látható próbatestszükségleteket, amelyek kiterjednek szakító, illetve nyíróerőkre és gyors, valamint permetező korróziós kísérletekre. (I. táblázat.)

1. táblázat

Az előállított ötvözetek és próbatestszükséglet táblázata

	Allapot	Olv. pont	Összetétel %-ban	OB	Ső-permet	Gyors korrózió-próba
I.	1. eutekt.	177 (205)	68,9 Sn 31,1 Cd	3	3	6
	2. 30° C balra	207 (217)	50,0 Sn 50,0 Cd	3	3	6
	3. 30° C jobbra	207 (214)	90,0 Sn 10,0 Cd	3	3	6
II.	1. eutekt.	270 (276)	82,3 Cd 17,7 Zn	3	3	6
	2. 30° C balra	300 (310)	60,0 Cd 40,0 Zn	3	3	6
	3. 30° C jobbra	300 (315)	95,0 Cd 5,0 Zn	3	3	6
III.	1. eutekt.	197 (198)	90,5 Sn 9,5 Zn	3	3	6
	2. 25° C balra	223 (223)	80,0 Sn 20,0 Zn	3	3	6
	3. 25° C jobbra	223 (220)	98,0 Sn 2,0 Zn	3	3	6
Összesen:				27	27	54

A zárójelben lévő hőfokok az ötvözetek előállításakor mért olvadáspontokat jelzik.

### Kaparó eljárással végzett előkísérletek.

A forrasztótvözetek előállítása, majd a próbatestek elkészítése után a forrasztótvözetek forrasztási tulajdonságainak megállapítása miatt gondosan keresztülvitt kaparó eljárással forrasztó előkísérleteket végeztem. Ezeknek a kísérleteknek a táblázata, majd ezt követően minden táblázat tartalmazza a forrasztótvözet kémiai összetételét, jelét, a forrasztott próbatest méreteit, a forrasztási átlapolás mértékét, illetve a tompaforrasztás méreteit, továbbá a próbatestek számát a szakító, illetve nyíróerőket, ezek közép és legnagyobb értékeit valamint a forrasztási tulajdonságokat. Az idevonatkozó második táblázat pedig mindenkor az ugyan-ezen kísérletekhez tartozó szakító, illetve nyírószilárdságokat adja  $\text{kg/mm}^2$ -ban az előbbi táblázati felépítés szerint.



2. táblázat

## Pákával (kaparó eljárás) végzett előkísérletek

Forrasztóvíz	Jele	Lemez-méret	At-lapoldis	Nyíróerő P kg																	Közép érték	Max. érték	Megjegyzés
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Sn'-Cd' 68.9-31.1	I-1	140×20×1	2	68	96	60	36	72	48	62	36	90	74	28	32	44	56	50	38	64	60	96	*
Sn-Cd 50-50	I-2	140×20×1	2	44	28	40	104	32	40	60	32	76	44	38	64	26	42	36	30	70	48	104	*
Sn-Cd 90-10	I-3	140×20×1	2	32	76	92	56	40	96	68	68	68	76	92	48	36	78	68	66	48	68	96	*
Cd'-Zn' 82.3-17.7	II-1	140×20×1	2	38	72	16	28	110	66	126	84	108	90	70	120	78	86	100	36	7	76	126	
Cd-Zn 60-40	II-2	140×20×1	2	76	100	92	48	59	120	88	72	132	97	108	70	64	74	86	122	116	90	132	
Cd-Zn 95-5	II-3	140×20×1	2	46	102	88	37	18	22	100	26	38	13	18	44	114	108	78	90	112	62	114	
Sn'-Zn' 90.5-9.4	III-1	140×20×1	2	148	132	96	88	88	124	96	88	140	132	116	124	88	108	104	92	80	108	148	
Sn-Zn 80-20	III-2	140×20×1	2	122	116	28	18	138	90	56	34	70	120	88	96	36	58	70	86	110	78	138	
Sn-Zn 98-2	III-3	140×20×1	2	36	112	76	48	100	114	28	23	17	34	118	120	88	90	128	78	115	77	128	
Zn-Al 95-5	K	140×20×1	2	88	92	104	84	128	116	136	120	144	112	68	80	120	68	104	112	120	108	144	

\* -gal megjelölt tételek nehezen kötnek.

A tájékoztató kísérletek módot adtak a forrasztóvíz szétválasztására. (II-III. táblázat.) A táblázatokból láthatjuk, hogy az I-1, 2, 3, valamint a III-1-jelű forrasztófémessoportok az alapfémhez (próbatest) való tökéletesen

fémek kötésük és az alacsony nyírószilárdsági adataik miatt nem bizonyultak megfelelőeknek, és így ezeket a további kaparó eljárású forrasztó kísérletekből kihagytam.

3. táblázat

## Pákával (kaparó eljárás) végzett előkísérletek

Forrasztóvíz	Jele	Lemez-méret	At-lapoldis	Nyírószilárdság kg/mm <sup>2</sup>																	Közép érték	Max. érték	Megjegyzés
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Sn'-Cd' 68.9-31.1	I-1	140×20×1	2	1.7	2.4	1.5	0.9	1.8	1.2	1.5	0.9	2.2	1.8	0.7	0.8	1.1	1.4	1.2	0.9	1.6	1.5	2.3	
Sn-Cd 50-50	I-2	140×20×1	2	1.1	0.7	1.0	2.6	0.8	1.0	1.5	0.8	1.9	1.1	0.9	1.6	0.6	1.0	0.9	0.8	1.7	1.2	2.6	
Sn-Cd 90-10	I-3	140×20×1	2	0.8	1.9	2.3	1.4	1.0	2.4	1.7	1.7	1.7	1.9	2.3	1.2	0.8	1.9	1.7	1.6	1.2	1.7	2.4	
Cd'-Zn' 82.3-17.7	II-1	140×20×1	2	0.9	1.8	0.4	0.7	2.7	1.6	3.1	2.1	2.7	2.2	1.7	3.0	1.9	2.1	2.5	0.9	1.8	1.9	3.1	
Cd-Zn 60-40	II-2	140×20×1	2	1.9	2.5	2.3	1.7	1.4	3.0	2.2	1.8	3.3	2.4	2.7	1.7	1.8	1.4	2.1	3.0	2.9	2.2	3.3	
Cd-Zn 95-5	II-3	140×20×1	2	1.1	2.5	2.2	0.9	0.4	0.5	2.5	0.6	0.9	0.3	0.4	1.0	2.8	2.7	1.9	2.2	2.8	1.5	2.8	
Sn'-Zn' 90.5-9.4	III-1	140×20×1	2	3.7	3.3	2.4	2.2	2.2	3.1	2.4	2.2	3.5	3.3	2.9	3.1	2.2	2.7	2.6	2.3	2.0	2.7	3.7	
Sn-Zn 80-20	III-2	140×20×1	2	3.0	2.9	0.7	0.4	3.4	2.2	1.4	0.8	1.7	3.0	2.2	2.4	0.9	1.4	1.7	2.1	2.7	1.9	3.4	
Sn-Zn 98-2	III-3	140×20×1	2	0.9	2.8	1.9	1.2	2.5	2.8	0.7	0.5	0.4	0.8	2.9	3.0	2.2	2.2	3.2	1.9	2.8	1.9	3.2	
Zn-Al 95-5	K	140×20×1	2	2.2	2.3	2.6	2.1	3.2	2.9	3.4	3.0	3.6	2.8	1.7	2.0	3.0	1.7	2.6	2.8	3.0	2.7	3.6	



4. táblázat

## A) Pákával (a kiválasztott fémekkel) végzett kísérletek

Forrasztó- ötívözet	Jele	Lemez- méret	At- lapo- lás	Nyírőerő P k g																	Közép érték	Max. érték	Meg- jegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd—Zn 82.3—17.7	II-1	140×20×1	0.6	8	46	24	42	16	14	28	32	7	13	19	25	25	16	30	19	28	23	46			
Cd—Zn 60—40	II-2	140×20×1	0.6	26	38	26	24	27	32	18	17	12	21	36	28	40	19	27	41	18	26	41			
Cd—Zn 95—5	II-3	140×20×1	0.6	33	18	27	9	19	14	7	18	26	12	27	24	15	18	9	19	27	19	33			
Sn—Zn 80—20	III-2	140×20×1	0.6	36	30	28	18	28	29	35	18	40	32	17	23	28	7	14	19	17	25	40			
Sn—Zn 98—2	III-3	140×20×1	0.6	8	17	24	8	17	26	40	31	26	30	20	16	12	28	36	19	38	23	40			

## B) Pákával való forrasztás táblázata

Forrasztó- ötívözet	Jele	Lemez- méret	At- lapo- lás	Nyírósziárd s á g kg/mm <sup>2</sup>																	Közép érték	Max. érték	Meg- jegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd—Zn 82.3—17.7	II-1	140×20×1	0.6	0.6	3.8	2.0	3.5	1.3	1.1	2.1	2.6	0.5	1.0	1.6	2.0	2.0	1.3	2.5	1.5	2.3	1.9	3.8			
Cd—Zn 60—40	II-2	140×20×1	0.6	2.6	3.1	2.1	2.0	2.2	2.6	1.5	1.4	1.0	1.7	3.0	2.3	3.3	1.5	2.2	3.4	1.5	2.1	3.4			
Cd—Zn 95—5	II-3	140×20×1	0.6	2.7	1.5	2.3	0.7	1.5	1.1	0.5	1.5	2.1	1.0	2.2	2.0	1.5	1.3	0.7	1.5	2.3	1.5	2.7			
Sn—Zn 80—20	III-2	140×20×1	0.6	3.0	2.5	2.3	1.5	2.1	2.4	2.8	1.5	3.3	2.6	1.4	1.9	2.4	0.6	1.1	1.5	1.4	2.0	3.3			
Sn—Zn 98—2	III-3	140×20×1	0.6	0.6	1.4	2.0	0.6	1.4	2.1	3.3	2.5	2.1	2.5	1.6	1.3	1.0	2.3	3.0	1.4	3.1	1.9	3.3			

5. táblázat

## A) Pákával (kiválasztott fémekkel) végzett kísérletek

Forrasztó- ötívözet	Jele	Lemez- méret	At- lapo- lás	Nyírőerő P k g																	Közép érték	Max. érték	Meg- jegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd'—Zn' 82.3—17.7	II-1	140×20×1	2.0	44	28	32	98	130	84	116	48	36	116	136	140	58	72	118	100	76	89	140			
Cd—Zn 60—40	II-2	140×20×1	2.0	136	136	124	120	96	136	128	112	116	142	84	100	100	124	136	80	124	114	136			
Cd—Zn 95—5	II-3	140×20×1	2.0	112	128	48	144	36	100	36	28	76	16	100	48	24	112	20	120	116	73	128			
Sn—Zn 80—20	III-2	140×20×1	2.0	140	64	20	80	64	92	146	140	112	132	112	140	80	140	32	45	76	95	146			
Sn—Zn 98—2	III-3	140×20×1	2.0	52	96	24	100	60	88	96	100	20	68	88	138	132	108	108	32	140	85	140			

## B) Pákával való forrasztás táblázata

Forrasztó- ötívözet	Jele	Lemez- méret	At- lapo- lás	Nyírósziárd s á g kg/mm <sup>2</sup>																	Közép érték	Max. érték	Meg- jegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd'—Zn' 82.3—17.7	II-1	140×20×1	2.0	1.1	0.7	0.8	2.4	3.2	2.1	2.9	1.2	0.9	2.8	3.4	3.5	1.4	1.9	2.9	2.5	1.6	2.1	3.8			
Cd—Zn 60—40	II-2	140×20×1	2.0	3.4	3.4	3.1	3.0	1.9	3.4	3.2	2.8	2.9	3.5	2.1	2.4	2.4	3.1	3.4	2.0	3.1	2.8	3.5			
Cd—Zn 95—5	II-3	140×20×1	2.0	2.8	2.2	1.2	2.8	0.9	2.9	0.9	0.7	1.9	0.4	2.5	1.0	0.6	2.8	0.0	3.1	2.9	1.7	2.9			
Sn—Zn 80—20	III-2	140×20×1	2.0	3.5	1.6	0.5	2.0	1.6	2.3	3.6	3.5	2.8	3.3	2.8	3.5	2.0	3.5	0.8	1.1	1.9	2.3	3.5			
Sn—Zn 98—2	III-3	140×20×1	2.0	1.3	1.4	0.6	2.5	1.5	2.2	2.4	2.5	0.5	1.7	2.2	3.4	3.3	2.7	2.7	0.9	3.5	2.1	3.5			



6. táblázat

## A) Pákával, a kiválasztott fémekkel (tompá) végzett kísérletek

Forrasztótvözet	Jele	Lemez-méret	Átlapolás	S z a k í t ó e r ő P k g																	Közép érték	Max. érték	Megjegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd'-Zn' 82,3-17,7	II-1	140×30×3	30×3	182	88	244	90	60	80	84	100	86	300	98	136	164	98	200	235	260	147	300			
Cd-Zn 60-40	II-2	140×30×3	30×3	88	416	152	160	233	304	90	180	430	300	320	217	80	270	320	100	120	222	430			
Cd'-Zn 95-5	II-3	140×30×3	30×3	320	256	90	147	136	290	160	240	360	247	180	80	220	300	186	120	96	208	360			
Sn-Zn 80-20	III-2	140×30×3	30×3	144	388	296	24	92	38	160	300	260	37	278	340	390	220	212	90	88	186	388			
Sn-Zn 98-2	III-3	140×30×3	30×3	272	400	384	300	264	362	308	260	350	260	278	360	410	320	268	340	318	321	410			

## B) Pákával való forrasztás táblázata

Forrasztótvözet	Jele	Lemez-méret	Átlapolás	S z a k í t ó s z i l á r d s á g kg/mm <sup>2</sup>																	Közép érték	Max. érték	Megjegyzés		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Cd'-Zn' 82,3-17,7	II-1	140×30×3	30×3	2.0	0.9	2.6	1.0	0.6	0.8	0.9	1.1	0.9	3.3	1.8	1.5	1.7	1.1	2.2	2.6	2.8	1.6	2.8			
Cd-Zn 60-40	II-2	140×30×3	30×3	0.9	4.6	1.7	1.6	2.5	3.3	1.0	2.0	4.7	3.3	3.5	2.4	0.8	3.0	3.5	1.0	1.3	2.4	4.7			
Cd-Zn 95-5	II-3	140×30×3	30×3	3.5	2.7	1.0	1.6	1.5	3.2	1.8	2.6	4.0	2.7	2.0	0.8	2.4	3.3	2.0	1.3	1.0	2.2	4.0			
Sn-Zn 80-20	III-2	140×31×3	30×3	1.3	4.3	3.2	0.2	1.0	0.2	1.7	3.3	2.8	0.3	3.0	3.5	4.0	2.6	2.3	1.0	0.9	2.0	4.3			
Sn-Zn 8-2	III-3	140×30×3	30×3	3.0	4.4	2.0	3.3	2.9	4.0	3.3	2.8	3.7	2.8	3.0	4.0	4.5	3.5	2.9	3.7	3.5	3.3	4.5			

## A kiválasztott forrasztótvözetekkel megismételt forrasztások.

A forrasztási szórások szűkítése miatt a kiválasztott szűkebbkörű forrasztótvözetekkel háromféle próbatettípuson, mégpedig 0,3 mm és 1 mm lemezvastagságú próbatesteken átlapolási és a 30×3 mm vastagságú alumíniumszalaganyagon pedig tompaillesztésű forrasztásokat végeztem. Minden esetben kaparóeljárással a lehető legnagyobb gondossággal kivitelben. Az 1 mm-es vastagságú és 2 mm átlapolású próbatesteken összehasonlítási alapon korroziós vizsgálatokat is végeztem. A forrasztások eredményeit a IV.—V. és a VI. táblázatok foglalják össze. A nagyszámú forrasztások azzal a tapasztalattal szolgálták, hogy legmegfelelőbb a kísérleteket az 1 mm vastagságú és 2 mm átlapolású próbatestekkel folytatni, mivel ezek értékei úgy a 0,3 mm-es, valamint a 30×3-as vastagságú alumíniumszalag forrasztási értékeihez igen közel esnek. Így azután a további kísérleteket

az 1 mm vastagságú és 2 mm átlapolású 40 mm<sup>2</sup> forrasztási területű próbatestekkel végeztem. Az egyidőben elvégzett korroziós vizsgálatok csak egyes esetekben adtak biztató értékeket és pedig a II-2-jelű forrasztótvözetnél (60% Cd-40% Zn) 16 órás korrozió (3% NaCl és 0,1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) majd ezután 12 órás desztillált vízben való tartás a korrozió előtti 2,8 kg/mm<sup>2</sup> nyírószilárdságot csak 2,4 kg/mm<sup>2</sup>-ra rontotta le. A III-2-jelű próbatestnél a kénsavas oldat (2%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+12 óra desztillált víz) az eredeti 3,6 kg/mm<sup>2</sup> nyírószilárdságot 2,9 kg/mm<sup>2</sup>-ra rontotta. A „K”-jelű próbatestnél a nyírószilárdság 2,7 kg/mm<sup>2</sup>-ről 0,3 kg/mm<sup>2</sup>-ra (perhidrátos oldat), sósavat oldatban pedig 1,1 kg/mm<sup>2</sup>-ra csökkent. Ezek a próbatestek esekély támpontot adnak a korroziós vizsgálatokra vonatkozólag, mivel csak 1-1 próbatest maradt meg a korrozió alávetett próbatestekből, a többi részben a korrozióedényben, vagy a kivétel után kézzben, vagy a szakítógépbe való befogadaskor széttrtek.

(Folytatjuk.)

„Mindenért, ami ebben az országban politikai, gazdasági, kulturális téren történik, mi vagyunk a felelősek. Minél jobban átérezzük ezt a felelősséget, minél jobban áthatja ez a felelősségérzet mindennapi munkánkat, annál jobban tudjuk elvégezni a reánk háruló feladatokat.”

(R á k o s i)



# Timföldhidrátszuszpenziók szemcsevizsgálata

DR. EVVA FERENC okl. vegyészmérnök

669.712:541.182

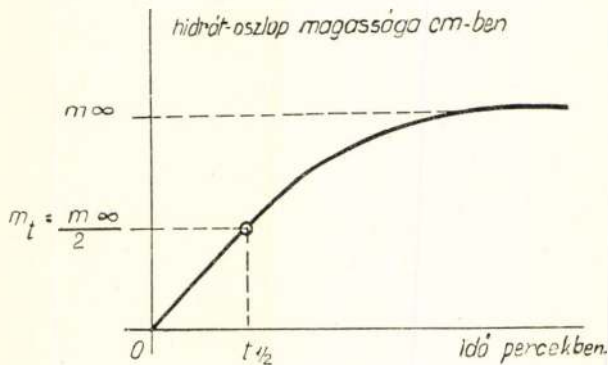
## Зернистая проверка суспензии глинозема-чибрата.

Автор ссылается на две раньше изданные сообщения, в которых описуется определение заводских раз-пределений глинозема-гидрата.

Настоящий способ предлагает упрощенную возможность на определение прочности заводского глинозема-гидрата, и одновременно описывает влияние об-щечной прочности на усадочное время.

Author refers to his former articles about the determination of size distribution curve of alumina hydrate suspension. Present article describes the determination of density of alumina hydrate. Moreover the author discusses the effect of volumetric density on the time of sedimentation.

Az előző két közleményben (1., 2.) beszámoltam egy ülepitési módszerről és számításról, melynek segítségével az üzemi timföldhidrát szemcseelosztási görbéje aránylag egyszerűen határozható meg.



1. ábra.

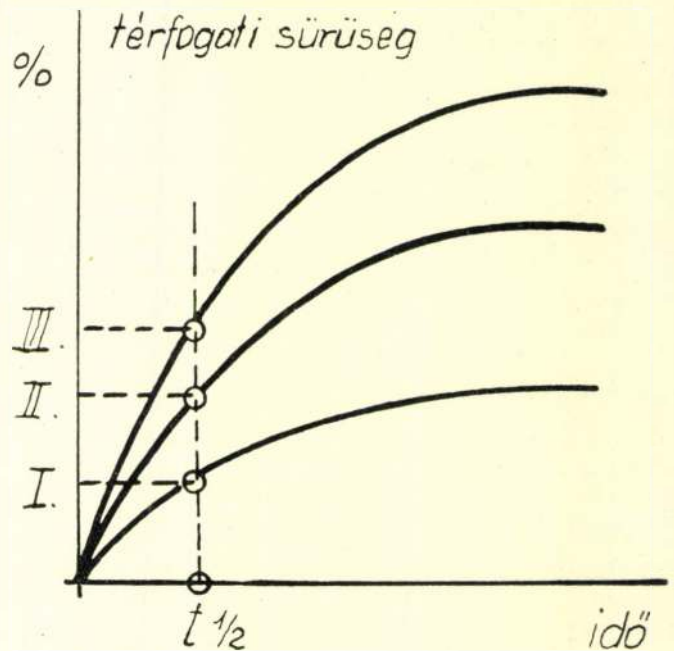
A módszer a Stokes-törvényen alapszik, mely szerint az ülepedési idő:

$$t = \frac{\eta \cdot (h - m_i)}{0.0131 \cdot (s - s_f) \cdot k} \quad 1)$$

ahol

- $t$  = az ülepedési idő percekben,
- $\eta$  = a folyékony fázis viszkozitása cP-ben,
- $h$  = a szuszpenzió magassága az ülepitőcsőben cm-ben,
- $m_i$  = a hidrátoszlop aktuális magassága  $t$ -időpontban cm-ben,
- $s, s_f$  = a timföldhidrát, illetve a folyékony fázis sűrűsége g/cm<sup>3</sup>-ben,
- $k$  = konstans, melynek értéke a szuszpenzió térfogati sűrűségétől függ.

A timföldhidrát sűrűségét az első kísérlet-sorozatoknál azonosnak vettem a hidrargillit sűrűségével mivel üzemi viszonyok között az irodalmi adatok szerint túlnyomóan ez a kristályforma képződik. A hidrargillit sűrűsége Fricke és Severin szerint (3.) 2.42 g/cm<sup>3</sup>.

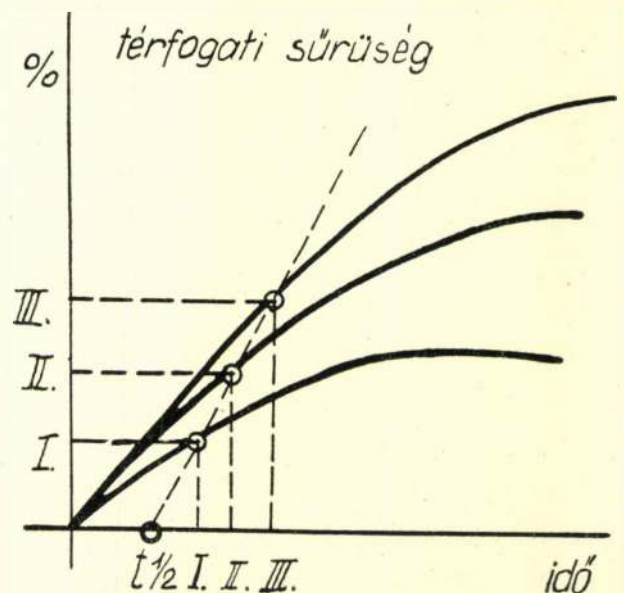


2/a. ábra.

A  $k$  sűrűségi állandó értékét a Kermaek, Mc Kendrick és Ponder kísérleti eredményeiből empirikusan számított egyenletekkel határozta meg (4).

A módszer további tökéletesítéséhez tartozott tehát, hogy a fenti két tényezőt is kísérleti úton határozzam meg a jelen kísérleti viszonyoknak megfelelőleg.

Mivel a módszer pontossága mintegy 5%, elegendő a sűrűséget két tizedes pontossággal ismerni. E célból alkalmasnak látszott az irodalomból ismeretes módszer, mellyel szilárd

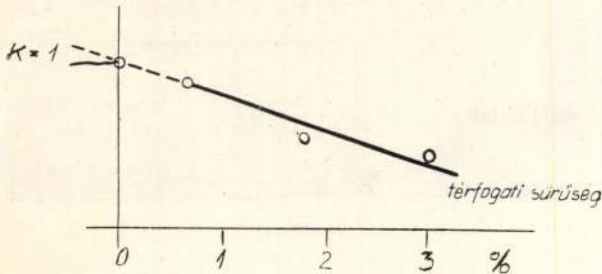


2/b. ábra.



testek sűrűségét szoktuk meghatározni. Hogy jobb átlagértékeket nyerjek, piknométer helyett normállombikban végeztem a mérést. Természetesen ismerni kellett a vizsgált timföldhidrát nedvességtartalmát is.

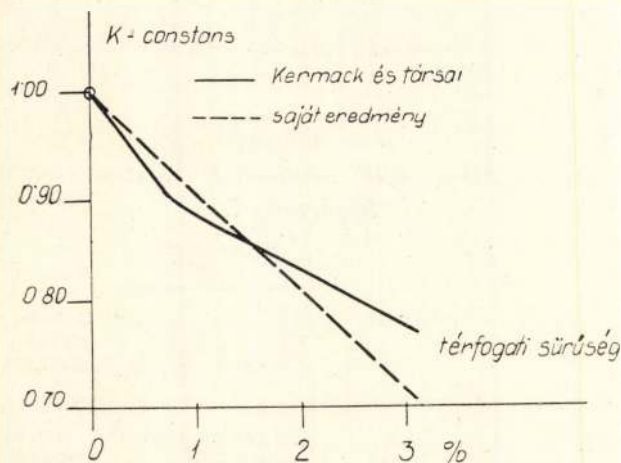
A mérést a következőképpen hajtottam végre: Lemértem a 100 cm<sup>3</sup>-es lombikot üresen



3. ábra.

( $m_1$ ). Ezután a  $n$  lombikot ismert nedvességtartalmú hidráttal töltöttem meg nyakig, s lemértem így ( $m_2$ ). Harmadszor a hidrátot tartalmazó  $n$  lombikba desztillált vizet töltöttem jelig, a légbuborékokat vákuummal eltávolítottam s így mértem meg ( $m_3$ ). Utoljára a  $n$  lombikot kiürítettem, desztillált vízzel kiöblítettem, majd megtöltöttem jelig. Az így nyert súly volt  $m_4$ . A sűrűség  $s = m/V$  g/cm<sup>3</sup>. Az  $m = /100 -$  nedvességszázalék ( $x/m_2 - m_1$ ). A hidrát, helyesebben a hidrát által kiszorított víz térfogata  $V = m + m_4 - m_3$ .

Ezzel a módszerrel két üzemi hidrátmintát vizsgáltam meg. A durvább szemcséjű hidrát sűrűsége 2,26, míg a finomabb szemcsés oltóhidráté: 2,17 g/cm<sup>3</sup>-nek adódott. Ez arra mutat, hogy a hidrargillitől eltérő kristályfajták is vannak kisebb mértékben jelen, melyeknek sűrűsége kisebb, mint a hidrargillité. A vizsgált hidrát sűrűségét ilymódon esetről-esetre meghatározhatjuk.



4. ábra.

További feladat volt a  $k$ -konstans meghatározása a timföldhidrát és aluminátlúg szuszpenzió esetén. E célból ismert timföldhidráttal és aluminátlúggal (170–180 g/l össz. NaOH) ismert térfogati sűrűségű szuszpenziókat állítottam elő s ezeket ugyanazzal az aluminátlúggal megfelelően hígítottam. Így azonos szemeseeloszlású, de különböző térfogati sűrűségű

szuszpenziókat állítottam elő, melyeknek üleptési idejéből a  $k$ -konstans értéke kiszámítható különböző térfogati sűrűségeknél. A  $k$  konstans értéke 1. szerint:

$$k = \frac{\eta \cdot (h - m_1)}{0.0131 \cdot (s - s_f) \cdot t} \quad 2)$$

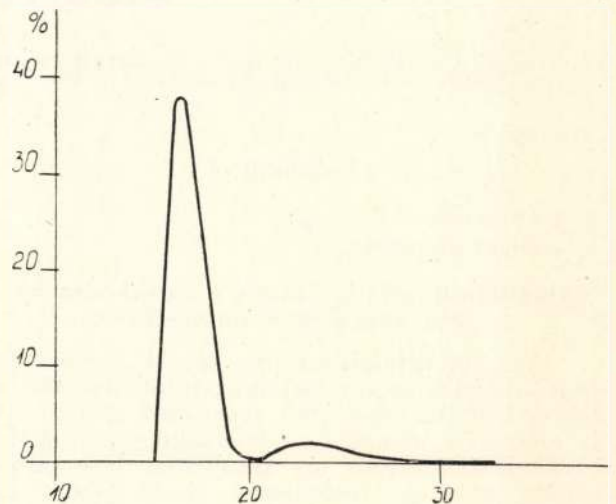
Innen minden adat ismeretes, kivéve az ülepedési időt. Ezt az üleptési kísérletekből határoztam meg. Azt az időpontot vettem alapul, mikor az összhidrátnak éppen a fele ülepedett le. E célból ismerni kellett a hidrátoszlop magasságát az ülepedés befejezése után.

(Jelöljük ezt az értéket  $m_\infty$ -el, ennek fele  $m_\infty / 2$  s a neki megfelelő ülepedési időpont az ülepedési görbéből olvasható le (1. ábra).

Ha az ülepedés ideje nem függene a térfogati sűrűsétől, akkor azonos szemeseeloszlású szuszpenzióknak azonos ülepedési idővel kellene rendelkezniük. Valójában azonban minél sűrűbb a szuszpenzió, a szemcsék annál jobban akadályozzák egymás ülepedését, s így a sűrűbb szuszpenziók azonos szemeseeloszlás mellett is hosszabb ideig ülepednek (2/a és 2/b ábrák).

A  $t_{1/2}$  ülepedési idő felel meg az ideális Stokes-törvénynek megfelelő ülepedésnek. Ekkor  $k = 1$ .

Mivel a kísérleti körülményeket nem lehet mindig pontosan azonosra beállítani, a 2/b ábrán vázolt mód helyett a  $k$  értékét célszerű úgy meghatározni, hogy a 2. képlet segítségével minden egyes térfogati sűrűségnél kiszámítjuk a  $k$  értékét s a két értéket grafikusán ábrázoljuk. Így különböző pontokat nyerünk melyeket összekötve egy egyenest kapunk. Ezt meghosszabbítva, az  $y$ -tengellyel szolgáltatott metszéspontja adja a  $k = 1$  értéket, melynek segítségével a különböző térfogati sűrűségekhöz tartozó  $k$ -értékek meghatározhatók (3. ábra).



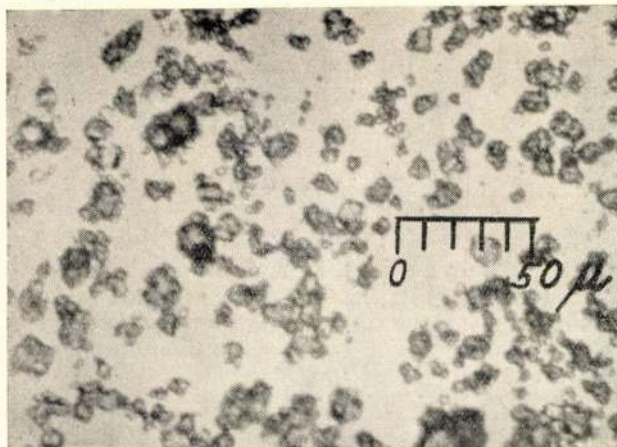
5. ábra.

Huszonöt üleptési kísérlet középértékeként 0,5 és 3% térfogati sűrűségek között érvényes a következő képlet:

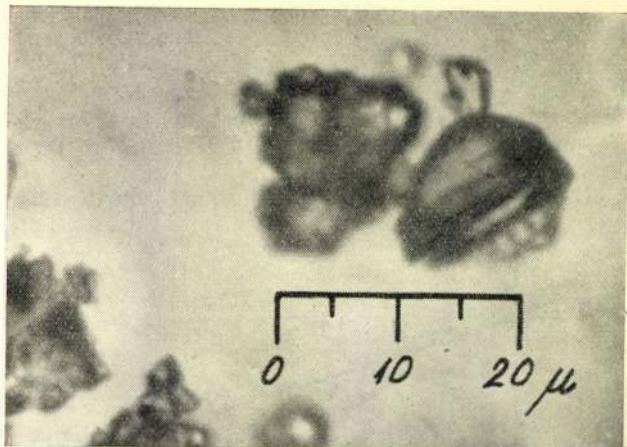
$$k = 1.00 - 0.096 \cdot s \quad 3)$$

ahol  $s$  a térfogati sűrűség százalékban. A 3) képlet és Kermack és társai eredményeit hasonlítja össze a 4. ábra.





6. ábra.



7. ábra.

A sűrűségnek és a  $k$ -konstansnak a kísérleti körülményeknek megfelelő meghatározása a módszer teljesítőképességét növeli, s a szemcsék átmérőjének abszolút értékére is elég jó eredményeket ad. Erre mutat a szemcseeloszlási görbének mikrofotografikus úton való ellenőrzése.

Az 5. ábra szolgáltatja egy üzemi hidrát-minta szemcseeloszlási görbéjét a tárgyalat ülepítési módszerrel meghatározva, míg a 6. és 7. ábra ugyanennek a timföldnek mikrofotografias képét mutatja 300. illetve 1350-szeres össznagyításnál. (5., 6. és 7. ábra.)

A mikrofotografiaiak szerint kisebb szemcsék is előfordulnak, mint amekkorákat a szemcseeloszlási görbe kimutat. Ezt a körülményt és okát már az első közleményemben tárgyaltam.

Így itt újból nem akarok rá kitérni. Ennek ellenére az egyezés a mikrofotografiaiak és az ülepítési eredmények között kielégítőnek mondható.

### ÖSSZEFOGLALÁS.

A szerző utal a két korábbi közleményre, melyek az üzemi timföldhidrát szemcseeloszlásának meghatározását írja le ülepítési módszer segítségével. E munka egy egyszerű módot ad meg az üzemi timföldhidrát sűrűségének meghatározására, egyúttal tárgyalja a térfogati sűrűségnek a befolyását az ülepedés idejére.

### IRODALOM:

1. Evva: Alumínium 1950. (6). 148.
2. Evva: Alumínium 1950. (7). 168.
3. Fricke és Severin: Z. anorg. Chem. 1932. (205). 288.
4. Tarján: Magyar Technika 1948. (6). 82.

## Nedvesedés és adszorpció az alumínium elektrolízisénél

Professzor dr. A. J. Bjelajev „Fizikai és Kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisénél” című könyvéből

Összeállította: MAJOR GABRIELLA

(Folytatás.)

Габриелла Майор:  
Краткое изложение.

### Alkálifémfluoridok hatása a krolit-olvadék — szén nedvesedési határszögére.

Az alkálifémfluoridok közül kriolithoz való adagolás szempontjából mindenekelőtt a KF és LiF jön tekintetbe, mert ezek csökkentik az elektrolit olvadási hőmérsékletét. Különböző alkálifluoridok és alkálifluorid tartalmú kriolit olvadék nedvesítési határszögét és cseppformáit a 8. ábrán láthatjuk. Fluoridokká változnak az alkáli fémek oxidjai is kriolit hatására (70, 84, 85).

Legnagyobb nedvesítési határszöggel a LiF rendelkezik, majd a NaF következik, végül a KF.

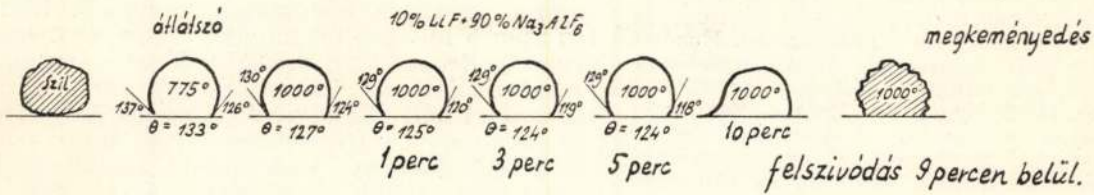
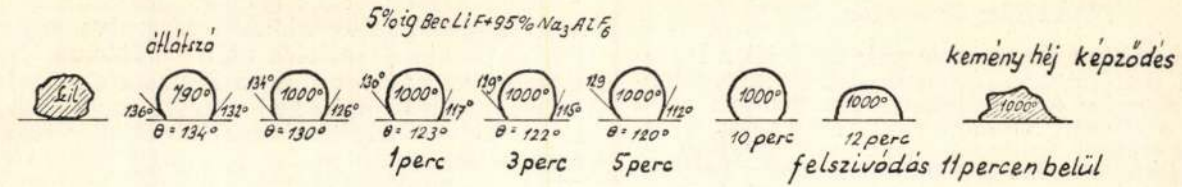
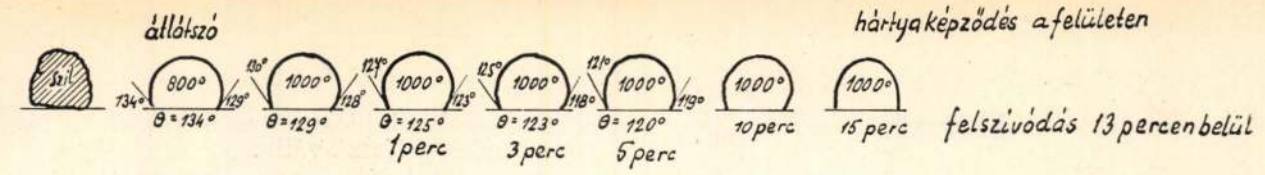
Megfigyelhető, hogy a LiF kriolithoz való adagolása nem növeli a nedvesítést, vagyis felületileg nem aktív anyag és az  $AlF_3$ -hoz hasonlóan a csepp levegővel határos részén

4. sz. táblázat.

### A $Na_3AlF_6$ MeF olvadékok nedvesítési határszögei.

Az olvadék összetétele	$\theta$ nedvesedési határszögfokok					A csepp élet-tartama másod-percekben
	Olvadási hőfokon	1000 <sup>o</sup> -nál	1000 <sup>o</sup> -on 1' után	1000 <sup>o</sup> -on 3' után	1000 <sup>o</sup> -on 5' után	
LiF . . . . .	134	129	125	123	120	900
5% LiF+95% $Na_3AlF_6$ . . . . .	134	130	123	122	120	720
10% LiF+90% $Na_3AlF_6$ . . . . .	133	127	125	124	124	720
NAF . . . . .	75	—	—	—	—	60
5% NaF+95% $Na_3AlF_6$ . . . . .	132	128	112	105	80	630
10% NaF+90% $Na_3AlF_6$ . . . . .	115	111	108	101	61	600
KF . . . . .	49	—	—	—	—	6
5% KF+95% $Na_3AlF_6$ . . . . .	114	113	109	103	45	510
10% KF+90% $Na_3AlF_6$ . . . . .	109	108	107	82	16	360
$Na_3AlF_6$ . . . . .	135	134	133	117	110	690





8/a sz. ábra.

halmazodik fel. A levegővel való hosszas érintkezés folytán hidrolizál ( $\text{Li}_2\text{O}$ ) és a csepp külső kemény kérgét képezi. A NaF és KF mint már említettük felületileg aktív anyagok, minek folytán a szénen szelektíve adszorbeálódnak. A magyarázatát, hogy a különböző alkáli fluoridok miért nem csökkentik egyforma mértékben a felületi feszültséget, szén és kriolit olvadék határán, ezen vegyületek szerkezetében kell keresnünk.

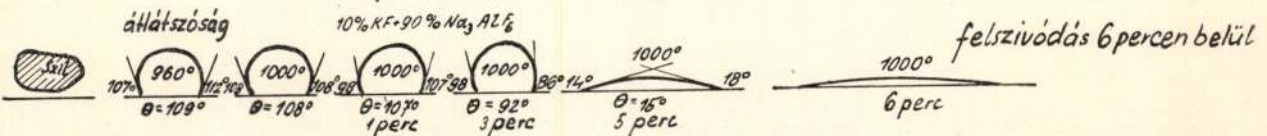
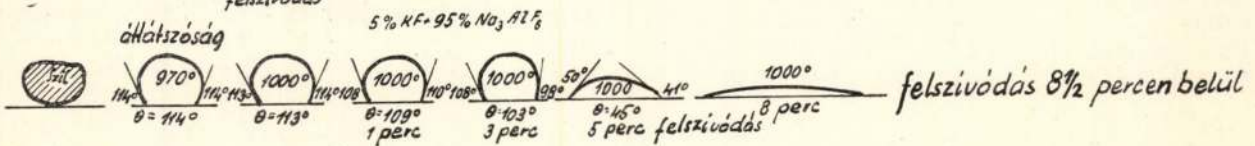
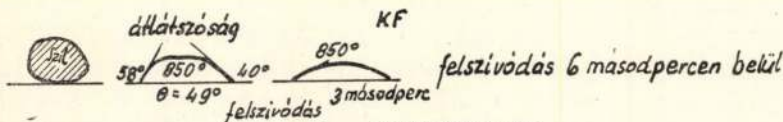
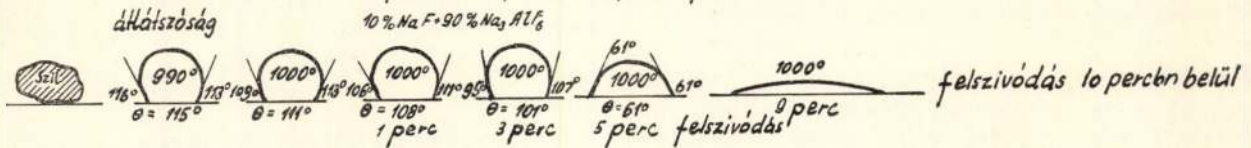
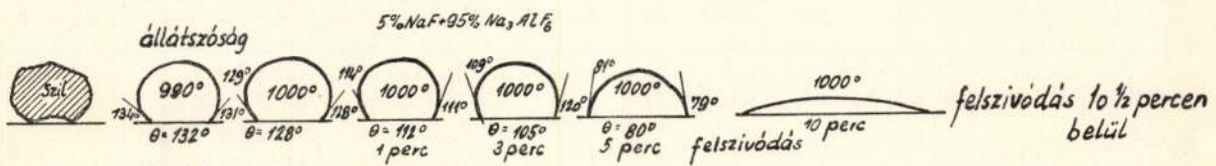
Az 5-ik sz. táblázat szemlélteti, hogy a nedvesítési határszög milyen mértékben függ a kation rádiuszától. Az ionrádiusz növekedtével ugyanis feltételezhető, hogy a felületi rétegben az ionok száma csökken. Ebben az esetben a határréteg a belső molekulák és ionok által

kisebb vonzásnak van kitéve, következésképpen csökken a felületi feszültség.

5. sz. táblázat.

Az alkálifémek fluoridjai nedvesítési határszögének függése a kation rádiuszától.

Fluorid	$\theta$ nedvesítési határszög olvadási hőmérsékleten fokokban	A kation rádiusza Goldschmidt szerint Å
LiF	134	0,78
NaF	75	0,98
KF	49	1,33
RbF	—	1,49
CsF	—	1,65



8/b sz. ábra Kryolith csepp és nedvesítési határszög változása alkáli fém fluoridok hatására.



## Hírek

### Timföldgyár avatás.

Hároméves tervünkben vette kezdetét a Duna-völgyi timföldipar gyártelepének felépítése, melynek befejezése és üzembehelyezése fokozott munkával a kitűzött idő előtt most vált valóra. A hatalmas méretű építkezés már ez év tavaszán befejeződött, azonban a felállított gépek próbája, üzembe helyezése, még néhány hónapot igénybe vett. Az üzemet most november 2-án bensőséges ünnep keretében avatták fel Almásfüzitőn. Európa legnagyobb termelő képességű timföldgyárának avatásán résztvett Rónai Sándor, az Elnöki Tanács elnöke, Gerő Ernő, Vas Zoltán, Zsöfönyec Mihály miniszter elvtársak. A kormány tagjai ezzel a nagyszámú jelenléttükkel is bizonyítani kívánták, népgazdaságunk jelentős és reprezentatív ipari műalkotásának üzembehelyezését.

Az ünnepségen Gerő Ernő miniszter avatóbeszéde jelentőségteljes, és lélekemelő volt, mely kidomborította népgazdaságunk nagy áldozatkészségét, hogy ezt a nagyméretű korszerű gyárat, világviszonylatban is rövid idő alatt üzembe lehetett helyezni.

Gerő Ernő kiemelte azt is, hogy a szovjet szakemberek részvételével, valamint a Szovjetunió messzemenő támogatásával lehetett elérni ezt a szép eredményt.

Az ünnepség többi szónokai is mind hasonló értelemben nyilatkoztak, és méltatták a nap nagy jelentőségét, mely a bauxitot feldolgozó hazai iparunkban is forduló pontot jelent.

Egyesületünket az ünnepségen Alumínium Szakosztályunk főtitkára: Dobos György képviselte és résztvett számos tagtársunk is.

Dr. Gedeon.

## Levelsláda

### 20. Kérdés.

Üzemünk fröcessajtolás segítségével különböző szinalumíniumból készült készárukat állít elő. A darabokat a szebb külső érdekében eloxálni és színeznünk kívánjuk. Az eloxálás alkalmával a fényes felületű, fröccsentve sajtolt darabok foltosakká válnak és felületük meghibásodik.

Kérdezzük, hogy a kikészítésnél fellépő szépség hibák kiküszöbölésének mi a módja?

### Felelet.

Általában a fröcessajtolással előállított darabok felülete eredeti állapotában eloxálásra nem megfelelő. A fröcessajtolásnál — az anyag igen erős igénybevétele következtében — durva, szálkás kristálystruktúra keletkezik. Ezt a durva kristályszerkezetet az eloxálási folyamat előhívja, továbbá a fröcessajtolt tárgyak felülete a vasszerszámoktól a művelet közben fellépő nagy igénybevétel és hőfok következtében vassal is ötvöződik. Eloxálás közben a sav hatá-

sára a vasaluminidek kimaródnak és a tárgy pórussá és foltossá válik.

Ezek a hibák csak igen gondos munkamennettel küszöbölhetők ki. A fröccsentve sajtolt tárgyak felületét sajtolás után simításnak (vasalásnak) kell alávetni, és az anyagot e művelet közben erősen igénybe kell venni, hogy a durva, szálkás kristályszerkezet legalább részben összeroncsolódjék és finomabb kristályszerkezet keletkezzen. A simítási művelet minden esetben a sajtolás irányára merőlegesen végezendő. Simítás után a hidegen megmunkált tárgyakat gondosan polírozni kell, miközben óvatos munkamennet mellett az összes felületi karcokat és hibákat el kell tüntetni. A csiszolás és polírozás alkalmával a fröccsentve sajtolt tárgy felületén lévő kemény vasaluminid kristályszerkezeteket eltávolítjuk. Tekintettel arra, hogy a kemény vasaluminidek a lágy alumíniumalapot csiszolás és polírozás közben könnyen felsérthetik, a csiszolásnak és polírozásnak bő kenőanyag felhasználása mellett kell történnie. Az utolsó polírozási művelet tiszta rongykorongon történjék.

Kielégítő eredménnyel csak az ilyként mechanikusan előkészített tárgyak eloxálhatók.

A megfelelően előkészített fröccsentve sajtolt darabokat megszokott kénsavas eloxálásnak vetjük alá. Tekintettel azonban arra, hogy a fröccsentve sajtolt tárgyak falvastagsága aránylag csekély (általában 0,2—0,5 mm között van), az eloxálást célszerű 10—15 perc időtartamra korlátozni. Ez esetben kb. 8—12 mikron vastagságú eloxált réteget kapunk, amely réteg utólagos festékfelvétel szempontjából eléggé vastag (a színezés tartós és egyenletes lesz). Hosszabb ideig tartó eloxálás esetén a savas fürdő maró hatása túlságosan érvényesül és előhívja az alapanyag durva, szálkás szövetét, minek során a felület foltos lesz.

Mivel azonban köztudomású, hogy minél vastagabb az oxidréteg, annál megbízhatóbb a festékalap, a fröccsentve sajtolt tárgyaknál meg kell találni azt a középutat, amikor még a felület hibátlan, de az oxidhártya már kellő festékfelszívóképességgel rendelkezik.

A gyakorlat azt mutatta, hogy a 6 mikron feletti oxidhártyák már időállóan és kopásmentesen festhetők.

## Helyreigazítás

**Hibaigazítás.** Az „Alumínium“ 10. számában megjelent Szakál Pál cikkének 250. oldala, baloldali hasábjában, felülről számított 30. sorában: *bromnál* helyett „*bórnál*“-t kell helyesen olvasnunk.

Szerkesztőség.

## ALUMINIUM

Felelős szerkesztő: Heinrich József. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat Vezérigazgatója. Szerkesztőség: V. Szalay-u. 4. Telefon: 129—696. — Kultúra Nyomda VIII., Conti-u. 4. Felelős nyomdavezető: Heitter Imre



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉM-KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

17—19. sz.

**Tömörítő készülék természetben előforduló szemcsés, vagy mesterséges úton előállított szemcsés anyagok vizsgálatára**

LÁNYI BÉLA, JAKAB JÓZSEF, EKKER ANTAL

620.05

Концентрационный прибор для испытания материалов, находящихся в природе в зернистообразном виде, или же изготовленных искусственным путём.

Бейла Лани, Йожеф Якаб и Антал Еккер:

**Заклучение.**

Венгерский Институт Исследования Алюминия и Лёгких Металлов обеспечивает ниже следующие преимущества для „концентрационного прибора“ предусмотренного в ниже uvedенной чертеже № 1:

- 1) Ускорение масс вертикального направления.
  - 2) На одном участке движения (в одном периоде), можем регулировать в прочных мечах равномерное движение направленное в верх для всех масс, как для посудынаполненных в неё зёрна, а для направления в низ, ускорение резервуарной посуды упругой силой можем менять в широких пределах. На чертеже отмеченная буквой „б“ коленчатая ось, с учетом и её противоположного действия, движение направленное в верх ускоряется, а движение направленное в низ стаётся более равномерным.
  - 3) Концентрирование зёрнообразного материала можем проверять с одной стороны по толчкам с понижением уровня. С другой стороны, если через выбратор просасываем воздух, тогда из изменимого сопротивления воздуха делаем заключение концентрации.
  - 4) В пропорции пружинного напряжения и числа толчков, в том случае если контролируем число толчков счётчиком оборотов — можем отразить на чертеже концентрацию материала.
- Если сучковатый биск (б) подгоняется моторной трансляцией (трансмиссией), тогда например фотографируя дифференциал измерительными приборами, можно наблюдать степень прописания воздуха. Прибор № „А“ считается прецизионно лабораторным прибор № „б“ с вперед зарегулированной пружины и длиной толчка, служит для цеховых испытаний.

**Setting Machine for the examination of natural and artificial granular materials.**

The setting machine of the Hungarian Alum. & Lightmetal Research Institut has the following advantages:

1. The acceleration of masses is vertical.
  2. In one period every mass i. e. vessel + granules filled into it, rises at a constant speed.
- On the way down, however, the acceleration of the vessel can be changed in a wide scale by spring-force.

With the reversed application of the nozzle axis, the character of the motion will be reversed accordingly.

3. The setting of the granular material can be examined in the periods partly by the sinking of the surface, partly by the change in the diffusing capability of the dust in the vibrator, as related to air or other gas.

4. The setting of material can be registered in the function of the spring force and by controlling the number of stroke, with turntimer. If the nozzle is driven by (motor) transmission, the size of transmitting of air can be registered with photograph differencial manometers.

Apparatus A is a precisiou laboratory machine, while apparatus B, with a forward stained spring and stroke, is for industrial analysis.

A címben megjelölt anyagoknál egyrészt a litersúly megállapítására, másrészt különböző szemcsenagyságú anyagokból a legkisebb litersúlyú keverék előállítására már régen használnak vibrátorokat.

Az eddig alkalmazott készülékeknek sok esetben hibájuk, hogy periódikus lengéseiknél a gyorsulások is kvázi-harmonikusak. Azok a szerkezetek, amelyeknél a mozgás irányának változásakor a gyorsulások nemcsak előjél, hanem abszolút értékben is jelentősen különböznek egymástól, többnyire nagyméretű ipari berendezések. Ezeknél nem sok lehetőség nyílik arra, hogy építési adottságaikon túlmenőleg különböző gyorsulások beállításával kísérletezni lehetne.

A Magyar Aluminium és Könnnyűfémipari Kutató Intézet az alábbi, 1. számú rajzon közölt „tömörítő készüléke“ a következő előnyöket biztosítja:

1. A tömegek gyorsulása függőleges irányú.
2. Egy mozgási szakaszban (egy periódusban) valamennyi tömegnek, úgymint edény + belőntöltött szemcsék a felfelé tartó mozgása egyenletes a lefelé megtett úton pedig a tartóedény gyorsulását rugóerővel igen tág határok között változtathatjuk. A rajzban b-vel jelölt bütykös tengely ellenkező értelmű kialakításával a felfelé irányuló mozgás válik gyorsulóvá, és a lefelé tartó mozgást tehetjük egyenletessé.
3. A szemcsés anyag tömörödését löketenként vizsgálhatjuk, egyrészt a felszín süllyedésével, másrészt a vibrátorba töltött pornak leve-



# ÚJ KÖNYVEK:

**Izjumov:** Rádiótechnika. Kb. 440 oldal. Ára kb. 55— Ft.

A rádiótechnika tankönyve, mely igen egyszerűen érthetően ismerteti a rádiótechnika alapfogalmait. A rezgéstkeltő berendezéseket egész korszerűen tárgyalja, ismereti az adó- és vevőkészülékeket, miáltal a könyv úgy szerkesztők, mint kevésbé hozzáértők számára alkalmas.

**Zsevahov:** Kohóüzemek hőgazdálkodása. Kb. 560 oldal. Ára kb. 70— Ft.

Zsevahov magántanár könyve hazai szakirodalomban az első olyan mű, amely a kohászati üzemek hőgazdálkodási kérdéseit nemcsak az egyes metallurgiai folyamatokkal kapcsolatban érinti, hanem mint összefüggő, különálló kérdés-komplexumot kezeli. A korszerű hőgazdálkodási szempontokat e-mé-re illeg és gyakorlatilag egyaránt a legnagyobb részletességgel tárgyalja.

**Grubin:** Csigamaró számítások. Kb. 80 oldal. Ára kb. 12.— Ft.

Szakirodalomban hézagpótló mű, mely elsősorban foglalkozik lefejtő szerzőkkel. Előtte csak Buckingham, Olah, Stirnräder könyvét ismertük, de ez távolról sem olyan alapos, kimerítő mű, mint Grubin könyve.

**Moroz—Szibarov:** Könyvviteli számvitel a széniparban. Kb. 176 old. Ára kb. 30.— forint.

Gyakorlati alapon foglalkozik a szénbányászat könyvvitelével. Ismerteti az általános eszközök, anyagok, munkabér könyvviteli elszámolás lényegét, a szénbányászat önelszámolásának, költségelszámolásának rendszerét, valamint a pénzügyi és hite műveletek elszámolását. Ismerteti a könyvelési elszámolással kapcsolatos okmányforgalmi (bizonylat) rendeltetmintákat, azok kitöltésének módját és a hozzájuk kapcsolódó ellenőrzési feladatokat. A számviteli dolgozókon kívüli nagy hasznát fogják venni a szénbányászat műszaki dolgozói is.

**Tolesanov:** A szerszámgépi és lakatosmunkák műszaki normáinak megállapítása. Kb. 192 oldal. Ára kb. 27.— Ft.

A forgácsolás technikájának és törvényszerűségeinek ismertetésével eszközt ad a technikusoknak, időseimzöinknek művelettervezöinknek arra, hogy a helyes és gazdaságos technológia kiválasztásával a technikai (műszaki) normákat is megálapíthassák. Magyar nyelven az első olyan könyv, mely a forgácsolástechnológia tényezőinek törvényszerű összefüggéseit ismerteti.

**Immermann:** Öntvények gyártásának ellenőrzése. Kb. 222 oldal. Ára kb. 28— Ft.

Öntödei selejt elleni harcukban nagy segítséget nyújt Immermann könyve a műszaki vezetésben, minőség ellenőrzésében dolgozóknak. A könyv egyszerű és érthető előadásmódja lehetővé teszi, hogy technikusok, művezetők, csoportvezetők is használhassák.

**Bucsnyev:** A bányamérnök kézikönyve. Kb. 600 oldal. Ára kb. 75.— Ft.

Kutató, tervező és üzemi szolgálatot teljesítő bányamérnökök, valamint főiskolák hallgatói számára készült. Használni fogják azonban a bányászati segédtudományok művelői és a mélyépítési szakemberek is. A könyv táblázatos formában adja a bányüzemek és kapcsolatos segédüzemek tervezéséhez és üzemi vezetéséhez szükséges műszaki és gazdasági adatokat. Bucsnyev könyvének anyaga és szerkezete egészen újszerű, a műszaki és gazdasági adatok teljesekek.

**Pervomajszkij:** Tervszerű megelőző karbantartás megszervezése. Kb. 192 oldal. Ára kb. 24— Ft.

Iparunkban a tervszerű megelőző karbantartás bevezetés alatt áll. A vállalatok TMK-rendszerének felépítéséhez és megszervezéséhez a szükséges műhelyterületek, gépi berendezések, létszámok stb. megállapításához fontos segédeszköz ez a könyv, mely ismerteti a Szovjetunió gépgyárainak TMK-rendszerét és amelyet átvehetjük és alkalmazhatjuk azt saját iparunkban.

Fenti könyvek a nehézipar számára alacsony példányszámban lettek kiadva. Kereskedelmi forgalomba nem kerülnek, csak a kiadóvállalatnál rendelhetők meg.

NEHÉZIPARI KÖNYV- ÉS  
FOLYÓIRATKIADÓ VÁLLALAT

Budapest, V., Alkotmány-u. 16.



gőre vagy más gázra vonatkoztatott áteresztőképességének változásával.

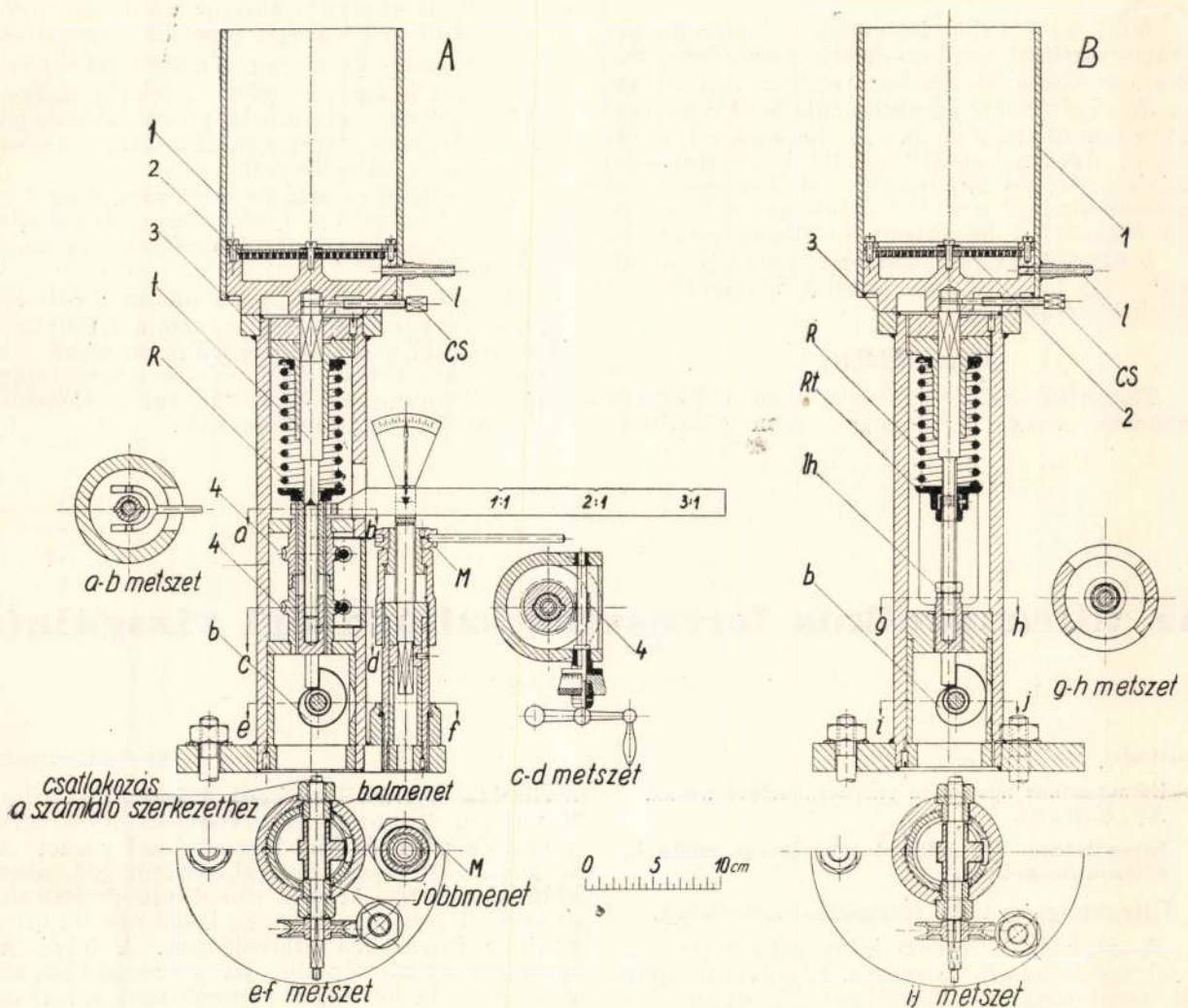
4. A rúgófeszültség és löketség függvényében, ha a löketségfordulatszámával ellenőrizzük — rajzban is ábrázolhatjuk az anyag tömörödését.

Ez utóbbi cél érdekében készülékünket kézzel is forgathatjuk, amikor a *b* bütykös tárcsa tengelyével fogasáttételen át mozgatott papírra, a gázátbocsátás mértékét azonnal is fel lehet rajzolni. Ezt a rajzoló szerkezetet az ábrában nem tüntettük fel. Ha a kézzel való hajtás egy-

tott lökethosszúságok esetén is. Lényeges részei a következők:

1 jelű edény, melynek 2 jelű nemezzel borított szítfeneké van, fogadja be a tömörítési vizsgálatra szánt anyagot. A szítfeneké alatt 1 jelzésű szívócsőre húzott gumicsővel csatlakozunk a légsebességmérőhöz, a szívást mérő feszítőmérőhöz és a vákuumszivattyúhoz. Ez utóbbi három készülék a rajzon nincs feltüntetve.

Ezt a tartóedényt cs csavarral rögzítjük a *t* tengelyhez, melyet a bütykös tárcsa emel felé és a *R* rúgó ránt vissza a helyére, amikor a



szerűsítése és a vizsgálat gyorsabb kivitele érdekében a *b* bütykös tárcsát motoros áttétellel hajtjuk, akkor a tömörödés fokát már csak tökéletesebb berendezéssel (pl. fényképezve rajzoló differenciál feszítőmérőkkel) lehet észlelni. Ennek a kísérleti eszköznél a szerkesztése is folyamatban van és kísérleti eredményeinkről be fogunk számolni.

Az 1. ábrán A) és B) jelzéssel két készüléket mutatunk be.

#### A) készülék.

Ez a készülék laboratóriumi vizsgálatra való, ezért minden olyan eszközzel felszereltük, mely lehetővé teszi a kísérletezést mind változtatott rugó erő esetében, mind pedig változta-

készülék törzsét képező állványhoz a 3-mal jelölt helyen ütközik hozzá. A rugó feszítésére és a lökethossz változtatására két csigakerékkel meghajtott 4-gyel jelzett szerkezet szolgál.

A készülék működésekor ható rugóerőnek a beállítására való a *M* betűvel jelzett mérlegkartartó szerkezet, melyet a vibrátor működésekor *a-b* metszetről megérthetően a készülékről el tudunk távolítani. Amennyiben kísérleteinket másértékű rugóerővel akarjuk folytatni, a mérlegkart helyére tesszük, a szükséges ellensúlyt az 1:1, 2:1, 3:1 aránnyal jelölt helyekre felakasztva a rúgófeszültséget beállítjuk és a mérlegkart helyéről eltávolítjuk.

Az *A* jelzésű készülékünk szabványok kimérésére szolgálván, a laboratóriumban kikísérletezett adatok alapján alkalmas arra, hogy



a vizsgált szemcsék fizikai állandóit — litersúly, csúszási szög, légellenállás stb., vele megállapíthatjuk. Egyben megállapíthatjuk vele azokat a legkedvezőbb löketszámokat, lökethosszakokat, gyorsulásokat, melyek a fizikai állandók számára a leghasználatóbb adatokat nyújtják. Az üzemi használatra ilyen kényes készülék nem alkalmas, ezért ha a konstansokat laboratóriumban már megszereztük, az üzemek számára a kikísérletezett lökethosszal és gyorsulással beállított készüléket kell rendszeresíteni. Ezt az egyszerűsített eszközt mutatja a

### B) készülék.

Mint az ábrából láthatjuk, ennél hiányzik a rúgó-feszítést mérő szerkezet, mert a laboratóriumi eszközön hitelesített rúgókat építünk be. Az *Rt* rúgótányért az alatta található csavarral egyszerismindenkorra az *A* készülékről nyert adatok alapján megállapított legalkalmasabb rúgófeszültségre állítjuk be. *lh* anyacsavarral egyszerismindenkorra beállítjuk az *A* készüléken legjobbnak minősített lökethosszúságot is.

*b* bütykös tárcsa azonban ennél is cserélhető hogy az ellenkező irányú gyorsulásokat létrehozassuk vele.

### Összefoglalás:

Tömörítő készülék természetben előforduló szemcsés, vagy mesterséges úton előállított

szemcsés anyagok vizsgálatára. Lányi Béla, Jakab József, Ekker Antal.

A Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet a rajzon közölt „tömörítő készüléke” a következő előnyöket biztosítja:

1. A tömegek gyorsulása függőleges irányú.

2. Egy mozgási szakaszban (egy periódusban) valamennyi tömegnek, úgymint *edény + belétöltött szemcsék* a felfelé tartó mozgása egyenletes, a lefelé megtett úton pedig a tartóedény gyorsulását rugóerővel igen tág határok között változtathatjuk. A rajzban *b*-vel jelölt bütykös tengely ellenkező értelmű kialakításával a felfelé irányuló mozgás válik gyorsulóvá és a lefelé tartó mozgást tehetjük egyenletessé.

3. A szemcsés anyag tömörödését liketenként vizsgálhatjuk, egyrészt a felszín süllyedésével, másrészt a vibrátorba töltött pornak levegőre, vagy más gázra vonatkoztatott áteresztő képességének változásával.

4. A rúgófeszültség és löketszám függvényében, ha a löketszámot fordulatszám-lálóval ellenőrizzük — rajzban is ábrázolhatjuk az anyag tömörödését.

Ha a *b* bütykös tárcsát motoros áttétellel hajtjuk akkor fényképezve rajzoló differenciál-fesz mérővel a levegőátbocsátás mértékét lehet észlelni. Az *A* készülék precíziós laboratóriumi, a *B* pedig előre beállított rúgóval és lökethosszal, üzemi vizsgálatokhoz való.

## Az ultrazónikus forrasztás szilárdsági vizsgálata

NAGY FERENC

(Folytatás)

Исследование прочности ултрасонической пайки.  
Др Ф. Надь

Strength-tests of soldered aluminium made by ultrasonic method.

Ultrahanggal való forrasztási kísérletek.

A gyakorlati tapasztalatok után tértem át az ultrazónikus forrasztásra. Elővéve a kaparó eljárásnál meg nem felelőknek bizonyult forrasztótvözeteket és ezeken kívül, tájékoztatási értékek szerzése szempontjából, még 6 forrasztótvözetet állítottam elő. Az ultrahanggal való forrasztásoknak az eredményeit a VII. és a VIII. táblázatot foglalja össze. Az ultrahanggal való forrasztásoknál a kaparó forrasztásoknál kiesett forrasztótvözetek is jobb tulajdonságokat árultak el, de csak nyírószilárdság szempontjából az alapozási nehézség itt is fennállt. Amíg az I—1. forrasztótvözetnek a kaparóeljárásal elént legjobb nyírószilárdsága 1,2 kg/mm<sup>2</sup> volt, addig ultrazónikus forrasztásnál ez az adat 2 kg/mm<sup>2</sup>-ra javult. Érdeklőség, hogy a kaparóforrasztásoknál az I—1-es forrasztótvözet bizonyult rosszabbnak, az ultrahanggal az I—3 as. Az alapozási nehézségek és alacsony nyírószilárdságuk miatt ezek a forrasztótvözetek (I—1, 2, 3) itt sem feleltek meg, azonban a többi forrasztótvözetek nyírószilárdságai erősen feljavultak.

Szemléleti összehasonlítás kedvéért kaparóeljárásal és ultrazónikus forrasztással végzett kísérletek egy részét lefényképeztem (23. ábra), ahol a kaparóeljárásal előállított próbatestek átlapolási forrasztása bőven kétszerese az ultrazónikus forrasztási átlapolásnak. A felvételen láthatjuk a leggondosabb kivitelezés és a kaparóeljárás egyik lőhibáját, az oxidoknak a forrasztás felületei közé való beekelődését, ugyanezen a képen láthatjuk az ultrazónikus forrasztás jó kötését. A kaparóeljárás és az ultrazónikus forrasztás táblázatait összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az ultrazónikus forrasztásoknál elént nyíróerők, illetve nyírószilárdságok jóval felette állnak az összes kaparóeljárásal előállított forrasztásoknak. Kiemelkedő nyírószilárdsági értéket az II—2. és (60% Cd—40% Zn) forrasztótvözet adta. Nagy meglepetéssel szolgált az idevonatkozó korroziós vizsgálatok eredményei (IX. táblázat), ezek az eredmények szintén igazolják, hogy az ultrazónikus forrasztás messze felette jár a kaparóeljárásal végzett forrasztásoknak. A táblázatok szerint (IX) perhidrolis korroziós kezelés esetében, még 12 óra után is a nyírószilárdságok kielégítőek voltak, főleg a II—2. forrasztótvözetnél 3,4 kg/mm<sup>2</sup>. A korrozió

620.17:621.791:534.321.9



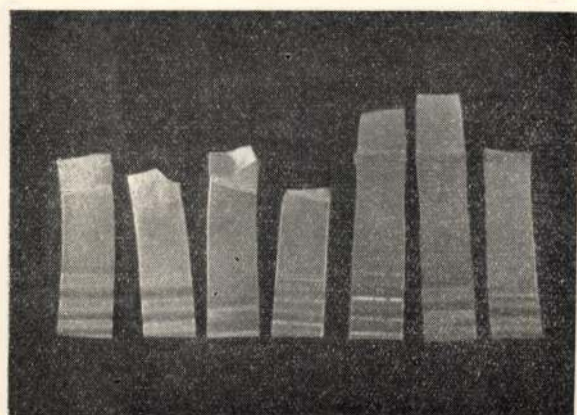
7. táblázat  
*Ultrahanggal való forrasztás (félkemény próbatest)*

Forrasztó ötvözet	Jele	Lemez méret	Al- alap- lás	Nyírőerő P kg												Közép- érték	Max. érték	kHz	mA	Megjegyzés
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Sn—Cd' 68.9—31.1	I—1	144×20×1	2	152	96	96	92	100	86	126	98	116	128	104	90	107	152	12	320	Rossz kötési lehetőségek
Sn—Cd 50—50	I—2	144×20×1	2	112	120	92	88	136	100	80	96	112	104	118	96	104	120	12	320	Rossz kötési lehetőségek
Sn—Cd 90—10	I—3	144×20×1	2	80	72	104	74	86	90	72	88	90	70	100	76	83	104	12	320	Rossz kötési lehetőségek
Cd—Zn' 83.2—17.7	II—1	144×20×1	2	208	168	152	200	164	184	172	208	160	196	224	188	184	220	10	340	Jóbb alapozási kötés
Cd—Zn 60—40	II—2	144×20×1	2	196	188	*186	*182	204	224	204	192	212	188	184	208	200	224	10	340	* Próbatestben szakadt
Cd—Zn 95—5	II—3	144×20×1	2	123	120	17	176	88	108	128	160	184	96	144	224	128	184	10	340	Jóbb alapozási kötés
Sn—Zn 90.5—9.5	III—1	144×20×1	2	200	148	*192	168	196	*192	128	172	*198	176	228	180	176	223	10	340	* Próbatestben szakadt
Sn—Zn 80—20	III—2	144×20×1	2	104	196	103	188	172	148	223	160	208	152	228	196	172	228	10	340	Jó alapozási kötés
Sn—Zn 98—2	III—3	144×20×1	2	148	176	143	152	144	228	*192	216	220	*218	168	144	174	228	10	340	* Próbatestben szakadt
Cd—Zn 90—10	1	144×20×1	2	76	96	72	128	112	86	92	102	70	86	78	96	90	128	12	320	Rossz alapozási kötés, salakos
Cd—Zn 70—30	2	144×20×1	2	200	120	156	136	176	138	146	186	162	156	160	168	158	200	12	320	Jó alapozási kötés
Cd—Zn 40—60	3	144×20×1	2	*182	128	180	152	176	138	146	166	172	148	168	150	143	180	12	320	* Próbatestben szakadt
Sn—Zn 70—30	4	144×20×1	2	128	152	172	188	160	136	170	182	168	148	156	168	163	188	12	320	Jó kötés
Sn—Zn 50—50	5	144×20×1	2	176	160	156	168	160	128	148	172	160	158	170	140	158	186	12	320	Jó kötés
Zn—Al 95—5	K	144×20×1	2	180	180	152	170	176	154	138	170	164	154	140	158	161	180	12	320	Jó kötés

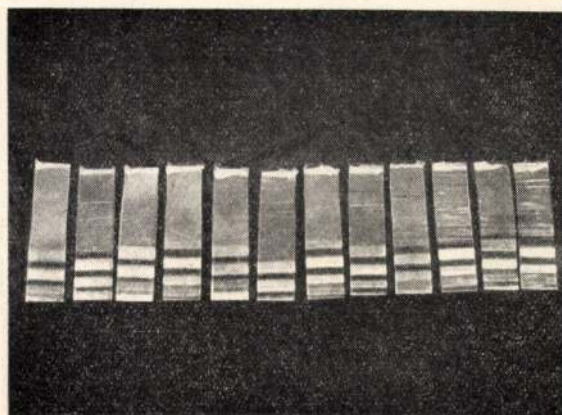
időbeni lefolyását a IX/a görbék szemléltetik, ahol az abcisszára ez időt mértem órákban, az ordinátára pedig a nyírószilárdságokat kg/mm<sup>2</sup>-ben. A 9— és 12 órás perhidrolis korrozio után elszakított próbatestek egy részét a 25, illetve a 26. ábra mutatja. Az ultrazónikus forrasztások alatt több kísérletet tettem még a I — forrasztó

ötvözetekkel, ugyanis korrozio szempontjából ez a fémcsoport volna a legmegfelelőbb. Az ötvözetek különböző százalékos keverése után végül is a 60% Cd és 40% Sn tartalmú forrasztóötvözet, ha nem is érte el, de értékeiben megközelítette a II—2-es forrasztóötvözetét, ezt az új forrasztóötvözetet I<sup>s</sup>-el jelöltem.

23. ábra.



24. ábra.









9. táblázat

## A) Korróziós kísérlet (félkemény lemez)

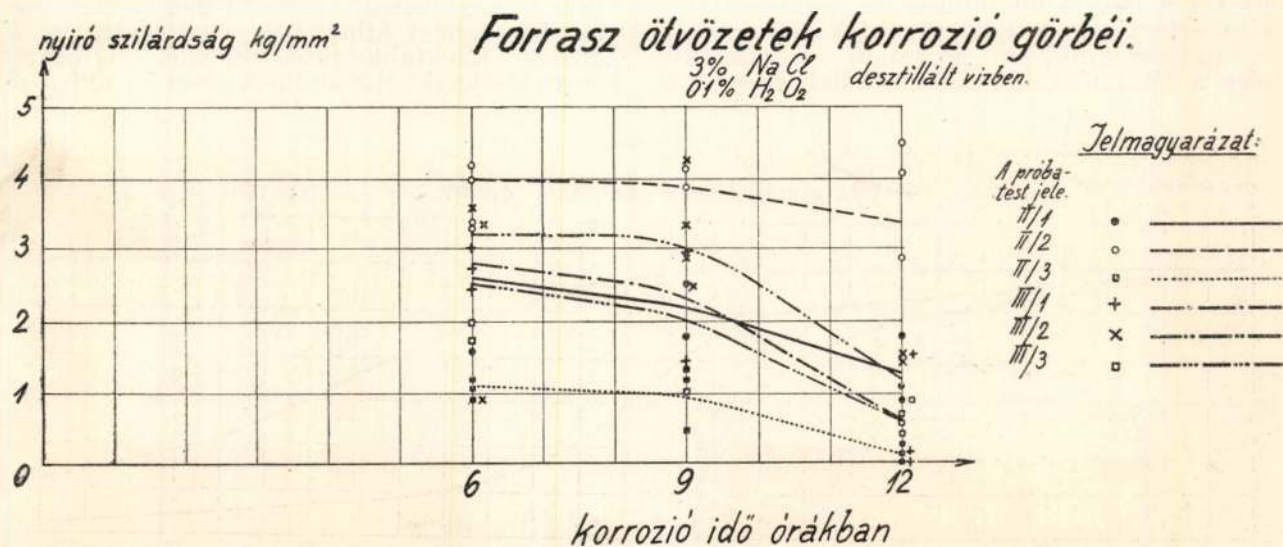
Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	At-lapolás	Nyíróerő P kg									Középértékek			Korróziós anyag
				6 óra után			9 óra után			12 óra után			6 óra	9 óra	12 óra	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Cd'-Zn' 82.3-17.7	II-1	144×20×1	2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz		
Cd -Zn 60 -40	II-2	144×20×1	2	132.0 63.6 120.0	94.4 99.6 72.0	44.0 72.4 35.0	105.0 88.7 50.5	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Cd -Zn 95 -5	II-3	144×20×1	2	137.4 171.6 120.0	146.0 155.6 169.6	114.0 171.8 162.8	143.0 157.0 151.9	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Cd -Zn 95 -5	II-3	144×20×1	2	36.4 47.6 45.2	48.0 53.2 17.4	2.0 8.6 -	43.0 39.5 3.5	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn'-Zn 90.5-9.5	III-1	144×20×1	2	, , *	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 80 -20	III-2	144×20×1	2	96.6 106.0 188.0	78.0 115.0 95.0	- -	63.6 110.0 96.0	21.0	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 80 -20	III-2	144×20×1	2	35.0 143.0 132.0	133.0 83.0 174.0	28.0 39.0 65.0	103.0 130.0 50.0	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 98 -2	III-3	144×20×1	2	68.6 80.0 157.6	40.8 112.4 97.6	35.0 17.0 23.6	102.0 84.0 25.0	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			

\*gal megselelt tételek alapanyagban szakadtak

## B) Korróziós táblázat (félkemény lemez)

Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	At-lapolás	Nyírósziárdság kg/mm <sup>2</sup>									Középértékek			Korróziós anyag
				6 óra után			9 óra után			12 óra után			6 óra	9 óra	12 óra	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Cd'-Zn' 82.3-17.7	II-1	144×20×1	2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz		
Cd -Zn 60 -40	II-2	144×20×1	2	3.3 1.6 3.0	2.4 2.5 1.8	1.1 1.8 0.9	2.6 2.2 1.3	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Cd -Zn 60 -40	II-2	144×20×1	2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Cd -Zn 95 -5	II-3	144×20×1	2	3.4 4.3 3.0	3.7 3.9 4.2	2.8 4.5 4.1	3.6 3.9 3.8	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Cd -Zn 95 -5	II-3	144×20×1	2	0.9 1.2 1.1	1.2 1.3 0.4	0.05 0.2 -	1.1 1.0 0.08	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn'-Zn 95.5-9.5	III-1	144×20×1	2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 80 -20	III-2	144×20×1	2	2.6 2.4 3.2	1.9 2.9 2.4	- -	1.6 2.8 2.4	0.5	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 80 -20	III-2	144×20×1	2	0.9 3.6 3.3	3.3 2.1 4.4	0.1 1.5 1.6	2.6 3.3 1.2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 98 -2	III-3	144×20×1	2	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			
Sn -Zn 98 -2	III-3	144×20×1	2	1.7 2.0 3.9	1.0 2.8 2.4	0.9 0.4 0.6	2.5 2.1 0.6	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	, , ,	Perhydrol, utána '12 <sup>h</sup> -ig deszt. víz			

IX/a görbe.





10. táblázat

A) Ultrahanggal való forrasztás- (kemény próbatest) kísérletek

Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	Al-lapolás	Nyíróerő P kg												Közép érték	Max. érték	kHz	mA	Megjegyzés
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Sn—Cd 40—60	I*	144×20×1	2	288	256	268	268	212	217	168	200	180	272	212	256	232	288	14.5	300	
Zn—Cd 40—60	II—2	144×20×1	2	234	276	264	200	228	280	272	208	256	232	280	296	256	296	14.5	300	

B) Ultrahanggal való forrasztás (kemény próbatest) táblázata

Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	Al-lapolás	Nyírószilárdság kg/mm <sup>2</sup>												Közép érték	Max. érték	kHz	mA	Megjegyzés
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Sn—Cd 40—60	I*	144×20×1	2	7.2	6.4	6.7	6.7	5.3	5.4	4.2	5.0	4.5	6.8	5.3	6.4	5.8	7.2	14.5	300	
Zn—Cd 40—60	II—2	144×20×1	2	7.1	6.9	6.6	5.0	5.7	7.0	6.8	5.2	6.4	5.8	7.0	7.4	6.4	7.4	14.5	300	

11. táblázat

A) Korróziós kísérlet (kemény lemez)

Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	Al-lapolás	Nyíróerő P kg												Középértékek					Megjegyzés			
				12 óra után			15 óra után			18 óra után			21 óra után			24 óra után								
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	12 óra	15 óra		18 óra	21 óra	24 óra
Sn—Cd 40—60	I*	144×20×1	2	204	240	260	124	256	106	27	120	248	60	240	288	76	64	88	232	160	196	196	116	10%NaCl+0.1% <sub>2</sub> O
				—	104	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72	—	—	—	—	10%HCl+5%NaCl	
				252	248	92	172	36	12	32	36	40	28	40	48	36	—	16	156	72	36	36	12	20% <sub>2</sub> XO <sub>4</sub>

B) Korróziós táblázat (kemény lemez)

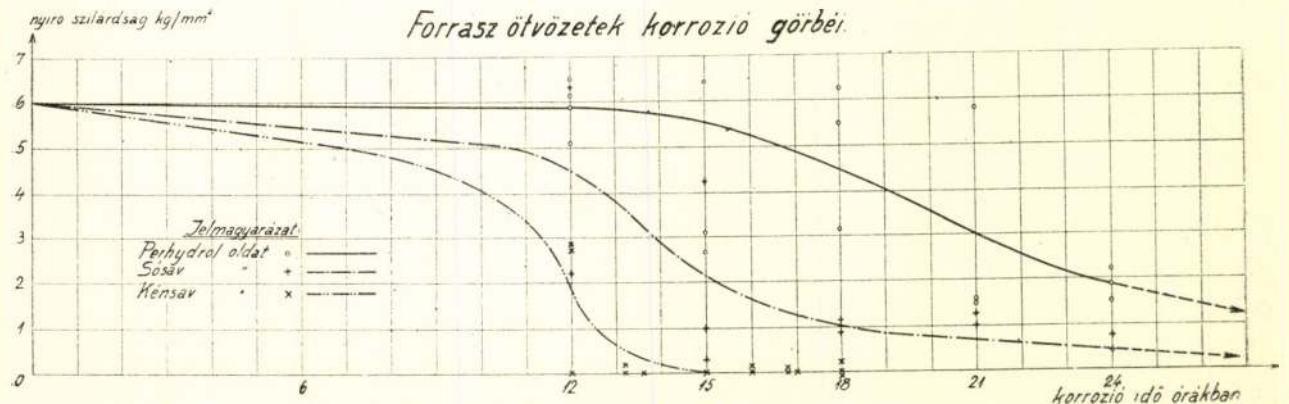
Forrasztóvíz	Jele	Lemez méret	Al-lapolás	Nyírószilárdság kg/mm <sup>2</sup>												Középértékek					Megjegyzés			
				12 óra után			15 óra után			18 óra után			21 óra után			24 óra után								
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	12 óra	15 óra		18 óra	21 óra	24 óra
Sn—Cd 40—60	I*	144×20×1	2	5.1	6.0	6.5	3.1	6.4	2.6	5.5	3.0	6.2	1.5	6.0	7.2	1.9	1.6	2.2	5.8	4.0	4.9	4.9	1.9	Perhidrol
				—	2.6	2.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.9	—	—	—	—	Sósavas
				6.3	6.2	2.3	4.3	0.9	0.3	0.8	0.9	1.0	0.7	1.0	1.2	0.9	—	0.4	4.9	1.8	0.9	0.9	0.3	Kénsavas

dig a forrasztási idő megfelelt a félkemény alumínium-próbatest kilágyulási idejének és a kilágyult forrasztási átmeneti zóna szilárdsági értékei a lágy alumíniumlemez szakítószilárdsági értékeivel lettek egyenlők (7,5 kg/m<sup>2</sup>). A nyírószilárdságok pontosabb megállapítására a félkemény alumínium-próbatesteket ke-

mény alumínium-próbatestekkel cseréltem fel. Remélve, hogy a forrasztásoknál nem lesz elegendő idő a próbatestek átmeneti zónájának teljes kilágyulására, azonfelül még fokozottabban ügyeltem a kilágyulás elkerülésére is. A kemény alumínium-próbatesteknél elvégzett forrasztásoknál tapasztaltam, hogy a nyíróerő

XI/a görbe

Forrasztóvíz korrozió görbéi.





## 12. összefoglaló táblázat

## A) Forrasztási táblázat összehasonlító értékek

Forrasztótvözet	Jele	Lemez méret	Átlapolás	Páka (kaporó) Nyírószilárdság kg/mm <sup>2</sup>		Ultrahang Nyírószilárdság kg/mm <sup>2</sup>		Ultrahang		Olv. pont °C	Megjegyzés
				Közép érték	Max. érték	Közép érték	Max. érték	kHz	mA		
Sn'-Cd 68.9-3.1	I-1	144×20×1	2	1.5	2.3	2.9	3.8	12	320	177 (205)	Nehezen alapozható, rossz kötés
Sn-Cd 50-50	I-2	144×20×1	2	1.2	2.6	2.3	3.4	12	320	207 (217)	Nehezen alapozható, rossz kötés
Sn-Cd 90-10	I-3	144×20×1	2	1.7	2.4	2.0	2.6	12	320	207 (214)	Nehezen alapozható, rossz kötés
Cd'-Zn 82.3-17.7	II-1	144×20×1	2	2.1	3.5	4.6	5.6	10	340	270 (276)	Jó kötés
Cd-Zn 60-40	II-2	144×20×1	2	2.8	3.5	5.0	5.6	10	340	300 (310)	Legjobb kötés
Cd-Zn 95-5	II-3	144×20×1	2	1.7	2.9	3.2	4.6	10	340	300 (315)	Nehezen köt
Sn'-Zn' 90.5-9.5	III-1	144×20×1	2	2.7	3.7	4.4	5.7	10	340	197 (198)	Jó kötés
Sn-Zn 80-20	III-2	144×20×1	2	2.3	3.6	4.3	5.7	10	340	223 (223)	Jó kötés
Sn-Zn 98-2	III-3	144×20×1	2	2.1	3.5	4.3	5.7	10	340	223 (220)	Jó kötés
Cd-Zn 90-10	1	144×20×1	2	—	—	2.2	3.2	12	320	294	Rosszul köt
Cd-Zn 70-30	2	144×20×1	2	—	—	3.9	5.0	12	320	292	Rosszul köt
Cd-Zn 40-60	3	144×20×1	2	—	—	3.9	4.5	12	320	349.7	Rosszul köt
Sn-Zn 70-30	4	144×20×1	2	—	—	3.9	4.7	12	320	248	Rosszul köt
Sn-Zn 50-50	5	144×20×1	2	—	—	3.9	4.4	12	320	296	Rosszul köt
Zn-Al 95-5	K	144×20×1	2	2.7	3.6	3.9	4.5	12	320	440	Alumínium oldja
Cd-Sn 60-40	I*	144×20×1	2	—	—	5.8	7.2	14.5	360	235	Legjobb kötés
Cd-Zn 60-40	II-2	144×20×1	2	—	—	6.4	7.4	14.5	360	310	Lejobb kötés

közvetlenül a forrasztás mellett levő átmeneti zónákra (az átlapolás kezdeteire, illetve végeire), vagy pedig részlegesen a forrasztási átlapolás keresztmetszeteire estek. Egy ilyen kemény alumíniumpróbatest-sorozatot a 24. ábra mutat. A forrasztások nyírószilárdságok tekintetében meglehetősen egyenletessé váltak, melyekre a X. táblázat mutat rá.

#### A I<sup>x</sup> (60% Cd-40% Sn) ötvözet korrozio ellenállása.

Az I<sup>x</sup> forrasztótvözet korroziois nyiróerő és nyirószilárdsági értékeit a XI. táblázat foglalja magába. Az I<sup>x</sup> forrasztótvözetet 12-15-18 és 24 órai korrozioinak vetettük alá, mégpedig perhidrolis, sósavas és kénsavas folyadékokban.

A forrasztótvözet korrodálását az idő függvényében a XI/a görbék mutatják, ahol láthatjuk, hogy perhidrol esetében a görbe csak 12 órai korrozio után kezd közeledni a vízszintes tengelyhez, ahol a nyirószilárdság 5.8 kg/mm<sup>2</sup>-nak felel meg. Kénsavas kezelés esetében a nyirószilárdság 4.5 kg/mm<sup>2</sup>, azonban a forrasztótvövet sósavas korrozioinak kevésbé áll ellen, itt a nyirószilárdság értékei 12 órai korrozio után 1.8 kg/mm<sup>2</sup>-ra esik.

#### Az elvégzett kísérletek áttekintése.

Az eddig elvégzett forrasztási kísérleteket egy egységes táblázatba foglaltam össze. (XII. táblázat.) A táblázatban összeállítottam a szokásos fejlécek mellett a forrasztótvözetek elmé-



12. összefoglaló táblázat  
B) Korróziós táblázat

Forrasztó- ötvözet	Jele	Nyírószi- lárd-ság kg/mm <sup>2</sup>																			
		Kaparó 16 ó.		Perhidrol			Perhidrol					Sóssavas					Kénsavas				
		Perhidrol	Sóssavas	6 ó	9 ó	12 ó	12 ó	15 ó	18 ó	21 ó	24 ó	12 ó	15 ó	18 ó	21 ó	24 ó	12 ó	15 ó	18 ó	21 ó	24 ó
Sn'-Cd' 68.8—31.1	I-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Cd 50—50	I-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Cd 90—10	I-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd'-Zn' 82.3—17.7	II-1	—	—	2.6	2.2	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 60—40	II-2	2.4	—	3.6	3.9	3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 95—5	II-3	—	—	1.1	1.0	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn'-Zn 90.5—9.5	III-1	" 6	—	2.8	2.4	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Zn 80—20	III-2	2.9	—	2.6	3.3	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Zn 98—2	III-3	—	—	2.5	2.1	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 90—10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 70—30	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 40—60	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Zn 70—30	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sn—Zn 50—50	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zn—Al 95—5	K	0.1	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Sn 60—40	I*	—	—	—	—	—	5.8	4.0	4.9	4.9	1.9	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	
Cd—Zn 60—40	II-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

leti (ahol adat volt) és gyakorlatilag mért forrasztási hőmérsékleteket, a kaparóeljárás, illetve az ultraszónikus forrasztások nyírószi-  
lárd-sági középértékeit, valamint az egyes forrasztó-  
ötvözeteknél mért legnagyobb nyírószi-  
lárd-ságokat kg/mm<sup>2</sup>-ben. A megjegyzés rovatába pedig bevezettem a forrasztásoknál tapasztalt ész-  
revételeimet. A korróziós értékeket a táblázat  
második felébe foglaltam, mégpedig korróziós  
idő és korrodáló folyadékok szerint és itt is az  
egyes korróziós idők után mért nyírószi-  
lárd-ságokat adtam meg. A forrasztóötvözetek sorai-  
ból külön kiemeltem a két jó forrasztási és  
korróziós tulajdonságú I és II-2-es forrasztó-  
ötvözeteket, az előbbit annál is inkább, mivel a  
kádmium-ön forrasztóötvözet sorozatnak ez egy

különlegesen jól bevált tagja. A táblázat át-  
tekintéséből azonnal szembetűnik az I Cd—Sn  
forrasztóötvözet, mint legmegfelelőbb forrasztási  
tulajdonságú forrasztóanyag mind az alacsony  
forrasztási hőmérsékletével 235° C, mind a jó  
nyírószi-  
lárd-sági középértékével 6 kg/mm<sup>2</sup> (a leg-  
nagyobb nyírószi-  
lárd-sági értéke 7.2 kg/mm<sup>2</sup>), va-  
lamint a jó korrózió ellenálló tulajdonságaival.  
Perhidrátos és kénsavas korrodáló közegben 12  
órai korrózió után még 5,8 kg/mm<sup>2</sup> nyírószi-  
lárd-sággal bír. (XI/a.) A Cd—Sn csoport számos  
tagját vizsgáltam meg a Cd—Sn száralékos ösz-  
szetetelek szerint (ezek a táblázatban nem sze-  
repelnek), de a 60%-os kádmium és a 40%-os Sn  
alatt, sem felette közel ilyen jó tulajdonságokkal



13. táblázat  
Valószínűségi görbe adatai

Darab- szám	kHz	mA	a) anyag: 60% Cd — 40% Sn, jele I*				b) anyag: 60% Cd — 40% Zn, jele II-2				Meg- jegyzés
			P kg	P közép	Nyíró- szilárdság perc	Nyírószilárd- ság középérték	P kg	P közép	Nyíró- szilárdság perc	Nyírószilárdság középérték	
1			260		6.5		280		7.0		
2			260		6.5		288		7.2		
3			248		6.2		272		6.8		
4			280		7.0		224		5.6		
5			268		6.7		280		7.0		
6			264		6.1		296		7.4		
7			230		7.0		284		7.1		
8			268		6.7		276		6.9		
9			248		6.2		264		6.		
10			132		3.3		200		5.0		
11			280		7.0		228		5.7		
12			256		6.4		280		7.0		
13			284		7.1		272		6.8		
14			288		7.2		208		5.2		
15			256		6.4		256		6.4		
16			268		6.7		232		5.8		
17			268		6.7		280		7.0		
18			212		5.3		296		7.4		
19			216		5.4		288		7.2		
20			168		4.2		280		7.0		
21			200		5.0		260		6.5		
22			180		4.5		272		6.8		
23			272		6.8		264		6.6		
24			212		5.3		212		5.3		
25			256		6.4		272		6.8		
26	14.5	360	260	243.1	6.5	6.0	284	256.0	7.1	6.4	
27			264		6.6		208		5.2		
28			268		6.7		284		7.1		
29			198		4.8		288		7.2		
30			236		5.9		276		6.9		
31			288		7.2		264		6.6		
32			272		6.8		200		5.0		
33			256		6.4		232		5.8		
34			232		5.8		256		6.4		
35			244		6.1		296		7.4		
36			280		7.0		284		7.1		
37			192		4.8		212		5.3		
38			200		5.0		224		5.6		
39			208		5.2		248		6.2		
40			240		6.0		272		6.8		
41			212		5.3		284		7.1		
42			260		6.5		248		6.2		
43			268		6.7		202		4.9		
44			212		5.3		284		7.1		
45			232		5.8		228		5.7		
46			276		6.9		256		6.4		
47			268		6.7		268		6.7		
48			256		6.4		276		6.9		
49			268		6.7		284		7.1		
50			224		5.6		232		5.8		

rendelkező forrasztótvözeteket nem találtam. Ezeket a jó tulajdonságokat 58% Cd-től 64%-os Cd tartalomig tartja meg, e felett vagy alatta a kadmium tartalomtól függően a nyírószilárdság legnagyobb értéke, amely elérhető volt 38 kg/mm<sup>2</sup>. A II-2-es forrasztótvözetű csoport II-

1-es tagja 4,4 kg/mm<sup>2</sup>-os nyírószilárdsági középértékével és jó alapozhatóságával tűnt ki, de elmarad a II-2-es forrasztótvözet mögött, ahol a nyírószilárdság középértéke 6,4 kg/mm<sup>2</sup> és az elért legnagyobb nyírószilárdsági érték pedig 7,4 kg/mm<sup>2</sup>-re emelkedett. A korrozión értékei

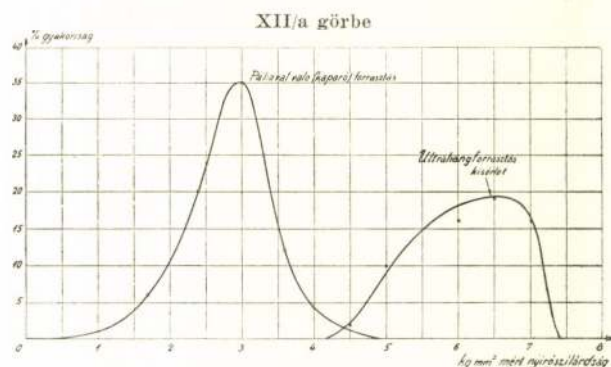


pedig 12 órai korrozio után  $3,4 \text{ kg/mm}^2$  volt. A többi forrasztóvözet korrozio értékek szempontjából (kivéve az I<sup>x</sup>) messze a II—2-es fém korrozio értéke alá kerültek. (IX/a görbék.) A II—2-es forrasztóvözetnek a forrasztási hőmérséklete azonban már  $310^\circ \text{C}$ . A II—3-as forrasztóvözet alapozási nehézségek miatt nem felel meg a nyírószilárdság középérték  $3,2 \text{ kg/mm}^2$ , van ugyan  $4,6 \text{ kg/mm}^2$  érték is, de ez igen ritka. A III-as jelzésű Sn—Zn forrasztóvözeteti csoport alacsony forrasztási hőmérsékletekkel bír ugyan,  $198\text{--}223^\circ \text{C}$  között, nyírószilárdsági értékeik azonban  $3,5$  és  $3,7 \text{ kg/mm}^2$  között váltakoznak. A legnagyobb elért nyírószilárdságuk igen közel egymáshoz  $5,7 \text{ kg/mm}^2$ -el szinte egyenlők, de korrozio ellenállás szempontjából ez a forrasztócsoporthoz mélyen alatta van az I<sup>x</sup>-os, illetve a II—2-es forrasztóvözeteknek. (Lásd: IX/a korrozio görbéket.) Az újlag felvett Cd—Sn kiegészítő csoport tagjai sorából az I-jelű egyáltalán nem felelt meg alacsony nyírószilárdsági értékei és nehezen forrasztathósága miatt. ( $2,2 \text{ kg/mm}^2$ .) Ebbe a csoportba tartozó 2-es és 3-as jelzésű forrasztóvözetek nyírószilárdsága már  $3,9 \text{ kg/mm}^2$ , a kiemelkedő értéke  $4,5$ , illetve  $5 \text{ kg/mm}^2$ . Hibájuk az azonban, hogy magas forrasztási hőmérsékletekkel bírnak  $292^\circ$ , illetve  $349,7^\circ \text{C}$ , a korrozioellenállásuk pedig rossz. Az Sn—Zn csoport 4-es, 5-ös-jelű forrasztóvözetinek forrasztási hőmérsékletei  $248^\circ$ , illetve  $296^\circ \text{C}$ ,  $3,9 \text{ kg/mm}^2$  nyírószilárdsági középérték mellett. A maximálisan elért nyírószilárdsági értékek  $4,7$ , illetve  $4,4 \text{ kg/mm}^2$ . Ezek azonban mint a III-as-jelű forrasztóvözetek korrozioira igen érzékenyek. A „K”-jelű forrasztóvözet a  $440^\circ \text{C}$  forrasztási hőmérsékletével, valamint az igen alacsony korrozio értékeivel nem jöhet számításba. A táblázat legalsó két sorában foglalnak helyet az I-os és a II—2-es-jelű forrasztóvözet kemény alumínium-próbatestekkel elért eredményei, valamint az I<sup>x</sup>-jelű forrasztóvözet korrozio adatai, amit már előzőleg ismerttettem. A táblázat e két fontos forrasztóvözete azért van külön kiemelve, mert a kísérletek elvégzése után még  $50\text{--}50$  forrasztási kísérletet végeztem. Ez azért volt szükséges, hogy a középértékeket pontosan tudjam meghatározni. Végül is áttekintve a felsorolt táblázati értékeket és szembeállítva az ultraszónikus forrasztási értékeket a kaparóeljárás  $1,5 \text{ kg/mm}^2$  legalacsonyabb és  $2,8 \text{ kg/mm}^2$  legnagyobb elért nyírószilárdsági értékeivel, eltekintve attól, hogy a korrozio vizsgálatok eredményei a kaparóeljárásnál közel a zérussal voltak egyenlők, a táblázati értékek bizonyítják az ultraszónikus forrasztás előnyeit a kaparóforrasztásokkal szemben.

### A kaparóeljárás és az ultraszónikus forrasztás százalékos gyakorisága.

A két kiváló tulajdonságokkal rendelkező forrasztóvözetnél felmerült az a kíváncsóság, hogy a két forrasztóvözetet megvizsgáljam, mégpedig a forrasztási jótulajdonság állandósága szempontjából, vagyis, hogy nagyobb tömegű forrasztások esetében, milyen százalékos forrasztási ingadozások lépnek fel, egyrészt az ultrahang esetleges elhangolódásától, másrészt a kezelőszemélyzet kezelési figyelmetlensége miatt. Az előző táblázatokból láthatjuk, hogy az I<sup>x</sup>-es-jelű forrasztóvözet nyírószilárdsága  $5,8 \text{ kg/mm}^2$ -ról tömegesen elvégzett forrasztások

esetében a nyírószilárdság  $6 \text{ kg/mm}^2$ -re emelkedett ugyanígy a II—2-es-jelű forrasztóvözet esetében pedig  $5 \text{ kg/mm}^2$ -ről  $6,4 \text{ kg/mm}^2$ -re. (Kemény Al. próbatestek.) Az előbbi értékek után kívánatosnak látszott a kaparóeljárás és az ultraszónikus forrasztási eljárás összehasonlítása, mégpedig nyírószilárdság gyakorisági görbéivel. Az adatokat a kaparóeljárás  $1 \text{ mm}$  vastagságú és  $2 \text{ mm}$  átlapolású próbatestei, az ultraszónikus forrasztásoknál pedig az e célból külön elvégzett forrasztások adták. (XIII. táblázat.) A görbék szerkesztésénél a vízszintes tengelyre a nyírószilárdságokat mértem fel  $\text{kg/mm}^2$ -ben, a függőleges tengelyre pedig a vízszintes tengelyen lévő nyírószilárdságok előfordulási számát (gyakorisági százalékát). A két görbét ha összehasonlítjuk, (XII/a görbék) kitűnik, hogy



míg a kaparóeljárásnál a nyírószilárdság értékei  $0,5 \text{ kg/mm}^2$ -től  $4,8 \text{ kg/mm}^2$ -ig, addig az ultraszónikus forrasztásoknál a nyírószilárdságok értékei  $4,3 \text{ kg/mm}^2$ -től  $7,4 \text{ kg/mm}^2$ -ig váltakoznak. Az értékekből láthatjuk, hogy míg a kaparóeljárásnál az alsó határ  $0,5 \text{ kg/mm}^2$  (sőt még ez alatt is voltak értékek), addig az ultraszónikus forrasztás alsó értéke  $4,3 \text{ kg/mm}^2$ . A kaparóeljárás legfelső határa alig haladja túl az ultraszónikus forrasztás alsó határát ( $4,8\text{--}4,3 \text{ kg/mm}^2$ ). Igen fontos körülményre mutat rá még a két görbe, a forrasztási megbízhatóság. A kaparóeljárás görbéinél a leggyakrabban előforduló forrasztások nyírószilárdsági értéke  $2,8 \text{ kg/mm}^2$ , ugyanakkor az ultraszónikus forrasztás gyakorisági görbéjéből leolvashatjuk, hogy az itt előforduló leggyakoribb érték  $6,5 \text{ kg/mm}^2$ . Tehát a két érték közötti gyakorisági értékkülönbség oly nagy, hogy ezt egyetlen tervező sem tévesztheti szemelől.

### Összefoglalás. A célkitűzés eredményei.

1. A kaparóeljárás és az ultraszónikus forrasztás adatainak összehasonlítása után kimondhatjuk, hogy megbízható forrasztás csak ultraszónikus berendezéssel végezhető.

2. A forrasztás környékének kilágyulására, valamint a fokozott korrozio érzékenységre vonatkozólag a pákával (kaparóeljárás), vagy benzinlángpával (gázlánggal) végzett forrasztások, amint a 23. ábrán láthatjuk, az egész forrasztási környezet átmeneti zónájának kilágyulásával jár. A próbatesteknek a forrasztástól távolos részein is a hőhatás fokozott oxidáció, tehát korrozio érzékenységet okozott. Ugyanezen az ábrán (23. ábra), valamiképpen a 24. ábrán megfigyelhetjük, hogy az ultraszónikus



forrasztásoknál a kilágyulási zóna közel 100 százalékra magára a forrasztás területére zsugorodott.

3. A legjobban diffundáló forrasz alapfém a Zn, azonban tapasztalatom szerint ultrahang jelenlétében nemcsak a Zn bázisú forrasztókövetek diffundálnak jól, hanem a Cd—Sn csoport 60% Cd 40%-os Sn tagja is, ha nem is olyan diffúziós sebességgel, mint a Zn bázisúak, lassabban, de tökéletes kötést ad. A gyorsabb forrasztási lehetőséget a diffúzió elősegítését a Zn bázisú ötvözeteknél a Zn durvább, felületsértőbb kristályszerkezetével magyarázom, ugyanis a forrasztásoknál ez az érdekesebb kristályszerkezet elősegíti a felületi oxidációs réteg gyorsabb szétbontását.

4. Alacsonyabb olvadáspontú ötvözetek közé legmegfelelőbbben lehet besorolni az I<sup>x</sup>-os-jelű forrasztókövetet, melynek olvadáspontja 235° C. A II—2-es-jelű forrasztókövet forrasztási hőmérséklete 310° C.

5. Az elvégzett kísérletek korroziós táblázatai alapján láthatjuk, hogy míg a kaparóeljárásnál elvégzett korroziós vizsgálatok eredményei közel a zérussal voltak egyenlők, addig az ultraszonikus forrasztások már új korroziós eredményekre vezettek. míg a II—1, 3 és a III—1, 2, 3 forrasztókövetek 6 óráig tartották értékeiket és csak aztán korrodáltak el (IX/a), addig a II—2-es forrasztókövet 12 órai korroziós igénybevétel után is tűrhető eredményt adott. Az I<sup>x</sup>-jelű forrasztókövet korroziós vizsgálata pedig egészen meglepően jó eredményre vezetett. (XI/a.) Tehát az ultrahanggal való forrasztás korrozió szempontjából is felülmúlja az eddigi forrasztásokat.

6. A szemecsközti korrozióra a fellépő elektrolitikus potenciál-különbségekre vonatkozólag tiszta képet nyerünk akkor, ha összehasonlít-

juk a kaparóeljárással készült forrasztásokat az ultraszonikus forrasztással készült eljárásokkal. Ugyanis a kötés szemecsközti korrozió ellenállását a forrasztás jósága szabja meg, ahol tökéletes diffúziós kötés van sokkal nehezebben tud behatolni a korrodáló anyag az egyes kristalít szemcsék közé és ezáltal a szemcsék közötti potenciál-különbség sokkal nehezebben tud kialakulni. A szemecsközti korrozió-hatás a jó forrasztókövet és ultraszonikus forrasztás esetében 9—12—15 órát vett igénybe, sőt 24 óra után is még a korrozióknak kitett próbatestek közel 2 kg/mm<sup>2</sup> nyírószilárdsággal bírtak. Elvitathatatlan az, hogy a forrasztások jósága szempontjából és a korrozióellenállás szempontjából és főleg ott, ahol a tömeggyártás apróbb tárgyairól, szerelvényeiről van szó (rádió, elektromos műszerészipar stb.), ahol minden mm<sup>2</sup> nyírószilárdsága fontos tényezőként hat bele a gyártás jóságába és tartósságába, ott az ultraszonikus forrasztóberendezés nélkülözhetetlen lesz.

A nagyszámú elvégzett kísérletek alatt azt tapasztaltam, hogy az ultrahang, mint hanghullám (hangenergia) különbözően hat egyes emberekre, (fej-, tarkó-, álkapocs-, szemüreg-, homlokfájás) még akkor is, ha az illetők nem ugyanazon teremben voltak, ahol én dolgoztam. Elsődlegesen fontos kikísérletezni ennek a hatásnak a kiküszöbölését, vagy a hanghullámok árnyékolásával, vagy pedig a hangnak azt az intervallumát megtalálni, ahol már senkire semmiféle biológiai hatása nincs.

Kísérleteim elvégzésének lehetővé tételéért ezúton fejezem ki köszönetemet dr. Gillemot László ny. r. tanár úrnak, aki munkámban jóindulatú tanácsaival minden tekintetben segítségemre volt. Egyben köszönetemet fejezem ki a Magyar Alumíniumkutató Intézetnek, amely a kísérleti berendezést rendelkezésemre bocsájtotta. (Vége)

## A hazai dolomitok kalcinálásáról

SZMOLKA LAJOS

669.71:549.74:69.09

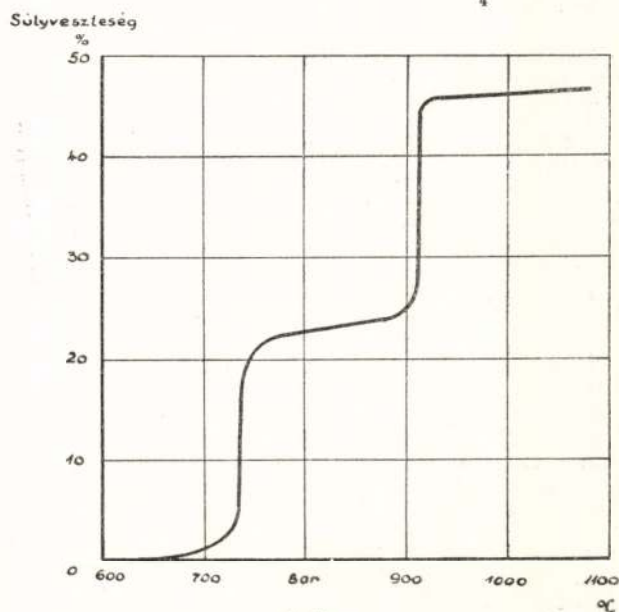
Калциная венгерских доломитов.

Calcination of Hungarian Dolomites.

Első ötéves tervünkben a hazai dolomit hasznosítása is szerepel. Intézetünk elsősorban hazai dolomitjaink szénsavjának izzítással való kiűzésével, „kalcinálásával” foglalkozott, a továbbiakban tehát a „kalcinálás” kifejezést ilyen értelemben alkalmazzuk.

Kísérleteinknél kettős célt tűztünk ki magunk elé. Először igazolni, ill. egyeztetni akartuk a külföldi szakirodalom idevonatkozó megállapításait, másodsorban a különböző előfordulású hazai dolomitjainkkal végzett termikus redukciónál való különböző viselkedésre akartunk magyarázatot találni.

Kísérleteim előtt tanulmányoztam a Gmelins Handbuch Magnesium B-rész 4. füzetét, melynek 510. oldalán lévő ábra a dolomit súlyvesztését a hőmérséklet függvényében tünteti fel. Sajnos, a kísérlet lefolytatására a leírás nem ad magyarázatot, az eredeti cikket pedig nem tudtam megszerezni. (1. ábra.)



1. ábra.



Az ábrából azonban kivehető, hogy a dolomit izzítási görbéjén először 730°, majd 920°C körül függőleges görbeág mutatkozik, mely azt jelezné, hogy a dolomitból a CO<sub>2</sub> két részben távozik, amikor az endotermikus folyamat miatt felmelegedés nem mutatkozik, csupán súlyvesztéség. A dolomit kettős karbonátjából először a MgCO<sub>3</sub>-ból megy el a CO<sub>2</sub>, majd magasabb hőmérsékleten a CaCO<sub>3</sub>-ból.

Kísérleteimnél ezt a megállapítást tartottam szem előtt s a későbbi kísérleteim ezt igazolták is. Azt a jelenséget, hogy a dolomitból a CO<sub>2</sub> két részben távozik, Block Berchtold a „Kalkbrennen“ c. könyve 377. oldalán is föl-említi, de részletesebben nem is foglalkozott vele.<sup>1</sup>

A dolomit mészmagnéziumkarbonát (CaMg/CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Színe: fehér, vörösesbarna, zöldes, sötét sötét fekete is. A dolomitokban a két karbonátnak egymáshoz való aránya rendkívül változó. Van magnéziumkarbonátban szegény és dús dolomit. Nálunk, Magyarországon a dolomit igen sok helyen fordul elő (Gellérthegy, Sashegy, Mátyáshegy, Hármashatárhegy, továbbá Vértes, Bakony stb). A bauxitjaink felkúje is majdnem mindig dolomit.

Tűzálló anyagok nyersanyagaként az új, normál dolomit használható, ahol a két karbonát közel aequivalens mennyiségben van jelen és azok a dolomitok, amelyek magnéziumkarbonátban még ennél is dúsabbak.

A dolomit fő szennyezői: SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Az acélműveknél felhasználható jó dolomitnak max. 7% SiO<sub>2</sub>-t, 3%-nál kevesebb Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t és ugyancsak 3%-nál kevesebb Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t szabad tartalmaznia.

Az égetetlen dolomit éppen úgy, mint a nyers magnezit, tűzálló anyagként használható, mert égetés alatt a CO<sub>2</sub> eltávolítása miatt összeropog. Ezért van szükség a dolomit előzetes kiégetésére, zsugorítására. Az égetés és zsugorítás történhet aknás kemencében 1500°C, vagy forgócsöves kemencében 1800°C körüli hőmérsékleten, éppen úgy, mint a magnezit. Az aknáskemencében égetett dolomit szürkesszínű és kisebb keménységű, mint a forgócsöves kemencében zsugorított, barnásszínű dolomit, melynek szerkezete a magasabb hőfokon történő zsugorítva égetés miatt is tömörebb.

A kemencéből kikerülő égetett, illetve zsugorított dolomitot golyómalomban, vagy görgőjáraton őrlik 1 mm-nél kisebb szemnyagyságra és esigakeverőkben vagy görgőjáraton 10–15% kátránnyal keverik, hogy a kiégetett dolomitban jelenlévő CaO-nak a levegő behatására történő gyors eltávolítását (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O felvétele miatt) csökkentsék. Az így előállított anyagot használják fel tűzálló téglák sajtolására, vagy döngölőmasszáként a kemencék talapzatának kiképzésére. Általában az aknáskemencében égetett dolomitból a fent említett kátrány hozzáadása után tűzálló téglákat sajtolnak és úgy építik be a konverterekbe, vagy a lángkemencék talapzatába, míg a forgócsöves kemencében zsugorított dolomitot a kátrány hozzáadása után, mint döngölő masszát alkalmazzák tömörebb szerkezete és a salakokkal szemben tanúsított jobb ellenálló képessége miatt.

A CaO gyors elváltozásának megakadályozására másik eljárás az, hogy a finomra őrölt égetett dolomithoz, ugyancsak finomra őrölt folyósító

anyagokat (Si, Fe, Al, Co, Mn, Cr, Ni oxidokat, Ca, Mg, Na kloridokat, boraxot, vasrevét, nagyolvasztó salakot, Siemens-Martin salakot, agyagot, kaolint) kevernek, amelyekkel együttesen újra égetik és e közben a folyósító anyagok a kalciumot megkötik. Az agyonégetett égetési állapotban (Az égetett és zsugorított dolomit közötti állapotú anyag, melynek CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub>O felvétele meglehetősen lassú) dolomithoz is adnak folyósító anyagokat és kátránnyal, vagy más kötőanyaggal keverve használják fel tűzálló téglák sajtolására, amelyeket végül megegyeszer kiégetnek.

A dolomitot mint tűzálló anyagot a samott és szilika téglakénál jobb tűzállósága miatt alkalmazzák, főleg vaskohászatban.

A dolomittéglák fizikai tulajdonságát nagyban befolyásolják a folyósító anyagok.

A középértékeket véve a tűzálló dolomit anyag:

Olvadáspontja kb. 2000° C.

Nyomás alatti lágyulása 1350° C és 2 kg/cm<sup>2</sup> terhelés esetén egy órai izzítás mellett 2–3%.

Fajsúlya 2.85–2.95.

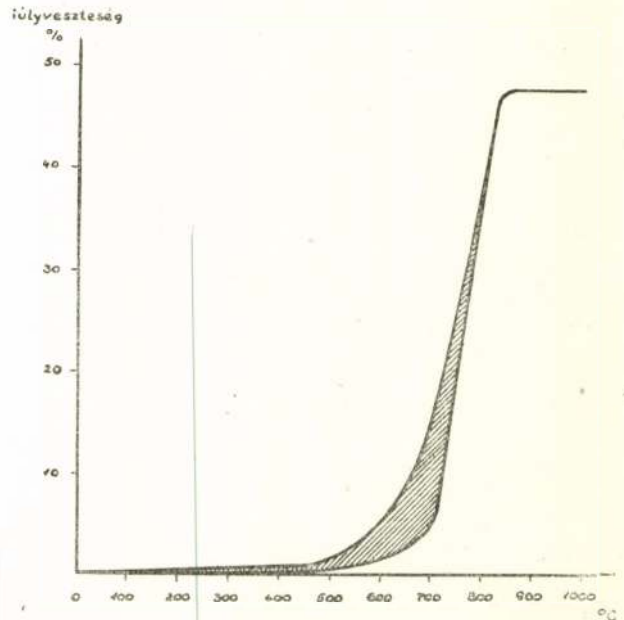
Fajhője cal/g 17–100° C-ig 0.1920.

A dolomit képezi továbbá nálunk Magyarországon a magnéziumkohászat nyersanyagát. A kiégetett dolomit MgO-ja a termikus, de az elektrolitikus Mg-kohászat nyersanyaga is, melyből a szín-Mg kinyerésére különféle eljárások ismeretesek.<sup>3, 4</sup>

Ez általános ismertetés után áttérek a különböző magyarországi dolomitokon végzett kísérleteimre, amelyek támpontul szolgálhatnak a hazai dolomitoknak, mint magnéziumkohászatnak nyersanyagának égetésére és ezzel kapcsolatos jelenségekre.

Először égetési kísérleteket végeztem különböző (500°C–1000°C-ig) hőmérsékleten. Az izzítási időtartam a minden esetben 1 óra, a bemért 1 mm-es szemnyagyságú anyag mennyisége 10 g volt. A kísérleteimhez, automatikus hőmérsékletszabályozóval felszerelt, elektromos tokoskemencét használtam.

Az izzítás után kapott súlyvesztéseket százalékosan feltüntetve a hőmérséklet függvényében az alábbi diagramban feltüntetett izzítási görbesorozatot kaptam.

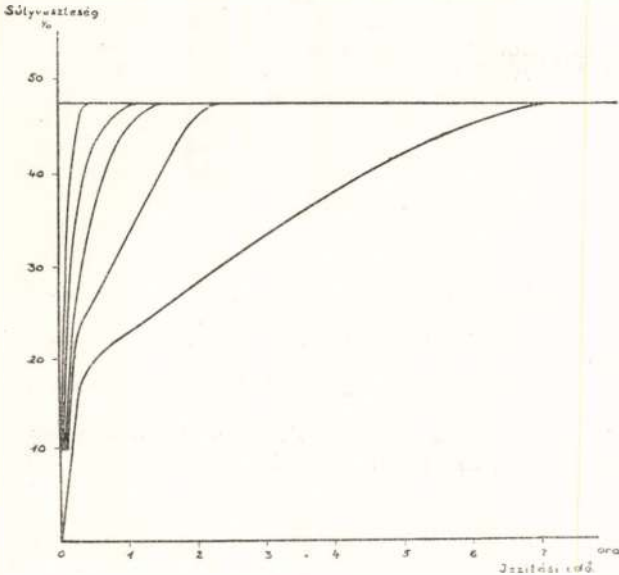


2. ábra.



A 17 különböző dolomit izzítási görbéje közel azonos eredményt tüntet fel.

A továbbiakban kísérletet végeztem a dolomitnak a teljes kiégetésére, amikor már csak  $\text{CaO} + \text{MgO}$  van jelen és súlyállandóság mutatkozott. E kísérletemet  $750\text{--}1000^\circ\text{C}$  hőmérsékleti határok között ugyancsak 10 g határok között végeztem, szinten 1 mm-es szemmagyságú 10 g



3. ábra.

anyaggal és a diagrammban feltüntetett eredményre jutottam, eszerint a kiégetés  $900^\circ$ -nál alacsonyabb hőmérsékleten is teljesen végbe megy, végpontja csak az időtartamtól függ.

Ennek a gyakorlatban akkor van jelentősége, ha szükség esetén  $900^\circ\text{C}$  alatti hőmérsékleten akarjuk a dolomitot teljesen kiégetni. Igaz ugyan, hogy ebben az esetben az égetési időtartam, nagyobb mennyiségek esetén, hosszú ideig tart. Az izzítási (kalcinálási) idő a szem-, illetve darabmagyság függvénye, vagyis azzal egyenesen arányos, míg 30 mm szemmagyságnál az előmelegítés, égetés és lehülés ideje összesen kb. 5 óra, addig a 150 mm  $\varnothing$  daraboknál már 15 óra, ami 300 mm  $\varnothing$ -nál 56 órára ugrik fel. Mi a kísérleteket, 1 mm-es egyenletes szemmagyság mellett végeztük. Az izzítás- illetve kalcinálás forgódobos, aknás- és alagút-kemencében történhetik, forgódobos kemencében történő égetés, illetve kalcinálás üzemszervezésre egy későbbi cikkünkben fogunk visszatérni.

A harmadik kísérlet-sorozatomban a dolomit felmelegedését vizsgáltam termoelemmel  $700\text{--}900^\circ$  hőmérsékleti határok között, állandó kemence-hőmérséklet mellett, 1 mm-es szemmagyságú 10 g anyagmennyiséggel az idő függvényében.

Eredményeimet a 4. diagram szemlélteti.

A dolomitnak  $800\text{--}850\text{--}900^\circ\text{C}$ -on, egy kísérlet tartama alatt, állandó kemence-hőmérséklet mellett történő felmelegedésben bizonyos idő múlva  $750\text{--}765\text{--}780^\circ\text{C}$ -on nyugvópontot kaptam, amikor is endotermikus folyamat miatt felmelegedés nem mutatkozott (a közölt hőt az endotermikus folyamat emésztette fel).

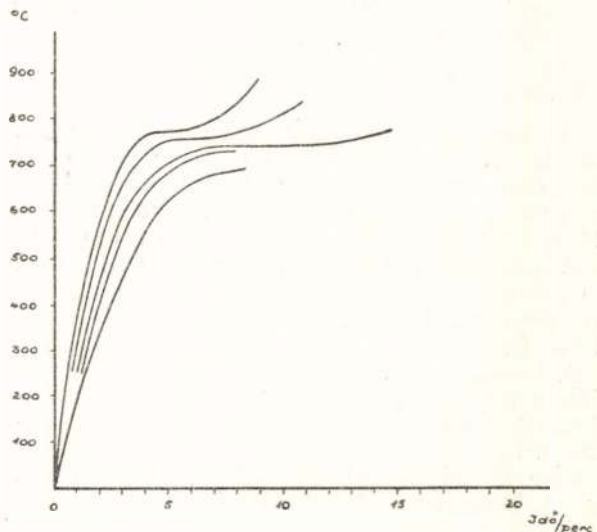
A kettős karbonátból a  $\text{MgCO}_3$  adja le a könnyebb hőmérsékleten a  $\text{CO}_2$ -t és csak magasabb hőmérsékleten a  $\text{CaCO}_3$ . Feltevésem tehát az volt, hogy a nyugvópont végéig távozott el a  $\text{MgCO}_3$ -ból a  $\text{CO}_2$  teljes mennyisége. A  $\text{CO}_2$  eltávozás rohamos lefolyása a nyugvópont hőmérsékletén rögtön megindul. (Ekkor a  $\text{MgCO}_3$   $\text{CO}_2$ -jének nyomása a légnyomással közelítőleg egyező.)

Vizsgálataimat a nyugvóponton történő dolomit átalakulásának felderítésére végeztem.

Elsősorban olyan égetett dolomitot vizsgáltam meg, amelyet a nyugvópont befejeztével vettem ki a kemencéből. Feladatul az anyagban a  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgCO}_3$  jelenlétének egymás melletti meghatározását tűztem ki.

Az anyagot először minőlegesen  $\text{CaO}$ -ra vizsgáltam. E célból desztillált vízben oldottam ki a  $\text{CaO}$ -ból keletkező, vízben oldódó  $\text{Ca(OH)}_2$  részt, majd leszűrve, kevés  $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ -t adtam hozzá (hogy az esetlegesen jelenlevő  $\text{Mg}$  ne essék ki mint csapadék,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -mal kémleltem a  $\text{Ca}$ -ra  $\text{Ca(OH)}_2$  oldhatósága  $15^\circ\text{C}$ -on  $0,13\text{ g}/100\text{ cm}^3$  víz, a  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága  $18^\circ\text{C}$ -on  $0,0013\text{ g}/100\text{ cm}^3$  víz). Mivel zavarosodás az oldatban nem állt elő, így megállapíthattam, hogy az anyagban még  $\text{Ca(OH)}_2$  (tehát  $\text{CaO}$ ) nincs jelen (vízben oldódó igen kevés  $\text{CaCO}_3$   $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -mal nem ad csapadékot), tehát a  $\text{CaCO}_3$  még nem bomlott el. Így tehát az anyagban már csak  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgCO}_3$  lehet jelen.

A továbbiakban az anyagban lévő  $\text{CO}_2$ -t határozta meg úgy, hogy lemért mennyiségű anyaghoz zárt térben híg  $\text{HCl}$ -t adtam s a keletkező  $\text{CO}_2$ -t ugyancsak zárt térben  $\text{Ba(OH)}_2$  telített oldatában elnyeltem, majd a keletkező  $\text{BaCO}_3$  csapadékot leszűrtem, kimosam s híg  $\text{HCl}$ -ben oldottam. A felmelegített oldathoz híg  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -t adtam s kiejtettem a  $\text{BaSO}_4$ -t. Ezt leszűrtem, kimosam, izzítótegelyben kiizzított-



4. ábra.

tam. A kapott  $\text{BaSO}_4$ -t  $\text{CO}_2$ -re, majd  $\text{CaCO}_3$ -ra átszámítva, egyenlőnek találtam a vizsgált eredeti dolomitban lévő  $\text{CaCO}_3$  mennyiségével, tehát  $\text{MgCO}_3$  nem lehet jelen és ezért a nyugvópont végéig égetett dolomit  $\text{MgO} + \text{CaCO}_3$  keverékekből áll és az endotermikus folyamat alatt a nyugvóponton csak a  $\text{MgCO}_3$ -ból távozhatott el az összes  $\text{CO}_2$ .



Viszont, ha a nyugvópont elején, vagy közepén végeztem el a fenti vizsgálatokat, akkor első esetben a  $\text{CO}_2$  meghatározásánál több  $\text{CO}_2$ -t kaptam mint amennyi az eredeti dolomitban a  $\text{CaCO}_3$ -ban kötvé lehet, ami bizonyítja, hogy még  $\text{MgCO}_3$  is van jelen és ezért az anyag  $\text{MgCO}_3 + \text{MgO} + \text{CaCO}_3$  keverékből áll.

A nyugvópont végén túl még 2–3 percig izzított anyag vizsgálatánál már  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -mal a Ca kimutatható volt és a  $\text{CO}_2$  meghatározás is kisebb eredményt adott, mint az eredeti dolomitban lévő  $\text{CaCO}_3$ -hoz kötött  $\text{CO}_2$  mennyisége annak eredményeképpen, hogy nyilván a  $\text{CaCO}_3$  egy részének is el kellett bomlania.

*Eredményként megállapítottam, hogy a nyugvóponton csak a  $\text{MgCO}_3$ -hoz kötött  $\text{CO}_2$  távozott el teljes egészében, míg a  $\text{CaCO}_3$  változatlan maradt.*

Kísérleti eredményeimet összefoglalva, az izzítási kísérletekből láthatjuk, hogy a magyarországi dolomitok izzítás alatt közel egyforma viselkedésűek és így feltehető, hogy kohászati tulajdonságaik is közel azonosnak vehetők.

A teljes kiégetés hőmérsékletének vizsgálata lehetővé teszi azt, hogy a szükség esetén  $900^\circ\text{C}$  alatti hőmérsékleten is teljesen kiégethetjük a dolomitot. Erre akkor lenne szükség, ha a szilikotermikus redukciónál a magasabb

hőmérsékleten kiégetett dolomit nehezebben redukálódna. Az, hogy a magyar dolomitok között a redukálhatóságokban különbségek léteznek, külföldön lefolytatott redukálási kísérletek tapasztalatai mutatták. Tekintettel arra, hogy a kalcinálási vizsgálatok nem mutattak számottevő különbségeket a különböző dolomitok között, feltehető, hogy ezek csak a kiégetés során álltak elő. (Pl. egyes dolomitokban kis mennyiségben előforduló salakképzőanyagok megolvadása révén.) Alacsonyabb hőfokon égetve a dolomitot, az ilyen hatások, amennyiben ezek okozták a redukálhatóságban észlelt különbségeket alacsonyabb kalcinálási hőmérséklet alkalmazásával kiküszöbölhetők volnának. Ennek a feltevésnek esetleges helytállóságát szilikotermikus redukálási kísérletek fogják a továbbiakban megmutatni.

#### I R O D A L O M.

1. Berthold Block: Das Kalkbrennen und die Gewinnung van kohlenäurehaltigen Gasen, 1943.
2. R. Durrer: Die Metallurgie des Eisens, Dolomit, 1943. 910. s. köv. l.
3. A. J. Bjelajev: A könnyűfémek kohászata. Moszkva, 1949.
4. J. L. A korszerű Mg-kohászat. BKL, 1950. 2–3. szám. Alumínium. Szilikotermikus eljárások. 63. l.

## Újabb adatok a magnézium szilikotermikus eljárásához

JAKÓBY LÁSZLÓ

669.72F

Новые данные к производству магна силикотермическим способом.

Recent contributions to the silicothermic production of Magnesium.

Neure Angaben zur silicothermischen Mg-Erzeugung.

A magnézium szilikotermikus úton történő előállításáról írott és előadás formájában is megtartott egyik értekezésem (1) hozzászólásai során egy kijelentés hangzott el, amely szerint a Szovjetunió ötéves tervében szerepel a Mg-gyártás fokozása „ahol már egy teljes komplett I. G. rendszerű magnézium-gyári berendezés van, melynek tapasztalatait értékesíteni lehetne.” (2)

A hozzászólás tehát kifejezetten a Szovjetunióban felállított I. G. rendszerű magnéziumgyártásnak szovjetunióbeli tapasztalatait szeretné értékesíteni.

Már idézett tanulmányomban említettem, hogy A. Bajkov szovjet akadémikus a 4. szovjet ötéves tervre vonatkozó cikkében (3) megállapította a magnéziumkohászatban a szilikotermikus eljárás teljes elsajátításának szükségességét.

A Szovjetunióból szerezhető tapasztalatok értékesítéséhez és felhasználásához nagy mértékben hozzájárul A. J. Bjelajev 1949-ben megjelent a „Könnyűfémek kohászatáról” című új III. kiadású műve, (4) amelyet a közeljövőben szakembereinknek már alkalmuk lesz magyar fordításban is tanulmányozniok.

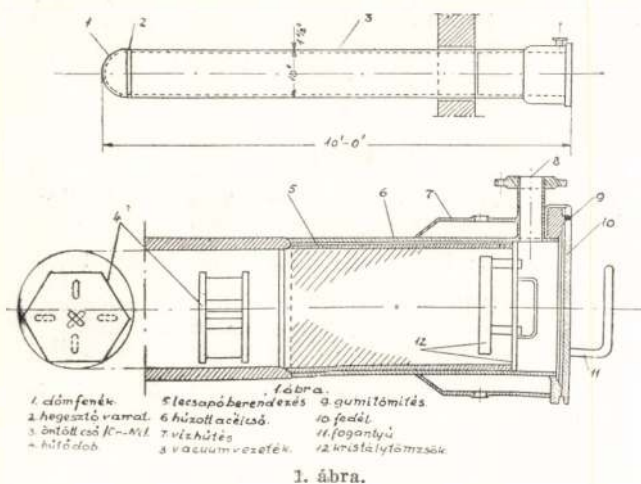
Bjelajevnek 1947-ben megjelent azonos című első munkája a magnézium termikus előállítását még a külföldi tapasztalatok alapján tárgyalja. Az 1949. évi kiadás azonban az élenjáró szovjet technikának már a szilikotermikus eljárás terén végzett saját tapasztalatait közli és az idevonatkozó folyamatokat már termodinamikai alapon is tárgyalja. Az eljárás technológiai ismertetése során ismerteti a retortás eljárást is, amelyet több szovjet kutató munkája alapján részletesen taglal. (5) (6).

A Szovjetunió kutatói is hőálló acélból készült, öntött, csőalakú retortában végezték a redukciót s ilyen nagyobb telepük üzemben is van. A retorták 2500 mm hosszú és 250 mm  $\varnothing$  hengeres öntött acélesövek, amelyekből 20–24-et tesznek be egy kemencébe.

A retortának és ezeket befogadó kemencének vázlatos rajzát a Bjelajev könyvéből eredetiben átvett 1. és 2. ábrák szemléltetik. Mint az első ábrából látható, a retortának a kemencéből kiálló végébe egy hengeres vaskondenzátort állítanak be. E kondenzátor belső falfelületén rakódnak le a Mg kristályok. A hengeres kondenzátor mögé még egy tárcsás kondenzátort is állítanak be a csőretortába, amelyen a Mg-énál alacsonyabb hőfokon, a retorta vízzel hűthető szakaszában, az alkáli fémek kondenzálódnak. Az e kondenzátor és az adag között helyezkedik el a két perforált lemezből álló hengeres hűtőtér. A kettős perforált lemez hengerpalástjait annyira elforgatottan szerelik, hogy a lyukak ne essenek egyvonalba, illetve egy-



másfelől. E hűtőtér szabadon engedi át a Mg-gőzöket, de megakadályozza a kondenzátornak az izzó betét sugárzása folyán történő felmelegedését. A retortát egyébként gáznemű és folyékony fűtőanyaggal fűtik, viszont azonban, mint

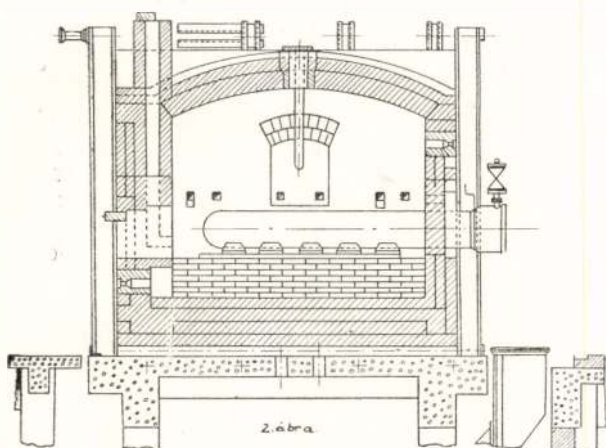


1. ábra.

ahogy ezt a munka meg is jegyzi, az lehet elektromos fűtésű is. Az előzőleg briketkezéssel előállított pasztilla-elegyet a retortába nem csónakokba, hanem papírzsákokba csomagoltan adagolják be.

A redukciós folyamat időtartama 10 óra, az első 10 perces hevítés után, amikor betétekről leégnek a papírzsákok, a retortákra ráhelyezik a (10) fedeleket és megindítják a mindegyik retortához külön kapcsolt szivattyúkat, amelyek a 0,02–0,05 m Hg. o. nagyságú vákuumot átlagosan 9,5 órán át tartják a retortákban.

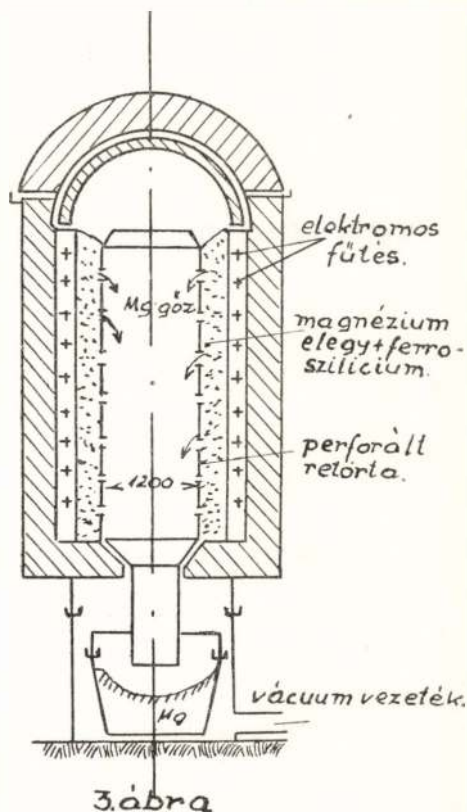
A munka megállapítja, hogy ennek a szerkezeti megoldásnak hátrányai közé tartozik a krómnikkel acélretorták rövid élettartama, amely max. 250 napra terjed.



2. ábra.

A drága krómnikkel retorták viszonylag gyors elhasználódása újabb gondolatot adott a szovjet kutatóknak arra, hogy a szilikotermikus eljárásához más berendezést is használjanak. E célra lehetőségnek tekintik egy nagyobb teljesítményű, kívülről fűthető villamoskemencében való redukciót. Egy ilyen, a szovjet kutatók

által elgondolt — az I. G. megoldástól eltérő — s a dolomit ferrosziliíciummal történő redukálására alkalmas s ténylegesen üzemben lévő álló villamoskemence vázlatos metszetét tünteti fel a 3. ábra. A metszeti rajzból világosan látszik, a kemence tűzállótéglával falazott álló hengeres kemence, amelyet leemelhető boltozattal képeznek ki. A kemence belsejében krómnikkel fűtőspirálokat helyeznek el a fűtőspirál és a perforáltfalú kettős belső vashenger közti gyűrűs térbe adagolják a ferrosziliíciummal s 5% alkáli fluoridokkal kevert elegyet. A kemence üzeme közben a Mg-gőzök átmennek a belső henger nyílásán és a kondenzátor alsó részében kristályos tömszök alakjában csapódnak le. Ilyen kemenceüzem egy folyamata négy napig tart, amiből két nap jut az adag redukciójára s két nap a kemence lehűtésére. Hűtés után a kondenzátor



3. ábra

zátor a kemence alsó részét kihúzzák s leveszik róla a magnéziumot. Ezután leemelik a kemence boltozatát, daruval kiemelik a belső perforált acélhengert, aminek során a dolomitredukciós porszerű salakmaradványai kihullanak és onnan eltávolíthatók. Ezután a belső hengert ismét helyére állítják és fala, valamint a kemence falazata közti teret újabb elegyadaggal töltik meg.

A munka szerint a retorták üzemi termelési adatait, a 3. ábrán feltüntetett kemencére: 1750 A áramerősség és 160 V feszültség, mi mellett a beadott adag súlyát 3000–4000 kg-ban, a tiszta Mg-kihozatalt pedig 500–600 kg-ban adja meg.

Bjeljajev még megjegyzi, hogy a Szovjetunióban, különösen az 1941–45. évi Nagy Honvédő Háború alatt, a termikus eljárással történő Mg-előállítás hatalmas méreteket öltött „és



ugyanakkor technikai folyamatának egyszerűsége, veszélytelen volta és a szükséges berendezések biztonsága a további fejlődésnél nagy kilátásokat biztosítanak számára“.

Sajnos, a műben, vagyis annak idevonatkozó részében nem találunk utalást arra, vajjon a 3. ábrán feltüntetett berendezést a Szovjetunióban már folyamatossá tették-e? Fel kell azonban tételeznünk, hogy az élenjáró szovjet technika ezeket, a még 1949-ben elkészült berendezéseket, már folyamatossá alakította át, amire vonatkozólag azonban eddig nem tudtam irodalmi utalásokhoz hozzájutni. Kétségtelen tény azonban az, hogy a retortás berendezésnek is van létjogosultsága már csak annál is inkább, mert azokat megfelelő kezelés mellett legfeljebb évenként kell kicserélni, a falazott kementének viszont a tűzálló bélést kell 3–6 havonként javítani. Egyébként, mint említettük, ilyen berendezésű üzem a Szovjetunióban. Bjeljaev közlése szerint ma is működik és termel. Az állókemencés, perforált hengeres megoldás két-

ségtelenül egyszerűbbnek látszik, az I. G. szén-elektrodás redukáló és velekapcsolt tűzálló acélból készült lepárlóberendezésnél. Mind a kétféle elgondolás szerkezeti megoldásánál azonban kétségtelenül megállapítható az, hogy a tűzálló acéltanyag egyelőre, mint szerkezeti anyag a szilikotermikus Mg előállításánál, ki nem küszöbölhető s így azzal bármilyen elgondolás mellett is a technika jelenlegi állása mellett számolni kell.

#### IRODALOM:

1. J. L.: A korszerű magnéziumkohászat. (A szilikotermikus eljárások.) BKL. 1950. évf. 2–3. szám.
2. BKL. 1940. évf. 2–3. szám, 71. lap.
3. A Bajkov: Narodnoje Hozajsztvo Szsksz 320–333.
4. A. J. Bjeljaev: Metallurgija legkieg. metallov. 84. Silicotermiceszkij sposob. Moszkva. 1949.
5. P. F. Antipin és A. A. Moicejev. Zsurnal prikladnojchimii 1925.
6. P. F. Antipin és A. F. Alabijsev: Legkie Metalli No. 12 1932.

## Nedvesedés és adszorpció az alumínium elektrolízisének

Professzor dr. A. J. Bjeljaev „Fizikai és Kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből

Összeállította: MAJOR GABRIELLA

(Folytatás.)

Габриелла Майор:  
Краткое изложение.

### Alkáliföldfémek fluoridjainak hatása a kriolit olvadék-szén nedvesedési határszögére.

Az alkáliföldfémek fluoridjai is csökkentik az elektrolit olvadási hőmérsékletét, ezért különösen érdekes, hogy milyen mértékben befolyásolják az elektrolit felületi aktivitását. A kriolittal való kölcsönhatás következtében az alkáliföldfémoxidok is fluoridokká változnak. Kriolit és változó mennyiségű  $MgF_2$ ,  $CaF_2$  és  $BaF_2$ -ot tartalmazó olvadékok, nedvesítési határszögét, valamint a határszögek abszolút értékeit a 9-ik ábra és 6-ik táblázat foglalja össze.

6. sz. táblázat.

$A Na_2AlF_6 + MeF_2$  olvadékok nedvesítési határszögei.

Az olvadék összetétele	θ nedvesítési határszög fokok						A csepp-élet-tartama másod-percekben
	Olvadási hőfokon	1000°-nál	1000°-nál 1' után	1000°-nál 3' után	1000°-nál 5' után	1000°-nál 10' után	
$Na_2AlF_6 + 5\% MgF_2$	135	133	129	124	110	0	
$Na_2AlF_6 + 5\% CaF_2$	151	151	121	111	0	80	900
$Na_2AlF_6 + 5\% BaF_2$	161	161	141	111	0	70	840
$Na_2AlF_6$	135	134	133	117	110	—	690

A kísérleti eredményekből következik, hogy az összes alkáli földfém fluoridok csaknem hatástalanok a szén és olvadt kriolit nedvesedési határszögére. Következésképpen felületileg inaktív anyagoknak számítanak és az olvadék levegővel határos részén koncentrálnak a csepp felületén kemény kérget alkotván. Az alkáliföldfémek fluoridjai, a  $MgF_2$  —  $CaF_2$  —  $BaF_2$  sorrendben csökkentik a felületi feszültséget. Ez érthetővé válik, ha figyelembe vesszük az ionrádiuszokat.  $MgF_2 = 0.78 \text{ \AA}$ ,  $CaF_2 = 1.06 \text{ \AA}$  és  $BaF_2 = 1.43 \text{ \AA}$ . Az  $MgF_2$  kis ionrádiuszánál fogva a felületi rétegben nagyobb mennyiségben képes elhelyezkedni, mint azonos körülmények között a nagyobb ionrádiusú kalciumfluorid, vagy  $BaF_2$ , éppen ezért nagyobb mértékben növeli a felületi feszültséget is.

### Alkáli és alkáliföldfém-fluoridok egyidejű hatása a kriolit olvadék-szén nedvesedési határszögére.

Mivel az alkáliföldfémek fluoridjai egészen kis mértékben növelik a felületi feszültséget, várható, hogy az egyidejűleg jelenlévő  $NaF$  és  $KF$  felületi aktivitását csökkenteni fogják. Ezen kérdés megvizsgálása céljából olyan kriolit olvadékot használtak, mely 5% alkáli földfém és 10% alkálifém fluoridot tartalmazott. A 10. ábrán látható a cseppforma és nedvesedési határszögének változása, mint az idő függvénye.



A 7. táblázat a nedvesítés határszögeinek abszolút értékeit adja, amit grafikusán a 11-ik ábra ábrázol.

7. sz. táblázat.

A  $Na_3AlF_6 + MeF_2 + MeF$  olvadékok nedvesedési határszöge.

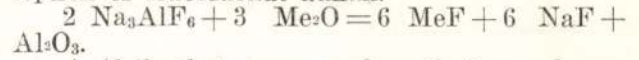
Az olvadék összetétele	⊖ nedvesedési határszög fokok				
	Olvadási hőfokon	1000°-nál	1000°-on	1° után	1000°-on
$Na_3AlF_6 + 5\% CaF_2 + 10\% NaF$	128	18	122	121	112
$Na_3AlF_6 + 5\% CaF_2 + 10\% KF$	141	2	121	121	106
$Na_3AlF_6 + 5\% MgF_2 + 10\% KF$	147	138	134	127	117
$Na_3AlF_6 + 5\% BaF_2 + 10\% KF$	113	119	116	115	88
$Na_6AlF_6 + 10\% NaF$	115	111	108	101	61
$Na_3AlF_6 + 10\% KF$	109	108	107	82	16
$Na_3AlF_6$	135	134	133	117	110

Ezekből az adatokból következik, hogy az alkáliföldfém fluoridok minden esetben csökkentik a nedvesedést. Ebből a szempontból a leghatásosabb a  $MgF_2$  jelenléte. Jellemzői az is, hogy a csepp minden esetben megkeményedett fluoridoknak csak egyike volt jelen. A kísérletek arra engednek következtetni, hogy  $CaF_2$ , de főleg  $MgF_2$  jelenléte az elektrolitban csökkenti az elektrolit felszívódását a szénen. A fürdőbe való  $CaF_2$  vagy  $MgF_2$  adagolás tehát nem is annyira az elektrolit olvadási hőfoká-

nak csökkentése szempontjából kívánatos, hanem mert megakadályozza az elektrolit aktív komponenseinek a szénbe való behatolását.

**Az elektrolitban jelenlévő fontosabb oxidok hatása a kriolit olvadékszén nedvesedési határszögére.**

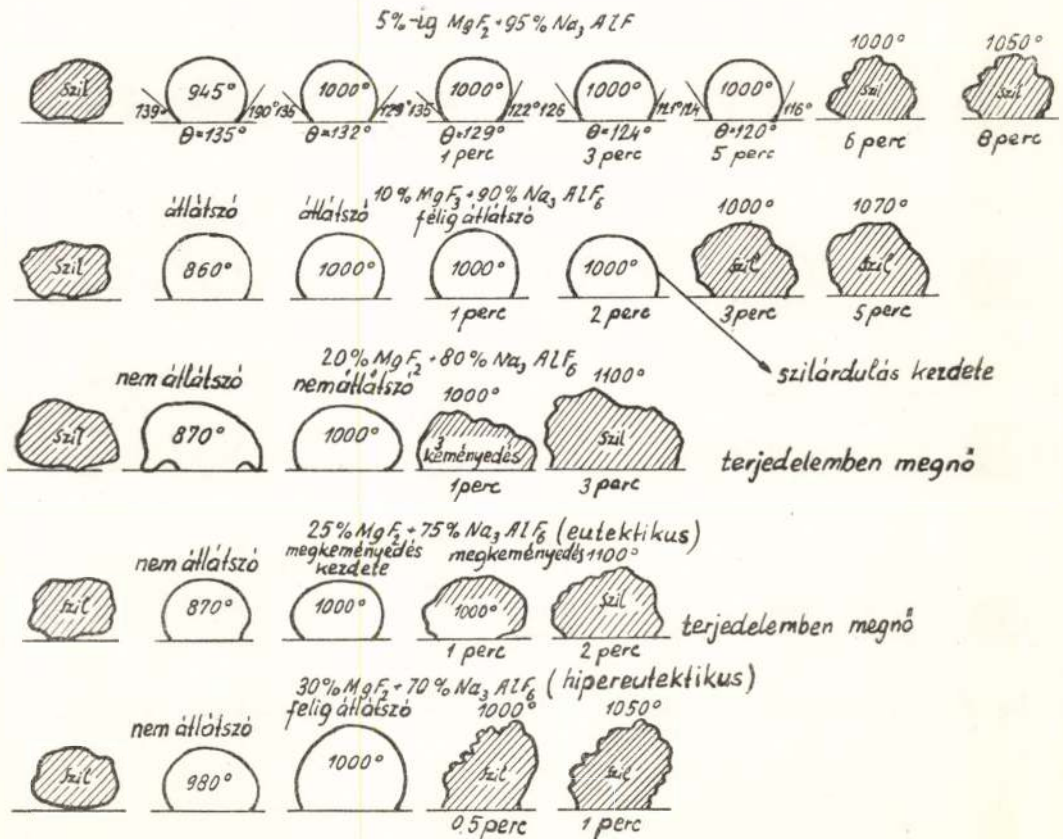
Az eddig tárgyalt komponensektől eltekintve, még különböző oxidok is jelen lehetnek az elektrolitban, melyek szintén befolyásolják az olvadék nedvesítését. Az alkáli fémek oxidjai a fürdőben a kriolittal kölcsönhatásba lépnek és fluoridokat adnak.



A 12-ik ábrán a cseppformák és nedvesedési határszögek láthatók, míg a 8-ik táblázat ⊖ abszolút értékeit tünteti fel.

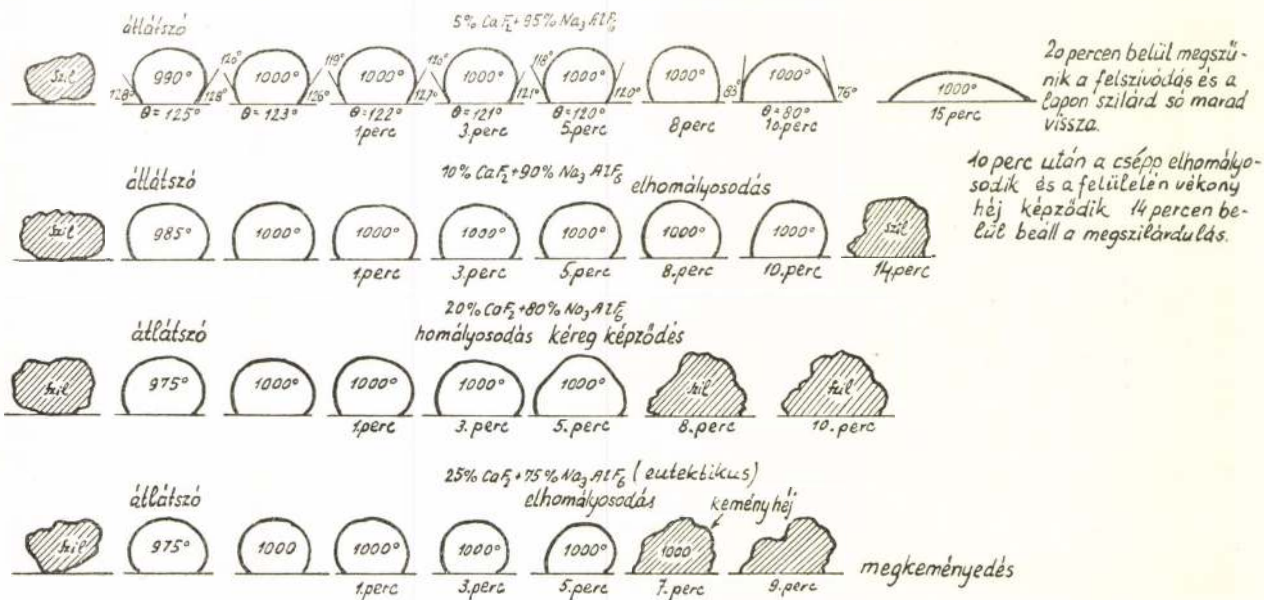
A  $Na_3AlF_6 + MeO$  olvadékok nedvesítési határszögei.

Az olvadék összetétele	⊙ nedvesítési határszög fokok					A csepp élet-tartama másod-percekben
	Olvadási hőfokon	1000°-nál	1000°-on	1° után	1000°-on	
$Na_3AlF_6 + 5\% Li_2O$	78	77	68	56	43	360
$Na_3AlF_6 + 10\% Li_2O$	84	83	82	67	45	360
$Na_3AlF_6 + 5\% Na_2O$	114	112	107	104	98	660
$Na_3AlF_6 + 10\% Na_2O$	115	108	107	105	48	450
$Na_3AlF_6 + 5\% K_2O$	117	113	108	97	48	390
$Na_3AlF_6 + 5\% K_2O$	106	105	97	27	0	240
$Na_2AlF_7$	136	134	133	117	110	690

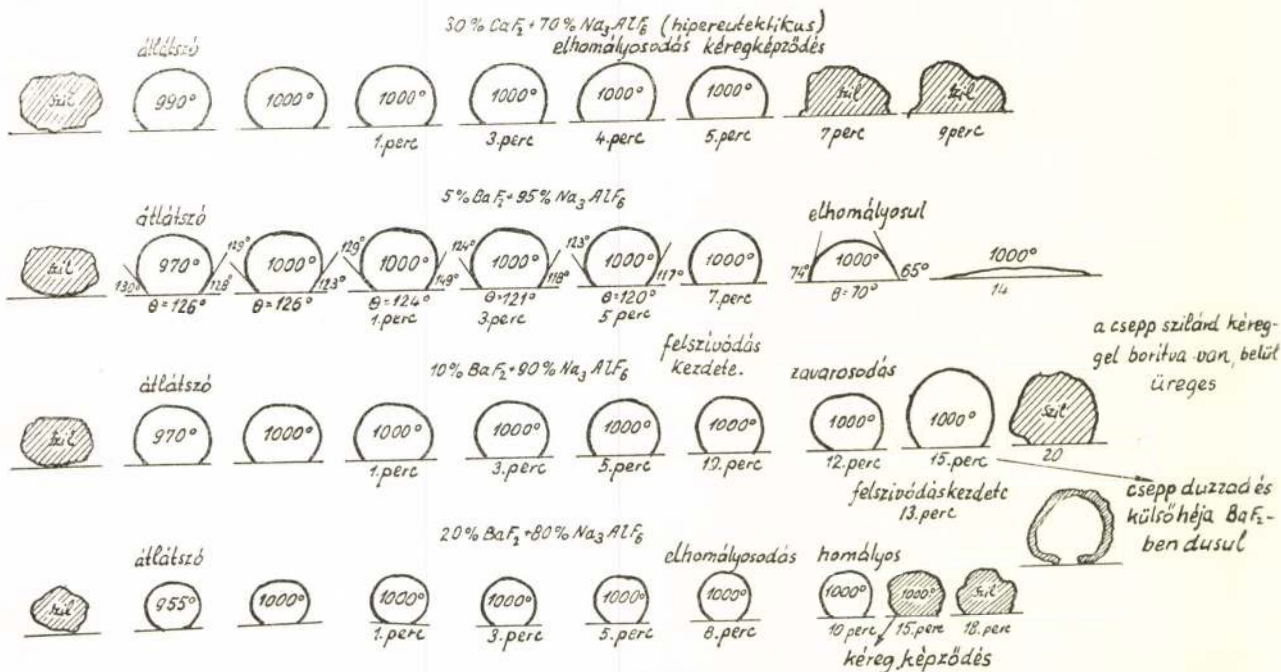


9/a.sz. ábra.



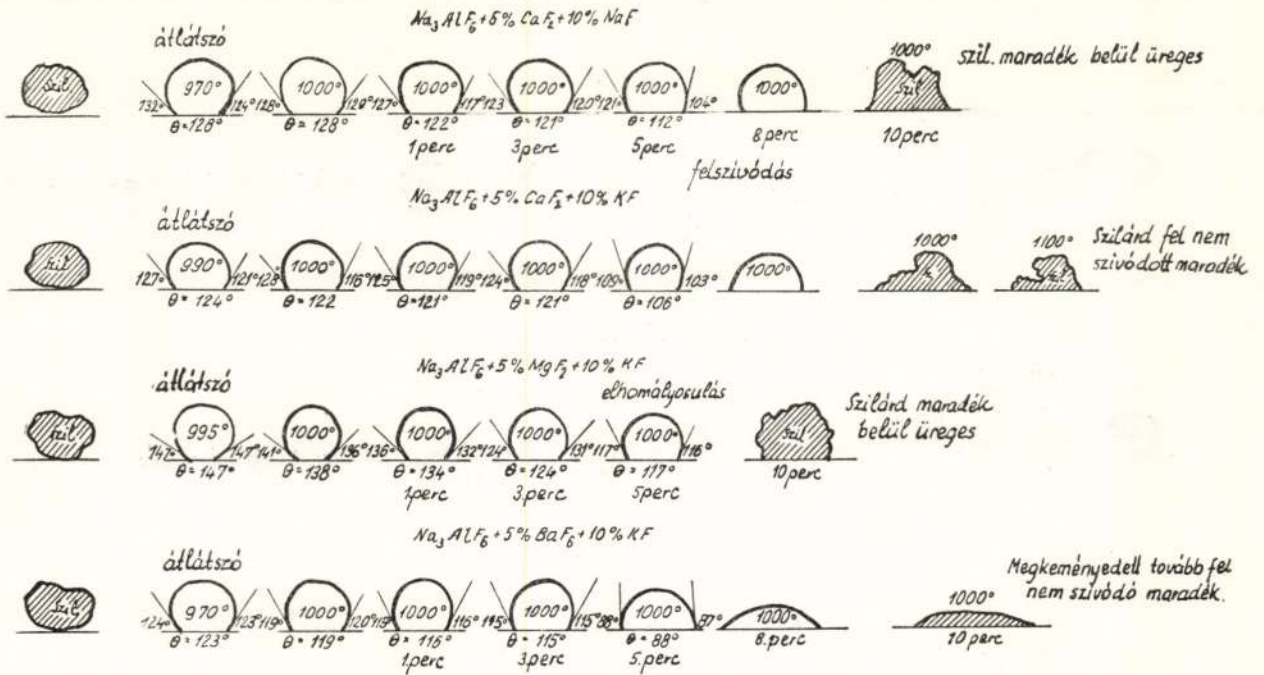


9/b. sz. ábra



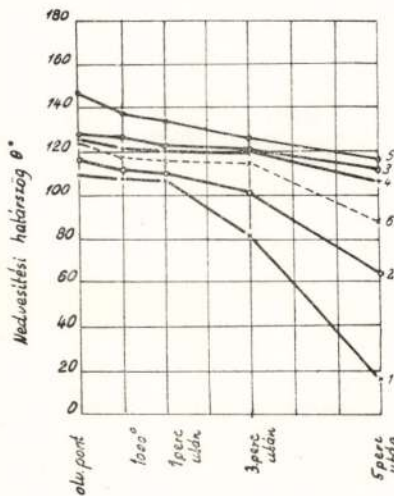
9/c. sz. ábra Kryolith nedvesítési határszögének változása alkáli földfém fluoridok hatására.





10.sz. ábra Kryolith csepp és nedvesítési határszögének változása alkali és alkáli fém fluoridok hatására.

A kísérleteket olyan kriolit olvadékkal végezték, mely 5–10% Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O és K<sub>2</sub>O tartalmú. A kísérleti adatokból látható, hogy Li<sub>2</sub>O hatására a nedvesítési határszög csökken. Az előbbiekből viszont azt láttuk, hogy a LiF felületileg inaktív anyag, ezért a Li<sub>2</sub>O hatására



11.sz. ábra Kryolith olvadékok nedvesítési határszögének időbeni változása alkáli és alkáli földfém fluoridok hatására.

1) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 10% KF; 2) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 10% NaF; 3) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 5% CaF<sub>2</sub> + 10% NaF; 4) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 5% CaF<sub>2</sub> + 10% KF; 5) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 5% MgF<sub>2</sub> + 10% KF; 6) Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 5% BaF<sub>2</sub> + 10% KF;

bekövetkező határszög csökkenést az olvadékban kialakuló, felületileg aktív NaF és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hatására vezethetjük vissza. Na<sub>2</sub>O és K<sub>2</sub>O esetében a nedvesítési határszögek közelítőleg egyeznek az NaF és KF-nél kapott értékekkel.

A káli földfémek oxidjai kriolit hatására szintén fluoridokká alakulnak  $2 Na_3AlF_6 + 3 MeO = 3 MeF_2 + 6 NaAlF_4O_3$ .

A 13-ik ábra mutatja az 5% és 10% alkáli földfémoxidot tartalmazó olvadék cseppformáit és nedvesítési határszögeit. Ezen kísérletek alkalmával lemért θ abszolút nagyságaira vonatkozó adatokat a 9-ik számú táblázat közli.

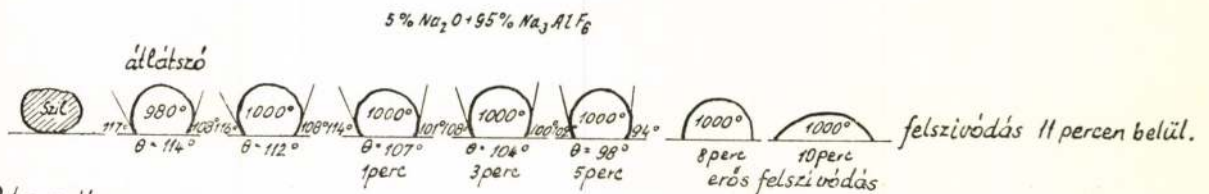
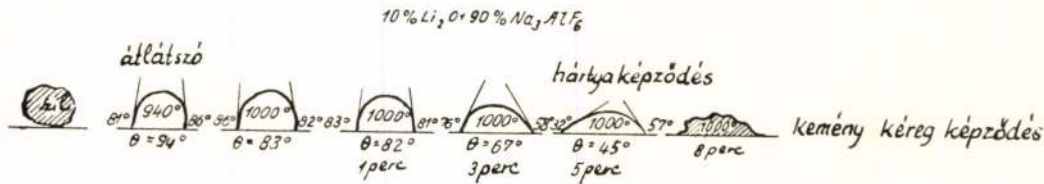
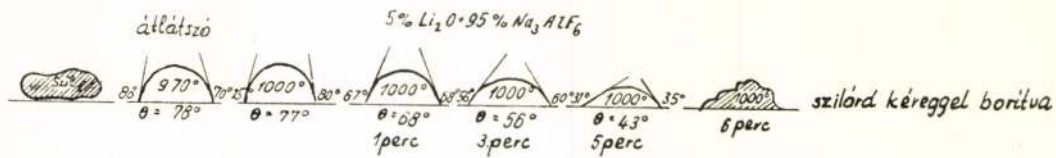
Öszehasonlítva az adatokat az alkáli földfémfluoridok adataival, láthatjuk, hogy oxidok esetén mindig kisebb a nedvesítési határszög, ez nyilvánvalóan az olvadékban jelenlévő és kialakuló felületileg aktív NaF és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hatásának tulajdonítható.

A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + MeO olvadékok nedvesítési határszögei.

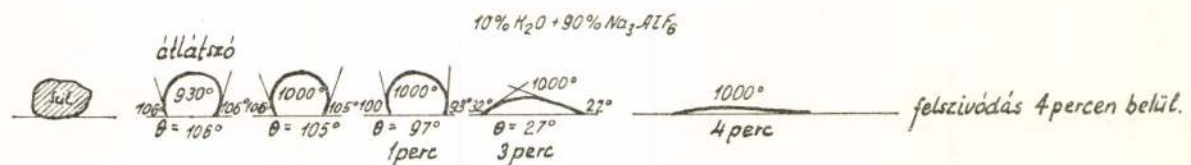
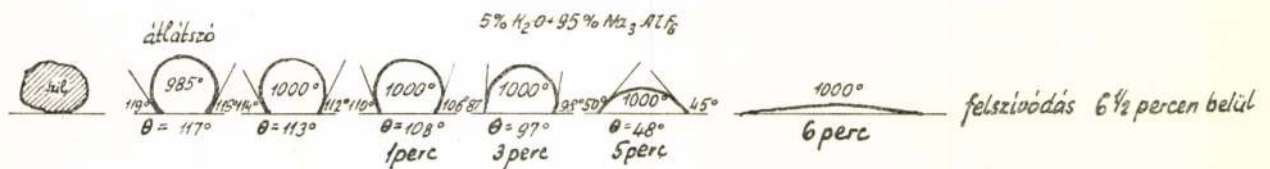
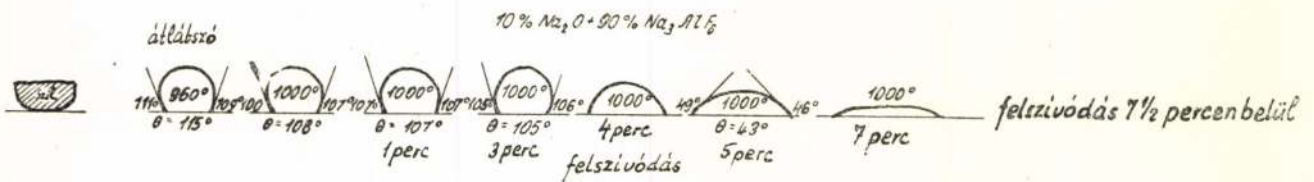
Az olvadék összetétele	A nedvesítési határszög, fokok				
	Olvasási hőfokon	1000°-nál	1000°-on 1' után	1000°-on 3' után	1000°-on 5' után
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> + 5% MgO . . . . .	125	122	111	110	
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub> + 10% MgO . . . . .	110	110	106	94	
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub> + 5% CaO . . . . .	112	114	108	109	106
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub> + 10% CaO . . . . .	112	100	98	100	
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> + 5% BaO . . . . .	113	111	108	74	24
Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub> + 10% BaO . . . . .	125	126	115	97	56
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> . . . . .	135	134	133	117	110

Ezen oxidokon kívül az elektrolitban főleg még TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> és P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fordul elő. Ezek a kriolittimföldolvadékkal vegyületet (Titanátokat, foszfátokat stb.) képeznek, ezért nyilvánvalóan befolyásolják a kriolitolvadék felületi aktivitását (19). A kérdés tanulmányozása céljából olyan kriolitolvadék nedvesítési határszögét mérték meg, mely 2,5% és 5%-ot tartalmazott az egyes oxidokból.



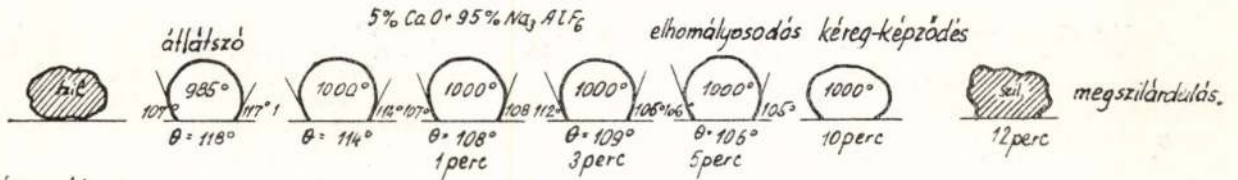
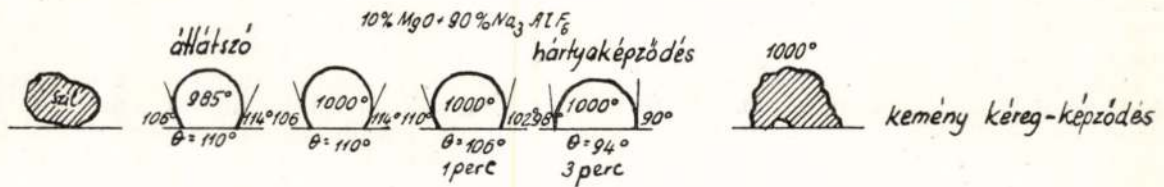
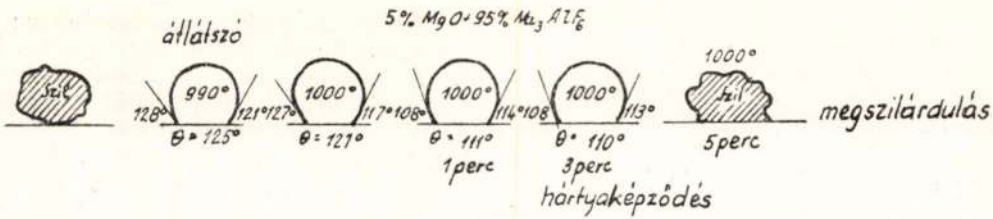


12/a.sz. ábra

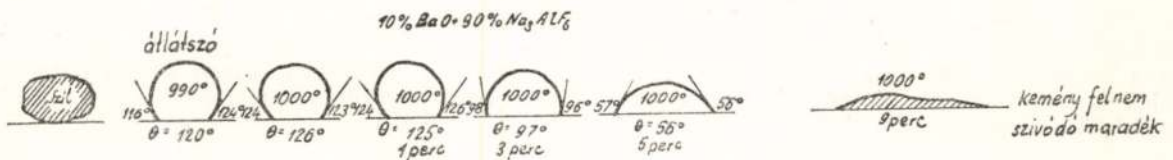
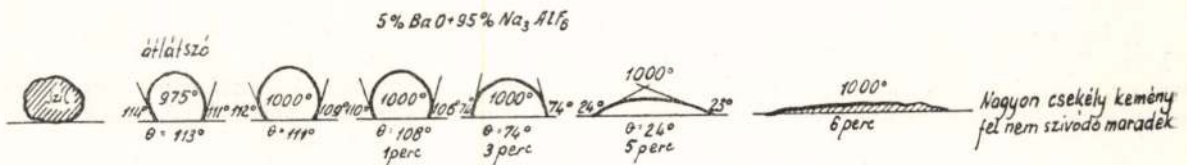
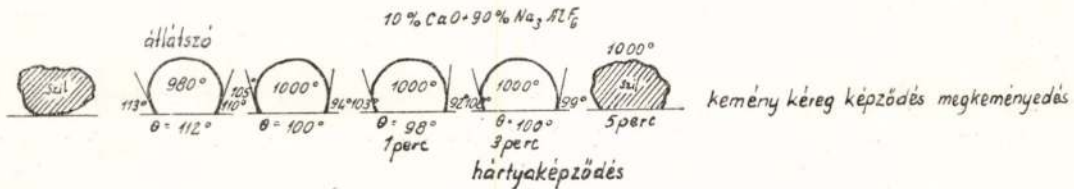


12/b.sz. ábra Kryolith csepp és nedvesítési határszögének változása alkáli fémoxidok hatására.





13/a.sz. ábra.



13/b. ábra Kryolith cseppforma és nedvesítési határszögének változása alkáli földfém oxidok hatására.

(Folytatjuk.)



## Levelosláda

### 21. Kérdés.

Köztudomású, hogy gyárépítésnél, vagy más nem mozgó létesítménynél áramvezetőül a nagy keresztmetszetű alumíniumsínézést már több évtizede eredményesen használják.

Kérdezzük, hogy az alumíniumsínézés járműveknél, vagy más mozgó létesítményeknél használható-e, különös tekintettel arra, hogy a mozgó létesítmények állandóan rezgésnek vannak kitéve. Nem látjuk ugyanis tisztán, hogy az alumíniumsínésatlakozások a rezgés következtében az érintkezési helyeken nem lazulnak-e meg és ennek következtében nem lépnek-e fel nagy átmeneti ellenállások. Érdeklődünk továbbá, hogy a különböző alumíniumsínékötések az állandóan ismétlődő rezgésekkel szemben hogyan viselkednek. Végül tudni szeretnénk, hogy alumínium és nehézfémek összeépítésénél a korróziós veszélyt mennyire kell figyelembe venni. Ha lehetséges, kérünk helyes alumíniumsínyszerelésre vonatkozó előírásokat.

### Felelet:

A járművekbe beépített alumíniumsínézés több évtizedes multra tekinthet vissza. Tudomásunk van róla, hogy egy tengerjáró hajón az elektromos vezetékek sínézését már 1914-ben lapos alumíniumidomokból készítették és a sínézés még ma is, amint azt a többszöri vizsgálat megállapította, a célnak tökéletesen megfelelő.

A tapasztalat bebizonyította, hogy helytelen volt az a félelem, hogy a jármű állandó rezgése miatt az alumíniumkötések túlzott mértékben meglazulnak és ezáltal nagy átmeneti ellenállásuk folytán jelentékenyen felmelegednének, vagy nagy áramvesztéseket okoznának.

A könnyűfémcsínézésnél a csavaros kötések mindenestre többször kell ellenőrizni, mint a nehézfémcsínézésnél, a felülvizsgálat után pedig az esetleg meglazult kötések után kell húzni. Üzemzavarok azonban a helyesen szerelt és megfelelően beépített sínézéseknél nem fordultak elő.

A helyes szerelés egyik alapfeltétele, hogy a könnyűfém villamosvezetőképességével mindenkor számolni kell és gondoskodni kell arról, hogy megfelelő átmérőjű sínézés kerüljön beépítésre. Ezzel kapcsolatosan rá kell mutatni arra is, hogy nemcsak szinalumíniumból készült húzott, vagy hengerelt síneket használnak fel jó eredménnyel, hanem hulahékalumíniumból készült öntött síneket is be lehet építeni. (Az öntött sínek hossza 5–6 m között váltakozik.) Ez esetben természetesen az öntött hulahékalumíniumnak a szinalumíniumnál lényegesen kisebb elektromos vezetőképességével számolni kell, a sínézés átmérőjét pedig ennek megfelelően meg kell növelni.

A szerelésnél az elektromos kontaktus helyeinek tökéletes tisztaságára nagy gondot kell fordítani. A minden alumíniumon jelenlévő természetes oxidhártyát közvetlenül a beépítés előtt az érintkezési helyekről el kell távolítani (lemaratózás, vagy alapos drótkéfézés). A tisztított helyeket célszerű, az ismételt oxidáció megakadályozása érdekében, vékony sav- és lúgmentes vazelinnel, vagy más zsíradékkal bevonni. A csavarkötések anyagául a legjobban a kadmiumozott, vagy horganyzott vascsavarok felelnek meg, az egyenletes nyomáelosztás miatt pedig a csavarok alá minden esetben horganyzott, vagy kadmiumozott vasalátéteket kell alkalmazni. A csavarszorításoknál a csavartat minimálisan 0,5 kg/mm<sup>2</sup>-es nyomással kell meghúzni, kisebb csavarkötések esetén igen célszerű rúgóalátétek felhasználása. Alumínium és nehézfém érintkezésénél ügyelni kell arra, hogy a két fém csatlakozási helyéhez nedvesség ne érjen, mert a korrózió csakis nedvesség jelenlétében indulhat meg. Ezért ajánlatos a különböző fémek csatlakozási helyét jól tapadó, sav- és lúgmentes bitumenes festékekkel lefesteni. Korrózió szempontjából a legveszélyesebb szennyeződés a vasrozda. A szerelésnél tehát gondosan ügyelni kell, hogy a vasból készült alkatrészek (pl. csavartaláték, támaszok stb.) ne rozsdásodjanak. Ennek elkerülésére az összes vasalkatrészek gondosan kadmiummal, vagy horgannyal vonandók be, esetleg befestendők. Magukat az alumínium-síneket festeni, vagy egyéb felületi védelemmel ellátni felesleges.

A járművekben, vagy egyéb mozgó szerkezetekbe beépített alumínium-sínézést minden esetben úgy kell felfüggeszteni, illetve szerelni, hogy annak lengése, illetve rezgése az adott körülményekhez mérten minimális legyen. A sínézések legkényesebb részei a hegesztett kötések.

Tekintettel arra, hogy az alumínium hőtágulása a nehézfémekkel szemben kb. a kétszerese, hosszabb vezetékeknél dilatációs darabokat kell közbeiktatni. A dilatációs darabok vékony, kb. 1 mm-es, két végükön összehesztett alumínium lemezkötegek, amelyek rugalmasságuknál fogva a rendszer hőtágulása következtében beállott hosszirányú változásokat képesek felvenni. A hegesztett dilatációs közbeeső darabokat a sínhez szintén autogén hegesztéssel erősítik hozzá. A hegesztés alkalmával különös gondot kell fordítani a varrat salakmentességére, továbbá arra, hogy a hegesztés tökéletesen átfolyjon és a mindenkor használatos oxidoldószer a hegesztés elvégzése után gondosan el legyen távolítva. Oxidoldószer visszamaradása gyors korrózióhoz vezethet.

A fent elmondott főbb szempontok betartása esetén az alumínium-sínézés a járműveknél és egyéb mozgóberendezéseknél jó eredménnyel alkalmazható.

D.

## ALUMINIUM

Felölős szerkesztő: Heinrich József. — Felölős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóirat Kiadó Vállalat Vezérigazgatója. Szerkesztőség: V. Szalay-u. 4. Telefon: 129-696. — Kultúra Nyomda VIII. Conti-u. 4. Felölős nyomda vezető: Heitter Imre