

# ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉM-KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

---

Új lap indul meg, amely az alumíniumipar és kutatás problémáival fog foglalkozni. Feladata, hogy a szakma fejlődését minden téren elősegítse és az elért eredményekről a bel- és külföldi közönséget minél szélesebb körben tájékoztassa.

Hazánk természeti adottságai alumíniumiparunkat nemzetgazdasági életünk egyik súlypontjává teszik és a szakma minden dolgozójának kötelessége, hogy színvonalát olyan nivóra emelje, hogy a külfölddel az összehasonlítást kibírja.

Ezen a téren még sok tennivalónk van, mivel az elmúlt rendszer célkitűzéseinek nem felelt meg iparunk ilyen irányú fejlesztése, hanem ellenkezőleg: ahelyett, hogy értékes nyersanyagunkat, a bauxitot itthon igyekeztünk volna feldolgozni, annak 98%-át külföldre szállítottuk.

Népi demokráciánk a Szovjetunió támogatásával már az elmúlt években döntően megváltoztatta ennek az iparnak a helyzetét és minden segítséget megadott arra, hogy az eddig gyermekcipőben járt magyar alumíniumipar előtt komoly fejlődés perspektívái nyíljanak meg. Gondolunk itt elsősorban azokra az igen jelentős beruházásokra, amelyek ebben az iparban történtek. Legelsősorban az almásfüzitői timföldgyár építésére, amely Európának egyik legfontosabb timföldüzeme lesz.

A termelés felfejlesztésén kívül a kormányzat érdeklődése az alumíniumkutatás felé is irányult és az Alumínium Tanács és Kutató Intézet létrehozásával megteremtette azt az alapot, ami ezen iparág korszerűsítéséhez okvetlenül szükséges.

Komoly és versenyképes alumíniumiparnak nem egyetlen alapanyaga a bauxit. Ennek feldolgozásához más számos nyersanyagra van szükség. Ezek közül hazánkban több egyáltalán nem, vagy csak csekély mennyiségben található. Éppen ezen a téren várnak különösen nagy feladatok az alumíniumipar dolgozóira.

Ki kell dolgoznunk olyan eljárásokat, amelyeknek segítségével az eddig külföldről behozott segédanyagokat hazai termékekből tudjuk előállítani, hogy így iparunkat gazdaságosabbá tegyük és a külföldi behozatalt a szükséges minimumra csökkentsük.

Ezt a feladatot csak úgy oldhatjuk meg, ha a kutatás és az élő ipar között szoros kapcsolatot teremtünk.

A tudományos kutató munka eredményeinek és az élő iparban felmerült problémáknak megoldása csak úgy lehetséges, ha mindkét vonalon elért eredményeket mindenki részére hozzáférhetővé tudjuk tenni. Ezt a célt szolgálja az újonnan induló folyóirat, amelyben nemcsak a műszaki szakemberek, hanem az újító dolgozók százai is a termelés kérdéseiről véleményüket nyilváníthatják és az elért eredményekről kölcsönösen beszámolhatnak és tudomást szerezhetnek.

Az „Alumínium“ folyóiratnak kell majd az egész magyar iparban az alumíniumkérdés iránti érdeklődést ébrentartania és az új felhasználási lehetőségekre a figyelmet felhívni.

A lap ismertetni fogja a külföldi szakmai fejlődést is, tükre kell, hogy legyen más országok felé népi demokráciánk e téren elért eredményeinek.

A fiatal magyar alumíniumipar gazdaságosság vonalán még nehézségekkel küzd: ezeket a nehézségeket azonban dolgozóink le kell és le fogják győzni.

A magyar bauxit és az ebből előállított alumínium nemcsak a magyar családok ezreinek biztosít majd kenyeret, de a népi demokráciánk gazdagságának aranyánál biztosabb alapiját képezheti.



## Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

1. szám.

# I. Kis hamutartalmú szén nyerése szénelőkészítéssel (fizikai módszerekkel)

Az aluminium gyártásának egyik legfontosabb nyersanyaga a szénanód, melyet ezidő szerint külföldről szerzünk be. Ennek oka abban található, hogy ennek a szénanyagnak a hamutartalma 1% alatt kell hogy legyen. Magyarországon ilyen szén nincs, földi olaj lepárlásának maradványai pedig csak csekély mennyiségben állanak rendelkezésre. Az Aluminium Kutató Intézet a soproni Műegyetem professzorainak bevonásával nagyszabású kutatómunkát indított meg — mindjárt szervezésének első idejében — hogy a Magyarországon található szén hamucsökkenési eljárásait tanulmányozza. Alábbiakban közöljük dr. Tarján Gusztáv szénelőkészítő munkálatait, melyek fizikai módszerekkel, valamint dr. Romwalter Alfréd munkálatait, melyek kémiai módszerekkel való hamu csökkentési vizsgálatokat ölelnek föl.

DR TARJÁN GUSZTÁV

Турян Густав:

## Получение угля с низким содержанием золы угольной подготовкой (физическими способами)

Эта статья занимается возможностью сокращения содержания золы углей Венгрии, чтобы полученный уголь был подходящий для производства необходимой угольной аноды при производстве алюминия. Подготовка происходит флотацией. На основании результатов опытов получение угля с содержанием золы меньше 1% не удалось ни из дорогского, ни из комлоского угля.

Gustavus Tarján: Obtention of low ash content coals by coal preparation. (Physical methods.)

The article describes the possibility of reducing the ash content of Hungarian coals to such an extent that these coals can be utilised for the production of anodic coal electrodes required by aluminium reduction plants. The preparation is effected by flotation. The results of the experiments carried out have shown that coals with an ash content less than 1 per cent could not be obtained either from coals gained at Dorog or Komló.

Gustav Tarján: Gewinnung von Kohle mit kleinem Aschengehalt durch Kohlenaufbereitung. (Methode der Physik.)

Der Artikel beschäftigt sich mit der Möglichkeit der Verminderung des Aschengehalts der ungarischen Kohlen auf ein Mass, dass die gewonnenen Kohlen zur Herstellung der zur Fabrikation von Aluminium nötigen Kohleanoden entsprechen. Die Vorbereitung erfolgt durch Flotation. Auf Grund der Versuche

gelang die Herstellung einer Kohle mit einem Aschengehalt von unter 1% weder aus der Doroger, noch der Komloer Kohle.

A gyakorlatban elsősorban a szénnek fajsúly szerint való szétválasztása jöhet szóba, nehéz adatokkal vagy szuszpenziókkal. Pl. a kalciumklorid-oldattal dolgozó Lessing-féle, vagy Bertrand-féle eljárás, vagy a Chance-féle homokszuszpenziós, a Vooy's-féle barit- és agyagszuszpenziós, a Tromp-féle — esetleg a Vogel-féle — magnetit szuszpenziós eljárás.

A Vogel-féle eljárással a magnetit-szuszpenzió örvénylémentes, lamináris áramlatlása útján 0,5 mm-es szén is feldolgozható még, a többi eljárás alkalmazhatóságának alsó szemnagyság-határa a gyakorlatban 2—3 mm körül van, de az erősebb szuszpenziós eljárásokkal gazdaságosan — megfelelő nagy teljesítménnyel — csak a 7—8 mm-nél durvább szén készíthető elő.

Finom iszapok előkészítésére a legelterjedtebben használt eljárás a flotálás, vagy úszlato eljárás.

Dorogi és komlói szénrel végzett előkészítési kísérletek adatai és eredményei a következők:

A) Makroszkópiusan homogénnek látszó, kb. 8% átlagos hamutartalmú dorogi szénmintát mozsárban 3 mm-re feltörve, a nyert termény szitaelemzése:

mm	Súly %
3—1	75,84
1—1,5	12,90
0,5—0	11,26
	100,00

A 3—1 mm-es osztályt nehéz folyadékokkal négy részre, az 1—0,5 mm-es osztályt két részre választva:

		Fajsúly	Súly %	Víz %	Hamu %	Száras hamu %	Kumulatív	
							súly %	hamu %
3—1 mm	1	—1,342	3,04	7,07	3,42	3,68	3,04	3,42
	2	1,342—1,375	51,54	7,20	3,71	4,00	54,58	3,69
	3	1,375—1,465	37,07	7,93	5,54	6,01	91,65	4,44
	4	+1,465	8,35	4,42	42,01	43,94	100,00	7,58
1—0,5 mm	1	—1,375	38,37	5,39	4,25	4,49		
	2	+1,375	61,13	6,68	11,00	11,00	100,00	8,41

(A hamuképző alkatrészek savas oldás útján való további csökkentésére irányuló vizsgálatot dr. Romwalter Alfréd tanártársam az 1—0,5 mm-es osztály 4,49% hamutartalmú 1. terményével végzett, ennek a terménynek volt ugyanis legfehérebb s így lehetőleg Ca-ban legdúsabb a hamuja.)

B) A komlói szénmintákka] végzett kísérletek.

1. A komlói átlagszénnek kb. 60%-a a 10. telepű. 20—20%-a a 8. és 12. telepűből való. A szénnek kb. 20%-a 1 mm-nél finomabb és kb. 40—50 súly %-a 1—10 mm közé esik.

A Komlón a bányából kikerűő aknaszénből hosszabb időn át gyűjtött 1—8 mm-es átlagszén hamutartalma 18,7% volt. Ebből a szénből nehéz folyadékok segítségével az alábbi eredményeket nyertem:



Fajsúly	Súly %	Hamu	Kumulatív	
			súly %	hamu %
—1,275	2,48	1,04	2,48	1,04
1,275—1,300	20,75	2,36	23,23	2,22
1,300—1,330	23,49	5,53	46,72	3,88
1,330—1,400	22,58	10,63	69,30	6,09
stb.				
			100,00	18,7

A 10. telepből néhány tiszta (kis hamutartalmú) szénmintát gyűjtöttünk. Ezeknek jellemző adatai a következők:

A minta jele	A minta megnevezése	Jel	mm	Súly %	Hamu %
2	V. szint, 13. csapat munkahelyéről való minta	a	+10	51,4	4,36
		b	10—2,7	32,2	4,46
		c	—2,7	16,2	
				100,0	
3	VI. szint I gurító, 6. csapat munkahelyén vett minta	a	+10	36,2	6,74
		b	10—2,7	34,8	5,48
		c	—2,7	29,0	5,42
				100,00	5,92
4	VI. szint, 5. csapat munkahelyén vett minta	a	+10	75,54	3,78
		b	10—2,7	18,98	3,40
		c	—2,7	5,48	
				100,00	
5	Osztószint, 7. csapat munkahelyéről való minta	a	+10	37,7	6,25
		b	10—2,7	36,3	4,74
		c	—2,7	26,0	6,44
				100,0	5,75

Az egyes mintáknak nehéz folyadékokkal való szeparálása az alábbi eredményeket adta:

Jel	Fajsúly	Súly %	Hamu %	Kumulatív		Víz %
				súly %	hamu %	
2a 1	—1,275	17,3	1,110	17,3	1,110	2,34
2	1,275—1,28	33,8	1,494	51,1	1,364	2,56
3	1,28—1,300	27,9	3,22	79,0	2,02	2,58
4	+1,300	21,0	13,31	100,0	4,39	2,22
2b 1	—1,275	30,8	1,077	30,8	1,077	2,36
2	1,275—1,28	18,8	1,562	49,3	1,26	2,30
3	1,28—1,300	26,8	2,807	76,4	1,80	2,28
4	+1,300	23,6	13,06	100,0	4,46	1,93
3a 1	—1,280	0,2	4,86	0,2	4,86	2,53
2	1,28—1,300	19,8	3,38	20,0	3,40	1,54
3	1,30—1,335	41,0	5,15	61,0	4,58	1,25
4	+1,335	39,0	10,13	100,0	6,74	1,05
3b 1	—1,28	3,6	1,26	3,6	1,26	1,35
2	1,28—1,300	37,3	1,97	40,9	1,91	1,09
3	1,30—1,335	34,3	4,65	75,2	3,16	1,13
4	+1,335	24,8	12,52	100,0	5,48	0,90
4a 1	—1,275	2,88	1,78	2,88	1,78	1,26
2	1,275—1,28	24,10	1,73	27,06	1,74	1,38
3	1,28—1,305	46,82	3,31	73,88	2,74	1,45
4	1,305—1,335	20,00	5,77	93,88	3,38	1,49
	+1,335	9,11	10,17	100,00	3,40	1,78

Jel	Fajsúly	Súly %	Hamu %	Kumulatív		Víz %
				súly %	hamu %	
4b 1	—1,280	1,72	0,788	1,72	0,79	1,76
	2	1,280—1,287	31,50	1,82	33,22	1,77
	3	1,287—1,312	59,11	2,94	83,33	2,47
	4	1,312—1,335	7,56	5,43	90,89	2,72
	5	+1,335	9,11	10,17	100,00	3,40
5a 1	—1,280	20,23	1,35	20,23	1,35	
	2	1,280—1,287	19,40	2,11	35,13	1,67
	3	1,287—1,312	22,21	4,50	57,34	2,77
	4	1,312—1,333	22,96	7,04	80,30	3,99
	5	+1,333	19,70	15,47	100,00	6,25
5b 1	—1,280	22,80	1,28	22,80	1,28	
	2	1,280—1,287	35,37	1,64	58,17	1,50
	3	1,287—1,312	18,12	4,25	76,29	2,15
	4	1,312—1,333	9,99	7,51	86,28	2,77
	5	+1,333	13,72	17,12	100,00	4,74

(Dr. Romwater a 30,8 súly%-nyi 1,077% hamutartalmú 2b/1 jelű terménnyel végzett a hamu további csökkentése céljából savas oldási kísérleteket.)

A 2a és 2b jelű minták 1,275-nél kisebb fajsúlyú terményeinek együttes hamutartalma 1,092% és súlykihozatala az eredeti nyersanyagra vonatkoztatva (a 2,7 mm-nél finomabb részt is a nyersanyaghoz számítva) 18,8%. (A 2,7 mm-nél finomabb osztályban levő kis hamutartalmú frakció nehéz folyadékkal való üzemi kinyerése már nehézkes és költséges.) Komló szénél a kokszihozatal 70%-a tehető, vagyis a kokszi hamutartalma itt kb. 1,56% lenne.

Az 5a és 5b minták (1,280-nál kisebb fajsúlyú) 1. terményeit összekeverve és tovább aprítva:

	mm	Súly %	Hamu %
A	+1	24,40	1,490
B	1—0,5	32,76	1,345
C	0,5—0,2	20,82	1,319
D	0,2—0	22,02	1,487
		100,00	1,406

A három első osztályt fajsúly szerint szétszeparálva:

Jel	Fajsúly	Súly %	Hamu %
A/1	—1,28	61,6	1,092
	+1,28	38,4	2,128
		100,0	1,490
B/1	—1,28	80,17	1,008
	+1,28	19,83	2,707
		100,00	1,345
C/1	—1,275	32,9	0,761
	—1,28	21,8	0,891
	+1,28	45,3	1,929
		100,0	1,319



Az A), B), C) kísérleteknek 1,28-nál kisebb fajsúlyú terményei együttesen 0,99% hamut adnak, az 5,75% hamutartalmú eredeti nyersanyagra vonatkozó 8,4% súlykihozattal.

A 2. jeű (V. szint, 13. csapat) komlói szénminta — 16,2 súly%-nyi — 2,7 mm-nél finomabb részének szemnagyság szerinti megoszlása:

mm	+1	1—0,5	0,5—0,2	—0,2	Összesen
Súly	46,1	25,1	15,7	13,1	100,0

Ebből az 1—0,2 mm-es részt és a 0,2 mm-nél finomabb részt külön-külön fenyőolajjal mint habképző reagenssel flotálva a következő eredményt nyertem:

		Súly %	Hamu %	Kumulatív	
				súly %	hamu %
1—0,2 mm	1	35,14	2,75	35,15	2,75
	2	18,44	2,53	53,58	2,68
	3	4,56	4,50	58,14	2,82
	4	41,86	11,18	100,00	6,32
0,2—0 mm	1	40,06	4,21	40,06	4,21
	2	50,04	6,25	90,10	5,35
	3	9,90	42,55	100,00	9,03

A kísérletek eredménye alapján megállapíthatjuk, hogy a szénelőkészítési módszereivel (fajsúly szerint való szeparálással, vagy flotálással) a kívánt cél: az 1%-nál kisebb hamutartalmú koksz nyerésére alkalmas 0,5—0,7% hamutartalmú szén előállítása sem a dorogi, sem a komló szénből nem sikerül ugyan, de a komló szénnél a megkívánt 0,7%-os hamu-határ — gyakorlatilag is megfelelő súlykihozattal — erősen megközelíthető.

Sopron, Érc- és szénelőkészítési intézet.

## II. A szén hamuképző alkatrészeinek eltávolítása vegyi úton

DR. ROMWALTER ALFRÉD

Dr. Ромвальтер Альфред:

**Химическое удаление составных частей угля, образующих золу.** Эта научная статья начала химическое удаление составных частей угля, образующих золу на дорожном угле и продолжала на комлоском угле. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что остатки золы фракции нашего каменного и бурого угля, полученной путем подготовки угля значительной потерей по весу, вследствие кислотной экстракции могут быть сокращены ниже 1%.  
 Dr. Alfred Romwalter: Separation of ash producing parts of coal by chemical process.

The first studies in this connection were carried out with regard to Dorog coal and then continued by Komló coal. The experiments have shown that the ash content of fractions of coal and brown-coal obtained by coal preparation with an important weight output can be reduced to under 1 per cent by acid extraction.

Die auf chemischem Wege durchzuführende Entfernung der aschenbildenden Bestandteile wurde vorerst mit Doroger Kohle, sodann mit Komloer Kohle durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche beweisen, dass der Aschengehalt der im Wege von Kohlenaufbereitung aus ungarischer Braunkohle und Steinkohle mit bedeutenden Gewichtsausbeute gewonnenen Fraktionen durch Säureextraktion unter 1% gebracht werden kann.

A szenesülő anyagalmaz élőlények maradványából gyűlt össze, tehát az egykori szervezeteket felépítő valamennyi elemet tartalmazza. Allagába a levegő és víz mozgása ásványi anyagot is juttat, részint a szerves maradványok gyűlése közben, de utóbb is. Sőt a szenesülő hamu a földkéregben mozgó vízzel sajátos anyagforgalmat folytat: átad a víznek oldható anyagokat, a keletkező oldat

A szenesülő anyagalmaz élőlények maradványából gyűlt össze, tehát az egykori szervezeteket felépítő valamennyi elemet tartalmazza. Allagába a levegő és víz mozgása ásványi anyagot is juttat, részint a szerves maradványok gyűlése közben, de utóbb is. Sőt a szenesülő hamu a földkéregben mozgó vízzel sajátos anyagforgalmat folytat: átad a víznek oldható anyagokat, a keletkező oldat

köt, részint adszorpció, részint vegyület képződése révén. Így a szenesülő halmazba hamuképzők minősége és mennyisége fokozatosan változik.

Eltüzeléskor az égéstermékek zöme a füstgázban távozik, a hamu ellenben szilárd alakban marad vissza és mindeznek az égéstermékeknek az összes súlya többszöröse az elégett szén súlyának, mert felépítésükben sokkal nagyobb szerep jut a levegő oxigénjének, mint a szén felépítő elemeknek. Tehát a hamu is égéstermék, nem volt meg készen a szénben, hanem a hamuképző alkatrészekből és a levegő oxigénjéből vegyi folyamatok révén keletkezett. Mégis a szén „hamutartalmá”-ról szokunk és ez a pongyóság az idevágó műszaki definíciókban is meghúzódik, például a „tisza szén” fogalmában, mert az általában elfogadott meghatározás szerint a tiszta szén = 100% (hamu % + nedvesség). De még az eltüzeléskor visszamaradó hamu minősége és mennyisége is az eltüzelés körülményeitől függ. Ha például valamely szénből vörös izzáson való elhamvasztáskor CaCO<sub>3</sub> marad vissza, akkor ugyanez a szén fehér izzáson hamvasztja CaO-t hagy hátra, vagyis az utóbbi hamu égetett mész és az előbbinek, a mésznek csak 56%-a.

Iparunk ezidőszert 1%-nál kevesebb hamut hagyó kokszra szorul, elsősorban az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> elektrolíziséhez szükséges Soederberg elektródák előállításához. Ilyen koksz csak 0,5—0,7%-nyi hamut hagyó szénből készülhet, de a szén általában sokkal több hamut hagy. Ebből a körülményből származik a nálunk napjainkban új feladat, hogy a szén hamuképzőinek mennyiségét apasszuk, vagyis a szénből hamuképző alkatrészeket eltávolítsunk. De régen iparosodott országokban már ezélt is jelentkezett a körülírt szükséglet, mert a petróumkoksz és a szurokoksz hovatovább sehol sem elég és aránylag kevés elég kicsi hamumennyiséget hagyó szén áll rendelkezésre. Részletes irodalmi átnézetet közöl például dr. Ing. Sustmann az idevágó, világszerte végzett kísérletekről: „Entfernung der mineralischen Bestandteile von Braunkohlen mit Säuren und das kohlenchemische Verhalten nahezu aschefreier Braunkohlen” című dolgozatában (Braunkohle 37, 1938, 226—231 és 244—251), saját kísérleteinek ismertetése kapcsán.

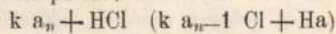
Nyilvánvaló, hogy fizikai (szénelőkészítő) művelettel csakis a rögzös hamuképző alkatrészeket lehet a kellően felaprított szénből eltávolítani. Ellenben kolloidfinoman eloszlott, avagy szerves kötésben foglalt, atomdiszperz



hamuképzők eltávolítása fizikai eljárással lehetetlen. Tehát elkerülhetetlen a hamuképzők vegyszerekkel való kioldása a szénből és elsősorban a kationok kioldása látszik célravezetőnek, bár szó lehet a szilikátok, illetve az  $\text{SiO}_2$  fluorhidrogénes kioldásáról is. Kívánatos természetesen, hogy a kezelésbe vett szén hamuképzőit már eleve fizikai úton lehetőleg apaszuk és hazai szennel végzett ilyen kísérletekről előjáróban dr. Tarján Gusztáv kartársam beszámolt.

Kísérleteimet dorogi szénrel kezdettem meg, mert ennek hamuja kalciumdús, tehát remélhető volt, hogy nagy része sósavban aránylag könnyen oldódik. Miután átlaga a légszáraz állapotra vonatkoztatva 6,4% hamut hagyott az „immediat”-elemzősor és ennek a hamunak 66,8%-a, kerekén  $\frac{2}{3}$  része oldódott sósavban. Tekintettel a kokszelethez, vonzó kérdés volt, hogy a dorogi szén kokszelethez mennyire oldható ki sósavval a hamuképzők. Remélhető volt, hogy a nem olvadó dorogi szén koksza jobban be is bocsátja a vizes oldószert mint a nyers szén. Szénmintám a légszáraz állapotra vonatkoztatva 56,6% kokszeletet hagyott. A kokszeletet porát sósavban főztem, majd napokig állni hagytam benne, végül szűrtem, mostam és hamvasztottam. Párhuzamos próbák tanúsága szerint a bemért kokszelet a savkezelés után 6,75% hamut hagyott, tehát a légszáraz állapotra számítva  $6,75 \cdot 0,566 = 3,82\%$  hamu maradt, vagyis a kokszelet hamuképzőiből jóval kevesebb (kb. 40,3%) oldódott mint a szén hamujából. Ennek láttára a nyers szén savkezelését kísértem meg.

Már a szénelőkészítés megkívánja a kezelésbe vett szén kellő aprítását, de még inkább áll ez a kémiai kioldás szempontjából, mert az oldószert munkája csak a szén szemcsék felületéről indulva haladhat a belsejük felé. Segítségünkre van ugyan a szemcsék átmedvedése után a diffúzió, de ez a folyamat tömött szerkezetű szén esetében mindig igen lassú, tehát annál inkább érvényesül, menné kisebb a szemcsék mérete. Másrészt a finomra őrölt szén leginkább nehezen nedvesedik, hidrofob, a közötte lévő levegővel felülészra hajlik. Hidrofob a dorogi szén örleménye is. Ezen a nehézségen például alkohollal segíthetünk és elég a dorogi szén örleményét a vizes oldószert reáöntése előtt szeszszel nyirkosítanunk. Akkor viszont a vizes oldószertben sűrű iszapréteggé válik és állandó kavarást kíván, de laboratóriumi kísérleteknél a kavarást forralás is pótolhatja. Eszerint dorogi nyersszénport bemérve bőséges 5n sósavban hosszasan főztem, majd napokig áztattam, végül számos, bőven adagolt friss vízzel dekantálva mostam és leszűrtem. Mosás közben feltűnt, hogy a szűrőn áthaladó mosóvíz még a 10. részlet adagolása után is klóronokat tartalmazott és ezek mennyisége a 15. mosóvízben is alig csökkent. Tehát a nyers szén vagy igen erősen adszorbeálja, avagy talán ioncsere révén meg is köti a mosásra használt sósavat például a



vegyegyenlet-módel szerint, amelyben „k” valamely legáltalább két vegyértékű kationt, „a” pedig makromolekuláris karbon-sav aniont jelent. Ha a zárójelben álló  $(k a_{n-1} \text{Cl} + \text{Ha})$  szilárd fázis, akkor szerves „permutit”-a állunk szemben és a hamuképzők apasztását lehetőleg az extrakciós elv alkalmazásával kell szorgalmaznunk, nehogy a szilárd és folyékony fázis között beálló megoszlási egyensúly gátolja munkánkat.

Igen alapos mosás után a szénport elhamvasztottam és megállapítottam, hogy a nyers szén 6,4%-nyi hamuja helyett csak 2% maradt, vagyis a sósavas kezelés folyamán a hamuképzők majdnem 69%-a kioldódott: valamivel több, mint amennyit a sósav a nyers szén hamujából oldott.

Másrészt az is lehetségesnek látszott, hogy a hamvasztás hőmérsékletén a hamuképzők között lejátszó reakciók, vagy erős zsugorodás (felületcsökkenés) miatt a hamuösszetevők oldhatósága csökken. Érdekes volt tehát az 550. C°-ig hevített dorogi félkokszelet savkezelése, mert a félkokszelet szöveti szükségképp lazább a szén szöveténél. Ezt a kísérletsort Fekete László kohómérnök-hallgató végezte el. A rendelkezésére bocsátott másik dorogi szénminta a légszáraz állapotra vonatkoztatva 5,83%

hamut hagyott az immediat elemzésben. Ilyen nyersszénből a leírt módon sósavval a hamuképzők 47,3%-a oldódott, félkokszelet kihozata 60,5% volt és az utóbbiból ismét sósavas mosás révén a hamuképzők 47,27%-a oldódott. Tehát a félkokszelet savkezelése előnnyel nem jár és a nyers szén extrakciós mosása indokolt.

De mielőtt erre az útra tértem, ellenőrzésképp megkísérletem a feltételezett makromolekulás szerves sók roncsolását hő alkalmazása nélkül, mert remélhető volt, hogy így a tömött szén-szövet fellazul és a hamuképzők is könnyebben oldhatók maradnak. Roncsolószerként a tömény kénsav kínálkozott, mert például a nyers anyagot is megbontja. Porcellántégelyben 1 g dorogi szénporra 8 g tömény kénsavat mértem be, jól összekevertem az elegyet, mire hamarosan és észrevehető melegedés közben sűrű, kásás rendszer keletkezett és gyenge kéndioxid szag lépett fel. Fél napi állás után a keverék viskozitása változatlan volt; ezután bőséges vízben diszpergáltam a keveréket, a hígítást sósavval erősen megsavanyítottam és forraltam. Lehűtés közben a szén jól leülepedt, a felette álló vizes oldat majdnem szintelen volt. Végül leszűrtem a szénport és huzamosan kimostam. Hamvasztáskor az 1 g szénpor bemérés eredetileg 6,4%-os hamuja helyett csak 1,7% maradt, tehát a hamuképzők 73,4%-a oldódott.

Tekintettel a szilikátos hamuképzőkre megkísérletem a fluorhidrogénsav és sósav együttes alkalmazását is. Ezekhez a kísérletekhez 8,5% hamut hagyó dorogiszénmintát használtam. Ilyen szénporának két grammját tömény HF és HCl egyenlő térfogatú elegyének bőséges mennyiségében napokig áztattam (Pt tégelyben), azután homokfürdőbe bezárítottam, a száraz maradékot sósavban újra áztattam, majd főztem és hígítás után szűrtem. A leszűrt szintelen oldat főleg kalcium, alumínium és ferro ionokat tartalmazott, ferri ionokat ellenben egyáltalában nem. A leszűrt és vízzel sokszorosan dekantálva kimosott szén 0,86% hamut hagyott, tehát a kombinált HF—HCl mosás révén a hamuképzők 90%-a kioldódott. Teljes sikert tehát még ilyen mosás esetében is csak az extrakció, illetve az ellenáram elvének alkalmazása biztosít.

Az extrakciós, agitativ mosási kísérleteket Fekete László kohómérnök-hallgató végezte. Első extrakciós kísérleteinket folytonosan működő üvegkészülékben, azeotropos sósavval végeztük, de a Soxhlet készüléket nem használhattuk, mer benne a kezelésbe vett szénpor nyugszik, tehát egyenesen átmosása kétséges. Másrészt az elgondolásomat megvalósító készülék összeállításához rendelkezésünkre álló üveg alkatrészek sem feleltek meg teljesen a különleges célnak és üzemzavarokból idővesztésig származott. Ezért szakaszos extrakciót végeztünk. Desztillált savat adagoltunk minden mosási szakasz alkalmával és a szénről leszűrt mosósav részleteket egyesítve újra desztilláltuk. Így a sav forgott és az oldás gyorsítása érdekében is az állandó kavarást minden mosási szakaszban forralással pótoltuk. Bármely mosási szakasz után mód volt a kezelt szénpor kis részletének szárítása és bemérése után a hamuprobára. Ha eredetileg a szárított szénből  $p\%$  hamu maradt és a savas mosás után szárított szénnek  $p_m\%$  a hamumaradványa, akkor a  $p_m = (p-x) \cdot 100 : (100-x)$  egyenletből a feloldott hamuképzők mennyisége  $x = 100 \cdot (p-p_m) : (100-p_m)$ , vagyis az eredeti hamumennyiségnek  $100 \cdot x/p\%$ -a oldódott. Tekintettel arra, hogy  $p_m$  értéke gyakorlati esetekben kicsi a 100 mellett, becslés céljaira az  $x$  értéket szolgáló fenti kifejezés nevezőjében  $p_m$  elhanyagolható, vagyis  $x$  közelítőleg  $p-p_m$ .

Dr. Tarján Gusztáv kartársam rendelkezésünkre bocsátott fajsúly szerint elkülönített dorogi szénfrakciókat. Hamuprobáinkból kitűnt, hogy az egyes frakciók hamuja között eltérés van mind a minőség, mind a mennyiség szempontjából. Gyakorlati célunknak megfelelően a nagy súlykihozattal nyerhető frakciók közül a kevés és főleg meszes hamut hagyók a legérdekesebbek. Ellenőrzésképp ismét megkísérleltük a nyers szén és a félkokszelet extrahálását és igazolódott a már ismertetett tapasztalat, hogy a nyers szén extrahálása eredményesebb. Viszont a nyers szénből általában sikerült legalább annyi hamuképző



kioldása, amennyit a sav a közvetlenül elégetett szén hamujából kiold.

Például az egyik választott frakció végső hamumaradványa a száraz súlyra vonatkoztatva  $p_m = 0.852\%$ ; a száraz nyers frakció eredeti hamuja  $p = 4.494\%$ . Ha ezeket az értékeket az előbb levezetett képletekbe helyettesítjük,  $x = 3.7633$  (viszont közelítő számítással  $x = p - p_m = 3.642$ ), vagyis oldódott  $100 \cdot x/p = 81.7\%$ , amíg a száraz nyers frakció hamujából a sósav  $79.2\%$ -ot oldott.

Teljesen másként viselkedik a főleg szilikátos hamuképzőket tartalmazó komló szén. Dr. Tarján Gusztáv kartársam átadott nekünk egy szárított állapotban mindössze  $p = 1.08\%$  hamut tartalmazó komló frakciót, amelyet  $30.8\%$ -os súlykihozattal nyert. Sósavas extrakció után a szárított bemérés hamumaradványa szinte változatlan:  $1.06\%$ . Ugyanezt a komló frakciót HF—HCl keverékkel is extraháltam. Ekkor hamumaradványa  $p_m = 0.231\%$  volt. A fenti képletek szerint az oldódott hamuképzők mennyisége  $x = 0.851$ , vagyis oldódott a hamuképzők  $100 \cdot x/p = 78.6\%$ -a. Figyelmet érdemel, hogy a szóban forgó komló frakció finom dara volt, nem pedig por és

valószínűleg finom porából még jóval kevesebb hamu maradna a HF—HCl savkeverékkel végzett extrakció után.

A közölt eredmények bizonyítják, hogy hazai barna- és kőszének szénelőkészítés útján jelentékeny súlykihozattal nyert frakciónak hamumaradványa sósavas extrakció révén  $1\%$  alá csökkenthető.

Viszont a sósavas extrakció ipari méretekben valószínűleg csak a mészdús hamut hagyó szeneinknél valósulhat meg. Ez a megszorítás az ipari berendezések építőanyag-szükségletéből ered. Elképzelhető ugyan akár a HF—HCl sósavas extrakció fatartályokban is, de az előrelátható méretek mellett bízatosabb a meszes hamut hagyó szénelőkészítés extrakciója salétromsavval, mert salétromsavat a levegőből belföldön is gyártunk és extrakciós műveletet a belföldön szintén rendelkezésre álló alumíniumból készült edényzetben végezhetjük. További igen fontos előnye a salétromsav alkalmazásának, hogy meszes hamut hagyó szeneinkből a kalcium mellett főleg vasat és alumíniumot oldana ki, tehát a besűrített alumínium ionok leválása után szűrőssel tisztá kalciumnitrát-műtrágya alakjában teljesen értékesülhet a felhasznált sav.

## Alumínium az élelmiszer- és kémiai iparban

Írta: DOMONY ANDRÁS okl. vegyész-mérnök

Домонь Андрас:

**Алюминий в продовольственной и химической промышленности.** Статья во-первых занимается теми преимуществами и недостатками, которые способствуют к широкому потреблению алюминия в продовольственной и химической промышленности или которые препятствуют этому. Следовательно занимается способностью по химическому сопротивлению т. е. кристаллической конструкцией, влияющей на таковую. Описывает те общие правила, соблюдение которых требуют алюминий и его сплавы. Занимается далее проектировкой и обработкой оборудования, чистой оборудований, в особенности в области применения алюминиевых посуд. Подчеркивает невредность на человеческий орган. Расширяется на экономии, достигшие применением алюминия оборудования. При постройках и монтажах подробно занимается мягкой спайкой и сварко особенно с точки зрения коррозии. Расширяется на размеры резервуаров как раз с точки зрения сварки.

**Andrew Domony:** Aluminium in the food and chemical industry.

The treatise is dealing with the corrosion resistance of light metals as well as with the utilisation of aluminium equipments and equipments is certain fields of the chemical industry.

The treatise enumerates the advantages and disadvantages of the utilisation of aluminium, it contains practical instructions and hints regarding proper construction of aluminium equipments explaining the special and extraordinary requirements of light metals. Finally, the treatise gives some practical examples as to how light metal equipments are to be drafted.

**Andreas Domony:** Aluminium in der Lebensmittel- und chemischen Industrie.

Die Abhandlung befasst sich mit dem Widerstand der Leichtmetalle gegen Korrosion, weiters mit der Verwendbarkeit der aus Aluminium hergestellten Einrichtungen und Apparaturen in den einzelnen Gebieten der Chemischen und Nahrungsmittel-Industrie.

Die Vorteile und Nachteile der Verwendung des Aluminiums auf diesen Gebieten werden detailliert behandelt, die Abhandlung enthält ausserdem prak-

tische Anweisungen und Zusammenstellungen hinsichtlich der richtigen Konstruktion der aus Aluminium hergestellten Apparaturen, der speziellen Anforderungen der Montage der Leichtmetalle und führt schliesslich einige praktische Beispiele hinsichtlich der Konstruktionsberechnungen von Leichtmetall-Apparaturen an.

Az élelmiszer- és kémiai ipar egyidős az emberiség legősibb önfenntartó tevékenységével. Ezen iparágak kezdeti csíráit már a történelem előtti kor mindennapos életének tanulmányozásánál megtaálhatjuk. Elődeink már sok évezreddelel előttünk ismerték az élelmiszerek erjesztését, konzerválását, tudtak szappant főzni, festéket előállítani stb. Mindezeknél a műveleteknél olyan apparatúrára, edényekre volt szükségük, amelyekben a megkívánt vegyi folyamatok a legelőnyösebben és a legkedvezőbb körülmények között játszódhattak le. Kezdetben az agyag, a belőle égetett cserép és a fa volt az az anyag, amely az akkori primitív ipar rendelkezésére állott. Idővel megjelentek a használati tárgyak között a fémek, a réz, az ón, később a vas. A fémek felhasználása sokszor nagy előnnyel járt; ezekből az anyagokból készített berendezések nem törtek, a hőt jobban vezették, időtállóbbak voltak, azonban igen sok felhasználásnál a folyamatok kémiai hatása következtében alkalmatlanoknak bizonyultak. A legújabb kor rohamos technikai fejlődése a kémiai- és élelmiszeripar apparatúráit mindig újabb és újabb követelmények elé állította, a berendezéseknek mindinkább nehezebb viszonyok között kellett az egyre bonyolultabbá váló reakcióknak és kémiai reagenseknek megfelelniök. A megnövekedett igényeknek volt köszönhető, hogy mind újabb és újabb anyagokkal kísérleteztek és az apparatura építés anyagainak száma egyre szaporodott. Ennek volt köszönhető, hogy az előbb említett primitív apparatura építőanyagok listája mind újabb jövevényekkel egészült ki. Megjelentek a korrozíóálló rézötvözetek, az ónozott és ómozott vasedények, majd a nemesfémekkel, — igaz tulajdonságilag is, de árban is vetélkedő — rozsdáálló acélok; legújabbban pedig a legkülönbözőbb igényeket is kielégítő műanyagok, üvegfajták, stb. Az anyagok tulajdonságainak és az emberi tudás harcának ebbe a versengésébe vonult be a múlt század végén és kért magának mind nagyobb szerepet a XX. század új féme: az alumínium.

Az új jövevény szerepét és alkalmazási körét saját előnyös tulajdonságai, valamint konkurrensének hiányosságai és előnytelen adottságai szabják meg. Első és leg-



veszélyesebb vetélytársa a nemesacél különféle fajtái, kémiai ellenállás szempontjából jobbak és időtállóbbak, szilárdságilag és mechanikai tulajdonságainál fogva is megfelelőbbek, viszont rosszabb hővezetőképességük, nezebb megmunkálhatóságuk, előnytelen hegesztésük és nem utolsósorban magas áruk számos területen a könnyűfémnek biztosít előnyt.

A többi nehézfémek, réz, ón, ólom, horgany, azok ötvözetei és különböző felhasználási formái (mint pl. fehérbádóg, ózozott réz, stb.) távol állanak attól, hogy a modern kémiai és élelmiszeripar minden követelményét és igényét kielégítsék. Felhasználásuk általában számos kompromisszum és gazdasági megfontolás eredménye. Ugyanez vonatkozik az évszázadok óta meghonosodott és megszokott fa, kőagyag stb. apparaturákra is. Míg ugyanis az előbb említett fémekből készült berendezések korrozója esetén a szervezetre ártalmas, mérgező sók keletkeznek, melyek a legtöbb esetben színesek is és ezáltal az itt tároló vagy gyártott kémiai anyagok és élelmiszerek külsőjét is megváltoztathatják, addig a fa, agyag vagy a legtöbb műanyag edények hőátadása igen rossz, állandóan javításra szorulnak (kádármunkák) és törekenyek.

A fentiek előrebocsátásával vizsgáljuk most meg részletesen azokat az előnyöket és hátrányokat, amelyek az alumíniumot, illetve ötvözetét a kémiai és élelmiszeripar számos ágában alkalmassá teszik, illetve felhasználásuk elé gátat emelnek. A könnyűfémek tulajdonságainak részletes vizsgálata előtt viszont még néhány általános érvényű szabályt kell az alumíniumra vonatkozólag megemlítenünk.

1. Az alumínium és ötvözetének kémiai ellenállóképességét döntő mértékben befolyásolja a fém tisztasága. A kohók az általuk előállított alumínium fémét az alumíniumtartalomnak megfelelően négy szabványos minőségben hozzák forgalomba:

- Al 98/99%
- Al 99.0%
- Al 99.5%
- Al 99.7%

Mindegyik minőségnél a szennyezők azonosak: vas, szilícium, réz és horgany, csak a mennyiség különböző. Kémikailag erősen igénybevert felhasználási területeknél a korrozios veszély csökkentésére minél tisztább fémeket kell felhasználni, de a beépített anyag minősége 99.0% tisztaságú fémnél rosszabb nem lehet. (Lásd 1. számú táblázat.) Ezenkívül különös gondot kell fordítani arra, hogy az alumínium nehézfém szennyeződése (Cu, Zn) minél kevesebb legyen és ne haladja meg a szabványban engedélyezett 0.05%-ot. A nehézfém szennyezések felső

határa az alumínium ötvözetekre is érvényes. Ezért az élelmiszer- és kémiai iparban a nagyszilárdságú, rézzel vagy egyéb nehézfémekkel ötvözött könnyűfémek nem használhatók. Ha szilárdsági igénybevételek miatt (nyomás, teherbírás, stb.) a szinalumínium mechanikai tulajdonságai nem kielégítőek, úgy az ú. n. korrozióálló alumíniumötvözetek jó szolgálatokat tesznek. Ezeknél az ötvözeteknél a legfontosabb ötvöző alkatrészek: Mg, Mn, Si. A megfelelő gonddal és szennyezésmentesen előállított korrozióálló alumíniumötvözetek kémiai ellenállóképessége ugyanolyan, mint az ötvözéshez felhasznált tisztasági fokú alumínium korrozióellenállása.

Némely kivételes esetben, amikor a fém szilárdsági tulajdonságai döntő fontossággal bírnak, kémikailag igénybevert helyeknél is sikerrel alkalmazták a nehézfém (réz, horgany stb.) tartalmú nagyszilárdságú alumínium-ötvözeteket olyképen, hogy a felületeket vékony szinalumínium vagy korrozióálló alumíniumötvözetű réteggel lemezelik (patírozják). Tekintve azt, hogy a lemezelés meglehetősen megmunkálással történik, az alapanyag és a fedőréteg egy fémme forr össze. A lemezelő anyagok kémiai ellenállóképessége viszont mindig korlátozott és nem éri el a szinalumínium vagy a korrozióálló alumíniumötvözetek korrozióellenállását, tekintve azt, hogy a fedőréteg igen vékony (az anyag vastagságának általában 5%-a), könnyen megsérthető és nehezen kerülhető el, hogy az alapötvözetből nehézfém alkatrészek (Cu, Zn stb.) nediffundáljon a fedőrétegbe. Bármilyen sekély mértékű is ez a diffúzió, igen hamar eléri a megengedett szennyezések felső határát (0.05%-ot) és akkor a borítóréteg korrozióellenállása is rohamosan rosszabbodik. Ezért korrozióálló fedőréteggel borított nagyszilárdságú, nehézfém-tartalmú alumíniumötvözetekből készült berendezések építése a kémiai és az élelmiszeriparban lehetőleg mellőzendő.

2. Az alumínium és ötvözetének korrozióellenállását nagy mértékben befolyásolja a beépítésre kerülő fém kristályszerkezete és felülete. Általános szabálynak tekinthető, hogy a legjobb kémiai ellenállóképességgel a lágy, illetve homogenizált hőkezelésnek alávetett könnyűfémek rendelkeznek. Ezeknél ugyanis az ötvözőalkatrészek és a szennyezések nagyrészt oldott állapotban vannak és ezáltal a korrozios megtámadásnak kevesebb kiindulási gócpontja van.

Az alumíniumnak az oxigénnel szemben igen nagy az affinitása. Ezért minden alumíniumfelület igen gyorsan egy láthatatlan, rendkívül vékony (0.0002 mm), jól tapadó alumíniumoxid filmmel vonódik be, mely az alatta lévő fémeket a további oxidációtól megvédi. Az alumínium felületének megsértése a védőhártya felszakadását is maga után vonja. Bár a levegő hatására haladéktalanul újabb

1. számú táblázat. Különböző tisztaságú alumínium korrozios ellenállóképessége.<sup>1</sup>

Fém tisztasága (Fe:Si=1:2)	Termikus sósavpróba $\Delta^\circ\text{C}/\text{min}$	Gázvolumetrikus oldási próba 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -os sósavval $\text{cm}^3 \cdot \text{H}^2$ óra. $\text{cm}^2$	Gázvolumetrikus oldási próba 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -os natronlúgban $\text{cm}^3 \cdot \text{H}^2$ óra. $\text{cm}^2$	Oldhatóság 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -os kénsavban 20–22 <sup>0</sup> mellett $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{nap}$	Oldhatóság 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -os salétromsavban 20–22 <sup>0</sup> mellett $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{nap}$	Oldhatóság tömény salétromsavban 20–22 <sup>0</sup> mellett (d=1.40) $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{nap}$	Oxidációs Na Cl próba $\text{g}/\text{dm}^2 \cdot \text{nap}$
99.99	—	0.01–0.02	2.5–4	1–1.5	4–6	2.5–4	0.005–0.02
99.95	—	0.03–0.1	4–6	1.3–2	4–6	3–5	0.005–0.02
99.90	0. –1.0	0.01–3	5–7	1.3–2.5	4–6	3–5	0.005–0.02
99.85	0.5–1.5	1–5	6–8	1.5–2.5	5–7	4–6	0.01–0.03
99.7	0.8–2.0	3–10	6–8	1.5–3	5–7	4–6	0.02–0.05
99.5	1.2–2.5	5–15	6–8	2–3	5–7	4–6	0.04–0.08
99.3	1.5–3	7–20	6–8	2–4	5–7	4–6	0.06–0.12
99.0	2.0–4	10–25	7–10	3–5	6–8	4–7	0.10–0.20
98.5	2.5–6	15–35	7–10	3–6	5–8	5–8	0.15–0.30

<sup>1</sup> Irodalom: Dr. W. Wiederholt, Metallschutz, Band II. 120.



**Az élelmiszer- és kémiai iparban leggyakrabban használatos könnyűfémlemezek  
tájékoztató összetétele és szilárdsági adatai.**

2. számú táblázat.

Ötvözete, jele és állapota	Összetétel és megengedett szennyezések	Rugal- massági határ kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_{0.02}$	Folyási határ kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_{0.2}$	Szakító- szilárdság kg/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ss}$	Nyúlás % $S_{10}$	Brinell kemény- ség kg/mm <sup>2</sup>	Legkisebb hajlítási sugár viszonya a lemez- vastagsághoz
Aluminium 99.5% l.	Fe-Si <0.5%	1-2	1.5-2.5	7-9	35-22	18-23	0.2-1.0
Aluminium 99.5% 1/2 k.	Ti <0.03%	2-3	3.5-5.5	9-11	15-7	26-28	0.5-1.5
Aluminium 99.5% k	Cu+Zn <0.05%	7-10	11-15	13-18	6-4	35-40	0.8-2.0
Aluminium 99.0% l.	Fe+Si <1.0%	1-2	2-3	8-10	30-20	20-30	0.3-1.0
Aluminium 99.0% 1/2 k.	Ti <0.03%	2-3	4-6	10-12	10-5	34-38	0.6-1.5
Aluminium 99.0% k.	Cu+Zn <0.1%	8-11	13-17	14-20	5-3	38-45	1.0-2.0
Aluminium 98/99% l.	Fe+Si <2.0%	1.5-2.5	2.5-3.5	8-11	24-20	20-27	>1.5
Aluminium 98/99% 1/2 k.	Ti <0.5%	2.5-3.5	5-7	10-13	8-4	28-35	>2.5
Aluminium 98/99% k.	Cu+Zn <0.1% Egyéb szennyező Mn kivéte ével 0.1%	9-12	13-17	14-20	3-2	37-45	>3.5
Al-Mg-Si lágy	Si 0.5-1.5%						
Al-Mg-Si nemesített	Mg 0.5-1%	4-8	5-7	11-13	25-15	30-40	1.5-2
Al-Mg-Si nemesített és öregített	Mn 0.5-1% Cu max. 0.05%	—	16-22	28-32	15-10	70-95	2-2.5
			28-35	32-38	10-3	100-120	2.5-3
Al-Mg 3 lágy	Mg 2-3%						
Al-Mg 1/2 kemény	Mn min. 0.4% Cu max. 0.05%	4-8	8-12	18-21	22-15	45-60	1-2
		9-13	13-18	22-25	14-8	65-70	2-3
Szín-alumíniummal lemezelt Al és Cu-Mg l. nemesített	Cu 3.5-5% Mg 0.2-1.5% Mn 0.2-1.5% Si 0.2-1.5%	4-8	6-12	18-24	20-15	70	1-2
		18-24	23-28	37-42	20-15	90-120	2.5-3.5

l = lágy 1/2 k = félkemény k = kemény

védőhártya keletkezik, a felsértett hely mégis korrozióra hajlamosabb. Ezért kémiailag erősen igénybevett berendezéseknél arra kell törekedni, hogy az eredeti síma, egyenletes felület sértetlenül megmaradjon. A fém felülete úgy tisztázandó, hogy az ne váljon érdessé, mert a durvább felület következtében a korrozióveszély megnövekedik. Ezért a kémiailag erősen igénybevett apparatúráknál az organikus vagy anorganikus tisztítószerekkel történő mosás részesítendő előnyben még akkor is, ha a tárgyak ezen tisztító eljárásoktól nem kapják meg a kifogástalan, ezüstös színű külsejüket. Rendkívül kényes esetekben a fenti okok miatt kerülendő a lúgos maratás, az acélforgáccsal való csiszolás, vagy a homokfúvatás.

Kivételt a fentiek alól csak az alumíniumöntvények képeznek. Ezeknél ugyanis az ötvény eredeti oxidhártyája önmaga is jó korrozióvédelmet nyújt még akkor is, ha a felület nem egyenletes. Korrozióvédelem szempontjából ezért az alumíniumöntvényeket ajánlatos eredeti, megmunkálatlan felületekkel beépíteni. Ez különösen a nagy szilíciumtartalmú alumíniumöntvényekre vonatkozik, ahol az ötvénykéreg kemény, korrozióálló alumínium szilicidokból áll.

3. Minden könnyűfém apparatura eredményes vagy sikertelen felhasználása igen nagy mértékben függ azoknak az általános szabályoknak a betartásától, amelyeknek figyelemben tartását az alumínium speciális tulajdonságai megkövetelik.

a) Az alumínium és a többi használatos fém közötti oldási potenciálkülönbség igen nagy (lásd 3. számú táblázat). Ezért alumínium és egyéb fémek érintkezésénél

könnyen keletkeznek korroziót előidéző galvánelemek. A galvánelem képződés megindulhat akár úgy, hogy alumínium és egyéb fém szigetelés nélkül érintkezik egymással; akár úgy, hogy az alumíniumban tároló vagy átköröző folyadék nehézfémeket tartalmaz, mely az alumíniumra lerakódik (cementálódik). A korrozió úgy is megindulhat, hogy a galvánelem képződéséhez szükséges áramot kóboráramok szolgáltatják. Az alumíniumberendezések tehát mindenfajta nehézfémről gondosan elszigetelendők (szükség esetén kivételt képezhet Zn és Cd, mert ezeknek a nehézfémeknek oldási potenciálja az alumíniuméhoz a legközelebb áll). Ugyancsak el kell szigetelni egymástól a jelentős potenciálkülönbség miatt a színalumíniumot az esetlegesen beépített nehézfémtartalmú alumínium-öntvényektől. Viszont színalumíniumot korrozióálló, nehézfémeket nem tartalmazó könnyűfém ötvözetekkel szigetelés nélkül össze lehet építeni.

b) A berendezések tervezésénél és kivitelezésénél figyelemmel kell lenni arra, hogy az edények és csövezetek teljes mértékben vízteleníthetők legyenek. Vízszákok, éles átmenetek és olyan sarkok kiképzése, ahol a folyadék vagy pára lecsapódik és megrekedhet, kerülendő. A csövezeteknek kellő eséssel szerelendők, továbbá erózióveszélyének kiküszöbölésére a folyadékok nyugodt cirkulációja biztosítandó. Nagyobb nyomású gőz- és vízszárg az alumíniumberendezéseken idővel szintén eróziós, illetve korroziós tüneteket okozhat. Alumínium apparatúrák építésénél mindig különös gond fordítandó a csapok, szelepek és egyéb szerelvények beépítési helyeire, tekintve azt, hogy itt legtöbbször hegesztések vannak, vagy hogy az alumínium itt kerül egyéb fémekkel összeépítésre (lásd 1. számú ábrát). Ezekre a szerelvény elhelyezésekre már



3. számú táblázat.

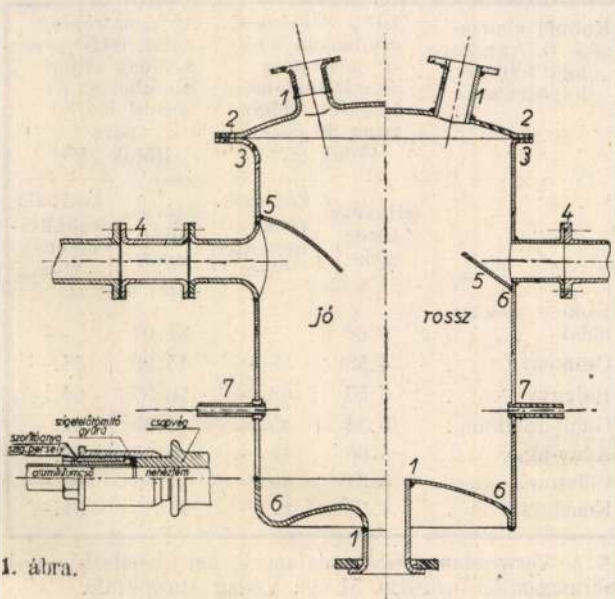
Különbféle fémek oldási potenciálja. <sup>1)</sup>

Fém elnevezése	Normal kalomel elektrodával szembeni potencial, 2%-os levegővel telített Na Cl oldatban 18–20°C-nál mV-ban	99.5%-os alumínium elektrodával szembeni potencial, 2%-os levegővel telített Na Cl oldatban, 18–20°C-nál mV-ban
Magnezium	kb –1,600	kb –850
Horgany	kb –1.050	kb –300
Al–Mg 3	–780-tól–820	–80-tól–30
Al–Mag–Si	–740-tól–760	–20-tól+10
Cadmium	–740-tól–760	–20-tól+10
Al 99.5% és Al Mn	–740-tól–750	–
Silumin	–700-tól–730	+10-tól+50
Al–Cu–Mg	–580-tól–600	kb +150
S. M. acél	–600-tól–700	+50-tól+150
Ólom	–480-tól–500	kb +250
Ón	–450-tól–470	kb +300
Sárgaréz (50% Zn)	kb–350	kb +400
Nikkel	kb–270	kb +480
Sárgaréz (50% Zn)	kb–250	kb +500
Vörösréz	–220-tól–250	kb +500
Ezüst	–50-tól+50	+700-tól+800
Higany	–	kb +750
Nemesacél (V <sub>2</sub> A)	kb+100	kb +850
Arany	kb+220	kb +1000
Platina	+200-tól+350	+950-tól+1.100

Dr. E. Zurbrügg.

<sup>1)</sup> Alumínium und seine Verwendung in der Getränke-Industrie, Zürich 1944.

az apparatura-tervezőnek kell nagy gondot fordítania, hogy szerkezeti megoldásokkal a lehetőségekhez képest csökkentse az alanyag kémiai és mechanikai igénybevételét. A helytelenül kiképzett, tökéletesen nem tisztítható hegesztési helyek — ahonnan a hegesztőport nem lehetett teljesen eltávolítani — sok hibaforrás okozója



1. ábra.

volt. Kényes átmenetek, idegen fémekkel történő összeépítési helyek, nehezen tisztítható sarkok, tökéletesen tisztítható alkatrészek felülete külön védőeljárással vagy festéssel kezelendő.

c) Az alumínium berendezési tárgyak beépítésénél és felszerelésénél különös gonddal kell eljárni. A könnyűfémeket a cement, a habarcs, a gipsz, a beton, általában az összes építési anyag, megtámadja. Ezért az alumínium apparatúrák beépítésénél a könnyűfémeket jól tapadó, savmentes bitumenes festékréteggel kell ellátni. Nagyobb tartányok befalazása esetén ajánlatos ezenkívül még a könnyűfém apparatúrák és az építőanyagok közé egy bitumenes kátránypapír réteget elhelyezni. Hasonló óvatosságot igényel az alumínium szerkezeteknek fával történő összeépítése is. A fa ugyanis könnyen „izzad” és az így lerakódó pára a csupasz alumíniumot korrodálhatja. Különösen veszélyesek a szubimáttal, rézgáliccal stb. impregnált fák. Nagy óvatosságot igényelnek az anorganikus, fluoridos sókból álló ragasztószerek, mivel legtöbbször száradásuk alkalmával sósavképződésre hajlamosak. Újabb tökéletesen organikus ragasztókat hoztak forgalomba, amelyek 8–16 órát 180–200° C-on beégetve szegeszésnél szilárdabb kötéseket eredményeznek. Kémiai hatás szempontjából pedig a könnyűfémekre teljesen közömbösök és segítségükkel sok, eddig megoldhatatlannak látszó probléma volt megvalósítható. Ezek a kötések 70–80° C hőfokot is kifogástalanul bírják.

Különös óvatosságot igényel a könnyűfémberendezéseknek vastárgyakkal történő összeépítése. A vasból készített alkatrészeket nemcsak a két fém között fellépő potenciál-különbség miatt kell gondosan festéssel vagy egyéb védőréteggel elszigetelni, hanem azért is, mert az alumínium felületére került vasrozda a könnyűfémeket erősen korrodálja. A vasoxidból ugyanis fém vas cementálódik ki, mely az alumínium felületére lerakódva, intenzív galvanélem-képződést kezdeményez. Ezért alumínium hűtő- és egyéb berendezéseknél gondoskodni kell, hogy a könnyűfém apparatúrákba kerülő folyadékok nagyobb mennyiségű rozsdát ne sodorjanak magukkal.

d) A vegyipar számtalan ágában és az élelmiszeriparban úgyszólván kivétel nélkül a berendezések élettartamát azok tisztántartása határozza meg. A nehézfémekből készült apparatúrák elszíneződéssel, színes fémcsók kivirágzásával, rozsdátütéssel szinte automatikusan jelezték a tisztántartásnak a szükségszerűségét. Az alumíniumberendezések, azáltal, hogy a keletkezett lerakódások szintele-

## Jelmagyarázat az 1. sz. ábrához.

## Helyes megoldás:

1. A hegesztések mindig az egyenes darabokban történjenek.
2. A peremek kellő vastagságú hússal láttassanak el.
3. A hajlások és átmenetek a lehetőség szerint nagy radiusszal készítenők.
4. A csőcsonkok a csővezetékekkel közbeeső szigeteléssel ellátott szerelvények segítségével erősítendők össze.
- 5–6. Terelelmezeknél stb. kiképzéseknél nedvességlecsapódóhelyek, nehezen tisztítható sarkok kiképzése kerülendő.
7. Idegen fémszerelvények beépítése alkalmával a könnyűfémalkatrészek a nehéz fémektől feltétlenül elszigetelendők.

## Helytelen megoldás:

1. Helytelen a sarkokban és az élekben történő hegesztés.
2. A szűk peremek könnyen kiszakadnak és a tömitést nem biztosítják.
3. Az éles sarkok és derékszögű hajlások kerülendők.
4. A csőcsonkokhoz közvetlen idegen fémből készült csővezetékeket összeerősíteni káros.
- 5–6. Errozió veszélye miatt helytelen a folyási iránnyal szemben való könnyűfémalkatrészek beépítése.
7. Korrozio veszélye miatt helytelen könnyű- és nehézfémeket összeépíteni.



nek, nem jelzik annyira szemléletesen a tisztántartás szükségességét. A berendezések élettartama azonban a rendszeres karbantartást megkívánja. Az aluminium berendezések tisztításánál mindig tekintetbe kell venni a fém kémiai és mechanikai tulajdonságait. Könnyűfémeket erősen maró és megtámadó szerek csak ott alkalmazhatók — ritkán és kellő óvatosság mellett —, ahol biztos, hogy a maró vegyszerek utolsó nyomain is maradék nélkül eltávolíthatók. Ezért lúgos maratások, sósavval vagy egyéb erős savval történő tisztítások csak a legkritikábban alkalmazhatók. Ugyanez érvényes a mechanikai tisztításokra is. Drótkéfével, acélforgáccsal való dörzsölés nemcsak azért rejt veszélyt magában, mert ezekben a kezelekben a lágú aluminiumberendezések falai elvékonyodnak, hanem a könnyűfémekbe préselt vasforgács a későbbi korrozio kiinduló fészke lehet. Ugyancsak óvatosságot igényelnek a különböző organikus zsírolószerek jelentős része is, mert tökéletlen eltávolításuk esetén bomlanak és eközben sósav keletkezik, amely az aluminiumot megtámadja. Viszont az aluminiumberendezések minden korrozios veszély nélkül sáétromsavval, mely a legtöbb anyagot erősen megtámadja, jól tisztíthatók.

Az aluminiumberendezések tisztításánál mindig figyelemmel kell lenni az adott lehetőségekre. Külső tárgyak tisztántartására a szokásos szerek (vím, szappanos oldat, stb.) alapos öblítés és utólagos szárazra törítés mellett jól felhasználhatók. A durva homokkal való dörzsölés viszont a lágú fémfelület felsértésének veszélye miatt kerülendő.

Zsírtalanításra benzín, petroleum, magas lobbanáspontú zsírolószerek előnyösen használhatók. Edények, esővezetékek stb. tisztításánál mindig tekintetbe kell venni a könnyűfémek kémiai alaptulajdonságait. Ezekben az esetekben az elterjedt szokás, hogy lúgos tisztítások csak oldást gátló, ú. n. inhibitorok alkalmazásával engedélyezhető és akkor is csak forró oldatoknak rövid ideig tartó behatása mellett. A forró lúgos vagy szódás oldatok ugyanis rövid idő alatt a fémet megtisztítják anélkül, hogy azt jelentősen megtámadják. A legmegfelelőbb koncentráció 5—15%-os töménység, 70—80° C mellett. Ezeknél a tisztításoknál az oldásgátlóknak: az inhibitoroknak nagy szerepük van. Gyakorlatilag több olyan anorganikus és organikus anyag ismeretes, mely még nem egészen felderített kémiai folyamat mellett erősen csökkenteti az aluminiumnak az agresszív közegek által történő megtámadását és korrozióját (lásd 4. számú táblázat). Ezek között szerepel lúgos közegekben a vízűveg és a nátriumphosphat, savas közegekben a kálium permanganat és a nátrium bikromat. Ezekből a vegyszerekből néhány tízed százaléknyi adagolás az aluminium korrozióját megszünteti vagy erősen csökkenti. A különböző aluminium tisztítószerek, melyeknek alapanyaga szóda, lúg stb., a fémet erősen megtámadja, ezen kémiai jelenségeken alapúnak.

Az inhibitorok tulajdonságát használták ki több élelmiszernek, kémiai és drogériai cikkeknek, valamint gyógyszernek aluminiumba történő csomagolásánál, amikor a különben aluminiummal szemben agresszív anyaghoz csekély mennyiségű inhibitorot kevertek és ezáltal az aluminium korrozióját sikerült teljes mértékben megszüntetni. Pl. lúgos kémhatású fogpasztához 0.1—0.3% vízűveget adagoltak és ezáltal a különben agresszív preparátum korrozio veszélye nélkül tárolható aluminium tubusokban. Ugyancsak az inhibitoroknak köszönhető az is, hogy a különben erős sótartalmú folytan agresszív szárdellapasztá aluminium csomagolásban kifogástalanul hozható forgalomba.

A fentiekben vázolt általános szempontok megismerése után vizsgáljuk meg az aluminium előnyeit és azokat a tulajdonságokat, amelyek ezt a fémet alkamassá teszik a modern kémiai és élelmiszeriparban való felhasználásra. Majd szegezzük le azokat az adottságokat, amelyek az aluminium felhasználását korlátozzák.

Az aluminiumnak az élelmiszer és kémiai iparban történő felhasználásánál egyik legfontosabb előnye, hogy az egyetlen fém, amely a szervezetre teljesen ártalmatlan. Hosszú kísérletsorozatok eredménye révén az orvosi tudomány a több évtizedes vitát az aluminium javára döntötte el. Bizonyítást nyert, hogy a szervezetbe kerülő aluminium fémnek az egészségre

4. számú táblázat.

**Szerveetlen inhibitorok olvadáscsökkentő hatása.<sup>1</sup>**

Inhibitor megnevezése	Korroziós közeg	Hőfok °C	Inhibitor töménysége % <sub>v</sub> -ban	99.0% tisztaságú aluminiumlemez súlyvesztése 24 órás reakciós időtartam alatt g/m <sup>2</sup>
Nátrium-silikofluorid	5% szóda	20	—	10.17
	5% szóda	100	—	igen erős korrozio
	10% szóda	100	—	igen erős korrozio
	5% szóda	20	0.01	6.07
	5% szóda	100	0.01	161.—
	10% szóda	100	1.01	igen erős korrozio
	5% szóda	20	0.1	∅
	5% szóda	100	0.2	∅
	10% szóda	100	0.2	∅
Hexamethylen-tetramin	5% sósav	20	—	oldás
	5% sósav	20	0.1	1017
	5% sósav	20	2.0	400
Nátriumkromát	1% foszforsav	20	—	5.6
	88% foszforsav	20	—	190
	1% foszforsav	20	0.1	0.7
	88% foszforsav	20	0.1	171
	1% foszforsav	20	1.—	∅
	88% foszforsav	20	1.—	2.—
Vízűveg	20% nátronlúg	20	—	erős oldás
	20% nátronlúg	20	2%	3.2

<sup>1</sup> Aluminium 1940. 186. oldal.  
Aluminium 1939. 31. oldal.  
Aluminium 1937. 504. oldal.

**Szerves kolloidok inhibitorikus hatása.<sup>2</sup>**

Kolloid elnevezése 0.75 gr kolloid 100 cm <sup>3</sup> folyadékban	10% vízmentes szódaoldat 99.5% <sub>v</sub> -os kemény aluminiumlemez. Kísérleti időtartama 30 perc Hőfok 25°C		10% nátronlúg oldat. 99.5% <sub>v</sub> -os kemény aluminiumlemez. Kísérleti idő 30 perc Hőfok 25°C	
	súlyvesztés g/m <sup>2</sup>	korroziócsökkenésnek % <sub>v</sub> -a	súlyvesztés g/m <sup>2</sup>	korroziócsökkenésnek % <sub>v</sub> -a
Kolloid nélküli oldat . . . . .	9.68	—	31.07	—
Csontenyv . . . . .	4.53	53.—	15.99	48.—
Halenyv . . . . .	3.57	63.—	10.97	64.—
Gumiarábikum . . . . .	5.33	45.—	5.85	81.—
Agav-agav . . . . .	5.06	47.—	5.13	83.—
Gelatine . . . . .	5.31	45.—	17.88	42.—
Keményítő . . . . .	8.06	17.—	11.25	64.—

<sup>2</sup> Die Verwendung des Aluminiums in der Chemischen- und Nahrungsmittel-Industrie. 51 old. Verlag Aluzentrale.



semilyen hátrányos tulajdonsága nincsen. Tehát ma már az alumíniumról, mint fém mérgező anyagról, rákkozóról, vagy bármi egyéb betegség előidézőjéről beszélni, ellentmond az orvosi tudomány tapasztalataival (lásd dr. J. Wührer: „Die Beurteilung des Aluminiums vom gesundheitlichen, insbesondere vom lebensmittelhygienischen Standpunkt.” Herausgegeben vom Reichsgesundheitsamt, Berlin).

Alumínium edényekben végzett hosszantartó főzési és tárolási kísérletek megmutatták, hogy a könnyűfém edényekben tárolt különböző ételek alumínium tartalma megközelíti, vagy csak alig haladja meg azt a könnyűfém mennyiséget, amely igen sok emberi tápláléknak természetes alkotó eleme és mint ilyen a szervezetre teljesen ártalmatlan. (Lásd: „Mitteilungen aus der Abt. Pharmakologie und Physiologie des Reichsgesundheitsamtes”, publikálva Korrosion und Metal'schutz 15, 1939, 15/24.) Továbbá bebizonyítást nyert, hogy az alumínium vitaminokkal szemben éppen olyan előnyösen és semlegesen viselkedik, mint az üveg (Zeitschrift Aluminium 22, 1940, 444/95. old.). Tájékoztatásul közöljük néhány élelmiszer

## 5. számú táblázat.

## Néhány élelmiszer természetes alumínium-tartalma.

Élelmiszer elnevezése	1000 g. friss anyag alumíniumtartalma mg-ban
Marhahús . . . . .	2.3 — 8.4
Disznóhús . . . . .	4.4
Disznó- és borjújújj . . . . .	17.5
Tej . . . . .	1.9
Hering . . . . .	8.8
Liszt . . . . .	16.9
Bab . . . . .	6.3
Kelkáposzta külső levele . . . . .	22.7
Kelkáposzta belső levele . . . . .	0.7
Burgonya . . . . .	9.5
Hagyma . . . . .	43.0
Gyümölcsök . . . . .	0.8 — 11.5
Kávé . . . . .	41.2
Tea (száraz) . . . . .	465
Alumínium edényben főzött és utána könnyűfém lábosban néhány órát tárolt almapulpa <sup>1</sup>	7.29
Élelemben napi 1000 mg alumínium adagolva <sup>2</sup>	szervezetre ártalmatlan

<sup>1</sup> E. Rost: Handbuch der Lebensmittelindustrie 1933. 1069—70 oldal.

<sup>2</sup> Dr. H. Hadorn: Mitteilungen des chemischen Laboratoriums des V. S. K. Publiert im Volksblatt Basel, 1948 jan. 3

természetes alumínium tartalmát és dr. H. Hadorn, a svájci V. S. K. kémiai laboratórium vezetőjének idevonlatkozó kísérletét.

Az alumíniumnak ez a tulajdonsága a konzervdobozokba csomagolt áruknál igen fontos, mert a konzervek átvételénél a legtöbb országban azok nehézfém (Cu, Sa) tartalmával szemben, a mérgező hatás miatt, igen szigorú előírások vannak. Ártalmatlan volta miatt az alumínium itt is kivételt képez. Előnyös tulajdonsága még az alumíniumnak, amely ezt a fémet különösen a vegyészeti iparban teszi kedvelté, hogy összes sója szintelen. A többi fém sója pedig majdnem kivétel nélkül maga is színes és erős színező hatással van. Az alumínium vegyü-

letei a velük érintkező anyagokat még oldás vagy korrozó esetében sem színezik el, vagy festik meg. Sok raffinált, tiszta preparátum (pl. szőke elain, fehér glicerin, salétromsav, stb.) előállítására csak alumínium apparatura felhasználásával vált lehetővé. A régebben használt ónozott vagy horganyzott vasból, illetve rézből készített berendezések élettartama mindig a fedő védőréteg állapotától és karbantartásától függött. Ha ezeknél a tárgyaknál az amúgyis vékony védőréteg megsérült, vagy hibássá vált, az alatta lévő fém igen rövid idő alatt tönkrement. A korrozio nyomán keletkezett színes fémcsók (rozsdá, rézcsók, stb.) következtében pedig gyakran előfordult, hogy az edénnyel érintkező anyag a mérgező fémcsók felvétele miatt, vagy színeződés következtében használhatatlanná vált. Az alumínium berendezési tárgyak sok esetben nem csak azért megbízhatóbbak, mert az egész apparatura egy homogén anyagból készül és a vékony védőréteg folytonossági hiányának veszélye nem forog fenn, hanem a karbantartás is olcsóbb, mert a könnyűfémből készült tárgyaknál a védőréteget nem kell állandóan felújítani.

Az élelmiszer és vegyészeti ipar berendezéseinek építésénél a gyakori gyors hőcserélődés szükségessége miatt (forralás, hűtés) az anyagok hővezetőképessége, hőkapacitása, hő- és fényvisszaverőképessége igen nagy szerepet játszik.

	Hővezetőképesség Kal/m.o.C°	Fajhő (0—200 C°) Kal/g C°	Hőtágulási együttható (20—100C°)
Alumínium 99.5% . . . . .	180	0.23	24×10 <sup>-6</sup>
Vas . . . . .	40—60	0.12	12×10 <sup>-6</sup>
Réz . . . . .	300	0.10	16×10 <sup>-6</sup>
Horgany . . . . .	90	—	29×10 <sup>-6</sup>

Az alumínium jó hővezetőképessége a könnyűfém apparaturákban történő melegítésnél és hűtésnél gazdaságos üzemmenetet biztosít. Ezeknek a berendezéseknek építésénél viszont a könnyűfémek nagyobb hőtágulási együtthatójára mindig figyelemmel kell lenni. Amennyire az alumínium jó hővezetőképessége főzőüstök és hűtők esetében előnyös, tankok, tartályok stb. felhasználásánál viszont az alumínium hő- és fényvisszaverőképessége tesz jó szolgálatot.

A könnyűfémek hővisszaverőképessége ultravörös sugárzás esetén (meleg) hengerfényes állapotban kb. 90%-os. Ultraibolya és látható fény visszaverőképessége pedig a 90% mögött szintén alig marad el.

Az alumínium ezeknek a tulajdonságainak köszönhető, hogy külföldön könnyűfémekből hordókat, tartályokat és egyéb edényeket jó gyakorlati eredményekkel készítenek. Kísérleteket végeztek pl. egy alumínium söröshordóval, melynek súlya a használatos fahordók súlyánál kb. négyszer könnyebb volt és azt tapasztalták, hogy míg a fahordóban 24 óráig tárolt sör 42° C-os környezet mellett 25° C-ra emelkedett, addig az alumínium söröshordókban tárolt sör sem vette át a környezet hőfokát és csak 38°-ra melegedett fel. A gyakorlatban még előnyösebb az alumínium viselkedése fény- és hővisszaverőképessége következtében, mivel a nyári napsütéses melegeben a könnyűfémek a fény- és hősugarak legnagyobb részét visszautkrözik és a tároló folyadék hőfoka nem változik olyan mértékben, mint ha más fémekből készült edényekben tárolták volna.

Az alumínium fent vázolt tulajdonságain alapszik az egyik legfontosabb modern hőszigetelési eljárás, az ún. Alfol. Ez azon alapszik, hogy nagy felületű, jó hő- és fényvisszaverőképességű vékony alumíniumlapokat tesznek a szigetelendő edény elé. Az így kiképzett szigetelés árban és minőségben az összes eddig ismert szigetelővel a versenyt felveszi.



Az ú. n. Alfol-szigetelés, mely vékony, 0.007—0.009 mm méretű alumíniumlemezekből áll, vagy úgy képzendő ki, hogy a síma fóliákat légrések betartása mellett (10 mm) egymás elé akasztják, vagy az alumínium fóliákat gyengén összegyűrjük és az így kiképzett szigetelő teret helyezik el a szigetelő tárgy és a kívülvilág között. Az Alfol-szigetelés hővezetőképességének mutatószáma, közepes hőmérséklet mellett  $\lambda = 0.027$ , összegyűrött kivétel esetén  $\lambda = 0.034$ .

Egy m<sup>3</sup> Alfol-szigetelés súlya 3 kg. A fenti szigetelés további előnye a lángmentessége, szagtalan volta és az, hogy rothadási veszély nem forog fenn, nem nedvszívó, nem porzik; a rázkódtatásokat jól bírja és minimális hőmennyiségeket tárol.

A legfontosabb hőszigetelő anyagok összehasonlító táblázata.

	Hővezetőképesség Cal/cm <sup>2</sup> /sek 1 cm hőszigetelő rétegvastagság és 1° C hőfokkülön- ség mellett	Hőszigetelő súlya kg/m <sup>2</sup> 51 mm hőszigetelő rétegvastagság mellett
Parafalap . .	0.0001	9.8
Alfol . . . . .	0.00012	0.14
Fagyapot . . .	0.0001	2.1
Üveggyapot . .	0.0001	12.2
Kovasávgél . .	0.00019	24.4
85 %-os magnézia . . .	0.00014	9.8

A felhasználásnál sok esetben az alumíniumból készült szerkezeteknek egyik leglényegesebb előnye a könnyű fajsúly. Szállítóberendezéseknél, hordozható szerkezeteknél vagy tartályoknál lényeges megtakarítást jelent az alumínium könnyű fajsúlya (2.7 kg/m<sup>3</sup>).

Szerecsnél, beépítésnél, szállításnál igen gyakran figyelembe kell venni, hogy a könnyűfém konstrukciók csekély súlyuk miatt lényegesen olcsóbb, gyengébben méretezett alapokat, vagy szerelőállványokat kívánnak.

Jelentős megtakarítások érhetők el a könnyűfémbe készült tartályoknál és szállítóedényeknél is. Ezeknek a megtakarításoknak révén a könnyűfém használati tárgyak sok esetben hamarabb amortizálódnak, mint a más anyagból készütek (lásd alumínium tejeskannák, alumínium transzportbordák, stb.). A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a jól szerkesztett alumínium transzportedények a vasedényeknél kb. 50—60%-kal könnyebbek, a régi faedényekkel szemben pedig egy cca. 300—400% súlymegtakarítás is elérhető. Természetesen a könnyűfémnek ez az előnye éppen az élelmiszer és kémiai iparban sok eredményes felhasználást tett lehetővé. A könnyűfémek fent említett tulajdonságait mind számosabb területen sikerül kiaknázni, különösen ott, ahol a fém jó korróziós ellenállását is előnyösen érvényesíteni lehet. A hosszúéves gyakorlatok és kísérletek azt eredményezték, hogy az alumíniumot ma már számos felhasználási területen nélkülözhetetlennek tartják. Elsősorban figyelembe kell venni, hogy az alumínium néhány agresszív anorganikus anyaggal szemben az egyetlen ellenálló fém. Salétromsav, kénes és kénhidrogénes vegyületek korrózió veszélye nélkül csak alumíniumban tárolhatók. Bebizonyosodott továbbá az is, hogy az élelmiszeriparban a tejet feldolgozó iparágak berendezéseiket könnyűfémek nélkül nem tudták volna a mostani tökélyre fejleszteni. Az alumínium a fenti tulajdonságainak köszönhető, hogy a legtöbb tejkonzerv alumíniumdobozban kerül forgalomba, mert megálapítást nyert, hogy a fehér bádognan tároló tej gyenge mellékízt kap. Sok, erősen kénhidrogén tartalmú halféleség csak alumíniumdobozban tárolható oly módon, hogy a fehér hálhús ne színeződjék el.

A szerves kémiai ipar számos elsőrendűen fontos problémáját az alumínium kémiai ellenállóképessége oldotta meg (pl. többek között ecetsavnál, zsírsavnál, stb.).

Egy anyag kémiai viselkedéséről általános szabályt mondani majdnem lehetetlen. Elvileg természetesen lerögzíthető, hogy az alumíniumot az összes szerves lúg és minden halogén, valamint az agresszív hidroxigényekkel rendelkező szerves bázisok megtámadják. A könnyű fémek viselkedése a gyenge savakkal és lúgokkal szemben mindig kétséges és itt a speciális körülményeket minden egyes esetben külön-külön ki kell vizsgálni.

A szerves kémiában történő alumíniumfelhasználásnál meg kell még jegyezni, hogy a teljesen zimentes párák és gőzök a fémmel szemben gyakran sokkal agresszívebben viselkednek, mint az akár 0.1% vagy 0.2% nedvességet tartalmazó gőzök (pl. abszolút alkoholdesztillálás, fenol-, kreoltisztítás, stb.), ahol a zimentes párák az alumíniumot erősen korródlják, lásd a II. rész, a megfelelő címszók alatti észrevételeket).

Magasabb hőfokú üzemenetek esetén figyelemmel kell lenni, hogy az alumínium olvadáspontja aránylag alacsony (658 C°). Ennek megfelelően a fém is alacsonyabban (200—250° C-nál) kezd kilágyulni és elveszti eredeti szilárdsági értékeit. Ezért nyílt tüzelésű lánghal alumínium csak ott érintkezhet, ahol biztos, hogy nem forog fenn annak a veszélye, hogy a tartály kiürüljön és az egész berendezés túlhevüljön. Magasabb hőfokú olvasztásoknál, desztillációknál, vagy szublimációknál a könnyűfémek e jellemzőit a tervezésnél és méretezésnél mindig figyelembe kell venni. Ezek szerint tehát desztillátorok, szublimátorok és tartályok méretezésénél 200 C° felett csakis a lúg fém szilárdsági adataival lehet számolni.

A könnyűfém apparaturák tervezésénél és szerkesztésénél viszont nagy előnyt jelent, hogy egy homogén fémmel dolgozunk és nem kell az utólagos bevonatok elkészítésére, vagy a vékony védőréteg felsértésére figyelemmel lenni. Óozott, vagy horganyzott nehézfémek hegesztésénél, vagy akár szegecselésénél is az összeerősítési helynek utólagos védőréteggel történő bevonása gyakran problémát jelent. Ugyancsak költséges és sokszor nehezen keresztülvihető a lekopott, vagy megsérült védőréteg kijavítása. Alumínium berendezéseknél ezek a problémák elmaradnak, mert itt maga a tömör fém kémiailag ellenálló.

Természetesen az ismertetett előnyökkel szemben fel kell sorolni a könnyűfémeknek azon tulajdonságait is, amelyek a fém felhasználási lehetőségeinek határt szabnak, illetve azokat korlátozzák.

A legtöbb alumíniumfelhasználásnak a fő akadályja, hogy a fém tulajdonságai és vegyi ellenállóképessége részben még a szakkörök előtt is ismeretlen. Ezt nem is lehet csodálni, mert míg a legtöbb fém technológiája, illetve a velük szerzett gyakorlati tapasztalat több évszázados; addig az alumínium gyakorlati felhasználásának technológiája csak néhány évtizedes. A kémiai iparban szükséges hosszantartó kísérletek és megfelelő egyértelmű üzemi eredmények ez alatt a rövid idő alatt nem is voltak elvégezhetőek, illetve megszerelhetőek.

A szakemberek tájékoztatására a második részben közöljük majd azokat a felhasználási területeket, ahol az alumínium viselkedését a hosszú éves tapasztalatok már megalapozták. Megjegyzendő, hogy minden új alumíniumfelhasználási kísérlet, akár pozitív, akár negatív eredménnyel végződik, egy újabb úttörő munka.

A meglévő gyakorlati tapasztalatok alapján már most is általános szabályként számos olyan felhasználási területet ismerünk, ahol az alumínium nem megfelelő kémiai vagy korróziós ellenállóképessége miatt nem vált be. Itt nemcsak azokra a közegekre gondolunk, amelyek a minden könnyűfém felületén jelenlévő vékony alumíniumoxidot megtámadják és ezáltal a fémet oldják (mint pl. marónátron, sósav, halogének stb.), hanem gyakran ártalmatlanabbnak látszó közegeknél is veszélyes korróziókat, illetve fémooldást tapasztalhatunk (pl. vashidroxid, oxalsav, paradicsom, stb.). Általános szabályként kimondható, hogy a szervesen ve-



gyületek közül azok az anyagok, melyeknek alkotó elemei a periódikus rendszerben a bór-wolfram vonalától jobbra esnek, a táblázatban elfoglalt helyüknek megfelelően mind erősebben támadják meg az alumíniumot. A szerves kémiában pedig az alacsony szénatomszámú vegyületek közül azok az anyagok veszélyesek, amelyekhez aktív hidroxil, vagy carboxil csoport vagy pedig bomlásra hajlamos kötésű halogén és alkali fém kapcsolódik. Ezekről eltekintve, a szerves anyagok nagy átlaga az alumíniummal szemben indifferens. Szerves anyagoknál esetleges korrozós tüneteket a vegyületek bomlásból származó alacsony széntartalom agresszív vegyületei keletkezése idézhet elő.

A könnyűfémek korrozíós ellenállását lágy felületük hátrányosan befolyásolja. A puha fémbe a megmunkálásnál ugyanis könnyen nyomódnak be olyan szennyeződések, amelyek használat közben elektrolitikus korrozio gócpontjai lehetnek (nehézfém forgácsok, korom- és homokszemcsék). A könnyűfémek minden egyes megmunkálásának tehát tisztán és rendkívül gondval kell történnie.

Nagy körültekintést és tapasztalatot igényel a könnyűfémekből készült berendezések beépítése és összeszerelése is. Itt mindig szem előtt kell tartani, hogy a könnyűfémeket, elektrolitikus korrozio elkerülése érdekében a nehézfémektől (réz, ón, stb.) gondosan kell elszigetelni; a rozsdásodási veszély miatt pedig csupasz vasal nem érintkezhetnek. Figyelemmel kell lenni, hogy az alumínium-berendezések a kóbor áramokra igen érzékenyek, folyadékokban oldott nehézfémek a könnyűfém felületeire kicsengetődnak és ezáltal korrozio lészkek keletkezhetnek. A folyadékokba oldott szilárd szemcsék és alkatrészek a könnyűfémek felületét könnyen megsérthetik és az így keletkezett sérüléseknél a korrozio szintén könnyen megindulhat. Ezenkívül a felületi folytonossági hibák gázok, vagy gőzök megkezdésére is igen alkalmasak és a felgyülemlett gázbuborékok, vagy gőz kondenzátumcseppek mind pontkorrozio kiinduló lészkek lehetnek (pl. természetes szénsavas vizek, amelyek az alumíniummal szemben kémiailag magukban közömbösek, a fenti jelenségek miatt a fémek mégis megtámadják). Amennyiben elegendő és szükséges az alumínium-berendezések síma és tiszta felülete, annyira hátrányos a fémnek ez a tulajdonsága, ha a belőle készített tárgyakat lakkozni, illetve festeni kell. A könnyűfémek felületét lakkolás és festés előtt mindig speciális eljárással kell kezelni, illetve a felületet elő kell készíteni, hogy a lakk és festék jó tapadását biztosítani lehessen. A festékalapozások közül a legegyszerűbb a felületnek homokfuvatással, vagy maratással való durvítása. Jobban tapadó festékréteget kapunk, ha a fémtárgyakat bármelyik oxidációs felületi eljárásnak vetjük alá. Ugyanis a mesterségesen erősített oxidrétegek mind szivacsos szerkezetűek és a lakkokat szivacs módjára felszívják.

A külföldön fejlett alumínium-megmunkálási technika ma már számos olyan eljárást ismer, amelynél festendő tárgyakat mesterséges oxidréteg kiképzése céljából fürdőbe mártani nem szükséges, hanem az oxidáló festék-alapot dukkozó tisztolyszerű berendezéssel viszik a könnyűfémek felületére (Revue de l'Aluminium 1947. VIII., IX.). A festékek megválogatása igen nagy körültekintést igényel, mert számos organikus anyag jól tapadó, fény- és időálló alumíniumlakkot alkot (alizarin csoport); viszont a savas, erősen bázikus kémhatású festékek, vagy pedig azok, amelyek nehézfémeket tartalmaznak, a fémeket korrodálják (pl. minium).

Alumíniumkészülékek és berendezési tárgyak gyártásának egyik legfőbb nehézsége a különböző alkatrészek összeállításának, illetve összeszerelésének a kérdése. A tervezők, akik ezideig csak nehézfémekkel dolgoztak, megszokták, hogy apparátúrák építésénél a kevésbé igénybevett helyeket lágy forrasszal, páka segítségével erősítsék össze. Ezzel a módszerrel a szerelési, illetve javítási munkálatok a helyszínen igen egyszerűen elvégezhetők.

A könnyűfémek lágyforrasztása is megoldott probléma. Jól tapadó, erős kötéseket kaphatunk különböző ön-bázisú lágyforrasztó segítővel, azonban ezek a kötésesek alumínium esetében csak száraz, korrozóra nem haj-

lamos felhasználási területeken alkalmazhatók. Ugyanis a könnyűfémekkel érintkező nehézfémek nedvesség jelenlétében a keletkezett galvanáram következtében az alumínium korrozioját okvetlenül megindítják. A kémiai és élelmiszeriparban tehát könnyűfémberendezések esetében lágy forrasztással nem számolhatunk.

Tökéletes összeerősítési módszer azonban a hegesztés. Ma már a legkomplikáltabb alumíniumberendezések is nyomásállóan és tömören hegeszthetők. Az alumínium hegesztési varratok azonban korrozio szempontjából óvatosságot kívánnak. A könnyűfémek hegesztésénél ugyanis az oxidréteg eltávolítására hegesztőporok alkalmazandók, amelyeknek tökéletes eltávolításáról gondoskodni kell. Amennyiben a varratban hegesztőpor-lészkek maradnak, azok a későbbi korrozio kiinduló pontjai lehetnek. Ezért a könnyűfémberendezések tervezésénél a hegesztési varratok csak olyan helyeken helyezhetők el, ahol a varratnak tökéletes tisztítási lehetősége biztosítva van (lásd I. sz. ábra).

Külföldön újabban igen jelentős tökéletesítést jelentett, hogy sikerült olyan hegesztőporokat előállítani, amelyeket utólag nem kell eltávolítani és mégsem idézik elő a varrat korrozioját. Ezen új hegesztőporok elterjedése a könnyűfémberendezéseket tervezők munkáját nagy mértékben megkönnyíti és az alumíniumberendezések javításánál is lényeges előnyt jelent. Hegesztéssel készült berendezéseknél mindig figyelemmel kell lenni arra, hogy a fém a varrat mentén kiágyul. Hegesztett konstrukcióknál biztonságosan tehát csak a lágy fém mechanikai adataival számolhatunk. Kivételt képeznek az Al—Mg—Si típusú nemesíthető ötvözetek. Ezeknél az ötvözeteknél a hegesztési varratoknál szintén a nemesített fém szilárdsági tulajdonságainak 75%-ával számolhatunk, ha hegesztés után az egész apparátúrát hőkezelésnek vetjük alá. Ezen művelethez viszont igen nagy kiterjedésű hőkezelő kemencék szükségesek.

Alumínium apparátúrák szilárdsági és igénybevételi számításai hasonlóképpen történnek, mint a megfelelő vas berendezéseknél. Ennek megvilágítására az alábbiakban közlünk néhány jellemző példát Dr. E. Zurbrügg Aluminium und seine Verwendung in der Getränke-Industrie 1944-ben megjelent kiadványa nyomán.

1. Hegesztett hengeralakú tartály méretezése belső üzemenyomás mellett:

$$s = \frac{d \cdot p \cdot x}{200 \cdot \sigma_{sz} \cdot V} \quad \text{vagy} \quad p = \frac{200 \cdot \sigma_{sz} \cdot V \cdot s}{d \cdot x}$$

ahol

$s$  = lemezvastagság mm-ben,

$d$  = a tartály legnagyobb belső átmérője mm-ben,

$p$  = a legnagyobb üzemenyomás, beleértve a folyadékoszlop hidrosztatikai nyomását kg/cm<sup>2</sup>,

$\sigma_{sz}$  = a lágy anyag szavatolt szakító szilárdsága kg/cm<sup>2</sup>,

$x$  = biztonsági koefficiens,

$V$  = a hegesztési varrat szilárdságának redukciós faktora.

1/a. A fenti képletbe példaképpen helyettesítsük be az alábbi értékeket:

$$d = 800,$$

$$\sigma_{sz} = 7 \text{ kg/mm}^2,$$

$$s = 3.1 \text{ mm},$$

$$x = 4,$$

$$V = .75.$$

Ennek alapján kiszámítható, hogy mekkora nyomást bír ki a megadott méretű lágy alumíniumlemezből készült tartály.

$$p = \frac{200 \cdot 7 \cdot 0.75 \cdot 3.1}{800 \cdot 4} = 1.01 \text{ kg/cm}^2$$

1/b. Ugyancsak kiszámítható, hogy adott nyomás mellett milyen falvastagságúnak kell lennie például egy Al—Mn ötvözetből készült tartálynak:

$$d = 1600 \text{ mm},$$



$p = 2 \text{ kg/cm}^2,$   
 $\sigma_{sz} = 10 \text{ kg/mm}^2/\text{Al-Mn lágy lemez},$   
 $x = 4,$   
 $V = 0.75.$

falvastagság  $s = \frac{1600 \cdot 2.4}{200 \cdot 10 \cdot 0.75} = 8.6 \text{ mm}$

2. Domború tartályfenék méretezése belső túlnyomás esetén: a „Schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzer“ képlete szerint

$$s = Y \frac{p \cdot d \cdot e}{200 \sigma_{sz} Z} \left( \frac{20 \cdot R}{20 \cdot r + 1} + 1 \right)$$

ahol

$s =$  fémlemez vastagsága mm-ben,  
 $e =$  domborulat és a fenékátmérő viszonyozsága,  
 $\frac{d}{2} : h;$  h a fenékdomborulat magassága)

$\frac{r}{R} =$  a görbületek viszonyozsága,

$r =$  fenékperem sugara,  
 $R =$  a fenékdomborulat sugara,  
 $Z =$  szilárdsági koefficiens,\*  
 $Y =$  konstans (alumínium esetében 1.4).

A fenti képletbe példaképpen helyettesítsük be az alábbi értékeket:

$d = 1600 \text{ mm},$   
 $p = 2 \text{ kg/cm}^2,$   
 $\sigma_{sz} = 10 \text{ kg/mm}^2$  (lágy Al-Mn ötvözet),  
 $h = 320 \text{ mm},$  ami által  $e = 2.5,$   
 $r = 200 \text{ mm},$   
 $R = 1800 \text{ mm},$   
 $\frac{r}{R} = 0.11,$   
 $z = 0.9,$

akkor a kérdéses tartály fenékvastagsága

$$s = 1.4 \frac{2 \cdot 1600 \cdot 2.5}{200 \cdot 10 \cdot 0.9} \left( \frac{20 \cdot 0.11 + 3}{20 \cdot 0.11 + 1} + 1 \right) = 11.1 \text{ mm}$$

3. Külső túlnyomásnak kitett tartály falvastagságának méretezése:

Az Aluminium Zentra'e (Alumínium 1942. 88—96. old.) hegesztett, külső túlnyomásnak kitett henger alakú alumíniumtartály méretezésére az alábbi képletet adja meg:

$$s = \frac{p \cdot d \cdot c}{400} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{c \cdot l}{p \cdot (l + d)}} \right)$$

ahol

$\sigma_s =$  a nyomásnak kitett anyag megengedett legnagyobb igénybevétele\*  
 lágy szinalumínium esetében  $2 \text{ kg/mm}^2$   
 lágy Al-Mn „ 4 „  
 lágy Al-Mg „ 8 „  
 $l =$  a tartály palást hossza mm-ben,  
 $c =$  koefficiens,

melynél az alábbi értékek helyettesítendőek be:

$C = 80$  hosszanti hegesztési varratú köpenynél, fekvő köpeny esetében,  
 $C = 75$  varrat nélküli köpenynél, fekvő köpeny esetében,  
 $C = 50$  hosszanti hegesztési varratú köpenynél, álló köpeny esetében,  
 $C = 45$  varrat nélküli köpenynél, álló köpeny esetében.

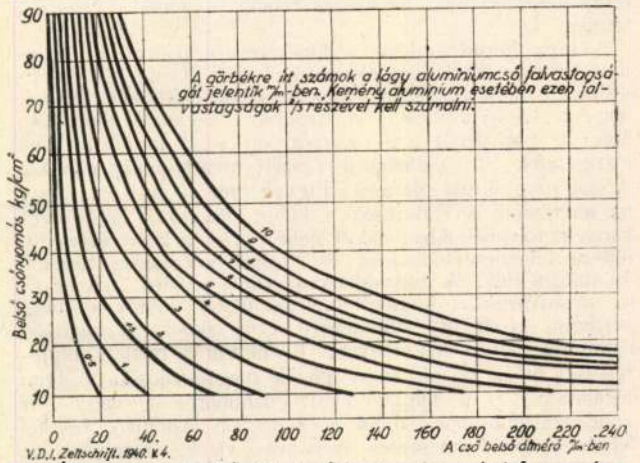
\* A szilárdsági koefficiens nyílás nélküli fenekeknél  $Z = 1$  közepén elhelyezett, visszahajított szélű, bűvönylású fenekeknél  $Z = 0.9$  excentrikusan elhelyezett visszahajított szélű, bűvönylású fenekeknél  $Z = 0.85,$

Ha az 1/b. pont alatt példaképpen felvett tartály adatait vesszük olyként, hogy a köpeny  $4000 \text{ mm}$  hosszú és hosszanti hegesztési varrattal készült, úgy  $1 \text{ kg/cm}^2$  külső túlnyomás esetén

$$s = \frac{1 \cdot 1600}{400 \cdot 4} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{80 \cdot 400}{1 \cdot 4000 + 1600}} \right) = 8.6 \text{ mm}$$

Ezek szerint a  $2 \text{ atm.}$ -s belső túlnyomásra méretezett tartály falvastagsága  $1 \text{ atm.}$ -s külső túlnyomást (azaz majdnem tökéletes vácuumot) is kibír.

4. Varrat nélküli alumíniumcsövek igénybevétele a 2. számú ábra szemlélteti. A diagrammon leolvasható, hogy adott belső átmérőnél és valamely falvastagságnál, mekkora a megengedett belső nyomás. A közölt értékek  $150^\circ \text{ C}$  üzemi hőmérsékletig érvényesek. Ezen felül az alumíniumcsövek már szilárdságukból kezdeneek veszíteni (lásd 2. sz. ábrát).



Alumíniumcsövek legkisebb falvastagsága a belső nyomás függvényében

2. ábra.

Az alumínium hűtőtartályokra érdekes összehasonlító számokat közöl az Aluminium Zeitschrift 1941. évfolyam 78. oldalán. Az összehasonlító táblázatban egy vasúti szállításra alkalmas, vaslemezekből és hegesztett alumíniumlemezekből készült, kívülről szigetelt hűtőtartály jellemző adatai vannak egymással szembeállítva.

	Vas-tartály	Alumí-nium-tartály	Az alumínium-tartály előnyei százalék-szerűen szembeállítva a vastartállyal
Tára súlya . . . . .	1.250 kg	1.000 kg	25%
Hasznosítható belső térfogat . . . . .	6.7 m³	7.9 m³	16%
Tarasúly viszonya a hasznosítható súlyhoz . . . . .	0.37	0.26	43%
Tarasúly viszonya a befogadó képességhez . . . . .	187	127	47%
Hőátvezető képesség	0.31-0.32	0.31-0.32	
Elhelyezhető hűtőanyag mennyisége (eutektikus jégkev.) .	225 kg	700 kg	310%
A tartály hordképessége . . . . .	5.500 kg	7.000 kg	27%



Ebből az összeállításból megállapítható, hogy az alumíniumtartályok használata lényegesen gazdaságosabb és a célnak sokkal inkább megfelelőbb, mint a vastartályoké. Ez különösen figyelemreméltó romlandó áruk (pl. tej, sör, stb.) szállítása esetén. Az alumíniumtartályok használatának még az az előnye is van, hogy nemcsak lényegesen kisebb holt súlyt kell szállítani és a rendelkezésre álló térfogatot lényegesen jobban ki lehet használni, hanem a nagyobb mennyiségű hűtőanyag elhelyezése folytán a szállított áru frissebb marad és romlása lényegesen később következik be.

Az alumínium apparaturák előnyeit hazánkban is már régen felfismerték és sok helyen nagy sikerrel alkalmazták.

Erről tanuskodik többek között a péti szintetikus salétrom-savgyár berendezésének nagy része, több, a Dreher sör-gyár pincéjében tároló, jónéhány éve üzemben lévő 250 hl irtartalmú sörászoktank és sörerjesztő kád, a Baján lévő korrozioálló alumínium ötvözetből készült cefrelepárló és a Gyöngyösön üzemben álló borlepárló, több 3—5 év óta üzemben lévő mezőgazdasági szeszfőzde, a Hutter és Lever gyárban zsírsavak előállítását szolgáló berendezések stb., stb., melyek mind alumíniumból készültek. Az 5 éves terv keretén belül felépítésre kerülő ipari beruházásoknál döntően fontos, hogy hazai alumíniumunk összes előnyei kihasználhatók legyenek és ezzel újabb és tökéletesebb berendezéseket bocsáthassunk iparunk rendelkezésére.

## A Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet irodalmi összefoglalásai

1. szám.

A háborús események hatására a magyar műszaki és tudományos élet kapcsolatai a külfölddel megszakadtak. Az ilyen módon keletkezett hiányok pótlására a Magyar Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet munkaprogramjára tűzte az 1944 óta megjelent külföldi szakmunkák, értekezések és szabadalmak feldolgozását.

Minden komoly kutatómunkának alapfeltétele a szakirodalom tökéletes ismerete, ezért a feldolgozott anyagot havonta közzé fogjuk tenni. Mivel négy év hiányainak a pótlásáról van szó, az anyagot nem csupán egyszerűen kivonatoltuk, hanem az egyes kérdés-csoportok szerint rendszerezve összefoglaltuk, megadva mindenhol a hivatkozást, ahonnan a kivonat származik.

Ezzel a munkával azonban nem csupán a kutatók és újítók céljait kívánjuk szolgálni, hanem tájékoztatónkat igyekeztünk úgy összeállítani, hogy minden szakember az újabb fejlődésről tájékozódni tudjon.

Tájékoztatóink egyelőre angol, német, francia nyelvterületen megjelent összes dolgozatok, vagy szabadalmak közül, azokat ölelik fel, amelyek újdonságot vagy újabb eredményeket hoztak. Ismertető jellegű cikkeket legfeljebb a hivatkozásoknál említünk fel.

Természetesen egy-egy terület szakirodalmi ismertetése nem zárul le a „tájékoztató” megjelenésével. Azokat a dolgozatokat, amelyek az illető terület összefoglalása után jelentek meg, kivonatokban időről-időre közölni fogjuk.

dr. GILLEMOT LÁSZLÓ.

## A könnyűfémek hegesztésének fejlődése 1944-től 1949-ig

Összeállította: BURAY ZOLTÁN

Бурай Золтан:

**Сварка легких металлов с 1944 по 1949 гг.**

Эта сводная статья обсуждает новые результаты, неизвестные вследствие военных действий отечественным специалистам, на основании английской и американской литературы. Излагает сварки без оксидных растворяющих солей, сварки с сопротивлением и с газом при защите, равно как и новые способы сварки.

Zoltán Buray:

welding of Light Metals from 1944—1949. The all-comprehensive article deals with the latest results in this field of engineering, this problem being so far unknown by Hungarian experts owing to the discontinuance of exchange of ideas between Hungarian and Anglo-American scientists during World War II. The article explains the methods of welding without fluxes, as well as resistance weldings and Development of inert gas arc welding and finally the most recent achievements in welding. This article deals only with the spot welding. Continuation follows.

Zoltán Buray:

Fortschritte in der Schweissung der Leichtmetalle von 1944—1949. Der zusammenfassende Artikel

behandelt auf Grund der englischen und amerikanischen Fachliteratur die zuzufolge des Krieges den ungarischen Fachkreisen teilweise unbekannt, neuen Ergebnisse. Der Artikel beschreibt die Schweissungen ohne oxydlösende Flussmittel, die Widerstands-Schweissungen und die Schweissungen unter Schutzgas, sowie die neuesten Schweissungsmethoden.

Az alumínium, magnézium és ötvözetek hegesztése a második világháború alatt a repülőgépgyártással kapcsolatban játszott nagy szerepet. Az előttünk a háborús események miatt ismeretlen angol és amerikai szakirodalom bőségesen tárgyalja az ezen a téren elért újabb eredményeket. A fejlődés főiránya az oxidáló porok nélküli hegesztő-eljárás kifejlődése volt, mivel ezzel egyrészt a hegesztés utáni tisztítást, másrészt a korrozioz veszély okozta bizonytalanságot lehet kiküszöbölni. Eppen ezért a kutatóintézetek és üzemek laboratóriumai legnagyobb energiával a ponthegesztés és a védőgáz alatti hegesztési eljárások kikísérletezését, ill. továbbfejlesztését szorgalmazták.

Ugyanez az ok vezette a kutatókat akkor is, amikor a hegesztések roncsolásmentes vizsgálatára



és ezen a téren új vizsgálati eljárásokra törekedtek.

Ezek mellett a területek mellett már lényegesen kisebb érdeklődéssel fordultak a már jól ismert gáz- és ívhegesztések felé. Ezeken a területeken legfeljebb csak néhány kisebb változtatás és aránylag jelentéktelenebb módosítás történt.

Ezzel ellentétben a forrasztások, különösen a lágyforrasztás (soldering) körül mutatkoznak jelentősebb eredmények. Itt legfőképpen a forrasztási eljárások és az oxidoldósók valamint a forrasztóanyagok összetételében van nagy változatoság.

Beszámolóm első részében ismertetem az oxidoldósó nélküli hegesztésekről, úgymint az ellenálláshegesztésről és a védőgáz alatti hegesztésről az angol és amerikai kutatók beszámoló közleményeit, valamint a hegesztés vizsgálatának új útjait.

### 1. Ellenállás hegesztés.

#### a) Ponthegesztés.

A háború alatt Amerikában széleskörű kutatásokat végeztek az alumínium- és magnéziumötvözetek ponthegesztésének szilárdsági és fáradási sajátságaira vonatkozólag. Ezekről a kísérletekről két összefoglaló közlemény is jelent meg; az egyik professor W. F. Hess, a másik G. H. Bosstól. (1, 2, 3, 4.) Ezeken az összefoglalásokon kívül még számos kutató foglalkozott, különösen a ponthegesztés nyír- és fáradási szilárdságával. Amerikában a National Advisory Committee of Aeronautics és az Army and Naval Air Forces fedezték a kísérletek költségeit.

#### Tisztítás.

A ponthegesztés minősége főképpen a lemezek egymás közti, ill. a lemezek és az elektróda közötti ellenállás nagyságától függ. Ez az ellenállás jó tisztítási műveletekkel erősen lecsökkenthető. Hess szerint a felületi tisztítás vegyi és mechanikai úton való végrehajtása egyaránt fontos és egyik sem hanyagolható el. Mégis, amennyiben nem áll módunkban mind a két tisztítást egymás után végrehajtani, a kémiai tisztítást kell előnyben részesíteni. Ez különösen akkor helytálló, hogyha nagy mennyiségű anyagot kell megtisztítani. Nagyon fontos tömeggyártásnál olyan mérőkészülék alkalmazása, amely a lemezek felületi elektromos ellenállását méri. Lyman B. Sperry (5.) szabadalma szerint vízben oldott oxálsav és nátronlúg oldattal lemosva a felületet a száradás után könnyen és hibamentesen lehet a ponthegesztést végrehajtani. Az Oakite Products Inc. (6.) új tisztítási eljárást ajánl, amellyel az alumínium felületét ponthegesztés előtt és után kezelik, hogy eltávolítsák az olajokat, zsírokat és jelzőtintákat, valamint az oxidréteget a felületről. A kezelés lényege az, hogy a szennyeződések eltávolítására egy 80 fokos alkali oldatú fürdőbe mártjuk a tárgyat, majd egy hideg folyóvíz lemosás után desoxidáló oldatba kerülnek a lemezek. Ezt az oldatot forró vízzel mossák le. Ugyanezt megismétlik hegesztés után is. Ezzel az eljárással tiszta, fényes felületet nyernek.

#### Kivitelezés.

Tekintettel az alumínium nagy hőelvezetési tényezőjére (1.) igen nagy nehézségek tapasztalhatók az olyan hegesztések készítésénél, amelyek

teljesen kifogástalanok és repedésmentesek. A repedések jelenléte a nyírásra igénybe vett kötéseknel nem okoz túl nagy zavart, ha a terhelés statikus. Dinamikus terhelés esetén azonban a szilárdsági érték erősen lecsökken. Ott, ahol a kötés nyúlásra is igénybe van véve, szintén nem szabad megtűrni repedt pontokat.

A repedések elkerülésére vagy a lassú lehűtést, vagy pedig a hegesztés utáni nagy nyomást alkalmazzuk. A kondenzátoros készülékeknel a felmelegítés igen gyors, ezért ezeknél az áramcsúcs értéke után azonnal egy nagy nyomást kell az elektródákra alkalmazni. Fontos, hogy ez a nyomás közvetlenül az áramcsúcs után érje a pontot, mert ha korábban kapja a pont a nyomást, a hegesztési pont nem tud megfelelő alakban kifejlődni, ha túl későn alkalmazzuk a nyomást, a repedés keletkezését nem tudjuk elkerülni. Helyes hegesztés kialakításánál nagyon fontos az elektróda végének tisztasága.

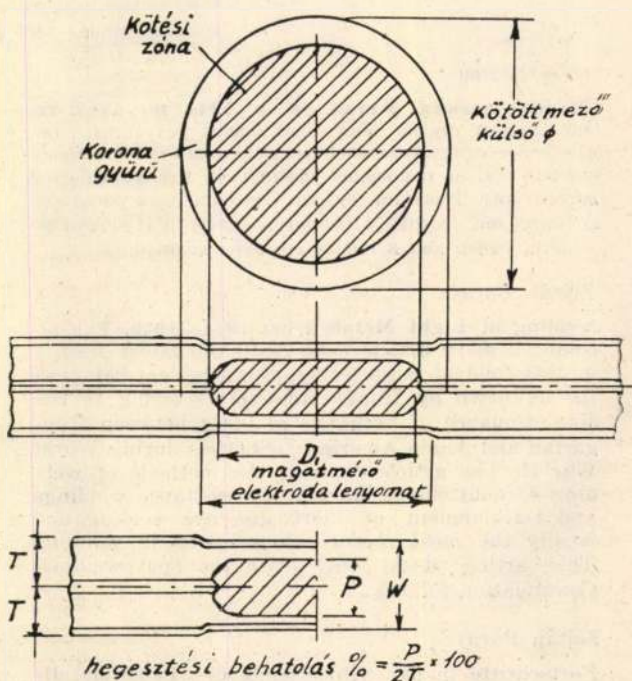
#### Vizsgálat.

A ponthegesztés ellenőrző vizsgálatait lehetnek makroszkopikus, röntgen, szilárdsági és fáradástovizsgálatok. A gyakorlatban mint roncsolásmentes vizsgálat a röntgen vizsgálat a legfontosabb. Mielőtt azonban a röntgen vizsgálat kiértékelését megértenénk, tisztában kell lennünk a pont makroszkopikus szerkezetével.

#### a Makrovizsgálat.

Alumínium próbatestek makroszkópi és mikroszkópi vizsgálathoz Boss (5.) két jól bevált maratószer receptet ajánl. A 2S, 3S, 52S és 61S ötvözetek mikroszkópi maratásához  $\frac{1}{3}$  víz,  $\frac{1}{3}$  sósav és  $\frac{1}{3}$  fluorsav keverékét, míg 24 S-T ötvözetekhez ugyanezt háromszoros vízzel való hígításban — azaz 10 rész víz, 1 rész sósav és 1 rész fluorsav — használta sikerrel.

Az alumínium ponthegesztés makroszkopikus vizsgálatával W. F. Hess, Wynant és Averbach



1. ábra.



(7.), valamint Smith és Keller (8.) foglalkoztak részletesen, (9, 10.) A vizsgálatok tárgya főleg a 24 S lemez volt. Vizsgáljuk meg egy ponthegesztés keresztmetszetét kis nagyításban. A ponthegesztés eredményeként kapott kötés rajzát keresztmetszetben és felülnézetben az 1. ábra mutatja. Az ábrán jól látható az elektródák benyomódása következtében előálló gyűrű, a pont magja és az ezt körülvevő zóna, amelyeket koronagyűrűnek nevezünk. A ponthegesztésnél a behatolás mélységét az összehegesztett két lemez összes vastagságának százalékában adjuk meg és a pont legkisebb keresztmetszeti átmérőjével jellemezzük. A jó hegesztésnél a behatolás 40—80%.

$$\text{Hegesztési behatolás } \% \text{-ban} = \frac{P}{2T} \times 100.$$

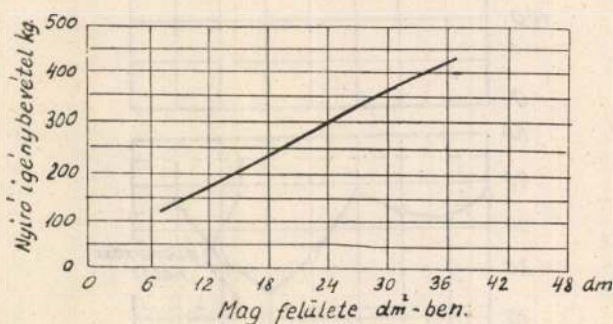
Hess (7.) és McMaster (11.) összefüggést igyekeztek megállapítani a nyírószilárdság és a magátmérő közt. Ez az összefüggés Hess szerint:

$$S = 17,500 D^2, \text{ azaz } S_1 = 2275 D_1^2$$

Keller és Smith szerint

$$S = 16,000 D^2, \text{ azaz } S_1 = 2490 D_1^2$$

ahol S a terhelés fontban és D a magátmérő inchesben, ill.  $S_1$  kg és  $D_1$  dm<sup>3</sup>. McMaster mérések alapján a 2. ábra szerinti összefüggést kapta. Ez nem egészen vág össze a Hess-féle formulával.



2. ábra.

A hegesztés keresztmetszete hasonlít egy kemény tojás metszetéhez. A külső réteg hosszúkás kristályokból áll, ez az oszlopos zóna, a belső mag egyenlő tengelyű kristályokból áll, ez az egyenlő tengelyű zóna. Mind a kettő dendrites. Az Al-Cu-Mg ötvözetek mind ilyen szerkezetűek. A dendritek közt nagy számban van fel nem oldott komponens. A pont magja öntött strukturájú, ez kisebb szilárdságú, mint a hőbehatásoknak nem kitett lemez. Mikrokelméységmérővel mérve azt találták, hogy amíg az érintetlen lemezanyag 142, addig az oszlopos zóna 109 és az egyenlő tengelyű zóna 97 Vickers keménységű.

Hess (12.) kísérleteket végzett annak megállapítására, hogy Al-Cu-Mg ötvözeteknél a hegesztés után pihentetve a pont visszanyeri-e a nemesített lemez szilárdságát. Azt találta, hogy a pihentetés csak lényegtelen szilárdsági emelkedést hoz maga után. Ez következik abból, hogy a keményítő komponens a dendritszemcsék határai mentén helyezkedik el. A hegesztés pillanatában a mag körül az olvadáspont fölötti hőmérsékleten eutektikumok keletkeznek, melyek a szemcsehatárokat a mag körül elrövidítik. Ennek következtében az Al-Cu-Mg lemez ponthegesztése a nyúlását elveszti szemben az Al-Mg-Si (2S-3S-52S) ötvözetekkel, ahol a dendritek körül

nincsenek ilyen nagy koncentrációban tisztátalanságok.

Miután a mag szélei már nem kapnak elég hőmennyiséget a megolvadáshoz, itt csak a nyomás hatására egy kovácshegesztett zóna keletkezik, ez a korona.

A korona fontosságán különböző kutatók nem tudnak megegyezni. Tény az, hogy a kötés nyírószilárdságát emeli. A porozitás és a záródmányok nem veszélyes hibák, mivel mindig az egyenlőtengelyű részen vannak. Annál veszélyesebbek a repedések, amelyek többnyire a lemez széle felé irányulnak. (11.) Nagyon fontos, hogy a mag ne terjedjen a lemez külső felületéig, mert ez nagyon meggyengíti a korrózió ellenállását.

### β) Röntgen vizsgálat.

Az üzemi gyakorlatban mint roncsolásmentes vizsgálatnak a ponthegesztés röntgen-vizsgálatának igen nagy fontossága (3, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18) van, különösen ott, ahol a hegesztés szilárdsága fontos. Mivel a pontok kis mérete miatt a kiértékeléshez legtöbbször fel kell nagyítani a felvételeket tízszeres nagyságra, fontos, hogy azok kontrasztdúsak legyenek. Ennek érdekében a felvételeket 30—50 kV feszültségű készülékekkel, 10—15 mA árammal cca 50 cm-ről 6—30 másodperc expozíciós idővel végezzük. Fontos, hogy igen finomszemcséjű filmet használjunk. Éppen a röntgenfilm érzékenysége szabhatárt a kiértékelésnek, amennyiben igen vékony lemezekenél a pont kis mérete miatt a röntgen felvétel kiértékelése már bizonytalan.

A felvételek kiértékelésénél nemcsak a felület alatti repedéseket és zárványokat lehet észrevenni, hanem az elektroda hegyének a tisztátalanságát is. A tisztátalanság a felületre réz lerakódást visz rá, amely korróziót okozhat. A felvételen a tisztátalan elektroda fröcskölődése következtében ez fehér foltokban jelentkezik.

A Cu-val vagy Zn-nel erősebben ötvözött Al ötvözeteknél a szilárdulás közben Cu illetve Zn kiválások lehetnek. A röntgen-felvétel ezeket is kimutatja, mivel ezek Z rendszáma jóval nagyobb az Al-énál.

A nyírószilárdságnak a pont keresztmetszetéből való meghatározását tovább fejlesztették Keller és Smith (9.) valamint ezek alapján McMaster (14, 16, 17, 18.), Keller és Smith a nyírószilárdságot nem a magátmérőhöz, hanem a koronaátmérőhöz viszonyították és a következő képletet nyerték:

$$S = 16,000 \frac{d^2}{1.5}, \text{ ahol } d \text{ a koronaátmérő inchekben.}$$

McMaster megállapította, hogy a mag a röntgenfelvételen jó konturral látszik és ő képletében a röntgenfelvételen lemért sötét folt átmérőjét vette alapul.

Bár bebizonyított tény, hogy a nyírószilárdság és a hegesztett pont nagysága közt összefüggés van, mégis egyes pontokat a fenti képletekkel számolni nem lehet, de minden lemezvastagságra meg lehet állapítani egy minimális — röntgenfelvételen lemérendő — magátmérőt, amely a megkövetelt nyírószilárdság értékét biztosítja. Ezzel, ha a hegesztés egyébként hibátlan, a kötések nyírószilárdságára is tájékoztató értéket kaptunk.

A röntgenvizsgálatok kiértékelése nagy gyakorlatot igényel. A megengedett hibákat %-ban az alábbi táblázat adja, (Armstrong Cork Co. alapján):



I. Táblázat.

H i b a	Labora- tóriumi proba- hegesztés	Jó hegesztés	Megfelelő hegesztés
Repedések, záródmányok porozitások . . . . .	0	5	20
Fröcskölés . . . . .	0	0	10
Telj sen rossz . . . . .	0	0	0
Szabálytalan alak . . . . .	0	20	30

Ehhez képest az Army & Navy előírása az ANW 30 kevésbé szigorú. Szerinte megengedett egy repedés vagy porozitás, ha az a magátmérő 50%-nál nem hosszabb, feltéve, hogy a hiba vége nem nyúlik túl az átmérő 15%-nyi hosszán a mag szélétől számítva. Elfogadható a hegesztés, ha a pontok 50%-ában az átmérőhöz viszonyítva 5%-nyi hiba van.

McMaster (17.) egy 18,000 pontos kísérletsorozat alapján 11 féle hibát állapít meg ponthegesztésnél. Ezek a következők:

1. Túl kicsi mag.
2. Túl nagy mag.
3. Túl nagy korona.
4. Szabálytalan alakú mag.
5. Repedés.
6. Porozitás.
7. Fröcskölés.
8. Elektroda lerakódás a felületre.
9. A plattírozott dural típusú lemezre ráhengerelt vékony alumínium réteg túlságos behatolása a magba a két lemez érintkezésénél.
10. A mag vastagsága túl nagy a lemez vastagságához viszonyítva.
11. Az eutektikum különválása az alapanyagtól.

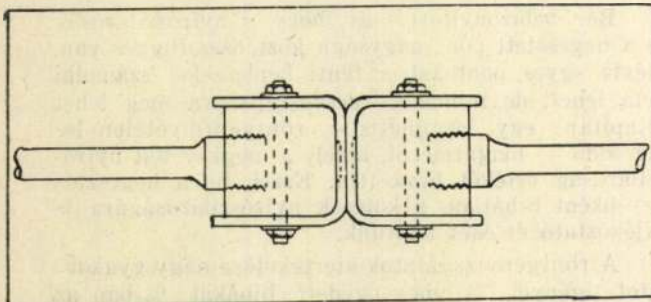
Ezek közül a hibák közül csak az első 9 észlelhető röntgennel.

Boss véleménye szerint a minősítésnél az A. N. W.-30 túl kisigényű. McMaster pedig a 9 pontjával túl bonyolult minősítést dolgozott ki. A helyes és elfogadandó a kettő között van. (4.)

γ Statikus vizsgálat.

A pont-hegesztés mechanikai vizsgálata nyíró, szakító, ütő és fárasztó vizsgálat. Ez végezhető egy ponton vagy több pontú kötésen.

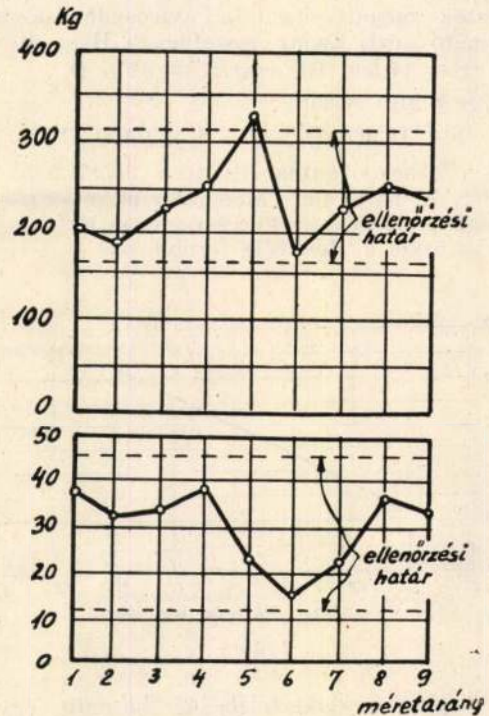
A hegesztett pont szilárdságát az úgynevezett U próbatesten vizsgálják. A próbatest elkészítését és befogását a 3. ábra mutatja. A kapott szilárdsági ér-



3. ábra.

ték és a nyíró szilárdság közötti arány 24S—T Alclad lemeznél (plattírozott Dural) cca 0.30, 52S— $\frac{1}{2}$ H-nál 0.60. Ez az 52S— $\frac{1}{2}$ H lágyabb állapotából következik. (félkemény Anticirrodal) Ezt a vizsgálatot a Welding Research Committee of the American Welding Society ajánlja.

Miután az üzemben a nyíróvizsgálattal elvégzendő kontroll igen költséges, Boss egy kevés számú, de gyakran kivett ellenőrzést ajánl. Ennél a módszernél az ellenőrzést úgy hajtják végre, hogy időszakonként — óránként vagy naponként — körülbelül 10 mintát vesznek ki és azokat elnyírják. Ha a nyírási értékek két megadott határ közé esnek, akkor a hegesztőgép működése és a hegesztés megfelelő. Amennyiben kiugrások vannak, akkor a gép beállításán kell változtatni. (L. 4. ábra.) Ezt az eljár-



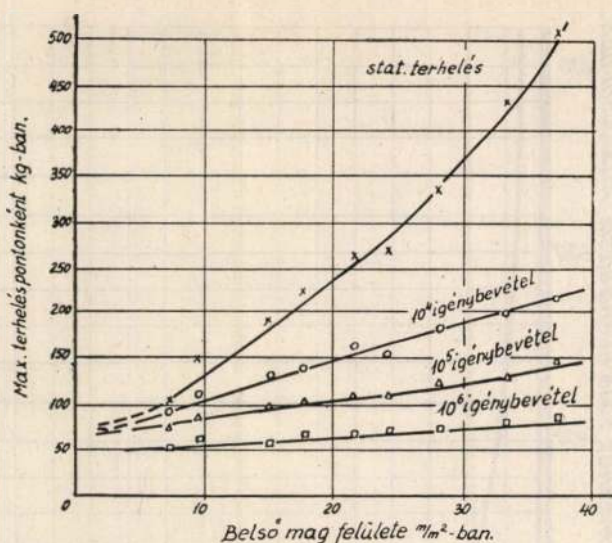
4. ábra.

rást statisztikai ellenőrző eljárásnak nevezik. Az üzemi ellenőrzés megszervezését és végrehajtását hasonló alapokon McMaster is tárgyalja. (17.)

δ Fárasztó vizsgálat.

Az utóbbi években a ponthegesztés kifáradási szilárdságát számos kutató igyekezett meghatározni. McMaster (18.) szerint a ponthegesztés röntgen képéből éppen úgy ki lehet olvasni, hogy a kifáradásra meg fog-e felelni a kötés, mint a statisztikus nyírószilárdságot. Általában nagyobb pontnak nagyobb szilárdsága van, de a pont növelése sokkal jobban növeli a statisztikus szilárdságot, mint a kifáradási határt. Ugyan így a kis terhelésű hosszabb igénybevetelű kifáradási határt kevésbé növeli, mint a nagyobb terhelésű rövidebb igénybevetelűt. Statikus igénybevetelnél vagy nagyobb terhelésnél a törés elnyíródás formájában vagy a pont szélén következik be, míg kisebb terhelésnél nagy számú ismétlésnél a fáradt törés a lemezben az átmeneti zónában történik. A pont felületének és a terhelő erőnek függvényében a statikus és dinamikus terhelés görbéjét az 5. ábra mutatja.





5. ábra.

A fáradási szilárdságot a jó korona kötési zóna nagyban befolyásolja. A koronagyűrű külső átmérője általában nem növekszik a hegesztési energia növekedésével oly mértékben, mint a mag átmérője. Ezt bizonyítják a növekvő energiával történt ponthegesztésekről készült röntgenfelvételek és a róluk készült makroszkópikus metszetek. A kis erővel történő nagy ismétlési számú fárasztásnál ( $10^6$  fölött) úgy látszik, hogy a koronagyűrű külső átmérője meghatározza a szilárdságot, mivel a törés a koronagyűrű szélén az érintetlen alapanyagban szokott bekövetkezni.

A szerzők szerint a pont magja úgy viselkedik nagy terhelésnél, mint egy feszültségi gyűjtő. Ilyenkor  $10^4$  nagyságrendű igénybevételeknél a törés a magból indul ki. A kötés körül kilágyult zóna szintén befolyásolja a fáradt törést, különösen akkor, ha túl nagy energiával végezzük a hegesztést, vagy hogyha az elektróda vége tisztátalan.

A magban lévő hibák, mint említettük, nyíró igénybevételnél általában nem befolyásolják a szilárdságot, ha azonban más igénybevétel is előfordul, akkor ezek a magban lévő repedések és porozítások éppen úgy érvényre jutnak, mintha az alapanyagban lennének.

H. J. Grover és L. R. Jackson (19.) ponthegesztett tartókat és ponthegesztett átlapolt kötéseket vizsgáltak kifáradás szempontjából, és azt találták, hogy a tartók kifáradási határa —  $10^6$  igénybevételnél — magasabban van mint a statikus kihajlás értéke. Szerintük is a legtöbb törés a hegesztési hibából indul ki, míg jó kötésnél a törés a lemezből indul a pont belseje felé. Általában megállapították, hogy a kapott értékeket nem lehet extrapolálni más méretű vagy más terhelésű tartókra.

Átlapolt kötéseknel a legtöbb esetben, amennyiben a statikus nyírószilárdság növekszik, növekszik a kifáradási határ is. Ezt a növekedést elő lehet idézni a lemezvastagság növelésével, a ponthegesztés sorok számának fokozásával vagy a pont magát-mérőjének növelésével. Bebizonyították, hogy a pontoknak más elrendezése és más száma adja a maximális kifáradási határt, mint amelyik a maximális statikus szilárdságot adja. A kísérletsorozat végén irányt mutat a ponthegesztéses kötések méretezésére.

Hartmann és Stickley (20.) kísérleteikben összehasonlították a ponthegesztett és a szegecselt kötések és azt találták, hogy a ponthegesztés éppen olyan jó eredményt ad statikus terhelésnél, mint a szegecselés. Valamivel kisebb a ponthegesztett kötéseknek az ellenállása a lökészerű igénybevételekkel szemben és kimondottan alacsonyabb ismételt igénybevételnél. Ezek szerint statikus és lökészerű igénybevételeknél a ponthegesztés éppen olyan jól megfelel, mint a szegecselés, míg a kedvezőtlen fáradási eredmények nem jelentik azt, hogy jól kivitelezett és nem repedezett ponthegesztést nem lehet alkalmazni fárasztásnak kitett szerkezetekben. Vannak ugyanis olyan szerkezetek, ahol rezgések és ismételt igénybevételek vannak, de a kifáradási határ magas, ilyen helyeken a ponthegesztés jó kivitel mellett kiválóan alkalmas (pl. repülőgépek benzintartályánál).

G. Welter (7.) a 24S—T Alclad lemezek ponthegesztésének kifáradási határát vizsgálta. Számos kísérletet végzett, melyek előtt a próbatesteket meg-röntgenezte és csak a kifogástalan hegesztéseket tanulmányozta. Megállapította, hogy a 24 ST Alclad lemezeknél egy adott méretű próbatest ponthegesztése nagy általánosságban körülbelül 150 kg pulzáló terhelés mellett csak pár százalékos változást bírt ki. Számításai szerint a szakítószilárdságnak átlagban csak 10—15%-a, a nyírószilárdságnak 15—16%-a az, ami ilyen ötvözetű ponthegesztéseknél a kifáradási határt jelenti. Ugyan ilyen méretű próbatesteket a hegesztés befejezése után hidraulikus présen nagy nyomásnak tett ki és azt találta, hogy körülbelül 320 kg-os pulzáló terhelést átlagban 10 millió ismétlésig jól bírta, de nem egy próbatest elérte a 29 millió ismétlést is. Ennél az ötvözetnél átlagban 10.000—16.000 kg/cm<sup>2</sup> nyomás alatt érte el ezt a körülbelül 250—300 %-os kifáradásihatár emelkedést. Érdekes megjegyezni, hogy ezzel a kezeléssel csak a kifáradási határt tudta megemelni ilyen nagy mértékben, a nyírószilárdság és a szakítószilárdság értékei csaknem változatlanok maradtak.

#### b Magnézium ponthegesztés.

Professor Hess (31, 32, 33, 34.) vezetése és irányítása mellett számos amerikai kutatólaboratórium egyesült munkával végzett kísérletsorozatban vizsgálta a magnézium ötvözetek ponthegeszthetőségének kérdését.

A vizsgálataik kiterjedtek a lemezek felületi kezelésének hatásaira, a ponthegesztés kivitelezésére, az elektróda hegy tapadásának problémájára és a ponthegesztések korrozójára.

A magnézium ötvözetek éppen úgy mint az alumínium ötvözetek alacsony olvadáspontúak és igen jó hő- és elektromos vezetők, ennél fogva a ponthegesztésük is nagyjából hasonló technikát igényel.

#### Tisztítás befolyása.

A forgalomba kerülő lemezek vékony olaj vagy krómpác bevonattal vannak ellátva, hogy megvédjék a felületet a szállításkor és a tárolásnál. Ezen felül természetesen a lemezek vékony oxidréteg is van. Ezeket el kell távolítani ponthegesztés előtt, (31.) mivel a hegesztés jósága és tartóssága nagyban függ az összehegesztendő lemezek elektromos ellenállásától. Az ellenállásnak a minimálisra való csökkentése a cél. A tisztítás történhet vegyi vagy mechanikai úton. Mindkét irányban végeztek kísér-

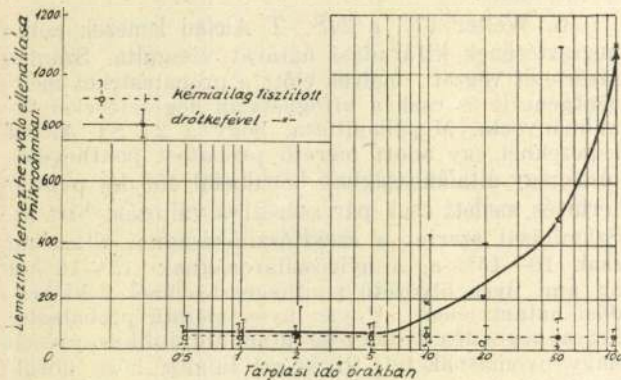


leteket és számos összehasonlítást közölnek róluk. Végeredményben a magnézium ötvözetű lemezeknél a kémiai tisztításnak a drótkéfével való tisztítással szemben két előnye is van:

1. A tisztítás és a hegesztés között a tárolási idő hosszabb lehet.

2. Az elektróda hegyének élettartama sokkal hosszabb, különösen ha a kémiai tisztításnál a legkisebb elektromos ellenállású felület nyerésére törekszünk.

Kimutatták, hogy drótkéfével való tisztításnál az elektromos ellenállás átlagban csak 5 óráig marad minimális, szemben a kémiai tisztítással, ahol ez a minimális érték 100 óráig tartható fent. (L. 6. ábra.)

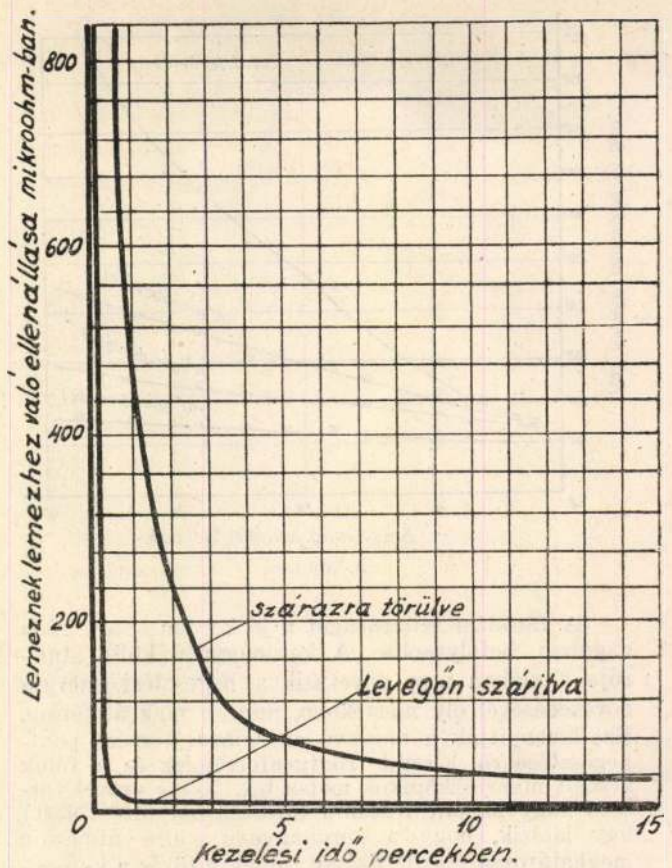


6. ábra.

Nagyon fontos, hogy a lemez a kémiai kezelés után a levegőn száradjon meg és ne legyen szárazra törülve. A felületi ellenállása a lemezeknek sokkal nagyobb, ha szárazra törüljük, mint amikor az a levegőn megszárad. A kémiai kezelés időtartama 1 perc; az ennél hosszabb ideig tartó kezelés már nem csökkenti az ellenállást. (L. 7. ábra.) A jó tisztítás elvégzése után a ponthegesztés kivitelezése a legfontosabb. (32.)

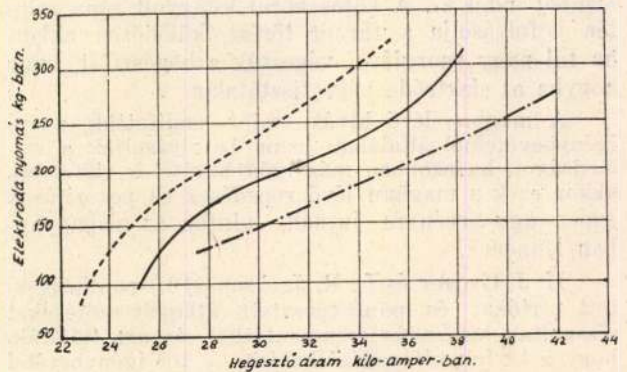
**A hegesztés kivitelezése.**

Az alumínium és magnézium ponthegesztések hasonlósága miatt mind a kétféle ötvözeteknél ugyanaz a ponthegesztő készülék használható. A magnézium hegesztésénél azonban nincs szükség az elektróda nyomásának növelésére a pont hülése közben. A Mg-1.5 Mn ötvözetek különösen magas áramerősséget kívánnak. A kondenzátor kisülései készülékek beállítása (áramerősség, kapacitás, elektróda terhelés, hegesztési idő), a hegesztendő ötvözet és a lemez vastagság függvénye (l. 8. ábra). Természetesen a beállításból következnek a hegesztés fizikai és mechanikai tulajdonságai. Altalánosságban itt is, mint az alumínium ötvözeteknél a ponthegesztés nyírószilárdsága a hegesztett lemez szakítószilárdságával arányos. A magnézium ötvözeteknél a pont elért nyírószilárdsági értékeit összehasonlították az Alclad 24S—T értékeivel (plattirozott Dural) és azt találták, hogy a magnézium ötvözetek szemben a 24S—T-vel nem érzékenyek ponthegesztésnél a repedésre, éppen ezért nincs szükség az úgynevezett kovácsoló nyomásra.



7. ábra.

Hegesztő áram ideje  $\frac{16}{11} \frac{1}{1000}$  sec.-ban  
 — 6 —



8. ábra.

**Az elektróda tapadása.**

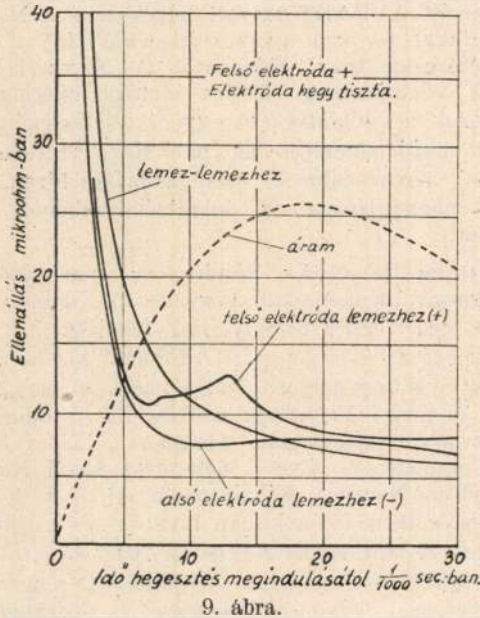
Az elektróda-hegy ragadása komoly probléma a magnézium ponthegesztésénél. (33.) Nagyon fontos ebből a szempontból is a lemezek jó kémiai tisztítása.

Megállapították, hogy az elektróda hegye Mg-6Al-1Zn ötvözetnél 100—150 hegesztést, míg Mg-1.5Mn ötvözeteknél csupán 10—20 pontot bír ki tisztítás nélkül. Számos kísérlet eredménye bebizonyította, hogy a magnézium ötvözetek ponthegesztésénél, ha a ponthegesztő készülékben az áramfolyás egyirányú, akkor az elektróda-hegy piszkolódása sokkal gyorsabban képződik a pozitív elektródán. Oscillografikus kísérletek alapján kimutatták, hogy



a lemez lemezhez és az elektródának a lemezhez való ellenállása változik a hegesztés lefolyása alatt, de ez a változás független az ötvözettől, a felületi tisztítás módjától, vagy az elektróda hegyének az állapotától és csak az áramfolyás irányától függ. Az energia bevezetés ugyanis a pozitív elektróda és a lemez érintkezésénél mindig nagyobb, mint a negatív elektróda és a lemez érintkezésénél.

Az egyenlőtlen energia bevezetése okozza, hogy a pozitív elektróda élettartama rövidebb, az hamarabb kezd el ragadni és a hegesztési pont a pozitív elektróda felé van mindig elhúzódva. Ez az elhúzódás az elektróda-hegyek tisztátalanságával még fokozódik. (l. 9. és 10. ábra.)



9. ábra.

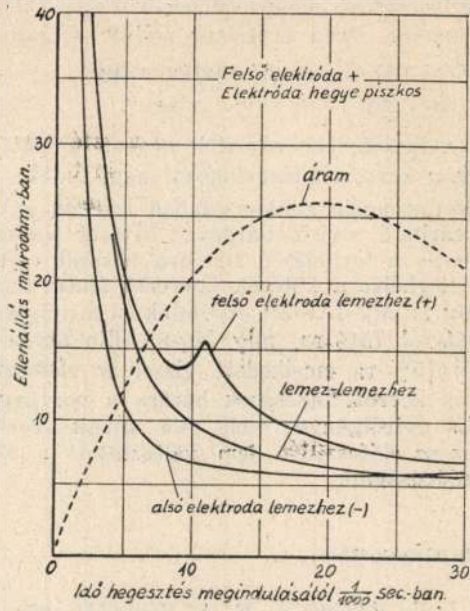
Az elektróda hegyének tisztátalansága magával hozza azt, hogy a ponthegesztésben réz részecskék kerülnek az érintkező felületekre. Ezeket a réz részecskéket Mg-Al-Zn ötvözeteknél nem lehet észrevenni, míg Mg-1.5Mn-nál láthatók még mielőtt az elektróda ragadni kezdene.

Az elektróda ragadása a darabhoz meghatározza az elektróda hegyének az élettartamát, de ekkor már a hegesztések sem elfogadhatóak.

Mivel a Mg-1.5Mn ötvözetű lemezek hegesztésénél a pozitív elektróda hegye igen gyorsan bevonódik, egy megfordítható áramfolyású készüléket kell használni. Ilyen készülékekkel minden pont után az elektróda polaritását megcserélik, ezzel az elektróda bevonódásának az idejét csaknem kétszeresre lehet meghosszabbítani. Amennyiben ilyen készülék nem állna rendelkezésre, célszerű az alsó elektródát pozitívnak választani (l. 11. ábra.) Jó hegesztést és hosszú elektróda élettartamot tudunk elérni, ha közepek vagy inkább kis pontokat hegesztünk.

**Korrozió.**

Nedves környezetben a magnézium ötvözetű ponthegesztéses lemezek korrodálnak. (34.) Egyrészt természetes kémiai korrozio, másrészt az oxikarbonát bevonatnak korrodáló hatása következtében. Ezen felül az Mg-Al-Zn ötvözetek még a feszültség alatti korrozióra is igen érzékenyek. Kísérletek al-

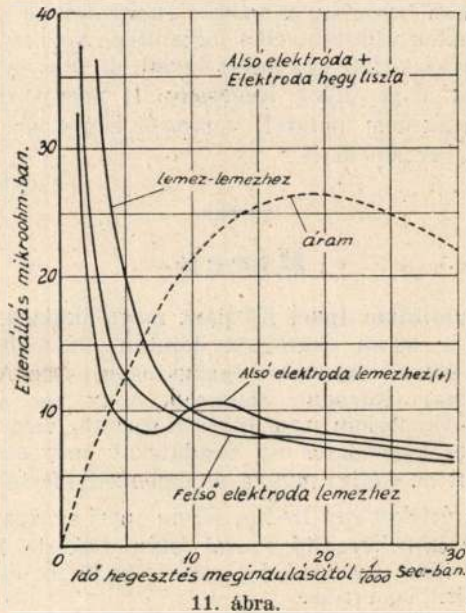


10. ábra.

kalmával a ponthegesztések korrodálni kezdenek egy a szakító szilárdságnál jóval alacsonyabb terhelés mellett. Ennek a jelenségnek a kivizsgálására új eljárást dolgoztak ki.

Altalánosságban nem terhelve, az Mg-Al-Zn ötvözetű ponthegesztések nem korrodálnak, csak ha az elektróda végéről rézlerakódást kaptak, vagy ha nedvesség jutott a lemezek közé. A feszültség alatti korrozió következtében beálló törés a hőbehatásos zónában következik be a pont magja körül. Kísérleteik szerint van egy feszültségi határ, amely fölött a korroziós törés már rövid időn belül bekövetkezik, míg ez alatt a hegesztés élettartama gyakorlatilag végtelen.

A Mg-3Al-1Zn ötvözetek ellenállása a feszültség alatti korrozióval szemben sokkal jobb, mint a Mg-6Al-1Zn ötvözeteké. Az előbbieknél a fentebb említett feszültségi határ a nyírószilárdság 60%-a, míg az utóbbiaknál csak 40%-a.



11. ábra.



Ezt a határt megpróbálták különféle hőkezelésekkel emelni. Ilyen kezelések voltak például

8 órai 120 C°-n való tartás, vagy

1/2 órai 230 C°-n való tartás.

Ezeket a kezeléseket végezték hegesztés előtt vagy után, de a korrozioállást fokozni nem tudták.

Ezzel szemben amikor szabad levegőn a kötéseket a várható nyírószilárdság 75%-ig előfeszítették és ezen a terhelésen 100 óra hosszat tartották, akkor leterhelve a kötések korrozio állása megnőtt. És pedig az Mg-3Al-1Zn ötvözeteknél a nyírószilárdság 60%-ról 75%-ra, míg Mg-6Al-1Zn ötvözeteknél 40%-ról 75%-ra emelkedett. Ezzel az előfeszítéssel a pontok korrozioátürésének határa a ponthegesztés normális nyíróigénybevétele fölé került. Természetesen ez az előfeszítés nem változtatott a kötések nyírószilárdságán.

### C) Tompahegesztés.

R. Della Vedova és E. A. Reynolds (60) beszámolnak a nagyszilárdságú 24ST csövek és rudak tompa hegesztésének kísérleteiről. Ezeket repülőgépgyártásra akarják felhasználni. A kísérlet alkalmával meghatározták a kötések korrozio ellenállását bevonat nélkül és védőbevonat alatt. A kísérletet 100 kVA készülékkel végezték. A készülék acél tompahegesztésre készült és alumíniumra a következő feltételek mellett használható:

a) Csöveknél 45 % vagy annál nagyobb falvastagságoknál.

b) Cső Ø per falvastagság viszony 16 vagy annál kevesebb.

c) A hegesztendő keresztmetszet 250—300mm<sup>2</sup>.

A szakítókérdések azt mutatták, hogy csőkötéseknel a hegesztés szakítószilárdsága 95%-a volt az alapanyag szakítószilárdságának, míg rudaknál ez nagy általánosságban 86% volt. A hegesztés minősége nem javult védőgáz atmoszférában sem.

250 órás sópermet alatt a rúd próbatetek bevonat nélkül számos helyen korrodáltak a hegesztés vonalában. Előzőleg krómcet elektrolytban tartott próbatetek védőrétegéből ugyanilyen korróziós körülmények között egy kevés levált, de nem befolyásolta az alapanyagot. Hegesztés itt nem korrodált. Ugyancsak nem mutatott korrozioát kénsavban ólomkromát bevonat alatt.

Folytatjuk.

## Hírek.

**Alumínium Ipari Központ megalakulása.** 1948 december 30-án csütörtök délután összeültek a Bauxit-Alumínium Ipari Igazgatóság és az Alumínium Ipari Központ dolgozói, hogy az Állami Bauxit-Alumínium r. t. Ipari Központtá való átalakításával kapcsolatos új feladatokat megbeszéljék, valamint az eddigi munka eredményeit kiértékeljék.

Az értekezletet Becker Ervin ipari igazgató vezette le és a vezető szavai után felkérte Bálint Róbert ipari igazgató helyettesét, hogy az említett kérdéseket ismertesse.

Bálint elvtárs leszögezte, hogy az ALBART és az újonnan alakult Ipari Központ között az a különbség, hogy „egy vállalatból” az egész ipari államosított szektorának komoly irányító szervévé lépett elő. Az államosítás idejében helyes volt a centralizáció, miután akkor minden egyes hadállásért harcolni kellett. A németek és kiszolgálóik iparából a nép iparának megteremtéséhez való utat kellett megnyitni, és propagálni a „magyar ezüst” jelentőségét. Ma az a helyzet, hogy az érdeklődés már határozottan az új fém felé irányul és ez elsősorban az ALBART érdeme. Népi demokráciánk fejlődésével lépett tartott ipari szervezésünk is. Megalakult az Alumínium Ipari Igazgatóság és a változott helyzetnek megfelelően most szükségessé vált, hogy a centralizált ALBART helyett létrehozzuk a Nemzeti Vállalatokat és azok gyakorlati irányítására és ellenőrzésére az Ipari Központot. A Nemzeti Vállalatokra vonatkozólag Bálint elvtárs megjegyezte, hogy azok a vállalatvezető egyéni felelősségére alapulnak, majd ismertette az Ipari Központ feladatait műszaki, kereskedelmi és üzemgazdasági téren, különösen hangsúlyozva az önköltségcsökkentés fontosságát.

Azután Dr. Cséky Sándor, az Ipari Központ vezérigazgatója behatóan tárgyalta az újonnan megalakult szerv egyes osztályainak feladatait. A Központ természetesen az ALBART-énál kisebb adminisztrációval fog dolgozni, mivel ügykörének egy részét a Nemzeti Vállalatok vették át. Gondoskodás történt arról, hogy ezen átcsoportosításnál felszabadult munkaerők kivétel nélkül az Ipari Központ alá tartozó Nemzeti Vállalatoknál elhelyezést nyerjenek és a termelőmunkában továbbra is kivessék részüket. A volt ALBART és az Ipari Központ dolgozóinak nevében Dr. Cséky kijelentette, hogy valamennyien ugyanolyan lelkesedéssel és szorgalommal fognak továbbra is dolgozni új munkahelyükön, mint azt eddig is tették.

**A Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium szakosztálya.** A Bányászati és Kohászati Egyesület a jövőben munkáját a következő négy szakosztályra oszolva fogja végezni: Bányászat, Kohászat, Alumínium és Olaj. A Kohászati Szakosztály már megalakult.

Az Alumínium szakosztály is rövidesen ténylegesen megalakul, az előkészítő munkálatokat Dr. Gillemot László és Dr. Dobos György irányítják. Ezen szakosztály feladatai közé tartozik többek között az Alumínium szaklap kiadása, melyet a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége segítségével sikerült megindítanunk.

Kérjük Kartársainkat, hogy munkánkban határozottan támogassanak és cikkeikkel, valamint érdeklődésükkel biztosítsák, hogy az új lap az alumínium ipar és kutatás és így népi demokráciánk érdekében jó munkát végezhesen.

A kiadásra szánt kéziratokat, valamint a lap tartalmával kapcsolatos mindennemű közlést Dr. Dobos György, Alumínium Ipari Igazgatóság, Budapest, VIII., József-kr. 16. címére szíveskedjenek küldeni, előfizetéssel, szétküldéssel és hirdetéssel kapcsolatos ügyekben pedig a kiadóhivatal (Budapest, V., Szalay-u. 4.) illetékes.



**Bauxit előfordulás Kínában.** Kína délkeleti partján Fukien tartományban Csangpu-Sien környékén kitűnő minőségű bauxitot fedeztek fel. Az előfordulás lényegileg gibbsit kristályokból áll és mennyiségét 500 ezer tonnára becsülik. Bár jelenleg bauxit iránt nincs kereslet, mégis arra számítanak, hogy az újonnan felfedezett terület kiaknázása a közel jövőben megkezdődhet. (Mining World 1948. Vol. 10. No. 12.)

(—Bo—)

**A Szovjetunió alumínium ipara.** A háború előtti években az orosz alumíniumgyártás kedvezőtlen helyzetben volt, mert az akkor ismert orosz bauxitok minősége nagyon gyenge volt: 40%-on aluli  $Al_2O_3$  — és 10%-on felüli  $SiO_2$  — tartalom jellemezte a különböző előfordulásokat. 1939 és 1941 között hatalmas kiterjedésű és jó minőségű bauxitot találtak az Ural hegység északi részén, ami jelentős mértékben megjavította az alumíniumtermelés lehetőségeit. A bauxitelőfordulás közelében lévő Uralenergo villamos központ kedvező lehetőséget nyújt az alumínium termelésére. Nagymértékben meggyorsította a kohókat ellátó villamos művek teljesítőképességének megnövelését a Németországban leszerelt Foggeroda-i, Zschornweitz-i és Rummeisburg-i villamos központok gépeinek és elektromos berendezéseinek a beépítése. A legnagyobb orosz alumínium kohó Kraszniturszk-ban van, az Ural-hegység északi részén. Ezt a telepet 1944-ben kezdték építeni és a gyártás 30.000 munkással már folyik; egyidőben folynak a kibővítési munkálatok is és a munkáslétszámot meg fogják kétszerezni. Az alumínium elektrolízisére a munkások négy váltásban, 6 órás műszakban dolgoznak. Az Ural hegységben lévő másik nagy alumíniumkohó Kamenszk-ben van. Teljesítőképességét évi 50.000 t-ra becsülik. Az Ural hegység északi részén Bogoszlovsk környékén szintén nagy teljesítményű berendezések vannak üzemben. A bogoszlovski alumínium művek a Krasznajapoccska környékén lévő bauxitbányákból kapják az ércet.

A Leningrád környékén lévő alumíniumtermelő üzemek Volkhov-ban Tichvin mellett és Bokszitogorszk környékén van. Tovább északra Karéliában van a még teljesen be nem fejezett Kanda'aska-i timföld és alumíniumgyár. A bokszitogorszki üzem a háború alatt tönkrement, de újjáépítése óta már 10.000 emberrel dolgozik.

Nyugat Szibériában a Kuznyeczk medencében Nyugat-Szitalinszk-ban termelnek alumíniumot. Az elektrolízishez szükséges áramot a Kamerovói villamos központ szolgáltatja. Novoszibirszk-től északnyugatra egy alumíniumtermelő üzem dolgozik 5—6000 munkással. Tovább keletre a Bajkál-tó mellett lévő Angara Kombájn részeként egy nagy teljesítményű alumíniumtermelő üzem dolgozik. Két üzem 20.000 munkással az Aral-tó északi vidékén termel alumíniumot.

Az orosz alumíniumtermelés kapacitását, évi 200.000 tonna nyers alumíniumra becsülik; ugyancsak becslések alapján a jelenlegi alumíniumtermelés színvonalát évi 100.000 tonnában körvonalazzák arra való tekintettel, hogy az 5 éves terv 1950. évre 120.000 tonna alumínium termelését irányozta elő. A legutolsó hivatali közlés szerint 1940. évben az alumíniumtermelés 55.000 t volt. (The Mining Journal 1948. Vol. CCXXXI. No. 5912. — The Metall Bulletin 1948. No. 3327.)

— Bo —

**Töging-i gyár alumíniumtermelése.** A bajorországi Töging-i alumíniumkohók 1948 év első 11 hónapjában 7095 t nyers alumíniumot termeltek. (The Mining Journal 1948. Vol. CCXXXI. No. 5912.)

**A legújabb norvég alumíniumkohó** az Álami Ardal-művek, Norvégia nyugati partján a Sognëfjord közelében

épült fel. Telepítését 1941-ben még a német megszállók kezdték meg az 1910. évben létesített „Norsk Hydro” vízerőmű energiájának felhasználásával, de 1945-ig csak félig készült el. A kohómű építését a norvég állam fejezte be. 172 elektromos redukáló kemence létesül a 370 m hosszú főcsarnokban, melyek ezidő szerint napi 35 t fém-alumíniumot termelnek. A végleges termelési színvonalat évi 25.000 t-ra irányozták elő. (Am. Foundryman — 1948. okt.) — 6r.

### Nemzetközi alumíniumhírek, Ausztria.

A november 5-i „Neue Züricher Zeitung” közlése szerint a Ranshof-i kohó évi kapacitása 840, 12 épületre elosztott cellával 66.000 tonna. Összesen 1600 munkással. 1948 májusától augusztusáig a termelés 3742 tonna volt. Ezt a mennyiséget még emelni akarják, hogy a 15.000 tonnára rúgó évenkénti belföldi szükséglet fedezhető legyen. Az üzemenk további fejlesztése energiahiány miatt egyelőre nem valószínű.

A Lend-művek 210 munkással 1947-ben 1200 tonnát termeltek, amelyet 1948-ban 3000 tonnára emeltek.

Szó van egy új magnéziumkohó felépítéséről is.

A Reuter Iroda jelentése szerint Ausztriában 2 új hengerművet építenek, amelyek egyike nemvasfémeket dolgoz fel, a másik kizárólag alumíniummal és egyéb könnyűfémekkel lesz foglalkoztatva.

Ausztria Németország angol-amerikai zónájával kötött egyezménye értelmében 53 t dugattyúötvetet, 425 t kohóalumíniumot szállít Németországnak.

### Franciaország.

A „Metall Bulletin” közlése szerint Franciaország júliusban 7467 t, augusztusban 7361 t kohóalumíniumot termelt. A timföldgyártás júliusban 21.630 t, augusztusban 21.000 t volt. — A francia kohóalumínium ára 1948 október 20-tól kezdve kg-ként 148 frs, 99% alapon. Az árak a finomságnak megfelelően emelkednek, amit költség formájában számolnak hozzá az alapárhoz. Így pl. a 99,8%-os alumíniumnak az ára 304 frs, a 99,90-es 720 frs, a külön finomított 99,99%-os 1058 frs/kg-ként.

Az alumíniumtermelés Franciaországban az egyes hónapokban a következőképpen alakult. Az adatok kohóalumíniumra vonatkoznak, a zárójelben közzétett számok pedig a tömbösített mennyiséget tüntetik fel. Január 2542 (2022), február 3552 (2475), március 5084 (2052), április 6605 (2236), május 7294 (2493), június 7057 (1975), július 7350 (2109) tonna.

### U. S. A. államok.

Az U. S. A. államok jelenlegi termelése ugyan a háború előtti termelésnek több mint a négyszereese, a szükséglet azonban 500 millió fonttal több a termelésnél. A jelenlegi napi termelés kb. 3,4 millió font.

Az Alumínium Kutató Társaság titkárságának közlése szerint a tömbösített alumínium mennyisége a kohóalumíniumnak 35%-a, amit ebben az esztendőben lényegesen csökkenteni akarnak. Az U. S. A.



államok exportja az alumínium félkészgyártmányok terén az előző negyedév kétszerezésére emelkedett. 1948 első negyedéve a kivitel 154.000 cwts, a második negyedévben 201.000 cwts, a harmadik negyedévben 441.000 cwts volt. A magnézium és magnézium alapú ötvözetekből gyártott öntvények mennyisége 1948 júliusában 247 t volt, míg 1948 második negyedévében a havi átlag 298 t volt. Az alumínium húzott-gyártmányok mennyisége augusztusban 135,196.000 fontot tett ki. 1948 első 8 hónapjában pedig összesen 115 millió fontot. Az alumínium öntvényekre a következő statisztikai adatok ismeretesek: *kokillaöntvény* első negyedévi átlag: 4870 t, második negyedévi 4490 t. *Homoköntvény* első negyedév 5690 t, második negyedév 5440 t. *Sajtoló öntés* (casting) első negyedévi átlag 6.850. — Érdekes számokat látunk a húzott magnézium félkész áruk terén. 1948-ban az első negyedévi átlag 176 t, a második negyedévben 222 t volt. Júliusban a termelés 95 t, míg maga az augusztus havi termelés 221 t-val megközelítette az egész második negyedév átlagértékét.

#### Svédország.

A Svenska Alumíniumkompaniet A. B. egyik évi 10.000 t-t s termelő leányvállalatát, a Svenska

Aloxid-t leállította energialetiltás miatt. — A jelenleg 4000 t-t termelő anyavállalat kapacitását 10.000 t-ra akarja emelni. — Timföldet és kohóalumíniumot jelenleg Kanadából exportál. A svéd alumínium-felhasználást évi 16.000 t-ra becsülik.

#### Norvégia.

Az Aardal-i telep bővítési munkálatai 18—24 hónap alatt fejeződnek be. A jelenleg 12.000 t kapacitású üzem termelése a kétszerezésére emelkedik. — A „Times Review of Industry” Norvégia négyéves tervéről a könnyűfém iparra vonatkozólag közli, hogy az alumíniumtermelést 60%-al emelik. — Új magnéziumkohó felállításával évi 5000 t kapacitással megindul a magnéziumgyártás is. — Viszont a Reuter jelentése szerint a 4 éves terv végén a alumíniumtermelést 95.000 t-ra akarják évente fölemelni.

#### India.

A novemberi „Light Metal” közlése szerint az „Indian Alumínium Co. Alwaye-ben lévő kohójában 2000 t alumíniumot termel évenként. — Az indiai „Alumínium Corporation”, amely csak 1944 második felében kezdett az alumíniumtermeléshez, jelenleg már évi 1500 t-t termel.

## HENRICH FRÖLICH ÉS KLÜPFEL



ÁLLAMI ELLENŐRZÉS ALATT

MAGYAR-OROSZ AKNAMÉLYÍTŐ ÉS BÁNYÁSZATI MÉLYEPÍTŐ VÁLLALAT  
KÖZP.: BUDAPEST, V., KOSSUTH LAJOS-TÉR 15. IV. — TELEFON: 180-625

Aknamélyítések, üzemben lévő aknák átépítése, bővítése és továbbmélyítése, az aknaszállítás korlátozása nélkül.

Aknamélyítések: különleges eljárásokkal (cementálással, hővesítéssel, fagyasztással, süllyesztéssel és légnomámos eljárással a legkedvezőtlenebb rétegekben is.

Aknák falazása: téglá-, betonidomkő-falazattal, beton-vasbetonnal, túbíngekkel, cuvelageval és vízzáró téglafalazattal.

Aknarakodók és földalatti gépterek, zsompvágatok létesítése. Altárók és alagutak hajtása, kiépítése, bővítése és átfalazása az üzem és a szállítás korlátozása nélkül.

Különleges földalatti terek kiképzése, vízalatti alagutak.

Az elmúlt 28 év alatti munkateljesítmény: aknamélyítésekben 7.350 fm.  
földalatti terek kiképzésében 943.000 m<sup>3</sup>.

Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének kiadása. Felelős kiadó: Kerpely Kálmán.

Szakra Rt., Budapest, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# Leitz



Leifo-Photometer

## LEIFO- photometer

Érc és fém mikroszkópok, optikai mérőeszközök stb. rövid határidővel újra szállíthatók!

Felvilágosítást nyújt a vezérképviselet:

**FINOMMECHANIKAI  
GYÁRTMÁNYOKAT ÁRUSÍTÓ KFT.**

Budapest, IX., Közraktár-u. 20/a.

Telefon: 180-873

*Dugattyú, acélcsészés ólombronz csapágy,  
speciális bronz- és alumíniumöntvények*

**IFJ. TÓTH FERENC fém-, alumínium- és kokillaöntöde**  
BUDAPEST, XIII., Béke-tér 9. szám. Telefon: 200-233

*Éjjel-nappal  
üzemben levő  
munkagépekhez*

# THERMIT<sup>®</sup>

## CSAPÁGYFÉM

**Rajna Sándor**

fémkohászati és fémkereskedelmi  
vállalata

Budapest, V., Zoltán-u. 10.

Telefon: 12-13-28



SIEMENS

## ACÉL-ÖNTVÉNYEK

ELEKTROACÉLÖNTVÉNYEK DIN.1681. SZERINT, TOVÁBBÁ  
NEM ROZSDÁSODÓ, SAVÁLLÓ, HŐÁLLÓ ACÉLÖNT-  
VÉNYEK AZ ÖSSZES IPARÁGAK RÉSZÉRE.

ÖNTVÉNYEK MEGSZERKESZTÉSÉNél, A LEGMEGFELE-  
LŐBB ANYAGMINŐSÉG KIVÁLASZTÁSÁNál, SZÍVESEN  
SZOLGÁLUNK ÜTMUTATÁSSAL.

**FRIEDR. SIEMENS MŰVEK RT.**

BUDAPEST, XIII., VÁCI-ÚT 83-85. SZ.

TELEFON: 201-173, 200-195.



# SOMMER ÉS FEIN szivattyúk és kompresszorok

Budapest, V., Katona József-utca 3. Tel.: 120-575

Bányaszivattyúk, légszivattyúk, kazánszivattyúk,  
minden nyomásra és teljesítményre, kompresszorok  
alacsony- és magasnyomásra.

**„SIHI“** szabadalm. automatikus  
házi vízellátó berendezések.

# LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON: 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati  
összes műszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.

# Sodronykötélpályák Emelő- és szállítóberendezések Kötőrőgépek Bányavasúti felszerelések ROESSEMANN—HARMATTA

Gép- és Csőgyár r. t.

**Budapest,  
III., Római fürdő  
Központi iroda:  
IV., Somogyi Béla-út  
22.**

**Kéményépítés**

**Kazánbefalazás**

**Kemenceépítés**

**Custodis Alfonz r. t. Budapest**

**Nádor-utca 19. sz. Telefon: 120-376**

FOSZFOR-TARTALOM PONTOS MEGÁLLAPÍTÁSAHOZ KIZÁRÓLAG

## *Ammonium molybdát*

Pro analysi minőségben állandóan kapható

V A S E N D R E vegyészeti laboratórium

Budapest, V., Alkotmány-utca 112. sz. \* Telefon: 121-944.

# Magnezitipar Részvénytársaság

Budapest, X., Gyömrői-út 48

TELEFONSZÁM: 186-233

Szállít:

Magnezit-, samot-, sav- és  
lúgálló téglákat a legeggy-  
szerűbb igénybevételtől a  
legmagasabb különleges  
igénybevételnek megfele-  
lően megválasztott minő-  
ségekig. Ipari kemence- és  
kályhabélések. Magnezit- és  
samothabarcsok és kettek

**FERMAGO**

szabadalmazott sav-, man-  
gán- és vastalanító vizszűrő  
anyag

**Díjtan mérnöki szaktanács**

A Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezetének kiadása. Felelős kiadó: Kerpely Kálmán.

Szikra Rt., Budapest, V., Honvéd-u. 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

2. szám.

**Az aluminium-magnézium ötvözetek olvasztásánál  
használható fedősó előállítása, belföldön  
rendelkezésre álló anyagokból**

DR. PAPP ELEMÉR ÉS BURAY ZOLTÁN

**Herstellung von Decksalzen aus den in Ungarn zur Verfügung stehenden Materialien für die Schmelzung von Aluminium-Magnesium Legierungen.**

Dr. Elemér Papp und Zoltán Buray.

Bericht über die Versuchs-Serie des Forschungs-instituts der ungarischen Aluminium- und Leichtmetall-Industrie.

Als Ergebnis der durchgeführten Versuche kann festgestellt werden, dass das aus grösstenteils Chlormagnesium ( $MgCl_2$ ), Kochsalz, Kaliumchlorid (KCl) und cca  $10\%$  Kryolith bestehende Gemisch, nach vorheriger chemischer Behandlung, die einheimische Herstellung eines der Praxis vollkommen entsprechenden Decksalzes erstangiger Qualität ermöglicht.**Manufacture of Covering Salts for smelting of Aluminium-Magnesium Alloys from substances available in Hungary: Dr. Elemér Papp and Zoltán Buray.**

Particulars of consecutive experiments carried out by the Research Institute for the Hungarian Aluminium and Light Metal Industry.

As a result of the experiments performed it can be established that after chemical treatment the mixture consisting for the most part of Magnesium Chloride ( $MgCl_2$ ), Sodium Chloride (NaCl), Kalium Chloride (KCl) and about ten per cent Kryolith may be utilised for the production of first class Covering Salt.

Др. Пашп Элемер и Бурай Золтан:

Производство покрывающей соли, употребляемой при сварке алюминиевых — магниевых сплавов из материалов, имеющихся в внутри страны. Описание серии опытов Венгерского Исследовательского Института Алюминиевой и Легкой Промышленности. Произведенные опыты подтвердили, что соляная смесь, состоящая в большей части и хлормagnesия, поваренной соли, калиумхлорида и примерно  $10\%$  криолита, после химической обработки отдельных составных частей, решила естественное производство высококачественной покрывающей соли, совершенно годной к практическому употреблению.

Az Aluminium Tanács júliusi ülésén hangzott el az óhaj, hogy ezt a kérdést műszakilag mielőbb megoldjuk.

A fedősó szerepe, mint ismeretes, az, hogy egyrészt a megolvadt fémeket vagy ötvözeteket a káros oxidációtól megóvják, másrészt az alacsonyabb olva-

dásponitú ötvözetek kiegészését meggátolja. Ezért összetételénél fogva olyan legyen, hogy olvadáspontja  $50-100^\circ C$ -al a fém olvadáspontjánál alacsonyabban egynemű folyást biztosítson.

Az aluminium és aluminium ötvözetek olvasztásánál használt fedősók összetételéről tájékoztatást ad R. Iemann: Flussmittel in der aluminium Giesserei. (Giesserei, 24.597—601.)

Elektron und Hydronaliumguss (Giesserei, 23.177—81.) Zeerleder: Technologie des Aluminiums, 1943. 160. Szabadalmi irodalom: Fluss- und Reinigungsmittel: D. R. P. 499,003 (1926), 501,185 (1926), 602,242 (1930), 707,481 (1930), 709,361 (1930), 589,988 (1932), 613,015 (1932), 600,733 (1933), 674,934 (1935), 709,218 (1937).

Ilyen fedősó összetételek például:

25—30% NaCl	13% KF
25—34% KCl	17% $Na_2CO_3$
10—30% LiCl	30% NaCl
10—20% NaF	40% KCl
50% Kryolit	20% Kryolit
35% NaCl	40% NaCl
15% $Na_2CO_3$	40% KCl

A tiszta magnézium, vagy igen magnéziumdús ötvözetek olvasztásához fenti összetételű fedősók agresszívok, ezek olvasztásához alábbi összetételű sókeveréket javasolnak:

40—70% $MgCl_2$	vagy 62% $SrCl_2$
25—35% KCl	20% $ZnCl_2$
$CaF_2$	10% KCl
$NaF$	8% $CaF_2$

Megállapítottuk, hogy ezidőszereint belföldön található és rögtön feldolgozható nyersanyag lenne a Tóth és tsa (Andrássy-út 45.) cca. 1 waggonos, kissé oxidált magnéziumpor-készlete, az Alba Chemia Rt. (Székesfehérvár) cca. 1.2 waggonos erősen oxidált és karbonizált magnéziumpora.

Stronciumklorid belföldön nincsen, csak stronciumnitrát, melyből elég költséges lenne, karbonáton keresztül a klorid-előállítás.

Mindkét fajta magnézium hulladékot vizsgálat tárgyává tettük. Célunk volt belőle egyszerű, technikai sósavas oldással kristályos klórmagnéziumot előállítani.



100 kg  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  előállításához kb. 110 kg technikai sósav szükséges; az oxidált magnézium-porból, tisztasága szerint 15–28 kg.

A sósavas oldás befejeztével más helyen ismeretelt vastalanítási eljárásunkkal az oldatot vasmentessé tesszük, mikor is (az oldat Ph értékét, kevés  $MgO$  vagy  $MgCO_3$  hozzákeverésével 5-re állítjuk be, forrón kevés klórt vezetünk az oldatba) az összes vas  $Fe(OH)_3$  alakban kiválik. Az egyéb, nem oldódott szennyezésekkel együtt leüleptjük és szűrjük. Az anyalúgot bepárolva, szép, fehér színű  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  kristályokat kapunk.

Ebben a formában, kristályvíz-tartalma miatt a klórmagnézium fedőső-készítésre még nem alkalmas. A kristályvíz eltávolítása elég nehéz feladat, mert hevítés közben könnyen magnéziumoxid keletkezik, mely oxidációs védelemre, mint fedőső, alkalmatlan.

A magnéziumklorid vízmentesítésének szabaddalmi és tudományos irodalma kiterjedt, ami azt mutatja, hogy körültekintéssel kell kiválasztani a legmegfelelőbb eljárást. A legújabb irodalmi és szabaddalmi adatok rövid összefoglalását itt adjuk: Dehydration of Magnesium Chloride 1946.

- Barstow, Edwin O. and Heath, Sheldon B.* (to Dow Chemical Co.) Magnesium. U. S. 1,800,589, Aprils 14.
- Barstow, Edwin O.* (to Chemical Co.) Magnesium chloride. U. S. 1,837,353. Dec. 22.
- Barstow, Edwin O.* (to Dow Chemical Co.) Anhydrous magnesium chloride. U. S. 1,865,228, June 28.
- Barstow, Edwin O. and Heath, Sheldon B.* (to Dow Chemical Co.) Dehydrating magnesium chloride. U. S. 1,852—227, April 5.
- Barstow, Edwin O. and Heath, Sheldon B.* (to Chemical Co.) Apparatus for gas and liquid contact operations such as dehydration of magnesium chloride in a current of hydrochloric acid gas. U. S. 1,905—883. April 25.
- Heath, Sheldon B. and Barstow, Ormond E.* (to Dow Chemical Co.) Anhydrous magnesium chloride. U. S. Heath, Sheldon B. (to Dow Chemical Co.) Magnesium chloride. U. S. 1,871,411. Aug. 9.
- Heath Sheldon B.* (to Dow Chemical Co.) Anhydrous magnesium chloride. U. S. 1,893,406, Feb. 7.
- Haaase, Karl and Michels, Wilhelm.* Magnesium chloride. Brit. 366,971. Nov. 6. 1930.
- Horio, Seisyo* (Kajiwara, Masaji, inventor). Anhydrous magnesium chloride. Japan. 100, 174, March 20. 1933.
- Smith, Albert K. and Veacey, W. R.* (to Dow Chemical Co.). Dehydrating magnesium chloride. U. S. 1,835,818. Dec. 8.
- Smith, Albert.* (to Dow Chemical Co.) Magnesium chloride. U. S. 1,880—505, Oct. 4.
- Jessup, Alfred C.* Magnesium. U. S. 1,866—975. July 12. See Fr. 696,218.
- Pershke, V. K. and Lohvitzkaya, A. P.* Preparation of dehydrated magnesium chloride from magnesium cement. Kálii (U. S. S. R.) 1933, No. 4. 33—5.
- Blumenfeld, Joseph* (to Societe de produits chimiques des terres rares. (Dehydrating magnesium chloride, etc. U. S. 1,910,690. Dec. 19. Shcherbakov, I. G. Dehydration of carnallite and magnesium chloride. Kálii (U. S. S. R.) No. 7, 46—7.
- Abramow, G. A.* Dehydration of carnallite and magnesium chloride, Kálii (U. S. S. R.) No. 7, 56—7.
- Lacell, Harold G.* Dehydrating magnesium chloride prior to electrolysis Ger 545,194, April 6, 1939. Dehydration of magnesium chloride. U. S. 1,903,592. April 11. Magnesium Production Co., Ltd. Electrolytic production of magnesium Brit. 347,031, April 24, 1929, Ger. 563,427, Apr. 26, 1929. I. G. Farbenindustrie A. G. Magnesium chloride. Brit. 363,685, June 20, 1929.
- Briske and Prohl and Luschenowsky, Alexander.* Magnesium. Ger. 610,841, March 18, 1935 (Cl. 12 m. 3.)

- Pershke, V. K. and Kalinin, S. K.* Preparation of dehydrated magnesium chloride by means of ammoniate. Kálii 1933, No. 6, 17—21. I. G. Farbenindustrie A. G. Anhydrous magnesium chloride. Ft. 779,569, Jul. 1929. I. G. Farbenindustrie A. G. Magnesium chloride. Brit. 330,650, Feb. 15, 1929.
- Dopisarow, Maurice.* Dehydration of Salts. Nature 128,336 (1931.) Comp. de Produits Chimiques et Electrometallurgiques Alais,
- Froges et Camargue.* Magnesium chloride. Ger. 483,393, July 8, 1925.
- Iwahashi, Motosuke and Kishimoto, Kakuju.* Metallic magnesium. April 29, 1922. Jap. 42,439.
- Jessup, Alfred C.* Magnesium. Fr. 693,218, May 28, 1930.
- Imatomi, Syoitiro* (to Institute of Physical and Chemical Research) Magnesium electrolyte from magnesium chloride containing water. Japan. 90,627, Mar. 13, 1931.
- Shcherbakov I. G.* Magnesium from So ikamsk carnallite. Kálii (U. S. S. R.) 1931, No. 8, 22—4.
- Shcherbakov, I. G. and Raspopina, A. K.* Relation between dehydration and hydrolysis of magnesium chloride on heating the crystalline salt. Kálii (U. S. S. R.) 1932. No. 10, 16—19, ci. C. A. 27, 1262. Dehydration of magnesium chloride. Kálii (U. S. S. R.) 1932, No. 8. 25—9, No. 9, 23—5.
- Chufarov, G. I. and Lohvitzkaya, A. P.* Hydrolysis of magnesium chloride. Kálii (U. S. S. R.) 1933, No. 8, 24—8.
- Shcherbakov, I. G. and Yumakova, L. V.* Hydrolysis of magnesium chloride in  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  during the process of drying. Kálii (U. S. S. R.) 1933, No. 9, 23—5.
- Dumas A.* Manufacture of magnesium. Rev. met. 30. 511—19. 1933
- Martin, Otto V.* (to Texaco Salt Products Co.) Apparatus for dehydrating materials such as calcium and magnesium chlorides by heated gas U. S. 1,932,364, Oct. 24.
- Bergman, A. G. Obukhov, A. P.* Use of magnesium chloride. Physicochemical principles of extraction and reworking of magnesium chloride. Trans State Inst. Applied Chem. (U. S. S. R.) No. 25, 9—19 (1934).
- Pavlov, V. P.* Continuous product on of magnesium from carnallite. Legkie Metal. 3, No. 10, 9—16 (1934). Societe de produits chim. des terres rares. Apparatus for preparing magnesium chloride. Ger. 575,975, May 5, 1933. Fr. 736,415, Sept. 2, 1931. (138) Brit. 397,479. Aug. 22, 1933.

A  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  több, mint 50% nedvességet tartalmaz. Első kísérlet-sorozatunk a vakuum-száritás volt. Itt, 170°-on. bontás mutatkozott és a víztartalom 39%-ra csökkent.

Következő kísérletsorozatunk lassú levegő-áramban történő szárítás. Itt is bomlást észleltünk 180°-on, bár 5 óra alatt itt sikerült a vízmentesítést 12% víztartalomig tovább vinni.

Ugyanezt az eljárást gyors levegőárammal (1 órát, 180°-on) folytatva, elég kis bomlást észleltünk és a víztartalmat 7%-ig sikerült csökkenteni.

Azonban még ez a víztartalom is magas és erős freccsést okoz a fedőső összeállításánál.

Legmegfelelőbbnek mutatkozott a Dow Chemical eljárása, amit kísérletileg kipróbáltunk. Ezek szerint a kristályvizes klórmagnéziumot 12.5% ammonokloriddal jól összekeverjük és téglében 350—400° C-on kiizzítjuk, az ammonoklorid füstképződés befejeztéig.

Az így kiizzított klórmagnézium teljesen vízmentes és oxidmentes, olvadáspontja tisztán 708° C, fajsúlya 2.177 g/cm<sup>3</sup>.

Az elszublimáló ammonoklorid ipari felfogása megoldható, de most erre a feladatra nem térünk ki, mivel a felhasznált klórammonium a fedőső összes mennyiségnek kb. csak 10%-a.

Ezen eljárással készített klórmagnéziumot használtunk egy kísérleti fedőső-keverék összeállításához:



40 g vízmentes	MgCl <sub>2</sub>
20 g „	KCl
20 g „	NaCl
10 g „	Kryolith

Ez a só símán, szétfolyóan olvad, nem freceg, minimális füstöt ad. Vízben csapadégmentesen oldódik, fém felett olvasztva, utána vízben oldva, gyenge opalizálást mutat.

Alatta magnéziumötvözetet olvasztva, az tükörfényes felületű marad.

*Ezzel a hazai nyersanyagból készíthető, elsőrendű minőségű magnéziumfedőső-gyártás kérdését tulajdonképpen megoldottuk.*

A fentiekben leírt fedőső kipróbálását Hy—9-jelű 9% névleges magnéziumtartalmú alumínium-ötvözetten végeztük el. Tudvalevő, hogy a magnéziumtartalom növekedésével megömléskor a magnézium kiégése rohamosan növekszik. A gyakorlatban 9%-nál magasabb magnéziumtartalmú alumíniumötvözetet nem használnak, ezért feltevésünk szerint, ha a fedőső Hy—9-nél beválik, akkor annak használhatósága minden a gyakorlatban előforduló Hydronárium-típusú ötvözethez megfelelő lesz. Másrészt a magnéziumtartalom meghatározása kémiai analízis útján nem tartozik a legkönnyebb feladatok közé, és az analízis pontossága a magnéziumtartalom függvényében emelkedik. Ez a két ok vezetett arra, hogy kísérleteinket Hy—9-el végezzük.

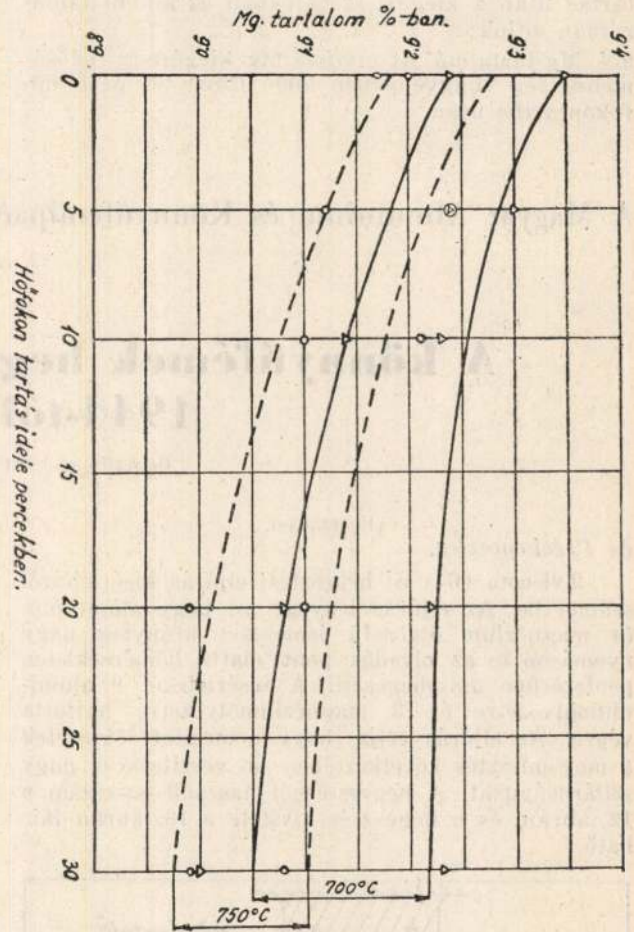
A magas magnéziumtartalmú ötvözetek megömlésén kívül a hazai ipar súlyos és eddig még meg nem oldott problémája volt az ötvözet előállítása. Alumíniumnak magnéziummal való ötvözése szintén nem oldható meg, megfelelő fedőső nélkül. Ugyanis folyékony alumíniumba a magnézium beadagolásakor — még akkor is, ha azt magnéziumkanállal a fém felülete alá visszük be — a kiégés igen nagymértékű és egy előre meg nem határozható nagyságrendű. A háború előtt forgalomban levő fedősőket a különböző külföldi cégek csak szabadalmi megvétele árán szállították, így nálunk a Weiss Manfréd, illetőleg a MÁVAG az I. G. Farbenindustrie Hydronárium elnevezésű ötvözetének szabadalmát vette meg és ennek fejében a szükséges fedősőt az I. G. Farbenindustrie szállította. Móta ez a szállítás megállt, hazánkban a Hydronárium típusú ötvözetek gyártása szünetel. A kísérletezett fedőső — amennyiben a Hy—9 ötvözet megömlésénél beválik — természetesen alkalmas Hydronárium típusú ötvözetek előállításánál is. Ellenőrzésként a kísérletet erre a vonalra is kiterjesztettük.

A kísérlet célja tehát az volt, hogy megállapítsuk egyrészt az, hogy egy adott összetételű ötvözetnél egy adott fedősőmennyiség alkalmazásával a hőfok függvényében mennyi a magnéziumkiégés, másrészt, hogy az adott összetételű ötvözetnél egy adott hőfokon a fedőső mennyiségének változtatása hogyan befolyásolja a magnéziumkiégését.

Az anyag megömlését egy 12 kilowattos elektromos tégelykemencében végeztük, Morgangyártmányú, bevonatos grafittégelyben. Minden egyes kísérletre cca 1 kg Hy—9-et ömlesztettünk meg, oly módon, hogy az előzőleg cca 500° C-ra előmelegített tégelybe a hideg anyagot betápláltuk és amikor az kb. 400° C-ra felmelegedett az előre megállapított fedősőmennyiséggel beszórtuk. Amint

az ömledék a kívánt ömlésti hőfokot elérte, azonnal mintát vettünk egy hengeres vaskokillába. A minta nagysága 150—200 g volt. Az öntés előtt a fedősőt a felületről félretoltuk és a billenthető kemencéből a jelzett fémmennyiséget egy cca 100—150° C-ra előmelegített kokillamázzal bevont kanálba csapoltuk, ahonnan a szintén mázzal bevont hengeres kokillába öntöttük át a fémot. A mintavételt megismételtük 5, 10, 20 és 30 perc múlva.

A kísérletsorozatot végrehajtottuk 0,5, 1,0, 1,5 és 2,0% fedőső-adagolás mellett. Mindegyik fedősőmennyiséget 3-féle hőfokon való ömléstiéknél próbáltuk ki, és pedig 700, 750 és 800° C-on. Ezek szerint a négyféle fedőső-adagolással a 3 hőfokon végzett kísérletsorozatok száma 12 volt, minden sorozatból 5 különböző időben végrehajtott csapolást vettünk és minden csapolásból 2—2 minta került kémiai analízisre.



Az áttekinthetőség kedvéért csak az 1,5% fedőső adagolásával végrehajtott 700° és 750° C ömlésti hőfokon végzett kísérletek eredményét adjuk meg a diagramban. A diagramm abszcisszája a hőfoktartás, ill. a mintavétel idejét vettük fel percekben, az ordinátára pedig a magnéziumtartalmat százalékokban. A kémiai analízisek szórása következtében mindkét hőfokon egy-egy jól definiálható mezőt lehet kijelölni, amelyen belül a magnéziumkiégés mutatkozik. Az ötvözet eredeti magnéziumtartalma több vizsgálat középértékéként 9,3%-nak adódik, természetesen már az alapötvözet



maga sem volt homogén, amihez hozzáadva az analízis már fentebb említett megengedhető szórását, adja az egy mintán belül fellépő differenciát. Mindezeket figyelembevéve is jól látható a diagrammon a kiégési tendencia, amely szerint magasabb hőfokon a kiégés valamivel nagyobb ugyan, de az idő függvényében nézve a görbe, ill. a görbék által határolt mezők karaktere ugyanolyan. Középtértékeket véve figyelembe  $700^{\circ}\text{C}$ -nál a magnéziumtartalom 9.3%-ról lecsúsz 9.12%-ra 30 perces hőfokon tartás alatt, míg ez  $750^{\circ}\text{C}$ -on 9.20%-ról 9.04%-ra esett le.

Ugyanílyen jellegű görbéket, ill. mezőket kaptunk kísérletünk eredményeként 0.5, 1.0 és 2.0% fedősó adagolásával is az ismert 3 hőfokon. A fedősó adagolásának változtatását gazdaságossági szempontból állítottuk be. A különböző fedősó-mennyiségek használatánál 30 percnél  $700^{\circ}\text{C}$ -on tartás után a kiégési százalékban az alábbi táblázatban adjuk:

9% Mg-tartalmú Al ötvözet Mg kiégése a fedősó-mennyiség függvényében  $700^{\circ}\text{C}$ -on, 30 perc hőfoktartás után.

Fedősó ‰	Mg kiégés ‰
0.5	0.34
1.0	0.28
1.5	0.18
2.0	0.20

A kísérletek eredménye azt mutatja, hogy körülbelül 1.5% fedősó adagolása kiégés szempontjából a leggazdaságosabb.

A vázolt kísérletsorozat lefolytatása után néhány ötvözési próbát hajtottunk végre, annak megállapítására, hogy tiszta kohóaluminiumnak magnéziummal való ötvözésénél a fedősó szintén bevál-e. Kísérleteink, amelyek a fentebb vázolt okok miatt csupán tájékoztató jellegűek voltak, ezen a vonalon is az ömlesztéshez hasonló, teljesen kielégítő eredménnyel végződtek.

Miután a fedősó előállítása laboratóriumban sikerült és használhatósága kísérleteink alapján bebizonyosodott, a magnéziumtartalmú aluminium-ötvözetek előállítása és öntése megoldottnak mondható.

## A Magyar Aluminium és Könnyűfémipari Kutató Intézet irodalmi összefoglalásai

2. szám.

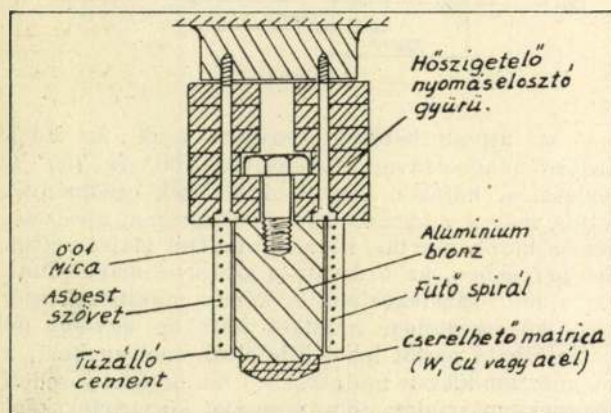
### A könnyűfémek hegesztésének fejlődése 1944-től 1949-ig

Összeállította: BURAY ZOLTÁN

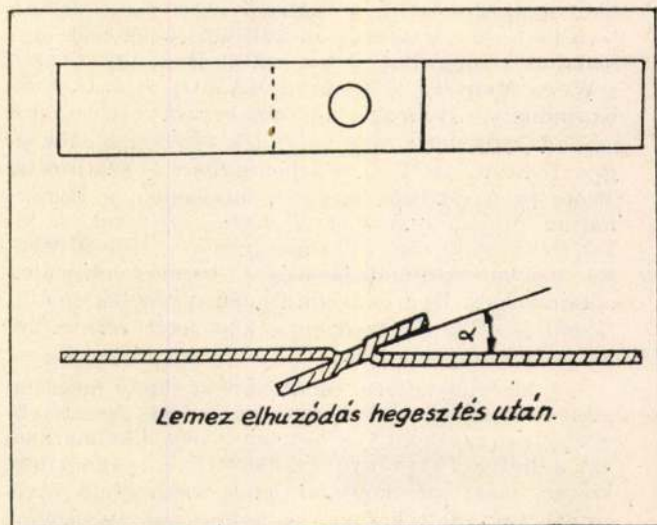
(Folytatás).

#### d) Préshegesztés.

Tylecote (64) új hegesztési eljárás kísérleteiről számol be. Az eljárás lényege az, hogy aluminium és magnézium ötvözetű lemezeket aránylag nagy nyomáson és az olvadás pont alatti hőmérsékleten ponszerűen összehegeszti. A kísérleteket 9 aluminium-ötvözetre és 3 magnézium-ötvözetre hajtották végre. Az eljárás célja, hogy nemesített ötvözetek a megömlesztés következtében ne veszítsék el nagy szilárdságukat. A hegesztésnél használt szerszám a 12. ábrán, és a hegesztés kivitele a 13. ábrán látható.



12. ábra. Préshegesztő szerszám.



13. ábra. Préshegesztett kötés.

Az eljárás hibája, hogy tekintélyes deformációt hagy a lemezen, ezért felhasználása erősen korlátozott. Remény van arra, hogy amennyiben jobb felületi kezelést tudnak adni a lemeznek, akkor le tudják szállítani a nyomást és ezzel a deformációt is erősen csökkentik.

Tylecote (105.) ilyen módon hegesztett tiszta aluminiumot, Al-Mn, Al-Mg-Si, és Al-Cu-Mg-Mn



ötvözeteket. Az ötvözetek relatív hegeszthetősége függ a rekrisztralizációs hőfoktól és az oxidhártya eltávolításától, illetőleg a felületnek — a tisztasággal összefüggő — ellenállásától. Amennyiben a hegesztés előtt kémiai és mechanikai tisztítást végeznek, úgy a deformációt 20% alá, sőt Al-Mn és Al-Mg-Si ötvözeteknél 10%-ig le lehet szállítani. Ha azonban csak kémiai tisztítást végeznek a deformáció körülbelül 70%. A hegesztés mechanizmusa még nem egészen tisztá, az elmélet azonban valószínű. Eszerint a felületeket amennyire csak lehet oxidmentesíteni kell. Amikor a lemezekre a nyomást gyakoroljuk, az érintkező belső lemezfelületek egymáson elmozdulnak, ezzel a megmaradt vékony oxidréteg felszakad és egy, a tisztítás jóságától függő, finom kristály érintkezést eredményez. Deformáció szükséges ahhoz, hogy a felületeken szemcsenövekedés lépjen fel. A hőmérséklet növelése a kristályok növekedését segíti elő, amint a hőfok átlépi a minimális rekrisztallizáció hőfokát. Lehet a rekrisztallizációs hőfok alatt is hegesztetni, de akkor lényegesen nagyobb nyomásra van szükség. A minimális nyomás a legtöbb ötvözetnél 2,5—10 kg/mm<sup>2</sup>.

Az eljárásnak ott van értelme, ahol a lemez felületéhez képest elég nagyszámú hegesztésre van szükség, és nagy présnyomás áll rendelkezésre.

A. B. Sowter a General Electric Company kutatási laboratóriumában végzett kísérletek eredményét közli. (62.) Ezek szerint a tiszta alumínium, a 3%-nál nem nagyobb magnézium vagy szilícium tartalmú alumínium, valamint az Al-Cu-Mg típusú alumínium ötvözetek lágy állapotban igen jól hegeszthetők hideg nyomás alatt. A nemesíthető ötvözeteket a préselés után nemesíteni lehet, amikor is az egész kötés eléri az alapanyag szilárdságát. Az eljárásnál két fontos követelményre kell figyelemmel lenni. Az egyik a felületek tisztítása, a másik a szerszám kialakítása, illetőleg a nyomás mértéke. A felületi tisztító eljárások közül csak a nagy fordulatszámú drótkéfével való tisztítás alkalmazható, mivel a kémiai tisztítás után lemosás szükséges, a mechanikai tisztítás pedig csiszolószemcséket hagy maga után. A használatos szerszám alumínium ötvözeteknél a beragadás elkerülésére wolfram-, vagy molybdénacél. A jó hegesztés keresztülviteléhez fontos, a hegesztőlenyomat vastagságának (B) a kétszeres anyagvastagsághoz (2T) való viszonyát betartani.

$\frac{B}{2T} \times 100 = K$ , ahol  $K$  tiszta alumíniumnál 30—40, az Al-Cu-Mg ötvözeteknél pedig 20.

A General Electric Company előnyösen alkalmazta ezt az eljárást alumínium dobozok előállításánál, valamint lemezekből gyártott csövek alkotómenti varratának készítésénél.

#### e) Ellenálláshegesztések elektromos problémái.

Az ellenállás hegesztés megoldható mágneses, kondenzátor kisüléssel és akkumulátor energiával. Transzformátoros megoldásnál a 3 fázis közül a hegesztésre csak egy fázist tudunk felhasználni és azon is egy rövid ideig tartó nagy teljesítmény csúcsot követelünk. Hogy ezt a csúcsot elérjük egy igen nagy teljesítményű berendezésre van szükségünk. A ponthegeztőgépek rossz teljesítménytényezőjét Brandt tárgyalja részletesen. (54.) Rámutat arra, hogy bár a fogyasztásra a tényleges watt-teljesítmény a mértékadó, a gép méreteit és a hozzávezető

kábelek nagyságát a látszat teljesítmény adja meg. Általában a ponthegeztőgépek teljesítménytényezője 0.5 körül van, tehát a vezetékkel a kétszeres teljesítményre méretezendő. Soros kondenzátorok alkalmazásával a teljesítménytényező 1-re emelhető. Brandt cikkében a hegesztőgéppel sorbakapcsolandó kondenzátor méretezésére részletes adatokat ad.

Természetesen a  $\cos \varphi = 1$ -re való kiegyenlítés csak egy bizonyos anyagra (Pl. Al vagy Fe) és egy megadott lemezvastagsági méretre vihető keresztül. Felhívja a figyelmet, hogy a meglévő transzformátor nem minden esetben alkalmas arra, hogy a fázisjavítást soros kondenzátorral végrehajtsák, illetve ilyenkor a transzformátoron változtatásokat kell eszközölni.

C. E. Smith és R. H. Blair (55.) szintén a 3 fázisú hálózat egyenlőtlen megterhelését akarják kiküszöbölni ellenálláshegesztés esetében. Ők rézszulfid egyenirányítót használnak, mivel ez adja a száraz egyenirányítók közül a legkisebb méretet egy adott terhelés mellett, és ennek az üzemi hőfoka a legmagasabb. Másik nagy előnye ennek a rendszernek, hogy a száraz egyenirányítóknak áramkorlátozó hatása van, melynek folytán a hegesztőáram nem tud a megengedett méretek fölé emelkedni és a hegesztendő anyagot elégetni.

Ugyancsak ezt a problémát oldja meg tompa hegesztések esetében a Progressive Welder Company, Detroit. (56.) A Progressive tompahegesztő készüléknél az áramszükségletet akkumulátorból nyerik, amit állandóan töltenek egy 3 fázisú 10—15 lóerős motorral. Így az 500 kVA egyfázisú transzformátor helyett körülbelül 18 kVA-al megoldják a hegesztést és egyben az aszimmetrikus terhelést és a nagy áram lökéseket is kiküszöbölik. Ezzel az eljárással a  $\cos \varphi = 0.9$ -re lehet felmenni.

#### 2. Védőgáz alatti hegesztés.

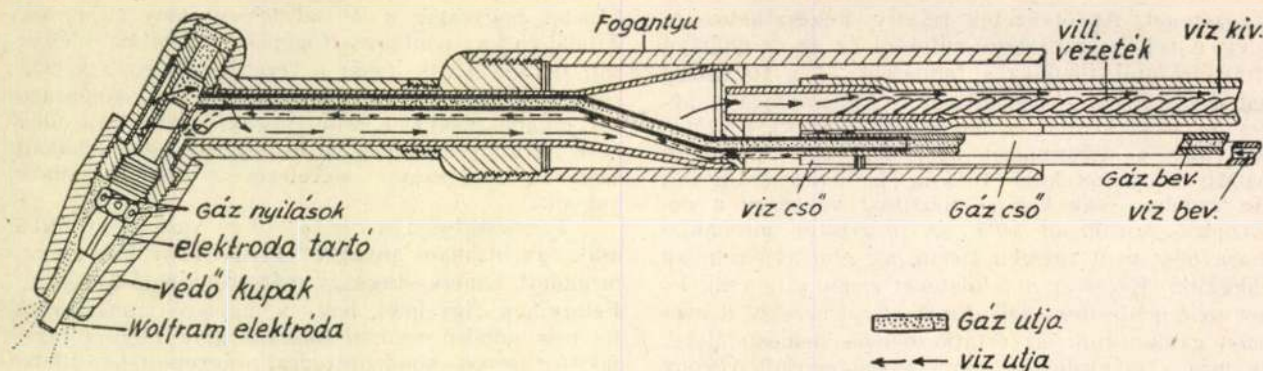
Teljesen új utat jelent az alumínium hegesztése terén a Heliarc eljárás. Ezt az eljárást 1942-ben hozták nyilvánosságra mint laboratóriumi kísérletek eredményét és a második világháború alatt került főleg Amerikában ipari alkalmazásra. Az eljárás lényege az, hogy wolfram elektródával húzunk ívet és vagy töltőanyag hozzáadásával, vagy anélkül végezzük a hegesztést egy indifferens gáz védelme alatt. Ez a gáz rendszeren argon vagy hélium és azt a célt szolgálja, hogy megakadályozza a hegesztés alatt a levegő oxigénjének és nitrogénjének az ömledékhez való jutását. Ezzel kiküszöböli a hegesztőpor alkalmazását. A használt védőgáz szerint az eljárást Heliarcnak vagy Argonarcnak nevezik. (120.)

Ezzel az eljárással az úgynevezett nehezen hegeszthető anyagok is könnyen hegeszthetővé válnak. Az alumínium és magnézium ötvözeteken kívül a legkülönbözőbb acélötvözetek, úgy mint rozsdamentes acél, nagy szénttartalmú és magasan ötvözött acélok, a bronz és a tiszta ezüst stb. könnyen és kényelmesen hegeszthetők. Ezenkívül a nagy keménységű anyagoknak fémfelületekre való felrakására is alkalmas.

#### A pisztoly.

A Heliarc-eljáráshoz használt pisztoly másképpen foglalja a wolfram elektródát, az ehhez vezető kábelt, azonkívül 3 csövet, melyek közül az egyik





14. ábra. Héliarc hegesztőpisztoly metszete.

a gáz bevezetésére, a másik kettő pedig a hűtő-víz be-, ill. kivezetésére szolgál. (14. ábra.) Az elektróda cserélhető aszerint, hogy milyen vastagságú lemezt akarunk összehegeszteni, ill. milyen nagy áramerősséggel dolgozunk. A használatos elektródaméretetek 1/16, 3/32, 1/8, 3/16, 1/4 inch.

#### A védőgáz

Kezdetben csak héliumot használtak, de később áttértek az argon használatára, mivel ez annál olcsóbb és a hegesztés vele kényelmesebb. Bebizonyították, hogy  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ -dal kevesebb argon fogy el ugyanolyan körülmények mellett való hegesztésnél, mint hélium William A. Mays (113.) szerint a Bureau of Mines azt bizonyítja, hogy a 99.8%-os tisztaságú hélium nagyobb fogyasztás ellenére is olcsóbb, mert nagyobb sebességgel lehet vele hegeszteni és nagyobb a hegesztés behatolása az alumíniumba. Tuthill is (126.) a héliumnak és az argonnak a hegesztésre való befolyásával foglalkozik. Vizsgálatai szerint héliumnál az ív feszültsége magasabb mint argonnál és mivel az ív hőfoka éppen úgy függ a feszültségtől, mint az áram erősségtől, a hélium-gázzal való hegesztésnél a hegesztés sebessége nagyobb és így a hegesztési idő rövidebb. Annak ellenére, hogy a héliumnak fajsúlya kisebb és ezzel együtt könnyebb, a kifolyása mégis a nagyobb sebesség miatt sok esetben gazdaságosabb. Vékony lemezeknél ter mészetesen a hélium nagy hője előnytelen, így 0.8<sup>mm</sup>-nél vékonyabb lemezeknél, mivel az ív stabilitását az áramerősség befolyásolja, a héliummal való hegesztés instabil ívet ad. Ez az állítás azonban ellentétben áll több más szerzővel, mivel, mint később látni fogjuk az alumínium hegesztésére a hélium sokkal kevésbé alkalmas, mint az argon. Mindenképpen a legfontosabb azonban a használt gáz nagy tisztasága, mert csak így biztosítható a hegesztés védelme a hidrocarbonátok, a nedvesség és az oxigén ellen.

#### Az áram.

Az eljáráshoz használható egyenáram vagy váltóáram. Kezdetben egyenáramot használtak fordított polaritással. Ez magnézium ötvözeteknél megfelelő volt, de csak kis (125 Amp.) áramerősség mellett. Normális polaritású egyenáram sem alumínium, sem magnéziumötvözetekhez nem használható; annál inkább megfelel rozsdamentes acél, réz, nikkeltötvözeteknél és kemény fémbevonatoknál. A váltó-

áram alacsonyabb fűtést ad, mint az egyenáram, és a kezelésnél nagy nehézségeket okoz. Azonképpen az ív stabilizálása a bevont pálcá hiánya miatt szintén nincs meg. Ezért az ívhegesztésnél használt váltóáramú hegesztő transzformátorok a Heliarc eljárásnál nem voltak megfelelőek. Az ívgyújtás megkönnyítésére és az ív stabilizálására egy nagyfrekvenciás áramot superponálnak a rendes váltóáramra. Az áramsükséglet kérdését a Heliarc eljárásnál Herbst<sup>114</sup> és Wlech<sup>115, 116</sup> részletesen tárgyalják.

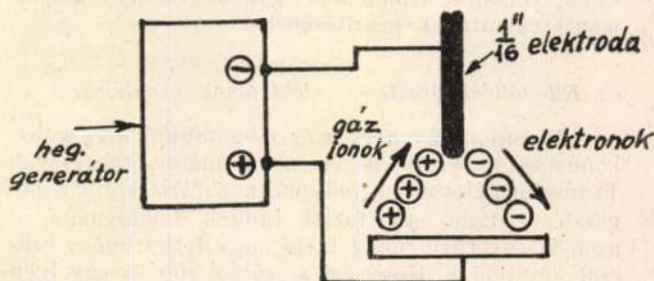
A Heliarc eljárás minden más eljárással szemben két fontos sajátossággal bír.

1. Az egyenáramú fordított polaritású ív tisztító hatása, amely az oxidréteget letisztítja és megakadályozza a további oxidképződést.

2. A gáznak az a tulajdonsága, hogy az áramfolyással szembeni ellenállása sokkal nagyobb, ha az elektróda pozitív, mint ha negatív.

Vizsgáljuk meg a hegesztés lefolyását 3 különböző kapcsolásnál.

a) Egyenáram, rendes polaritással. Ebben az esetben az elektróda negatív, a tárgy pozitív polaritásra van kötve; az elektronok az elektródáról a tárgy felé tartanak, míg a tárgyról a pozitív gázionok bombázzák az elektródát. A takarógáz csak védelmi szolgálatot végez. A keletkező varrat mély és keskeny, mert az ívből felszabadult meleg teljes egészében behatol a tárgyba. Ezért ennél az eljárásnál 125 Amp. és  $\frac{1}{16}$  inch átmérőjű elektróda a maximális szükséglet. Ez a kapcsolás csak rozsdamentes acélok, carbonacélok, rézötvözetek stb. hegesztésére használható, ahol a felület nem oxidálódik azonnal (15. ábra.)

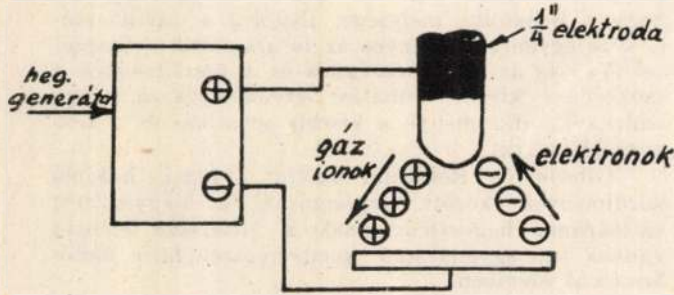


15. ábra. Egyenáram, fordított polaritású kapcsolás.

b) Egyenáram fordított polaritással. Ebben az esetben az elektróda pozitív és a tárgy a negatív



sarokra van kötve. Miután az elektronok a tárgyból mennek az elektroda felé, az utóbbi erősen felmelegszik és ezért vastag elektrodára van szükség. (125 Ampernél  $\frac{1}{4}$  inch.) A kapott varrat lapos és széles. Ennél az áramnál, különösen oxidációra érzékeny fémeknél, az ív nagyon rövid. Ezért alumíniumnál, amely vonzza az elektrodát, a hegesztés kivitele nagyon nehéz anélkül, hogy az elektroda végét be ne mártanánk az ömledékbe. Magnéziumnál, amely éppen ellenkezőleg taszítja az elektrodát, jól lehet hegeszteni ezzel az eljárással. (16. ábra.)



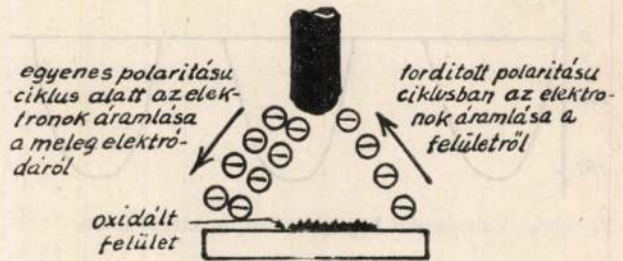
16. ábra. Egyenáram, fordított polarítású kapcsolás.

A Heliarc-eljárásnak egyik legfontosabb tulajdonsága, mint említettük az, hogy hegesztőpor használatára nincs szükség. Az oxidokat a hegesztés előtt nem kell hegesztőporral feloldani és hegesztés alatt sincs rá szükség, az ömledék oxidációjának meggátolására. Mindkét műveletet az argon-, illetőleg heliumgáz végzi el. A mechanikailag zsíroktól és olajoktól jól megtisztított felület oxidrétegét a helium- vagy argongáz eltávolítja. Rendes polarítású egyenáramnál ezt a tisztítási műveletet a gáz nem hajtja végre, ezért rendes polarítású egyenáram alumíniumnál, magnéziumnál és ezek ötvözeteinél nem használható. A tisztítási műveletet kizárólag fordított polarítású egyenáram mellett hajtja végre a gáz. Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy fordított polarításnál a pozitív gázionok, melyek az elektrodáról a tárgy felé tartanak, bombázzák a felületet és felszakítják az oxidhártyát. Ezt az elméletet látszik alátámasztani az, hogy a mikroszkóp alatt megfigyelt felület apró barázdás, mintha homokfúvóval mikroszkopikusan kicsi homokszemcsékkel lett volna a tárgy lefúvatva, másrészt az, hogy heliumgáz esetén ez a tisztítás csaknem teljesen elmarad. Ugyanis a heliumgáz atomsúlya az argonénak csupán  $\frac{1}{10}$  része. Ezért sokkal jobb hatásokkal és kisebb áramerősséggel lehet argongázzal hegeszteni. Ezen felül rendes polarítású egyenáramnál a pozitív gázionok folyama az elektroda felé irányul.

c) Váltóáram használata esetén félperiodusonként szerepel a rendes és félperiodusonként a fordított kapcsolású áram. Így a váltóáram a két egyenáramú kapcsolás minden előnyét magában egyesíti. Természetesen a varrat vastagsága és mélysége a kétféle egyenárammal való hegesztés között lesz (l. 17. ábra), ugyanígy az elektroda vastagsága is (125 Ampernél  $\frac{3}{32}$  inch.). Az oxidréteg eltávolítására is elég a fél periodus (18. ábra). Itt azonban új nehézségek támadnak és pedig az, hogy félperiodusonként újra kell az ívet gyújtani. Erre az új ívgyújtásra két eljárást használnak. Az egyik eljárás szerint egy nagy üresjárású feszültségű hegesztő-

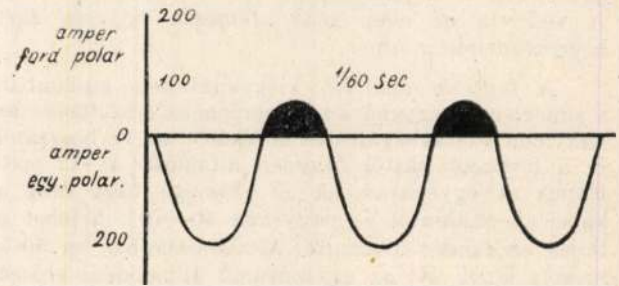


17. ábra. Váltóáramú hegesztés, elektronfolyás.



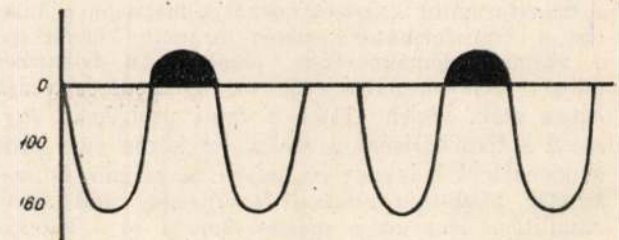
18. ábra. Varrat képe a háromféle árambeállításnál.

transzformátort használnak, amely elég az ív újragyújtásához. Mivel azonban ez a rendes 75 voltos transzformátor helyett argon használatánál 200 voltot, helium használatánál még nagyobb feszültséget igényel, mely a hegesztőre már veszélyes lehet, ezért ezt az eljárást ma már nem használják. A másik szerint nagyfrekvenciájú áramot superponálnak a hegesztési áramra. Ez az áram nemcsak az újragyújtásra alkalmas, hanem mivel ionizálja a légrést, egyúttal stabilizálja is az ívet. A fordított polarítású ciklusnál a nagyfelületű és ezáltal alacsonyabb hőmérsékletű katódról (hegesztendő tárgy) sokkal kevesebb elektron tud elszabadulni, mint a rendes polarítású ciklusnál a meleg elektrodáról. Ez az áramvezetésben egy, az áramtól függő egyenlőtlen vezetést okoz, amely egy kiegyenlítetlen hullámot eredményez a váltóáramú hegesztésnél. Ez a jelenség úgy fogható fel, mintha a váltóáramra egy egyenáramú komponens superponálnánk (l. 19. ábra).



19. ábra. Váltóáramú hegesztés, kiegyenlítetlen hullám.

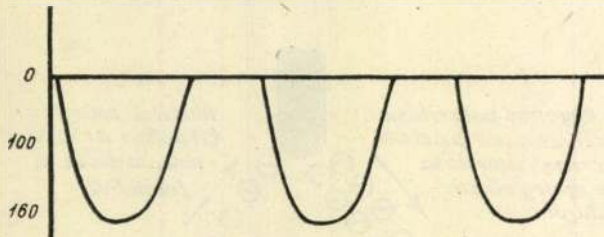
Ha az ív stabilizálása nem tökéletes, akkor helyenként kimarad a fordított polarítású ciklus, ez a részleges egyenirányítás (l. 20. ábra). Ha



20. ábra. Váltóáramú hegesztés, részleges kiegyenlítés.

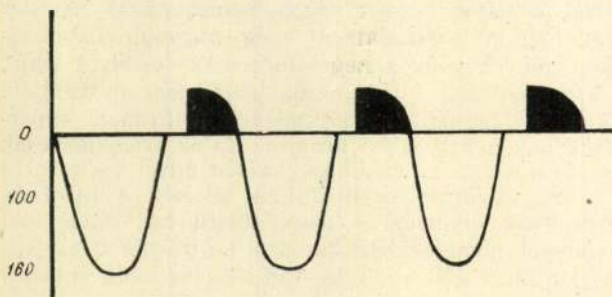


egyáltalában nincs stabilizálás, akkor teljesen kimaradhat a fordított polaritású ciklus. Ez a teljesen egyenirányított eset (l. 21. ábra). Ha a nagy-



21. ábra. Váltóáramú hegesztés, teljes kiegyenlítés.

frekvenciájú szikra nem esik össze pontosan a fordított polaritású ciklus kezdetével, kapjuk az elégtelen egyenirányított esetet (22. ábra). Ezeket a



22. ábra. Váltóáramú hegesztés, helytelen kiegyenlítés.

jelenségeket a már idézett Herbst vizsgálta részletesen és vette fel filmre. (3200 kép/sec.). A váltóáramra superponált nagyfrekvenciás áram 100 kc-től 2 mc-ig változó frekvenciával dolgozik. Sajnos ez erős rádió zavart okoz, melynek jó kisugárzó antennája a hegesztőkábel és részben a darab is. A védelem ez ellen csak fémesen teljesen zárt hegesztőhelyiség lenne.

A fentebb említett kiegyenlített hullámban a superponált egyenáramú komponens feszültsége az elektroda vastagságától és hőfokától, az ív hosszától és a használt gáztól függően általában 4–12 volt. Ennek az egyenáramnak az erőssége függ még a kábel ellenállásától és nagysága 40–70%-a lehet a teljes szekundér áramnak. Általánosságban ez 50% szokott lenni. Ez az egyenáramú komponens erősen előmágnesezi a transzformátort és ezért ez egy lényegesen nagyobb primér mágnesező áramot vesz fel. Kísérletileg azt állapították meg, hogy a transzformátor primér áramának növekedése a normális hegesztőüzemhez képest ugyanannyi, mint a hegesztőívben fellépő egyenáramú komponens százalékos értéke. Tekintettel arra, hogy ez a jelenség a transzformátor kiégését hozhatja magával, ajánlatos a transzformátor primér áramát ellenőrizni. A vasmag előmágnesezése ezenkívül a felharmonikus tartalom igen erős megnövekedését vonja maga után. Welch (116.) a fenti problémák egyszerű kiküszöbölésére a szekundér körbe egy soros kondenzátort helyezett el; ezáltal a primér és szekundér feszültség sinusos feszültséggé vált, az ív stabilitása lényegesen megnövekedett és a kapcsolófeszültség kisméretű megemelésével segédgyújtókör

nélkül is stabil üzemet ért el. Ez a feszültségemelkedés a szokásos 75 voltról 100 volt lett. Ebben az esetben nincs szükség nagyfrekvenciás gyújtóegységre, az egyenáramú komponens pedig eltűnik.

Tuthill (127.) foglalkozik a Heliarc-eljárásnál az asszimmetrikus elektronemisszió következtében előálló eltolt váltóáramú hullámmal és megállapítja, hogy ennek kiküszöbölésére a nagy és drága kondenzátor helyett elméletileg egy telepet is közbe lehet kapcsolni, amely a fellépő egyenáramú komponenset kiegyenlíti.

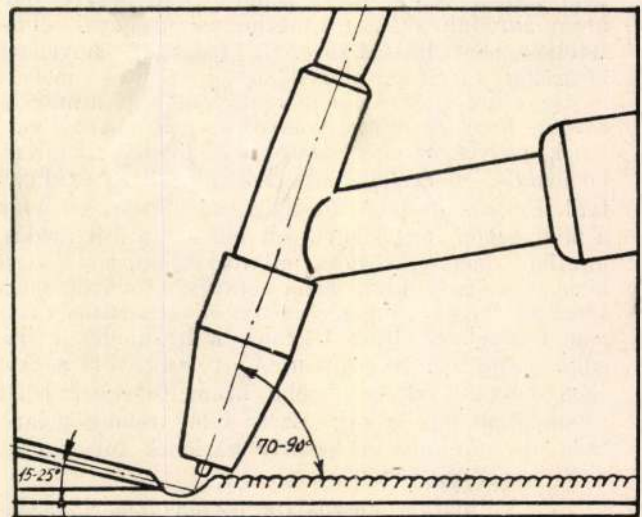
Az egyenáramú komponens kiegyenlítésének következtében egyenletes behatolást és egyenletes varratszélességet ért el. Kimutatható ugyanis, hogy a behatolás mélysége, illetőleg a varrat szélessége egyenesen arányos az ív áramának erősségével. Vagyis az áramerősségnek és a feszültségnek a csökkenése kisebb hőhatást eredményez az ívben, aminek következménye a kisebb behatolás és a keskenyebb varrat.

Gibson és Rotschild szerint (128.) hasonló körülmények között argongáznál a kiegyenlített váltóáramú hegesztőáramnak a következő előnyei vannak az egyenáramú komponenssel bíró váltóárammal szemben:

1. Nagyobb behatolás,
2. nagyobb terjedelmű olvadék,
3. kisebb védőgáz-szükséglet,
4. simább varratfelület,
5. jobban kialakított varrat és
6. tisztább varrat.

#### A hegesztés kivitelezése.

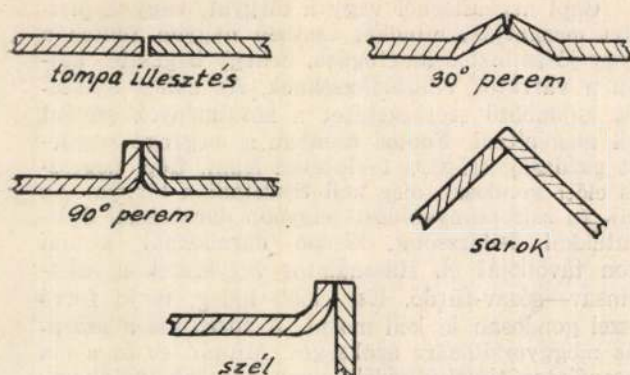
Az eljárás kivitelezhető kézi vagy gépi hegesztési formában. A kézi hegesztésnél a pisztoly és a töltőanyag tartását a 23. ábra mutatja, 3 mm-nél



23. Pisztoly és pálca tartása kézi hegesztésnél.

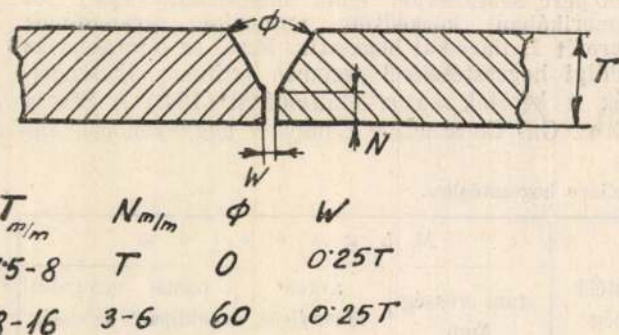
vékonyabb lemez esetén töltőanyag hozzáadása felesleges, ennél vastagabb lemezeknél viszont a töltőanyag csupasz drót, melynek ötvözte megegyezik a hegesztendő tárgy ötvözetével (117.) A drót, amelyet a hegesztéshez használunk, lehetőleg minél hosszabb legyen, hogy ne kelljen a hegesztést megszakítani, ezért általában kis dobra tekercselt, lágy alumíniumhuzalt használnak. A lemezszél előkészítését kézi hegesztéshez a 24. és 25. ábra mutatja.





24. ábra. Lemezsél előkészítés vékony lemezeknél.

A gépi hegesztési eljárást az American Welding Society (118.) egy összefoglalásba szabványosította. Egy bizonyos hegesztéshez szükséges áramot a General Electric Welding Laboratory kikísérletezte (119.) Kísérleteik szerint az áramszükségletet a következők befolyásolják: az elektroda vastagsága, az elektroda kinyúlása a gázfejből, a gázgallér nagysága, a vízűtés távolsága az elektrodától, a gáz fajtája és áramlási sebessége, a hegesztendő kötés típusa, a hegesztendő anyag minősége, a hegesztés módja (gépi vagy kézi). Az áramszükségletet ők egy diagrammban foglalják össze. Mivel ez ennyi változótól függ, a diagramm elég kétes értékű. A hegesztéshez felhasznált gáz mennyisége és a hegesztés sebessége szintén az előbbi tényezők függvénye. Meg kell jegyezni, hogy egyenáramú eljárásnál a hegesztés 2—4-szer lassúbb, mint váltóáramú eljárásnál (120.).

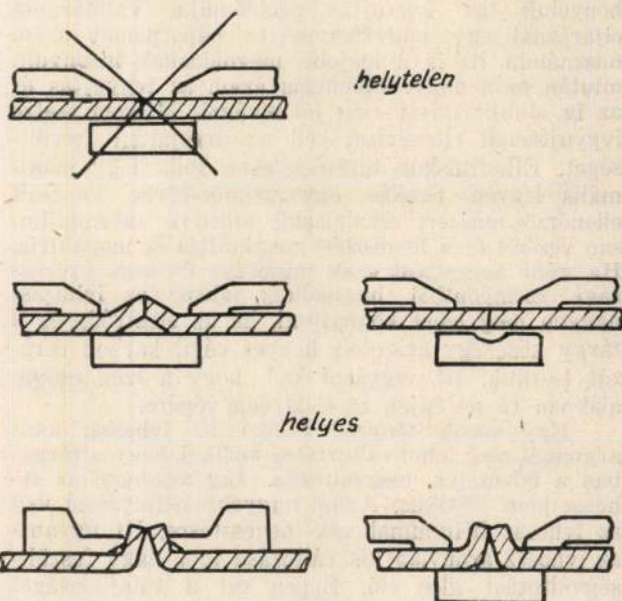


25. ábra. Lemezsél előkészítés vastag lemezeknél.

A kézi eljárással való hegesztésnél az eddig alumíniumnál igen nehezen, vagy egyáltalában nem keresztülvihető hegesztések is aránylag könnyűszerrel megoldhatók. Mivel nincs szükség oxidoldó sóra, olyan helyeken is elvégezhetjük a hegesztést, ahol az utólagos tisztítás nem volna végrehajtható. Így megoldható az átlapolt varratok hegesztése, valamint a legbonyolultabb sarokvarratok hegesztése is. A függőleges hegesztést felülről lefelé végezzük, sőt megoldott az alumínium fej feletti hegesztése is. A nemesíthető és nem nemesíthető ötvözetek egyaránt hegeszthetők ezzel az eljárással és a hőelhúzás a legminimálisabb.

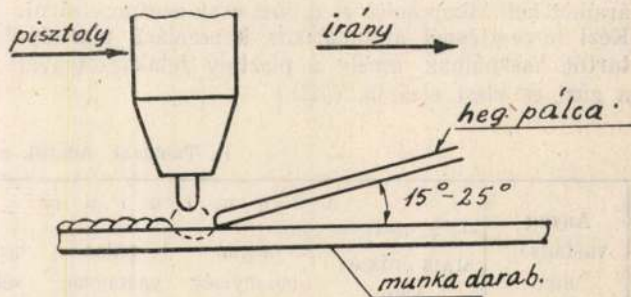
A gépi hegesztési eljárással egészen sima, egyenes varratot lehet elérni és a hegesztés sebessége is igen nagy. Itt is 3 mm lemezvastagságig töltőanyag hozzáadása nélkül hegesztünk, míg ettől felfelé 12 mm-ig a hegesztendő anyag össze-

tételének megfelelő csupasz pálcat használunk. A lemezsél előkészítését és a szükséges szorítóberendezést 3 mm alatti lemezvastagság esetén a 26.



26. ábra. Lemezsél előkészítés és darab megfogás vékony lemezek gépi hegesztéséhez.

ábra mutatja. Automatikus Heliarc-hegesztésnél nem megoldható a hegesztőpálcanak a varratba való befektetése, hanem itt is be kell tartani az előírt állásszögeket (121.) (l. 27. ábra). Gépi hegesztés



27. ábra. Pisztoly és pálca helyzete gépi hegesztésnél.

felső határa ma 12 mm lemezvastagság, ezen felül csak kézzel lehet hegeszteni. Ennek oka az, hogy az oxidfilm eltávolítására illetőleg az oxidáció megakadályozására hegesztés közben a pisztolyt előre-hátra mozgatják és egyúttal a pálca hegyét időnként az ömledékbe mártják. Ezt gépi hegesztésnél még nem oldták meg. Gépi hegesztésnél mind a hegesztés minimális, mind maximális sebességét meghatározza az a körülmény, hogy a pálcanak sem túlmelegednie, sem oxidálnia nem szabad. A minimális sebesség 10—15, a maximális 30—40 inch/perc. A gépi hegesztésnél nagy probléma az áram helyes beállítása (135.) II. táblázat. Mivel váltóáramú hegesztésnél a sinus hullám eltorzul, rendes ampèremérővel pontos áramerősséget mérni nem lehet. A hullám eltorzulásának vagy kiegyenlítőtelenségének foka meghatározza a szükséges áramot külön-külön minden lemezvastagsághoz, illetőleg



pálcaátmérőhöz. Ez természetesen függ attól, hogy a transzformátor mennyire tudja a kiegyenlített áramot elviselni. Ugyanis a rendes polaritású hullám szélső értéke sokszor háromszorosa a fordított polaritású hullámnak. A gépi hegesztésnél elég bonyolult az ívgyújtás problémája. Váltóáramú eljárásnál egy nagyfrekvenciás superponált áram használata itt is a legjobb megoldásnak bizonyult, miután ez a nagyfrekvenciás áram az ívgyújtás és az ív stabilizálását elég jól elvégzi. Minden esetben ívgyújtásnál ellenőrizni kell az üresjárású feszültséget. Elindításkor természetesen kell, hogy maximális legyen. Szokás egy primér-körbe kapcsolt ellenőrző műszert alkalmazni, amelyik automatikusan vezérel és a hegesztést megindítja és megállítja. Ha gépi hegesztést csak minőségi és nem gyorsasági szempontból használunk, akkor az ívhúzást nagyon meg lehet könnyíteni, ha az elektróda és a tárgy közé egy szigetelt hegyes végű karbon ceruzát teszünk. Itt vigyázni kell, hogy a szén csöppalakban rá ne égjen az elektróda végére.

Egy másik tényező (126.) az ívhossz, amit argonnal meg lehet változtatni anélkül, hogy a tárgyban a hővezetés megváltozna. Így argonnal az ívhossz nem kritikus. Annál nagyobb befolyással van az ívhossz héliummal való hegesztésre. Itt ugyanis az ívhossz aránylag kis változása igen nagy feszültségváltozást idéz elő. Éppen ezt a tulajdonságot használják fel automatikus hegesztőberendezéseknél, ahol is az ív vezetését egy elektronikus vezérlőművel aránylag egyszerű berendezéssel jól meg lehet oldani

Körvarrat hegesztésénél a varrat végével rámelegyünk a kezdésre, míg egyenes varratnál, amennyiben nem akarjuk a varrat szélét utólag megmunkálni, célszerű egy toldatdarabon a hegesztést folytatni. Ezt a darabot természetesen később elválogatjuk. A hegesztés befejezésénél először az áramot kell kikapcsolni és a gázt csak azután elzárni. Kézi hegesztésnél automatikus kapcsolású pisztolytartót használnak, amely a pisztoly felakasztásával a gázt és vizet elzárja. (122.)

Gépi hegesztésnél vagy a tárgyat, vagy a pisztolyt mozgatják, mindkét esetben nagyon fontos a tárgy jó és biztos megfogása, nehogy hegesztés közben a varratok elhúzódhassanak. Az ehhez szükséges különböző szerkezeteket a körülmények szerint kell megépíteni. Fontos azonban a megfogó szerkezet gazdaságosságára tekintettel lenni. Gépi hegesztés előtt gondosan meg kell tisztítani a tárgyat. Az olaj- és zsírszennyeződést nagyobb daraboknál drótcsutakkal ledörzsölik, kisebb daraboknál kémiai úton távolítják el. Használatos vegyszerek a salétromsav—sósav-fürdő. Ezt előbb hideg, majd forró vízzel gondosan le kell mosni. A forró víz a szárítás meggyorsítására szükséges. Miután ez és a ma használatos tisztítófürdők olyan gázokat tartalmaznak, amelyek láng hatására megtámadhatják a varratot, vegyi tisztítás után nem szabad azonnal hegeszteni. Magnézium és ötvözeteinek hegesztésénél célszerű előbb a gyártó céget megkérdezni, hogy milyen fürdő használható.

#### Példák a hegesztésre.

Amerikában a legkülönbözőbb tárgyakat hegesztették részint kézi, részint gépi Heliarc-eljárással. A hegesztéshez szükséges erősítések és alátámasztásokra példát a 26. ábra mutat. Gépi eljárással hegesztenek alumínium söröshordókat. Itt a két, mélyhúzással előállított féledényt befogószerkezet segítségével összeszorítják és gépi úton összehegesztik. A befogószerkezetet azután egy nyíláson kiemelik és a nyílást kézi hegesztéssel körülhegesztik. (123.) Nagyobb tartályok és tankok hegesztésénél a gépi hegesztés után belülről a gyököt kézi hegesztéssel látják el. Ezzel kívül-belül egy hézagmentes sima felületet kapnak. Tankokat 20—40 cm/perc sebességgel lehet hegeszteni. (129.) Az Amerikában közkedvelt automata gramofonok keretét Heliarc-kal hegesztik. Ezzel az eljárással az eddigi hegesztésekkel szemben teljesen kiküszöbölték a keretek káros elhúzódnását (124.) A Stacey Bros. Gas Constuction Company nagynyomású, ala-

II. Táblázat. Adatok a Heliarc hegesztéshez.

Anyag vastagság mm	A l u m í n i u m				M a g n é z i u m			
	áram erősség Amp	argon mennyiség l/óra	pálca vastagság mm	hegesztési sebesség cm/perc	áram erősség Amp	argon mennyiség l/óra	pálca vastagság mm	hegesztési sebesség cm/perc
0.64	10—75	200—350	1.6	7.5—130	—	—	—	—
0.79	10—90	200—350	1.6	7.5—130	—	—	—	—
0.95	20—100	200—350	1.6	7.5—130	40	200	1.6	30
1.27	50—200	300—400	2.4	13—110	45	2.00	1.6	30
1.59	70—200	300—400	2.4	13—110	50	2.00	2.4	30
1.98	80—250	300—400	3.2	13—100	60	2.00	2.4	30
2.77	200—300	350—450	3.2	13—75	70	3.00	3.2	30
3.18	200—400	350—450	4.8	25—75	80	3.00	3.2	25
4.53	250—400	350—400	4.8	25—75	100	3.50	4.8	25
6.35	250—500	400—550	4.8	15—40	100—435	4.50	4.8	40
9.53	350—450	400—700	6.4	13—25*	100—250	4.50	4.8	30*
12.70	400—500	550—850	6.4	13—25**	150—275	4.50	4.8	20*

Megjegyzés: A 2 érték közül a magasabb a gépi, az alacsonyabb a gyakorlatlan kézi hegesztő munkájára vonatkozik.

\* 2 réteg.

\*\* 3 réteg.



csony hőfokú oxigén tárolására hegesztett alumíniumlemeztartályokat használ. A hegesztést Argonarc-kal végzik és a hegesztett lemez vastagsága körülbelül 65 mm. volt. (125.) Charles Bruno a Reynolds Metal Comp. alumíniumcsónakokat és kisebb hajók javítását Heliarc-kal végzi. A megrepedt vagy felhasadt test Heliarc-kal jól javítható, más hegesztési eljárás a hajók belső fabordázata miatt nem alkalmas. (125.) Öntvények javítása esetén kényesebb esetekben 750 F (399 C) és 2 órai előmelegítés, egyszerűbb esetekben 300—400 F (150—205 C) előmelegítés szükséges kemencében.

Amerikában az igen nagy köbortalmú és erősen korrodáló olajokat és más vegyszereket tároló tartályokkal eddig számos szerencsétlenség történt. (129.) A tartályok eddig acéllemezéből készültek, a lemezek azonban nem tudták a tartályok tetejének súlyát hordani és ezért a tetők alátámasztására acéloszlopokat alkalmaztak. Ezek az oszlopok és a tető a vegyszerek korrodáló hatása következtében igen gyorsan tönkrementek. Újabbban ezeket az oszlopokat és a tetőt 2S vagy 3S tiszta alumíniumból készítik és az összeszerelést a helyszínen Heliarc-kal végzik. Ezek a tartályok 600—800 m<sup>3</sup> nagyságrendűek.

**Készülékek.**

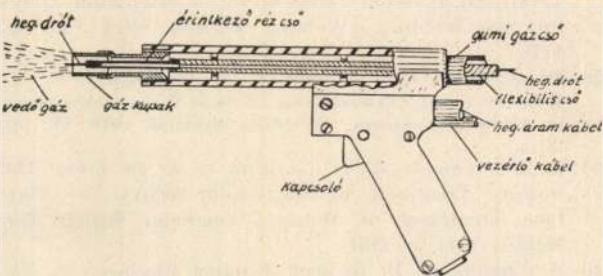
Heliarc ill. Argonarc hegesztőkészülékeket gyárt és forgalomba hoz az Alumínium Company of America (149.), a General Electric Comp. Electric Welding osztálya (150.), a British Oxigen Comp. Ltd. (151.), a Hobart Brothers Company, valamint az Air Reduction Sales Comp. (151.)

Airco kézi Heliarc pisztolyt gyárt plastic burkolattal, 800 g súlyú, igen könnyű kivitelben az Air Reduction (New-York) (153.)

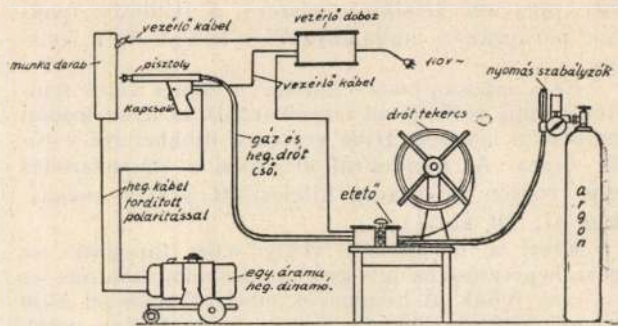
Rendes váltóáramú hegesztőtranszformátorhoz kapcsolható nagyfrekvenciás ív stabilizátort gyárt a Hobart Brothers Co. (Troy, Ohio) (154.) 120.000—4.000.000 periodusig változtathatóan, kétféle — 300 ill. 500 amp. — kivitelben.

**Aircomatic eljárás.**

Jesse S. Sohn és A. N. Kugler (155.) a Heliarc és az ívhegesztés kombinációjából egy új hegesztési eljárást hozott létre. Ezt az eljárást Aircomatic-nak nevezték el és az American Welding Society 1948 október 24-én megtartott évi közgyűlésen publikálták. A hegesztést egy Heliarc-pisztollyal végezték, ahol az ívet argongázban nem wolfram elektródával, hanem alumínium elektródával húzzák. Ezzel feleslegessé válik a külön töltőelektróda használata. Természetesen az alumíniumelektródát a fogyáskor megfelelően automatikusan kell adagolni. A hegesztőpisztoly rajzát a 28. ábra, a készülék elvi rajzát



28. ábra. Aircomatic pisztoly metszete.



29. ábra. Aircomatic eljárás vázlata.

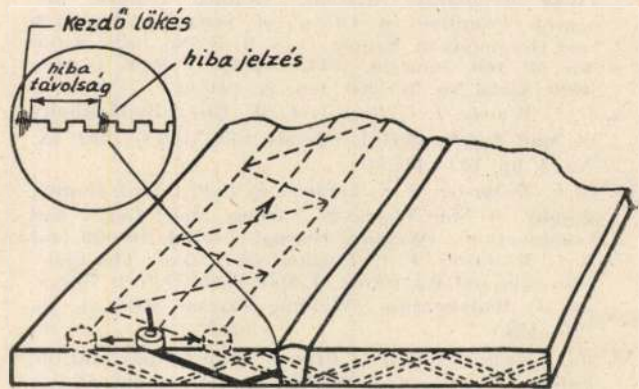
pedig a 29. ábra mutatja. A hegesztőáramot egyenáramú generátorból nyerik, az áram kapcsolása fordított polaritású. A hegesztőpisztolyba vezető argongázt szállító kábel belsejében egy flexibilis fémcsőben fut az elektróda, melynek adagolását egy váltóáramú motor végzi egy szolenoidos szabályozó berendezés segítségével. Az adagolás sebességét automatikusan azon az elven szabályozzák, hogy az ívfeszültség változik az elektródának a tárgytól való távolságának függvényében. Az eljárás előnyei:

1. kézi hegesztés a gépi hegesztés minden előnyével,
2. folyamatos töltőanyagadagolás nagy sebességgel,
3. függőleges és fej feletti hegesztés könnyű keresztülvitele,
4. igen jó minőségű hegesztés,
5. minimális lemezelőkészítés a jó behatolás miatt,
6. nagy keresztmetszetekben kevés vagy semmi előmelegítés,
7. oxidoldó só nem szükséges, tehát salak sincs.

**3. Hegesztések ultrahangvizsgálata.**

A hegesztések roncsolásmentes vizsgálatának új útja az ultrahanghullámokkal való vizsgálati eljárás. Ennek az eljárásnak a legújabb fejlődési állomását írja le Carlin. (156.)

Az eddigi módszerek szerint vagy egy vagy két kristállyal történt az ultrahangvizsgálat. Egy kristálnál ugyanaz a kristály bocsátja ki és fogja fel a visszaverődő ultrahanghullámokat, míg a két kristály rendszerénél az egyik kristály az adó, a másik a felfogó kristály. Az új eljárás a Supersonic Reflectoscope-pal való vizsgálat. Itt a merőleges vagy közel derékszög alatt beeső hullámok helyett



30. ábra. Ultrahang hibakeresés.



(egy vagy két kristály-rendszer), a felülettel csaknem párhuzamos hullámnyalábot bocsát ki a kristály.

Ez a laposan beeső hullám a lemez túlsó felületén totális reflexióval visszaverődik és ilyen módon végigfut a lemezen. Hiba esetén a hibahelyről verődik vissza. Az oscillográf ernyőjén a visszaverődés helye rögtön távolságra hitelesített skálán leolvasható. (L. 30. ábra.)

Ezzel a módszerrel végig lehet tapogatni az egész hegesztést és így gyorsan megállapíthatóak az esetleges hibák. A hibahelyek elhelyezkedéséből az is azonnal kitűnik, hogy a hiba a hegesztésben, vagy az alapanyagban van-e.

Ugyanerről az eljárásról ad rövid beszámolót az amerikai „Machinery” (157.). A Supersonic Reflectoroscope-ot a Sperry Products Inc. hozza forgalomba.

#### Hivatkozott irodalom:

##### Ellenállás hegesztés.

1. W. F. Hess: New Frontiers in Welding. (Adams Lecture for 1946. Welding Journal, 1947. II. pp. 116—117.)
2. G. H. Boss: Macroscopic Examination of Spotwelds in Aluminium. (Metal Progress, 1948. II. pp. 227—230.)
3. G. H. Boss: Radiographic Appraisal of Spotwelds in Aluminium. (Metal Progress 1948. IV. pp. 522—527.)
4. G. H. Boss: Testing and Control of Spotwelds in Aluminium. (Metal Progress 1948. IX. pp. 344—347.)
5. Lyman B. Sperry: Prewelding Cleaning of Aluminium. (Welding Journal, 1948. I. pp. 92.)
6. Oakite Products Inc.: Oakite News Service. (Welding Journal, 1948. IV. P. 316.)
7. W. F. Hess, R. Wynant és B. L. Averbach: Examination of Spotwelds. (Welding Journal, 1942. VII.)
8. D. W. Smith és F. Keller: Correlation of Metallographic and Radiographic Examination of Spotwelds in Aluminium Alloys. Az Aluminium Research Laboratories kiadványa. 1942. XII.
9. D. W. Smith és F. Keller: Correlation of Strength and Structure of Spotwelds in Aluminium Alloys. (Welding Journal, 1944. V. pp. 23s—26s.)
10. F. Keller és R. A. Bossert: Revealing the Microstructure of 24S Alloy. (Metal Progress, 1942. I. P. 63.)
11. R. C. MacMaster és F. C. Lindvall: Final Report on Radiographic and Fluoroscopic Methods of Inspection of Spotwelds in Aluminium Alloys. (Welding Journal, 1946. XII. és 1947. I. pp. 19—29; II. pp. 121—128.)
12. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: An Investigation of Spot-weld Test Specimens. I. és II. rész. (Welding Journal, 1942. III. pp. 113s—122s.)
13. G. W. Scott, L. G. Sutton és J. H. Widmeyer: Radiography for Development and Control of Aluminium Alloy Spot-Welding. (Welding Journal, 1944. XI. pp. 560s—570s.)
14. C. C. Woolsey, L. P. Gaard, R. C. McMaster és F. C. Lindvall: Radiographic and Fluoroscopic Methods of Inspection of Spot-Welds in Aluminum Alloys. (War Metallurgy Division, National Defense Research Committee of Office of Scientific Research and Development, Report, O. S. R. D. No. 3827, Serial No. M—168, June 20, 1944; Report, O. S. R. D., No. 4620, Serial No. M—380, Jan. 22, 1945.)
15. R. C. Woods, J. C. Barr és T. W. Dietz: Radiography of Spot-Welds. Part I. (Metals and Alloys, 1942. IX. No. 3. pp. 442—447.)
16. R. C. McMaster, F. C. Lindvall és L. P. Gaard: Radiography of Spot-Welds in Various Sheet Gages and Combinations. (Welding Journal, 1947. I. 19—29 pp.)
17. R. C. McMaster, F. C. Lindvall és E. Dial: The Classification and Recording of Spot-Weld Defects Revealed By Radiography. (Welding Journal, 1947. II. pp. 121—128.)
18. R. C. McMaster és H. J. Grover: Radiography and the Fatigue Strength of Spot-Welds in Aluminum Alloys. (Welding Journal, 1947. III. pp. 223—232.)

19. H. J. Grover és L. R. Jackson: Fatigue Tests on some Spot-Welded Joints in Aluminum Alloy Sheet Materials. (Welding Journal, 1947. IV. pp. 215s—232s.)
20. E. C. Hartman és G. W. Stickley: Summary of Results of Tests Made by Aluminum Research Laboratories of Spot-welded Joints and Structural Elements. (Welding Journal, 1947. IV., pp. 233s—251s.)
21. Russel, H. W.: Fatigue Strength and Related Characteristics of Spot-Welded Joints in 24S-T Alclad Sheet. (N. A. C. A. Advance Restricted Report No. 3201., December 1943.)
22. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: An Investigation of the Spot-Welding of Aluminium Alloys Using Condenser Discharge Equipment Provided by Taylor Winfield Corp. (Welding Journal, August 1945. VIII. P. 404s.)
23. W. F. Hess, R. A. Wyant, B. L. Averbach és F. J. Winsor: Some Observations of Spot-Weld Consistency in Aluminium Alloys. (Welding Journal, 1946. IV. pp. 201s—222s.)
24. N. C. Clark: Quality Control in Aircraft Spot-Welding. (Welding Journal, 1944., I. pp. 48—59.)
25. J. B. Butler: Some Conclusions Regarding Welding and Statistical Quality Control. (Welding Journal, 1945. X., pp. 909—914.)
26. Welding Aluminum and Magnesium Alloys, Spot and Seam. (An-W-30 Army Air Force Bulletin No. 23; 1947. III. 12.)
27. G. Welter: Fatigue Tests of Spot-Welds: Improvement of the Endurance Limit by Hydrostatic Pressure. (Welding Journal, 1948. VI. pp. 285s—298s.)
28. R. L. Templin és Marshall Holt: Static and Fatigue Strength of Welded Joints in Aluminum-Manganese Alloy Sheet and Plates. (Welding Journal, 1947. (12) pp. 705s—710s.)
29. G. Forrest: Fatigue of Aluminum Alloys. (Journal of the Institute of Metals, 1946. I. pp. 1—17.)
30. G. Geisler és F. Keller: Precipitation in Age Hardened Aluminum Alloy. (Metals Technology, 1946. okt.)
31. W. F. Hess, T. B. Cameron és D. J. Ashcraft: The Chemical Surface Treatment of Mg Alloy Sheet for Spot Welding. (Welding Journal, 1947. III. pp. 170s—190s.)
32. W. F. Hess, F. B. Cameron, D. J. Ashcraft és F. F. Winsor: Optimum Welding Condition and General Characteristics of Spot-Welds in Magnesium Alloy Sheet. (Welding Journal, 1947. V. 268s—282s.)
33. W. F. Hess, T. B. Cameron és R. A. Wyant: Observation of Electrode Tip Pick-up and Tip Life in the Spot-Welding of Magnesium Alloy Sheet. (Welding Journal, 1947. VIII. 433—442s.)
34. W. F. Hess, T. B. Cameron, D. G. Ashcraft és R. A. Wyant: General Corrosion and Stress Corrosion of Spot-Welded Magnesium Alloy Sheets. (Welding Journal, 1947. IX. pp. 538s—544s.)
35. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: An Investigation of the Surface Treatment of Alclad 24 S-T in Preparation for Spot-Welding. (Welding Journal, 1942. VI. pp. 257s.)
36. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: The Surface Treatment of Alclad 24 S-T Prior to Spot-Welding. (Welding Journal, 1944. VIII. P. 402s.)
37. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: Surface Treatment at Room Temperature of Aluminum Alloys for Spot-Welding. (Welding Journal, 1944. IX., pp. 417s.)
38. W. F. Hess, R. A. Wyant, B. L. Averbach és F. J. Winsor: Some Observations of Spot-Weld Consistency in Aluminum Alloys. (Welding Journal, 1946. IV. pp. 201s.)
39. H. W. Schmidt, W. H. Gross és H. K. De Long: The Surface Treatment of Magnesium Alloys. (In „Surface Treatment of Metals. (American Society for Metals, 1941. p. 36ff.)
40. F. Linville és M. Disotell: Product Engineering, XV. 811. (1944. XII.)



41. A. S. T. M.: Manual on Presentation of Data. Sponsored by Committee E-1 on Methods of Testing of the American Society of Testing Materials, 260 S. Broad St., Philadelphia, Pa.
42. N. H. Simpson és K. E. Dorcas: Aero Digest, 48, 107. (1945. I. 15.)
43. K. E. Dorcas és N. H. Simpson: Spotwelding of Magnesium Alloys. (Iron Age, 1945. IV. 5. 15/14/68.)
44. Mazlo Magnesium Alloys. American Magnesium Corp. 1943. Data Book.
45. Downmetal Magnesium Alloys. Dow Chemical Co. 1942. Data Book.
46. Alcoa Aluminium and Its Alloys. Aluminum Company of America, 1943, Data Book.
47. The Spot-Welding of Magnesium Alloys. A Magnesium Welding Sub-committee of the Aircraft Welding Research Committee of the Engineering Foundation jelentése. 1943. VIII.
48. R. E. Bowman: Methods of Testing Spot-Welds. (Welding Journal, 1941. X. P. 478s.)
49. R. E. Bowman: Tentative Standards and Recommended Practices and Procedures for Spot-Welding of Aluminum Alloys. (Welding Journal, 1942. VIII., P. 517.)
50. G. H. Boss: Etchant for Welds. (Metal Progress, 1948. III, P. 372.)
51. R. F. Tylecote: The Spot-Welding of Magnesium. (Welding Journal, 1946. II. P. 74.)
52. W. F. Hess és R. A. Wyant: A Method of Studying the Effects of Friction and Inertia in Resistance Welding Machines. (Welding Journal, 1940. X. P. 433s.)
53. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: Spot-Welding of 0.040" Alclad 24 S-T with Alternating Current Equipment (Welding Journal, 1941. IX. P. 402s.)
54. F. L. Brandt: Spot-Welders with Series Capacitors. (Welding Journal, 1947. pp. 499—503.)
55. C. E. Smith és R. H. Blair: Resistance Welding Characteristics of the Dry Disc Rectifier Welder. (Welding Journal 1948. XI. pp. 679—686.)
56. Progressive Welder Comp. News Service. (Welding Journal 1947. I. P. 78.)
57. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: Examination of Spot-Welds in Alclad 24 S-T. (Welding Journal, 1942. VII. Research Supplement.)
58. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. L. Averbach: An Investigation of Electrode Pressure Cycles and Current Wave Forms for Spot-Welding Alclad 248-T. (Welding Journal, 1946. II. P. 148s.)
59. W. F. Hess, R. A. Wyant és F. J. Winsor: The Spot-Welding of Ten Aluminum Alloys in the 0.040" Gage. (Welding Journal, 1946. VIII. P. 467s.)
60. R. Della Vedova és E. A. Reynolds: Progress Report of the Flash Welding of High Strength Aluminum Alloys. (Welding Journal, 1947. II. 81s—87s.)
61. G. S. Bernard jr.: Flash Welding Aluminum. (Aluminum Company of America, 1941. XI. 13.)
62. C. B. Smith: Advisory Report on Flash Welding of Aluminum. (O. S. R. D. No. 4397, Serial No. M—393. 1944. XI. 17.)
63. W. F. Hess és F. J. Winsor: The Flash Welding of Alclad 24 S-T Alloy in the 0.064" Thickness. (Welding Journal, 1946. I. pp. 9s—20s.)
64. R. F. Tylecote: Pressure Welding of Light Alloys Without Fusion. (Welding Journal 1947. II. pp. 88s—103s.)
65. A. B. Sowter: Materials Joined by New Cold Welding Press. (Materials and Methods, 1948. XI. pp. 60—63.)
66. F. S. Dever: Spotwelding Technique for Primary Structures. (Aviation, 1946. X. pp. 66—68; 1946. XI, pp. 64—65.)
67. T. G. Haertel: Press-Welding Aluminum Fins. (Tool and Die Journal, 1946. VII. pp. 84—85.)
68. Resistance Welding Manual. (Res. Welder Man. Ass. Philadelphia, Pa.)
69. M. L. Ochiano: Effects of Corrosion on Spot-Welded 75S-T Alclad Alloy. (Product. Eng., 1946. X. pp. 126—128.)
70. G. G. Landis: Weldability of Aluminum. (Light Metal Age, 1946. XII. pp. 76—79.)
71. M. M. Moyle: Magnesium Welding Leads to Ladder Production. (Modern Metals, 1946. X. pp. 11—14.)
72. F. C. Pipher: Flash-Welding Tubular and Solid Parts for Lockheed Planes. (Machinery N. Y. 1947. VI. pp. 160—163.)
73. F. S. Dever: Spot-Welding in Aircraft Manufacture. (Materials and Methods, 1947. V. pp. 92—96.)
74. G. H. Boss: Certain Aspects of Seam Welds in Aluminum Alloy Sheets. (Metal Progress, 1947. IV. pp. 599—602.)
75. E. R. Proctor: Pressure-Welding. (Aircraft Production, 1947. II. pp. 63—66.)
76. R. J. Cross: Welded Magnesium Tanks. (Aircraft Production, 1947. I. pp. 28—33; II. pp. 71—75; III. pp. 97—102.)
77. Magnesium Welding Fire Prevention. Machine and Tool Blue Book, vol. 43, No. 6. (June 1947) pp. 233—254.
78. F. C. Dowding: Method of Surface Preparation of Light Alloys for Spot-Welding. (Sheet Metal Industries, 1947. VI. pp. 1232—1236.)
79. A. E. Gray: Riveting and Spot-Welding Magnesium Alloys. (Steel, 1947. III. 3., pp. 114—115, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154; 1947. III. 10., pp. 90—91, 114; 116; 119.)
80. R. J. Cross: Design and Fabrication of Welded Magnesium Tanks for Aircraft. (Light Metal Age, 1947. I. pp. 8—15.)
81. R. C. McMaster és F. L. Lindvall: The Interpretation of Radiographs of Spot-Welds in Alclad 24ST and 75S-T Aluminium Alloys. (The Welding Journal, 1946. VIII, pp. 707—723.)
82. R. C. McMaster és F. C. Lindvall: The Radiography of Spot-Welds in Light Alloy and Ferrous Sheet Materials. (Welding Journal, 1946. IX. pp. 850—860.)
83. R. C. McMaster és N. A. Begovich: Instrumentation of the Spot-Welder and Investigation of the Spot-Welding of 0.091—0.091 In. 24ST Alclad Sheet. (Welding Journal, 1945. X. pp. 531s—556s.)
84. R. C. McMaster és N. A. Begovich: The Spot-Welding of Wire-Brushed 24 ST Alclad Aluminum Alloy Sheets in Thicknesses from. 0.081-to 0.125" Inclusive. (Welding Journal, 1945. vol. 24. XII. 652s—667s.)
85. Navy Department Bureau of Aeronautics Specifications Navaer PW—6a Amended: The Spot-Welding of Aluminum and Aluminum Alloys. (1945. I.)
86. H. W. Russel és L. R. Jackson: Progress Report on Fatigue of Spot-Welded Aluminum. (N. A. C. A. Advance Restricted Report, 1943. II.)
87. H. W. Russel, L. R. Jackson, H. J. Grover és W. W. Beaver: Fatigue Characteristics of Spot-Welded 24 ST Aluminum Alloy. (N. A. C. A. Advance Restricted Report No. 3F16, 1943. VI.)
88. H. W. Russel, L. R. Jackson, H. J. Grover és W. W. Beaver: Fatigue Strength and Related Characteristics of Joints in 24 S-T Alclad Sheet. (N. A. C. A. Advance Restricted Report No. 4E30, 1944. V.)
89. H. W. Russel, L. R. Jackson, H. J. Grover és W. W. Beaver: Fatigue Strength and Related Characteristics of Aircraft Joints: I-Comparison of Spot-Welded Rivet Patterns in 24 S-T Alclad Sheet. — Comparison of 24 S-T Alclad and of 75 S-T Alclad. (N. A. C. A. Advance Restricted Report No. 4F01., 1944. XII.)
90. L. R. Jackson és H. J. Grover: Report on Fatigue Characteristics of Joints in Aluminum Alloy Sheet to the National Advisory Committee for Aeronautics. (1944. VI. 1.)
91. B. J. Alech, M. Goland és L. D. Morris: Load Distribution in Riveted and Spot-Welded Joints. (S. E. S. A. 2/2/, 28/October, 1944.)
92. R. Della Vedova és M. M. Rockwell: The Effect of Weld Spacing in the Strength of Spot-Welded Joints. (Welding Journal, vol. 21. 1942. P. 514s.)



93. S. Wong és C. W. Steward: Spot-Weld Joint Efficiency. (Welding Journal, vol. 24. P. 170s. L944.)
94. W. F. Hess, R. A. Wyant, O. E. Stabler és F. J. Winsor: A Study of the Application of Refrigeration to the Cooling of Spot-Welding Electrodes. (Welding Journal, vol. 22. XI. 1943. P. 555s.)
95. W. F. Hess, R. A. Wyant és B. J. Averbach: An Investigation of Current Wave-form for Spotwelding Alclad 24 S-T, 0.20" in Thickness. (Welding Journal, vol. 25. 1946. I. P. 20s.)
96. R. A. Wyant: Oscillographic Measurements in Spot-Welding Research. (Instruments, 1943. VIII. 16, 478, 510.)
97. R. A. Wyant: Measurement and Effect of Contact Resistance in Spotwelding. (Trans. A. I. E. E. 1946. jan. 65, 26.)
98. E. G. West: Welding of Non-Ferrous Metals. (Sheet Metal Industries, 1946. June, pp. 1168—1177; July, pp. 1375—1382; Aug. pp. 1584—1587; Sept. pp. 1785—1791; Oct. pp. 1979—1984; Nov. pp. 2183—2188.)
99. F. S. Dever: Spotwelding Technique. (Western Machinery and Steel World, 1947. I., pp. 100—105.)
100. W. F. Hess, R. A. Wyant és F. J. Winsor: Spot-Welding of Dissimilar Aluminum Alloys in 0.040-Inch Thickness (National Advisory Committee Aeronautics Techn. Note no. 1322. 1947. X.)
101. I. A. Oehler: Aluminum Strips Buttwelded for Cyclotron Magnet Coil (Iron Age, 1947. XII. 4., pp. 80—83.)
102. R. C. McMaster és H. J. Grover: Spot-Welded Aluminum Components Designed for Repeated Loads. (Production Engineers, 1947. XII., pp. 158—161.)
103. R. C. McMaster és H. J. Grover: Spot-Welded Aluminum Lap-Joints Designed for Repeated Loads. (Production Engineers, 1947. XI., pp. 112—116.)
104. I. A. Oehler: Coils for Atom Smashers. (Welding Engineer, 1948. II., pp. 56—58.)
105. R. F. Tylecote: Pressure Welding of Light Alloy Bar Without Fusion. (Sheet Metal Industries, 1948. I., pp. 155—160. 162, 164; II., pp. 373—374. 376.)
106. W. F. Hess, R. A. Wyant és F. J. Winsor: Spot-Welding of Alclad 24S-T in Thicknesses of 0.064, 0.081 and 0.102 Inch. (National Advisory Committee Aeronautics — Techn. Note no. 1415. 1947. IX.)
107. W. F. Hess, R. A. Wyant és F. J. Winsor: Further Investigation of Preheating and Postheating in Spot-Welding 0.040 — Inch Alclad 24S-T. (National Advisory Committee Aeronautics — Techn. Note, no. 1440. /1947. XII.)
108. Pressure Welding and Flash Welding of Light Alloys. (Sheet Metal Industries, 1948. V., pp. 1005—1008. 1010.)
109. Cold Welding. (Aircraft Production, 1948. VI., pp. 211—212.)
110. Cold Welding. (Engineer, 1948. IV. 30., pp. 432—433; VI. 4., pp. 541—542. Ld. még Engineering, VI. 4., P. 535; Metal Industry 1948. V. 21., pp. 417—418; Mech. World, 1948. V. 14., pp. 559—561.)
111. Cold Welding. (Automobile Engineer, 1948. VI., pp. 277—278.)
112. C. R. Dixon: Defects in Aluminum Alloy Spot-Welds. (Amer. Mach. 1948. VI. 17., pp. 98—101.)
- Védőgáz alatti hegesztés.
113. W. A. Mays: High Purity Helium Saves Money on Aluminum Welds. (Welding Journal, 1948. VIII., P. 609.)
114. H. T. Herbst: Two Electrical Characteristics of the Arc in Heliarc Welding. (Welding Journal, 1948. VIII. 600—604.) Az A. I. E. E. 1948. januári pittsburghi konferencián benyújtott értekezés.
115. A. W. Welch: Power Supply for Inert Arc Welding. (Welding Journal 1948. V., pp. 376—378.)
116. A. W. Welch: Alternating Current Inert Atmospheres Arc Welder for Aluminum. (Electrical Manufacturing, 1947. 40. 135.)
117. A. Schärer: Arc Welding of Aluminium and its Alloys. (Light Metals, 1948. II., pp. 77—81; III., pp. 161—170.)
118. American Welding Society: Survey of Automatic Arc and Gas Welding Processes as used in the Automotive Industry. (Welding Journal, 1948. I., pp. 27—)
119. R. W. Tuthill: How to Select Good Operating Current Levels for Use with Tungsten Electrodes in Inert Arc Welding. (Welding Journal 1947. IX. pp. 766—)
120. H. T. Herbst: Production Application for Inert Gas Shielded Arc Welding. (Welding Journal 1947. V., P. 410.)
121. H. T. Herbst: Mechanized Inert Gas Shielded Arc Welding. (Welding Journal 1948. II. pp. 111—117., az A. W. S. 1948. évi chicagói kongresszusán benyújtott értekezés.)
122. The Linde Air Products Comp. gyártmánya, az Oxweld V—30.
123. Welding Journal 1948. VII.
124. Heliarc Welding of Aluminum Frames for Coin Operated Phonographs. (Machinery, N. Y. 1948. VII., pp. 170—171.)
125. Welding Journal, 1948. III., P. 244.
126. R. W. Tuthill: New Application of Inert-Arc Welding. (Welding Journal, 1948. IV., pp. 299—301.)
127. R. W. Tuthill: The Effects of Wave Shape in Inert-Arc Welding Circuit. (Welding Journal, 1948. X., pp. 785—788.)
128. G. J. Gibson és G. R. Rothschild: The Effect of D—C. Component in A. C. Inert Gas Welding of Aluminum. (Welding Journal, 1948. IV., pp. 299—301.)
129. F. L. Plummer: Fiels Erected Storage Tanks of Aluminum. (Welding Journal, 1948. X., pp. 796—804.)
130. R. F. Wyer: Inert-Arc Welding. (Iron Age, 1946. X. 31., pp. 57—58.)
131. „Heliarc“ Welding Technique. (Aero Digest, vol. 53 No. 4. 1946. X., pp. 54—57, 116.)
132. D. W. Puffer: Inert Arc Welding. (Steel, 1946. XI. 18., pp. 80—82, 116, 119.)
133. R. J. Anderson: Heliarc Welding. (Can. Metals and Met. Industries, 1947. I., pp. 14—21.)
134. H. T. Herbst: Heliarc Welding of Light Metals. (Modern Metals, 1947. I., pp. 26—28.)
135. H. R. Clauser: Inert-Gas-Shielded Arc Welding for Difficult-to-Weld Materials. (Materials and Methods, 1947. IV., pp. 86—90.)
136. R. F. Wyer: Some Notes on Inert Arc Welding. (Sheet Metal Worker, 1947. I., pp. 137—138.)
137. H. T. Herbst: Production Applications for Inert-Gas-Shielded Arc Welding. (Light Metal Age, 1947. II., pp. 14—17, 21.)
138. G. C. Coles: Argon Shielded Metal Arc Welding of Aluminum. (Light Metal Age, 1947. X., pp. 6—9.)
139. L. G. Pickhaver: Gas-Shielded Arc Processes. (Welding Engineer, 1947. XI., pp. 52—55, 58.)
140. J. L. Adams: Commercial Applications of Argon-Arc Welding. (Industry and Welding, 1947. XII., pp. 36—38.)
141. H. T. Herbst és F. J. Pilia: Heliarc Welding for Difficult to Weld Metals. (Product Engineering, 1948. I., pp. 127—131.)
142. H. C. Eubank és T. E. Piper: Heliarc Welding Magnesium, Stainless, Aluminum at Northrop. (Industry and Welding, 1947. X., pp. 30—32. 34, 78.)
143. H. T. Herbst: Mechanized Welding of Cylindrical and Spherical Shells. (Machy. N. Y. 1948. I., pp. 164—165.)
144. H. R. Toll: Inert-Gas-Welded Aluminum Tanks. (Welding Engineer, 1948. II., pp. 33—35.)
145. Are You Fabricating Aluminum? (Industry and Welding, 1948. III., pp. 48—50, 72—76.)
146. G. K. Narsted és G. M. Wither: Argon Arc Welded Aluminum Beer Barrels. (Can. Machy., 1948. IV., pp. 116—118, 120, 122.)
147. H. O. Jones és H. A. Huff: Inert-Gas Shielded-Arc Welding Broadens Its Applications. (Amer. Mach., 1948. II. 25., pp. 92—95.)
148. Inert-Gas-Shielded Arc Welding. (Sheet Metal Worker, 1948. I., pp. 93—95; IV., pp. 66—68.)



149. Welding Journal, 1947. V., P. 452.  
 150. Welding Journal, 1947. IX., P. 821.  
 151. Light Metals, 1947. IX., P. 461.  
 152. Materials and Methods, 1947. XII., P. 137.  
 153. Welding Journal, 1948. IX., P. 768.  
 154. Welding Journal, 1948. X., pp. 888—890.  
 155. J. S. Sohn és A. N. Kugler: The Gas Shielded Metal Arc Welding Process. (Welding Journal, 1948. XI., pp. 913—915.)  
 Ultrahang vizsgálat.  
 156. Benson Carlin: Testing Welds with Supersonic Waves. (Welding Journal, 1948. VI., pp. 438—440.)  
 157. Machinery 1948. VIII., pp. 168—169.

## A világ bauxitércikésének eloszlása

DOMONY ANDRÁS okl. vegyészmérnök

Домонь Андраш:

### Распределение бокситного имущества в мире.

После краткого исторического изложения горного производства боксита описует важность некоторых промышленно разведанных бокситных залежей, количество и качество руды, наконец сводными таблицами сравнивает богатство разных бокситных залежей и производственных цифр.

Andreas Domony: Die Verteilung des Bauxiterzvermögens der Welt.

Nach einem kurzen Rückblick auf die Geschichte der Bauxitschürfung wird die Wichtigkeit der einzelnen industriell aufgeschlossenen Bauxit-Fundorte, die Qualität und Menge des Erzes angegeben. Schliesslich vergleicht der Artikel anhand von zusammenfassenden Tabellen das Erzvermögen und die Produktionsziffern der verschiedenen Bauxit-Fundorte.

Andrew Domony: Bauxite Ore reserves of the world. After a short review of the history of Bauxite prospecting the article illustrates the importance of the industrially treated Bauxite occurrences, the quality and the quantity of the Bauxite. Finally, the article compares with comprehensive graphs the property and production figures of the various occourances of Bauxite.

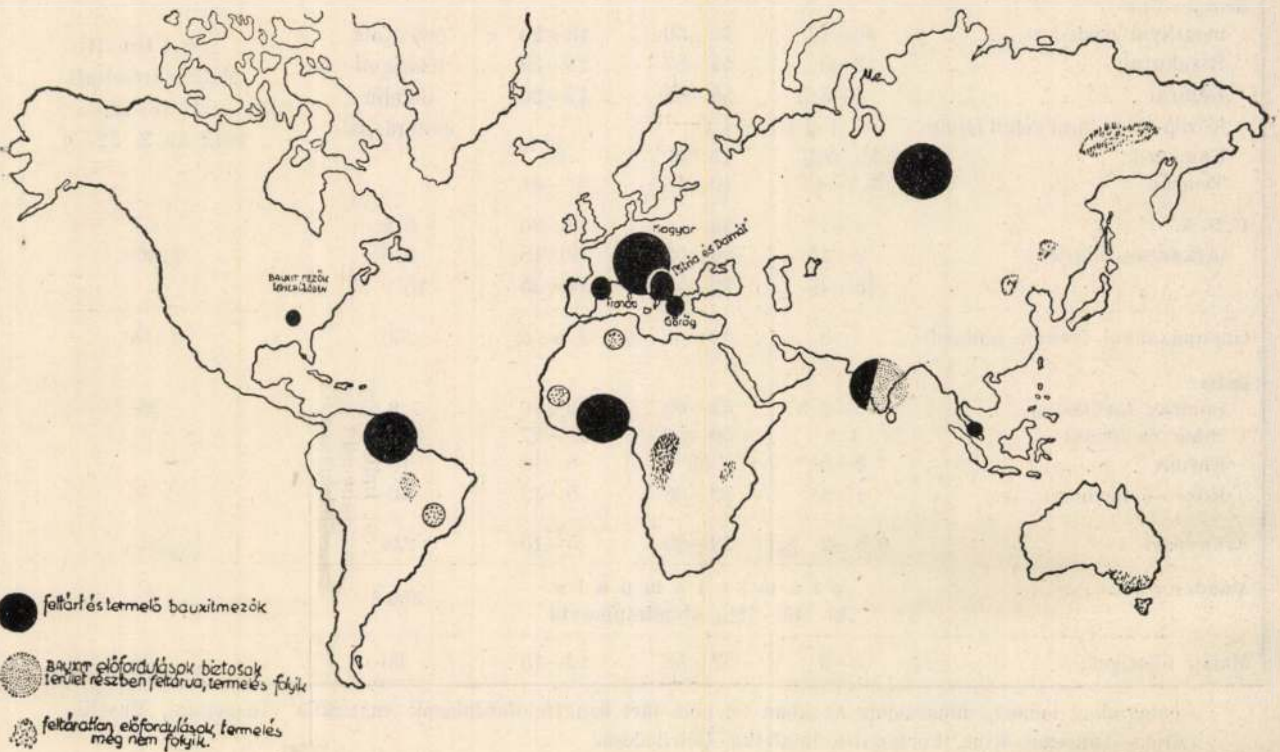
Köztudomású, hogy a földkéreg 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>%-a alumínium, ennél fogva tehát az alumínium a legelterjedtebb fém. A technika jelenlegi állása szerint a

gazdaságos alumínium előállításához gyakorlatilag csupán egy kőzet, éspedig egyedül a bauxit felel meg.

A bauxitok összetétele igen változó. Fő alkotó vegyületei: alumíniumoxid, vasoxid, titanoxid, silíciumoxid, illetőleg ezeknek a fémeknek a hidroxidjai, ezenkívül a kötött és tapadó nedvesség. A fent említett vegyületek elegyét általában akkor nevezzük bauxitnak, ha az alumíniumoxidtartalom min. eléri a 40—42%-ot, a kovásv-tartalom pedig a 25—26%-ot nem haladja meg. A timföldgyártásra alkalmas bauxitnál döntően fontos, hogy az alumíniumoxidtartalom minél magasabb (min. 50%), a kovásv pedig minél alacsonyabb (max. 5—8%) legyen.

A bauxit-kőzetben az alumíniumoxid két kristályosodási forma elegyeként van jelen: vagy monohidrat alakjában ( $Al_2O_3 + H_2O$ ) diasporit elnevezéssel, vagy trihidrat ( $Al_2O_3 + 3H_2O$ ) formájában, hydrargilit néven. Azok a bauxitok, amelyek túlnyomó részben hydrargilitből állanak, lágyak, feltárásra alkalmasak. A trópusi bauxitokra különösen jellemző a hydrargilites kristályosodási forma.

A múlt század végén, az alumíniumkohászat megindulásakor a világon csak egy bauxitlelőhelyet





és pedig a délfranciaországit ismerték. Az alumíniumkohászat fejlődésével a bauxittermeléssel kapcsolatos igények is állandóan nőttek és az egyes országok alumíniumipara mindig újabb és újabb nyersanyaglelőhelyek után kutatott. Ezeknek a munkáknak az eredményeként egymásután tárták fel az északamerikai (arkansasi), az Adria melletti (dalmát és istriai) és magyarországi lelőhelyeket.

Az 1930-as évek elején, a mérsékelt égövi bauxitfeltárások mellett mind nagyobb szerephez kezdtek jutni az időközben felderített trópusi bauxitlelőhelyek. Ezeknek az ércmezőknek a termelése kezdetben az egészségtelen éghajlat és a feldolgozó telepektől való nagy távolság miatt kevésbé volt érdekes. Azonkívül a mérsékelt égövi bauxitmezők abban az időben olyan termelési kapacitással és ércvagyonnal rendelkeztek, hogy a távoli trópusi bauxitok gazdaságilag csak kis mértékben jöttek számításba.

Az 1930-as évek közepén a mérsékelt égövi bauxitlelőhelyek közül azok gazdagságát, a kitermelt érc minőségét és a szállítási lehetőségek olcsóságát tekintve, Magyarország az első helyen állott. Abban az időben a világon öt nagy csoportra osztható, jelentékeny alumíniumipari komplexum volt. Ezek közül a legjelentősebb a közép-

európai alumíniumipar volt, amelyet magyar és adriai bauxittal tápláltak. A Földközi-tenger mellett és az atlantióceánparti (francia, angol, olasz, norvég) alumíniumipart a már akkor is kifogyófélben lévő franciaországi bauxittal alimentálták. Az északamerikai timföldgyárak nyersanyagát az USA floridai és arkansasi bauxitmezői szolgáltatták. A meginduló ázsiai (japán) alumíniumipar részére a koreai és kisrészben a trópusi, hátsóindiai ércelőfordulásokból szállították a nyersanyagot. A harmincas évek elején meginduló szovjet könnyűfémipar nyersanyagbázisa a Leningrád és Moszkva melletti és az urali ércmezők voltak.

Az 1930-as évek bauxittermelési helyzetéről érdekes statisztikát közöl a Metallwirtschaft 1948. évi 15/16. sz. 279. oldalán.

A második világháborút megelőző fegyverkezési versenyben az egyes hatalmi csoportok alumíniumiparukat, — annak hadi fontosságára való tekintettel rohamosan fejlesztették. A mind erősebben fejlődő könnyűfémipar állandóan több és több bauxitot dolgozott fel és az egyes érdekcsoportok már a háború előtt is, de különösen a háború alatt, állandóan újabb és újabb bauxitmezők után kutat-

I Táblázat.

O r s z á g	Ö s s z e t é t e l			Becsült érc-kincs mennyisége millió tonnában	Körülbelüli termelés 1000 tonnában az utolsó 10 év átlagában
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Franciaország . . . . .	2—5	50—65	4—25	60	680
Magyarország . . . . .	2—7	50—58	20—25	250	500
Jugoszlávia . . . . .	1.5	55	20—28	100	200
Görögország . . . . .	0.5—3.5	50—60	20—25	10	60
Olaszország . . . . .	3—8	52—58	20—25	20—30	250
Szovjet-Unió					
moszkvai medence . . . . .	10—13	45—50	13—20	564 Kola félszigeti nefelin előford.-sal	250 t bauxit Metallwirtschaft 15/16. sz. 1942 Al. Z. 327 o.
Északural . . . . .	3—5	54—57	22—29		
Délural . . . . .	4—5.5	56—61	17—20		
Közép- és Délural keleti lejtője	l a t e r i t				
Kamienk . . . . .	kb. 5 <sup>o</sup> / <sub>0</sub>	kb. 36	36		
Tiensan . . . . .	3.5—15	40—56	31—41		
U. S. A.					
(Arkansas, Florida) . . . . .	4—7	55	12—20	9.3	2.000
	9—15	50—55	9—18	8.8	
	15—45	30—50	14—25	10	
Guyana (angol, francia, holland)	2—3	59—61	2.5—6	260	2.000
India:					
Bombay tartomány . . . . .	0.5—3.5	52—62	2—10	7.8 India összes becsült érc-kincse 450 t	25
Bihar és Orissa . . . . .	1.8	50—58	20—27		
Kasmir . . . . .	2—5	55	8—18		
Középső tartományok . . . . .	1—4	53—60	5—12		
Aranypart . . . . .	0.8—2	53—60	5—10	234	80
Mandzsúria . . . . .	a l u m í n i u m p a l a kb. 40—52 <sup>o</sup> / <sub>0</sub> alumíniumoxid			250 ?	?
Maláji félsziget . . . . .	1—3	52—56	12—15	30	60

Geológiailag ismert, mindezülig azonban fel nem tárt bauxitelőfordulások Ausztrália (Tasmania), Brazília (Minas, Draecas), Kína, Portugal-Keletafrika, Délrhodesia.



Ország	Termelési átlag 1934–1938. 1.000 tonnában
Franciaország . . .	615
Görögország . . . .	140
Olaszország . . . . .	265
Jugoszlávia . . . . .	270
Magyarország . . . .	325
Szovjet-Unió . . . . .	230
U. S. A. . . . .	375
Egyéb . . . . .	440
	2.660

A háborús eseményekkel kapcsolatosan különösen az északamerikai alumíniumipar jutott kritikusi helyzetbe, mert felduzzasztott fémtermelését otthoni bauxitbányákból alimentálni nem tudta, a japán előtörés következtében pedig a hátsóindiai érclelőhelyektől el volt vágva. A tengeri utak bizonytalansága miatt az U. S. A. alumíniumiparának olyan bauxitmezőkre való bázisozása vált nélkülözhetetlenül szükségessé, ahol az érc szállítását a háborús események nem veszélyeztették. Ez volt az oka annak, hogy újabb ércutatósaikkal Dél-Amerika felé fordultak. Így váltak az időközben felfedezett, igen jóminőségű francia, angol és holland guayanai ércmezők az U. S. A. alumíniumiparának nyersanyagbázisává. Ugyancsak az utolsó 10 év eredményes kutatásainak volt köszönhető, hogy ma már a fent említett ércmezőkön kívül Afrikában, az Aranyparton, Indiában, a Szovjet-unió számos helyén, a maláji félszigeten, Ausztráliában stb. gazdag, feltárt ércinkesekről tudunk.

Jelenleg az I. táblázatban feltüntetett főbb bauxitlőhelyeket ismerjük:

Az I. táblázatból meg lehet állapítani, hogy

a bauxitbányászat terén Európa még az 1930-as években birtokolt monopolium helyzetét elvesztette. Meg kell állapítanunk továbbá, hogy a trópusi ércék úgy minőségileg, mint mennyiségileg az európai érceknek erős konkurrenciát jelentenek. Ugyanakkor azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy az európai alumíniumipar nagy előnye abban rejlik, hogy a feldolgozásra kerülő érc a timföldgyárak közelében található. Ez annál is inkább fontos, mert a délamerikai bauxitlőhelyekről az északamerikai timföldgyárakig a tengeri fuvar tonnáként kb. 15 dollár. Ez a drága bauxit az északamerikai timföldgyáraknak olyan tehertételt jelent, hogy ezáltal az egyébként kedvezőtlenebb körülmények között dolgozó európai timföldgyárak az északamerikaiakkal szemben is versenyképesek. Bár a magyarországi bauxitlőfordulások úgy mennyiségileg, mint minőségileg az 1930-as években a világtermelésben elfoglalt első helyüket elvesztették, újból döntő faktorrá válnak azzal, hogy a magyarországi timföldgyárak az alumínium-érclelőfordulások közvetlen közelében épülhetnek, mert hazánkban, a világon szinte egyedülállóan, a timföldgyártáshoz szükséges két nyersanyag: a bauxit és a szén egymás mellett található. Fontos körülmény továbbá az is, hogy bauxitlőfordulásaink a Dunához, mint olcsó közlekedési úthoz, közel fekszenek és ezzel Magyarország a közép-európai alumíniumipar legolcsóbb nyersanyagbeszerzési forrásának mondható.

A fent elmondottak alapján bauxitkincsünknek kettős nemzetgazdasági jelentősége van és pedig:

1. A termelt érc hazai timföldgyárainkban előnyösen feldolgozható.

2. Bauxittermelésünk a kívánalmaknak megfelelően bőségesen fokozható és újból egyik fontos exportcikkünké válhat.

## Az alumínium hideg fröccs-sajtolása

EM ÖD CYULA okl. fémkohómérnök

### Kaltspritz-Verfahren in der Aluminium-Industrie.

Dipl. Ing. Julius Emöd.

Der heutige Stand des Kaltspritz-Verfahrens auf Grund der ausländischen Litteratur und der in Ungarn gewonnenen Erfahrungen, besonders mit Rücksicht auf die Aufarbeitung des Aluminiums. Der Artikel beschäftigt sich auch mit Werkzeug- und Material-Problemen vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte und bringt in letzterem Zusammenhange Vergleiche mit dem Tiefzieh-Verfahren.

### Impact Extrusion Process in the Aluminium Industry: Julius Emöd.

Present standing of the impact extrusion process based on world litterature and experiences made in Hungary with special respect to the working of aluminium.

Furthermore, the article is dealing with various problems of tools and materials and describes also economic aspects of this process as compared with deep-drawing.

Инж. металлург Эмед Дюла:

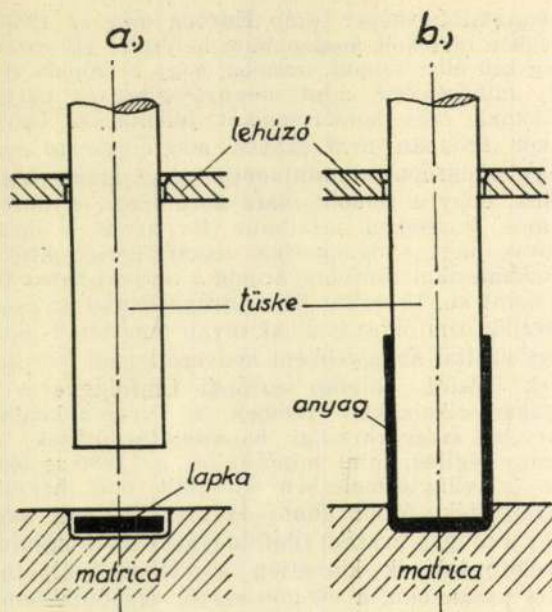
### Холодное прессование пульверизационного литья алюминия.

Настоящая статья занимается рассмотрением вопросов холодного прессования литья на основании данных

иностранный литературы и опытов в Венгрии, уделяя особое внимание обработке алюминия. Далее статья занимается вопросами инструментов, материалов и экономией. Вопросы экономии обслуживает более подробно.

Az eljárás hideg állapotban, igen magas nyomással végzett sajtolás, amellyel a legvékonyabb falú darabok is előállíthatók. Az utolsó 10 év alatt egyre többet foglalkoznak a hideg fröccs-sajtolási eljárással, amelyet már több mint két évtizede alkalmaznak a német tubusgyárak ólom- és óntubusok készítésénél, azonban tulajdonképeni jelentősége az alumínium alkalmazásával tűnt ki. Az eljárást annakidején Fuss foglalta össze és ismertette. Neki köszönhető, hogy az eljárással mind többen kezdtek foglalkozni, ennek ellenére, még ma is sok ismeretlen területe van, amely felkutatásra vár. Az eljárás a mélyhúzásnak versenytársa, mivel itt egy sajtolással érhetjük el azt, amit mélyhúzással csak 4–5 művelettel lehet elvégezni. Nagy jelentőségét már ez az előny is bizonyítja és biztosítja a mélyhúzás feletti győzelmet. További előnyeivel és hátrányaival tanulmányom tárgyalása alatt foglalkozom.

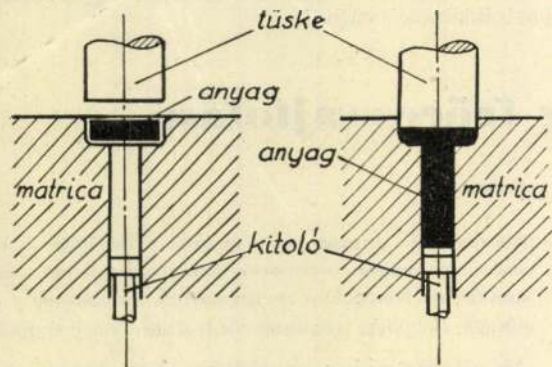




1. ábra.

## Az eljárás elve.

Egyszerűség kedvéért vegyünk egy lapkát, melynek átmérője egyenlő az előállítandó darab külső átmérőjével, míg vastagsága az előállítandó darab súlyához igazodik. Ezt a lapkát helyezzük egy fémüregbe és üssünk rá egy nyomótüskével, amikor is azt tapasztaljuk, hogy az anyag a tüske és az üreg közötti nyíláson felfut és így egy hengeres edényt kapunk. Ennek elvi menetét mutatja az 1. ábra, amelynek a) képén bemutatjuk a formaüreget,



2. ábra.

vagy matricát, a behelyezett lapkával és a tüskét; b) kép a ráütés pillanatát mutatja, mikor az anyag a tüske és a matrica közötti nyíláson felfutott.

A tüskéről a felfutott lemezt lehúzó szerszámmal húzzuk le. Ez volna az eljárás vázlatos ábrázolása. A továbbiak folyamán látni fogjuk, hogy ugyanezen elvi alapon nemcsak körszelvényű, hanem ovális, négyyszögű, sokszöges keresztmetszetű gyártmányok is készíthetők. Ezen eljárással, természetesen, csak egyik végén nyitott tubus készül.

Az első ábra szerint az anyag felfelé fut, miért is ez az eljárás a külföldi irodalomban különböző néven ismeretes és pedig: Kaltspritzverfahren, Hochschlagen, Fliesspressen, Spritzpressen, Kaltschlagen. Ezenkívül meg kell említeni a Hooker-eljárást, melynek elve az előbb említett felfelé

fröccsentéssel szemben a tüskével egyirányban, tehát lefelé kényszeríti az anyagot. Az elv a 2. ábrán látható.

A hideg fröccsajtolásnál a matricába helyezett lapkára a tüskével ütést fejtünk ki és így az anyagot arra kényszerítjük, hogy a matrica és a tüske közötti nyíláson kifusson. Ehhez a művelethez nagy erőre van szükségünk; az alakítási munka az ütés pillanatában hővé alakul át, ami az anyagra és a szerszámmra is kiterjed, tehát ezeken hőemelkedés észlelhető.

Téves az a felfogás, amivel sokszor találkozunk, hogy az ütéstől eredő hő felmelegíti a lapkát, ami által az képlékennyé válik és ezért fut ki a rendelkezésre álló nyíláson. A tény az, hogy a felmelegedés csak a kifutás után áll elő és csak az anyag folyása után következik be.

Az erőszükséglet függ a darab alakjától, méreteitől, a falvastagságtól, a szerszám alakjától, a kenéstől és az anyag összetételétől, illetve tisztaságától. A 99,5% és annál nagyobb finomságú alumíniumok kellő lágyítás után így hidegen jobban sajtolhatók, mint melegen. A hideg lapkából szebb és egyenletesebb tárgyak állíthatók elő. Alumínium-ötvözetnél már elő kell melegíteni 200–300° C-ra a lapkát, a matricát és a tüskét is, mert a nagy alakítási ellenállást csak így csökkenthetjük. A specifikus nyomást több szerző 60–100 kg/mm<sup>2</sup>, Zeerleder pedig 175 kg/mm<sup>2</sup>-ben adja meg. Ezzel kapcsolatban, P. Gabler 99,5% alumíniummal hidraulikus sajtón végzett méréseket és megállapította, hogy egy 25 mm átmérőjű 2 mm falvastagságú edény előállításához 6 tonna/cm<sup>2</sup> nyomás volt szükséges, egy 40 mm átmérőjű, 70 mm magas és 0,4 mm fal-, illetve alapvastagságú edény gyártásához pedig 11 tonna/cm<sup>2</sup> nyomás kellett. E kísérletet azért végezte hidraulikus sajtón, mivel a hidegfröccsentéshez használatos ún. excenteres könyök-sajtó hirtelen és gyorsan üt, miáltal ezen pontos mérés csak nehezen végezhető.

Az általános ismertetés után nézzünk néhány gyakorlati fogást az először leírt hidegfröccsajtolással kapcsolatban. Ez eljárás szerint egy végén nyílással bíró prizmatikus, üreges gyártmányok állíthatók elő. A fenéket a köpeny falvastagságától függetlenül kell képezni.

Minden hidegen, így sajtolt darabra jellemző az alap és köpeny közötti átmenet. Amint már előbb említettem, az anyagot felülről lefelé ható tüskével ütésszerűen megnyomjuk, ami által a tüske és a prizmatikus fal közötti gyűrűs hézagon az anyag kifut. Egyenletes falvastagságot csak akkor kapunk, ha a tüske és a matrica közötti távolság az ütés alatt nem változik. Hogy ezt elérhessük, szükséges a pontos beállítás, a tüske alsó végének pontos kiképzése és a megfelelő legömbölyítési sugár alkalmazása. A darab külső, alsó legömbölyítése arra kényszerít, hogy a tüske élét olyan magasra emeljük, hogy a „t” méret a tüske legalsó állásában ne legyen kisebb nullánál, ezért a tüske alsó élét olyan sugárral kell legömbölyíteni, amely a fenék vastagságánál kisebb méretű. Ez a tárgy külső legömbölyítése is.

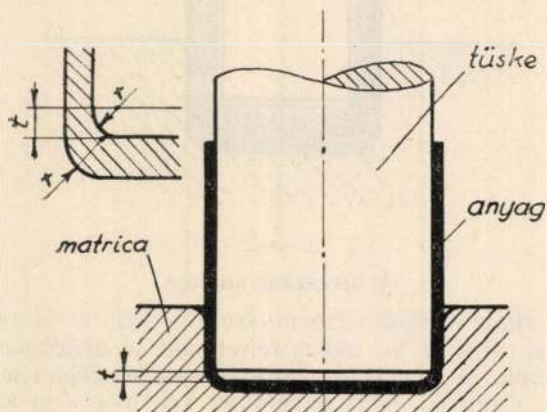
Ha a kiképzést a 4. ábrának megfelelően úgy végezzük, hogy a tüske legömbölyítése a fenék vastagságánál kisebb, ebben az esetben nagyon keskeny fűvókarézt kapunk, ami éppen úgy, mint a dróthúzásnál, az anyag folyását erősen akadályozza és így a nyomóerőszükséglet a szerszám szí-



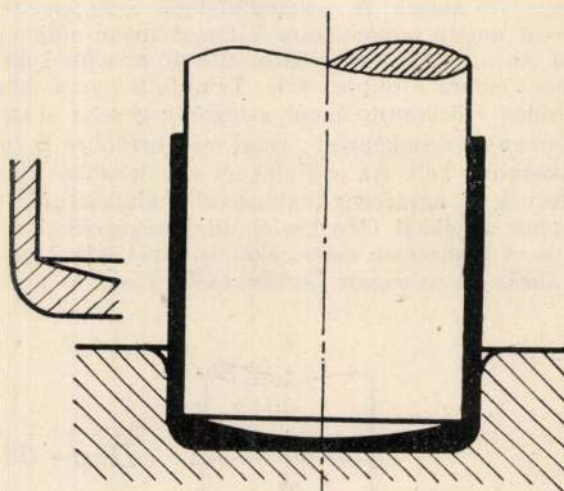
lárdságát felülmulhatja. Csak nagy falvastagságnál lehet néha ilyen nyomásnövekedést megengedni. 1 mm falvastagság alatt a tüske peremét 0.3—0.5 mm-re kell legömbölyíteni és a fenék felü-

letét magasabbra húzni. Az 5. ábra szerinti kivitelnél a tüske gömbszeletben végződik, ami a folyást megkönnyíti. Az ember azt hinné, hogy egyforma vastag fenék esetében megvannak az alapok az anyag továbbítására. A legcélszerűbb — akár anyagtakarékoskodás szempontjából — az olyan kiképzés, amelyet a 3-as és a 6-os ábrán láthatunk, azaz a tüske végének legömbölyítése, illetve ferde kiképzése.

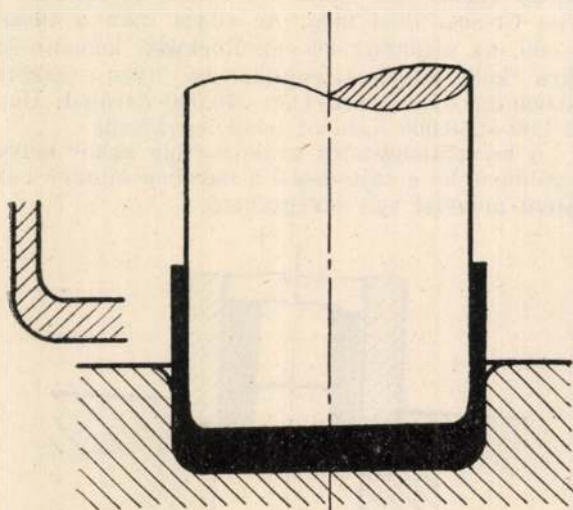
A „t” (3. ábra) kb. 0.5 mm-re vehető; ennek hiányában az anyag beragadna a matricába és a



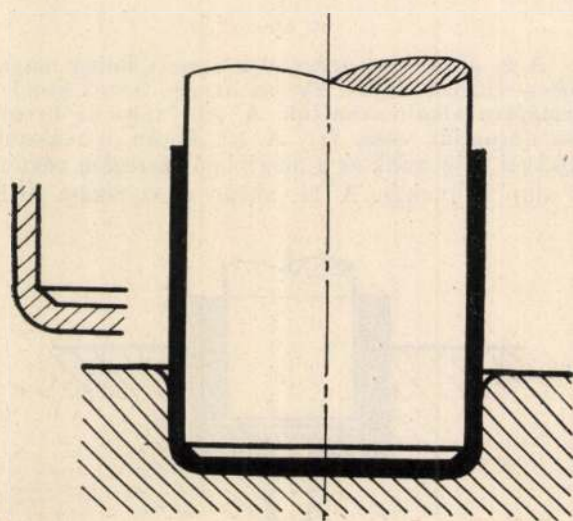
3. ábra.



6. ábra.



4. ábra.

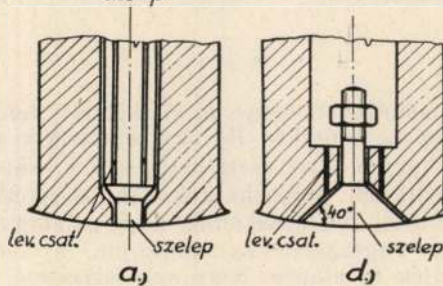


5. ábra.

tüske nem húzná ki magával. Vékonyfalú daraboknál célszerű „t”-t a fenék vastagságára készíteni, mert különben a tüske pereme üresjárásnál a matrica legömbölyítésére ütne és letörne. A tüske kiképzéséhez meg kell említenünk, hogy a tüskére az anyag rátapadhat és lehúzásnál csak összegyűréssel húzható le, ami természetesen selejtet ad. Ennek oka a tüske és a darab közötti surlódás, amit azzal csökkenthetünk, hogy a tüske átmérőjét 0.1 mm-rel csökkentjük és csak alul, 1.5 mm ma-

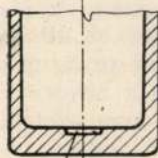
Gépi szabályozású szelep

Supper szelep

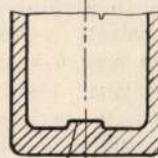


a)

d)



b)

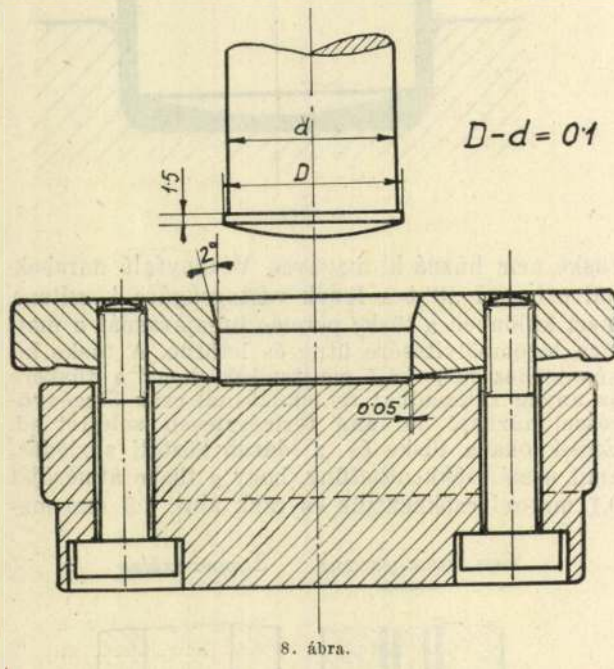


c)

6. ábra.

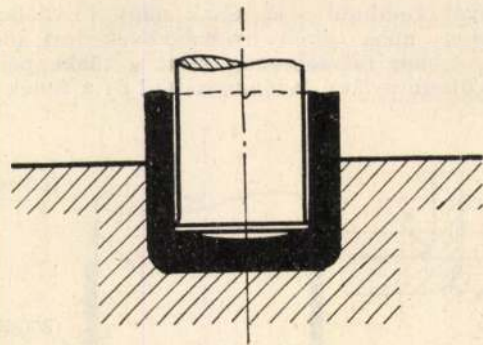


gasságban hagyjuk meg a teljes átmérőt. (8. ábra.) A gyürődésnek oka lehet még a tüske és az edény között fellépő vacuum, amit csak úgy küszöbölhetünk ki, hogy a tükskén keresztül levegőt engedünk be. Erre a célra alkalmaznak külön működtethető kis tükskét (7. ábra), amj azonban nem teljesen megfelelő, mert a szelepként működő tüske nem állítható pontosan. Ha pontosra állítjuk, akkor néhány drb után melegszi és tágul, ami a tárgy fenekén benyomódást okoz. (7b. ábra.) Ha viszont rövidebbre állítjuk, akkor kiemelkedést okoz a fenéken. (7c. ábra.) A legmegfelelőbb a Supper-féle szelep, amely szívóhatásra automatikusan működik. (7d. ábra.) A 7. ábrán balra látható az előbbi megoldás, jobbra a Supper-féle. Tekintettel arra, hogy a hideg fröccssajtolásnál a leglényegesebb a szerszám anyaga és képzése; ezzel még továbbra is foglalkoznunk kell. Az eddigiéknél egy darabból kialakított ú. n. egyrészes matricával foglalkoztunk, de nézzük a sokkal előnyösebb tulajdonságokkal rendelkező többrészes matricákat is. Ilyet láthatunk a 8. ábrán. A szerszám legkényesebb része és a leg-



8. ábra.

jobban igénybevett helye az oldalkeret, tehát legelőször ez megy tönkre. Ha úgy képezzük ki a szerszámot, hogy a keret cserélhető legyen, akkor nagy megtakarítással dolgozhatunk. Az összetett szerszámnál arra kell ügyelnünk, hogy az alap az ütés hatására rúgózásmentes maradjon, a keret jól illeszkedjék az alapra, hogy az illeszkedési helyre az anyag be ne fusson és felperem ne képződhessen. A darab kivételének megkönnyítésére szolgál az alapba vésett, a keretnél kisebb átmérőjű üreg. 0.05 mm-es lépcső elegendő, az anyag még jó kifutásához. A keret felső részén a henger folytatásában látható 2°-os konicitás arra szolgál, hogy a lapka az üregbe behelyezhető legyen. A hengert rendszeren úgy képezzük ki, hogy 1.5–2-szerese legyen a lapka vastagságának. A többrészes matricának az egyrészeshez szemben előnye még, hogy az alapon lévő karikák jól tisztíthatók és a kiköpt, vagy repedt szerszám jól cserélhető.

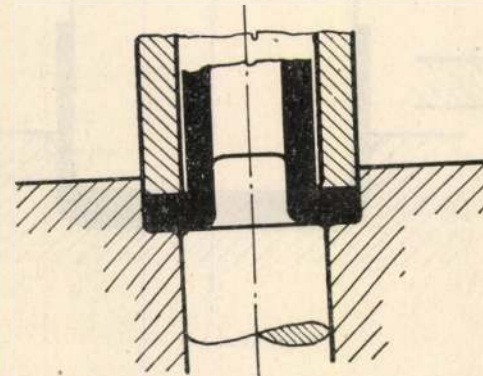


9. ábra.

#### A szerszám anyaga.

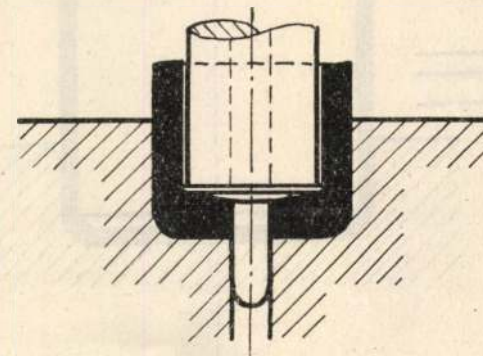
Ha a szerszámot pontosan készítjük el és gondosan állítjuk be, akkor feltétlenül jó gyártmányt kapunk. A szerszám jó kiképzése magában még nem elegendő, mert ügyelnünk kell még a jó acél megválasztására és a helyes edzésre is. Általában a kopásnak jól ellenálló és melegen nem formálódó acélok jók. Tükskének és alsórésznek a 12 %-os Cr-acél felel meg. Az edzés után a tükskét 58–60, az alsórészt 60–62 Rockwell keménységi fokra kell megeresztenünk. Az ilyen tükskével 200.000 darabot, kerettel 50–70.000 darabot, alapjal 200–250.000 darabot lehet legyártani.

A szerszámkészítés gyakorlatilag akkor helyes megoldású, ha a sajtolással a darabon minden egyirányú művelet vele elvégezhető.



10. ábra.

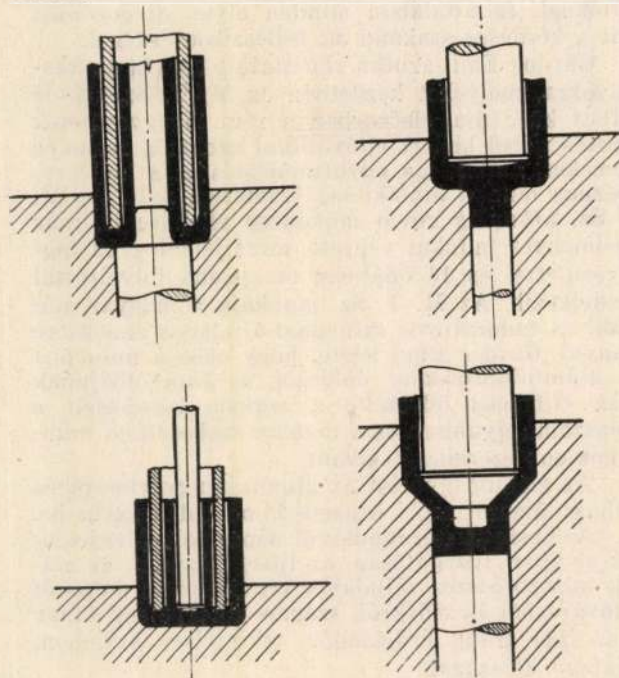
A 9. ábrán a legrégebben ismert külső magas fröccs-eljárást látjuk. Ezt az üreges testek minden formájára alkalmazhatjuk. A teli lapka az üreges rész formáját veszi fel. A 10. ábrán lyukasított lapkával dolgozunk és a megfelelő szerszám részére az alap is lyukas. A 11. ábrán a szerszám belül



11. ábra.

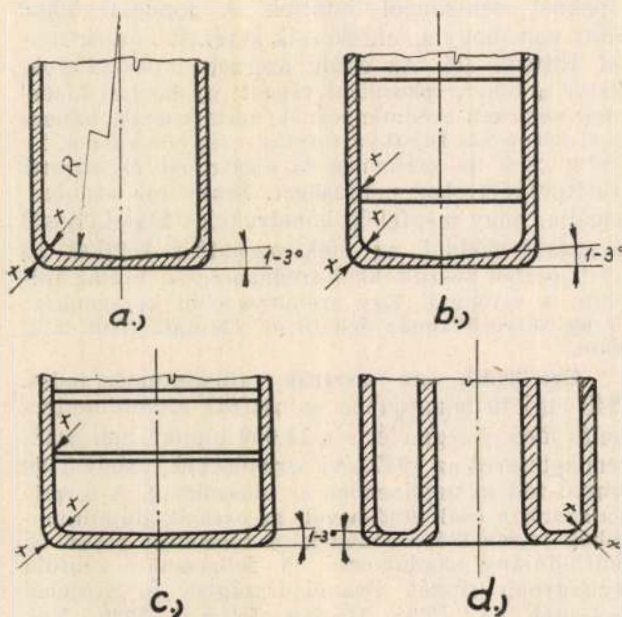


lyukas és az anyag belül fut felfelé. Lyukas lapkát alkalmazunk, ha a tüske csőalakú. A csőtüskét kívülről az alsórész vezeti. Az alsórészben ülő ellentüske biztosítja a közbenső teret a fröccsenítéshez.



12. ábra.

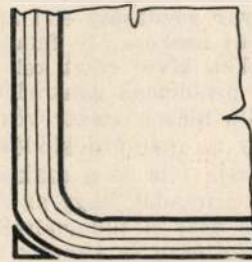
A 12-es ábracsoporton látható a hideg fröccs-sajtolásnak más felhasználási lehetősége. A 13-as ábra néhány jellegzetes darab kialakítását mutatja.



13. ábra.

A tüske alsó végének konicitása a fenék kiképzésénél  $1-3^\circ$  (13. ábra). Hengeres testeknél a tüske domború, úgy, hogy a gömb érintője  $1-3^\circ$  alatt menjen. (13. ábra.) Négyzetű (13b. ábra) testeknél a rövid oldal konicitása több vagy kevesebb, mint a hosszúé. Ezt esetenként kell kikísérletezni. A darab kiképzésénél bizonyos játékokra ügyelni kell. Duplafalú edényeknél is beállíthatjuk az anyag

konicitását  $1-3^\circ$ -ra (13d. ábra). Ezenkívül súlyt kell helyezni az átmenetekre és a saroklegömbölyítésekre is. A legömbölyítési sugár ( $r$ ) min. 0.8 mm legyen.  $R$  általában a darab nagysága szerint változik (13. ábra). Nem szabad figyelmen kívül hagyni a külső legömbölyítést sem, mert a sarokban az anyag összetorlódik és ez repedést okoz, vagy sarokletöréshez vezet (14. ábra.) A sarok



14. ábra.

erősítésével esetleg gyűrű pattanhat le, ha pedig vékonyítjuk a fenéket, akkor az éles külső sarok még veszélyesebb helyzetet teremt. A jó fenéksaroknál  $r = 1.5$  mm.

(Folytatjuk.)

## Hírek.

**Megalakult a Bányászati és Kohászati Egyesület Alumínium-Szakosztálya.** A múlt számunk hírei között már jelentettük szakosztályunk megalakításának előkészítő munkálatait. Most örömmel közölhetjük a hírt, hogy az előkészítőmunkálatok befejeződtek s a szakosztály február 9-én ténylegesen, formailag is megalakult. Az alakuló ülést Osztrovszky Györgynek, a Bányászati Kohászati Egyesület elnökének, a Szénbányai Ipari Igazgatóság vezérigazgatójának megnyitója vezette be, amelyben röviden vázolta a Szakosztály megalakulásának előzményeit, majd Gillemot László műegyetemi ny. r. tanár, a Szakosztály elnöke ismertette a szakosztály programját és megindokolta, miért alakult meg ez a társadalmi munkaközösség éppen a Bányászati és Kohászati Egyesület kebelében. Ez az egyesület volt ugyanis az, amely már kezdetől fogva tudományos síkon a bauxitbányászat és alumíniumkohászat- és ipar kérdéseit állandóan napirenden tartotta. Ennélfogva ebben az egyesületben dolgozhatók és fejleszthetők ki mindazok a kérdések, amelyek az erre a célra életrehívott intézetben a tiszta tudományos kutatáson keresztül hazánk eme iparát világviszonylatban jelentőssé tehetik. De ebben az egyesületben állanak legközelebb egymáshoz azok a feladatok is, amelyek azonos célkitűzés mellett egy síkon mozognak, mint amilyen pl. a timföldgyártással kapcsolatos bauxitból való vasérselőállítás.

Utána dr. Dobos György a magyar és külföldi alumíniumipar helyzetéről tartott igen ügyesen összeállított összefoglaló előadást, amelyben röviden ismertette a timföldgyártási eljárásokat, a timföld elektrolyzist s nagy vonásokban párhuzamot vont a legújabb alumíniumelőállítási eljárások között.

A felszólalások során Bodor Aladár üdvözölte elsőnek a megjelentek közül a szakosztályt és a kitűzött program részletei iránt érdeklődött. Majd Bálint Róbert iparigazgató-helyettes mutatott rá a



kapitalista érdekeket szolgáló multbeli alumínium-  
iparfejlődés lassú menetére. Kitért azután arra a  
kérdésre, hogy a felszabadulás előtti elhanyagolt  
félgyarmati ipar képét mutató alumíniumipart a  
nép iparává kell fejleszteni. Ennek a feladatnak a  
végrehajtásában nem kis szerepe van a műszaki  
értelmiségnek, mely a reakció minden rémhírter-  
jesztése és igyekezete ellenére jól megállta a helyét  
és a jövőben is ki kell hogy vegye a részét az ipar  
és az egész magyar gazdasági élet építésénél. Vá-  
zolta azután az új szakosztály feladatait, mely a  
tudományos munkán kívül részt kell hogy vegyen  
z ipar elé táruló problémák gyakorlati megoldásá-  
ban is. Az alakuló ülésen résztvevők nagy száma  
azt mutatja, hogy az ipar érdeklődéssel fogadul a  
szakosztály munkája felé és a szakosztály vezetősé-  
ge elé hárul az a feladat, hogy az egyesületi éle-  
tet és munkát ne csak a tudományos és műszaki  
elitre, hanem az újtókra és élmunkásokra támasz-  
kodva is kifejlessze és kiszélesítse. Az Aluminium  
Ipari Igazgatóság dolgozói nevében sok sikert kí-  
vánt az alumíniumszakosztály jövő munkájához.

A következő felszólaló dr. Cséky Sándor, az  
Ipari Központ vezérigazgatója, felszólalásában ki-  
fejtette, hogy nem véletlen, hogy az alumínium-  
szakosztály munkáját csak az államosítás után  
kezdhetette meg. Az államosítás előtti időszakban  
különösen kirívó volt, hogy ebben az iparban gyári  
titokként kezelték minden újítást, minden olyan  
eredményesebb munkára vezető ötletet, mely az ipar  
felemelkedését lett volna hivatva szolgálni. Az  
államosítás után a helyzet megváltozott, ma már  
vállalataink és szakembereink ki akarják cserélni  
tapasztalataikat, és erre legalkalmasabbnak éppen  
ez a szakosztály látszik.

Kifejtette továbbá dr. Cséky vezérigazgató,  
hogy az alumíniumszakosztály vezetősége előre  
szabja meg az előadások irányvonalát és az előadá-  
sok feltételül alkalmazkodjanak és tartsanak lé-  
pést az ipar problémáival és felfejlesztésével. Elő-  
adásaink — mondotta — szóljanak egyrészt tudomá-  
nyos alapon a műszaki elithez, de ugyancsak  
szóljanak élmunkásaink és jó szakmunkásaink felé  
is, lehetőséget adva ezeknek is, hogy megismerjék  
a szakosztály munkáján keresztül az ipar, a tudomá-  
nyos kutatás őket érdeklő problémáit. Az Alu-  
minium Ipari Központ nevében az alumíniumszak-  
osztály munkájához, a legmesszebbmenőbb támoga-  
tás kihangsúlyozásával, sok sikert kíván.

Ajtay Zoltán felszólalásában a hazai bauxitok  
minőségi kérdéseit, Jakóby László pedig a magne-  
siumkohászat lehetőségeit érintette. A felszólalá-  
sokra először Gillemot László egy. r. tanár, a meg-  
indult új „Aluminium“-lappal kapcsolatban vála-  
szolt, majd Osztrovszky György elnök adott össze-  
foglaló választ a felszólalóknak.

Az utolsó felszólaló Gárdos Emil, a Műszaki és  
Természettudományi Egyesületek Szövetsége köz-  
ponti titkára volt, aki a tudományos egyesületek  
feladatait vázolta a népi demokráciában, a 3 éves  
és majd az 5 éves terv teljesítése érdekében. A kor-  
mányzat a tudomány fejlesztésére igen jelentős  
összegeket áldoz és szervei, a Magyar Tudományos  
Tanács és az Iparügyi Minisztérium a tudományos  
és ipari kutatásokat hatékonyan támogatják. Azon-  
ban munkájuk csak akkor járhat teljes eredmén-  
nyel, ha olyan társadalmi fórumok is vannak, ame-  
lyek lehetőséget adnak arra, hogy az ipari és tudomá-  
nyos műszaki dolgozók a felvetett problémákat  
minden hivatalos jelleg nélkül megbeszélhessék és

a megoldási lehetőségeket megvitathassák. Ezek a  
szervek a tudományos egyesületek, azonban a régi  
társadalmi egyesületek kizárólagos jellegével szem-  
ben itt kell tömörülniök az egyes tudományágakhoz  
tartozó mérnököknek, tudósoknak, élmunkásoknak,  
újtókknak és általában minden olyan dolgozónak,  
akit a kérdéses szakmai ág fejlesztése érdekel.

Gárdos Emil azután rámutatott azokra az aka-  
dályokra, melyeket kezdetben az M. T. Sz.-nek le-  
kellett küzdenie, elsősorban a régi tagegyesületek  
vezetőségéből kellett eltávolítani azokat a reakciós  
elemeket, akikkel az együttműködés és a kollektív  
hasznos munka kialakítása lehetetlen volt. Az M.  
T. Sz. aránylag rövid működése ellenére is, már  
eredményes munkát végzett, mert jelenleg 19 tag-  
egyesülettel és 14 önállóan megjelenő folyóirattal  
rendelkezik. Az M. T. Sz. munkája a magyar mű-  
szaki és tudományos színvonal általános emelésére  
irányul. Gárdos Emil kérte, hogy ebbe a munkába  
az alumíniumszakma dolgozói is kapcsolódjanak  
bele. Örömmel üdvözölte a szakma képviselőit a  
szépszámu gyűlésen és a további szakosztályi mun-  
kához sok szerencsét kívánt.

Az alakuló gyűlést az alumíniumgyártásról és  
felhasználásról szóló keskenyfilmelőadás zárta be.

Az összejövetel rendkívül népes volt. Megjelen-  
tek az Ipari Igazgatóság, az Ipari Központ, az alá-  
juk tartozó összes vállalatok képviselői és dolgozói  
a fővárosból és vidékről, számos műegyetemi tanár  
s az ipar iránt érdeklődők tekintélyes számban,  
mintegy kétszázan.

**Kerékbroncsvasak — elektronból.** Német-  
országban a háború után gyakori jelenség volt,  
hogy az üzemben lévő teherkocsi kerekeit repülő-  
kerékbroncsokkal járatják. Ezek az broncsok spe-  
ciális kerekeket igényeltek, amelyeket a repülő-  
gépeknél elektronból öntöttek. A gondolat tehát  
adott volt, hogy a teherkocsik kerekeit is elek-  
tronból állítsák elő. Az eddig szerzett tapasztalatok  
illetve a tehergépkocsival végzett gyakorlati kísér-  
letek nemcsak eredményesnek mutatkoztak, hanem  
az elektron kis fajsúlya folytán még előnyösnek is.  
Eddig csak az acéllemez és elektronkerék közötti  
árdifferencia okoz nehézséget. Szakkörök azonban  
remélik, hogy megfelelő konstrukciós átalakítással  
és gyártásmóddal az elektron-öntésű kerekek az  
acéllemezéből készütekkel eredményesen fogják föl-  
venni a versenyt. Egy személykocsin kerekenként  
35 kg súlycsökkenés érhető el. (Metall 1949. 1/2.  
szám.)

**Emelkedik az osztrák alumíniumtermelés.**  
1948 első 10 hónapjában az osztrák alumíniumter-  
melés mennyisége elérte a 11.000 tonnát, ami csak-  
nem kétszeres az 1947. évi termelésnek, amely 5780  
tonnát tett ki ugyanebben az időszakban. A terme-  
lés azonban csak 20%-a volt az osztrák alumínium-  
kohók termelőképeségének. A termelést áram- és  
timföldhiány akadályozta. A felhasznált timföld  
legnagyobb részét Franciaországból és Svájc-  
ból szereztek be. (The Mining Journal 1949. Vol.  
CCXXXII. No. 5917.)

**Új alumíniumgyártási eljárást szabadalmaztak  
az Egyesült Államokban.** A Szabadalmi Hivatal  
Johnson mérnök (Reynolds Metals Co) új alumi-  
niumgyártási eljárására szabadalmat adott. Az új  
eljárás a nyers bauxitot először kokszzsal és salak-  
képző anyaggal megolvastja és a tisztátalanságo-  
kat ilyen módon nagyrészt eltávolítja. A nagyrészt  
megtisztított, megolvastott timföld olvadt állapot-



ban kerül az elektrolit-kádakba. A kryolitot ugyancsak olvadt állapotban adagolják és az elektrolizist az egyébként szokásos módszerrel hajtják végre. Az új eljárás elektromos áramfelhasználás tekintetében nagy megtakarítást jelent. (The Mining Journal 1949. Vol. CCXXXII. No. 5916.) (Bo—)

**Haiti szigetén nagyméretű bauxitelfordulást fedeztek fel.** Jamaica szigetén 1942. évben bauxitelfordulást fedeztek fel 50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 1%-nál kevesebb  $\text{SiO}_2$ -tartalommal. Az előfordulást a felfedezők „*aluminiumos laterites talajnak*” írták le. A geológiai összefüggések vizsgálata hasonló előfordulások lehetőségét tette nyilvánvalóvá Haiti szigetén. A részletes vizsgálatok valóban megállapították, hogy a Haiti szigetén lévő Rochelois fennsíkon kb. 15 millió tonna jó minőségű bauxit van. A mennyiségi becslés szerint bauxitra vonatkozóan az átlagos vegyi összetétel a következő: 46,8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3,4%  $\text{SiO}_2$ , 2,8%  $\text{TiO}_2$ , 21,9%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,6% P, 0,5% Mn, 24,1% izzítási veszteség. Az alumíniumos laterites talaj finoman elosztott vöröses, sárgásbarna anyagból áll. A fő ásványösszetevők a gibbsit, böhmít, hematit és goethit. Az előfordulás harmadkori mészkövön fekszik és Goldich és Bergquist geológusok, akik a területet felkutatták, a bauxitot szoros kapcsolatba hozzák a fekvő eocén mészkövel. Megengedik azonban, hogy más kőzetek is lehetséges alapanyagát képezhetik a bauxitnak, nevezetesen eruptív kőzetek, melyek Haiti szigetén szintén előfordulnak. (The Mining Journal 1949. Vol. CCXXXII. No. 5916.) (Bo—)

**Könnyűfémhulladék-olvasztó vonatok Németországban.** A Metall 1/2. száma érdekes hírt közöl a szovjet megszálló övezetben üzembehelyezett mozgóberendezésről. A repülőroncs-hulladékoknak, azok terjedelme folytán, a gyűjtőhelyről az olvasztóműhöz való szállítása, meglehetősen nagy fuvar költséggel jár. Erre való tekintettel a szovjet övezetben egy úgynevezett „olvasztó-vonatot” hoztak üzembe, amely 1 kemence-, 1 kátrányolaj-, 1 kokilla-, 1 műhely- és egy lakókocsiból áll. A mozgó vonaton 4 tengelyes teherkocsira van felszerelve a kemence, amely a már többször ismertett előteret megoldású. 2 olajgövel van felszerelve, amelyek lángja a gyűjtőtér fölött egészen az olvasztó előtérig terjed. Egy műszak alatt a berendezésnek 10 t a teljesítménye. A berendezéssel végzett kísérleti olvasztások teljesen kielégítő eredménnyel jártak. Arra vonatkozó adatok azonban még ismeretlenek, hogy a mozgó kemencének mekkora lesz az élettartama. Jy

**Alumínium-híd építenek Kanadában.** Az „Aluminium Company of Canada” jelentése szerint munkabavették az első tisztán alumíniumból tervezett közúti hídnak az építését, amelyet ez év júliusában akarnak befejezni. A 150 m hosszú és 7 m széles híd mindössze 200 t súlyú lesz, míg a megfelelő acélkonstrukciójú híd 400 t volna. Az alumíniumból készült szerkezeti részeknek nemcsak a szállításánál értek el jelentős megtakarítást, hanem az alapozás kivitelénél is. Jy

## Nemzetközi alumíniumhírek

**Románia a jövő évre nagy alumíniumüzem építését vette tervbe.** Az üzem hazai bauxitot fog felhasználni. Eddig Románia importálta az alumíniumot annak ellenére, hogy 57—60% timföldet tar-

talmazó nagy bauxitelfordulásai vannak. (Metal Industry Vol. 74. No. 1. jan. 7.)

**Németország:** Az amerikai zónában, Ingolstadtban új gyár létesült, mely alumíniumötvözetből iskolai táblákat készít. A gyár jelenleg napi 500—600 ilyen törhetetlen táblát gyárt, de a termelést napi 1.000 darabra szándékszik felemelni. (Metal Industry Vol. 74. No. 1. jan. 7.) — A lippei alumíniumkohót a brit zónában, mely áramhiány miatt néhány hónappal ezelőtt leállt, előreláthatólag február végére újból üzembehelyezik. Az üzem kapacitását havi 900 tonnára remélik felemelni. (Metal Industry Vol. 74. No. 12. jan. 14.)

**Angol szabványok:** A British Standards Institution kiadásában most jelent meg a húzott alumíniumra és alumíniumötvözetekre vonatkozó új szabványelőírás. (B. S. 1470:1948.) A többi alumíniumárut illetően hasonló művek kiadását a közeljövőre tervezik. (Metal Industry Vol. 74. No. 2. jan. 14.)

**Egyesült Államok:** Az Iron Age közlése szerint Északnyugaton, a Csendes Óceán mentén az áramhiány kihat minden iparra, leg súlyosabban azonban az alumíniumipart érinti. A Northwest Power Pool, mely öt államot és Brit-Kolumbia egy részét látja el, január legerősebben igénybevett óráiban 145.000 kW áramhiányra számít. Vízszolgáltatási nehézségek esetén azonban a hiányt 431.000—453.000 kW-ra becsülik. A Bonneville Power Administration az alumíniumipar részére az év folyamán már több mint 200.000 kW áramigényt utasított vissza. Az áramkorlátozás az évi kohóalumínium-kapacitást a Kaiser-cég részére 210 millió lb-val, a Reynolds Co. részére 200 millió lb-val, az Alcoa részére pedig 165 millió lb-val csökkenti. Az ország más részében is áramhiánnyal küzdenek. Az Alcoa nemrég átvette az államtól a massena-i (N. Y.) alumíniumkohót, de áramhiány miatt ennek csak egy részét tudja üzemben tartani. 1948 első három negyedében az USA kohóalumínium-termelése 465.000 tonna volt, ami — ha az utolsó negyedévben nincs áramhiány — a legmagasabb háború utáni termelés lett volna, viszont még ez az érték is csak a háborús 920.000 tonna 50%-át képviseli.

A kanadai ipart is súlyosan érinti az áramhiány. Ontarióban és Quebecben az üzemek már csökkentették termelésüket. Az Aluminium Company of Canada arvidai (Quebec) üzemében a három kádsor közül egyet üzemben kívül helyeztek. Tavasz előtt nincs is kilátás az áramszolgáltatás javítására. (The Iron Age, 1948. dec. 2.)

Alumínium Co. of America (Alcoa) csökkenti a vevők részére kiadandó áru mennyiségét, lemezek szállítását pl. 25%-kal redukálták. Mr. Davies, az Alcoa alelnöke szerint az alumíniumhiány a következő okokból ered: 1. hadirendelések növekedése, 2. szárazság Kanadában, minek következtében a behozatal onnan csökken, 3. Alcoa kapacitása 40 millió lb-val lesz kevesebb, ha Niagara Falls-ban az olvasztóművet áramhiány folytán üzemben kívül helyezik. (The Iron Age dec. 23.)

**Alumínium árak:**

Egyesült Államok 99 + 1/2% . . . \$ 17.— pro 10.000 lb  
kohóalumínium \$ 16.— pro 10.000 lb  
Anglia: Alumíniumtuskó . . . £ 87.— pro tonna.

Titánból készült kísérleti hidropláncsónakok gyártását tervezik. A titán súlyához képest igen



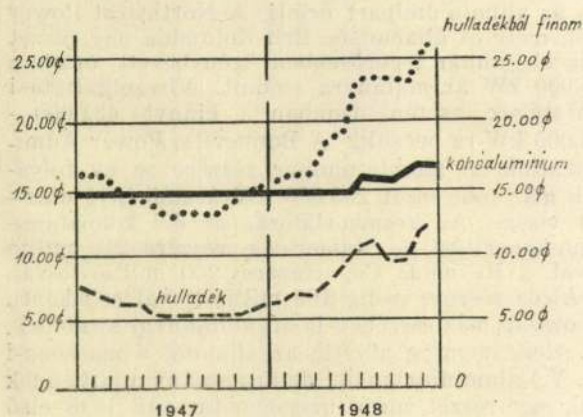
szilárd és a tengervíz korrozójának jól áll ellen. (The Iron Age, jan. 11.)

Az Iron Age közlése szerint az Egyesült Államokban 1949 első negyedére 10.000 tonna alumíniumlemez és szalag kivitelét irányozták elő. Ez 1500 tonna emelkedést jelent 1948 utolsó negyedével szemben.

Az Aluminium Co. of America tavaly kezdte meg egy új kohó építését Point Comfortban. Az üzem kapacitását évi 35.000 tonnára tervezik. Még legalább egy további évig fog tartani, míg a gyár teljesen elkészül.

Kohóaluminium hiánya folytán Alcoa nem tudta üzembehelyezni óriási alumínium hengerművét Davenportban. Az üzem évi kapacitása 60.000 tonna és lemezeket 120 inch szélességig fog gyártani.

Alumíniumhulladékban 1948 év folyamán erős hiány mutatkozott. A hulladék ára erősen emelkedett, az újra feldolgozott alumínium ára így 10—12 centtel volt magasabb a megfelelő tisztaságú kohóaluminium áránál.



A Gazdasági Együttműködési Bizottság Nyugat-Európa részére \$ 26 millióig terjedő kanadai alumínium behozatalát engedélyezte 1948 szeptember végéig. A hathónapos időszakra az engedélyezés 100.000 tonna kohóaluminiumra szolt, libránként 16 cent áron. A szállítás főrésze Angliába irányult. Ezen időszak első öt hónapjában viszont 22.000 tonna hulladékot, lemezt és alumíniumtuskót vittek be az Egyesült Államokba a belföldi árnál 50—70%-kal magasabb áron.

Alumíniumhiány idézte elő a feketepiac létrejöttét, ahol a lemez- és szalagtermék 10—20 centtel a piaci áron felül kerültek eladásra. A hiány 1948 év folyamán erősödött és a feketepiac árai az év végén voltak a legmagasabbak.

A hadsereg újrafelszerelésével kapcsolatban a repülőgépek részére mutató alumíniumszükséglet csak 1948 év végén éreztette hatását. Az a vélemény, hogy a repülőgépipar részére csupán karbantartás és felújítás céljára évi 40—50.000 tonna alumíniumra lesz szükség.

**Olaszország:** Az olasz alumíniumipar törekvése az, hogy elérje a háború előtti színvonalat. 1948 első 8 hónapjában 20.000 tonna alumíniumot

állítottak elő. Olaszország termelése az elmúlt években a következőképpen alakult:

1941	— kb 49.000	to
1942	— kb 47.000	„
1943	— kb 47.000	„
1945	— 4.000	„
1947	— 24.000	„

Olaszország alumíniumszükségletét kb évi 30—40.000 tonnára becsülik. (Light Metals 1948. dec.)

**Anglia:** 1948 november 26-án Sunderland kikötőben a világ első alumíniumötvözetből készült csapóhidját átadták a forgalomnak. (Light Metals 1948 dec.)

**Ausztria:** Drótkötélvasút személyszállító kocsijait alumíniumból készítették a tiroli Jenbach melletti vasút számára. Az osztrák „Wertheim“ felvonókat is alumíniumból állítják elő. Mindkét esetben az alumínium alkalmazása az önsúly csökkenését célozza. (Machinery Lloyd, december)

**Norvégia:** 3000 tonna alumíniumot és 25.000 tonna piritet szállít a Szovjetúnióknak egy 1949-ben megkötött kereskedelmi egyezmény alapján. (Metal Industry Vol. 74. jan. 21)

**Svédország:** Svenska Aloxidverken, Sundsvall, építési engedélyeket kért, hogy növelhesse alumíniumtermelését. Az a vélemény, hogy ha más cégek is kérnek ilyen engedélyeket, Svédország abban a helyzetben lesz, hogy megkétszerezze alumíniumtermelését. (Metal Industry Vol. 74. jan. 21)

## Könyvismertetés

Január közepén a Népszava Könyvkiadó kiadásában a „Népszava Műszaki Könyvei“ sorozatban megjelent Domony—Köves—Vajk: Alumíniumipari Kézikönyve.

A kézikönyv minden alumíniumiparban foglalkozó dolgozó részére nélkülözhetetlen segédkönyv, amelyben megtalálja az eddig megjelent összes magyar alumínium-szabványokat is.

A könyv felépítésében a logikai sorrendet követi és a szabványok közlése után az alumínium és ötvözetek öntésével, majd a megmunkálásával, utána a forgácsolásával foglalkozik. Részletesen ismerteti a különböző kötési eljárásokat, a szegecselést, korcolást, hegesztést és forrasztást. Az alumíniumszegecselést a magyar irodalomban e helyen ismertetik részletesen először. Az itt közölt ábrákat és táblázatokat eddig nélkülöztük és itt mindenki megtalálhatja a céljának legmegfelelőbb szegecselési megoldást.

A művet tökéletesen egészíti ki az alumínium felületi kezelésének részletes ismertetése. Külön fejezetben tárgyalja az alumínium korrozóját és ennek kiegészítéseképpen az egyes vegyületek hatását az alumínium felületére. Végül kitér a könyv az alumínium tisztítására is. Tökéletesen egészíti ki a könyvet a lemezek, idomrudak, súlytáblázata.

A korszerű könyvecske 137. oldalán mindent megtalálunk, amire az iparban szükségünk lehet. Az egyes diagramok, valamint a sok ábra csak tökéletesebbé és könnyebben érthetővé teszi. A könyv nyelvezete magyaros, gördülékeny.



*Dugattyú, acélcészés ólombronz csapágy,*  
*speciális bronz- és alumíniumöntvények*  
**IFJ. TÓTH FERENC fém-, alumínium- és kokillaöntöde**  
BUDAPEST, XIII., Béke-tér 9. szám. Telefon: 200-233

## Hirdessen

az összes műszaki lapunkban!

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.  
TELEFON: 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cikket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

## Kéményépítés

Kazánbefalazás

Kemenceépítés

**Custodis Alfonz r. t. Budapest**

Nádor-utca 19. sz. Telefon: 120-376

## Magnezitipar Részvénytársaság

Budapest, X., Gyömrői-út 48  
TELEFONSZÁM: 186-233

Szállít:

Magnezit-, samot-, sav- és lúgálló téglákat a legegyszerűbb igénybevételtől a legmagasabb különleges igénybevételnek megfelelően megválasztott minőségekig. Ipari kemence- és kályhabélések. Magnezit- és samothabarcok és kiték

## FERMAGO

szabadalmazott sav-, mangán- és vastalanító vízszűrő anyag

**Díjtalan mérnöki szaktanács**



SIEMENS

## ACÉL-ÖNTVÉNYEK

ELEKTROACÉLÖNTVÉNYEK DIN.1681. SZERINT, TOVÁBBÁ NEM ROZSDÁSODÓ, SAVÁLLÓ, HŐÁLLÓ ACÉLÖNTVÉNYEK AZ ÖSSZES IPARÁGAK RÉSZÉRE.

ÖNTVÉNYEK MEGSZERKESZTESENEL, A LEGMEGFELELŐBB ANYAGMINŐSEG KIVÁLASZTÁSÁNÁL, SZÍVESEN SZOLGÁLUNK ÚTMUTATÁSSAL.

**FRIEDR. SIEMENS MŰVEK RT.**

BUDAPEST, XIII., VÁCI-ÚT 83-85. SZ.  
TELEFON: 201-173, 200-195.



# BAMERT

BÁNYAGÉPEK ÉS

MECHANIKAI SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA R.-T.

UJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON 292-855, 292-854

**Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kéntelenítő berendezéseket**

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámiái stb. tüzemek kemencéihez és  
gőzkazánokhoz.

**Koller Károly**

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

**CSÉCS E. „BORA” BÁNYAGÉPEK VÁLLALATA** BUDAPEST, VI.  
BENCZUR-UTCA 3

TELEFON: 228-294

Évtizedek óta szállít mindig

KORSZERŰ KUTATÓ-, MÉLYFŰRŐ-, JÖVESZTŐ-,  
SZELLŐZTETŐ-BERENDEZÉSEKET, GÉPEKET, TARTOZÉKOKAT

**Sodronykötélpályák  
Emelő-  
és szállítóberendezések  
Kötörőgépek  
Bányavasúti felszerelések  
ROESSEMANN—HARMATTA**

Gép- és Csőgyár r. t.

**Budapest,  
III., Római fürdő  
Központi iroda:  
IV., Somogyi Béla-út  
22.**

*Éjjel-nappal  
üzemben levő  
munkagépekhez*

**THERMIT**  
**CSAPÁGYFÉM**

*Rajna Sándor*

*fémkohászati és fémkereskedelmi  
vállalata*

*Budapest, V., Zoltán-u. 10.*

*Telefon: 12-13-28*



# BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK





# BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja • Szerkesztő: a Szerkesztőbizottság • Felelős szerkesztő: Kerpely Kálmán • Szerkesztőség: IX. ker., Lónyay-utca 41. szám. Telefon: 189-483 • Kiadóhivatal: V. ker., Szalay-utca 4. szám. • Telefon: 122-299, 125-288. Csekkzámlaszám: Magyar Nemzeti Bank 22. sz. fiókjánál 74.622. számú postakareképzéstartási csekkzámla.

Dr. Gillemot László: A tudományos kutatás hazai problémái . . . . .	81
Vajk Artúr: Széntelegek elgázosítása . . . . .	86
Boldizsár Tibor: Szénfejtőgépek . . . . .	91
Wisnyovszky László: Öntészeti nyersvasgyártás hazai nyersanyagokból aluminát salakképzés mellett . . . . .	99
Zsigmond Béla: A tudományos tőzegkutatás nemzetgazdasági jelentősége	105
Dzsida József: A Tőzegkutató Intézet szervezete, elvégzett és meg- oldandó feladatai . . . . .	107
Dr. Schmidt Eligius Róbert: A barlangi kürtök és a gleccserüstök képző- désének geomechanikája . . . . .	110
Szász Oszkár: Antracitszabály, tapadóképeség és egyéb . . . . .	113
Dr. Györki József: A szenek kokszosításának feltételeiről . . . . .	114
Hazai hírek . . . . .	115
Külföldi hírek . . . . .	117
Termelés — Világpiac . . . . .	118
Lapszemle . . . . .	119
Könyvismertetés . . . . .	119
Egyesületi ügyek . . . . .	120

## Aluminium

Dr. Papp Elemér: Vanádium kinyerés vanádiumtartalmú nyers iszaphól	49
Koncz István: Az elektrolitikus polírozás . . . . .	51
Domony András: A világ timföldgyárainak elhelyezése és kapacitása . .	57
Dobos György: A magyar és külföldi alumíniumipar . . . . .	60
Emőd Gyula: Az alumínium hideg fröccs-sajtolása . . . . .	64
Külföldi hírek . . . . .	66
Lapszemle . . . . .	68

Hungarian Journal of Mining and Metallurgy. • Revue Hongroise de Mines de Métallurgie. • Венгерский Журнал Горного Дела и Металургии. • Rivista Ungherese di Miniéra di Metallurgia • Ungarische Zeitschrift für Berg u. Hüttenwesen.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége kiadása. Felelős szerkesztő és kiadó: Kerpely Kálmán - Szikra Rt., Budapest, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYASZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

## Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

3. szám.

## Vanadium kinyerés vanadiumtartalmú nyers iszapból

DR. PAPP ELEMÉR

## Summary.

Valuable Vanadium in form of concentrated or clean salts may be obtained from sludges of proportionally high vanadium pentoxyd content (1.5—4 per cent). Research work was performed by the Hungarian Aluminium Research Institute and the article deals with the first results obtained.

## Überblick.

Aus Schlämmen mit verhältnismässig hohen Vanadium-Pentoxyd-Gehalt (1.5—4%) kann das wertvolle Vanadium in Form von angereichertem oder reinem Salz gewonnen werden. Die Forschung wurde durch das Ungarische Institut für Aluminiumforschung durchgeführt und der Artikel berichtet über die ersten günstigen Ergebnisse.

## I.

Mint ismeretes, a timföldgyártás folyamán az alumínát lúgból a gyártás bizonyos fázisában barnásszínű, lúgos, kénhatású iszap válik ki, melyet vanádiumiszapnak, szulfátiszapnak vagy foszfátiszapnak neveznek.

Mivel ez az iszap a tapasztalatok alapján aránylag magas vanádiumpentoxid-tartalmú (1.5—4%-ig) felmerült az a feladat, hogy ebből az iszapból a nagyértékű vanádiumot dúsított, vagy tiszta só formájában kinyerjük. Az Aluminium Kutató Intézet behatóan foglalkozott ennek a vanádiumiszapnak feldolgozási lehetőségeivel és kutatásainak eredményét az első kutatási feladatok lezárása után, röviden az alábbiakban közöljük. A kutatások további eredményeiről annakidején szintén tájékoztatást fogunk adni.

1. Nyersanyag. Kétféle mintát kapott az Aluminium kutató Intézet. Az egyiket az ajkai, a másikat a magyaróvári timföldgyárból. A minták egymástól lényegesen különböztek, bár közös vonásaik is voltak. Mind a kettő nedves, helyenként kristályos tömegeket tartalmazó vörösesbarnás színű púp. Az ajkai nedvesebb benyomást kelt. Összetételük egyenlőtlen, babszem, sőt mogyorószem nagyságú, világosabb és sötétebb csomók vannak bennük. Míg a magyaróvári száradásra és kristályképződésre hajlamos, addig az ajkai nehezen szárad és csak a levegő szén-savjával telítődve, mely szabad lúgtartalmát megköti, lesz szilárdabb konzisztenciájú. Átlagos elemzési adatai, a nyers mintából vett anyagot vizsgálva, tehát nedves állapotra vonatkoztatva:

	ajkai	magyaróvári
nedvesség . . . . .	30%	41.5%
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	40%	28.5%
NaOH . . . . .	5%	—
(R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) összes oxid közvetlen szűréssel . . . . .	0.6%	0.2%
(R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) szabályos leválasztással . . . . .	5%	0.7%
Kovász . . . . .	0.6%	0.7%
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	16.5%	21.4%
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1.82%	4.01%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.7%	2.6%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	nyomok	nyomok

A szárítás 110° C-on történt; vörös izzáson az ajkainál 2%, a magyaróvárinál 1.5% a további súlycsökkenés.

2. A minták feldolgozása. Minták vanádiumkinyerés szempontjából történő feldolgozása nagy nehézségekkel jár. Elsősorban aránylag kis vanádiumtartalom sok lúgos kémhatású ballasztanyag mellett van jelen. Rendkívül zavaró ezen kívül az alumíniumoxid jelenléte, különösen nagy mennyiségben az ajkai mintánál. Ugyancsak zavaró a foszfátszennyezés is. A foszfátgyök ugyanis a vanádiumvegyülettel különböző purpüreo és luteo, színben is különböző vegyületeket alkot. Ezenkívül a vanadium metavanádiumsav alakjában hajlamos pszeudoldatok képzésére. Ez azt jelenti, hogy barnás-piros színnel részben oldatban marad, részben a leváló csapadékhoz adszorbeálódik, vagy kristályokkal együtt válik ki. Mindenesetre a feldolgozásnál tanulmányozás tárgyává tettük azokat az eljárásokat, melyek irodalmilag a vanádiumkinyeréssel kapcsolatban szóba jöhetnek. Ezek közül az elektrolitikus leválasztás két formája érdemel figyelmet. Egyik az I. G. Farbenindustrie 1934-es 582.528-as szabadalmi leírásában van ismertetve. Ez vanádiumpentoxid tömény maró-lúgos oldatból elektrolizál 95 C°-on 0.47% amperes áramsűrűséggel. A kapott csapadék 74% fém vanádiumot tartalmaz, az eljárás hátránya, hogy literenként 250 gramm vanádiumpentoxid tartalmú, tehát rendkívül tömény oldatból dolgozik. A mi vanádiumiszapunknál ily tömény oldatnak az előállítása reménytelen. A másik eljárás platina anódot igényel és úgy jár el, hogy az anódtérbe önti az alkalikus nátriumvanadat oldatot és az anódcellában válik ki a tiszta vanádiumpentoxid,



illetve metavanádiumsav, míg a katódtér állandóan lúgosabb lesz. Ezt az eljárást is kipróbáltuk, azonban rendkívül nagy áramfogyasztása miatt a mi erősen lúgos vanádiumiszapjainknál nem látszik gazdaságosnak. (3 Aóra 1 g  $V_2O_5$  az áramszükséglet.) Amellett az anódiszap  $Al_2O_3$ -t is tartalmaz. A harmadik eljárás a Monte Catini S. A. 1939-es 373.489-es számú szabadalma. (Estrazione del vanadio e del fosforo da residui dalla preparazione delle l'alumina con methodo alcalino.)

Ez az eljárás éppen hasonló vanádiumiszapra készült és a következőképpen jár el: a vanádiumiszapot vizes mosásnak veti alá, hogy így a szódatartalmat csökkentse és a vanadiumpentoxid tartalmat 60 g pro literre emelje. Ezután kénsavval 8-as ph-ra állítja be az oldatot, 40 °C-on szűr, a szüredékből kikristályosítja a dinatriumhidrofoszfátot, az anyalúgokat pedig ammonkloriddal kezeli 8-as ph-nél és így kiválasztja az ammoniummetavanadátot, további feldolgozásra. Ennek az eljárásnak két hátránya van, elsősorban az, hogy a mi vanádiumiszapjaink összes alumíniumszennyezése a 8-as ph beállításnál kicsapódik és szennyezi az ammoniummetavanadátot, másrészt pedig az, hogy a kikristályosítások alkalmából sok vanádium veszendőbe megy. Számos egyéb vanádiumfeldolgozási módszer is van. (Witz und Osmond, Compt. rend. 95. 42. Schafarik, Berichte Wien. Ac. 33. 53. Roseje Phil. trans 158 l., st. Claire-Deville, compt. rend. 49210) Általában két fő irányban járnak ezek az eljárások: az 1. ütemben a vanádiumot nátriumvanadát formájában oldatba viszik, azután az egyik módszernél kénhidrogénes lecsapással lúgos közegben előbb az alumíniumhidroxidot, később pedig a vanadiumpentasulfidot csapják le. A másik irányban pedig az alkalivanadát oldatot nyolcas ph-ra letompítva, ammoniák és klórammoniumos közegben lecsapják az ammoniummetavanadátot. Ezen eljárásoknak lényege az, hogy igyekeznek nehezen oldható vanádiumsókat találni. A vanádiumsók közül a legnehezebben oldódik ammonkloridos és gyengén alkoholos közegben az ammoniummetavanadát. 10 gramm pro liter az oldhatósága. Valamennyi többi vanádiumsó jobban oldódik. A vanádium pentasulfidos lecsapás például tömény, negyven gramm pro liter vanadiumpentoxidot tartalmazó oldatból is csak 70%-os, kísérleteink szerint. Ugyancsak nem ad jó eredményt a ferrosulfátos és a báriumsós lecsapás sem. (Még a ferrosulfátos aránylag jobb.) Mind egyiknél azonkívül, hogy legalább 30%-os vanádiumvesztés van, még a lecsapott vanádium vasal, illetve bariummal vegyülve csapódik ki.

3. Mindezen előtanulmányokra szükség volt a vanádiumsó dúsítás kidolgozásának szempontjából. Még egy másik irányban is végig kellett azonban próbálnunk a vanádium elhelyezkedésének százalékos arányszámait. Nevezetesen megpróbáltuk az ajkai bauxitiszapból rendkívül tömény vizes oldatokat készíteni. Ezeket szűrővel, kristályosítással frakcionálni és megvizsgálni, hogy a vanádium melyik részben helyezkedik el. Itt arra az érdekes eredményre jutottunk, hogy összesen 11 gramm vanadiumpentoxidot tartalmazó 600 gramm nyersanyag kiiszapolása, az iszapolt rész bepárolása és kristályosítása, és a kristályosítás után maradó anyalúg vizsgálata azt mutatta, hogy az összes vanádiumnak 20 %-a kilúgozott és nehezen oldható részben maradt vissza. 36 %-a a vizes oldat bepárlása alkalmá-

val kivált kristályos szóda, nátriumfoszfát és nátriumsulfát egyben maradt és 44%-a pedig a nem kristályosított anyalúgban. Mindezek a vizsgálatok arra mutattak, hogy a vanádium kinyerése tiszta formában és jó hatásfokkal rendkívüli nehézségekkel jár, melyeket a szokásos és ismert ipari nehézségeken kívül tetéz még az a körülmény is, hogy a mi vanádiumiszapjaink sajnos nem tisztán vízoldható sókból állanak, hanem rendkívül zavaró és jelentékeny mennyiségű alumíniumoxidot is tartalmaznak.

4. Első célunk volt, egy vanádiumdúsabb alapanyagot kapni. Ezt a vanádiumdúsabb alapanyagot lehetőleg olcsón és lehetőleg vanadiumpentoxidra számítva, jó kihasználással kellett nyerni. E célból a vanádiumnyersiszapból cca. 20—25%-os forróvizes oldatot állítunk elő, melyből betöményítés útján a kiváló nyers kristályos csapadékot (ez kristályszódát, nátriumsulfátot és trinátriumfoszfátot tartalmaz) elkülönítjük. Ez a kristályos csapadék természetesen átkristályosítással tisztítható és akár kaustifikálásra, akár vizlgyítószernek felhasználható. Természetesen az átkristályosításnál nyert anyalúgokat, melyek vanádiumtartalmúak, visszaadjuk az első anyalúghoz. Az így kapott, még erősen szódás és sötét csokoládébarna színű oldatokat dolgozzuk föl vanádiumdúsításra. E célból üzemileg ajánlatos az oldatokat előbb vízzel fölhigítani azért, mivel savas neutralizálás alkalmából a tömény szódatartalmú oldatok igen erősen habzanak és a hab nagyon makacs, az edényből kifut. A hígítást szükséghez képest egy a két-höz, egy a négyhez arányban lehet elvégezni, azonban a fölhígított oldat is literenként legalább 15 gramm vanadiumpentoxidot tartalmazzon. Az erősen lúgos oldatot ezután kénsavval óvatosan közömbösítjük egészen 6 ph-ig. Meg kell jegyeznünk, hogy a magasabb ph-jú, tehát lúgosabb oldatok a vanádiumot könnyen oldatban tartják, azonban az 5 ph-júnál savanyúbb oldatok, ha kisebb mértékben is, de úgyszintén oldják a vanádiumot. A legjobb kiválás a 6 ph-ju oldatnál várható, amikor is a sűrű barna hab, bázikus alumínium-sulfátok és foszfátok kiválása mellett az oldatban lévő vanádiumnak, valamint a pseudooldatban lévő metavanádiumsavnak 85%-át lerántja. Az 1937-ben megjelent Klause és Worobyewa 1937., Moszkva, Chem. J. Ser. B. J. 10. 197. kutatásai szerint ez az eljárás sósavval még jobb hatásfokkal végezhető. Azt állítja a szerző, hogy 0.03 normál sósavval a vanádium 95%-át tudja kicsapni. A sósavas eljárás azonban, tekintettel arra, hogy a 30%-os sósav egyáru a tömény kénsavval, kb. 3-szor olyan drága.

Az így előállított dúsított csapadék leglényesebb tulajdonsága, hogy a nyers vanádiumiszapban volt vanádiumnak cca 85%-át tartalmazza. Színe a világos okkersárgától sötét csokoládébarnáig változik az iszap minőségétől és a leválasztás körülményeitől függőleg. Vanadiumpentoxid tartalma változó, 18—40%-ig. Egy ilyen minta összetétele például  $V_2O_5$  18.5%,  $R_2O_3$  44.8%,  $SO_4$  40.5%,  $P_2O_5$  3.32%. ( $V_2O_5$  csak részben szerepel az  $R_2O_3$ -ban.)

5. Ha megkaptuk a vanadiumpentoxidban dúsított csapadékot, a további feldolgozás alkalmából meg kell gondolnunk, hogy milyen irányban célszerű járni. Nem szabad elfelejtenünk, hogy ez az anyag részben vízben



oldható sókat tartalmaz és így önként fölmerül a lehetőség arra, hogy vizesoldással dúsítsunk. Ez az eljárás azonban műszakilag nagyon rosszul vihető keresztül, mert vizes dúsítás alkalmából rendkívül rosszul szűrődő, szűrőpapírt és vásznat eltömő csapadékok képződnek és a dúsított vanadiumunk megint szétaprózódik. Egyik út volt a Fehling által ajánlott vanadium oxikloridos szálasztásos módszer. Ez a vanadiumoxiklorid kipárolgatatásán alapul. E célból a jól kiszáritott, dúsított anyagokat kétszeres mennyiségű faszénporral összekeverve, száraz klóráramban desztilláljuk. A desztillálás 230—300 fok Celsiuson történik és a vanadiumnak 90—92%-a  $\text{VOCl}_3$  formában kidesztillálható. A  $\text{VOCl}_3$  levegőn erősen füstölő, 172 fok Celsiuson forró, citromsárga folyadék, melyből redukció segítségével a fémes vanadium kiválasztható, vagy vízzel történő forralással a vanadiumpentoxid kicsapódik. Hátránya az eljárásnak, hogy a nagy faszéntömeg miatt, mely aránylag laza és nagy térfogatú, terjedelmes klórálló berendezésre van szükség, másik hátránya az eljárásnak az, hogy a nyert vanadiumoxiklorid erős párolgása és sósavfejlesztése miatt elég kényelmetlenül kezelhető. Előnye viszont az eljárásnak a vanadium jó hatásfokkal történő kiemelése.

De eljárhatunk úgy is, hogy a vanadiumpentoxidban dúsított csapadékot forró lúgos oldásnak vetjük alá, a nyert oldatból kénhidrogén bevezetéssel az alumíniumhidroxidot lecsapjuk és a vanadiumot ezután pedig akár az oldat gyenge savanyítása által pentasulfid formájában csapjuk le, akár pedig a most már alumíniumtól megszabadított vanadiumtartalmú oldatot 8-as ph-ra beállítjuk és ammonkloridos közegből az ammonvanadátot lecsapjuk. Mindezen eljárásoknál a tiszta só kinyerése természetesen újabb vanadiumvesztéseket jelent és csak az anyalúgok ökonomikus felhasználása teszi lehetővé azt, hogy jó vanadiummértéket kapjunk.

6. Fenti kísérleti eredmények gondos mérlegelése után az alábbi kis üzemszerű kísérletet javasoljuk. Mivel a vanadiumiszapminták átlagos összetételére vonatkozólag véleményünk szerint nem adnak teljesen megbízható képet, a folyamatos gyártások alatt állandóan kieső vanadiumiszapok legideálisabb feldolgozási módjára vonatkozólag, szükségesnek látszik, az eddigi laboratóriumi kísérletek alapján, cca. 1 tonnás mennyiségnek következő módon történő kísérleti feldolgozása:

a) vanadiumiszapból készítsünk cca. 20—25%-os forróvizes oldatot, melyet megsűrve egészen töményre párolgatatunk (cca. egyharmad térfogatra.) Kihülés után a kiváló kristályokat nutschszűrőn vagy centrifugán elválasztjuk, külön tesszük. Ebből a kristálymintából meg fogjuk állapítani a legcélszerűbb kristályosítási vagy kausztifikálási eljárásmodot.

b) A kristályokat kevés vízzel fedve, a mosóvizet az anyalúghoz keverjük. Az anyalúgot ezután szükséghez képest kissé felhígítva 8-as ph-ra állítjuk be. A nyert csapadékot ismét szűrjük vagy centrifugáljuk és vizsgálat tárgyává tesszük. Ez a nyert csapadék az első dúsítás. Nagyobb üzemi mintából fogjuk látni, hogy ezen első dúsítás milyen vanadiumpentoxid-százalékot fog jelenteni. A vanadiumpentoxidtartalom nagy mértékben függvénye lesz annak, hogy az üzemenet folyamán milyen az alumíniumoxidtartalom kikeverése a timföldgyártásnál, tehát minél kevesebb marad „vanadium“, v. „sulfát“ iszapban, annál magasabb lesz a vanadiumpentoxidtartalma.

c) E dúsított mintának akár közvetlen kohászati felhasználása, akár kémiai feldolgozása tiszta vanadiumpentoxidra a végleges átlagminta alapján lesz majd legcélszerűbben eldöntendő.

## Az elektrolitikus polirozás

ÖSSZEÁLLÍTOTTA: KONCZ ISTVÁN

### Zusammenfassung.

Das elektrolitische Polieren. Ing. St. Koncz. Mitteilung der Ung. Aluminiumforschung-Institute.

Unter dem Titel versteht und beschreibt der Verfasser die anodische, bzw. elektrochemische Oxidation von Aluminium. Es werden unter anderen, die zum Glanzeloxieren verwendeten Jaquet — Alzak- und Brytallverfahren ausführlich beschrieben.

Az elektromos polirozás felfedezése H. Figour és P. Jaquet nevéhez fűződik, akik az eljárást először nikkelből készült elektroncső alkatrészek fényesítésére használták. (1929.) Több év laboratóriumi munkájának eredményeként 1935-ben jelentek meg Jaquet és munkatársainak további beszámolói az eljárás egyéb fémekre való alkalmazhatóságáról. Ezután rohamos fejlődés áll be, az amerikaiak már 1940-től nagyipari méretekben használják.

Az eljárás lényegében a polirozandó tárgy anódikus kezeléséből áll koncentrált elektrolitok-

ban. Híg elektrolitokban kis vagy közepes áramsűrűségek alkalmazása mellett az anód oldódik, felülete a finom szemcsézettségtől a hálószerű maradványig terjedő képet mutat. Bizonyos koncentrált elektrolitokban, rendszerint szűk hőmérséklet és áramsűrűség határok között az anódikus fém nem oldódik eredeti felületéhez képest aequidistans síkban, hanem a felület kiemelkedő részei előbb oldódnak s így egy majdnem optikailag, de legtöbb esetben legalább a használatos mikroszkópiai nagyítások méretében sík felület keletkezik. A kiemelkedő részek szelektív oldásának mechanizmusa még nincs teljesen tisztázva, igen valószínű, hogy az oka az eljárásoknál a tárgy felületén keletkező nagy viszkozitású hártványban keresendő. Ez a réteg az anódikusan oldódó fém és az elektrolit alkotói közt képződő komplex vegyületekből áll és képződésének előfeltétele, hogy az anód oldási sebessége nagyobb legyen, mint a képződő oldási produktumok eloszlási sebessége.

Ellentétben a mechanikai polirozással, a felületen nem képződik megmunkálási (Beilby) réteg, a polirozott tárgy felülete mikroszkópiai vizsgálá-



tokra közvetlenül alkalmas és a mechanikai megmunkálással egyes fémeknél fennálló rekristallizáció veszélye sem áll fenn. Ipari alkalmazásnál a felületi elkenet réteg hiánya miatt hajszálrepedések, inhomogenitások sokkal egyszerűbben észlelhetők, rendszerint egy kis nagyítással történő felületi ellenőrzés pótolja a különben legtöbbször indirekt módon történő vizsgálatot.

Míg a mechanikailag polírozott felületek fényvisszaverő képessége általában más az utolsó polírozás irányában, ill. arra merőlegesen, addig ez elektrolitikus eljárással minden irányban állandó. A visszaverőképesség abszolút értéke lényegesen magasabb, a felület korrozóval szembeni ellenállása is általában nagyobb. Alumíniumnál ennek az oda valószínűleg egy igen vékony és nagyfokúán áttetsző oxidréteg, bár itt a vélemények még eléggé különböznek.

Egyes — főleg ipari eljárások — igen jól reflektáló felületet adnak, anélkül, hogy a felületi egyenlőtleniséget eltüntetni képesek lennének. Ezeknél az eljárásoknál, ellentétben az ipari polírozással, mechanikailag igen jól fényesített felületekből kell kiindulni. Ezeket az eljárásokat, Jacquet után fényesítésnek, — brillantage — nevezik. Valószínű, hogy a két eljárás mechanizmusában alapvető eltérések vannak.

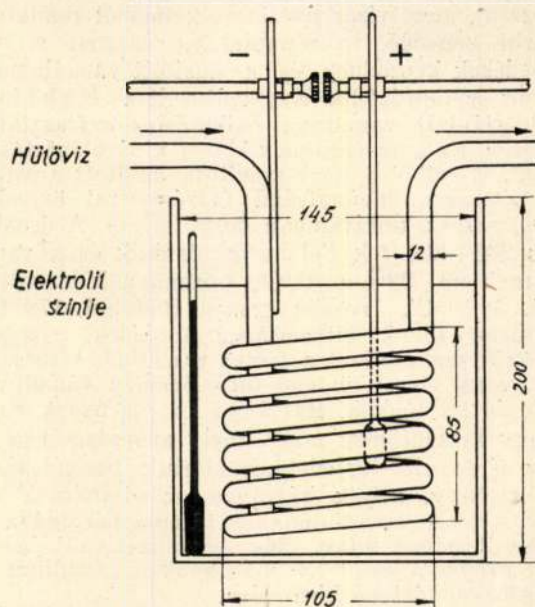
Bár az eljárást először ipari célokra használták, nagyfokú fejlődését a mikroszkópiai technikában nyújtott előnyei adták. Az elektrolitikus polírozás percekre rövidíti az egyes próbadarabok elkészítési idejét és aránylag egyéni ügyességtől függetlenül, sorozatos gyors vizsgálatot tesz lehetővé. Könnyűfémötvözetek folyamatos ellenőrzése nagyobb üzem esetén csak nagyszámú személyzetrel lenne lehetséges, míg elektrolitikus polírozással és kisfilmes felvételi technikával egy vizsgálat 4—5 perc alatt elvégezhető, felvétellel együtt.

Természetesen az eljárás laboratóriumi és ipari előnyeivel szemben számos hátrány is jelentkezik, főleg az eredetileg használt fürdők veszélyes és drága volta, úgyszintén az elég hosszú kezelési idők. Ezért sokan próbálták az eljárás továbbfejlesztését, természetesen a kutatások irányát sokszor szabadalomjogi tényezők is befolyásolták. Jelentősebbek De Sy és Haemers eljárása (20, 20a) Belgiumban, von Hámos (13) Svédországban, A. Halut (106, 148) és Richards (113, 96) eljárásai Franciaországban. Iparilag alumíniumra főleg a Brytal eljárás (43a) Angliában, az Alzak (99, 101, 102) eljárás Amerikában tettek szert jelentőségre.

Az elektropolírozás kivitelezéséhez szükséges berendezés lényegében megegyezik a galvanotechnikában megszokottal, alkotói az elektrolitot befogadó edény a katóddal, hűtő- és keverőberendezéssel, a kezelendő tárgyat tartó szerkezet és az áramforrás a hozzátartozó szabályozó és mérőelemekkel. A hűtőberendezés igen lényeges része a berendezésnek, mert a hőmérsékletváltozások általában igen szűkek, azonkívül a hőmérséklet emelkedése perklórsavas elektrolitoknál robbanékony vegyületek képződésére vezethet.

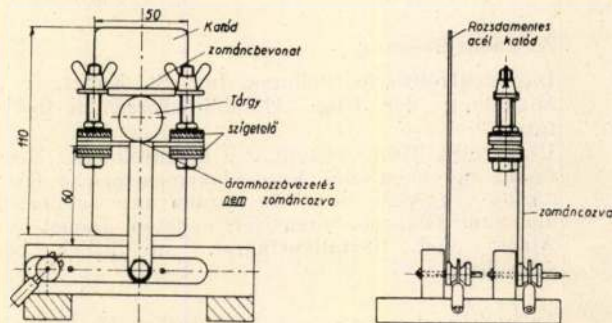
Kísérleti és mikroszkópiai célokra használt cellák felépítése főleg az anódok helyzetében különbözik. Jacquet eredeti elrendezésénél az anódok a fürdő felszínére merőleges. Egy ilyen cellát modern kivitelben ad meg H. Granjon (3, 129) Ld.

1. ábra. A régebbi cellákkal ellentétben, ahol a cella egy külső nagyobb térfogatú edénybe volt



1. ábra.

beállítva és a hűtést a két edény közt levő víz szolgálta, itt a hűtést az elektrolitba merülő és egyszersmind katódként szereplő fém hűtőgyógy látja el. Anyaga rozsdamentes acél vagy alumínium. A cella az adott méret mellett, perklórsavas elektrolittal cca 10 cm<sup>2</sup> nagyságú próbatestekig alkalmazható, több órás üzem esetén is. A rajzban nem szereplő keverő egy egyszerű megörbített üvegbot. Elmaradhatatlan és el nem hagyható kelléke minden cellának a hőmérő, ipari méretű berendezéseknél a használt elektrolit veszélyessége szerint automatikus riasztó-berendezéssel. A tárgy megfogására és egyúttal áramvezetésre legtöbbször egy tiszta alumíniumarót is megfelel, sorozatos vizsgálatoknál igen kényelmes a Merchant [135] által adott konstrukció (2. ábra). A tartó folyadékba merülő része zomán-



2. ábra.

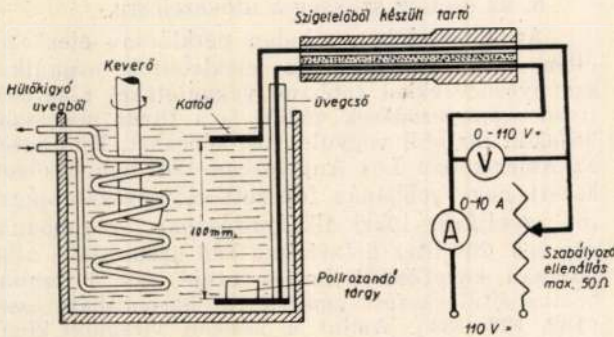
cozva van egyetlen kis felület kivételével, ami áramhozzávetésre szolgál, ehhez van a próbadarab hozzászorítva. A próbatest tartására szolgáló két csavar és járom rozsdamentes acélból készül és az áramvezetésben nem vesz részt.

Nagy áramsűrűségek alkalmazásával egy, a folyadékba merülő és ezzel teljes felületén érintkező tartó tekintélyes veszteségeket okozhat, ugyanakkor az áram megoszlását a munkafelületre za-



varja. Viszont a kontaktus akkora kell legyen, hogy felesleges felmelegedést se okozzon.

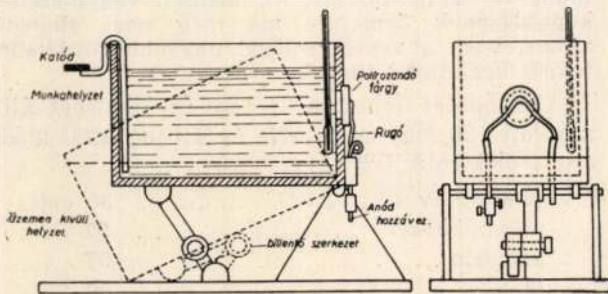
De Sy és Haemers a horizontális tárgyelhelyezést használják, egy ilyen típusú, Löwgren és Hildebrand [24] által megadott cellát mutat a 3. ábra. Ellentétben az eredeti De Sy-féle megoldással [20,



3. ábra.

20a] az anódtartó alul van elhelyezve, így a próbadarab egyszerűen ráhelyezhető. Természetesen a hozzávezetés és az anódtartó felület nem kontaktust képező része szigetelendő (zománcozva). A szerzők által használt cella űrtartalma cca 2 liter, hűtésre üveg hűtőkígyót használnak.

Az elektróda áramhozvezetését és az elektrolittal érintkező idegen anyagok felhasználását igen szellemesen kerüli meg a Brown és Jimison által megadott buktatható cella [7] (4. ábra). Itt a polírozandó felület a szigetelőanyagból készült kád külső felületén van elhelyezve és csak egy, a kád falába vágott ablakon át érintkezik az elektrolittal. A polírozandó tárgyat egy rúgó szorítja tömítőgyűrű közébeiktatásával a cella falához, ez egyúttal áramvezetésre is szolgál. Kezdetben a cella a pontozottan rajzolt helyzetben áll és a folyadékszint



3. ábra.

az ablaknál alacsonyabb. Így a próbadarab ráhelyezhető anélkül, hogy a kezelő az elektrolittal érintkezésbe jutna. Üzemi helyzetben a kád az ábrán feltüntetett állapotban van, a polírozás befejezése után a cellát újra alsó helyzetébe billentik. A cella eredeti méretei 84 mm hosszú, 50 mm széles, 75 mm mély, az ablak 13 mm  $\varnothing$ . Keverés és hűtés ilyen kis térfogat mellett természetesen igen fontos. Tekintve, hogy az ablak mérete állandó, az áramsűrűség egyszerűen ellenőrizhető; nem függ a tárgy egyéb méretétől. Ipari kivitelben, de ugyancsak mikroszkópiai preparátumok készítésére fenti cella változata a Buehler—Waissmann-berendezés. Főbb eltérései, hogy a kád rozsdamentes anyagból készül, cca 500 cm<sup>3</sup> űrtartalommal és katódként is szerepel, a keverést cirkulációs szivattyúval végzi

és az összes műveletek (bekapcsolás, munkahelyzetbe való billentés, stb.) nagymértékben automatizálva vannak. Ipari célokra készült nagyméretű berendezéseknél ugyanezek az elvek érvényesülnek, kivéve természetesen a Brown—Jimison-cella felépítésénél használt elvet, a tárgynak a kád külső felületére való helyezését. Az elektrolit jó hűtése, illetőleg pontos hőfokon tartása és keverése itt éppen olyan lényeges, főleg mert ipari alkalmazás esetén szinte soha nincsen szó sík felületekről, hanem a felület térben görbült.

Általában a keletkező gőzök károsak, ezért kis cellákat is legalább jól húzó fülke alatt kell felállítani, nagyobb egységeknél külön elszívó-berendezésről kell gondoskodni, cca úgy, mint az a krómfürdőknél szokásos.

Az elektrolitok összeállítására Merchant a következő elvi feltételeket adja meg:

1. tartalmazzon egy erősen oxidáló jellegű savat,
2. egy oldószert, mely az anódikus termékeket oldja,
3. pontosan meghatározott vízmennyiséget, (definiált vezetőképesség).

Fenti alapelv alapján szisztematikus kísérleteket végeztek a következő savakkal:

1. perklórsav,
2. salétromsav,
3. krómsav,
4. foszforsav,
5. kénsav,
6. citrom- és borkősav,
7. só- és fluórsav.

Oldószerek a következők:

- ecetsavanhydrid,
- jégecet,
- alkohol,
- glycerin,
- dextroze

és egyéb szerves anyagok.

Kísérleteik során az alkohol-perklórsav, alkohol-salétromsav elektrolitok voltak elfogadhatóak a bevált Jacquet (perklórsav-ecetsavanhydrid) mellett.

Az egész cellán fellépő feszültségés legnagyobb része a polírozandó felület közvetlen határára lép fel. Az itt lejátszódó jelenség ismerete még igen hiányos, ami miatt az egész tárgykör inkább empiriára van építve. Feltűnő, de nem eléggé magyarázott jelenség, hogy az átmenő áram elektrokémiai equivalentját számítva, az anód súlyvesztéséből következik, hogy az oldás egyvegyértékű aluminium ion formájában történik. (L. Capdecombe [6, 37, 39, 41, 47]) Az elektrolitikus polírozás legrégebb és ma is legjobb elektrolitja a Jacquet-féle perklórsav-ecetsavanhydrid összetételű. Az irodalomban gyakran előforduló, (Pl. Berglund-Mayer) perklórsav-jégecet összetétel fordítási hiba! Aluminiumra Jacquet legalább 300 g perklórsav/liter koncentrációt ajánl. Ehhez összekeverendő 345 cm<sup>3</sup> 1.55 fajsúlyú perklórsav (tisza HClO<sub>4</sub>-tartalma 930 g/liter), 655 cm<sup>3</sup> ecetsavanhydriddel. Az ecetsavanhydridet kis adagokban kell az igen erősen hűtött perklórsavhoz keverni. A keverés megkönnyítésére Goodyear egy igen szellemes készüléket ad meg. Ugy a keverésnél, mint az elektrolit későbbi használata folyamán nagyon fontos, hogy vízzel ne szennyeződhessen.



Az elektrolit frissen készült állapotban nem ad jó eredményt, csak ha már bizonyos mennyiségű alumínium-iont tartalmaz. Ennek optimális mennyisége cca. 3—4 g Al/liter. A bevitel legegyszerűbb módja egy alumíniumlemez a fürdőben addig elektrolizálni, míg a kívánt koncentráció beáll. Amikor a fürdő alumíniumtartalma eléri a literenkénti 15—20 g-ot, a fürdő megújítandó. Az alkalmazott áramsűrűség cca 2—5 A/dm<sup>2</sup>, a fürdő hőfoka 18—25 °C között legyen. Látszólag a használat folytán a fürdő optimális hőfoka állandóan szűkebb határok közé szorul. Az alkalmazott feszültség függ a tárgy méreteitől, közelítőleg a következőképen:

Anódfelület	Üresjárási feszültség
1—15 cm <sup>2</sup> . . . . .	25 volt
15—50 „ . . . . .	30 „
50—70 „ . . . . .	40 „
70—100 „ . . . . .	50 „

A Jacquet-eljárásoknál az áramforrás mindig potenciometrikusan van kötve, ahol Vernon és Stroud szerint (8, 58, 120) a potenciometernek a cellával párhuzamosan lévő ágának ellenállása kisebb legyen mint a cella belső ellenállása. A tárgy bemártásakor a feszültség néhány voltra csökken, ugyanakkor az áramsűrűség magas. Cca. 30—60 másodperc után a polírozáshoz szükséges viszkózus réteg kifejlődött, a feszültség beáll 22—25 volt körül. Néha, látszólag a csiszolóvászorból visszamaradt részecskék hatására a kezelés kezdetén egy feketés réteg képződik, ami azonban rendszerint hamar eltűnik. Amennyiben ez nem történne, a tárgy kiemelendő, mosás és szárítás után újra behelyezve, fenti jelenség elmarad.

A polírozás időtartama cca. 5—6 perc, ha az előcsiszolás 000-ás parafinozott csiszolópapíron történt. A tárgyat polírozás után erős vízszög alatt mosva, esetleg egy vattacsomóval ledörzsölve, megszabadítjuk a felületen tapadó viszkózus rétegtől, utána mosás desztillált vízben, alkoholban, szárítás levegősugár alatt.

Amennyiben az ötvözet vasat, ill. Al<sub>2</sub>Fe összetevőt is tartalmaz, jobb magasabb perklórsav-tartalmú elektrolitot használni. Az összetétel:

333 cm<sup>3</sup> perklórsav (sűrűség 1.61)  
666 „ ecetsavanhydrid.

Fenti elektrolit összetételével megegyezik a rozsdamentes acélok polírozására használt elektrolit. Kezelése megegyezik az előbbi fürdővel, kivéve

1. a kapcsolófeszültség még kis tárgyaknál sem legyen 30 V alatt,
2. az egész elektrolízis alatt az elektrolit keverése helyett jobb egy ide-oda mozgást végző üvegbottal a folyadékot mozgásban tartani,
3. a hőfok határa igen kényes, 18—21 °C-on tartandó.

A polírozási időtartam általában hosszabb az előbbinél. Valamennyi perklórsavas elektrolit organikus szennyeződésekkel, robbanási veszéllyel jár, ezért a polírozandó tárgyak igen gondosan zsírtalanítandók fürdőbe helyezés előtt. (Pl. mosás triklórethylénnel, utána szárítás).

Az elektrolit kiválasztásánál és megítélésénél, különösen, ha ez ipari eljárásban használható legyen, tekintettel kell lennünk

1. veszélyességi és ártényezőkre,

2. alkalmazható áramsűrűsége, ami a kezelési időt határozza meg,

3. az elektrolit szelektív oldóképességére az egyes ötvözők és zárványokkal szemben,

4. az elektrolit fedő és felületi egyenlőtlen-séget kiegyenlítő képességére,

5. az esetleg szükséges utókezelésre.

Az 1. általában minden perklórsav elektrolit ellen szól. Perklórsavas elektrolitok organikus szennyeződésekkel robbanó vegyületeket alkotnak, ilyen szennyeződések nélkül is a fürdő magasabb hőfokon instabil vegyületeket képezhet. Különösen az Amerikában Los Angelesben 1947-ben bekövetkezett nagy robbanás fokozott elővigyázatosságra int az eljárás ipari alkalmazásában. A robbanás egy cca. 200 liter úrtartalmú kád üzemi alatti állapotában következett be és ereje egy 1 tonnás bomba által okozott pusztítással hasonlítható össze (132, 133, 134). Amint a későbbi vizsgálat kimutatta, a berendezés nem volt kellőképpen ellenőrző berendezésekkel ellátva és a fürdőben organikus anyagok (cellulose acetobutyrt) voltak szigetelőként felhasználva. Már a szerencsétlenség előtt több szerző hívta fel a figyelmet az elektrolit veszélyességére, bár a háború alatt történt súlyos laboratóriumi balesetek csak aránylag későn kerültek nyilvánosságra (26, 27). Knuth, aki a legpesszimistábban ítéli meg a veszélyességet, javaslataival addig megy, hogy ilyen fürdő alkalmazását csak távvezérlő berendezés felhasználásával tartja megengedhetőnek. Ez mindenestre túlzás, amit bizonyít az, hogy sok-száz laboratórium Jacquet-féle fürdőket használva, semminemű kellemetlenséget nem tapasztalt. Természetesen a fürdők a legnagyobb gonddal kezelendők és soha sem szabad szem előtt téveszteni, hogy bizonyos esetekben mint a nitroglycerinnel egyenlő értékű robbanóanyaggal lehet dolgunk. Jacquet végkövetkeztetése az, hogy gyakorlatilag 10 liter úrtartalmú fürdő a megengedhető maximum és a perklórsav, ill. instabil vegyületeinek képződésének ismerete ma még nem elegendő ahhoz, hogy a veszélyességet nagyobb fürdőméreteknel korlátozni tudjuk.

Középutat jelent a De Sy és Haemers által ajánlott (20,20a) és Hauffe és Tilling által módosított elektrolit (23):

perklórsav (d = 1.12) . . . . .	50 cm <sup>3</sup>
ethylalkohol . . . . .	97 „
glycerin . . . . .	97 „
éter . . . . .	6 „

Fenti elektrolit igen nagy áramsűrűségi határok között alkalmazható (200—3000 A/dm<sup>2</sup>). Előpolírozás 1F papíron, mosás vízben és alkoholban, utána szárítás. Anód-katód távolság 60 mm. Szilíciumban gazdag ötvözetekre nem alkalmas.

Ugyanezt az utat követi Matte, Joffe és David. Elektrolitjuk összetétele:

Perklórsav (1.61) . . . . .	70 cm <sup>3</sup>
ethylalkohol . . . . .	1680 „
glycerin . . . . .	250 „

Az alkalmazott áramsűrűség 50—150 A/dm<sup>2</sup>, feszültség 70—100 V. Heterogén, szilíciumtartalmú ötvözetekre is alkalmas. Kezelési idő cca. 10—20 másodperc, előpolírozás 1F-ig. Igen közel jár fenti elektrolit-hoz a Lautawerk által megadott összetétel:



Methylalkohol ... ..	97—95%
perklórsav (59—61%-os) ... ..	3—5%

Professzor De Sy laboratóriumából származik a Meert-féle elektrolit (25), amely az eddigi elektrolitok közt gyakorlatilag a legkevesebb veszélyességet jelent. Az elektrolit összetétele:

Methylalkohol ... ..	90—91%
kénsav (95%-os) ... ..	9—10%

Az eljárás legnagyobb hátránya, hogy a savkoncentrációra rendkívül kényes és csak  $\pm 0.5\%$  ingadozás engedhető meg. Kisebb kénsavkoncentrációnál a kezelt tárgy egy nehezen oldódó fekete réteggel vonódik be, magasabb savszázalék pedig az anyag megtámadására vezet. Megnehezíti a koncentráció betartását a fürdő másik alkotójának igen erős párolgása. Fenti nehézségek főleg laboratóriumi kivitelnél zavarnak, ipari kivitelben a ma rendelkezésre álló elektronikus vezérlőberendezésekkel a koncentrációhatár betartása nehézséget nem okoz. A legalkalmasabb áramsűrűség 200—300 A/dm<sup>2</sup>, a szükséges feszültség a tárgy felületétől függően 110—220 V között van. Kiválóan alkalmas Al-Cu, Al-Fe, Al-Ni, Al-Mn típusú ötvözetek polírozására, duralumin, Anticorodal típusú ötvözetek jól polírozhatók.

Fedőképesége valamennyi alkoholos elektrolitnak rossz, ezért nem sík felületek polírozása nehézségeket okoz.

Der Mateosián (130) eljárása szintén a perklórsav kiküszöbölésére törekszik. Elektrolitja:

Nátriumnitrát vizes telített oldata	15 cm <sup>3</sup>
salétromsav 1 N ... ..	1 „
aceton ... ..	75 „
destillált víz ... ..	5—10 „

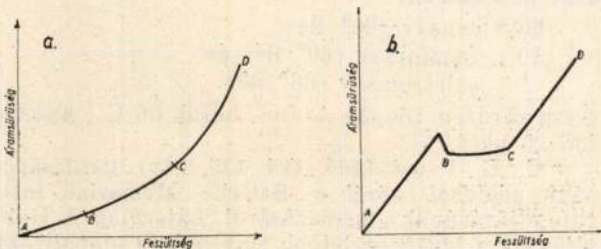
Az áramsűrűség 100 A/dm<sup>2</sup>, kezelési idő szintén néhány másodperc.

Evans és Whitwam (145) elektrolitja a következő:

ethylalkohol ... ..	144 cm <sup>3</sup>
vízmentes alumíniumklorid... ..	10 g
vízmentes zinkklorid ... ..	45 „
víz ... ..	32 cm <sup>3</sup>
n-butylalkohol ... ..	16 „

A következő munkafeltételeket ajánlja: előpolírozás 00 papíron, elektródatávolság 14 mm, anód felület 50 mm<sup>2</sup>, katód felület 500 mm<sup>2</sup>, feszültség 20—24 V. A kezelési idő cca. 10—15 perc között van és kezelés közben a tárgy többször kiemelendő.

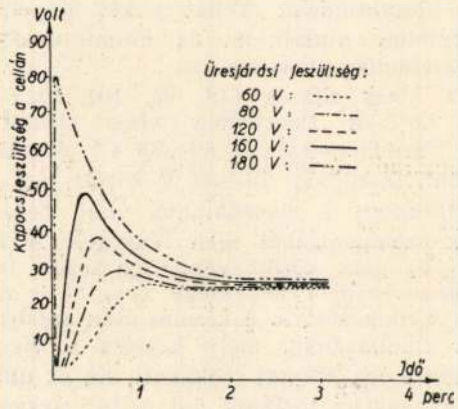
Az elektrolitikus polírozásnál lényeges, hogy polírozás csak adott áramsűrűség- ill. feszültség-határ közt jön létre. Merchant két fémtípust különböztet meg, olyanokat, melyeknél az áramsűrűség—feszültség-görbe folyamatosan emelkedő (a típus) és ezzel ellentétben olyant, ahol a görbe legalább egy részén horizontális lefolyást mutat (b. típus). A két görbetípus az 5. ábrán látható.



5. ábra.

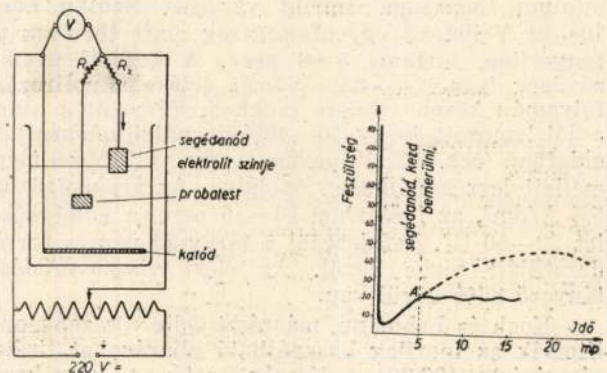
Polírozás mindkét esetben a B—C görbeszakaszon jön létre. Az a) típusú fémekhez tartoznak alumínium, ón, vas, ólom, nikkel; a b) típushoz réz, kobalt, magnézium, horgany, wolfram. Jacquet az alumíniumot is bizonyos feltételek mellett (alumínium-ionokban igen gazdag elektrolit esetén) a b) típusú fémekhez sorolja. Odier vizsgálatai ezt megerősíteni látszanak (14). Áramköri kérdésekre kitér még M. H. Vernon és E. G. Strout (8, 58, 120). Az elektrolízis lefolyásának tanulmányozásával igen érdekes eredmények érihetők el, amire példa a Chamagne által kidolgozott eljárás (129).

A Chamagne által kidolgozott eljárás, főleg igen heterogén próbatestek (pl. hegesztések) polírozására alkalmas. Ismeretes, hogy a heterogén alkotóelemek megtámadása az elektrolízis első néhány percében történik, amikor még nincs a mechanizmust jellemző viszkózus hártva kiképezve. Szerzők tanulmányozták a feszültség-görbe időbeli alakulását különböző — potenciométeres szerelésben előállított — kapcsolófeszültség mellett. Mérési eredményeiket a 6. ábra mutatja. Magas, — 160—180 volt — üresjárású feszültség mellett a feszült-



6. ábra.

séggörbe néhány másodperc alatt maximumon megy át és cca. 2 perc múlva stacionér állapotban marad. Az áramerősség-idő görbe fenti görbékkel ellentétes irányú lefolyást mutat. Amennyiben sikerül a feszültség-görbe maximumától — tehát az ellenfeszültség kialakulásának kezdetétől — a tárgy felületét folyamatosan nagyobbítani, az áramsűrűség stabilizálható és az optimális értéken tartható. Szerzők ezt egy segédanód alkalmazásával érik el, melyet mechanikusan süllyesztenek az elektrolitba. Elrendezésüket a 7. ábra mutatja.



7. ábra.



Eredményeik az eddigi eljárásokkal szemben nagy javulást mutatnak, bár a berendezés erősen komplikált. Ritkább alkalmazás esetén viszont egy kézzel besüllyesztett segédanód felhasználásával is egész jó eredményeket lehet kapni. Ilyenkor cca. 160 volt feszültség beállítása után az áramot a tárgyra kapcsolva, elég gyorsan bemártjuk a segédanódot cca. 1—2 mm-re az elektrolit felszíne alá, utána az anód süllyesztésével a feszültséget cca. 20 voltot konstansan tartjuk. A polírozás cca. 20—25 másodperc alatt kész. Jobb eredményeket ad kétszeri polírozás, az első 15, a második 10 másodperc idővel, mely két művelet közé egy igen enyhe áttörülést szarvasbőrrel kapcsolunk. A használt elektrolit a normális Jacquet-féle, azaz

345 cm<sup>3</sup> perklórsav, (1.55)  
655 cm<sup>3</sup> ecetanhydrid.

#### Ipari alkalmazás

Az alumíniumra eddig gyakorlatilag elterjedt két eljárás alapján nem igazi polírozás, inkább csak felületi reflexióképeség emelése mechanikailag igen jól polírozott felületeken és csak nagyon tiszta alumíniumon. Tehát a két alapeljárással kereskedelmi alumínium és alumíniumötvözetek nem kezelhetők sikeresen.

Az Alzak eljárás (18, 99, 101, 102) elektrolitnak 2.5%-os fluorborsav vizes oldatát használja. Fürdőhőmérséklet 30—33 C°, áramsűrűség 6 A/dm<sup>2</sup>, feszültség 15—30 V között. Az eljárásnál váltóáram is használható, ami berendezési költség szempontjából igen lényeges. A kezelési idő 5—10 perc között van. Így kezelt felületek fényvisszaverődési képessége cca. 85% a beeső fényre vonatkoztatva. A kezelés után anódikus oxidációt alkalmaznak, mely kezelés a visszaverőképességet cca 2%-kal csökkenti. Ez az utókezelés 7%-os kénsavban történik, 1.3 A/dm<sup>2</sup> áramsűrűség mellett 20 V egyenáramú feszültséggel. A kezelési idő cca. 10—20 perc. Anódikus kezelés után a réteg zására cca. 10 percig forró vízbe (80—100 C°) tartják a tárgyat. Az Alzak eljárás variánsaira L. az 1. táblázatot.

A Brytal-eljárás elektrolitja: 15% nátriumkarbonát és 5% nátriumfoszfát vizes oldata. A fürdő hőmérséklete 75—85 C° és a fürdő pH értéke legalább 10 kell legyen. A kezelendő tárgy az áram bekapcsolása nélkül tartandó cca. 10—30 másodpercig a fürdőben. Ez a kezelés a felület bizonyos fokú maratását célozza és az időtartam kényes a későbbi eredményre. A pontos idő az alumínium tisztasága szerint változik. Ezután cca. 10—14 V értékű egyenfeszültség alatt történik a fényesítés, tartama 5—8 perc. A kezdeti áramsűrűség (cca. 2.7—3.2 A/dm<sup>2</sup>) értéke a polírozás folyamán közel a felére csökken. Fényesítés után a jól lemosott tárgy 50—40%-os nátriumbiszulfát oldatban cca. 12 V egyen- vagy váltófeszültség mellett lesz anódikusan oxidálva. Az áramsűrűség 5.5 A/dm<sup>2</sup>, az időtartam 10—15 perc, a hőmérséklet 20—50 C°. Befejezésül a tárgy 20 percre forró desztillált vízbe kerül. Az elért visszaverődési tényező 85% körül van.

Koch és Lehmann, másrészt Odier összehasonlították az iparilag használható eljárásokat tiszta alumínium (99.99) polírozás esetén a következő elektrolitokban.

Eljárás	Elektrolid	Hő- mérs. °C.	Feszül- ség V.	Áram- sűrűség A/dm <sup>2</sup>	Keze- lési idő
Alzak	2.5% fluor-borsav vízben	30—33	12	6	
Alzak	kénsav (25 súly %) fluorsav 1,5 térf. % krómsav 10 súly %	60	8	10	
Alzak	48%-os fluorsav 1 térf. %	55	8—20	10	
Brytal	Nacarbonát 150 g/liter trinatriumfoszfát 50 g/liter	90	12	4	
Jaquet	perklórsav (1.55) 345 cm <sup>2</sup> ecetsavanhydrid 655 cm <sup>2</sup>	20	26	1	

Tapasztalataik szerint legjobb a Jacquet eljárás, majdnem olyan jó az Alzak. Az Alzak elektrolitok közt a jósaági sorrendben első helyen áll a krómfluorsavas, majd a kénsav-fluorsav keverék, leggyengébb a bórfluorsavas. A Jacquet eljárás nagyipari felhasználhatóságát sajnos az elektrolit erősen robbanékony természete gátolja.

Odier véleménye szerint (1944-ben) az elektro-polírozás nem képes pótolni a mechanikus polírozást, de igen alkalmas jó minőségű alumíniumon megfelel mechanikai polírozás után egy tökéletesen tükörfényes felület képzésére.

Ujabbak a Battelle Memorial Institute eljárássai, melyek a nagyipari alkalmazás figyelembevételével fejlődtek ki (104, 105, 141, 143, 144). Szabadalmaik szerint az elektrolitek pl.

arzénsav	25%	(súlyszázalék)
kénsav	15	„
foszforsav	35	„
krómsav	10	„
víz	15	„

alkalmazott hőmérséklet 50—70 C°  
vagy

kénsav	14%
foszforsav	57
krómsav	9
víz	20

alkalmazott hőmérséklet cca. 80 C°, áramsűrűség 17 A/dm<sup>2</sup>. Ez a kezelés egyúttal igen vékony, átlátszó, fényes oxidréteget eredményez a felszínen, amelynek visszaverőképessége 85% körül van. A darabot kezelés után hideg vízben öblítik és 7%-os kénsavoldatban, anódikusan oxidálják.

Richard „Polelectro” eljárásáról (96) kevés adat ismeretes, közelebről meg nem nevezett, erősen oxidáló savakból összeállítva, maximálisan 13% víztartalommal, cca. 20/dm<sup>2</sup> áramsűrűség és 8—12 V feszültség mellett. Ugyancsak új, de részleteiben titkolt A. Halut (106) eljárása, mely látszólag a legtöbb eddigi eljárás hátrányai nélkül rövid kezelési idő (2—3 perc) alatt kereskedelmi minőségű alumínium tökéletes polírozást ad.

Egy másik a Soc. des Tréfileries et Laminoirs de Havre (142) részére szabadalmazott eljárás szerint az elektrolit

60% kénsav	(66° Bé)
10	„ foszforsav (60° Bé) és
1	„ salétromsav (36° Bé).

Áramsűrűség 15—20 A/dm<sup>2</sup>, hőfok 95 C°, kezelési idő 20 perc.

C. L. Faust (105, 124, 125, 143) gazdasági adatokat közöl a Battelle Memorial Institute eljárásának alkalmazásáról. Látszólag A Halut eljárása a legkecsegtetőbb és állítólag előpolírozás nélkül közvetlen polírozás lehetséges.



Ipari alkalmazásban a Soc. Hispano, Suiza évek óta folytat kísérleteket elektrolitikus superfinisek elérésére, adataik szerint kisebb alkatrészekre rendszeresen alkalmazzák. Ellentétben a mechanikus eljárásokkal, az anyag felületi hajszaelrepedései, anyagegyenlőtlenségei láthatóvá válnak,

mert a felületi elkent réteg hiányzik. Az anyag kifáradási szilárdsága az eljárás következtében emelkedik, a kopás csökken és a felület olajtartási viszonyai erősen javulnak.

\*

Az irodalom közlését a jövő számban hozzuk.

## A világ timföldgyárainak elhelyezése és kapacitása

DOMONY ANDRÁS okl. vegyész mérnök.

Инженер-химик Андраш Домонь:

### Размещение и мощность глиноземных заводов мира.

Сводка. Статья занимается коротко глиноземной промышленностью мира. В подробной таблице сравнивает мощность и производство глиноземных заводов мира, с указанием литературных источников данных. В заключении занимается перспективами венгерского глиноземного производства, находящегося в этапе равнотия.

### Alumina plants all over the World and their capacity.

#### Summary.

The article gives comprehensive figures as to the Alumina production of the world. A special table gives detailed information regarding capacity and output of the plants indicating at the same time the literature from which these data are gathered. Finally, the article gives a general survey of the rapidly developing Hungarian Alumina industry.

### Les fabriques d'oxyde d'alumine du Monde et leur capacité.

#### Résumé.

L'article traite brièvement l'industrie mondiale de l'oxyde d'alumine et compare, à l'aide d'un tableau détaillé et avec indications de la littérature où les données sont puisées, la capacité et la production des fabriques d'oxyde d'alumine. Enfin l'article contient un exposé des perspectives de la fabrication de l'oxyde d'alumine en Hongrie qui se trouve en plein essor.

### Die Tonerdefabriken der Welt und ihre Kapazität.

#### Übersicht.

Der Artikel befasst sich kurz mit der Tonerde-Industrie der Welt und vergleicht anhand einer detaillierten tabellarischen Aufstellung die Kapazität, sowie Produktion der einzelnen Tonerdefabriken, unter Bezeichnung der betreffenden Literatur, aus welcher die Daten entnommen sind. Schliesslich erörtert der Artikel die Perspektiven des sich im Zuge befindlichen Aufschwunges der ungarischen Tonerde-Industrie.

A technika mai állása mellett eddig az alumíniumérccekből közvetlenül fémet még nem sikerült kinyerni. Az alumíniumfém előállításához először az ércet  $Al_2O_3$ -tartalmának kitermelése szükséges és a fémalumíniumot az így nyert timföldből tűzfolyékony elektrolízis segítségével állítják elő.

Az alumínium előállításának, az üzemi berendezések és a kémiai folyamatok bonyolultsága miatt, a timföldgyártás az egyik legnagyobb beruházást követelő fázisa. A timföldre, tekintve azt, hogy ez az anyag a bauxit és a fémalumínium közbeeső terméke, statisztikai és számszerű adatokat nem igen közölnek. Az egyes országok alumíniumiparát azonban jól csak akkor tudjuk megítélni, ha a kohók timföldellátási bázisáról helyes képünk van.

A rentabilis timföldgyártásnak három alapfeltétele van:

1. olcsó, jó minőségű nyersanyag (bauxit),
2. a timföldgyártáshoz szükséges nagymennyiségű gőz, szén és elektromosáram jutányos beszerzési lehetősége,
3. a nagymennyiségű készáru és nyersanyag hatalmas volumenje miatt megfelelő olcsó, illetőleg rövid szállítási útvonalak.

A világ timföldgyárainak településeit vizsgálva azt látjuk, hogy ezeknek elhelyezése az előbb említett három főkövetelmény valamelyik kompromisszumából született. A timföldipar előnytelen elhelyezésére jellemző példa, hogy az amerikai timföldgyárak a bauxitot nagy távolságról, drága fuvarral, az olcsó szénmezők (Atlanti óceánpartiak) mellé telepített timföldgyárakhoz szállítják; innen a kész terméket, újból nagy szállítási költséggel, a Csendes óceán partmentletti, olcsó energiával dolgozó kohókhoz továbbítják.

A timföldgyáraknak kb. 90%-a a Bayer-eljárás szerint dolgozik. Ennek a timföldgyártási módszernek az alapfeltétele: jó minőségű, alacsony silícium-tartalmú, könnyen feltáráható bauxit, olcsó nagymennyiségű gőzt szolgáltatató szén és a megfelelő mennyiségben rendelkezésre álló marónátron.

Jó minőségű bauxit és olcsó szén hiányában igyekeztek a Bayer-eljárástól eltérő timföldgyártási eljárásokat (szenet, illetőleg gőzt helyettesítő ivfényolvasztást stb.) alkalmazni, ezeknek az eljárásoknak azonban ezideig csak helyi jelentőségük van.

A timföldipart, természeti adottságoknál fogva, ezideig csak Franciaország, Amerika és Kanada tudta olyan jelentékeny mértékben fejleszteni, hogy timföld túltermelése folytán számoltató exportot bonyolíthat le.

Németország a két háború között, a magyar bauxitra támaszkodva, timföldiparát szintén igen nagy mértékben kibővítette és gondosan ügyelt arra, hogy legjelentékenyebb nyersanyagszállítója — Magyarország —, amely előnyös földrajzi fekvésénél fogva, világviszonylatban is páratlan adottságokkal rendelkezik, (egymás mellett fekvő szén- és bauxitmezők), ezt a létfontosságú termelési ágat ne tudja fejleszteni.

Az új magyar demokratikus iparpolitikára vár az a feladat, hogy a timföldgyártás szempontjából annyira kedvező földrajzi adottságokat a hazai közgazdaság részére fejlessze és timföldiparunkat Közép-Európa egyik legjelentékenyebb iparágává virágoztassa fel.

A csatolt táblázat a világ timföldgyárainak kapacitását, illetőleg az egyes országok timföld-termelését szemléltetően vázolja:



## T i m f ö l d g y á r a k

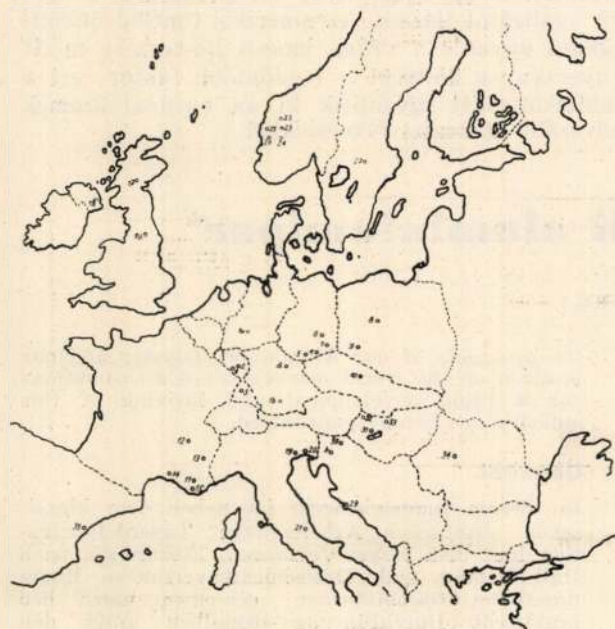
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Ország	Vállalat neve	Tímfdldgyár helye	Kapacitás tonnában	Termelés tonnában	Megjegyzés	Irodalmi forrás megnevezése
Német-ország	Vereinigte Aluminium Werke (VAW.)	Lautawerk (Lausitz)	120.000	113.577	4. és 5. rovat adatai 1943-asak, az üzem 1945-ben leszerelve 4. és 5. rovat adatai 1943. 4. és 5. rovat adatai 1943.	Schweizerische Technische Zeitschrift No. 49. Bern H. Siegert 1948. dec. 2.
		Lippewerk (Lünen)	120.000	91.170		
		Naabwerk (Schwandorf)	120.000	103.534		
	Aluminium Industrie AIAG Gebr. Giuliani Hoersch A. G. Zschimmer u. Schwarz Tervezés alatt Tervezés alatt	Martinswerk (Bergheim-Erfst)	120.000	105.628	4. és 5. rovat adatai 1943.	
		Ludwigshafen (Rhein)	150.000	94.137	4. és 5. rovat adatai 1943.	
		Düren (Rheinland)	7.000	6.300	4. és 5. rovat adatai 1943.	
		Greiz-Dörlau (Szászország)	5.000	3.500	4. és 5. rovat adatai 1943.	
		Preussag Rüdersdorf	20.000	—	Tervezés alatt	
Saturn (Schlesische Chemie A. G.)	10.000	—	Tervezés alatt			
Összes effektív kapacitás 1943-ban:			672.000	517.846 ←	Össz. eff. termelés 1943-ban	
Lengyel-ország	Zementwerk Stramberg-Witzkowitz	Stramberg Bunslau	5.000 10.000	4.600	4. és 5. rov. ad. 1943-asak, 1943-ban tervezés alatt	Schweiz. Techn. Zeit. 1948. dec. 2.
Csehszlovákia	David Stark Söhne	Kasniau	10.000		10.000 t. kap. 1943-ban tervezés alatt	Schweiz. Techn. Zeit. 1948. dec. 2.
Francia-ország	Compagnie de Produits Chimiques, Alais, Froges et Camargue	Gardanne Salindres St. Auban	1939	1944	Összes tímfdld term. 1941. 135.000 1942. 134.000 1943. 120.000 1944. 100.000	Schweizerische Technische Zeit-Zeitschrift 1948. december 2.
			65.000	77.000		
			25.000	50.000		
	S. d'Electrochimie etc. UGINE S. Francaise p. l'Indust. de l'Aluminium (AIAG)	La Barasse (B. du. Rhone)	11.000	48.000		
		St-Louis-les -Avalades	16.000	16.000		Tervezve további 30.000 t-ás bővítés
Összes effektív kapacitás:			135.000	227.000		
Anglia		Larne Harbour (Írország) Burnt Island (Skócia) Helbburn (Anglia)				Engelhardt Handbuch d'Techn Elektrochemil 397. oldal
Olaszorsz.	Ind. Nat. Alluminio. S. Al. Veneto Anonima	Porto-Marghera (Montecatini)	172.000			Revue d'Aluminium 1947. II. 40.
		Porto-Marghera (AIAG)	76.000			Engelhardt Handbuch
		Bussi di Tirino (Pescara)				
Norvégia	Norsk Aluminium Co	Høyanger	17.000		1944. adat 1946-ban tov. 40.000 t-ás kapacitás építés alatt	Schweizerische Technische Zeitschrift 1948. dec. 2. Neue Züricher Ztg. 1946. VII. 1.
		Saudasjøen	20.000			
		Tyin (Aardal)	50.000			
	Nordish Lettmetal	Herøen I.	20.000		1944. évi adat	
		Herøen II.	50.000		Tervezés alatt 1944-ben	
Összes effektív kapacitás:			157.000		1944-ben	
Svédorsz.	Svenska Aloxidw.	Kubikenborg	8.000			Neue Züricher Z. 1946. VII. 1.
Jugoszlávia	Kamica tevarna Fabrica Aluminium	Moste (Ljubliane)	9.000	Összes termelés 1941. 9.000	Építés alatt	Schweizerische Technische Zeitschrift 1948. XII. 2.
		Lozovac	4.000	1942. 4.000		
		Sternice (Maribor)	100.000	1943. 4.000		
Magyar-ország	Magyar Bauxitbánya Rt. Magyaróvári tímfdldgyár Dunavölgyi tímfdldgyár	Ajka	20.000		Építés alatt	
		Magyaróvár	14.000			
		Almásfüzitő	60.000			
Románia		Dicsőszentmárton	20.000			
Spanyol-ország	La Alquimia S. A.	Tarragona	20.000		Indítás előtt 1948-ban	Light Metals 49. I. 36.
Szovjet-Unió		Volchov	13.000		1939. adat, bővítve 80.000 t 1939. adat 1939-ben építés alatt bőv. 160.000 tonnára 1939. adat 1939. adat 1939. tervezés alatt	Zeitschrift Aluminium 1939. XII. 797. oldal Revue de l'Aluminium 1947. X. 308. Aluminium 1949. I. 23.
		Tichwin	50.000			
		Kamensk	70.500			
		Dneprovsk	32.000			
		Kandalaska	20.000			
		Boksitogorszk Sungait (Baku)				



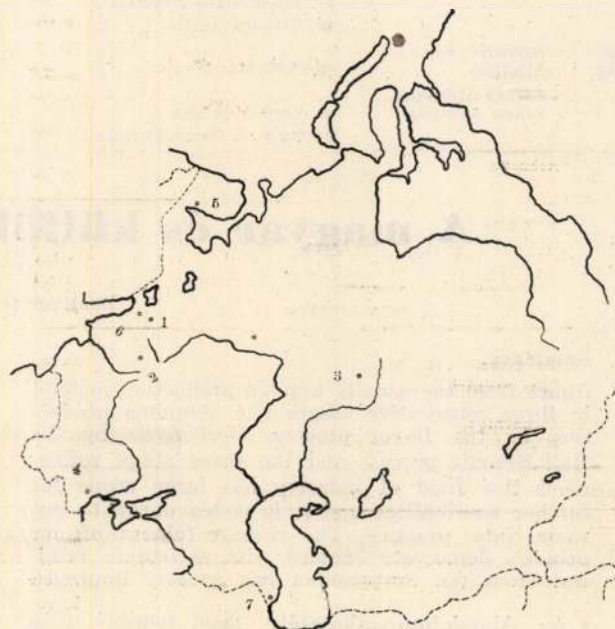
## T i m f ö l d g y á r a k

1 Ország	2. Vállalat neve	3 Timföldgyár helye	4. Kapacitás tonnában	5. Termelés tonnában	Megjegyzés	7. Irodalmi forrás megnevezése
Amerikai Egyesült Államok	Alcoa	East-St. Louis	460.000			Fortune 1946
		Mobile	710.000			
	Reynolds M. Co.	Hurricane-Creak	800.000			
		Lister-Hill	110.000			
	Kormány tul.	Jones Mills Baton-Rouge	82.000 550.000			
Összes_effektív kapacitás:			2.712.000			
Kanada	Al. Co. of Canada	Arvida	900.000			
India		Bengália	40.000		építés alatt	Revue de l'Aluminium 1947. jun. 188.
Ausztrália		Tasmania (Launceston)	20.000		tervezés alatt	Revue de l'Aluminium 1947. 284.
Japán	Taiwan Al. Co (Japan Al. Co)	Kvarenko (Formosa)	12.000		1943-as adat	Revue de l'Alumi- nium 1948. szept. 258. Metallwirtschaft 1941. No 10. Light Metals 1941 163
		Takao (Formosa)	42.000		1943-as adat	
	Nippon Denki Ko (J. Electro- chemical Co)	Yokohama	20.000			
	Mandchou Keikinzohy Seizo (Mand- churian Al. Co)	Fushin (Mandchuko)	2.000		1938-as adat	
	Nippon Soda K. K. (Japan Soda Co)	Takaoka Toyana)	8.000		1938-as adat	
	Nichiman Al. K. K. (Japan. Mandchurian Al. Co)	Mandchuko	8.000		1938-as adat	

Az egyes országok, illetőleg világrészek timföldiparának elhelyezését az alanti térképek tüntetik fel:

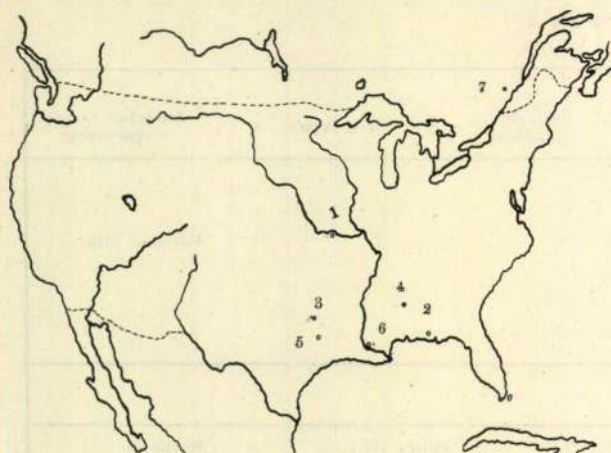


Európai timföldgyárak elhelyezése.



Szovjetunió timföldgyárainak elhelyezése.





USA- és Kanada-i timföldgyárak elhelyezése

## Európai timföldgyárak:

Németország:	Verenigte Aluminiumwerke (V. A. W.)	1. Lautawerk (Lausitz) 1/a. Lippewerk (Lünen) 1/b. Naabwerk (Schwandorf)
	Aluminium Industrie A. G. AIAG	2. Martinswerk (Bergheim-Erfurt)
	Gebr. Giulini A. G.	3. Ludwigshafen (Rhein)
	Hoesch A. G.	4. Düren (Rheinland)
	Zschimmer und Schwarz A. G.	5. Greiz-Ülau (Szászország)
	Tervezés alatt	6. Preussag Rüdersdorf
	Tervezés alatt	7. Saturn (Schlesien)
Leugyelország:	Zementwerk Stramberg-Witkowitz	8. Stramberg
		9. Bunslau
Csehország:	David Stark Söhne	10. Kasniau
Franciaország:	Compagnie de Produits Chimiques, Alais, Froges etc.	11. Gardanne (Bouches du Rhône) 12. Salindres (Gard) 13. St Auban (Basses-Alpes)
	Société d'Electrochimie etc. d'Ugine	14. La Barasse (Bouches du Rhône)
	Société Française pour l'Industrie de l'Aluminium AIAG	15. St-Louis-le Ayzalades (Bouches du Rhône)
Anglia:		16. Larn Harbour (Írország) 17. Burnt Island (Skócia) 18. Hebburn (Anglia)
Olaszország:	Industria Nazionale Aluminio	19. Porto-Marghera
	Societa Aluminio Veneto Anonima	20. Porto-Marghera 21. Bussi di Tirino (Pescara)

Norvégia:	Norsk Aluminium Co.	22. Høyanger 23. Saudasjøen
	Nordisk Lettmetál	24. Tyin (Aardal) 25. Herøen I. 26. Herøen II. 27. Kubikenborg
Svédország:	Svenska Aloxidwerk	
Jugoszlávia:	Kamena tovarna Fabrica Aluminium	28. Moste (Ljubliane) 29. Lozovac 30. Sternice (Maribor)
Magyarország:	Magyar Bauxitbánya r. t. Magyaróvári timföldgyár N. V. Dunavölgyi timföldipar r. t.	31. Ajka 32. Magyaróvár 33. Almásfüzitő
Románia:		34. Dicsőszentmárton
Spanyolország:	La Alquima S. A.	35. Tarragona

## Szovjet-Unió timföldgyárai:

1. Volc'ov	5. Kandalaska
2. Tichwin	6. Bokszitogorszk
3. Kamensk	7. Sungait (Baku)
4. Dneprovsk	

## Amerikai Egyesült Államok (U. S. A.) és Kanada timföldgyárai:

U. S. A.	Aleca	1. East-St Louis 2. Mobile 3. Hurricane-Creak 4. Lister Hill 5. Jones Mills 6. Baton Rouge
	Reynolds M. Co.	
	Kormány tul.	
Kanada:	Al. Co. of Canada	7. Arvida

A timföldgyárak kapacitásának összehasonlításánál szembevetendő, hogy Amerikában a háború alatt rohamosan kiépített timföldipar milyen hatalmas egységekkel dolgozik. Ennek az a magyarázata, hogy a háború alatt hirtelen felduzzasztott amerikai timföldipar, a nagy egységek létrehozásával, termelését gyorsabban és rentábilisabban tudta fejleszteni. Az európai timföldgyárak ugyan nem olyan modernek, mint a tengerentúliak, azonban kedvezőbb fekvésüknél fogva (bauxitokhoz, szénhez és alumíniumkohókhoz való közelségük miatt) az amerikai drága nyersanyag beszerzésének költségeit equalizálni tudják. Az amerikai timföld önköltségénél ugyanis a drága bauxit beszerzése miatt a nyersanyag költsége a legfontosabb faktor; ezt a többletköltséget egyenlítik ki az európai üzemek kedvezőbb földrajzi fekvéseikkel.

## A magyar és külföldi alumíniumipar\*

DOBOS GYÖRGY

## Summary.

Apart from the usually applied production method in three consecutive stages i. e. Alumina production by the Bayer process, electrolysis by the Hall-Heroult process and the three stage refinement this field of industry has large scope for further possibilities and it is endeavouring to put same into practice. The resourcefulness of our people's democracy coupled with assistance received from the Sovjetunion has greatly improved

\* Az Alumínium-szakosztály 1949 február 9-én tartott ülésén elhangzott előadás.

the prospects of our Aluminium industry and our position on the world markets since all conditions for a rapid development and thriving of this industry are hereby guaranteed.

## Übersicht.

In diesem Industriezweig ist neben dem klassischen dreifachen Arbeitsgang: Tonerdefabrikation laut dem Bayer-Verfahren, Elektrolyse nach Hall-Heroult und Dreischichtenverfahren Raum praktische Durchführung derselben unter den Zielvoraussetzungen der ungarischen Aluminium-



Industrie. — Mit Hilfe der Volksdemokratie und der Sowjetunion ist in der Lage der Aluminiumindustrie eine Wendung eingetreten, unsere bisherige ungünstige Situation auf dem Weltmarkt befindet sich auf dem Wege steter Besserung, da die Möglichkeiten für die Entwicklung einer blühenden und modernen Aluminiumindustrie gegeben sind.

A magyar alumíniumipar helyzetének megismeréséhez és problémáinak feltárásához szükséges, hogy az alumíniumipar világhelyzetéről néhány szót szóljunk.

A világ alumíniumtermelését az 1948. év folyamán 1,000.000 tonnára becsülik, az 1,400.000 tonnás évi szükséglettel szemben. A termelés kb. 60%-a az Amerikai Egyesült Államokra esik, a fennmaradó 40% a többi országok között oszlik meg, melyek között Kanada és a Szovjetunió a legfontosabb alumínium előállítók. A fejenkénti évi alumíniumfelhasználás országonként igen változó, 3—4 kg körül van Amerikában, Európában pedig fejenként átlagban  $\frac{1}{2}$ —1 kg-ra becsülhető évenként. Kanadát, Norvégiát, Svájcot, Dániát és Magyarországot kivéve a világ államainak több alumíniumra van szüksége, mint amennyit termelnek. Ez azt jelenti, hogy gyakorlatilag a legfontosabb alumíniumot feldolgozó országokban kifejezetten fémhiány van. Becslések szerint az Egyesült Államokban legalább évi 250.000 tonnás hiány van és Európában is állítólag évi 100.000 tonna még elhelyezhető lenne. Ezt a feltevést alátámasztja az a körülmény, hogy a legújabb értesülések szerint az alumíniumhulladék ára a világpiacon állandóan emelkedő tendenciát mutat és az is, hogy Amerikában a hulladékból finomított alumíniumtömb ára lényegesen a kohóalumínium ára felett van.

A világpiaci helyzet tehát az alumíniumgyárak részére előnyös, ez utóbbiak azonban a kedvező konfigurációt nyersanyag vagy energiahiány miatt nem tudják kihasználni. A Szovjetuniót kivéve ugyanis, mely kb. 200.000 tonnás minimális évi termelését teljesen saját céljára használja fel — nincsen olyan ország, mely alumíniumiparát nyersanyag és energia vonalon önállóan és a szükséges mértékben el tudná látni. Kanada timföld és petrolkocsz-zavarokkal küzd, az Egyesült Államokban pedig az energiahiány akadályozza meg a teljes kapacitás kihasználását. Az alumínium felhasználás állandóan emelkedése és az alkalmazási területek kiterjesztése okozza még, hogy a világ valamennyi alumínium-előállító országa kapacitása növelésén dolgozik. Amerikában, Texasban egy nagy földgáz-erőművet építenek, Jamaikában timföldgyárat létesítenek. Franciaország évi termelését 200.000 tonnáig akarja emelni, a Szovjetunióban a Zaporozsje-i gyárat a folyó évben újra üzembe helyezik és az ötéves terv folyamán az alumíniumipart igen lényegesen fogják fejleszteni.

Hazánk, a bauxitot kivéve, fémércekben szegény, azonban az előbbiek mutatják, hogy ezen imperatív októl függetlenül, az előbbi megfontolások szerint is, alumínium és timföldtermelésünk fejlesztése elsőrendű fontos feladatunk. Vizsgáljuk meg, mennyire vannak meg ennek az előfeltételei az országban:

A timföld- és alumíniumgyártás legfontosabb nyersanyagai a bauxit, a szén és a villamosenergia.

Köztudomású, hogy bauxitkincsünk igen jelentős, nemcsak mennyiségileg, de minőségileg is. Diszpozíciója igen kedvező, mivel fontos lelő-

helyeink ugyancsak lényeges szénmedencék közelében vannak, ami olyan szerencsés telepítések létesítését teszi lehetővé, mint az Ajka-i üzem. Igen előnyös helyzetben vagyunk tehát egy igen virágzó timföldipar kialakításához, melyhez tudvalevőleg bauxit és sok kalória kell. Valamivel kedvezőtlenebbnek látszik az alumíniumkohászat helyzete. Vízi energiánk nem igen lévén, a fémét drága árammal állítjuk elő, ami önköltségi árát a világpiaci ár fölé emeli. Nehézségeink vannak az elektrolízishez szükséges anódmassza beszerzésével is. Azonban a most létesítendő anódmasszagyár ezeket a zavarokat jórészt kiküszöböli, különösen azért, mert minden valószínűség szerint hazai szénfeleséggel előállított termék fogja tudni pótolni a külföldi petrolkocszot, mint alapanyagot. Az áramkérdésben hőtechnikusaink és szerkesztőink hathatós segítségére van szükségünk, hogy ez a döntő feladat megoldást nyerjen. Mindenesetre az ötéves terv már jelentős haladást fog jelenteni ezen a téren is.

Műszakilag az alumíniumipar meglehetősen stagnáló helyzetben van. Ezt oly szempontból értem, hogy lényegileg az alumíniumkohászat ma is az 1886-ban kidolgozott Hall-Heroult eljárást használja, a timföldgyártás pedig legnagyobb részét az 1892-es Bayer-rendszer szerint történik. Ezzel szemben pl. az ugyancsak fiatal magnéziumipar jóformán 10 évenként megújul. Az elektrolitikus magnéziumgyártás kezdetben a stassfurti és elzászi karnallitra támaszkodott, majd elterjedt I. G. Farbenindustrie eljárása szerinti magnéziumklorid gyártás dolomitból. Az elektrolitikus magnézium előállításával csaknem párhuzamosan fejlődött fel az elektrotermikus magnéziumoxid redukció szén- és hidrogén árammal és mint legújabb haladás jelenkezik ezen a téren az elegáns Amati-féle eljárás, mely a dolomitnak ferrószilíciummal való redukálásán alapul. Ennek ellenére a már meglévő elektrolitikus magnéziumgyártás további újításokkal is még megállja a helyét és a háború alatt Kanadában jelentős mennyiségű magnéziumot gyártottak, alapanyagul a tengerből kivont magnéziumsókat felhasználva.<sup>1</sup>

Az alumíniumipar említett konzervatív jellege természetesen a fém kémiajának és a bauxit tulajdonságainak figyelembevételével eléggé könnyen megmagyarázható. Mint ismeretes, az alumíniumoxid igen nehezen redukálható és a fémes alumínium nagyon hajlamos magas hőfokon a karbidképződésre. Amellett a fém alacsony hőmérsékleten olvad, viszont forrpointja, valamint az alumíniumoxid olvadáspontja igen magas, ezek a tények könnyen magyarázzák, hogy az elektrotermikus eljárások alumíniumgyártásra nem igen alkalmazhatók és hogy a fém előállítása üzemileg eddig csak elektrolitikus eljárással sikerült.

Ez utóbbi a következő alapeveken nyugszik. Olvasztott kriolitban kb. 1000 fokon timföldet oldanak. Az oldatból egyenáram hatására a katódban fémes alumínium válik ki, az anódon fejlődött oxigén pedig az elektróda anyagával vegyülve széndioxidá és szénmonoxidá alakul. Mivel az olvasztott kriolit a kerámiai anyagokat megtámadja, az elektrolizáló kád falát szénből

<sup>1</sup> Az első ilyen telepet a Dow Chemical Co. Freeport (Texas)-ban építette föl 5 millió \$ költséggel. E berendezéssel akkor évi 5000 t Mg előállítását tervezték, az átlagosan 0,1% Mg-t tartalmazó tengervízből. (Min. & Metall, 1940. V. 246 l.)



készítik. A fémek leválási potenciálsorának vizsgálata mutatja, hogy az elektrolitban és anódmaszában található csaknem valamennyi szennyeződé és az elektrolízis folyamán nyert alumíniumban gyülemlik fel. Ebből következik, hogy a felhasznált anyagokkal szemben igen erős minőségi követelményeket kell támasztani, hogy megfelelő tisztaságú félalumíniumot tudjunk nyerni. Az alumíniumgyártáshoz felhasznált timföldnek a tisztaságon kívül még kriolitban könnyen oldhatóknak is kell lennie, ami azt jelenti, hogy finom korundmentes porra van szükség. Ilyen nyersanyagot legegyszerűbben a klasszikus Bayer-eljárással lehet készíteni. A bauxitot kb. 165 fokon tártják fel, 40 B°os nátronlúggal 6 atm. nyomás alatt. A timföld nátriumaluminát formájában oldatba megy, míg a szennyeződések legnagyobb része oldhatatlan vörösiszap formájában visszamarad. A tömény alumínátlúgot hígítják, timföldkristályokkal beoltják és így az alumínát lúg hidrolízise áll be. A kivált timföldhidrátot kalcinálással timfölddé alakítják, míg a híg lúg bepárlás után visszatér a körfolyamatba. A feltárás folyamán a bauxit kovasavtartalma oldhatatlan nátriumaluminiumsilikátot képez és így nátron és timföld veszteséget okoz. A Bayer eljárás gazdaságosságának alapfeltétele tehát, hogy a felhasznált bauxit alacsony kovasavtartalmú legyen.

Hazai timföldgyáraink és alumíniumkohóink az említett eljárásokat alkalmazzák. Ha eredményeinket a külföldi üzemekével összevetjük, akkor azt tapasztaljuk, hogy minőségileg az összehasonlítást kiálljuk. Kohóalumíniumunk jórésze 99.5% Al-nál magasabb tisztaságú és timföldünk is rendszerint megüti a kívánt mértéket. A fajlagos számok szempontjából a helyzet kedvezőtlenebb. Az árkérdéstől függetlenül kohóink áramfogyasztása magas, timföldgyáraink sok és drága kalóriát használnak fel és mindkét esetben a tonnánként szükséges munkaórák száma igen magas. Természetesen nem szabad elfelejtenünk, hogy a berendezések egyrésze elég régi, üzemünk kevésbé mechanizáltak és a rendszeres szocialista gyárszervezést csak most kezdjük meg. Minden esetre a fejlettebb országok iparának tanulmányozása megadja azt az alapot, melyre reális műszaki önköltségszökkentési terveink épülhetnek.

A teljesség kedvéért megemlítem a harmadik klasszikus alumíniumkohászati eljárást, noha hazánkban nem gyakorolják; a háromlépcsős alumíniumfinomítást. A fémét tűzfolyékony elektrolízissel raffinálják, folyékony anód és katód segítségével. Az elektrolit pl.  $AlF_3$ ,  $AlF_3 \cdot 3NaF$ ,  $BaF_2$ ,  $CaF_2$  keveréke. A báriumsó a fajsúly növelésére szolgál. Az olvadt sóréteg alatt helyezkedik el a kemencefenéken a finomítandó rézötvözetű alumíniumanód. A harmadik réteget a szinalumínium alkotja, mely a fürdő felszínén úszik. A nyert alumínium 99.99—99.995% tisztaságú. A finomításhoz elvileg kevés áram volna szükséges, azonban a gyakorlatban 16 kWó-t kell számolni egy kg szinalumíniumra. Az eljárás gazdaságosságának előfeltétele, hogy a nyers fém igen olcsó legyen. A finomítás jelentősége az utóbbi években erősen megnövekedett, ugyanis ilyen módon dolgozzák újra fel az alumíniumhulladék jórészét. Ennek oka abban keresendő, hogy noha az eljárás majdnem olyan áramigényes, mint a normál alumíniumkohászat, timföld, elsősorban vörösbauxitszegény országokban bizonyos könnyebbéget jelent.

Az alumíniumipar három fő eljárásának e rövid leírása után, ismertetni fogom nagy vonalaiban a timföldgyártás és az alumíniumkohászat egy-két fontos kérdését, melyek szakmánk jövő fejlődésére komoly kihatással lehetnek.

A Bayer műveletnél a feltáráshoz finomra örölt bauxitot, úgynevezett bauxitlisztet használnak fel. A folyamat tehát a nyers bauxit szárításánál kezdődik, mivel az anyagot csak akkor lehet megfelelő finomságra örölni, ha a bányanedvesség 1% alatt van. Az örlés erősen munkaigényes és a bauxit átlagos magas bányavíz-tartalma (20%) miatt 700—1000 kalóriát kell számítani minden kg bauxit-hoz. Ezt a munkafolyamatot egyszerűsíti le egy új módszer, melyet a Szovjet-unióban használnak. A nyers bauxitot számított mennyiségű alumínátlúggal keverik és nedvesen golyósmalomban megörlik. Így a szokásos hármas — szárítás, örlés, keverés — műveletét egyszerre végzik el, valószínűleg sokkal gazdaságosabban.

Ugyancsak érdekes eljárás a bauxit víztelenítése vízgőzös térben. A bauxitot autoklávban 15—20 atmoszférás gőzzel kezelik és így bányanedvességét teljesen, kötöttvíztartalmának pedig jórészét elveszti. Az ahidrált bauxit nedvességtartalma a levegőből, párafelvétel révén, idővel legfeljebb 3%-ra emelkedik. Mivel az országban termelt bauxitnak csak körülbelül 15%-a kerül belföldön feldolgozásra, az ahidrált eljárásnak alumíniumérc-exportunk szempontjából is komoly jelentősége van. Ha a nagy távolságra szállított bauxitot ahidráljuk, a szárítási költség fuvardíjában megtéríthető, sőt a művelet jövedelmező is lehet. Különösen fontos az eljárás az iszkaszentgyörgyi bauxitnál, melyből kb. 20—25% bányanedvesség és 10—12% kötöttvíz távolítható el, vagyis a szárított anyagból mintegy 30%-kal többet lehet ugyanabban a vasúti kocsiiban szállítani, mint a nyers bányatermékből. A művelet ércikilogrammonként kb. 450—500 kalóriát igényel, viszont a bauxit értékét emeli, mivel timföldtartalmát növeli, ugyanakkor víztartalmát feltáráhatóságának változatlanul tartása mellett csökkenti. A kezelés folyamán a bauxit szerves anyagtartalma nagyrésztben kioldódik. Ez a tény a timföldgyártásnál igen nagy jelentőségű lehet. Ugyanis, amikor a bauxitot forgódobban szárítják 450°-on, az érc egyes darabjai alig melegednek 120—150° fölé. Ez a hőmérséklet nem elegendő ahhoz, hogy az ércben lévő szerves anyagot teljesen megbontsa, viszont a szárítást nem lehet magasabb hőfokon végezni, mert akkor az anyag jelentős részének feltáráhatósága erősen csökkenne. Az autoklávban történő feltáráskor a bauxitban maradt organikus anyag teljes mennyisége az alumínátlúgba kerül. Ennek jelenléte azért káros, mert a lúg timföldtartalmának kikeverését megnehezíti. Mivel az ahidrált folyamán a bauxit szerves anyaga eltávozik, ily módon, vagy forró vízzel nyomás alatt kezelt érc használata esetén, üzemünk kapacitása, kis beruházással erősen fokozható kell hogy legyen. Timföldgyáraink modernizálásánál ugyancsak nem szabad figyelmen kívül hagynunk a folyamatos feltárást és a levegővel való kikeverés kérdését. Ezen eljárások ugyan meglévő üzemünkben nehezen vezethetők be, viszont új létesítményeknél bizonyos előnyöket jelelhetnek.

Meg kell végül említenünk a Bayer timföldgyártásnak Németországban kidolgozott folyamatos, úgynevezett toronyváltozatát. Tornyoknak nevezik a körülbelül 20 atmoszféra nyomásra szer-



kesztett feltáró autoklávokat, melyeket 700°-on szárított és 2—3 cm-es darabokra zúzott bauxittal töltenek meg. A feltáráshoz használt 28—30 Bé-s lúgot előmelegítőben 25 atmoszférás gőzzel 200°-ra hevítik. A nyomás a tornyokban kb. 10—15 atmoszféra. Az autoklávok négyes csoportokban működnek, egy töltés vagy ürítés alatt, a másik háromban pedig a lúg ellenáramban közlekedik. A tornyokban visszamarad az eredeti bauxitrogök szennyeződésvéza. Ezeket az alumínátlúg lecsapolása után sűrített levegő segítségével egy vibráló szitára szállítják. A nagyobb darabokat, melyek még 30—40% timföldet tartalmaznak, ismét feltárásnak vetik alá, míg a finomabb részek a vörösiszapot alkotják. Állítólag ezzel az eljárással 1 tonna timföldhöz 3—4 tonna gőz szükséges, míg a szokásos munkamenet 8—9 tonna gőzt igényel.

A vörösbauzitban szegény országokban újabb kaolint, agyagot vagy más hasonló nyersanyagot felhasználó alumíniumgyártási eljárások kimunkálása a kutatókat már évtizedek óta foglalkoztatja. Az ezirányú törekvéseket két főcsoportra oszthatjuk: 1. újabb timföld előállítási módszerek, 2. termikus alumíniumötvözet gyártása, melyet azután megfelelő módon finomítanak. Ezek az elgondolások a magyar alumíniumipar részére bizonyos jelentőséggel bírhatnak. Egyrészt a Bayer-eljárás helyett, nem nyersanyaghiány miatt, de egyéb megfontolások alapján más timföld előállításra térhetünk át, másrészt, amennyiben olyan gazdaságos alumíniumelőállítási módszerrel rendelkezniénk, mely az elektrolízisnél kevésbé áramigényes, azt minden érdekünk lenne bevezetni.

Felmerült az a gondolat, hogy vasdús bauxitokat vasra dolgozzuk fel. Ennél az eljárásnál az érc timföldtartalma kalcium-alumínát salakká alakul, melyet a Pedersen-módszerrel kellene timfölddé feldolgozni. Gyakorlatilag a feltárásnál, mely rendszerint villamoskemencében, minimálisan 1400°-on történik, bauxit, koks és mészkeverékkel dolgoznak. A nyert vas az eljárás értékes melléktermékét képezi, a keletkezett salak főalkatrészei kalcium-alumínát és kalcium-szilikát. Ha ezt az anyagot híg nátriumkarbonáttal vagy lúggal kezelik, a timföld szilíciumaluminátként oldatba megy, míg a dikalciumszilikátként jelenlevő kovasav gyakorlatilag nem oldódik. A maradéktól elválasztott lúgból szénsav bevezetésével kicsapják a timföldet, miáltal a nátriumkarbonát regenerálódik és újabb lúgozásra lesz felhasználható. Az eljárás nehézségeinek és költségeinek súlypontja az olvadék vagy zsugorított termék nedves feldolgozásában van. Lényeges az, hogy a nyersanyagban lévő szennyeződések, Co, Va, Ti, Fe gyakorlatilag nem kerülnek az alumínátlúgba, az egyetlen valóban zavaró elem a szilícium. Timföldben szegény lúgok alig vesznek fel kovasavat, viszont erősebb lúgok annyi kovasavat tartalmaznak, hogy azt külön eljárással kell eltávolítani. Benilles és Dyckerhoff ezért csak 1—1.5 g/liter  $Al_2O_3$ -tartalmú lúggal dolgoznak, más üzemek az említett hátrányok ellenére is sűrűbb lúggal dolgoznak.

A Pedersen-eljárás sokkal kisebb timföldtartalmú oldatokkal dolgozik, mint a Bayer-eljárás. Így tehát jóval nagyobb folyadéktérfogat szállítására van szükség.

A Vereinigte Aluminiumwerke Lautawerk laboratóriumában dr. Bauermeister végzett kísérleteket a magyar bauxitoknál híg szódaoldatokkal való feltáráására és az oldatokból való tiszta tim-

föld kinyerésére. A kísérletek eredményesek voltak, mert a bauxitot 8%-os szódaoldatban kvantitatív teljesen feltárták, az oldatokból pedig tiszta timföldet nyertek.

Hozzávetőleg 1944-ben egy 50.000 tonnás évi kapacitású Pedersen timföldgyár 9 millió dolláros beruházást igényelt, a termelt timföld önköltségi ára tonnánként 35 dollár körül volt. Jelenleg a Bayer timföld ára kb. 40 dollár pro tonna. A Pedersen-eljárás gazdaságosság és egy nagyobb költségű létesítésének költségei a bauxit kohósítás kérdésében döntő jelentőségű szempontok. Az alumíniumkohászat terén a függőleges tüskebeverésű Soederberg elektroda érdekes újítást jelent. Az anódmasszát egy fix köpenybe döngölik, mely csaknem a fürdő felszínéig ér. Így az anódszén oxidációját igen jelentős módon csökkentik és a gázelszívást erősen megkönnyítik. Az eljárás munkaidő-megtakarítást jelent, mivel a sincsere kiesik és jobb anyagkihasználást is, mert a tüske beverés és kihúzás a köpenyt sokkal kevésbé veszi igénybe, mint a szokásos vízszintes tuskéjú Soederberg anódnak.

Állítólag az eddigi tapasztalatokkal szemben Olaszországban igen jól beválnak a köralakú kemencék és jó áramelosztással is dolgoznak. A modern kohók 16—17 kWó/kg elektromos energiát és 20—30 munkaórát pro tonna használnak fel.

Az újabb alumíniumelőállítási kísérletek általában elektrotermikus alumíniumötvözetekből, sziliko-alumíniumból vagy ferrosziliko-alumíniumból indulnak ki. Tudvalevően, amikor a timföldet szénrel redukálják, erősen karbidos, gyakorlatban használhatatlan fémet kapnak. Körülbelül 30% szilíciumtartalmú ötvözetet kell előállítani, hogy karbidmentes termék keletkezzék. A nyert alumíniumnak a szilíciumtól való szétválasztására számos elképzelés van. Lehet az ötvözetet bizonyos feltételek mellett elektrolitikusan finomítani, ez azonban majdnem olyan áramigényes, mint maga a szokásos alumíniumkohászat.

Borchers és Schmidt a ferroszilico-alumíniumot 600—650°-on 20—30 atm. nyomás alatt higanynyal kezelik. A vas szilícium, titán és vanádium nem oldódnak, míg az alumínium oldatba megy. Lehűlésnél ez utóbbiból igen kis higanytartalmú alumínium válik ki, melyet desztillálással tisztítanak. Faundaminsky és Löwenstein higany helyett cinket használnak hasonló célokra. Ugyanilyen eljárást javasol Kirschebom alumíniumötvözetből alumíniumkarbidból, vagy alumíniumsulfidból kiindulva és ólmot használva oldószerül.

Az alumíniumelőállítás egy érdekes elméleti lehetősége az alumínium halogenidek egyvegyértékűségén alapul magas hőmérsékleten. Ha pl. alumíniumötvözetben 1200°-on alumíniumklorid gőzt vezetünk át, egyértékű alumínium monoklorid gőz képződik, mely lehűléskor 800° alatt alumíniumtrikloridra és alumíniumra bomlik. Elképzelhető az is, hogy ennél az eljárásnál alumíniumötvözet helyett bauxitot használjanak alapanyagul, szén vagy szilícium jelenlétében.

Ez a rövid vázlat az alumíniumipar mai helyzetéről mutatja, hogy ebben az iparban a klasszikus hármas munkamenet Bayer timföldgyártás, Hall—Heroult elektrolízis, háromzónás finomítás mellett sok új elképzelés van. Elsőrendű feladatunk állandóan követni ezeknek gyakorlati felhasználási lehetőségeit iparunkban, csak így érhetjük el azt, hogy a felmerülő problémákat helyes műszaki szem-



pontból fogjuk meg és hogy megoldásaink gazdaságosak és eredményesek legyenek.

A külfölddel való összehasonlítás aluminium-iparunk részére nem mindig előnyös. Ennek első sorban az az oka, hogy az elmúlt rendszer célkitűzéseinek nem felelt meg iparunk fejlesztése. Ahelyett, hogy értékes nyersanyagunkat, a bauxitot az országban dolgoztuk volna fel, azt csaknem egészében külföldre szállítottuk. A népi demokrácia, a Szovjetunió segítségével, döntően megváltoztatta

ennek az iparnak a helyzetét és ma minden támogatást megkapunk arra, hogy az országban virágzó és modern aluminiumipart építsünk ki. Ez a kedvező perspektíva azonban a szakma dolgozóira komoly és felelősségteljes feladatot hárít. Ezeket csak abban az esetben tudjuk jól megoldani, ha mindnyájan átérezzük, hogy egy döntően fontos iparág sorsa van ránk bízva, melynek fejlődése és eredményei egész népgazdaságunk helyzetére komoly kihatással vannak.

## Az aluminium hideg fröccs-sajtolása

EMÖD GYULA okl. fémkohómérnök

### Kaltspritz-Verfahren in der Aluminium-Industrie.

Dipl. Ing. Julius Emöd.

### Impact Extrusion Process in the Aluminium Industry: Julius Emöd.

Инж. металлург Эмед Дюла:

Холодное прессование пульверизационного литья алюминия.

#### A fenékforma kiképzése.

A fenékforma alakjára nézve nagyobb szabadságok állnak fenn, mint a mélyhúzásnál. A fenékvastagság a köpenyfal vastagságától függetlenül választható meg és 0.3 mm-től felfelé különböző vastagságig mehetünk Bizonyos alakosítás is megengedhető, de a folyás menetére tekintettel kell lenni. Az anyag folyása a fröccsajtolás alatt természetesen lemezes (laminár) felülete az anyag folyása útján jön létre. Ez a folyás nem egyenletes. Olyan szerszám nem alkalmazható, amely több műveletet foglal magában, csavarmentet pl. külön művelettel kell rávinni. Átlyukasztás lehetséges, úgy, hogy a tüske hegyes, előbb lyukaszt és azután nyomja ki az anyagot (pl. tubusgyártás). Különböző komplikált formákat előállíthatunk megfelelő szerszám-megoldással. Nagy gyakorlat és sok kísérlet szükséges ahhoz, míg egy-egy újabb darab folyamatosan üzemben gyártható.

#### Köpenyforma.

A köpeny belül mindig prizmatikus. Minden keresztmetszet a matrica és tüske közötti hézag nagyságát adja. Ez a hézag lehet az egész szelvényen egyforma és akkor a falvastagság is azonos, de lehet változó falvastagságú, pl. recés, bordás stb. kiképzés is. A képlékeny anyagból előállítható bordás falat mégis ritkán alkalmazzuk, mert a vastagabb keresztmetszet előbb fut ki, mint a vékony. Ha nagy a falvastagságkülönbség, akkor a köpenyen könnyen repedés léphet fel. A különböző falvastagságnak nagy asszimmetrikus helyei egyoldalú eltolódáshoz és ezzel a köpeny gyűrődéséhez vezetnek.

#### Mérethatárok.

A hideg fröccs-eljárás alkalmazása állandóan fejlődik. Ma körszelvényű testeknél a maximális  $\varnothing$  100—120 mm. Négyzetleges daraboknál a maximális alapfelület 7850 mm<sup>2</sup>, maximális oldalarány 1:5. Minimális saroklegömbölyítés belül  $r=0$ , kívül  $r=1.5$  mm; falvastagság: min. 0.05 mm szín-aluminiumnál, keményebb anyagoknál a tüsketörés veszélye miatt természetesen több.

A hossza határt szabni nehéz, mert a hossz a tüskétől függ. Nagy keresztmetszelű tükével max. 300—350 mm hosszíg lehet menni. A megengedett hossz függ a tüske karcsúsági fokától, a nyomó igénybevételétől, anyagtól, falvastagságtól, fenékmintázattól, stb.

Általános szabály: hossz = 5—10-szeres  $\varnothing$ , illetve legkisebb peremhossz.

#### Toleranciák.

A tolerancia minden üzemi ember legnagyobb gondja, négy alapra vezethető vissza:

1. az ember pontatlansága,
2. a gyakorlat hiánya. A nyomás különböző anyagoknál más; erre minden üzemből van gyakorlati adata,
3. fizikai követelmények; a szerszám hőmérséklete emelkedik és ezáltal mérete változik. A tüske hossz tengelye irányában a hőtágulás a legnagyobb. Ezt a sajtot átállításával lehet kiküszöbölni, ami azonban a szünetek miatt bizonytalan, ezért a fenék méreténél bizonyos méreteltérést kell megfigyelnünk,
4. a szerszám kopása nagy és így a kopási toleranciát nagyra kell venni.

A szerszám teljesítőképességének növeléséhez szükséges, hogy az anyag és a szerszám között minél kisebb surlódási ellenállás lépjen fel. Fényes lapka csak akkor jó, ha a surlódási ellenállás nem nagy. Tekintettel arra, hogy ez ritkán érhető el, igen nagy jelentőségű a kenés, mert ezzel nemcsak a szerszám teljesítőképességét növeljük, de a darab felülete is szebb lesz, a selejt pedig kevesebb. Fontos, hogy az alapanyag igen finom szemcséjű és lágy legyen, a kenőanyag viszont egyenletes, vékony rétegben fedje a lapkát. Egyenletes kenést csakis dobfordatással végezhetünk. Lyukas lapkánál ajánlatos kis aluminium-golyócskákat keverni a lapkák közé, amelyek a lyukon átesnek és a magukkal vitt zsírral kenik a lyukat. Régebben zsírozásra gyapjúzsírt használtak, ma az irodalom viasz és hengerolaj keverékét ajánlja. A keverés után 8—10 óráig állni kell hagyni, csak azután használható fel a lapkák. Ezzel szemben az Albart-nál sikerült kísérletezni a következő összetételű kenőanyagot: 5 kg trikolit, 70 dkg hengerolaj, 30—50 dkg faggyú, dobban összekeverve és 1/2 óra állás után a lapkákat feldolgozhatóvá teszi.

#### Anyag.

Hideg és meleg fröccsajtolásra ólom, ón, cink, aluminium és ötvözetei hidegen és melegen alkal-



mazhatók. Az alumíniumötvözetek felhasználása csak szűk körben lehetséges, mivel a szerszám szilárdsága határt szab. Röllinger üzemszerű kísérleteket végzett Al-Mg-Si és 0,8% Pb tartalmú cinkkel és 0,5 mm edény falvastagságig lefelé Cu-ból is 1 mm edény falvastagságig kísérletképen állított elő darabokat. Szín-Al 99,5%-os és a HB 18—22 kg/mm<sup>2</sup> legyen, erős lágyítás szükséges. Végeredményben fenti eljárással minden anyag fröccsenthető, ha olyan képlékeny, hogy a szerszám bírja. Ügyelni kell a falvastagságra, a fenék profilozására és a surlódás csökkentésére. Érdekes kísérleteket végeztek Németországban lemezt (plattírozott) anyagnak spricelésével, úgy, hogy ezáltal a kész darab felülete is plattírozott maradjon. Előállítottak pl. ónozott ólomtubusokat, 2,5%-os ónbevonattal. Röllinger kísérletei szerint rézzel és ólommal plattírozott alumínium is fröccsenthető. Ez utóbbiak inkább csak érdekességek, míg gyakorlati felhasználásuk nem ismeretes.

### Gazdaságosság.

Hideg fröccsajtolással tiszta felületű és kemény anyagot kapunk, HB = 50 kg/mm<sup>2</sup> Al-Mg-Si ötv. és 35—40 kg/mm<sup>2</sup> 99,5% Al-nál. A tárgy automatikusan és gyorsan állítható elő, mert egy ütésre készül. Ez pl. a mélyhúzással szemben nagy előny, mert több műveletet és az azzal járó nagy szerszám-költséget takarítunk meg. Nagy előnye még, hogy egyszerű sajtolóval és egyszerű szerszámmal magasra húzott testek állíthatók elő. A magasságot csupán a túske kihajlása és törési határa szabja meg.

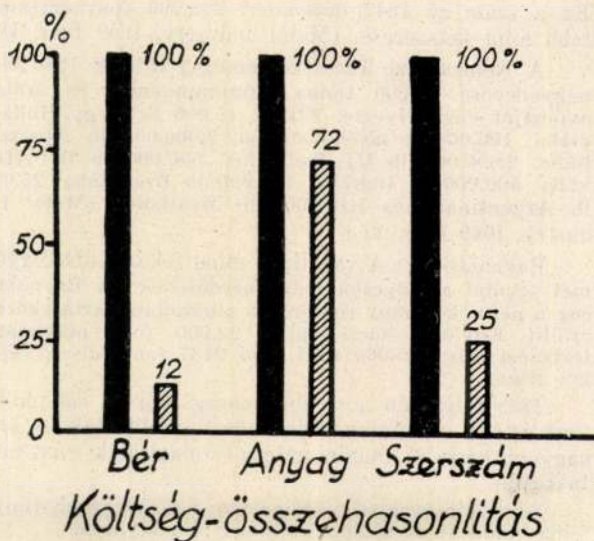
Előnyeit gazdasági téren úgy tudjuk kimutatni, ha egy más, hasonló művelettel, pl. a mélyhúzással húzunk párhuzamot. A 15. ábra érdekes

%-nak vettük a bér-, anyag- és szerszám-költséget, a hideg fröccsajtolásnál pedig a bér 12%, az anyag 72%, a szerszám-költség pedig 25%. A megtakarítás tehát a mélyhúzással szemben bérben 88%, anyagértékben 28%, a szerszám-költségben 75%. Bérben nagy megtakarítás érhető el, mert kevés emberrel automatagépen nagy tömeget lehet gyártani. Az anyagmegtakarítás onnan adódik, hogy itt a hulladék csak nagyon kevés, mert csupán a szélek kiigazítására van szükség és vastag anyagból indulunk ki. A szerszám-költség csökkenése pedig abból származik, hogy a hideg fröccsentésnél csupán egy egyszerű szerszámra van szükség. Világos, hogy még kis darabszámnál is az egyszerűbb szerszám kisebb költséget jelent. Ezenkívül az ilyen egyszerűbb szerszámok gyorsan is készülnek és így a szállítási idő is rövidebb lehet. Természetesen, a tanulópenzt itt is meg kell fizetni, éppen úgy, mint a mélyhúzásnál, de itt még ez is kevesebb. Ha azonban nagy gyakorlatra tettünk szert, akkor a túske és az alsórész közé helyezett lapkából síma, egyenesfalú és állandó méretű darabot kapunk.

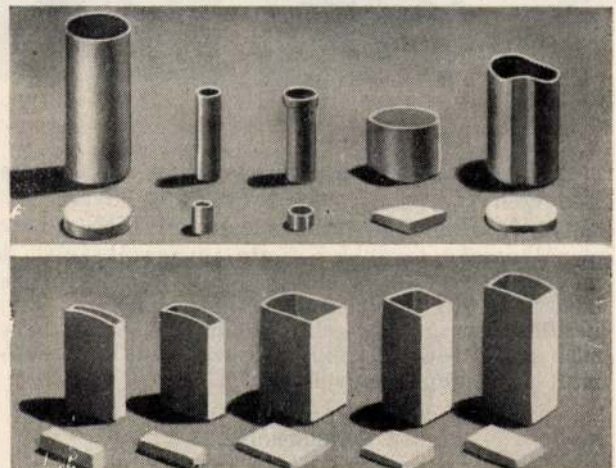
Előfordulhat esetleg az is, hogy hideg fröccsentéssel alig tudunk olcsóbban termelni, mint mélyhúzással. Ennek oka abban rejlik, hogy a hideg fröccsentőgép drágább, mint az ugyanazon tárgyak előállításához szükséges húzósajtó és így a nagy leírás drágítja az árut. Kis darabszámnál a szerszám-

■ mélyhúzás

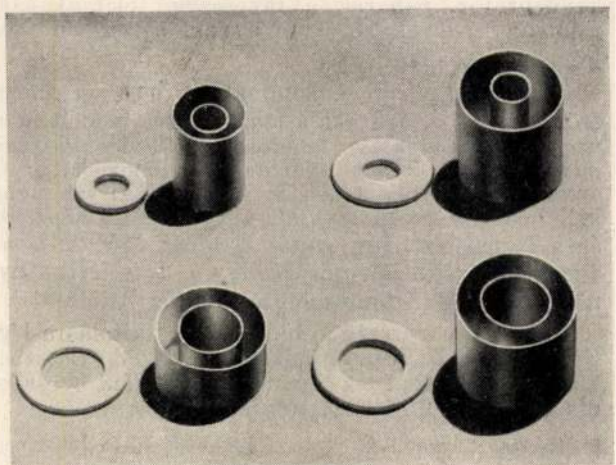
▨ hideg fröccsajtolás



15. ábra.



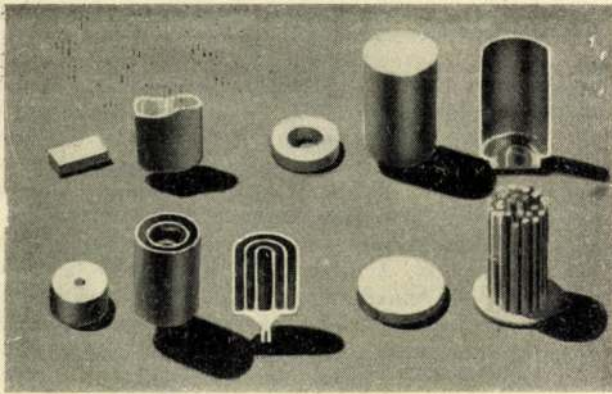
16. ábra.



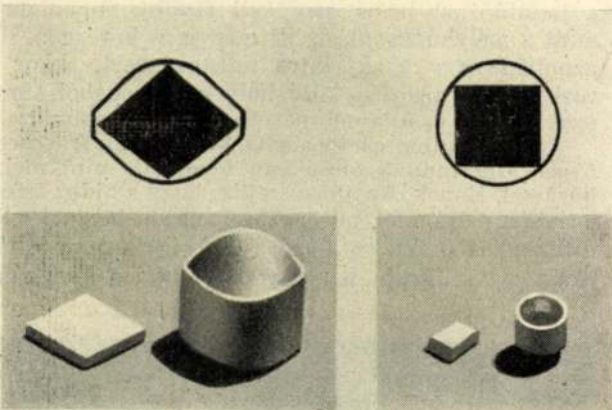
17. ábra.

összehasonlítást mutat a hideg fröccsajtolás, és a mélyhúzás között. A mélyhúzásnál 100—100





18. ábra.



19. ábra.

csere sok időt igényel, ami veszteség. A gép kezelése igen kényes és nagy gyakorlatot kíván. Hát-rány még a kialakult kristályszerkezet miatt, a rossz eloxálhatóság, továbbá a tiszta anyagszükséglet, de még ilyen esetben is előnye a mélyhúzással szemben, hogy egy műveletben készül a tárgy és a ki-indulási anyag vastagabb, tehát olcsóbb és kevesebb a hulladék. Ezenkívül a szerszám is olcsóbb, mint a mélyhúzó műveletnél.

#### Felhasználás.

A 16., 17., 18., 19. ábrákon látható különböző tárgyak, tubusok, dobozok, fiolák, poharak, galvan-elemburkolatok, árnyékoló házak, konzervdobozok, kondenzátor poharak a távbeszélő technikában, robbanó hüvelyek, kerékpár dynamoházak, termos hüvelyek, edények, stb.

Összefoglalásul elmondhatjuk, hogy a hideg fröccsajtoló eljárásnak a mai fejlődés mellett igen nagy a felhasználási lehetősége. Gazdaságossága minden téren, tehát gyártás, szerszámkészítés és anyagfelhasználás terén is megvan. Összhangba kell hozni a darab alakját, a szerszám kiképzését és a kikészítést. Így azután a hideg fröccseljárás figyelemreméltó jelentőségű lesz és a teljesítmény-növelésnél mind fontosabb helyet fog betölteni.

Ma Magyarországon hideg fröccsajtolásra leg-tökéletesebb az Alumíniumárugyár N. V. Erzsébet királyné-úti telepének berendezése. A gépi berende-zés Herlan & Co-tól származik, összetétele:

1 drb	300 t. max.	42	lök	34-40-42	lök/perc
1	„	600	„	78	„
2	„	1200	„	120-135	„

Amint fentiekből látjuk, ezen eljárással nálunk is készíthetők edények 135 mm Ø-ig. Egy ilyen Herlan-rendszerű automatikus tubussajtoló képét láthatjuk Zeerleder könyvében. (1943. kiadás, 314. l.)

Tudomásom szerint egyik konzerv- és tubusgyárunk is rendelkezik kisebb fröccsajtológépekkel.

#### Irodalom:

A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle 1947. Rascher Verlag Zürich.

Röllinger W.: Die Anwendung des Kaltspritzverfahrens Aluminium Zeitschrift 22. 1940.

Zeerleder A. u. Burg K.: Schweizer Archiv 3. 1937.

Kühner O.: Maschinenbuch 9. Ausgabe. 1942.

Aluminium Taschenbuch 9. Ausgabe. 1942.

Gabler P.: Aluminium Ztg. 1943. Kaltspritzen von Aluminium in der Feinmechanischen Fertigung.

## Külföldi hírek

**Egyesült Államok:** Az alumíniumellátás javulására irányuló remények mindinkább csökkennek az északnyugati részek áramszolgáltatási helyzete folytán. Bonneville olyan szűken van áramban, hogy részleges világítást vezettek be és felkérték a háziasszonyokat, hogy villamos mosógépeiket néhány hétig ne használják. Az ipari áramot továbbra is korlátozzák. Az alumíniumelőállítók attól tartanak, hogy az áramkorlátozások annyira fokozódni fognak, hogy kénytelenek lesznek kádsorokat üzemenkívül helyezni. A hegyeken magasan áll a hó, ha erős olvadás következik be, valószínűleg a tavalyihoz képest áradásra kell számítani, melynek következtében akkor a kohókat le kellett állítani. (The Iron Age, január 20.)

Ipari célokra szolgáló létrákat gyárt magnéziumból az Aluminium Ladder Co. cég, Wothington.

A minnesotai egyetem óriási tornatermék tetőzetét alumíniumból készítették. A régi tető tönkrement és az új alumíniumtetőt, melyben 85.000 font alumínium van, nem egészen két hónap alatt húzták fel. (Light Metals, február.)

A magnézium húzott áru termelése 1948-ban 5,900.000 font értékű volt, azaz 22%-kal több, mint 1947-ben. Decemberben a termelés az előző hónappal szemben 37%-kal emelkedett és 728.000 fontot tett ki. Ez a szám az 1947 decemberi 275.000 font értéknek több mint kétszerese. (Metal Industry, 1949 febr. 18.)

A Nemzetközi Kereskedelemügyi Intézet 1949 első negyedévére 10.000 tonna alumíniumlemez és szalag exportját engedélyezte. Ebből: 15.000 lb meg Hollandiába, 100.000 lb Svédországba, 2.000.000 lb Ausztráliába, 2.000.000 lb Új Zeelandba, 500.000 lb Dél-Afrikába, 500.000 lb Indiába, 175.000 lb Braziliába, 25.000 lb Argentínába és 1.100.000 lb Mexikóba. (Metal Industry, 1949 febr. 11.)

Reynolds-cég: A vasútiipar mind fokozottabb figyelmet szentel a súlycsökkentés kérdésének. A Reynolds-cég a perui kormány részére 35 alumínium tartálykocsit szállít. Egy-egy kocsi súlya 23.000 font, maximális terhelési súly 103.000 font, ami 9137 font súlynyereséget jelent.

1948 folyamán a mezőgazdaság részére sok millió font értékű alumínium felszerelést szállítottak. A legnagyobb kereslet alumíniumtető és oldalfalak iránt mutatkozik.

Alumíniumnak az autóiiparban való nagyobbarányú felhasználását az alumíniumhiány akadályozza.

Alumíniumablakok iránt az utóbbi időben nagymértékben felszokott a kereslet. (Modern Metals, 1949 január.)

Titán festékipar: Az Egyesült Államokban 1947 folyamán kb. 175.000 tonna titán-dioxidot termeltek. A



gyártás egyik legfőbb nehézsége a berendezés költsége. Oly üzem felállítására, mely napi 45 tonnát termel, kb. 10,000,000 dollárba kerül. (The Industrial Chemist, 1949 február.)

**Kanada:** Brit-Columbia vízienergia készletének kihasználására az Aluminium Company of Canada és a Reynolds Metall Company of Richmond nagyszabású terveket készít. A kanadai társaság 300 millió dollárt szándékszik befektetni vízierőművekbe és alumíniumgyárakba, míg az amerikai társaság tárgyalásokat folytat 1,000,000 LE nagyságú vízierőtelep létesítésére és ezzel kapcsolatban évi 500,000 tonna alumíniumgyártására. A Reynolds Company a Jamaica szigetén lévő bauxitbányát fogja kifejleszteni és innen fogja kanadai üzemét bauxittal ellátni. (The Mining Journal 1949. Vol. CCXXXII. No. 5921.)

**Buenos Airesben** nagyszabású csalást lepleztek le, mely fontos személyiségeket érint. S. I. L. P. A. néven 240 millió peso alaptőkével vállalat alakult, mely Olaszországból akart Argentínába szállítani, egy ott felállítandó alumíniumelőállító és finomító gyárat. Az ehhez szükséges anyagokon kívül, még teljes vízielektromos berendezést is kellett volna szállítaniok. Amerikai hírforrás szerint a botrány abból ered, hogy a beígért új anyagok helyett, a szállítás egy teljesen elavult berendezés leszereléséből ered. (Revue d'Aluminium, No. 151.)

**Egyiptom:** Cairói jelentések szerint az egyiptomi Kereskedelem és Iparügyi Minisztérium alumíniumgyár létesítését tervezi. (Metal Industry, 1949. II. 18.)

**Svájc:** Az alumíniumexport ez év januárjában decemberrel szemben, majdnem felére esett, 8,100,000 frankról 4,300,000 frankra. (Metal Industry, 1949 febr. 18.)

**Új Zeeland:** Az újzeelandi kormány előregyártott alumínium-házakkal akarja a lakásínséget enyhíteni. A mutatóványházakat — melyeket a Hawksley Ltd. angol cég szállít — Wellingtonban rövidesen felállítják. Az egyik típusú háznak három, a másiknak két hálószobája van, mindegyikben van lakószoba, fürdőszoba, konyha és hall. A hírek szerint a gyártók Ausztrália és Új Zeeland részére 10,000 ilyen házat akarnak szállítani, ezévi termelésük felét. A nagyobbfajta ház alkatrészeinek súlya mindössze 6 tonna, árban megfelel a szokásos módszerekkel épített házak árának. (Metal Industry, 1949 február 4.)

**Dánia:** Kísérletek folynak a vaj alumíniumba való csomagolására. Ha a kísérletek beválnak, a jövőben a vaját félkilós csomagokban, a fogyasztóknak való eladásra készen fogják exportálni. (Metal Industry, 1949 febr. 4.)

**Franciaország:** A francia Ipar és Kereskedelemügyi Minisztérium ideiglenes adatai szerint, a termelés adatok 1948 novemberre és decemberre a következők:

	November	December
bauxit . . . . .	31.368 t	76.000 t
calcinált timföld . . . . .	17.032 „	12.500 „
alumínium . . . . .	2.706 „	2.843 „

**Németország:** Az Egyesült Alumíniumművek Lippe-werk Lünen, rövid időn belül újból üzemben lesz. A havi termelést az előzetes számítások 1400 tonnára becsülik. Svájcban jelentik, hogy a francia zónába tartozó Aluminiumwerk, Rheinfelden is rövidesen elkezd dolgozni. Az üzemet a leszerelendő gyárak listájáról törölték és az előkészítő munkálatok befejeződtek. Nyersanyaghiány még komoly nehézséget okoz, de azt hiszik, hogy Martinswerk, Bergheim-Erft, fog tudni timföldet szállítani. Rendszeres áramszolgáltatás mellett az a fel-

tevés, hogy ebben az évben 15.000 tonna alumíniumot fognak tudni előállítani. (Metal Industry, 1949 febr. 11.) — Nyugatnémetország alumíniumtermelésének kapacitását évi 110.000 tonnára becsülik. Ebből 35.000 tonna a rheinfeldeni gyárra, 33.000 tonna a lüneni gyárra, 32.000 tonna a tögingi gyárra és 10.000 tonna az Erftwerk grewenboichi üzemére esik. A nagyméretű éramhiány miatt a termelés alacsony szinten mozog. (The Mining Journal, 1949. Vol. CCXXXIII. No. 5921.)

**Japán:** 1000 tonna alumíniumlemez szállítását ajánlotta fel az Egyesült Államoknak. A minőség az amerikai szabványkövetelményeknek megfelel, az ár pedig valamivel a hasonló angol árué alatt van. (Metal Industry, 1949 febr. 11.)

**Svédország** alumíniumtermelése megkétszereződik. Eredetileg a termelést olymértékben akarták fokozni, hogy az kielégítse az ország alumíniumszükségletét, mely évi 17.000 tonna. Különböző okok miatt ezt most már nem tartják szükségesnek. A közvetlen tervek 50%-os termelésnövekedést írnak elő, a távolabbi jövőben azonban évi 8000 óhajtatják emelni a termelést. (Metal Industry, 1949 febr. 11.)

**Kína** legnagyobb víziútja a Jang-Cse-Kiang, helyenként alacsony vízállás mellett nehezen, vagy egyáltalában nem hajózható. A nehézség elkerülésére Kanadából 9 alumíniumból épített hajót rendeltek. Ezekből kettő már szállításra is került. Mult év szeptemberében indultak el Quebecből és az Atlanti Óceánon és a Suez-csatornán keresztül, november 23-án érkeztek meg Shanghaiba, két hónapig tartó tengeri út után. (Revue d'Aluminium, No. 151.)

**A London Transport Executive** 90 drb alumínium-ötvözetből készült földalatti vasúti kocsit rendelt meg. A kocsik kb. két év múlva kerülnek szállításra. Mind-egyik kocsit három tonnával könnyebb, mint a jelenlegi, acélból készült kocsik, ami a villanyfogyasztás lényeges csökkentését jelenti. A London Transport kiemeli, hogy alumínium-ötvözet vasúti kocsiknál való felhasználása a jelenlegi acélhiány mellett nemzetgazdasági előnyöket is jelent, mert egy nyolc kocsiból álló vonatonál 60 tonna acél helyett, alumíniumból ennek a mennyiségnek csak körülbelül a fele szükséges.

A kocsik karosszériája készül csak alumínium-ötvözetből, míg a 90 könnyűsúlyú földalatti kocsik alváza és kerekei, továbbra is acélból lesznek.

A London Transport mérnökei a megrendelés eszközése előtt a kérdést gondosan tanulmányozták. Meglátogatták Svájcot, ahol alumíniumvonatok már futnak. Technikai felvilágosítást kértek az Új South Wales-i vasutaktól és az Egyesült Államokból is, ahol szintén vannak már forgalomban ilyen vonatok. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az alumínium-ötvözetből készült vasúti kocsik a londoni földalatti erős igénybevétele mellett is meg fognak felelni a követelményeknek. (Light Metals, február.)

**Tasmania.** A British Aluminium Co. Ltd. elhatározta, hogy tevékeny részt vállal a tasmaniai alumíniumipar fejlesztésében és egy alumíniumkohó felépítésében. (Engineering and Mining Journal, 1948. Vol. 149. No. 12.)

### A legfontosabb bauxittermelő államok termelési statisztikája 1940—1946. évek között

A Minerals Yearbook 1946 kötete (U. S. Government Printing Office, Washington D. C. 1948) közli a Bureau of Mines statisztikáját a bauxittermelésről. A statisztikai adatok nagyrészt hivatalos adatokon, részben pedig becsléseken alapulnak. A legfontosabb termelő államok adatait az alábbi táblázat tartalmazza. A (x)-szel jelölt termelési adatok nincsenek meg, azonban a becsült értékek a végösszegben bennfoglaltatnak.



	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Brit Guyana . . . . .	634.150	1,060.979	1,215.744	1,919.060	928.178	678.482	1,137.991
Franciaország . . . . .	489.020	587.420	639.560	916.350	665.630	252.416	478.242
Aranypart . . . . .	—	14.889	44.767	167.685	107.854	148.547	115.846
Magyarország . . . . .	561.710	823.410	988.550	1,001.370	785.299	35.402	100.750
Olaszország . . . . .	571.324	536.881	509.430	210.634	(x)	2.584	65.447
Holland Kelet-India . . . . .	275.345	171.821	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
Palau sziget . . . . .	28.495	59.297	135.669	1,104.223	1.000	—	—
Holland Guyana . . . . .	615.434	1,198.900	1,225.572	655.147	625.804	683.990	570.630
Szovjet Unió . . . . .	300.000	250.000	275.000	350.000	400.000	400.000	(x)
Egyesült Államok . . . . .	446.253	952.082	2,643.775	6,332.868	2,869.021	996.754	1,090.045
Jugoszlávia . . . . .	245.195	203.000	86.000	(x)	(x)	(x)	(x)
Egész világ . . . . .	4,390.00	6,038.000	8,464.000	14,137.000	7,107.000	3,700.000	4,000.000
A világ összes alumínium termelése . . . . .	787.000	1,023.900	1,404.000	1,946.000	1,737.000	887.000	750.000

(Minerals Yearbook 1946.)

— Bo —

## Lapszemle

**Alumínium tűzománca.** A „The Iron Age“ folyóévi január 13. számában (163. kötet, 2. sz. 57. oldal) egy érdekes közlemény jelent meg az alumínium zománcozásáról. Tudvalévő dolog, hogy az alumínium olvadáspontja 658 C°, tehát vörösizzó állapotban már megolvad. A zománcozást általában vörösizzó hőmérsékleten végzik, tehát a zománc mintegy 700 C°-on megolvadva tapad erősen a fémhez. Az alumínium ilyen körülmények között nem zománcozható. Ezért dolgozták ki az alumíniumfelület díszítésére, vagy külső behatások elleni tartósabb megvédésére a különféle oxidálási eljárásokat (eloxálás, M. B. V. eljárás), továbbá az így nyert vékony oxidhártyának, amely a fémmel szervesen összefügg, a színezését. Ilyen módon az alumínium felületét a legkülönbözőbb színekre és művészi hatások elérésére több árnyalatban is színezik.

Alumínium zománcozására már többen gondoltak és némi kísérletet is végeztek. Nagyon nehezen hidalható át olyan zománanyagának a kikeresésére, amelynek a tágulási együtthatója egyenlő az alumíniuméval. Az alumínium tudniillik a hőmérséklet emelkedésével kétszer olyan mértékben tágul, mint a vas és másfélszer jobban, mint a vörösréz. A zománanyagot pedig a fém tágulását arányosan kell követni, máskülönben a zománc a fém felületéről lepattan.

Az idézett angol folyóiratban az alumíniumzománccot úgy hengerelt, mint húzott alumíniumárakra, ötvözetekre és ötvényekre is alkalmazták. Ez utóbbiaknál fontos követelmény, hogy a felület síma és likacsmentes legyen. Az alumínium felületét egyébként zománcozás előtt minden piszoktól, olajnyomtól, sőt az alumíniumoxidtól is meg kell tisztítani. A tisztítást króm-tartalmú oldattal végzik, melynek összetétele:

0.2 0/0	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
3.8 0/0	NaOH
19.0 0/0	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
77.0 0/0	H <sub>2</sub> O

Az edzést 40 C°-on 6—8 percig, vagy 50 C°-on 3—5 percig végzik. Utána a tárgyat bő vízzel lemosás és szárítás után kerül zománcozásra. A zománanyag két részből áll: alapzománc és fedőzománccból. Zománcozás előtt a tárgyak éleit és sarkait le kell keríteni kb. 1—1.5 mm sugarú körnek megfelelően. Ha a tárgyak felületén folytonossági hiány mutatkozik, pl. ötvényeken likacsok, amelyeket nem lehet kiküszöbölti, csak gyöngén szabad kitölteni az alapzománc anyagával, mert ha a zománc túlsok volt, kihülés után lepattog. Forrasztott alumínium részek nem zománcozhatók. A hegesztett alumíniumtárgyakat azonban minden aggodalom nélkül lehet zománcozni. A hegesztésnek természetesen legalább 590—600 C°-on kellett történnie, nehogy a zománcozás folyamán a hegesz-

tás helyén olvadás következzen be. Zománcozás előtt az alumíniumtárgyat 520—540 C°-ra melegítik 5 percig, majd lassan lehűtik és utána festékszóróval permetezik a tárgyra az alapzománccot. Az alapzománc mennyisége m<sup>2</sup> területre legalább 200 gramm legyen. A festékanyagot pormentes helyen szárítják, majd gondosan 520—540 C°-ra beállított villamoskemencében 5—10 percig pihentetik. Ezen a hőfokon a zománc megolvad és az alumínium felületére tapad. A második zománcozást lassú lehűtés után végzik és a fedőzománccból 500—700 grammot permeteznek festékszóróval egy m<sup>2</sup> területre. A fedőzománccot különböző színhatások, vagy díszítések végett kétszer is lehet alkalmazni, természetesen vékonyabb rétegben, hogy a fedőzománc összmenyisége a két permetezés által érje el a 700 gr/m<sup>2</sup>-t. A fedőzománc ráégetését ugyancsak gondosan 540 C°-ra beállított villamoskemencében végzik.

A zománc anyaga ólomdús vegyületekből áll, ezért a zománc kezelése különös óvatosságot kíván és a vele dolgozó munkásokat az ólommérgezésről óvni kell. A zománc meglehetősen kemény, köznapi használatban jó ellentálló felületet ad, gyenge savaknak is ellentáll, azonban töményebb savak már megtámadják. Általában alumíniummosdók és kiöntők zománcozására jól megfelel.

Reméljük, hogy a magyar találatekonyság megtalálja a módját, hogy rövidesen nálunk is zománcozott alumíniumárak kerüljenek forgalomba, talán szebb és jobb kivitelben, mint a külföldiek. — dgt —

**Bauxitfeltárás híg szodaoldatokkal és az ezekből való tiszta timföld kinyerése.** Kísérletsorozat, amelyet még 1943-ban a Vereinigte Aluminiumwerke Lautawerk laboratóriumában az azóta elhunyt dr. Bauermeister végzett. Az ismertetést W. Fulda közli a Metall 1949. évf. 23/24. számában. Az alábbiakban közöljük a cikk részletes ismertetését illetve kivonatát.

Ismeretes, hogy emelkedő hőmérséklet mellett a szodaoldatok hidrolizálódnak, az is tudott, hogy a bauxitnak a feltárást nem annyira a nátronlúg koncentrációja, mint annak magasabb hőmérséklete befolyásolja kedvezően. A végzett kísérletek célja annak a megállapítása volt, vajjon magasabb hőmérsékleten a szodaoldatoknak az (OH), koncentrációja eléggé magas-e ahhoz, hogy a bauxit timföldjét teljesen feltárja.

Ezt az elvégzett kísérletek teljesen igazolták. A kísérletet 200 C°-os hőmérséklet, 16 at. mellett végezték. A bauxitot 5000-es szitacsokorfinomságúra aprították.



Az első kísérletsorozat a szódakonzentrációnak a timföldhidrát oldására való befolyását vizsgálta. A feldolgozott anyag 8 gr légszár az magyar bauxit volt, amelynek összetétele: 16% izzítási veszteség, 6.5%  $\text{SiO}_2$ , 61.7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 17.2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és 2.7%  $\text{TiO}_2$  volt. A bemért mennyiséget 200 C°-nál 1 liter szódaoldatban 15 óra alatt tarták fel. A szódaoldat koncentrációját kísérletről-kísérletre 1%-ról 25%-ra emelték. A kísérlet eredményeit mutatja az 1. sz. táblázat.

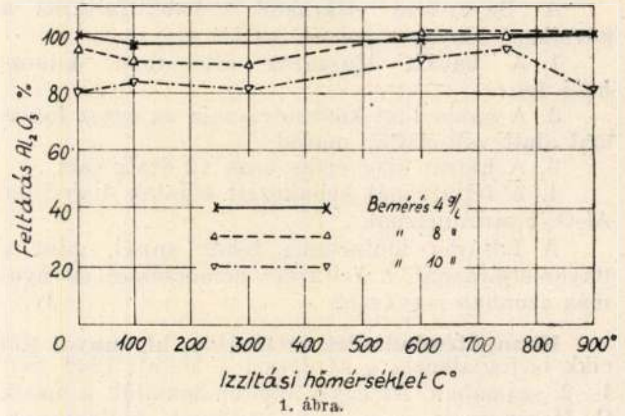
1. sz. Táblázat.

Szóda konc. % ban	Lúg-elemzés			Bauxit-maradék		Kihozatal számítva		Feltárás %
	Hígítás	$\text{Al}_2\text{O}_3$ g/l	össz. $\text{Na}_2\text{O}$ g/l	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	Lúg %-ból	Maradék %-ból	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1 lit Szóda	1,18	8,1	27,0	46,5	48	52	60
4	"	1,48	27,0	28,0	44,4	60	55,6	64,4
5	"	1,80	34,2	30,5	41,2	65,5	62,3	69,4
6	"	2,23	43,6	46,1	18,4	81	88,8	95,6
8	"	2,13	53,6	45,4	18,1	86	89	97,3
10	"	1,99	81,7	38,6	21,8	81	84,3	94,7
12	"	2,07	97,5	45,9	14,9	84	88,7	98,2
15	"	2,22	96,5	38,4	25,6	90	81,4	92,1
15	"	2,04	98,5	42,0	16,6	83	89	98,7
20	1 lit $\text{H}_2\text{O}$	2,04	65,6	33,6	16,9	83	86	96
25	"	1,89	86,3	39,6	16,9	77	88	102,4

A táblázatból kivehető, hogy az elgőzölgesi veszteségek folytán a táblázat 1. rovatában megadott szódakonzentrációk gyakorlatilag nem egyeznek a 4. rovatban talált tényleges szódakonzentrációkkal. A nyert lúgban gyakorlatilag nulla volt a szabad alkalia. A 6. rovatból látható feltárási kihozatalok igazolják, hogy emelkedő szódatartalom mellett a kihozatal is emelkedik, de 43.6 gr/liter  $\text{Na}_2\text{O}$  mellett az emelkedés megáll. Az oldatokat egyébként a táblázat adataiból kivehetően a leszűrés után azonnal felhígították, és pedig 1—15%-ig 1 liter forró, azonos koncentrációjú szódaoldattal, az ennél töményebbeket forró vízzel, mert egyébként az oldatok  $\text{Al}(\text{OH})_3$  leválás mellett rögtön zavarodnak s így megeshet, hogy a kiestés még szűrés közben áll be. A hígítást tehát a leválást késlelteti. A 20—25%-os oldatokat vízzel hígították, mert hígítatlan oldatokból a szóda kikristályosodik. A feltáró oldatnak a hígítása azonban elkerülhető, ha a szűrés 100—110 C°-on felül történik, miután ezen a hőmérsékleten még nincsen kicsapódás. Az elemzések szerint a  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ból alig megy valami oldatba. Vagyis: 8 gr bauxitot 1 liter 8%-os szódaoldat quantitativ teljesen feltár. A további kísérletek annak a megállapítására szorítottak, hogy a 8%-nál koncentráltabb oldat nagyobb mennyiségű timföldet tud-e kihozni. A kísérletek azt igazolták, hogy a koncentráció emelése nem jár nagyobb kihozattal.

A további kísérletsorozatok a maximálisan feltárható bauxitmennyiséget tisztázták. Ezek szerint 1 liter oldatban maximálisan 8 gr tárható fel tökéletesen, 10 gr. bemérésnél a kihozatal erősen csökken.

A fennebbi kísérleteket légszár bauxittal végezték, vizsgálat tárgyává tették azonban a 110—900 C° között szárított, illetve izzított bauxitfeltárást is. E kísérlet eredményeit az 1. ábra szemlélteti.

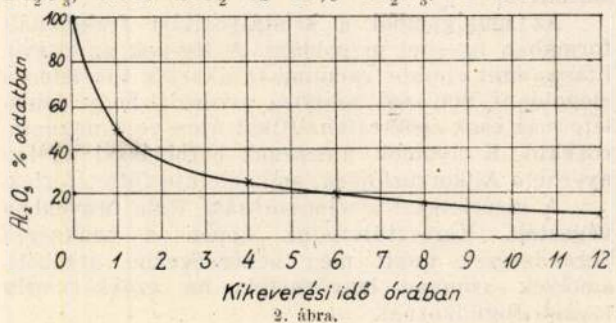


A továbbiakban vizsgálat tárgyát képezte az 5—15 at közötti nyomásmagasság is. Az eredmények a legkedvezőbbnek találták a 11 at-t, mert 8-nál a feltárás csupán 90%-os, ezen alul pedig a kihozatal rohamosan csökken.

A feltárási időt is megvizsgálták és úgy találták, hogy 8 gr bauxit, egyébként azonos feltárási körülmények mellett már 5 óra alatt teljesen feltárható.

A fennebbi kísérletek alapján a szódafeltárási eljárás módja a következő volna: A bauxitot légszár állapotban a fennebb említett finomságúra kell őrölni, 8—15%-os szódaoldattal, 10—15 at mellett feltárni, ami, ha a bauxitnak az oldatban való kellő mozgatójáról is gondoskodunk, 5 óra alatt befejeződik. A feltárás után az oldatot legalább 100 C°-on felüli hőmérséklet mellett kell leszűrni, ugyancsak e hőmérséklet felett kell lennie a gyűjtőedénynek is, hogy a timföld idő előtti kicsapódása be ne következzen. A kísérletek igazolták, hogy a timföldhidrát timföldhidrátszódaoldatból is kiejthető, vagyis célszerű a forró oldatokat előzőleg tiszta timföldhidráttal „beoltani”. Erre a célra a kísérlet egyenként 3 liter, fennebbi eljárással előállított timföld-szódaoldatot beoltó timfölddel keveri el 80 C°-nál, majd 40 C°-ig csökkenő hőmérsékleten állandó próbavétel mellett kikeveri. Ezeket a kísérleti eredményeket szemlélteti a kikeverési idő függvényében a 2. ábra. Eszerint 1 óra után még 45%, hat óra múlva 20% és 12 óra múltán még 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  maradt oldatban. A teljes kikeverés már nem volna a hosszú idő miatt gazdaságos.

E kísérletnél 12 óra után leszivornyázott hidrát összetétele: 34% izzítási veszteség, 0.04%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0.047  $\text{SiO}_2$  és 66%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . A beoltáshoz





használt timföldhidrát összetétele pedig: 33.2% izzási veszteség, 0.04%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és 0.056  $\text{SiO}_2$  volt.

Vagyis az eredmények azt mutatják, a bauxitból a szódás eljárással tiszta timföld nyerhető.

A Bayer-féle eljárástól a bauxitfeltárás a következő lényeges pontokban tér el:

1. A bauxit légszáraz állapotban dolgozható fel.

2. A szodaoldat koncentrációja az egész folyamat alatt változatlan marad.

3. A hidrát kikeverése csak 12 óráig tart.

4. A feltárásnál keletkezett oldatok 4 gr/liter  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmaznak.

A feltárás időtartama tehát annyi, mint a Bayer-eljárásnál, a feltárási hőmérséklet és nyomás azonban magasabb.

Jy.

**Könnnyűfémhulladék raffinálása higannyal.** Két cikk is foglalkozik a kérdéssel a Metall 1949. évf. 1—2. számában. Az egyik Walter Schmidt, a másik G. Messnernek az aacheni öntészeti kollégiumon elhangzott előadása.

E munkamenetnek az alap gondolata a higanyban oldott alumíniumhulladék leválasztása az oldatlan alkatrészekről, majd az Al-nak a Hg-ból való kikristályosítása.

Az irodalmi adatok szerint az Al oldódása a Hg-ban a hőmérséklet emelkedésével nő, így 20°-nál 0.002, 60°-nál 0.006, 300°-nál 0.017, 560°-nál már 9.33, míg 595°-nál 39.15 súlyszázalék oldódik. Az oldásnál, vagyis az Al-hulladékánál, annak oxidrétege döntő szerepet játszik. A kísérleti eredmények azt igazolták, hogy 500°-nál az ötvözőelemek legnagyobb része oldatlan maradt. Minthogy azonban az Al-hulladékot ilyen alacsony hőmérsékletnél, előzetes kezelés nélkül, nem lehet oldani, a gyakorlati hőmérséklet 650°, amelynél a Hg az intermetallikus vegyületeket is bontja. Ezekből a vegyületekből gyakorlatilag a  $\text{FeAl}_3$  és a  $\text{AlSi}_3$  és  $\text{Al}_6\text{Fe}_2$  jelentősek, mert ezek fordulnak elő az Al-hulladékban a leggyakrabban. A  $\text{FeAl}_3$  650°-nál egy-két óra oldás után  $\text{FeAl}_3$ -ig bontható le. Hasonló kísérleteket végeztek a Si-tartalmú ötvözetekkel is, amelyek oldásánál 640°-nál az Al-mennyiség 7%-át, az oldási hőmérséklet emelkedésével pedig 16%-át hozták ki. Ha az ötvözetet 1—2 mm szemnagyságú granulálták, a kihozatal felszokott 22%-ra. A végzett kísérleteket minden esetben a hulladék-ötvözet granulálásával végezték.

A keletkezett amalgamból a hőmérséklet csökkenésekor elsőnek az Al kristályosodik ki. Természetesen nem tisztán. A hőmérsékletcsökkenést fokozatosan kell keresztülvinni, mert hirtelen lehűtésnél a pépszerű Al-amalgam keletkezik, igen finom kristályokkal. Ezek a nagy fajsúlykülönbség ellenére is hetekig szuszpendált állapotban maradtak.

Az amalgamból a kristályosítást frakcionált formában is lehet megoldani. A Hg-nek az eltávolítása, amit először vacuumban akartak tökéletesen megoldani, 800°-nál annyira sikerült, hogy jelenléte már csak spektrálanalitikai úton volt meghatározható. E nyomok nincsenek befolyással az így nyerhető Al-korroziójára, amit eleinte föltételeztek.

A kísérleteket a németországi Eula Művekben végezték. Keresztülvitelük éppen a szükséges berendezések miatt még nehézségekbe ütközött, amelyek azonban legyőzhetőek, ha azokkal még tovább foglalkoznak.

Dr. Messner G. a Bitterfeldben 10 év alatt lefolytatott Hg-val való kísérletekről számol be. A kísérletek főleg az Al-hulladékból és a segéd-ötvözetekből (előötvözetekből) nyerhető Al-raffinálását vizsgálták. A legnagyobb figyelmet a hulladék Al-nál a Cu-tartalom igényelte, mert könnyen amalgamozható. A réznek a kivonása még sem okozott nehézséget, mert rendszerint valamilyen vegyület formájában van az ötvözetekben jelen, másrészt a kísérleteknél nem elemi Hg, hanem ennek Al, Zn, Mg keverékét alkalmazták. A kísérleteknél a hőmérséklet játszotta a leglényegesebb szerepet. Itt is granálival történtek a vizsgálatok. A kísérlet tárgyává tett előötvözet összetétele 55% Al, 32% Si, 9% Fe és 3% Ti volt. Az Al kihozatal ilyen összetétel mellett is lehetséges és eredményes.

A Bitterfeldben végzett kísérletek is igazolták azt, hogy az extrahált Al gyakorlatilag Hg mentes. A vizsgálatok szerint  $10^{-6}$ —% alá is csökkenthető. A Hg veszteségek is egész csekélyek.

A kísérleti adatok közlése beszámolt végül a Hg extrakciós eljárás energiaszükségletéről is. A számítások szerint 3650 kcal szükséges 1 kg Al előállításához, vagyis 2.7 m<sup>3</sup> generátorgáz és 0.9 kWó szükséges, a meghajtást is beleértve. Ezek az alacsony számok a Hg kis faj- és ugyancsak alacsony elgőzölgési hőjén alapulnak, mimellett az Al-nak a Hg-ban való koncentrációját 1%-ban vették számításba, ami már itt tekintélyes mennyiségnek vehető. A számok azt jelentik, hogy 1 liter Hg-ban 120 gramm Al oldható, vagyis 1 kg Al kinyeréséhez 8 liter Hg-t kell átszivattyúzni és szobahőmérsékletre az extrakciós hőmérsékletre emelni.

Jy.

**Öntészeti magnesiumötvözetek szemcsefinomítása.** Fejlődés. A túlhevítés hatása. A clor és a szerves cloridok hatása. — A szerves cloridok s egyéb szerves anyagok hatása. Az I. G. Farbenindustrie bitterfeldi laboratóriumában P. Zimmermann és G. Siebel által végzett kísérletek. Közli G. Siebel a Metall 1948. évf. 21/22 számában.

A Mg ötvözeteknek 900—950°-os túlhevítése emelkedő Al-tartalom mellett szemcsefinomódással és szilárdságemelkedéssel jár, míg a Zn-Mg ötvözetek durvaszemcséjük maradnak. — A szilárdság emelkedése 750 C°-tól észrevehetően emelkedik, új vastégelyben nagyobb mértékben és gyorsabban. Használt vastégelyben a kemence gázai a szilárdságot károsan befolyásolják, mert a használt vastégely gázátbocsátóképesége folytán a Mg fűdő H-t vehet föl, ami a szilárdságot károsan befolyásolja. Grafittégelyben való olvasztásnál a fűdő túlhevítésével szintén emelkedő szilárdsági értékeket értek el. Al—Mg ötvözeteknek vakuumban való ismételt átolvasztásával és megmerevésével finomszemcséjű szövetelemek nyerhetők, a Mg-Zn ötvözeteknél szemcsefinomódás ilyen kezelés esetén nem volt megfigyelhető.

Clorra és anorganikus cloridokkal való kezeléssel szintén szemcsefinomódás érhető el. A szilárdsági emelkedés 2—4%-os. Clorozás után a Mg-Zn ötvözetek durvaszemcséjük lesznek, de vascloriddal való kezelés után ugyancsak finomszemcséjű szövet érhető el, ami egyébként valószínűleg a Fe szemcsefinomító hatására vezethető vissza. A szerves cloridok alkalmazása még finomabb szemcsézettséget ad, a szilárdsági értékek emelkedése attól függ, hogy a fűdőknek ilyen



anyagokkal való kezelése után mennyire hirdogénmentes marad a fűrdő.

Jy.

**Könnnyűfémhulladékok átolvasztása és raffinálásának korszerű eljárásai.** Aachenben 1948. október 14-én tartott öntődei kollokviumok egyik előadása, amelyet dr. Kurt Schneider tartott s amely a Metall 1949. január havi 1—2. számában jelent meg. Alábbiakban közöljük a cikk részletes kivonatát. Az előadás tárgya tulajdonképpen a hulladék-alumínium kohósítása, amely hulladék előkészítésével, olvasztásával és raffinálásával foglalkozik.

Az előkészítés elsősorban a könnyűfémforgácsokat tárgyalja, amelyek legtöbbször hosszú szálakban kerülnek feldolgozás alá, ezeknek könnyebb adagolása céljából a forgácsot rendszert kalapácsos malomban törlik össze, az öntvényhulladékkal kevert forgácsot pedig átszítálgják. A fűró-emulziót a forgácsról eltávolítják, ugyanúgy a vasat is, 5%-nál magasabb tapadó fűró-emulziót kicentrifugálják annyira, hogy a forgács mindössze 2—3% nedvességet tartalmazzon. A teljes szárítást lángtüzelésű forgódobokban végzik. Nem lehetett 3%-nál alacsonyabb így keletkezett fémvesztéséget elérni. A finom forgács ki is gyulladhat. Ezt úgy akadályozzák meg, hogy egy előkamrás berendezésben fűtőgázt égetnek el, ezt levegővel a szárítódobban 300—400°-ra hűtik, amivel a dob 100%-os termelése melkedését érik el.

A továbbiakban a forgácsnak az előkészítése az ismert módon történik. Ez a rész ismert egy galvanikus-elven alapuló hulladékosztályozó berendezést, amellyel az Al-Mg és Al-Zn ötvözetek különválaszthatók. A műszer a fémeknek rézzel, vagy szénnel szemben való oldási potenciáljának mérésén alapul. Elektrolitként 20%-os konyhasó-oldat szolgál. A vizsgált fémnek megfelelően a keletkezett galvánelem különböző feszültségeket mutat, amely a voltméteren közvetlenül leolvasható. Egyszerű hulladékosztályozásnál az úgynevezett durokaviméter alkalmazása, — különösen az egyes alumíniumötvözetek szétválasztásánál. A műszert az Alumínium 1944. évfolyamának 26. számában Mader ismerteti. A műszernek az elve az elektromos vezetőképességen alapul. Egyébként a hulladéknak ilyen szétválasztása a gyakorlatban egész kismértékre zsugorodik.

**Az alumíniumforgács beolvasztása.** Az ismertetés a részének lényege, hogy a forgácsok beolvasztása ma általában gáz- vagy olajtüzelésű, ritkábban szénportüzelésű forgódobos kemencékben oly módon történik, hogy a hulladékot előzőleg képzett sófűrdőbe merítik be. A konyhasónak sófűrdőnkénti alkalmazásának a forgácsolvasztásnál az a hátránya, hogy a só 800°-os olvadáspontja következtében a fűrdőt legalább 850°-on kell tartani, vagyis 200°-kal magasabban az alumínium olvadáspontjánál. Ez a tény energiapazarlással és az elégségi veszteségek emelkedésével vagyis alacsony kihatással jár. A feltüntetett NaCl, KCl és kryolith állapotábrája szerint 607°-on egy ternár eutektikum keletkezik, amelynek összetétele 45% konyhasó, 45% káliumklorid és 10% kryolith, amelyet kiváló folyósító anyagnak minősítenek. E sókeverék drágább voltát pótolják az előnyök, viszont az a hátránya, hogy alkalmazásával az ötvözetek magnéziumtartalma teljesen eltávolítható, ami nem mindenkor kívánatos és úgy akadályozható meg, hogy a sókeverékhez még 5—10% magnéziumkloridot is adnak hozzá.

Az utóbbi időben elektromos tüzelésű aknás-kemencéket is ajánlottak a forgácsok feldolgozására. Az eljárás a gyakorlatban még nem fejlődött ki.

A darabos hulladékok beolvasztása. A darabos hulladék beolvasztása kizárólag gáz-, olaj-, vagy villamosfűtésű pestekben történik. Indukciós és alacsony frekvenciájú kemencék is használatosak, ez utóbbiak azonban csak azonos összetételű hulladék beolvasztására alkalmasak. E kemencék alapelve a folyékony könnyűfémek gyors elválasztása a többi fém hulladéktól, ami azzal érhető el, hogy a könnyű fémeket előmelegített munkatérben olvasztják le, amelyről lefolyó gyűjtőben gyűlik össze a könnyűfém. E kemencetípusok már nálunk is ismeretesek. A cikk ismertet egy ilyen kemencetípust, amelyből kihozott minőség 95%-ban átlag 0.5% vastartalmat tartalmaz, csupán 2.5%-nál volt magasabb a vastartalom.

A hulladék raffinálása. Miután a leolvasztott hulladék fémes és nemesfemes szennyezéseket tartalmaz, azt raffinálni kell. A nemesfemes szennyezések, gázok, oxidok, nitridek, karbidok és szulfidok. A gázok közül főleg a hidrogén oldódik nagyobb mennyiségben, míg a többi említett szennyezők a folyékony fűrdőben lebegnek, de nem oldódnak. A hidrogén eltávolítása gyakorlatilag főleg a fűrdő hőmérsékletének a minimumra való csökkentésével érhető el, a többi szennyező pedig a fűrdő felületéről való eltávolítással. A szilárd szennyezők ugyan szintén a fűrdőben lebegnek, eltávolításuk a flotációs elméletre hasonló alapon ható sók alkalmazásával történik.

Kiválóan bevált a fűrdő klórozása, amellyel gázalakú és szilárd szennyezések egyformán eredményesen távolíthatók el. Ilyenkor nem szükséges a sók alkalmazása sem, a felhasznált klórgáz mennyisége 0.5%. Klórgáz helyett a fűrdőbe behozott klórvegyületek is alkalmasak, amelyek a fűrdőben elgőzölögnek és thermikusan bomlanak. — Egy további eljárás a fűrdőbe mangansuperoxid + magnesiumklorid keveréket kever, ezek bomlásánál keletkezett klórgáz in statu nascendi állapotban hat. A szükséges mennyiség 1%. Általában a gyakorlatban azonban a legjobban a sókkal való raffinálás van elterjedve. A sók hatása részint kémiai, részint flotációs hatásra vezethető vissza.

A szennyezések eltávolítására újabban a szűrőeljárást is alkalmazzák.

**Fémesszennyezések eltávolítása.** Miután a raffinálásnak a kohóalumínium minőségét megközelítő féleséget kell előállítania, a hulladékfémbe eredetileg beleötvözött vagy belekerült fémek alkotórészek kivonása is a cél, ami kémiai, elektrokémiai és fizikai eljárásokkal lehetséges.

A kémiai eljárások azon alapulnak, hogy egyes fémeknek nagyobb affinitásuk van a metalloidokhoz, mint az alumíniumnak s így azok vegyület alakjában eltávolíthatók a fűrdőből. Az affinitás mértékének a keletkezett vegyület képződési hőjét kell tekinteni. Ha a számbavehető vegyületek képződési hőjét vizsgáljuk, megállapítható, hogy kémiai úton csak az alkali- és földfémek választhatók el az alumíniumtól.

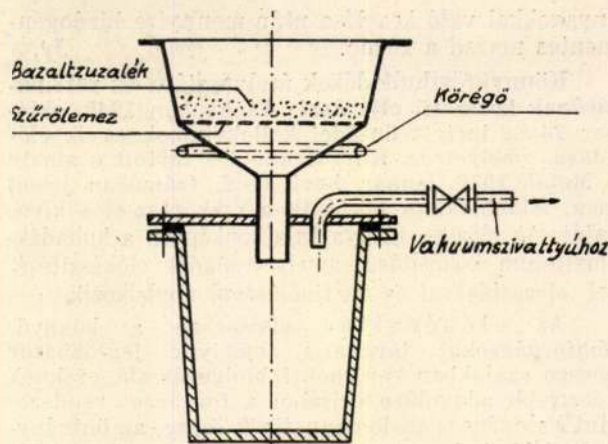
A Mg-nak az ú. n. kiégetése magas hőmérsékletre emelt fűrdőkben csak 2% Mg-ig lehetséges. További csökkenést oxidáló anyagokkal lehet elérni. (Levegő, oxigénbevezetés, vagy oxigént



leadó vegyületek.) Nedves alumíniumforgács behozatala is alkalmas a Mg kivonására, ami viszont Al veszteséggel jár. A klóros eljárás is alkalmas a Mg kivonására, a folyamat a Mg-nak quantitativ klórrá való átalakulása, 1% Mg klórral való kivonására 30 kg klórt használnak fel tonnánként. Az eljárás gyakorlati keresztülvitelére az ú. n. klórkonverterek szolgálnak, amelyek hasonlóak a körtealakú rézkonverterhez. A konvertert fekvő állapotban töltik meg, majd 90°-kal elforgatják s így fújtatják be samottfúvókán keresztül a klórgázt. Alkali- és alkali-földfémek kloridjaival szintén kivonható a Mg., pl. 990 C°-ra felmelegített fürdő 0.77% Mg tartalma kezelés után 0.03%-ra csökkent. A reakció azonban megáll, ha a sófürdő Mg klorid tartalma 5%-ra dúsul. Az eljárás azonban gyakorlatilag alig használható, mert 100 kg 1% Mg tartalmú fémre 80 kg sóra van szükség. Az alkalkloridoknál sokkal kedvezőbb a fluoridok pl.  $AlF_3$  alkalmazása, amellyel a Mg-t 0.02%-ig lehet lecsökkenteni. Kén alkalmazását is kikísérletezték, az eredmények szintén kielégítőek voltak.

Fizikai módszerek. Ide tartoznak a csurgató (különválasztó), oldó- és desztillációs eljárások. — Az első, amely a fehérfémeknél ismeretes különválasztó eljárásokhoz hasonló, egyes fémeknek az alumíniumban való különböző oldhatóságán alapul. Rendelkezésünkre áll pl. egy 0.7% Fe tartalmú Al-Mg ötvözetünk, amelyet vastalanítani kell. A felállított  $Al_3Mg_2$  —  $Al_3Fe$  (quasibinár) diagramm szerint a hőmérsékletnek valamivel  $Al_3Mg_2$  olvadáspontja fölötti lecsökkentésével gyakorlatilag vasmentes fürdő nyerhető, míg az 1150 C°-on olvadó nehezebb  $Al_3Fe$  a fenékre süllyedt s a fürdő felső részében pedig mindössze 0.03% Fe maradt. Az idevonatkozó 500, egyenként 2.5 tonnás adaggal végzett kísérletsorozat eredményei igazolták az eljárást. A Fe akkor süllyedt le teljesen a fenékre, ha a felső oldadék  $Al_3Mg_2$  tartalma 37%. Mg hozzáadagolással hasonlóan távolítható el a Mn, Cr, Ce, Ti, Zr, V, és Mo, valamennyi mint alumínid. Ugyanígy választható külön Mg hozzáadással az oldadékból a Si is.

Az oldó eljárások. Azon alapulnak, hogy az Al magasabb hőmérsékleten némely fémekben (ólom, kadmium, higany) jobban oldódik, mint az alacsonyabb hőmérsékleten. Ha pl. 1000 C°-ra felmelegített ólomba olvasztjuk az alumíniumhulladékot, az ötvözet egész alumíniuma oldatba megy. A keletkezett AlPb ötvözet 650 C°-ra való lehűtésével az Al-nak ezen az alacsonyabb hőmérsékleten való kisebb oldódása folytán az Al kiválik, a fürdő felületére kerül, ahonnan az leszedhető. Minthogy azonban az 1000 C°-os ólomfürdőben, csak 1.1% Al, 650°-nál pedig 0.4% oldódik, egy munkamenetnél mindössze 0.7% Al-mal lehet számolni. Ez az elgondolás kedvezőbb eredményeket ad higanyban való oldásnál. Ennél a magas hőmérsékletnél a Hg tekintélyes mennyiségeket képes az alumíniumból felvenni. Viszont a kezelést a magas gőznyomás miatt autoklávokban kell végezni. A higany legtekintélyes mennyiségeket képes az alumíniumból nagyobb részét szűrőn át desztilláció útján távolítani. Ezzel az eljárással a rézen kívül valamennyi fém kivonható az alumíniumból, Mg csak abban az esetben, ha az silicid alakjában van jelen. Az eljárásnak vázlatos összeállítását a mellékelt ábra szemlélteti. (W. Schmidt Lilienthal Ges. Luftforschung Bericht 183. sz.)



A desztillációs eljárások. Az alumínium és ötvözeiteinek különböző telítettségi nyomásain alapulnak. Az elgondolás kétféle irányú. Az egyik szerint az alumíniumnál könnyebben elgőzölgtethető fémek esetén az alumínium marad fémalakban vissza, a másiknál viszont az alumínium gőzölgtethető el s a többi fémek maradnak vissza. (Si, Cu, Sn, Cr, Fe, Ni és Be.) Az alumíniumtól azonban csak azok a fémek választhatók el elgőzölgtetés útján, amelyek az alumíniummal nem ötvöződnek, az alumíniummal ötvöződő fémek és az ötvözeikben lényegesen nagyobb parciálnyomást mutatnak, mint szín állapotukban. Normál nyomásnál a Mg és Zn alumíniumötvözetekből való elgőzölgtetése csak magas hőmérsékletnél lehetséges, viszont vakuumban természetesen lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten történik. Több alacsony forrponú ötvözőelem egyidejű jelenlétében a desztillációs eljárásnál a fémek egyszerre esnek ki, hacsak a művelet nem frakcionált lefolyású. Ha az ötvözőelemek egymással vegyületet képeznek, vegyület formájában gőzölögnek el, a Mg a Zn pl. 1100°-nál egyszerre. Az eljárásról Schunck különleges megoldású alacsony frekvenciájú 2.5 tonnás, 200 kW kapacitású kemencét szerkesztett, amelyben a vakuum 0.1—0.2 mm.

Kombinált eljárások: A vázolt módszerek gazdasági okokból csak korlátozott alkalmazást nyertek, különösen abban az esetben, ha az alumíniumból csak egyes alkotórészek eltávolításáról van szó. Az alumínium tökéletes rafinálásához oly eljárást alkalmaznak, amelyben a különválasztó és desztillációs módszerek kerülnek kombinálva felhasználásra. Az egyik a Beck ajánlotta eljárás, amely Mg-nak alumíniumhoz való hozzáötözésén alapul. Ezzel a Fe, Mn, Cr, Ce, Ti, V és Mo, mint alumínidek, az Si pedig mint  $MgSi$  választható le. Az AlMg ötvözetekben a fémvegyületek csak igen kis mértékben oldódnak, olvadáspontjuk pedig lényegesen magasabb, mint az AlMg ötvözeteké, ennél fogva a fürdőből ezek szűrővel eltávolíthatók. Az Al-ban oldatban maradt Mg, Zn, Cd, Ca, Bi, Pb, Ba és Sb, amelyek vakuumban való desztillálással távolíthatók el, csak a Cu, Ni és Sn maradnak enné az eljárásnál az alumíniumban. A nyert alumínium tisztasága a felhasznált Mg mennyiségétől függ, 25—30% Mg adagolása esetén az Al 0.1% Fe tartalommal esik ki.

Foundaminsky és Loewenstein svájci szabadalmi szerint cinkkel azonos eredmények érhetőek el, azzal a különbséggel, hogy az alumíniumhoz 80% cinket kell hozzáötözni. Jy

## ALUMINIUM



# A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE

kiadásában jelenik meg az

**ALUMINIUM**

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

**ELEKTROTECHNIKA**

**ERDÉSZETI LAPOK**

**ÉPÍTŐANYAG**

**GÉP**

**HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY**

**MAGYAR ENERGIAGAZDASÁG**

**MAGYAR KÉMİKUSOK LAPJA**

**MAGYAR KÖZLEKEDÉS, MÉLY- ÉS VÍZÉPÍTÉS**

**MAGYAR TECHNIKA**

**MAGYAR TEXTILTECHNIKA**

**MEZŐGAZDASÁG ÉS IPAR**

**PAPÍR ÉS NYOMDATECHNIKA**

**TÖBBTERMELÉS**

**ÚJ ÉPÍTÉSZET**

**M. T. SZ. ÉRTESÍTŐ**

**CÍMŰ FOLYÓIRAT**

Kiadóvállalat:

V., Szalay-utca 4. Telefon: 122-299, \*125-288, 310-135.

Csekkszám: M. Nemzeti Bank 22. sz. fiókjánál a 74.622. sz. ptp. csekkszám



# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHÁNIKAI  
SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON : 292-855, 292-854

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.  
TELEFON : 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati  
összesműszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.

*Éjjel-nappal  
üzemben levő  
munkagépekhez*

# THERMIT<sup>®</sup>

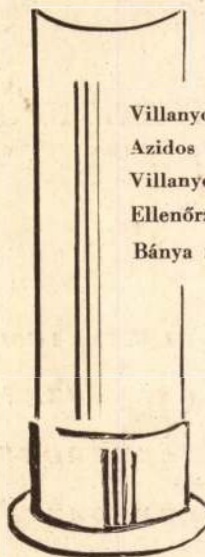
## CSAPÁGYFÉM

*Rajna Sándor*

*fémkohászati és fémkereskedelmi  
vállalata*

*Budapest, V., Zoltán-u. 10.*

*Telefon : 12-13-28*



Villamos izzógyújtók (pillanat és időzítőgyújtók)  
Azidos és durranó higanyos gyújtók  
Villamos gyújtógépek  
Ellenőrző műszerek  
Bánya mentőkészülékekhez lúgos szelencék

Gyártja és forgalomba hozza :

## Vadásztöltény-, Gyutacs és Fémárugyár Rt.

Budapest, V., József Attila-utca 12.  
Telefon: 183-820.



SIEMENS

## ACÉL-ÖNTVÉNYEK

ELEKTROACÉLÖNTVÉNYEK DIN.1681. SZERINT, TOVÁBBÁ  
NEM ROZSDÁSODÓ, SAVÁLLÓ, HŐÁLLÓ ACÉLÖNT-  
VÉNYEK AZ ÖSSZES IPARÁGAK RÉSZÉRE.

ÖNTVÉNYEK MEGSZERKESZTESÉNÉL, A LEGMEGFELE-  
LŐBB ANYAGMINŐSEG KIVÁLASZTÁSÁNÁL, SZÍVESEN  
SZOLGÁLUNK ÚTMUTATÁSSAL.

## FRIEDR. SIEMENS MŰVEK RT.

BUDAPEST, XIII., VÁCI-ÚT 83-85. SZ.  
TELEFON: 201-173, 200-195.



# ALUMINIUM

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

## Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

4. szám.

### Vanádium kinyerés vanádiumtartalmú nyers-iszapból

(II. rész.)

DR. PAPP ELEMÉR

#### Summary.

Valuable Vanadium in form of concentrated or clean salts may be obtained from sludges of proportionally high vanadium pentoxyd content (1.5—4 per cent). Research work was performed by the Hungarian Aluminium Research Institute and the article deals with the first results obtained.

#### Überblick.

Aus Schlämmen mit verhältnismässig hohen Vanadium-Pentoxyd-Gehalt (1.5—4%) kann das wertvolle Vanadium in Form von angereichertem oder reinem Salz gewonnen werden. Die Forschung wurde durch das Ungarische Institut für Aluminiumforschung durchgeführt und der Artikel berichtet über die ersten günstigen Ergebnisse.

(Előbbi közleményünkben, az idevágó irodalom adatai és az Intézet kutatóinak kísérletei alapján körvonalaztuk azokat az irányokat, amelyekben a vanádium-iszapból történő vanádium-kinyerés a leggazdaságosabbnak mutatkozik. Ezek az irányok:

1. A nyers vanádium-iszap oldási, bepárlási, közömbösítési alapműveletekkel történő részleges szétfajtázása.

2. Az elkülönített, vanádiumban leggazdagabb rész további dúsítása, legalább 20—40%  $V_2O_5$ -tartalomig.

3. A vanádium koncentrátum feldolgozása vegytiszta vanádium-sóra.

4. A szétfajtázott egyéb részek feldolgozása, különös tekintettel a szódás-lúgos rész, a foszfát-dús rész, valamint a közömbösítés miatt keletkezett glaubersós vagy  $NaCl$ -os elegy értékesítésére.

5. Mindezen műveletek legcélszerűbben egy nagyobb üzemi átlag, legalább 1 tonna nyersiszap feldolgozása által fognak helyesen kialakulni — A nyersanyag egyenlőtlensége ugyanis kisebb mintáknál erősen érezteti hatását az egyes részlegek mennyiségében, összetételében, de a követendő eljárás módban is.

Laboratóriumi kísérleteinkben a továbbiakban magyaróvári származású vanádium-iszapot használtunk fel. Ennek vanádium-tartalma és híg szódas-, foszfát-összetevői aránylag egyenletesnek látszottak. Vanádiumtartalom a kiinduló anyagnál, száraz anyagra számítva 6.6%  $V_2O_5$  körül mozog.

A laboratóriumi folytatólagos kísérletek célja volt elsősorban egy erősen dúsított vanádiumsók kikristályosítása.

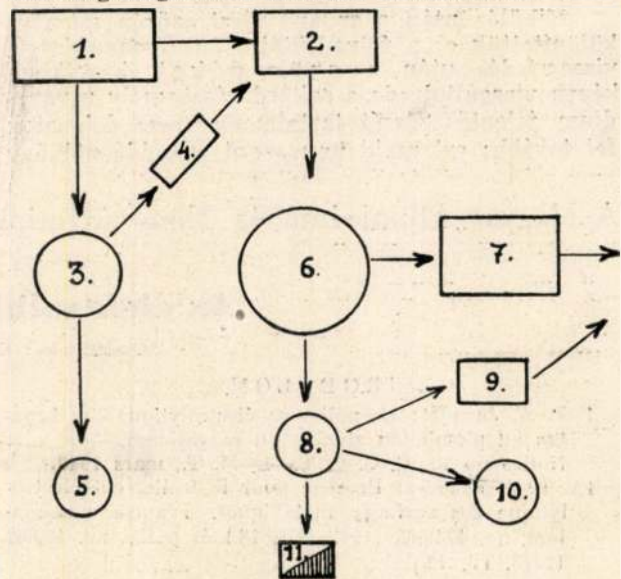
Ezenkívül szerettük volna megállapítani, hogy a lúgos-szódás rész elkülönítésével mennyi vanádium megy veszendőbe, illetőleg kerül kausztifikálásra.

Érdekelt továbbá, hogy a dúsított vanádiumsók leszűrése után az anyalág még mennyi értékes  $V_2O_5$ -t tartalmaz. Kísérleteinkhez néhány kilónyi vanádiumiszap állott rendelkezésre. Egy-egy nagylaboratóriumi kísérletet 2—2 kg-os anyagmennyiségekkel végeztünk.

A kísérletsorozatok általános jellemzője volt az a körülmény, melyre már előbbi közleményünkben is rámutattunk, hogy a jelenlévő szennyezések (foszforsav, alumínium stb.) jelenlétében a vanádium semhol sem válik le mennyiségileg (quantitativ), hanem minél több kristályosítási és szűrési műveletet végzünk, annál többfelé oszlik meg. A vanádium hajlamos az „eltűnésre“ (Ephraim: Vanádin-verbindingen.)

A másik, általános jellegű megállapítás a vanádiumsók oldódásán és kicsapódására vonatkozólag az, hogy mindkettő lassan megy végbe. Az ammónium vanadat leválásához például 24 óra szükséges, de a leszűrt tiszta oldatból az üveg-pohár falán még 48 óra múlva is található újabb kiválás.

Az előbb említett hármas cél érdekében az alábbi műveletekkel próbáltunk fényt deríteni az oldási és kristályosítási fajtázások egyes ütemeire. Megjegyzendő, hogy itt több oldást és bepárlást végeztünk, mint az majd üzemszerűleg előreláthatóan szükséges lesz, továbbá a muhozított oldat csapadékát nem dolgoztuk fel, de így jobban tudtuk megvilágítani a felvetett kérdéseinket.



1. ábra.



A műveletek egymásutánját az 1. ábra vázlatán látjuk. Szemléletesség okából az oldatokat kör, a szilárd részeket szögletes vonalozással jelöltük.

Első művelet volt 2000 g. eredeti (nem kiszáritott) mintának kevés meleg vízben történő részleges oldása (1.) olyképen, hogy a szűrés is melegen történt. Az oldó-mosó víz mennyiségét úgy választottuk meg, hogy a szüredék 1750 cm<sup>3</sup> legyen. (3.) Ezután a szüredéket kb. 1/2 térfogatra bepároltuk, lehűlni hagytuk, mikor is fehér, gyengén krémszínű kristályok váltak ki az oldatból. (4.) Ezen kristályok magas alkáli és foszfortartalom mellett 7—10% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-t tartalmaztak. Sikerült tehát így szintetikusán előállítani azon vanadiumban eléggé dús keverék-kristályokat, melyeket az ajkai timföld-üzem is észlelt és megtalált hidroszeparátorainak csővezetékén.

Ezeket a leszűrt kristályokat (kb. 150—200 g. súlyban) hozzáadjuk az első műveletnél fel nem oldódott, szűrőn maradó szilárd részhez és ez a keverék lesz a következő oldási művelet alapja. (2.)

A második műveletnél kapott szüredéket — kb. 750 cm<sup>3</sup> oldat — félretettük. Ez tartalmazta a szóda és oldható nátron javarészét. Ebből majd a marónátron visszanyerést kausztifikálásal elvégezni. (5.) Persze, ennek mennyisége növelhető, ha az első oldásnál valamivel több vizet alkalmazunk. — A második műveletnél végzett bepárlás, hála a jelenlévő foszforsavnak, azt eredményezte, hogy a benne oldott V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> javarészecske kicsapódott az imént említett 10% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalmú foszfátcsapadékkal (24 órai állás!) és így a lúgos oldat V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma 0.7%-ra csökkent, ami a 750 cm<sup>3</sup> oldatban 5.2 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-t jelent, a feldolgozott só összes vanadiumtartalmának 6.5%-át. Ezzel választ kaptunk a második pontban felvetett problémánkra.

A továbbiakban azt a két szilárd részt, amely tehát az első oldásnál nem oldódott maradékból és a második bepárlásnál kivált kristályokból egyesítettük. (2.) Súlyuk összesen kb. 1500 g-ot tett ki szárítás nélkül. Ezt a kristályos keveréket 2500 cm<sup>3</sup> forró vízben feloldottuk. Most következett ennek a még mindig erősen lúgos oldatnak közömbösítése, technikai sósavval, vagy kénsavval, 5.5 pH-ig. (6.)

Kihűlés után a szilárd részt szűrőn szivattva különítettük el a folyadéktól. (7.) Gyenge forróvizes fedés után a szüredéket következőképpen vizsgáltuk, de a szilárd részt, mely a vanadium jelentős részét tartalmazta, nem dolgoztuk fel tovább: ezt majd üzemszerű megoldásnál úgy

is egyesíteni fogjuk a 2-es vagy 4-es kristálymaradékkal, mennyisége amúgy is függeni fog a 3. folyadék tömegétől.

Az említett szüredéket, melyet lehetőség szerint már a legtöbb kísérő szennyezéstől megszüadítottunk, a továbbiakban felényi térfogatára bepároltuk és lehűtöttük. Ekkor kb. 360 g-nyi, főtömegében sókiválás észlelhető — ha HCl-lel történt a nentralizálás — amelynek V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma azonban már örvendetesen csekély, alig 0.7%, tehát összesen 2.5 g, az összes kiinduló V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-mennyiségnek 3%-a. (9.) A szüredék kb. 6.50 cm<sup>3</sup>-nyi oldat, (8.) NH<sub>4</sub>OH-val 8pH-ra beállítva és pihentetve, majd HCl-lel 3pH-ra gyengén visszavasanyítva, kezdetben sárgás, későbbben pedig zöldessé váló csapadékot választ le. (24 óra!) (11.)

Ennek a csapadéknak V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma eléri a 48%-ot. Tehát alkalmas alapanyag, nagyobb mennyiségben termelve vegytisztá vanadiumsók előállítására. Mi összesen csak 2.6 g-os mennyiséget állítottunk elő belőle.

A szüredék, ezen dúsított csapadék leszivatása után, kb. 600 cm<sup>3</sup> oldat (10.) Elemzési adatai azt mutatják, hogy csupán 0.35% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-t tartalmaz, tehát a kiinduló anyag vanadiumtartalmának 2.5%-át.

Ily módon választ kaptunk mindhárom felvetett kérdésünkre, nevezetesen:

1. A lúgos-szódás rész célszerű bepárlásával és a foszfátos vanadium-kicsapással elérhető, hogy a lúgos résszel az eredeti vanadiumnak legfeljebb 6—7%-a megy veszendőbe. (Illetve vissza az üzembe.)

2. Sikerült egy 48% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalmú dúsítást elérni, kombinált oldási, bepárlási, kristályosítási és közömbösítési műveletekkel.

3. Ezen csapadék szüredékében az eredeti vanadiumpentoxid-tartalomnak kb. 2.5%-a vész el.

Tekintetbe véve az egyéb, oldási és kristályosítási veszteségeket is, valamint azt a körülményt, hogy egyes anyalúgokat a folyamatos üzemben ismételt oldásokra fogunk felhasználni, kilátás van arra, hogy a vanadiumszap eredeti V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalmának kb. 80—85%-át ki tudjuk nyerni.

A további tennivaló most már, az első közleményünkben is jelzett üzemi oldási és bepárlási kísérletek, jó átlagmintákból, továbbá az egyes szétfajtott részek elemzése. Ezen adatok alapján történhet a legcélszerűbb munkamenet kiválasztása, mellyel a 40—45%-os V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-dúsítmányból már 10—20 kg-os mennyiségeket kell előállítani, a vegytiszta vanadiumsóra történő továbbfeldolgozás céljaira.

## A Magyar Aluminium és Könnyűfémipari Kutató Intézet irodalmi összefoglalásai

3. szám.

### Az elektrolitikus polirozás\*

Összeállította: KONCZ ISTVÁN

#### IRODALOM.

1. P. A. Jacquet: Le polissage électrolytique des bronzes au plomb, du zinc et du magnésium. Notice no VI, C. G. C. T.—L. M. T., mars 1943.
- 1A. P. A. Jacquet: Procédé pour le traitement électrolytique des surfaces métalliques. Francia szabadelom, no. 474.563 (1942, XIII. 18.) és pótlás no. 40.662 (1943. IV. 12.)

\* A cikk a 3. számban jelent meg.

2. P. A. Jacquet: Sur le polissage électrolytique de l'aluminium. C. R., 205, 1937, 1232 oldal.

Ibid.: Lepolissage électrolytique de l'aluminium.

Ibid.: Le polissage électrolytique de l'aluminium.

Son application à l'étude micrographique du métal et de ses alliages. Premier Partie: La technique du polissage électrolytique.

Métaux et Corrosion, 13, 1938, 86 oldal.



- Ibid.: Le polissage électrolytique des métaux. État actuel de la technique et de ses applications. *Rev. Métallurgie*, 27, 1940, 210, 244 oldal.
- H. C. J. Decker és A. P. Krijef: Het electrolytisch polijsten en etsen fan metaalpreparaten I. *Polytechn. Weekbl.*, 37, 1943, 249 oldal.
- F. A. Jacquet: Le polissage électrolytique. I. Paris 1948. Ed. METAUX.
- N. N. Posokhin: Electropolishing of metallographic specimens. *Zaved. Lab.*, 10, 1941, 398 oldal.
3. H. Granjon: Quelques exemples d'application du polissage électrolytique à l'examen métallographique des soudures sur alliages légers. *Comm. à la Société des Ingénieurs-Soudeurs*, 1945. VI. 19.
  4. Lamare: Description d'une pince anodique utilisée dans le polissage électrolytique. *Métaux-Corrosion-Usure*, 20, 1945, 83 old.
  5. M. A. Merchant: Warning! Perchloric reagents may explode. *Metal Progress*, 37, 1940, 559 oldal. *Metals & Alloys*, 13, 1941, 430 oldal.
  6. L. Capdecemme, R. Dargent és M. Orliac: Remarques sur le polissage des sections métallographiques. Applications à l'étude des propriétés cristallographiques de Zn, Sn, Al, et Cu. *Métaux-Corrosion-Usure*, 17, 1942, 53 oldal.
  7. O. E. Brown és C. N. Jimison: An improved cell for electropolishing. *Metal Progress*, 40, 1941, 298 oldal. *Metal Industry*, 59, 1941, 326 oldal.
  8. W. H. J. Vernon és E. G. Stroud: Electrolytic polishing of zinc II. *Nature*, 142, 1938, 1161 oldal.
  9. W. C. Elmore: Electrolytic polishing II. *J. of Applied Physics*, 11, 1940, 797 oldal.
  10. P. A. Jacquet: Sur une nouvelle technique de polissage électrolytique de l'aluminium et de ses alliages. *Métaux-Corrosion-Usure*, 18, 1943, 198 oldal.
  11. Société „Le matériel téléphonique“ (Invention P. A. Jacquet). Perfectionnements aux procédés de polissage électrolytique des métaux, notamment de l'aluminium. *Francia szabadalom*. No. 485,104, 1943. XI. 13.
  12. P. Lacombe és L. Beaujard: Sur une nouvelle méthode d'isolement des pellicules d'oxidation anodique formées à la surface de l'aluminium et de ses alliages. *Métaux-Corrosion-Usure*, 20, 1945, 43 oldal.
  13. L. von Hámos: Elektrolitisk blankbetnig av metallen för misroskopisk undersökning. *Jernkontorets Annaler*, 126, 1942, 568 oldal.
  14. Odier: Rapport à la Sous-Commission du polissage électrolytique de la Commission Technique des États et Propriétés de surface des métaux, Paris, 1945.
  15. F. Keller: How to electrolytically polish metals for metallographic examination. *The Iron Age*, 147, 1941. I. 9., 23 oldal.
  16. Névtelenül: Electrolytic brightening process improves aluminium reflectors. *Metal Industry (N. Y.)*, 59, 1934. II.
  17. J. D. Edwards: Aluminium for reflectors. *Trans. Illuminating Eng. Soc.*, 29, 1934, 351 old., 34, 1939, 427 old.
  - Light Metal Research, no. 4, 1938. XII. 10.
  18. Aluminium Co of America: Production of aluminium reflecting surface. *U. S. A. szabadalom* no. 2,108,603, 1933. VIII. 2.
  19. Ibid.: Improvements in or relating to the production of bright aluminium surfaces. *Brit. szabadalom* 433,484. 1935. VIII. 15. *Ld. még* *Brit. szabad.* 436,154; 436,481, 440,287, 489,169. Perfectionnements à la préparation de surfaces brillantes d'aluminium. *Francia szabad.* 773,680, 1934. XI. 23. Verfahren zur Erhöhung der Reflexion hochglänzender Aluminium-Oberflächen.
  - D. R. P. 626,758, 1934. IV. 12.
  - J. D. Edwards: *Light Metals*, 7, 1938, 62 oldal.
  19. P. Pascal: *Traité de Chimie Minérale*, IV, köt. 540 oldal.
  20. A. L. De Sy és H. Haemers: Elektrolitisches Schnellverfahren zum Aetzpolieren von metallschliffen. *Stahl u. Eisen*, 61, 1941, 185 oldal. *Ibid.*: Polissage et attaque électrolytiques en 10 secondes. Fer, aciers, aciers spéciaux, aluminium et ses alliages. *Rev. Métallurgie*, 38, 1941, 122 oldal. Les principes et les applications du polissage électrolytique en métallographie. *Congres du Centenaire dell'A. I. Lg.*, Liège, 1947. szept.
  - 20A. Ibid.: Färbung der Gefügebestandteile beim elektrolitischen Aetzpolieren von Aluminium-Legierungen. *Aluminium*, 24, 1942, 96 oldal.
  21. K. Daeves: Discussion du mémoire de P. Schafmeister et Volk: Das Elektrolitische Polieren von Metallen. *Archiv d. Eisenhüttenwesen*, 15, 1941, 243 oldal.
  22. Schneider: Abgeänderter Elektrolyt zum Polieren von Aluminiumschliffen. *Aluminium*, 24, 1942, 438 oldal.
  23. K. Hauffe és R. Tilling: Die Anwendung anodischer Auflösung von Metall-Legierungen als Polierverfahren. *Metallwirtschaft*, 20, 1941, 994 oldal.
  24. E. Löwgren és G. Hildebrand: Elektrolitisk polering och dess användbarhet för mikroprovberedning. *Jernkontorets Annaler*, 126, 1942, 131 oldal.
  25. W. Meert: Une nouvelle méthode de polissage et d'attaque électrolytiques des alliages d'aluminium. *Métaux Non Ferreux*, 3, 1943. 5 oldal. *Ibid.*: Perfectionnement aux procédés de polissage électrolytique des métaux. *Belga szabad.* 451,467, 1943. VIII. 31.
  26. Knuth—Winterfeldt: Elektrolitisches Schnellverfahren zum Aetzpolieren von Metallschliffen. *Stahl u. Eisen*, 61, 1941, 777 oldal.
  27. W. Köster: Explosionsgefahr beim Elektrolitischen Aetzpolieren mit überchlorsäure-lösungen. *Zeit. f. Metallkunde*, 36, 1944, 124 oldal.
  28. A Kaiser Wilhelm Institut für Eisenforschung eddig még nem publikált munkája nyomán.
  29. E. Kabane: L'action de l'acide perchlorique sur les matières organiques et ses applications à la chimie analytique. I. Généralités. *Hermann et Cie Ed.*, Paris, 1934.
  30. A. Pollack: Neue Verfahren der Galvanotechnik: Das Elektrolitische Polieren. *Oberflächentechnik*, 18, 1941, 153 oldal.
  31. P. A. Jacquet: Sur la micrographie du magnésium et du zinc. *Métaux-Corrosion-Usure*, 19, 1944, 71 oldal.
  32. P. A. Jacquet: *C. R.*, 202, 1936, 402 old., *Ibid.*, *Bull. Soc. Chim. France*, 5<sup>e</sup> Sér., 3, 1936, 705 old., W. C. Elmore, *J. of Applied Physics*, 10, 1939, 727 old., *Ibid.*, 11, 1940, 797 old., E. Peterson, P. A. Guarino és E. A. Coomes, *Proc. Amer. Phys. Soc.*, 15, 1940, 34 old.
  33. Magnesium Metal Corp. (W. K. J. Pearson, feltaláló): Process for the anodic polishing of magnesium and of magnesium base alloys. *Brit. szabad.* 550,175, 1942. XII. 28. *Ld. még*: G. Black: Electrolytic polishing of magnesium. *Metal finishing*, 45, 1947. VI., 86, 94 old.
  34. P. A. Jacquet: Quelques nouveautés sur le polissage électrolytique. *Compte-rendu des Journées des États de Surface*. (Paris, 1945. X. 26.), 52 oldal.
  35. R. Piontelli, Da Porta és L. Arduini: Muove ricerche nel campo della politura elettrolitica dei metalli. *Ricerca Scientifica ed il Progresso Technico*, 14, 1943. IV., 156 old.



- Ibid.: Contributo alla conoscenza dei processi di lucidatura elettrolitica dei metalli. *La Metallurgia Italiana*, 39, 1947, 15 old.
36. J. Orcei: La mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques à l'aide de la cellule photoélectrique, et ses applications. *Bull. Soc. Franc. Minéralogie*, 53, 1930, 301 old.
37. L. Capdecombe: Recherches sur les mesures de pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope. *Bull. Soc. Franc. Minéralogie*, 61, 1938, 5 old. Ibid.: Nouveau dispositif destiné à des comparaisons précises de pouvoirs réflecteurs en lumière polarisée quasi-normale. *Revue d'Optique*, 18, 1939, 57 old.
38. H. Lowery, H. Wilkinson és D. L. Smare: An experimental investigation on the influence of the polished surface by the optical constants of copper as determined by the method of Drude. *Phil. Mag. Ser. 7*, 22, 1936, 769 old.
39. L. Capdecombe és P. A. Jacquet: Sur le pouvoir réflecteur du cuivre. *C. R.*, 204, 1937, 1415 old.
40. P. A. Jacquet és L. Capdecombe: Reflecting power of ultra-pure aluminium. *Nature*, 141, 1938, 752 old.
41. L. Capdecombe: Note sur l'anisotropie superficielle des sections de cuivre. *Bull. Soc. Franc. Minéralogie*, 63, 1940, 57 old. J. Farran: Sur l'anisotropie optique superficielle des surfaces réfléchissantes striées. *C. R.*, 224, 1947, 1103 old.
42. L. Koch és A. Lehmann: Übermikroskopische Untersuchung von geglätteten Aluminiumoberflächen. *Wiss. Veröff. Siemens-Werkstoff Sonderheft*, 1940, 363 old. *Aluminium*, 23, 1941, 304 old.
43. N. D. Pullen: Anodic treatment for the production of aluminium reflectors. *J. of Inst. Metals*, 59, 1936, 151 old. *Metal Industry (London)*, 49, 1936, 293 old. *British Aluminium Co.: Brit. szabad.* 449,162. *Francia szabad.* 798,956 (1936), *Ld. még Francia szabad.* 853,754 (1939) és 881,701 (1941).
- 43A. A. Ensor: The Bryant process for the anodic oxidation of aluminium. *J. Electrodepositors Techn. Soc.*, 18, 1943, 103 old. *Metal Industry*, 62, 1944, 90 old.
44. J. Laval: Étude expérimentale de la diffusion des rayons X par les cristaux. *Doktori disszertáció*, Páris, 1939.
45. J. Benard és P. Lacombe: L'étude de l'écroissance superficielle du fer et de l'aluminium, par les diagrammes de réflexion. *Comptes-rendus des Journées des Etats de Surface*, Paris 1945. X, 26, 73 old.
46. P. A. Jacquet: The electrolytic polishing of tin and its applications to microscopic examination. *Intern. Tin Research Development Council. Publ. no. 90*, 1939.
47. L. Capdecombe: L'étude des métaux et alliages au moyen du microscope métallographique polarisant: structure et caractères optiques nouveaux de quelques espèces opaques. *Métaux-Corrosion-Usure*, 16, 1941, 77 old.
48. H. C. J. De Decker és A. P. Krijff: Het electrolytisch polijsten en etsen van metal preparation II. *Polytech. Weekbl.*, 37, 1943, 269 old.
49. C. Ramsauer: Elektronenmikroskopie. Bericht über Arbeiten des A. E. G. Forschung-Institut, 1930 bis 1942. *Springer-Verlag Ed.*, Berlin, 1943, 188 old.
50. C. S. Barrett: The electron microscope in metallurgical research. *J. of Applied Physics*, 75, 1944, 691 old.
51. F. Keller és A. H. Geisler: Extending microscopic examination of metals. *J. of Apl. Phys.*, 15, 1944, 696 old.
52. J. Herenguel: Recherche sur l'origine du réticulage. *Métaux-Corrosion-Usure*, 19, 1944, 21 oldal.
53. N. W. Beliaeff: Contribution à l'étude du réticulage. *Métaux-Corrosion-Usure*, 20, 1945, 15 old.
54. P. Lacombe és L. Beaujard: Étude micrographique des coupes de pellicules d'oxydation anodique sur les alliages aluminium-magnésium. Etudes sur les aspects des pellicules d'oxydation anodique, 59 old. *Ed. Commission Technique des Etats et Propriétés de Surface*.
55. P. Lacombe és L. Beaujard: Étude métallographique et cristallographique de la croissance et de la structure des pellicules d'oxydation anodique de l'aluminium. *Ugyanott*, 73 old.
56. P. A. Jacquet: Notice VI, C. G. C. T.—L. M. T., 1943 május.
57. P. Rocquett: Sur la présence d'eutectique aluminium-silicium dans les aluminiums commerciaux. *Métaux-Corrosion-Usure*, 17, 1942, 195 old.
58. W. H. J. Vernon, E. I. Akeroyd és E. G. Stroud: The direct oxidation of zinc. *J. Inst. Metals*, 65, 1939, 301 old.
59. P. Chevenard és X. Wache: Influence de l'état de surface sur l'oxydation sèche à haute température d'une austénite au chromenickel. *C. R.*, 221, 1945, 442 old.
60. R. A. Harrington és H. R. Nelson: An electron diffraction study of anodic films. *Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng., Inst. Met. Div.*, 137, 1940, 62 oldal.
61. H. Bückle: Diffusionsmessungen mit Hilfe des Mikrohärteprüfers. *Z. f. Metallkunde*, 34, 1942, 130 old.
62. Schulz és H. Hanemann: Die Bestimmung der Mikrohärte von Metallen. *Z. f. Metallkunde*, 33, 1941, 124 old.
63. H. Bückle: Erfahrungen mit dem Mikrohärteprüfer. *Zeiss Nachrichten*, 5, 1944, 93 old.
64. P. Lacombe és L. Beaujard: Nouvelles applications micrographiques des figures de corrosion sur l'aluminium raffiné. *C. R.*, 219, 1944, 66 old.
65. P. A. Jacquet: Travail non publié aux Laboratoires L. M. T.
66. P. Morize, P. Lacombe és G. Chaudron: Étude de l'état de surfaces chimiques de l'aluminium. *C. R. des Journées des Etats de Surfaces*, Paris, 1945, 242 old.
67. P. Lacombe és G. Chaudron: *Rev. Métallurgie*, 33, 1936, 697 old.
68. H. Röhring és W. Schneider: Über die Eignung elektrolytisch polierten Proben für die Metallographische Untersuchung von Aluminium. *Aluminium*, 23, 1941, 281 old.
69. P. A. Jacquet és J. Calvet: Le polissage electrolytique de l'aluminium. II. *Métaux-Corrosion-Usure*, 13, 1938, 121 old.
70. E. H. Dix és A. C. Heath: Aluminium-silicium system. *J. Inst. Metals*, 36, 1926, 283 old.
71. J. Calvet: Sur le recuit de l'aluminium pure. *C. R.*, 200, 1935, 66 old.
72. M. L. V. Gayler: Sur les phénomènes observées après traitement thermique sur l'aluminium de haute pureté poli électrolytiquement. *C. R. des Journées des Etats de Surfaces*, Paris 1945, 82 oldal.
73. T. H. Pöschl: Gefügeänderungen beim Zerreißvorgänge. *Metallwirtschaft*, 19, 1940, 331 old.
74. Ch. Crussard: Étude de recuit de l'aluminium. *Revue Métallurgie*, 41, 1944, 111 és 133 old.
75. P. W. Bridgman: *Proc. Amer. Acad. Sciences*, 60, 1924, 305 old.



76. P. A. Jacquet: Sur la persistance de la structure primaire.  
Métaux-Corrosion-Usure, 20, 1945, 137 old.
77. P. Lacombe és L. Beaujard: Mise en évidence par micrographie et par rayons X des structures des gros cristaux métalliques.  
C. R. 221, 1945, 414 old.
78. J. Calvet, A. Guinier, P. Jacquet és A. Silberstein: Etude du revenu de la solution solide Al-Mg.  
C. R. 208, 1939, 1903 old.
79. H. Mahl és P. Pawlek: Über mikroskopische Untersuchungen an Al-Legierungen.  
Z. f. Metallkunde, 34, 1942, 232 old.
80. P. Lacombe és L. Beaujard: Micrographic study of anodic oxidation film on aluminium-magnesium alloys.  
Metal Treatment, 12, no. 44, 1945-46, 223 old.
81. P. Lacombe és P. Morize: Les défauts de l'oxidation anodique.  
Métaux-Corrosion-Usure, 19, 1944, 30 old.
82. F. Keller és G. W. Wilcox: Polishing and etching of constituents of Al alloys.  
Metal Progress, 23, 1933, 45 old.
83. P. D. Merica, R. G. Wallenberg és J. R. Freeman Jr.: Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng. 64, 1921, 1 old.
84. M. D. Smith: Metallography of some Al alloys.  
Research Report Brit. Non-Ferrous Metal Research Ass. No. RRA 635, 1943.
85. A. G. C. Gwyer, H. W. Phillips és L. Mann: J. Inst. Metals 40, 1928, 297 old.
86. J. Calvet, P. Jacquet A. Guinier: C. R. 206, 1938, 1972 old.
87. J. Calvet, J. Jacquet A. Guinier: J. Inst. Metals, 65, 1939, 121 old.
88. W. L. Fink és D. W. Smith: Age Hardening of aluminium alloys. — I. Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng., 122, 1936, 284 old.
89. H. B. Pulsifer: Magnesium its etching and structure.  
Trans. Amer. Inst. Min. Met. Eng. Inst. Met. Div. 1928, 461 old.
90. E. Knuth-Winterfeldt: Beredning av små provtyr genom elektrolitisk polering.  
Jerkontorets Annaler, 128, 1944, 77 old.
91. C. Benedicks és B. Ljunggren: Ungleichmässige Verteilung des gelösten Sauerstoffes in Kupfer nachgewiesen durch elektrolitische Polieren.  
Korr. u. Metallschutz, 16, 1940, 17 old.
92. G. F. Meyer, G. D. Rahrer és J. R. Vilella: Electrolytic polishing of steel specimen.  
Metals and Alloys, 13, 1941, 424 old.
93. S. R. Prance: Electropolishing of steel for microscopic examination.  
Steel, 116, 1945, 106 old.
94. G. E. Pelissier Jr., H. Markus és R. F. Mehl: Electrolytic preparation of iron and steel micro-specimens.  
Metal Progress, 37, 1940, 55 old.
95. W. Engelhardt: Glänzen von Kupfer.  
Metallwirtschaft, 20, 1941, 349 old.
96. L. Richard: Polissage électrolytique des alliages d'aluminium. Le procédé „Po'electro“.  
Revue de l'Aluminium, 24, no. 135, 1947, 234 old.
97. S. Wernick: Electrolytic polishing of metals.  
J. Electrodepositors Techn. Soc. 18, 1943, 103 old.
- 97A. Ibid. The electrolytic polishing of aluminium.  
Sheet Metal Ind. 20, 1944, 1913 és 2095 old.
98. H. Schmitt: Elektrolitische glänzerfahren für aluminium.  
Aluminium 19, 1937, 387 old.
99. Alcoa (J. M. Guthrie feltaláló): Reflectiv aluminium surface.  
U. S. A. szabad. 2.153.060, 1939, IV. 4.
100. British Aluminium Comp. Procédé de traitement de la surface d'aluminium et objets traités par ce procédé.  
Francia szabad. 881.701, 1943, V. 6.
101. Aluminum Comp. of America. Perfectionnements à la fabrication de surfaces brillantes d'aluminium.  
Francia szabad. 778.018, 1935, III. 7.
102. Aluminum Comp. of America. Perfectionnements à la fabrication de surfaces brillantes d'aluminium.  
Francia szabad. 778.019, 1935, III. 7.
103. Le Material telephonique (H. Figour et P. A. Jaquet, feltaláló). Perfectionnements aux traitements électrolytiques des métaux.  
Francia szab. 707.526, 1931, VII. 9.
104. Battelle Memorial Institute. Improvements in or relating to methods of electropolishing metals and aqueous electrolytes suitable for use in such methods.  
Angol szabad. 552.638, 1943, IV. 16.
105. C. L. Faust: Electropolishing, what is its status to day?  
J. Electrodepositors Techn. Soc. 21, 1946, 181 old.
106. R. Halut: Perfectionnements apportés aux procédés de polissage anodique.  
Brit és francia szabadalom benyujva.
107. M. Mondon: Le polissage électrolytique, méthode de superfinition. Compte-rendu des Journées des Etats de Surface, 1945, X. 26, 59. old.
- 107A. Ibid. La superfinition électrochimique. Espaces, 1, 1946, IX. 17. old.
- 107B. Ibid. Polissage électrolytique et superfinition. La Technique Moderne, 38, 1946, 281 old., 39, 1947, 17 old.
- 107C. Ibid. Influence du polissage électrolytique sur les phénomènes de frottement et d'usure. Journées sur la Corrosion des métaux et Journées métallurgiques d'automne, 1947, X.
108. J. S. Crout: The present status of electropolishing.  
Metal Progress, 47, 1945, 259 old.
- 108A. Ibid. Electrolytic polishing: decorative finishing, de-burring, descaling, machining. Metal Industry, 66, 1945, 357 old.
109. F. Keller et G. W. Wilcox: Anodically oxidized aluminium alloys-Metallographic examination.  
Metals and Alloys, 10, 1939, 187 old.
110. F. Keller, G. W. Wilcox, M. Tosterud et C. J. Slunder: Anodic coating of aluminium — Behavior alloy constituents.  
Metals and Alloys, 10, 1939, 219 old.
111. F. Keller: Anodic coatings seen through the microscope.  
Proc. Amer. Soc. for Testing Materials, 40, 1940, 948 old.
112. H. Fischer et F. Kurz: Übermikroskopisches Bild anodischer Oxydfilme auf Aluminium und ihr Wachstum.  
Korr. und Metallschutz, 18, 1942, 42 old.
113. E. T. Richards: Zum elektrolitischen Glänzen von Aluminium und Leichtmetalloberflächen.  
Oberflächentechnik, 20, 1943, 1 old.
114. R. W. Parcel: Simplified electropolishing of steel specimens.  
Metal Progress, 42, 1942, 209 old.
115. W. Kranert és H. Raether: Ist eine bearbeitete Metallfläche feinstkristallin oder amorph?  
Zeit. f. Naturforschung, 1, 1946, 512 old.
116. W. Kranert, K. H. Leise et H. Raether: Untersuchung elektrolitisch polierter Metallflächen mittels Elektroneninterferenzen.  
Zeit. f. Physik, 122, 1944, 248 old.
117. K. H. Moore: Über die Struktur elektrisch polierten Kupferoberflächen.  
Annalen der Physik, 33, 1938, 133 old.
118. J. J. Trillat: Sur l'examen par diffraction électronique des surfaces obtenues par polissage électrolytique.  
C. R. 224, 1947, 1103 old.
119. H. R. Nelson: An electron diffraction examination of electrolytically polished surfaces.  
Physical Rev., 57, 1940, 553 old.
120. W. H. J. Vernon et E. G. Stroud: Electrolytic polishing of zinc I.  
Nature, 1942, 1938, 477 old.



121. F. Keller: Metallography of Alcoa 75—S Alloy. The Iron Age, 1945. X. 4, 64 old.
122. J. T. Burwell et J. Wulff: Surface allotropic transformation in stainless steel induced by polishing. Amer. Inst. Min. and Met. Eng., Iron and Steel Div., 135, 1939, 486 old.
123. J. H. Goodyear: Mixing electrolytic polishing solutions. Metal Progress, 46, 1944, 106 old.
124. C. L. Faust: Electropolishing metals to obtain surface finish. Product Engineering, 17, 1946, 449 old.
125. C. L. Faust: Electropolishing. Its commercial aspects today 33 rd Annual Convention of the American Electroplaters Soc. (Pittsburgh 17—20 Junn 1946. — Összefoglalás: Month, Rev. Amer. Electroplaters Soc. 1946 VIII. és Steel, 119, 1946. VII. 8. 104 old.
126. Anon.: Electropolisher. Rev. of Scientific Instruments, 17, 1946, 284 old.
127. J. Herenguel: Application des méthodes micrographes a l'examen des textures des produits laminés industriels. Soc. Fr. de Métallurgie, 1948 februári ülése
128. W. Lewis: Thin films and surfaces, Ed. Temple Press Ltd, London 1946 (Brytal. és Alzak eljárások).
129. L. Chamagne, H. Granjon és A. Leroy: Sur une méthode de polissage électrolytique accéléré. Métaux et Corrosion, 21, 1946, 73 oldal.
130. E. Der Mateosian: Electrolytic polishing of electron microscope samples. The Iron Age, 1947. I. 16. 51 old.
131. Anon.: Electropolisher. Chem. and Eng. News, 24, 1946, 2399 old.
132. Anon.: The plating plant explosion in Los Angeles. Monthly Rev. Amer. Electroplaters Soc., 34, 1947, 418 old.
133. F. A. Herr: Los Angeles plating plant explosion. Metal Finishing, 45, 1947, 72 és 107 oldal.
134. J. H. Kuney: Perchloric acid friend or foe? Chemical and Eng. News, 25, 1947. VI. 9. 1658 old.
135. H. J. Merchant: The application of electrolytic polishing to ferrous metallography. J. Iron Steel Inst, 155, 1947, 179 old.
136. H. Raether: La structure des surfaces polies mécaniquement et électrolytiquement. Métaux et Corrosion, 22, 1947, 2 old.
137. Anon.: Aluminium can be electropolished. Product Finishing, 1946. XII. 11, 56, 58 old.
138. F. A. Herr: Aluminium electropolishing plant. Metal Finishing, 45, 1947. VIII., 63 old.
139. Amer. Soc. for Testing Materials: Electrolytic polishing for metallographic specimens, 1944 Book of A. S. T. M., Standards I. — Metals; E 3 — 44 T., 1889 old.
140. J. L. Waisman: Metallographic electropolishing. Metal Progress, 51, 1947, 606 old.
141. Battelle Development Corporation: Electrolyte et procédé pour polissage anodique des métaux. Francia szabad. no. 921,342, 1947. V. 5.
142. Les Trefileries et Laminoirs du Havre: Francia szabad, 798,721, 1936. V. 25.
143. C. I. Faust (Battelle Memorial Corporation): Electrolyte for and method of polishing metal surface anodically. U. S. Pat. no. 2,282,350 és 2,282,351, 1942. V.
144. Batelle Development Corporation: Electrolyte et procédé pour le polissage anodique de surfaces de métaux. Francia szabad. no. 918,756, 1946.
145. U. R. Evans és D. Whitwham: Note on a convenient method of electropolishing aluminium alloys. J. Electrodepositors Techn. Soc., 22, 1947, 24 old.
146. J. Mazia: Electrolytic polishing and lapping for mirror finishes. Steel, 120, 1947, 84, 126 és 128 old.
147. J. Mazia: Electrolytic polishing. Theory and Practice. Monthly Rev. Amer. Electroplaters Soc., 34, 1947, 937 old.
148. R. E. Halut: Electrolytic polishing (Technical applications) 3d International Conference on Electrodeposition, London, 1947. IX.
149. G. Black: Electrolytic polishing of magnesium. Metal Finishing, 45, 1947. VII., 84 old.
150. J. Herenguel és R. Segong: L'aluminium et ses alliages de qualité spéciale pour le polissage électrolytique et l'oxidation anodique. Journées sur la Corrosion des Métaux et Journées Métallurgiques d'Automne. Paris, 1947 október.
151. P. A. Jaquet: Le polissage électrolytique industriel. Congrès du Centenaire de l'A. I. Lg., Liège, 1947. IX

## A könnyűfémek gázhegesztése

KUROVSZKY ISTVÁN

### Autogeneous welding of light metals.

By Stephen Kurovszky.

The author gives a detailed account of the practical aspects of the setting to and performance of the welding of Aluminium as well as treatment after welding. Finally, the article deals with the properties of welding rods summarising the tensions of welded materials in a special table.

### Autogenschweissung von Leichtmetallen.

Von Stephan Kurovszky.

Der Artikel befasst sich eingehend mit der Durchführung der Autogenschweissung von Leichtmetallen, gibt praktische Winke bezüglich Vorbereitung und Durchführung der Schweissung von Aluminium, sowie Behandlung nach der erfolgten Schweissung. Der Artikel erörtert sodann die Eigenschaften der Schweisstäbe und gibt eine Tabelle zur Vergleichung der Festigkeit der geschweissten Materialien.

A könnyűfémek hegesztése a legújabb időkig megoldatlan probléma volt. A könnyűfémek használatának utóbbi időkben való nagy elterjedt-

ségét főképpen kis fajsúlyának és tengervízzel, kémiai anyagokkal szemben való ellenállóságának köszönheti. Ez az elterjedés a háború alatti hadianyaggyártás következtében csak fokozódott és előreláthatólag még erősebben fokozódni fog.

A könnyűfémek közül mint szerkezeti anyag ezidőszerint csak az aluminium és magnézium jön számításba és így csak ennek a két fémnek a gázzal való hegesztésével fogok a továbbiakban foglalkozni.

Az aluminium kis fajsúlya (2,70 kg/dm<sup>3</sup>) jó kémiai ellenállóképessége mellett jó elektromos vezető is. Egyetlen hátránya kis szilárdsága, ezért tiszta aluminiumot (98—99,5%) csak edények, tartányok előállítására használnak, szerkezetekhez, gépalkatrészek előállítására az aluminium ötvözetit. Egyes aluminium ötvözetek szilárdsága megfelelő hőkezeléssel eléri cca 60 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot is; újabb kísérletek folynak még magasabb szilárdságú aluminium ötvözetek előállítására is.

A tiszta magnéziumot sem alkalmazzuk szerkezeti célokra, ötvözei azonban az autó, repülő-



gép, hajógyártásban, valamint a kémiai iparban nagymértékű és sokoldalú elterjedtségük.

Természetes, hogy az alumínium és magnézium ilyen elterjedése szükségessé tette e fémek hegesztésének megoldását és bár egyes ötvözetek hegesztésénél még mutatkoznak nehézségek, hegesztésük helyes eljárás, anyagelőkészítés, elő és utólagos hőkezelés megválasztása és alkalmazása, valamint egy kis gyakorlat mellett ma már csaknem minden esetben elvégezhető.

Alumíniumot, magnéziumot és ezeknek ötvözeit a következő eljárásokkal lehet hegeszteni:

- elektromos ellenállással,
- elektromos ívvel,
- arcatom eljárással,
- kovács hegesztéssel,
- Weibel-féle „Fesa” eljárással,
- gázhegesztéssel.

Az összes eljárások közül az alumínium, magnézium és ötvözeiteknél a legfontosabb szerepet a gázhegesztés tölti be, bár a háború alatt nagy súlyt fektettek a korrozíósvesztély okozta bizonytalanság és a hegesztés utáni tisztítás kiküszöbölése miatt az oxidoldó porok nélküli hegesztő eljárások kifejlesztésére, mint az elektromos ellenálláshegesztés, valamint a védőgáz alatti hegesztések.

A gázhegesztés alkalmazása esetén égő gázként acetylént, hidrogént, methant, butánt, propánt, kékgázt, világító-gázt használhatunk. Mindegyik gázzal — természetesen a gáznak megfelelő keverőt használva — a hegesztést keresztül lehet vinni.

Szemben egyéb fémek hegesztésével az alumíniumnak és ötvözeinek gázzal való hegesztésénél különböző nehézségek vannak. Már említettem, hogy az alumínium a kémiai anyagokkal szemben nagy ellenállóképességű, ezt az ellenállóképességét annak az oxydhártyának köszönheti, mely a levegőn pillanatok alatt bevonja egész felületét ( $Al_2O_3$ ), ugyanezen oxyd-hártya okozza azonban az alumínium és ötvözeitei hegesztésének egyik nehézségét is.

Míg az alumínium olvadáspontja  $650-660^\circ C$ , addig ezen oxyd-hártya csak  $2000^\circ C$  felett olvad. Ezen erősen a fémre tapadó oxyd-hártyának mechanikus eltávolításával nem sokat értünk el, mert már az eltávolítás pillanatában a tiszta fémfelület ismét érintkezik a levegővel és így újabb oxyd-hártya keletkezik, amely megakadályozza a már megömlött alumíniumnak a pótanyaggal való összeömlését.

Szemben a legtöbb nehéz fém-oxyddal az alumíniumoxydból redukáló hegesztőlánggal az alumíniumot nem lehet kiredukálni és az alumíniumoxyd a hegesztési hőfokon nem ömleszthető meg.

Eppen ezért szükséges, hogy ennek az oxyd-hártyának az eltávolításáról valamiképpen gondoskodjunk. Ezt az eltávolítást hegesztőpor használatával végezzük, amely a hegesztési hőben megolvadva az oxyd-hártyát oldja, a hegesztési helyre folyva azt elborítja és így a fémet megvédi az újabb oxydációtól.

Egy másik nehézség az alumínium hegesztésénél, hogy az alumíniumnak és ötvözeiteinek nyúlása közvetlen az olvadáspont alatti hőfokon nagyon alacsony, már pedig a hegesztésnél az anyag nyúlására akkor van szükség, mikor a pótanyag összeolvadva, az összehegesztendő élekkel éppen megdermedni kezd.

U. i. minden fém a folyékony halmazállapotból a szilárdba való átmenetkor — vagyis a megdermedéskor — zsugorodik, a hegesztőanyag azonban már belekötött az összehegesztendő élekbe és így azokat a zsugorodáskor húzza magával; az összehegesztendő élek azonban a legtöbb esetben a zsugorodásokozta húzás irányában elmozdulni nem tudnak és így ellenkező húzást fejtenek ki. Az így keletkező feszültséget az éppen megdermedő hegesztésnek — a megömlésztett pótanyag — kelene felvenni, ennek nyúlása azonban ezen a hőfokon majdnem semmi és így azt látjuk, hogy a megdermedt hegesztésünk a varrat közepén kezd megrepedni és ez a repedés fokozatosan követi a hegesztés menetét.

Harmadik nehézséget az okozza, hogy a könnyűfémek melegvezetőképessége és hőtágulási együtthatója többszöröse a folytácél hasonló értékeinek, aminek az a következménye, hogy lényegesen alacsonyabb olvadáspontjuk ellenére, majdnem annyi melegmennyiség hozzávezetésére van szükség, mint a folytácélnál. Nem kell külön magyarázni, hogy ez viszont növeli a deformációk, elhúzódnások és feszültségi repedések veszélyét.

A negyedik nehézség — amely a könnyűfémek hegesztésében gyakorlatlan hegesztőknek a legnagyobb gondot okozza — az, hogy míg a folytácél a melegítésnél a normál temperatúrától az olvadási pontig különböző színeket vesz fel (kék, piros, sárga stb.) és ezzel a hegesztőnek útmutatást ad állapotáról és ami a legfontosabb, ezzel előre jelzi, hogy mikor fog megömleni, a könnyűfémek minden hőfokon, sőt megömlött állapotban is, szürkésfehérszínűek és így a hegesztő a megömlés pillanatáról útmutatást nem kap.

A könnyűfémek gázzal való eredményes hegesztésének előfeltétele, hogy pontosan ismerjük a munkadarab ötvözetét és hogy tökéletes anyagismerettel rendelkezünk, lehetetlen ennek a cikknek a keretében az alumínium, magnézium és ötvözetek anyagismeretével bővebben foglalkozni, mindössze tehát csak olyan mértékben foglalkozom ezzel a kérdéssel, amennyi okvetlenül szükséges.

## AZ ALUMINIUM

Az alumínium mint kohó alumínium kerül forgalomba. A megengedett szennyezések —  $Fe+Si+Cu+Zn$  — lehetnek 0,5,—1, és 2% és ezek szerint 99,5, 99, és 98%-os kohó alumínium van forgalomban.

A szennyeződések befolyással vannak az alumínium mechanikai tulajdonságaira, még pedig a  $Cu$ ,  $Fe$  és  $Si$  növeli a szakítószilárdságot, a  $Si$  és  $Fe$  a nyúlást is, míg a  $Cu$  a nyúlást csökkentti, a  $Zn$  semleges viselkedik.

Csökkenti azonban valamennyi szennyeződés az elektromos vezetőképességet.

A kohó alumíniumot átolvasztással megtisztítják és azután hideg vagy meleg megmunkálásnak vetik alá, esetleg előtte vagy utána hőkezelik. Ezen megmunkálási módok szerint az alumínium lágy, félkemény vagy kemény félkészgyártmányként kerül forgalomba.

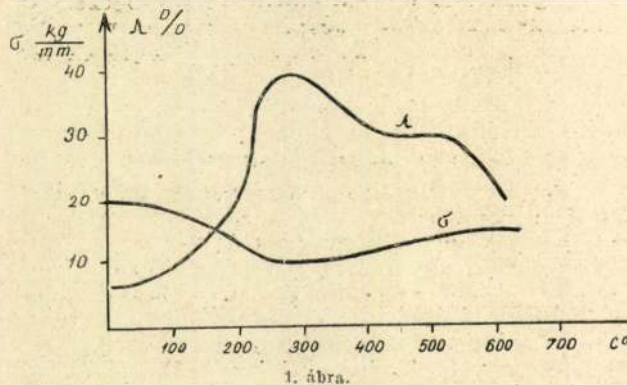
A hideg megmunkálás következtében az alumínium szilárdsága növekszik, nyúlása azonban annyira visszaesik, hogy szerkezetek céljaira nem alkalmas.

A tiszta (98—99,5%-ig) alumínium hegesztésénél az erős hőbehatás következtében rekrisztalli-



záció áll be és a durva szemese képződés következtében az alumínium elveszti hengerlési keménységét.

Mint az 1. sz. ábrán láthatjuk, a hőhatás következtében az alumínium szilárdsága 150 és



1. ábra.

300° C között nagymértékben csökken, a nyúlása 0—300° C-ig jelentősen növekszik, azután rohamosan csökken és közvetlenül a megömlés előtti hőfok előtt egészen alacsonyra száll.

Az alumínium ötvözetek éppen a tiszta alumínium kedvezőtlen mechanikai tulajdonságai miatt kerültek előtérbe. Ötvöző anyagul olyan fémeket használnak, melyek az alumíniummal több alkotós ötvözetet képezve annak szilárdságát, jó tulajdonságait megtartva, növelik. Ezek az ötvöző anyagok: Fe, Cu, Si, Mg, Mn, Zn, Ni, Cr, Ti és esetleg Sb.

Ugyanúgy, mint a folytacélnál, itt is megkülönböztünk öntött és hengerelt vagy húzott alumíniumot, amelyeknek ötvöze is más és más. A hegesztést éppen az teszi nehezzé, hogy az egyes gyárak más és más ötvözeteket állítanak elő ugyanolyan rendeltetéssel és ezeknek a felismerése a műhelyben meglehetősen nehéz.

Az alumínium öntvényeknél használt ötvözetek általában jól hegeszthetők, a legfontosabb az, hogy megállapíthassuk, milyen ötvözetéről van szó, hogy a hegesztéshez szükséges hegesztő pácát és hegesztő port, valamint a követendő eljárást helyesen választhassuk meg.

Azt, hogy valamely könnyűfém munkadarab mely ötvözetcsoporthoz tartozik, a következőképp állapíthatjuk meg a legegyszerűbben: a kérdéses munkadarab egy kis részét fémisztára munkáljuk, azután 20%-os nátronlúgból egy cseppet cseppen-tünk az így megmunkált felületre és 10—15 percig állni hagyjuk. Vízzel lemosva a felületét, amelyben

fehér színeződést mutat, Al vagy Al-Mg ötvözetrel van dolgunk,

szürke színeződés esetén Al—Si ötvözetéről van szó, az összes Cu tartalmú ötvözetek fekete színeződést mutatnak.

míg a többi — Cu-ot nem tartalmazó ötvözet — szürkés-harna színeződést ad.

Az úgynevezett „amerikai“ ötvözet (Al-Cu) és a „német ötvözetek“ (Al-Zn-Cu) a meleg feszültségek iránt rendkívül érzékenyek, ezért meleg állapotban nem szabad őket forgatni vagy mozgatni.

A kényesebb motoralkatrészeket Al-Cu-Ni ötvözetből öntik, mivel ez az ötvözet magasabb hőmérsékletnél is nagy szilárdsági igénybevételt bír ki.

Kitűnően hegeszthetők a „silumin“ néven ismeretes ötvözetcsoporthoz tartozó öntvények; ezeknek előnye még az is, hogy meleg feszültségek iránt jóformán érzéketlenek, tehát meleg állapotban forgathatók.

A hengerelhető ill. húzható alumínium ötvözeteket általában nyolc csoportba lehet besorolni.

1. Al-Cu-Mg ötvözetcsoporthoz tartozó ötvözetek kívül tartalmazhatnak egy kevés Si és Mn-t is. Nemesítve nagy szilárdságuk van. Hegesztését lehetőleg kerülni kell, mert nagy a kilágyulási veszély. Ebben az ötvözetcsoporthoz tartozik a német gyártmányú duralumin, avional, aludur, silal, stb. és a magyar gyártmányú fredal FG, FGF stb.

2. Al-Cu-Ni ötvözetek tartalmaznak kevés Mg-ot és esetleg Ti-t is. Jellemző tulajdonságuk, hogy 200—300° C hőmérséklet határok között is megtartják szilárdságukat. Hegesztésüket lehetőleg kerülni kell, mert ezeknél nagy a kilágyulás okozta szilárdság csökkenés és ennek következtében a repedési veszély. Ezek az ötvözetek W és Y néven ismeretesek.

3. Al-Cu ötvözetek a főalkatokon kívül kevés Mn-t és Si-ot is tartalmaznak. Ezt az ötvözetcsoporthoz a hegesztési varrat mellett fellépő és az előbbi két csoportnál is nagyobb kilágyulási és repedési veszély miatt eddig egyáltalában nem hegesztik. Ezen ötvözetcsoporthoz tartozó ötvözetek legismertebb fajtája a lautal nevű ötvözet.

4. Az Al-Mg-Si ötvözetcsoporthoz 0.1—5% Mn-t is szokott tartalmazni, meglehetősen nagy kémiai ellenállóképességűek. Hegesztésüket nehezké teszi az a körülmény, hogy az ömledék sűrű, nehezen folyik, ennek ellenére hegesztésük gyakran fordul elő. Ebben a csoportba tartoznak a német gyártmányú anticorrodál, pantal, stb. és a magyar fredal FC1, FC11.

5. Al-Mg ötvözetcsoporthoz tartozó ötvözetek egyikében-másikában kevés Mn és Zn is van. A növekvő Mg tartalom a hegeszthetőséget rontja, habár a szilárdságot növeli. Hegesztéskor az egyenletes ömledék fenntartása nagyon nehéz, mivel ezen ötvözeteknek meghatározott olvadáspontjuk nincsen és ezért ezen ötvözetek hegesztése nagyon nagy gyakorlatot kíván. Ajánlatos csak rövid varratok hegesztése a repedések elkerülése végett. Ezen ötvözetcsoporthoz hegesztésénél égő gázként feltétlenül disszociáta kell használni, mert a többi égő gázok használata esetén a hegesztés lyukacsos lesz. Ebben a csoportba tartoznak a hidronáriumok, Fredal FC50, stb.

6. Al-Mg-Mn ötvözetekben néha kevés Sb is van. Nagy szilárdságúak és magas vegyállóságúak van. Aránylag elég könnyen hegeszthetők és ebből az ötvözetből készült lágy lemez vagy rúd szilárdsága a hegesztés után sem csökken. Ebben a csoportba tartoznak a KS Seewasser, peralumán, stb. nevű ötvözetek.

7. Az Al-Si ötvözetek silumin néven ismeretesek. Hegesztéskor megömlésük határozott hőfokon történik, könnyen és jól hegeszthetők. A varrat szilárdsága közel azonos az alapanyag szilárdságával.

8. Az Al-Mn ötvözetcsoporthoz tartozó magasabb szilárdsága és jó kémiai ellenállóképessége miatt a tiszta alumínium helyett használják. Bár sűrű ömledéke van, mégis általánosan hegesztik, mert a hegesztés után szilárdságcsökkenés sem a varrat-



ban, sem annak közelében nem lép fel, a repedési veszély lényegesen kisebb, mint a többi ötvözeteknél. Ebbe a csoportba tartoznak az alumán, mangal, stb. nevű ötvözetek.

A nyolc ötvözetcsoporthoz közül az első négy nemesisíthető, a többi nem.

Az 5—8. csoportba tartozó ötvözeteknél a nagyobb szilárdságot és jobb kémiai ellenállóképességet az ötvözéssel érik el és így a hőközlés kémiai és mechanikai tulajdonságait nem befolyásolja, ami a hegesztés szempontjából rendkívül fontos.

### A MAGNÉZIUM.

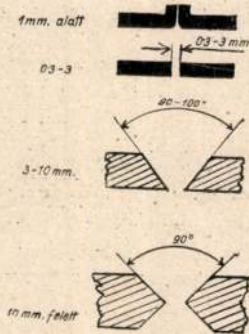
A magnéziumot az iparban főleg ötvözetek formájában alkalmazzák.

A magnézium ötvözetekének nagyrésze elektron néven ismeretes. Al, Zn, Mn, Si-al ötvözve a magnéziumot, kapjuk a különböző elektron ötvözeteket, amelyekben a magnéziumtartalom 90%. Ezek lehetnek hengerelt áruk és öntvények.

Hegesztése nem könnyű, mert magas magnéziumtartalmánál fogva nagyon könnyen meggyulladhat és eléghet, meleg állapotban szilárdsága igen kicsi, tehát a munkadarabot forgatni, mozgatni nem lehet. Égő gázként csakis disszociált gázt lehet alkalmazni, mert minden más égő gáz használata esetén a varrat lyukacsos lesz. A hegesztéskor erősen redukáló lángot kell alkalmazni, mert különben a munkadarab könnyen meggyullad.

### A hegesztéshez való előkészítés.

A munkadarab előkészítése a folytacélhoz hasonlóan történik azzal a különbséggel, hogy az alumíniumot 0,3—3 mm vastagságig (lásd a 2. sz. ábrát) leélezés nélkül, 3—10 mm vastagságig V



2. ábra.

formára, 10 mm-en felül X formára leélezve illesztjük. Itt is mint más fémek hegesztésénél, a hegesztési helynek fémtisztának és olajmentesnek kell lennie. Atlapoltt illesztést az alumíniumnál nem szabad alkalmazni.

Tekintettel a már előbb említett azon körülményre, hogy az alumínium minden hőfokon azonos színű marad, a hegesztéshez nem szabad olyan sötét szemüveget használni, mint a folytacélnál. Rendkívül fontos, hogy az olvadási helyet állandóan láthassuk, azért a varratot úgy kell vezetni, hogy az a hegesztőre keresztirányban legyen.

Fontos, hogy a hegesztési hézag a 2. sz. ábrán megadott nagyságra legyen beállítva, mert ha túl kicsi a hézag, nem lehet a keresztmetszetet tökéletesen áthegesztetni, ha túl nagy a hézag, a

hátsó varrat túl vastag lesz. Mind két eset bajokat okozhat (lásd a 3. sz. ábrát).



3. ábra.

### Folyósító anyag. (Hegesztőpor.)

Már a könnyűfémek hegesztésének nehézségeinél ismertettem az okokat, amelyek a folyósító hegesztőpor alkalmazását szükségessé teszik.

A jó hegesztőpor olvadáspontja cca 50—100°C-al a hegesztendő könnyűfém olvadáspontja alatt kell legyen.

Az alumínium, ill. magnézium és ötvözeteknek felületén keletkezett oxid-hártyát tökéletesen oldja, hogy ezáltal a pótanyagnak az alapanyaggal való tökéletes összeolvadása lehetővé váljon.

A hegesztőpor megolvadásakor keletkező gőzök és gázok ne legyenek mérgező hatásúak.

A megolvadt hegesztőpor könnyen elfolyva a hegesztendő felületet elborítsa, alacsony fajsúlyú legyen és így minden körülmények között az ömie-dék fölött maradjon.

Ne tartalmazzon olyan anyagokat, melyek a varratot szennyezhetik és ezáltal korrozio ellenállóképességét csökkentik.

Hosszabb raktározás esetén ne bomoljon alkotórészeire.

A jó hegesztőporból nem marad a hegesztés után a munkadarab felületén meg nem olvadt szilak. Ha bizonyosak vagyunk, hogy a hegesztőpor jó és mégis salakképződést figyelünk meg, ennek oka, hogy a munkadarabot nem melegítettük fel kellőképpen és ezáltal a hegesztéskor a folyósító anyagot túlhevítettük, minek következtében részben alkotóelemeire bomlott.

A legtöbb folyósító anyag alkali és földalkali fémek chloridjainak és fluoridjainak keveréke. De éppen azért, mert chloridoknak és fluoridoknak a keveréke higroszkópius és ezért jól záró dobozban kell tartani.

A hegesztőpor használata úgy történik, hogy a hegesztőporból vízzel híg pépet keverünk és ezt a pépet tiszta ecsettel a hegesztőhuzalra vékonyan rákenjük. A hegesztési helyet fölösleges bekenni, csak vastag keresztmetszeteknél az alsó élt, hogy könnyebben áthegesztessük.

A pép elkészítéséhez ajánlatos desztillált vizet, vagy esővizet alkalmazni, mert az ivóvíz mésztartalma a hegesztőpor fluortartalmával egyesül calciumfluoriddá, ami a folyósító anyag olvadáspontját felemeli és salakképződésre vezet.

Szem előtt kell tartani, hogy túl sok folyósító anyag használata káros hatással van az anyagra, mert a benne levő alkotórészek maróhatásúak, éppen ezért a hegesztés után a hegesztési helyet és környékét 10%-os salétromsav oldattal sodronykefével le kell mosni és utána meleg vízzel leöblíteni.

A nedves hegesztőpor a fémekre korrodáló hatással van, ezek a korrozio produktumok mint szennyező anyagok a hegesztőpépbe jutva annak hatását lerontják és onnan a varratba is bekerül-



hetnek. Eppen ezért a pép elkészítését üveg vagy porcellán edényben végezzük és csak annyit készítünk, amennyit az nap elhasználunk, mert a pép két napi állás után alkatelemeire bomlik.

**A hegesztőhuzal. (Pótanyag.)**

A hegesztőhuzal alkalmazása lehetővé teszi, hogy a varratképzéshez szükséges mennyiségű pótanyagot a hegesztési helyre vigyük. Nagyon jó eszköz ez arra is, hogy a hegesztő a megömlött anyag hőmérsékletét szabályozza. U. i., ha a hegesztő észreveszi, hogy a hegesztési fürdő hőmérséklete túl magas, a túlhevítési veszélyt elkerülendő a hegesztőhuzalt a fürdőbe mártja, ami által — a könnyűfémek jó melegvezetőképességét tekintve — a fölös hőmennyiséget gyorsan elvezeti.

Tiszta aluminium (98–99%) hegesztése tiszta aluminium huzallal történik. A huzal természetesen fémestiszta legyen és fontos, hogy rezet ne tartalmazzon, amiről a már ismertetett maratási próbával győződhetünk meg.

Hulladékanyaggal semmiesetre sem szabad hegeszteni és a lemezből levágott lemezcsíkkal sem nagyon ajánlatos, mert formájánál fogva avval nehéz egyenletes varratot készíteni.

A tiszta aluminiumhuzallal hegesztett varrat a hengerelt aluminiumnál kisebb szilárdságú lesz, azért hozzáférhető helyen, kalapálással növeljük a varrat szilárdságát, míg a hozzáférhetetlen helyen titán-tartalmú hegesztőhuzallal hegesztünk. Ugyancsak titán-tartalmú hegesztőhuzallal hegesztjük a vastagabb keresztmetszetű tiszta aluminiumot is; a titán ugyanis kristályszemcse finomodást idéz elő és így növeli a szilárdságot.

Az aluminiumötvözetek hegesztéséhez különböző speciális hegesztőhuzalokat és pálcákat használunk, így pl. az Al-Si-Mg-tartalmú ötvözeteket repedések elkerülése miatt 5% Si-tartalmú anyaggal hegesztjük.

Rendkívül fontos, hogy az egyes ötvözeteket az ötvözetet előállító gyár által ajánlott anyaggal hegesztjük, mert csak ez biztosíthatja a hegesztés sikerét.

A hegesztőhuzalok vastagsága a hegesztendő anyag vastagságától függ. A különböző anyagvastagságokhoz az I. sz. táblázatban megadott átmérőjű hegesztőpálcákat használjuk.

Öntvényeket tiszta aluminiummal hegeszteni nem szabad, mert az öntvények minden esetben ötvözetből készülnek és a tiszta aluminium olvadási pontja magasabb, mint ötvözeteinek olvadási pontja, a hegesztésnél az öntvény előbb olvad meg, mint a hegesztőhuzal és így az öntvény könnyen összeroskadhat.

**A hegesztőláng.**

Mint már említettük, az acetyléngáz mellett alacsonyabb hőfokú gázokat is használhatunk az aluminium hegesztéséhez. Vastagabb keresztmetszetek és egyes ötvözetek hegesztéséhez azonban kizárólag csak acetylént (disszougáz) használunk. Ugyanazok az égők alkalmazhatók, mint a folytacél hegesztésénél, fontos azonban az égő megválasztása, a hegesztőláng helyes beállítása és szabályozása. Gyakorlott hegesztő ugyanazon égő nagysággal dolgozhat, mint a folytacél hegesztésénél, gyakorlatlan hegesztőnek ajánlatos egy számmal kisebbet venni.

**I. Táblázat**

1 fm varrat hegesztéséhez szükséges:

Lemezvastagság mm	Az égő		Acetylén	Oxygén	Hegesztőhuzal		Hegesztőpor gr	Hegesztési idő perc
	nagyság	átm. mm			átm.			
					mm	gr		
			lit/m					
0.5	00	0.8	4	2	2	20	6	4.5
1	0	1.0	8	4	2	25	8	5.0
2	1	1.2	20	10	2	50	11	6.0
3	1	1.2	40	20	3	75	13	8.0
4	1-2	1.2-1.4	75	40	3	100	17	11.0
5	2	1.4	125	65	3-4	150	21	15.0
6	2	1.4	200	100	5	200	23	20.0
7	2-3	1.4-1.8	300	150	5	250	25	25.0
8	3	1.8	450	225	6	330	27	32.0
10	3	1.8	750-850	400-450	6	500	29	45-50
12	4	2.2	1400-1500	750-800	8	750	31	70-75

Ezekben az adatokban az előkészítési, fűzési és előmelegítési idők nincsenek beszámítva. Az ezekre szükséges idők a munkadarab alakja, a varrat helyzete szerint annyira különbözők, hogy az esetről-esetre változik.

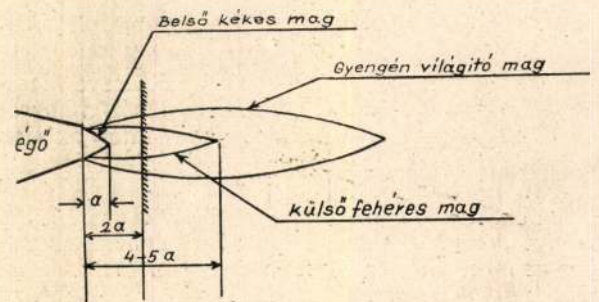
Szemben a folytacélhegesztéssel a könnyűfémek hegesztésénél redukáló lánggal, vagyis csekély acetylénfölösleggel dolgozunk.

A helyes acetylénfölöslegét — ha hegesztőszemüvegen keresztül nézzük — arról ismerhetjük meg, hogy a belső kékes magot egy külső fehéres mag veszi körül, amely viszont egy gyengén világító maggal van körülhatárolva. Már most, a hegesztőlángot az acetylén hozzávezetésével úgy kell beállítani, hogy a középső fehéres mag négy-öttszörösen hosszabb legyen, mint a belső kékes mag (lásd a 4. sz. ábrát).

Az égőt tiszta és jó állapotban kell tartani, hogy ezáltal egy tiszta, hegyes és nem mint az 5. ábrán látható, többágú lángot kapjunk. Eppen ezért az égőt fém szurkáló-szerszámmal nem szabad tisztítani, erre a célra fát kell használni.

**Fűzés és hegesztés.**

A hegesztőláng helyes beállítása után foghatunk hozzá a hegesztéshez. Ennek mikéntje a lemezvastagságtól, a varrat hosszától, a munkadarab alakjától függően más és más azért, hogy

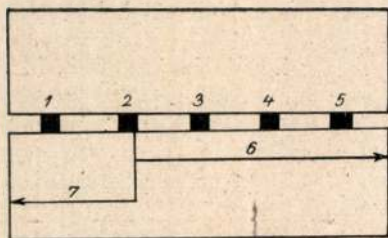


4. ábra.

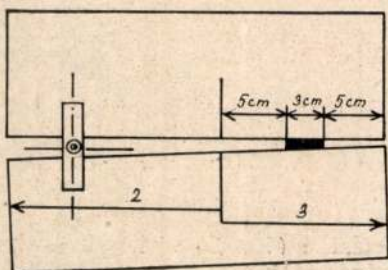


5. ábra.





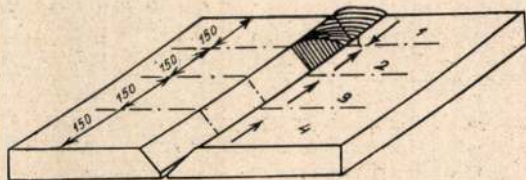
6. ábra.



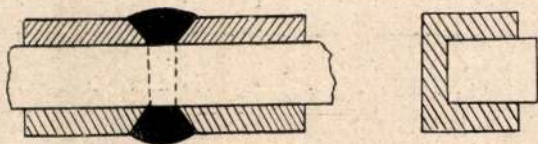
7. ábra.



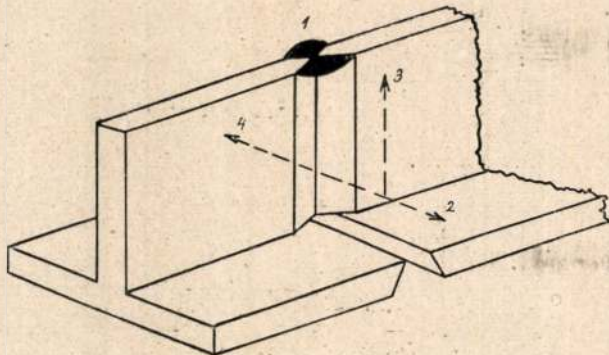
8. ábra.



9. ábra.



10. ábra.



11. ábra.

a melegfeszültségek okozta elhúzódasokat, vetemedéseket a minimumra korlátozzuk.

Vékony lemezeknél — 1.5 mm vastagságon alul — az összehegesztendő részeket végleges helyzetükbe állítjuk be és kb. 5 cm távolságban pontszerű fűzőhegesztéssel rögzítjük. A fűzés után a munkadarabot fakalapáccsal gondosan kiegyengetjük. A fűzés sorrendjét (1—5-ig) és a hegesztés menetét és irányát (6—7-ig) a 6. sz. ábrán látjuk.

Hegesztéskor a fűzéseket okvetlenül újból át kell hegeszteni. A lemez túlhevítését elkerülendő, ajánlatos a hegesztéstől 1—2 cm távolságban alumíniumsínéket a lemezhez, szorítókkal hozzáerősíteni.

1 mm vastagságon alul előnyösen és gyakran használjuk a peremhegesztést. Mint az előkészítési részben a 2. sz. ábrán láthatjuk, ennél a hegesztésnél a lemezéleket éles sarokban felpere-mezve egymás mellé állítjuk, az éleket hegesztőpéppel gyengén bekenjük, azután hézag és hegesztőhuzal használata nélkül összeolvasztjuk.

Vastagabb lemezek hegesztésénél a melegfeszültség okozta elhúzódasokat, vetemedéseket egyrészt úgy kerülhetjük el, hogy a lemezeket nem párhuzamosan, hanem egy kisszögű elhajlással (lásd a 7. sz. ábrát) illesztjük egymáshoz és úgy látjuk el fűzőhegesztéssel. A hézag ily módon való megnagyobbítása 1 m hosszankint cca 2—3 cm legyen. A lemezeket nagyobb nyílásnál kapocccsal rögzítjük. A 7. sz. ábrán a 2-vel jelzett irányban végzett hegesztéskor a hézag magától szűkülni kezd, majd teljesen összezárul úgy, hogy ilyen esetben a nyílást egy csavarhúzóval szabályoznunk kell.

Egy további fogás a vetemedések elkerülésére a 8. sz. ábrán látható, melynél a lemezeket fedélszerűen állítjuk be. A hegesztőanyag zsugorodása következtében a hegesztés után a két darab magától kiegyenesedik.

Sokkal helyesebb azonban, ha a most ismertett eljárás helyett a ráklépésben való hegesztést (lásd a 9. sz. ábrát) alkalmazzuk, mert ez a leg-egyszerűbb, különös előkészület nem kell hozzá és a legbiztosabban ér vele célt még a gyakorlatlan hegesztő is.

Profilok hegesztésénél a fűzést szintén alkalmazni kell. A pontos beállítás végett ajánlatos a profilokba egy beálló vasdarabot helyezni, amely amellet, hogy elősegíti a pontos beállítást, megakadályozza a túlságos átfolyást és a fölösleges melegmennyiséget elvezetve, hűtőhatást fejt ki és így kisebb a munkadarab túlhevítésének a veszélye (lásd a 10. sz. ábrát).

Profilok hegesztésénél mindig belülről kifelé hegesztünk (lásd a 11. sz. ábrát) és vigyázzunk arra, hogy a hegesztés végét (kráter) jól eldolgozzuk, mert kalapálásnál itt könnyen berepedhet.

### A hegesztés menete és módja.

A hegesztés megkezdése előtt a munkadarabot a vastagságának és alakjának megfelelően a hegesztőpisztollyal előmelegítjük, hogy ezáltal a hegesztés közben a meleghozzávetetés és a melegelvezetés közötti viszonyt lehetőleg állandósítsuk és ezáltal a keletkező melegfeszültségeket lecsökkentsük. Evvel elérjük azt is, hogy a zsugorodások okozta vetemedések és repedések veszélyét a minimumra redukáljuk.



Az előmelegítés hőfoka cca 300 C°, vékonyabb anyagoknál kisebb, vastagabbnál magasabb. Az előmelegítési hőfokot a legkönnyebben szappannal ellenőrizhetjük. A szappannak az a tulajdonsága, hogy kb. 300 C°-nál kezd széjjelbomlani. Ha már most a munkadarabot szappannal bekenjük és azután melegíteni kezdjük addig, míg a szappan bomlásának megkezdődését megfigyelhetjük, akkor a munkadarab azon a helyen kb. 300 C° hőmérsékleten van.

Hogy a meleget szükségtelenül ne vezessük el, a hegesztendő munkadarabokat rossz melegvezető anyagra, pl. tűzálló téglára vagy azbesztlapra fektetjük. Egyenlőtlen keresztmetszetű darabok hegesztésénél a vastagabb részt erősebben, a vékonyat gyengébben melegítjük elő, sőt a vékonyabb részt egyes esetekben fém alátétellel hűtjük.

A magnéziumötvözeteket, mivel azok hőelvezetőképessége kisebb, csak 270—280 C°-ra kell előmelegíteni.

Könnyűfémek hegesztésénél vagy a balra hegesztést, vagy a kettős varrat (double cordon) hegesztést alkalmazzák, mert jobbrahegesztési eljárással a könnyűfémeket nem lehet eredményesen hegeszteni. Általában vékony keresztmetszeteket balrahegesztéssel, vastagabb keresztmetszeteket kettős varrateljárással hegesztik.

Az égő vezetése ugyanaz, mint a folytacél hegesztésénél. Vékony keresztmetszeteknél az égőt egyenesen előre vezetjük, vastagabb keresztmetszeteknél a varratra keresztirányban, félkör alakban mozgatjuk.

A hegesztősebesség a lehető legnagyobb legyen, hogy ezáltal a hegesztendő könnyűfém varrat mellett részének túlhevítését elkerüljük.

Természetesen a hegesztési sebességgel 3 mm vastagságoknál nagyobb, mint a folytacélnál, vastagabb keresztmetszeteknél a könnyűfémek nagy melegvezetőképessége folytán bizonyos esetekben kisebb.

#### Hegesztés utáni kezelés és mechanikai tulajdonságok.

A hegesztés befejezése után a munkadarabot lassan hűtjük le. Ez annál fontosabb, mert az alumínium — különösen ötvözetei — nagyon gyorsan merevedik és ezért melegen törő. A varratot vízben lehűteni nem szabad, mert a hirtelen lehűtés következtében feszültségek és repedések keletkeznek.

Rendkívül fontos, hogy a lehűlés, különösen 150 és 300 C° között, vagyis a melegtörési határig nagyon lassan történjék.

A használt folyósító anyag — hegesztőpor — maró hatására való tekintettel a hegesztés után a munkadarabot és a hegesztés helyét alaposan le kell tisztítani és a hegesztőport és a belőle keletkezett salakot maradéktalanul el kell távolítani. Az alumínium és ötvözetéinek ennek eltávolítása sodronykefével, 10%-os ammóniakoldattal való lemosással és utána melegvíz-öblítéssel történik. A magnézium ötvözetéinél a varrat salétromsav-bikromát-oldattal pácolandó, majd vízzel lemosva, forró levegővel szárítandó.

Csöveknél, tartányoknál nem elegendő azokat csak kívülről lemosni, hanem belülről is ki kell a fent említett oldatokkal öblíteni. A nehezebben hozzáférhető helyeket gőzzel kell tisztítani.

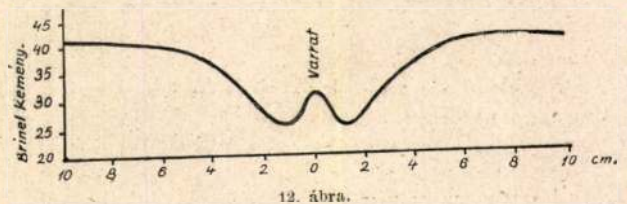
Tiszta alumíniumnál és lágy ötvözeteknél a hegesztés után a varratnak óvatos megkezelését követően a varratot cca 300 C°-on hőkezeljük. Ez a kezelés az anyag korrózióellenállását is emeli.

val a szilárdságát és keménységét növelhetjük, ha utána a munkadarabot 400 C°-on hőkezeljük. Ez a kezelés az anyag korrózióellenállását is emeli.

A keményebb könnyűfém-ötvözetek megkezelése nem ajánlatos, mert az könnyen repedésekhez vezethet.

A varrat éppen úgy megmunkálható, mint a könnyűfém maga.

Az előbbieknél többször tettem említést a hőbehatás következtében előálló kilágyulásról. A 12. ábrán láthatjuk, hogy a keményre hengerelt,



12. ábra.

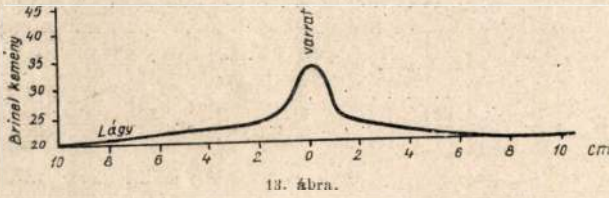
tiszta alumínium (99,5%-os) lemez a varratától cca 6 cm távolságban kezd kilágyulni, kb. 1 cm távolságban a varratról — ott, ahol az anyag huzamosabb ideig volt 350 C°-on, éri el a kilágyulásnak legmélyebb pontját.

II. sz. Táblázat.

Jel	Hozzávetőleges összetétel %	Megmunkálási állapot	Hegesztés előtt		Hegesztés után	
			Szilárdság Kg/mm <sup>2</sup>	Nyúlás %	Szilárdság Kg/mm <sup>2</sup>	Nyúlás %
Al	99.5	lágy	7—9	35—25	7.8—9.8	26—18
		kemény	13—18	7—3	7—10	4—8
Al-Cu-Mg	Cu 3.5—5.6 Mg 0.2—2 esetleg kevés Si és Mn többi Al	lágy	16—25	25—15	14—23	21—17
		kemény	36—43	25—15	22—36	20—14
		nemesítve és hidegen hengerelve	42—58	15—5	20—32	21—15
		hegesztés után újra nemesítve			40—52	14—5
Al-Cu-Ni	Cu 3.8—4.2 Ni 1.8—2.2 esetleg kevés Mg többi Al	lágy	16—22	25—15	22—13	20—15
		nemesítve	33—42	20—8	18—30	18—14
		hegesztés után újra nemesítve			31—40	20—8
Al-Mg-Si	Mg 0.5—2 Si 0.3—1.5 Mn 0.1—5 többi Al	lágy	11—13	27—15	10—12	27—15
		nemesítve	26—36	20—10	14—18	6—4
		nemesítve és hidegen hengerelve	35—42	10—2	13—16	6—4
		hegesztés után újra nemesítve			34—40	18—9
Al-Si	Si 12—13.5 többi Al	lágy	12—15	25—15	12—15	25—15
		kemény	18—15	5—2	17—24*	5—2*
Al-Mn	Mn 1—2 többi Al	lágy	10—15	35—20	10—15	35—20
		kemény	18—25	5—2	18—25*	5—2*

\* hegesztés után megkezelve.





13. ábra.

A lágyra hengerelt alumíniumlemez hegesztése esetén a varrat keményebb lesz mint a lemez (13. ábra).

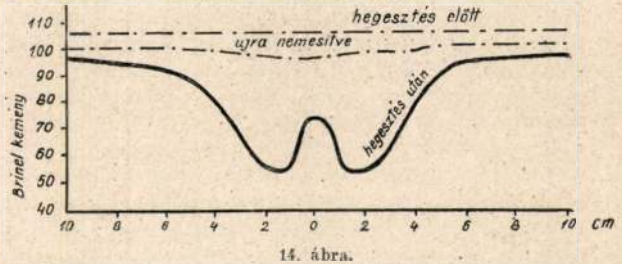
Elvileg minden könnyűfém-ötvözet, így a nemesíthető ötvözetek is hegeszthetők. Természetesen azonban, hogy a hőkezeléssel nemesített ötvözetek a hegesztés következtében elvesztik a hőkezeléssel szerzett szilárdságukat. Márpedig nagy szilárdságuk miatt használják nemesített ötvözeteket. Tehát nemesített ötvözeteket csak abban az esetben hegesztünk, ha rajta a hegesztés után utólagos hőkezelést végeztünk.

A 14. ábra mutatja egy nemesített alumínium-ötvözetből készült lemez hegesztés utáni kilágyulását, valamint az újránemesítés utáni állapotát. Látni való, hogy újránemesítéssel majdnem elérjük az eredeti állapotot.

A nemesített lemezek hegesztés utáni szilárdságsökkenése függ a lemeztvastagságtól is. A vékonyabb lemezek kisebb szilárdságsökkenést mutatnak.

A durva szemcseképződés miatt valamennyi ötvözetnél hegesztés után csökken a nyúlás.

A hegesztés befolyását a szilárdsági jellemzőkre az alumínium-ötvözeteknél a II. sz. táblázatban láthatjuk.



14. ábra.

Összefoglalva az elmondottakat, megállapítható, hogy a könnyűfémek és ötvözeik gázhegesztési eljárással kivétel nélkül sikeresen hegeszthetők.

## Az államosított alumíniumipar utja\*

DR. CSÉKY SÁNDOR

Dr. Чеки Шандор:

**Положение нашей алюминиевой промышленности начиная с национализации.**

Краткое обозрение прошлого года. Большой подъем, достигнутый после национализации и как производственные, так и технические результаты его произошли благодаря центральному руководству, созданному национализацией. Структура настоящей алюминиевой промышленности. Кооперация специалистов промышленности по общественной линии, в Объединении. Спендел алюминия при Горно-металлургическом Объединении, журнал „Алюминий“. Положение и мощность выработки боксита, глиноземных заводов, алюминиевых печей и заводов готовой продукции. „Особенно здесь необходимо усовершенствовать станочное оборудование“.

Dr. Alexander Cséky: **Die Lage unserer Aluminiumindustrie seit der Nationalisierung.**

Kurzer Rückblick auf das verflossene Jahr. Der seit der Nationalisierung erreichte grosse Aufschwung und dessen Resultate auf dem Gebiete der Produktion und der Technik können der zentralen Leitung, die mit der Nationalisierung einsetzte, zugeschrieben werden. Der derzeitige organische Aufbau der Aluminiumindustrie. Kooperation der industriellen Fachleute auf sozialem Gebiete, in Vereinen. Sektion „Aluminium“ des Vereines für Bergbau und Hüttenwesen, Zeitschrift „Aluminium“. Die Lage und Kapazität unserer Bauxitbergwerke, Tonerdefabriken, Hütten und Fabriken zur Herstellung von Fertigfabrikaten. Insbesondere hier ist die Modernisierung der bestehenden maschinellen Einrichtungen notwendig.

Dr. Alexander Cséky: **The situation of our aluminium industry since the nationalisation.**

A short survey of the preceding year. The great boom along with its results attained since nationalisation both as regards production and technique may be attributed to the central leadership which set in upon nationalisation. The current organic structure of the aluminium industry. Co-operation of the industry's experts in societies. Department „Aluminium“ of the Society for Mining and Smelting, periodical „Aluminium“. The situation and working capacity of our bauxite mines, alumina works, foundries and factories producing finished goods. Bringing up to date our present machinery is especially here required.

Ahhoz, hogy alumíniumiparunk jelenlegi állapotát jól kiértékelhessük, rövid visszpillantást tesz az elmúlt esztendőre.

Az 1948 február 18-i dátum, fontos fordulópont iparunk életében. A Kormányzat a XIII. tc-ben mondotta ki az alumíniumipar államosítását. Azt mondhatjuk, hogy lényegében csak azóta kezdünk komolyan foglalkozni Magyarország egyik legnagyobb kincsével, a bauxittal. Az államosítás új lendületet adott a 3 éves tervnek és utána a termelés az egyes szektorokban rohamosan emelkedett.

Az 1947. évi termeléssel szemben bauxitbányászatunk min'egy 50%-kal, timföldtermelésünk és alumíniumkohászatunk kb. 100%-kal emelke-

\* Előadta a B. K. Egyesület 1949 március 11-iki ülésén.



dett. (A magyaróvári timföldgyár pl.: megnégyszereszte az 1947. évi termelését.)

Az elmúlt évben üzemünk műszaki helyzetében is komoly változások állottak be. Csepelen megindult a 3.500 tonnás nagyprés és ezzel lehetőség nyílik Magyarországon is alumíniumvázás konstrukciók előállítására. Az Erzsébet királyné-úti üzemben a két magyarországi edénygyár összevonása után, futószalagos edénygyártást létesítettünk. Ezzel lehetővé vált az edénygyártás önköltségcsökkentése. A futószalaggyártásnál az egyéni teljesítménnyel szemben, nagy lehetőségei vannak a brigádmozgalmaknak. A múlt év őszén kezdtük meg az „ALUFA“-bútort gyártani, mellyel lehetővé vált exportunk kiszélesítése, illetve új munkásoknak a bekapcsolása.

Mindezek az eredmények úgy termelési, mint műszaki téren nagyrészt az államosítással bekövetkező központi vezetésnek köszönhetőek. Ebben az iparban egészen természetes, hogy a bauxittól, a készáruig az összes vertikális fokozatokat összekapcsoljuk és az egymásközi forgalmat egy központból irányítjuk.

Az alumíniumipar államosítása után következő hónap végén államosították az összes 100 létszámon felüli üzemeket is. Ez a tény a magyar ipari életben gyökeres átszervezés lehetőségét jelentette. Felállították iparáganként az iparigazgatóságokat. Az ipari kormányzat itt is tekintettel volt iparunk fontosságára és külön Bauxit-Alumínium Ipari Igazgatóságot állított fel. A fejlődés későbbi fokán elhatározták az államosításkor keletkezett Állami Bauxit-Alumínium Rt., (ALBART) decentralizálását, oly módon azonban, hogy a központi irányítást továbbra is megtartsák. Az ALBART központjából ALUMINIUM IPARI KÖZPONT-ot, míg annak üzeméből Nemzeti Vállalatokat létesítettünk.

Összefoglalva tehát, az alumíniumipar szervezeti felépítése jelenleg a következőképpen áll:

A 100%-ig állami tulajdonban lévő vállalatokból nemzeti vállalatok létesültek. (Magyaróvári Timföldgyár N. V., Tatabányai Alumíniumkohó N. V., Alumíniumárugyár N. V., Alufa N. V., Műkorundgyár N. V., stb.) Ezek a vállalatok közvetlenül az Alumínium Ipari Központ irányítása alá tartoznak. A Központ felületes hatósága a Bauxit-Alumínium Ipari Igazgatóság, mely ma már az Iparügyi Minisztérium VIII-as főosztálya lett. Az Igazgatósághoz tartoznak az ipari központokon kívül azok a vállalatok is, amelyek csak részben, vagy egyáltalában nincsenek állami tulajdonban. Az Igazgatóság az Iparügyi Minisztériumban a bányászati és energia csoportfőnökség alá tartozik közvetlenül. Amint tehát látjuk, legfelsőbb vonalon is egy helyes összekapcsolás létesült az alumíniumipar és annak legfontosabb anyagforrása, az energia, illetve a szénbányászati iparral.

Iparunkban mindenki által ismert tény az, hogy szakembereinkben szűkében állunk. Az 5 éves terv megvalósításának egyik legfontosabb követelménye a szakkáder-utánpótlás.

A hivatalos szervezeti felépítéssel párhuzamosan célul tűztük ki, hogy társadalmi téren is összefogjuk az ipar szakembereit az alumíniumipari gazdálkodás minél tökéletesebb megvalósítása érdekében. Még 1948-ban létrehoztuk a Műegyetemen az Alumínium Kutató Intézetet és ennek irányítására a Gazdasági Főtanács felállította az Alumínium Tanácsot. Ezen keresztül le-

hetővé vált, hogy elvégezhessük azokat a legszükségesebb kutatási munkálatokat, amelyekre a további fejlődés érdekében feltétlenül szükség van, illetve az egyes üzemek kutatási tapasztalatait összefogjuk és a további kísérleteket irányítjuk. A Kutató Intézet állandóan összeköttetést létesít az összes alumíniumipari szakkáderekkel.

Gondoskodnunk kellett arról, hogy azokat az eredményeket, amelyeket a Kutató Intézet, illetve az egyes üzemek elértek, közöljük. Ebből a célból 1949 januárjától megindítottuk az „ALUMINIUM“ című folyóiratot, mely az első ilyen organuma az iparnak Magyarországon.

Társadalmi téren ez év elején megalakítottuk a Bányászati és Kohászati Egyesület-en belül az Alumínium Szakosztályt, mely hivatva van előadások tartásával és vitanapok rendezésével az 5 éves terv feladatainak megvalósítását támogatni. Targyalásaink vannak egy úgynevezett „Alumínium Club“-nak a létesítéséről, mely lehetővé tenné a szakmai kapcsolatokon kívül, a baráti kapcsolatoknak a kiépítését is. Ettől függetlenül is igyekszünk az ipar vezető szakemberei között a baráti kapcsolatoknak a szorosabb megvalósítására, mert úgy látjuk, hogy ezen keresztül az alumíniumiparnál komoly eredményeket érhetünk el.

Igy nagy egységeiben látva az elmúlt esztendő megállapíthatjuk, hogy az államosítás után valóban új fordulat következett be az ipar életében. Ha az üzemek mai állapotát és kapacitáskihasználásukat tekintjük, azt látjuk, hogy bauxitbányászatunk közel van jelenlegi kapacitásához. Az ostrom következtében ugyanis, elég komoly kár érte a bányászatot bányagerekekben, baggerekben és felszerelésekben. Az ajkai és magyaróvári timföldgyárak teljes kapacitással dolgoznak, hasonlóképpen az ajkai és a tatabányai alumíniumkohók is. A csepeli kohót 1947-ben leállították és használható berendezéseit még tavaly átszállítottuk Tatabányára, ami által lehetővé válik a tatabányai kohónak az 5 éves tervben történő 100%-os kapacitással való emelkedése. Lemezhangerdéink hamarosan elérik a maximális kapacitást, hasonlóképpen a húzóüzemeink is. A csepeli nagyprés felállításával alumínium présüzemeink termelése még fokozható.

Igen nagy területek vannak még kihasználatlanul alumínium készáruink termelése terén. Itt egyelőre a kapacitásnak mintegy 50%-át köljük csak le.

Készáruink termelése emelkedése elsősorban belső fogyasztástól, kisebb részben az exportlehetőségektől függ. Magyarország belső alumíniumfogyasztása az államosítás óta hozzávetőlegesen megháromszorozódott. 1948-ban már termelésünk mintegy 2.3%-a belföldi szükségletet elégített ki és ma már ott tartunk, hogy tömb- és félgyártmány vonalon nem tudjuk kielégíteni az exportkivánásokat.

Bauxitbányászatunk terén azt az elvet kell felállítani, hogy jó minőségű bauxitokat csak itthon használjunk fel és a 3.5%-on felüli silicium-tartalmúakat exportáljuk lehetőleg. Ezzel kapcsolatban szükségesnek tartom a bauxitkincsünknek újból való megállapítását. Szükséges tehát, hogy kutatásokat fúrásokat végezzünk és az 5 éves terv ideje alatt új bányákat nyissunk meg, annál is inkább, mert kilátás van egyes meglévő bányák kimerülésére. Timföldvonalon elsősorban a termelést kell emelni, amelyre Almásfüzitő megépítésé-



vel lehetőség nyílik. Ezzel lehetővé válik a timföldgyártás költségeinek további csökkentése is.

Almásfűzitői timföldgyár megindítása után felvetődik annak lehetősége, hogy gyenge minőségű szeneinket, elektromosenergia formájában felhasználjuk és azt alumínium kohósítására kössük le. Számolni kell egyelőre ugyanis azzal, hogy alumíniumkohóink energiaellátását jó néhány esztendőig még csak hőenergia formájában tudjuk biztosítani. A távoli jövő szempontjából azonban, lehetőség nyílik Szovjetunióval, Csehszlovákiával, valamint Romániával való kooperáció egy esetleges vízierőmű létesítésére.

Hengerdéink elavultak. Ezzel kapcsolatban szükségesnek tartom, hogy hengerdéink profilozása után egy kizárólag új alumíniumhengerde és húzóüzem létesítését. Annak megépítésénél azonban, feltétlenül igénybe kell venni a külföldi eredményeket tekintettel arra, hogy véleményem szerint itt vagyunk legjobban elmaradva.

Mint már említettem, készárkapacitásunk elég nagy. Itt is szükség van azonban megfelelő profilozásra és a meglévő gépek modernizálására. A jövő lehetőségei közé tartozik, hogy a jelenleg gyártott apróbb alumíniumcikkekről áttérjünk a nagyobb volumenű gépek gyártására. Elsősorban komoly fejlődési lehetőségünk van a karosszéria építkezéseknél, a repülőgépiparban, valamint a vegyipari gépek gyártásánál. Az alumíniumvázas konstrukciók beállítása új utakat indít meg elsősorban a magasépítkezéseknél, valamint a hidkonstrukcióknál.

Legközvetlenebb feladataink tehát, hogy ezeket az újabb területeket kidolgozzuk. Ezzel kapcsolatban szükséges rámutatnom arra, hogy alu-

miniumötvözetekben még számtalan lehetőség van a továbbfejlődésre, minél több szakembert kellene tehát külföldi tanulmányútra küldeni tapasztalatok szerzése céljából.

Végezetül fel kell hívnom a figyelmet még egy igen fontos kérdésre. A 3 éves terv, de különösen az 5 éves terv igen komoly és új feladatok elé állítja a magyar alumíniumipar szakembereit. Számtalan olyan terület van, amelyet a háború ideje alatt hódított meg a tudomány különböző országokban és helytelen lenne nekünk másodsorú feltalálni azokat. Véleményem szerint mindazokon a területeken, ahol számszerűen kimutatható eredmények vannak, nem szabad kísérleteznünk, s a külföldiek tapasztalatait, deviza árán is meg kell vásárolni. A külföldi tapasztalatoknak alkalmazása a helyi viszonyok között így is igen nagy költség-többletbe és energiába kerül, viszont megfelelő támogatással igen sok időt és pénzt takarítunk meg. Szükséges tehát, hogy szétnézzünk elsősorban olyan irányban, hogy milyen eredményeket értek el különböző szektorokban általában a világon és ezeket biztosítsuk a magyar ipar számára. Kutatásokat, kísérleteket pedig elsősorban ott végezzünk el, ahol nem értek el még megfelelő eredményeket.

Ismerve az előttünk álló 5 éves terv perspektíváit, tudjuk, hogy így is igen komoly munka áll előttünk és összes szakembereink teljes energiájára lesz szükség, hogy azt a feltételek szerint megvalósítsuk. A 3 éves terv eltelt idejének tapasztalatai alapján azonban bátran nézhetünk előre és meg vagyok róla győződve, hogy jó munkát fogunk végezni.

## Áttekintés a világ alumíniumkohóinak elhelyezéséről

DOMONY ANDRÁS okl. vegyészmérnök

Aluminium plants all over the World and their capacity.

### Summary.

The article gives comprehensive figures as to the Aluminium production of the world. A special table gives detailed information regarding capacity and output of the plants indicating at the same time the literature from which these dates are gathered.

Les fabriques d'aluminium du monde et leur capacité.

### Résumé.

L'article traite brièvement l'industrie mondiale d'Aluminium et compare à l'aide d'un tableau détaillé et avec indications de la littérature ou les données sont puisées, la capacité et la production des fabriques d'aluminium.

### Aluminiumhütten der Welt und ihre Kapazität.

#### Übersicht:

Der Artikel befasst sich kurz mit der Aluminium-Industrie der Welt und vergleicht anhand einer detaillierten tabellarischen Aufstellung die Kapazität, sowie Produktion der

einzeln Aluminiumhütten, unter Bezeichnung der betreffenden Literatur, aus welcher die Daten entnommen sind.

Az első nagyipari alumíniumkemencét 1888-ban a svájci Neuhausenban állították fel. Az üzemi napi termelése 25 kg.

A svájci kezdeményezéssel egyidejűleg 1888. év végén Amerikában Pittsburghban, függetlenül az európai kísérletektől, a nagyipari alumínium elektrolízis szintén megindult.

Ebben az időben a világ évi alumíniumtermelése az 50 t-t nem haladta meg. Rövid 60 év leforgása alatt ezekből a szerény keretből kiindulva a termelés nagysága a vas után legelterjedtebb fém — a réz — előállításának mennyiségével vetekszik.

A világ maximális alumíniumtermelése 1943-ban volt, amikor is a kohók 1,820.000 tonnát állítottak elő. Abban az időben tehát az alumíniumkohószat a világ réztermelését nemcsak volumenben, hanem súlyban is túlhaladta.

Az I. sz. táblázat a világ alumíniumkohóinak kapacitását országok szerinti felosztásban tünteti fel és a térképek az egyes üzemek földrajzi elhelyezését szemléltetik.

A világ alumíniumtermelését országonkénti megosztásban a II. számú táblázat ábrázolja.



I. Táblázat.  
ALUMINIUMKOHÓK

Ország	Vállalat neve	Kohó helye	Kapacitás t-ban	Megjegyzés	Irodalmi forrás megnevezése
Német- ország	Vereinigte Aluminium- werke A. G. (V. A. W.)  Al. Reinfelden A. G. I. G. Farbenind.	Töging (Bajororsz.)	45.000	1945. lesze- relve	The Metal Bulletin 1946. X. 4.
		Grevenbroich	24.000		
		Lilnen	45.000		
		Lautawerk (Lausitz)	50.000		
		Reinfelden (Baden)	39.000	Üzem sorsa ismeretlen	
		Bitterfeld (Leipzig)			
Svájc	Aluminiumindustrie A. G. (A. I. A. G.) Aluminium Com. S. A.	Neuhausen Chippis Martigny-Bourg	} 36.000		Engelhardt Handbuch der Techn. Elektro- chemie, 398. old.
Ausztria	Vereinigte Aluminium- werke A. G. A. I. A. G.	Randshofen Lend	60.000 8.000		
Francia- ország		La Praz (Savoyen) Calypso (Savoyen) Les Saussaz (Savoyen) Les Clavaux (Isère) St. Jean de Maurinne Chedde (Savoyen) Venthon (Savoyen) Prémont St. Michel Auzat (Ariège) L'Argentiére-la Bessée Beyréde Rioupéroux St Auban	Francia kohók össz. kapacitása 95.000 t (Light Metals 1949. I. 5.)		Handbuch der Techn. Elektrochemie V. Engelhardt 398. oldal
Anglia		Foyers Kinlochleven Dolgavrog Fort William	Összes kapacitás becslés szerint 40.000 t		Engelhardt Handbuch der Techn. Elektrochemie 138. oldal
Olasz- ország	Montecatini S. A.  Borgofranco	Mori Portho-Marghêra Borgofranco d'IVrea	Összes kapacitás kb. 50.000 t		
Nor- végia	Norsk Aluminium Co.  British Al. Co.  Norske Nitrid	Høyanger Tyin (Aardal)  Vigeland's Bruck Stangfjord Haugvik (Glomfjord)  Eydehavn Tyssedal	7.500 24.000  kapacitás kb. 30.000 t	Építés alatt	Neue Züricher Zeitung 1946. VII. 1.
Svéd- ország	Svenska Aluminium Co.	Mansbo Kubikenborg	2.000 2.000		Neue Züricher Zeitung 1946. VII. 1.
Spanyol- ország	Aluminio Espaniol S. A. Empresa Nacional d'Aluminio	Sabiñanigo  Valladolid	2.000  5.000	bővítés alatt 10.000 t	Light Metals 1949. I. 36.
Magyar- ország	Magyar Bauxitbánya rt. Alumíniumkohó N. V.	Ajka Felsőgalla	10.000 4.500		



I. TÁBLÁZAT

Ország	Vállalat neve	Kohó neve	Kapacitás t-ban	Megjegyzés	Irodalmi forrás megnevezése
Jugo- szlavia		Mostar	2.000		
Szovjet- unió		Volkhov Dneprovsk (Zaparozie) Kamensk Sosnowiez Krasznoturinszk (Bogoszlavszk) Sztalinszk Kandalaska Bokszitogorsk Angara (Kombajn)	12.000 38.000 75.000 10.000 70.900 10.000	Építés alatt	Zeitschrift Alumin'um 1939. 797. Revue de l' Aluminium 1947. 308 Aluminium 1949. I. 23. The Metall Buletin 1948. 3327. " "
U. S. A.	Aluminium Co. of America  Raynolds Metal Co.  Kaiser Metal Co. Kormány tulajdonában lévő telepek	Niagara Alcoa Massena Badin Vancouver Jones Mills Lister Hill Longwiew Spokane Maspeth Burlington Tacoma Troutdale Riverbank Los Angeles	23.000 187.000 140.000 60.000 94.000 83.000 55.000 34.000 130.000 155.000 60.000 22.000 77.000 55.000 102.000		Fortune 1946.
Kanada	Aluminium Co. of Canada	Arvida	450.000		Berg u. Hüttenmännische Monatshefte 1948. aug. nov. 146.
Japán	Taiwan Aluminium Co. Manchourian Al. Co.  Japan Aluminium Co.  Chosen Nitrogen Co.  Tohuko Aluminium Co.  Japan Soda Co. Japan Elektro-Chemi- cal Co. Sömitomio Al. Co.	Takao (Formosa) Fuschen (Mandzsuko)  Kvarenko (Formosa)  Korea  Tohuko (Japán)  Takaoka (Toyana) Nagano Nichiana	16.000 30.000  6.000  4.000  3.000  20.000 34.000 20.000		Modern Metals 1948. dec. Metallwirtschaft 1041. Nr. 100. Revue de l' Aluminium 1947. V. Metallwirtschaft 1942. Nr. 100. Metallwirtschaft 1942. Nr. 100. Metallwirtschaft 1942. Nr. 10). Metallwirtschaft 1942. Nr. 100.
India	Aluminium Corporation of India Indian Al. Comp.	Asansol Alwaye (Travancore)	4.000 5.000		Light Metals 1948. 510. Revue de l' Aluminium 1947. 188.

Az egyes országok alumíniumtermelési kapacitását, iparuk könnyűfém szükségletét, valamint az egy főre eső alumíniumfogyasztást 1947-ben és 1937-ben a III. számú összeállítás vizsgálja.

A táblázatból látható, hogy a világon összesen

három ország van: Kanada, Norvégia és Ausztria, amely jelentékeny, exportra kiépített alumíniumkapacitással rendelkezik. Ezek közül viszont az ausztriai kohók importált timföldre, a kanadai és norvég gyárak bauxitbehozatalra szorulnak. Ezen



II. Táblázat.  
A világ alumínium termelése (1000) tonnában.

	1888 t-ban	1920	1926	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947
Ausztria	—	2.-	3.-	2.7	3.-	2.5	2.1	2.1	2.2	2.5	3.3	4.4	165.6	200.-	211.3	233.7	263.9	250.1	244.2	—	—	4.6
Németország	—	12.-	31.-	33.3	30.7	21.1	19.3	18.9	37.2	70.8	97.5	127.6								—	—	—
Franciaország	4.-	12.5	24.-	29.1	26.-	18.-	14.5	14.5	16.2	21.9	26.5	34.5	45.3	50.-	50.-	60.-	70.-	80.-	26.-	38.-	60.-	30.-
Anglia	11.-	8.-	7.-	13.9	14.-	14.2	10.3	11.-	13.-	15.1	16.4	19.-	22.5	25.-	19.-	23.-	40.-	40.-	36.-	32.-	31.-	29.-
Itália	—	1.2	2.-	7.-	8.-	11.1	13.4	12.1	12.8	13.8	15.9	22.9	25.8	34.2	40.-	48.-	45.-	46.-	20.-	4.-	24.-	20.-
Jugoszlávia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	1.3	2.4	2.8	2.-	2.-	1.-	—	—	—	4.-
Norvégia	—	5.5	24.5	29.1	27.4	21.4	18.-	15.5	15.5	15.3	15.4	23.-	29.-	31.1	25.-	30.-	40.-	35.-	20.-	4.6	16.7	30.-
Svédország	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	1.8	1.8	1.8	2.3	2.6	2.3	1.6	1.5	3.6	3.8	3.5	3.9	3.1
Magyarország	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	1.-	1.2	1.3	1.7	3.-	4.7	5.6	9.-	9.8	2.5	2.-	5.2
Svájc	15.-	12.-	21.-	20.7	20.5	12.2	8.5	7.5	8.2	11.6	13.6	25.-	26.5	27.-	28.-	26.-	24.-	19.-	15.-	5.-	16.-	30.-
Spanyolország	—	—	—	1.-	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	0.7	—	0.8	1.1	1.-	1.-	1.-	1.-	0.2	0.6	1.-	1.-
Szovjet	—	—	—	—	—	0.1	0.9	4.4	14.4	24.5	30.-	57.6	43.8	45.-	55.-	62.-	63.-	65.-	71.-	85.-	75.-	100.-
Europa összesen:	30.-	53.2	112.5	136.8	130.7	101.8	88.1	87.1	121.-	179.1	222.1	297.2	364.2	450.1	457.4	492.-	556.-	549.7	446.-	175.2	229.6	256.9
India	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	2.-	3.-	4.-	5.-
Japán	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	4.7	7.5	10.5	17.-	23.-	35.-	55.-	80.-	110.-	100.-	—	—	—
Ázsia összesen:	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	4.7	7.5	10.5	17.-	23.-	35.-	55.-	80.-	111.5	102.-	3.-	4.-	5.-
U. S. A.	8.-	63.-	66.-	103.4	103.9	80.5	47.6	38.6	33.6	54.1	102.-	132.8	130.1	148.4	187.7	280.7	472.7	834.8	733.2	453.5	371.9	518.6
Kanada	—	12.-	18.-	42.-	34.9	31.-	17.9	15.9	15.6	20.6	26.2	42.2	64.5	75.2	110.-	194.-	309.-	449.7	419.-	195.-	150.-	297.-
	8.-	75.-	84.-	145.4	138.8	111.5	65.5	54.5	49.2	74.7	128.2	175.-	194.6	223.6	297.7	474.7	781.7	1284.5	1172.2	648.5	521.9	815.6
Világ összes termelése:	38.-	128.2	196.5	282.2	269.5	213.3	153.6	141.6	170.9	238.5	357.8	482.7	575.8	666.7	770.1	1021.7	1417.7	1945.7	1720.2	826.7	755.5	1077.5



EURÓPAI ALUMINIUMKOHÓK:

Ország	Vállalat neve	Kohó helye
Németország:	Vereinigte Aluminiumwerke A. G. (V. A. W.)  Al. Reinfelden A. G. I. G. Farbenindustrie	1. Töging (Bajorország) 2. Grevenbroich 3. Lünen 4. Lautawerk (Lansitz) 5. Reinfelden (Baden) 6. Bitterfeld (Leipzig)
Svájc:	Aluminiumindustrie A. G. (A. I. A. G.)  Aluminium Com. S. A.	7. Neuhausen 8. Chippis 9. Martigny-Bourg
Ausztria:	Vereinigte Aluminiumwerke A. G. (A. I. A. G.)	10. Randshofen 11. Lend
Franciaország:		12. La Praz (Savoyen) A 13. Calypso (Savoyen) A 14. Les Saussaz (Savoyen) A 15. Les Clavaux (Isère) A 16. St Jean de Mauinne A 17. Chedde (Savoyen) A 18. Venthon (Savoyen) A 19. Prémont St Michel A 20. Auzat (Ariège) 21. L' Argentiére-la Bossée A 22. Beyréde 23. Rioupéroux A 24. St Auban
Anglia:		25. Foyers 26. Kinlochleven 27. Dolgarrog 28. Fort William
Olaszország:	Montecatini S. A.  Borgofranco	29. Mori 30. Portho Marghera 31. Borgofranco d' Ivrea
Norvégia	Norsk Aluminium Co.  British Al. Co.  Norske Nitrid	32. Høyanger 33. Tyin (Aardal) 34. Vigelands Bruck 35. Stangfjord 36. Haugvik (Glomfjord) 37. Eydehavn 38. Tyssedal
Svédország:	Svenska Aluminium Co.	39. Mausbo 40. Kubikenborg
Spanyolország:	Aluminio Español S. A. Empresa Nacional d' Aluminio	41. Sabiuanigo 42. Valladolid
Magyarország:	Magyar Bauxitbánya r. t. Alumíniumkohó N. V.	43. Ajka 44. Felsőgalla
Jugoszlávia:		45. Mostar

Jelmagyarázat: Az „A” jellel ellátott kohók a térképen az „A” helyen vannak üszpontosítva.

fogyatékoságuk ellenére a három ország erősen kiépített kapacitását rendkívül bő és olcsó víz-energiaforrásaiknak köszönheti.

Kétségtelen, hogy az alumínium előállítás költségeinek az áramár egyik döntő faktora, viszont megdőlt az a hiédelem, hogy a rentabilis

alumíniumkohászat kizárólag az áramár függvénye. Az új kohókalkulációkban a timföldár és ezen keresztül a bauxit beszerzésének lehetősége, a segédanyagok (anódmassza, stb.) költségtényezői és a munkabérek szintén döntő befolyással bírnak.

A különböző országok alumíniumiparának kal-





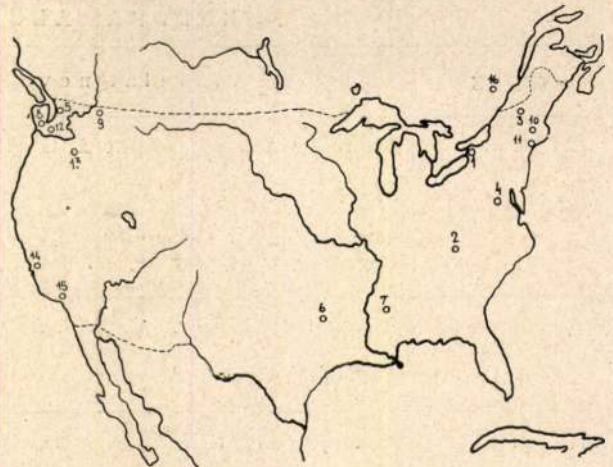
kulációját összehasonlítva azt látjuk, hogy a főbb költség-helyek az eladási ár alatt megadott százalékaik között változhatnak:

Timföld	25—40%
Kriolit	3—5%
Elektródamassza	12—20%
Áram	17—35%
Munkabér	8—15%
Regie	8—15%

Tekintettel arra, hogy a népi demokráciák erős alumíniumfém fogyasztók, viszont földrajzi adottságuk folytán jelentékeny alumíniumiparral csak hazánk rendelkezik, indokolt, hogy előnyös adottságaink jó kihasználásával alumíniumiparunkat a belső fogyasztás emelésével párhuzamosan exportra is fokozzuk.

III. TÁBLÁZAT

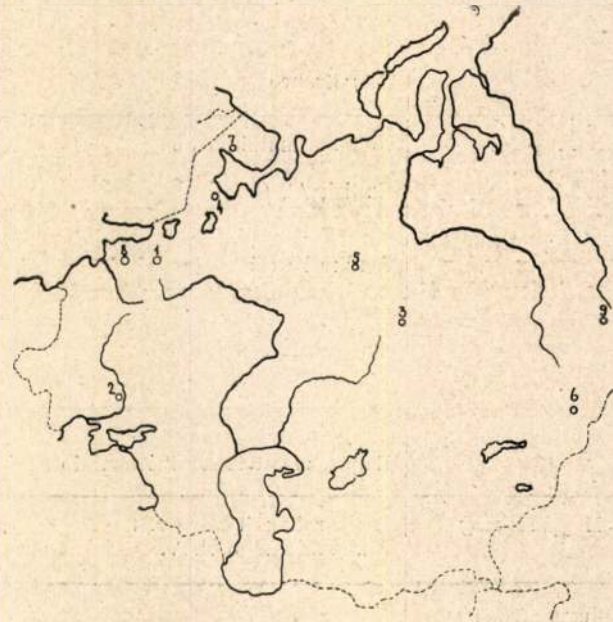
Ország neve	1948. évi kohó kapacitás t/év	1947. évi felhasználás t/év	1947. évi felfutás kg t/év	1947. évi felfutás kg t/év
USA	1.200.000	720.000	5.5	1.18
Kanada	450.000	10.000	0.85	0.68
Anglia	50.000	120.000	2.5	1.06
Franciaország	95.000	36.000	0.85	0.67
Svájc	36.000	36.000	8.6	—
Olaszország	50.000	30.000	0.65	0.61
Jugoszlávia	2.000	4.000	0.26	—
Csehszlovákia	—	14.400	1.07	—
Lengyelország	—	9.600	0.40	—
Szovjet-Unió	200.000	120.000	0.62	0.34
Svédország	4.000	18.400	3.3	0.72
Norvégia	61.000	3.600	1.2	—
India	9.000	12.000	0.03	—
Németország	200.000	24.000	0.36	1.95
Ausztria	68.000	8.000	1.2	—
Szlovákia	14.000	4.800	0.56	—
Spanyolország	7.000	2.000	—	—
Japán	130.000	—	—	0.22
Kína	—	12.000	0.02	—
Ausztrália	—	12.000	1.8	—
Egyéb országok	—	24.000	—	—
<b>Összesen</b>	<b>2.576.000</b>	<b>1.220.800</b>		



AMERIKAI ALUMÍNÍUMKOHÓK:

Ország	Vállalat neve	Kohó helye	
U. S. A.	Aluminium Co. of America	1. Niagara	
		2. Alcoa	
		3. Massena	
		4. Badin	
	Raynolds Metal Co.	5. Vancouver	
		6. Jones Mills	
		7. Lister Hill	
		8. Longview	
	Kaiser Metal Co	9. Spokane	
		Kormány tulajdonába lévő telepek	10. Maspeta
			11. Burlington
			*2. Tacoma
			13. Troutdale
			14. Riverbank
		15. Los Angeles	

Kanada Aluminium Co. of Canada 16. Arvida



SZOVJETUNIO ALUMÍNÍUMKOHÓI:

1. Volkhov
2. Dneprovsk (Zaparozie)
3. Kamensk
4. Sosnovetz
5. Krasnoturinszk (Bogoszlavszk)
6. Sztalinszk
7. Kandalaska
8. Bokszitogorsk
9. Angara (Kombajo)



## Aluminium szemmel az Országos Mezőgazdasági kiállításon

STRÓHMAYER FERENC

Aluminium nélkül ma már nincsen kiállítás. Ha figyelemmel kísértük az elmúlt esztendő kiállításait, még a laikus szemlélő előtt is fel kellett tűnni az aluminiumfelhasználás nagymértékű térhódításának. A Nemzetközi Áruminta Vásár és a tavalyi Őszi Vásáron már pavilonok egész sora készült aluminiumból és alig volt olyan kiállító, aki mint szerkezeti burkoló, vagy díszítő elemként ne alkalmazta volna az aluminiumot. Ugyanez a megállapítás vonatkozik a kiállított árukra is, mert a tisztán aluminiumból készített cikkek tömege mellett úgyszólván minden ipari készítménynél, legyen az gép, agregat, készülék, szerző, csomagolóeszköz vagy bármilyen más használati tárgy, ott találtuk az aluminiumot, mint fontos, sőt bizonyos vonatkozásokban már nélkülözhetetlen fémét. 1. kép.

Egy rövid séta a most megnyílt Országos Mezőgazdasági Kiállítás és Tenyészállatvásáron meggyőzhetett bennünket arról, hogy ez a kifejezetten agrár jellegű kiállítás sem kivétel, mert bár még nem láttunk aluminium felszerelésű mintagazdaságokat, vagy tejfeldolgozó üzemeket, de



1. Az Aluminiumgyár N. V. pavillonja.



2. A Dohányjövedék pavillon homlokzatának aluminium díszítései.

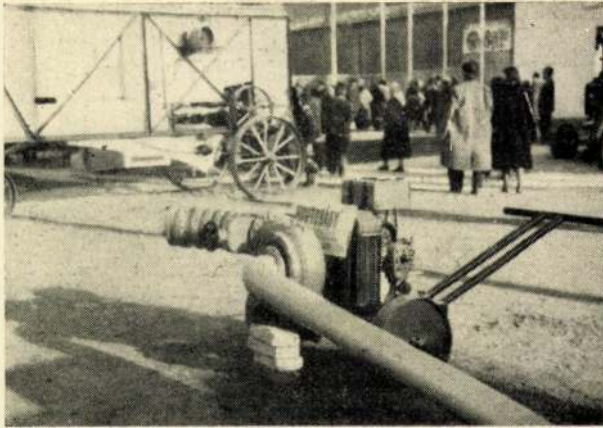
szerényebb keretek között már itt is lényeges szerephez jutott az aluminium. A pavillonok építésénél — már ahol ezt a mezőgazdasági jelleg és a még erősen érvényesülő konvencionális konzervatív építési formák megengedték — több helyen alkalmaztak a tervezők aluminiumot. Ezek közül említést érdemel az Aluminiumárugyár N. V. pavillonjának tornya, melynek homlok részét stílszerűen aluminium tejkannákkal képezték ki. Izléselesen alkalmazta a tervező az aluminiumot a Dohányjövedék pavillonjának bejáratát díszítő feliratok és emblémáknál, 2. kép. De ott találjuk az aluminiumot a gépállomások egészségügyi berendezésénél és a falusi Vöröskeresztszolgálat felszerelésénél is. 3. kép.

A kiállítás ipari részlegén főleg a mezőgazdasági gépeket és agrárcikkeket előállító, valamint a mezőgazdasággal összefüggő egyéb ipari cikkeket előállító vállalatok állítottak ki. A mezőgazdasági gépek nagyrésznél még a régi ismert formákat és konstrukciókat látjuk általában, hegesztett szegletes kereteken vaslemez burkolásokat alkalmaznak, a cséplő, rostáló és malomipari gépeknél pedig még sok az ismert fakonstrukció. Ezeknél csak kis szerep jutott az aluminiumnak, szerelvények, fogantyúk és burkolólemezek formájában. A modernbb konstrukciójú gazdasági gépeknél már sokkal erőteljesebben jelentkezik az aluminiumfelhasználás. 4. kép. Traktorok motorblokkjai, dugattyúk, motoralkatrészek, agregátok, szivattyúberendezések, burkoló öntvények és lemezek készülnek aluminiumból, vagy aluminiumötvözetekből. Egész kivételes szerep jut az aluminiumnak a tejipari gépek és tejgazdasági eszközök előállításánál, szeparátorok, hűtők, szűrők, pasztörizáló berendezések, egyéb kézi eszközök és tárolóedények úgyszólván kizárólag aluminiumból készülnek. Nem kétséges, hogy a közeli jövőben, amikor a mezőgazdasági gépesítésének előrehaladása lehetővé fogja tenni szélesebb keretek között új konstrukciókkal való kísérletezést — amint azt a külföldi gyártmányoknál már tapasztalhatjuk — előnyös tulajdonságainál

3. Falusi gépállomás mosdója.







4. „Hortobágy“ nagyteljesítményű szivattyú. Agregát motorok és szívóberendezés alumíniumból.

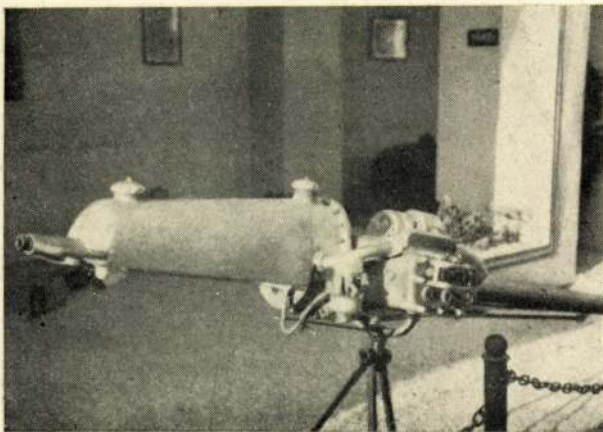
fogva a domináló nyersanyag az alumínium lesz. 5. kép.

A mezőgazdasággal összefüggő vegyi iparban használatos csomagoló eszközöknél, már úgyszólván minden más anyagot kiszorított az alumínium, mert tartályok, kannák, dobozok és fiolák legnagyobb része alumíniumból készül. A vegyes közszükségleti célokat szolgáló cikkekénél is feltűnő az alumínium gyors elterjedése. Épületvasalások, vízvezetékcsatlakozások, borászati eszközök, palackkupakok, víz-, gáz- és villanyórák, óraállványok, kerékpárbronzok és alkatrészek, kávé- és tea-főzők, tűzhelyek, színes falvédők, játékaru és egyebek.

Az alumínium háztartási edényekről nem kell külön megemlékezni, mert ezeket ma már a legkisebb faluban is használják. Annál nagyobb figyelmet érdemelnek az intézeti és kórházi edények, valamint az üzemi konyhák célját szolgáló főzőkészülékek. Ezekből a belföldi nagy kereslet mellett már exportvonalon is komoly szállításokat bonyolítunk le. 6. kép.

Komoly figyelmet érdemel az a kezdeményezés, amelyet az OKISZ keretében működő kézműiparosok indítottak el alumíniumból készített dísz tárgyak terén. A dísz tárgyakból egy nagyobb kollekciót az OKISZ Piarista-utcai székházában önálló kiállítás keretében bemutattak. Ezek a kiváló mesteremberek szószerint véve a „Magyar

5. „Csonka Kovács“ csónakmotor. Motorblock, tank és propellervezeték alumíniumból.

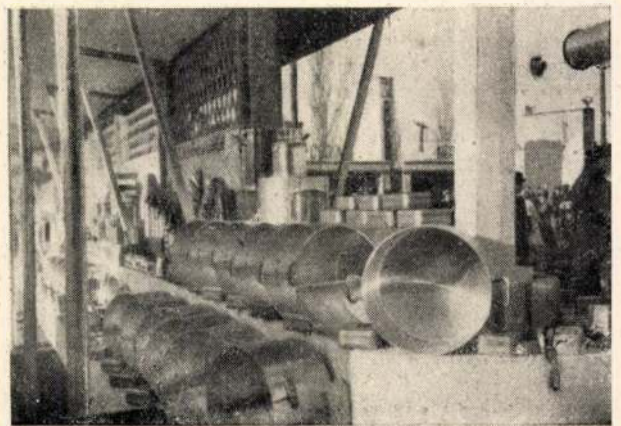


ezüst“ fogalmát, olyan dísz tárgyakat készítettek alumíniumból, amelyek formában és külső megjelenésben megtévesztően hasonlítanak a közismert, az ékszerüzletek kirakataiban látható ezüst dísz tárgyakhoz. Ennek a támogatást érdemlő egészséges kezdeményezésnek kifejlődése és gazdasági sikere érdekében két körülményre kell az érdekeltek figyelmét felhívni. A kiállított díszdobozok és teáskannák készítésénél túlságosan vékony alumínium anyagokat használtak, talán még vékonyabbat, mint amilyenből a valódi ezüst tárgyakat készítik. Az értékes kézimunkával előállított dísz tárgyaknál semmiesetre sem célszerű ez a túlzott anyagtakarékosság. Ha figyelembe vesszük, hogy egy serleg, amelynek ára harminc forint, a hozzá felhasznált alumínium értéke nem több, mint két-három forint. A teakészletnél pedig, amelynek ára kétszáz forint, a hetven dekagramm alumínium helyett két vagy három kg alumínium felhasználása is kifizetődő volna. Kifogásolnunk kell továbbá egy-egy dísz tárgy formáját és díszítését. A tárgyak klasszikus stílusokat gyengén utánzó művésziellen formája és giccses díszítése, mindenáron valami úri pompát, talmi gazdagságot akar kifejezésre juttatni, ami semmi esetre sem lehet alkalmas a modern dolgozó ember otthonának díszítésére. Egyszerű, művészi és anyagszerű formákra kellene törekedni, amelyekhez a fejlett alumíniumiparral rendelkező országok ízléses kivitelű alumínium dísz tárgy-készítményei jó útmutatásul szolgálnak. 7. kép.

Alumínium-vonatkozásban a kiállítás legérdekesebb és tényleg országos jellegű újdonsága az alumíniumból készített háztartási gázipalack. A Gazdasági Főtanács kezdeményezésére a MAORTGÁZ-Értékesítő Rt. tervbe vette, hogy az alumíniumhoz hasonlóan bőséges természeti kincsünket a lispei földgázt eljuttatja a falu dolgozó népéhez. A legkisebb tanyán is lehet majd gázzal sütni, főzni és melegíteni. A gáz szállítására az Alumínium Ipari Központ nemesített alumíniumból előállított palackokat konstruált, melyek tíz és húsz literes kivitelben szériagyártás alatt vannak. Szinte felbecsülhetetlen szociális jelentőségű kezdeményezés ez, amely a városok kultúr szolgálatait kiviszi a falu népéhez.

A falusi ember számára már régen nem újdonság az alumínium, használ edényeket, vásárolhat alumínium dobozokat, játékokat és egyéb használati tárgyakat. 8. kép.

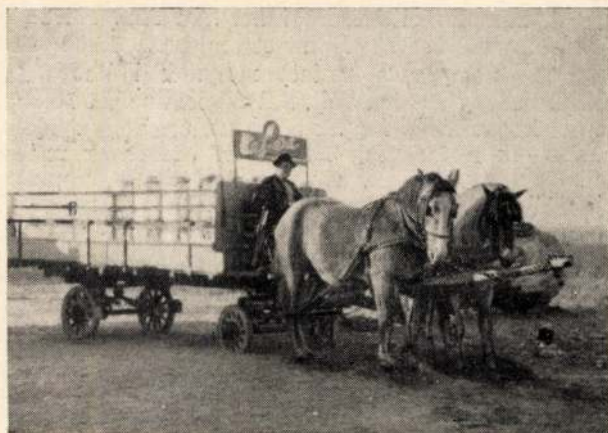
6. Intézeti és kórházi edények sorozata az Alumíniumárugyár N. V. pavillonjában.





A vidéknek azonban komolyabb alumínium produktumokra, hasznos termelési eszközökre, egészségügyi berendezésekre, szociális és kulturális célokat szolgáló felszerelésekre is szüksége van.

Mindezeket egybevéve megállapíthatjuk, hogy az alumínium mennyiségi felhasználásának gyorsan fokozódó tempójával a minőségi felhasználás nem tudott kellő mértékben lépést tartani. Az alumínium könnyű formálhatósága, jó megmunkálása és egyszerű felületi kezelése sok esetben arra készítetik a feldolgozókat, hogy olyan területeken is alkalmazzák az alumíniumot, ahol az műszaki követelmények, vagy használhatósági kívánalmak folytán nem bizonyul a legmegfelelőbbnek. Számtalan fontos és hasznos terület áll nyitva az alumíniumfelhasználás kiterjesztésére, így hát semmi hátrány nem származhat abból, ha ott és olyan for-



8. A TEJÉRT lovaskocsi felvonulása alumínium tejeskannákkal.



7. „OKISZ“ keretébe tartozó kézműiparosok dísztárgy készítményei alumíniumból.

mában alkalmazzuk az alumíniumot, ahol az nem mint pótanyag, hanem mint a célnak legjobban megfelelő nyersanyag kerül feldolgozásra. A magyar alumíniumtermelés hatalmas perspektívája lehetővé fogja tenni az ugrásszerűen fejlődő készáruipar további fokozása mellett a minőségi felhasználások nagyobbvonalú kiépítését. Épületszerkezetek, belső berendezések, távvezeték, hidak, szállító és közlekedési eszközök konstrukciónál, egészségügyi és szociális berendezések építésénél és az újjáépítés számos más területén fogjuk az alumíniumot felhasználni.

Reméljük, hogy az elkövetkezendő kiállításokon az alumínium készáruipar ilyen nagyjelentőségű reprezentatív konstrukciókkal fog megjelenni.

A kiállítás felett keringő repülőgép karsú alumíniumtestén ezüstösen csillog a tavaszi nap sugar... Nagy jövő vár a magyar alumíniumra.

## Külföldi hírek

**Egyesült Államok:** A hulladékból finomított alumínium ára kissé csökkent, átlagban libránként 1 centtel, azonban az alumíniumhiány folytán még mindig drágább, mint a kohóalumínium. (The Metall Bulletin, febr. 18.)

1948-ban 2.950 tonna húzott magnéziumárut termeltek, ami 1947. évvel szemben 22% emelkedést jelent. (The Metall Bulletin, március 8.)

Február 11-én ECA-misszió utazott el Európába, hogy megvizsgálja az európai országok kohóalumínium szükségletét. A misszió Angliát, Hollandiát és Belgiumot látogatja meg. (The Iron Age, II. 17.)

Az Alumínium Co. of America azzal a tervvel foglalkozik, hogy Alaska délkeleti részén nagyobb üzem épít, miután Alaskában olcsó áram áll rendelkezésre. (Iron Age, II. 10.)

Amerikai érdeklőségek érdeklődést mutatnak a Jamaikában és Haitiben felfedezett bauxitelfordulások iránt. Ennek a bauxitnak átlagos timföldtartalma (50%) alacsonyabb ugyan, mint az átlag, viszont ezt ellensúlyozza az alacsony kovásvartalom, mely átlagban 2%, de az érc tekintélyes részénél 0.75% alatt van. (The Metall Bulletin, febr. 22.)

Az Iron Age arról ír február 10-i számában, hogy összeegyeztethetetlen az, hogy olyan nyugati államokból importálnak alumíniumot, melyek ezt a fémét az Economic Cooperation Administration dollárkölesőnei útján kapják. Felsorolja, hogy a nyugateurópai államok 1948 áprilistól októberig tartó idő alatt az Egyesült Államokba 65,206.153 lb alumíniumhulladékot, 3,754.430 lb alumíniumtömböt és 1,253.284 lb alumíniumlemezt exportáltak ugyanakkor, amíg ezek az államok részére az Egyesült Államok 185.956 tonna alumíniumot szállítanak az ECA-terv alapján. — Fné —

**Svájc:** A Rajna és a mesterséges tavak alacsony vízállása folytán a villamosenergia szolgáltatást még erősebben korlátozták és a helyzet további rosszabbodása várható. Így, ha hamarosan esőzés nem áll be, az alumíniumipar remélt kifejlesztésében visszaesés állhat be. (The Metall Bulletin, március 4.) — Fné —

**Norvégia:** A Vigeland Alumíniumgyárban kísérleti alapon 99.996% tisztaságú alumíniumot állítanak elő. A berendezés évi 1.500 tonna kapacitású. (The Metall Bulletin, febr. 22.)



A kanadai ellenőrzés alatt álló A/S Nordisk Aluminium-Industri Holmestrand-ban 1.800 m<sup>2</sup> területű új gyárat épített, melynek költsége 11 millió norvég korona volt. A hengerműveket 10.000 tonna kapacitásra fogják bővíteni, úgyhogy feldolgozhatóság a társaság hoyangeri üzemének teljes alumíniumtermelését. (The Metall Bulletin, március 15.) — Fné —

**Olaszország:** Tavaly kb. 140.000 tonna bauxitból kb. 33.000 tonna alumíniumot állítottak elő. Ez évre a termelés fokozását remélik, ezt azonban a villamosenergia-hiány hátráltathatja.

Amióta Isztriát Jugoszláviához csatolták, Olaszország a bauxitot majdnem kizárólag a Foggia és Bari területekről kapja, kisebb mennyiségek jönnek Pugliából és az Abruzzókból is. A Puglia vidékéről származó bauxit azonban valamivel rosszabb minőségű, mint az isztriai, minek folytán az előállítás költsége magasabbak. (Metall Industry, március 11.)

Üzembehelyezik a sokáig használaton kívül lévő bányákat is a Campagna-ban. Évi 50.000 tonna bauxit exportálására számítanak. (The Metall Bulletin, március 15.) — Fné —

**Japán** úgy látszik újra fontos helyet fog elfoglalni a Csendes-Óceán alumíniumpiacán. Nemrég Sziámmal kötött 60 millió dollár értékű árucikkre vonatkozó szerződést, melyben többek között Sziámba szállítandó, Japánban gyártott alumínium is bennfoglaltatik. (Revue d'Aluminium, február.) — Fné —

**Venezuelában** a hatóságok hír szerint alumíniumkohót akarnak létesíteni, hogy felhasználják az országban lévő nagykiterjedésű bauxitelőfordulásokat. (Revue d'Aluminium, február.) — Fné —

**Kanada:** Az Aluminium Company of Canada Mindanao-ban, a Fülöp-szigeteken alumíniumkohót szándékszik létesíteni. A terv az, hogy malaya-i bauxitból a Fülöp-szigeteken állítsanak elő alumíniumtuskókat, melyek Kanadában és az Egyesült Államokban kerülnének további feldolgozásra. (The Metall Bulletin, március 22.) — Fné —

**Bizonia:** Az angol-amerikai hatóságok hosszúlejáratú tervet dolgoztak ki a fémipar termelésére és a behozott áruk mennyiségére vonatkozólag. Általában a nyugatnémetországi fémipart a Marshall-terv végére, azaz 1952—53-ra, az 1936-os termelés színvonalára akarják hozni. Így a cinktermelés 95.000 tonna lesz 1952—53-ra, a behozatal pedig 45.000 tonna, az 1936. évi 95.000 és 40.000 tonnával szemben. 1936-ban nem volt behozatal alumíniumból és alumíniumötvözetekből, miután a 92.000 tonnás termelés a belföldi szükségletet 12.000 tonnával túlhaladta. 1952—53-ra azonban évi 15.000 tonna behozatalra számítanak, miután a belföldi termelést arra az időre (beleértve a francia zóna üzemait is) csak évi 60.000 tonnára becsülik. (Metall Industry, márc. 4.) — Fné —

**Anglia:** A hazai alumíniumipar januárban 48.341 tonna kohóalumíniumot termelt, 9.060 tonnával többet, mint 1948 utolsó negyedének havi átlagtermelése.

A kohóalumínium iránti kereslet meghaladja a kínálatot, az olvasztott tuskók ára azonban még mindig gyenge. Az áresések nem olyan súlyosak, mint az elmúlt hetekben, az irány azonban még mindig lefelé tart. (Metall Industry, márc. 18.)

A Közoktatásügyi Miniszter március elején nyitotta meg Bristolban Anglia első, alumíniumból készült, előregyártott iskoláját. Az iskola a Bristol Aeroplane Company (Housing) Ltd. által kifejlesztett, előregyártott egységekből áll és a bejáratától, tanácsteremtől, ebédlőtől és konyhától tekintve, alumíniumból készült. Alumínium felhasználása nagymértékű súlycsökkenéssel jár, ami azonban nem megy a szilárdság rovására. A konstrukciós módszer a Bristol-cég mérnökeinek és technikusainak, ellenőrző mérnököknek és a Northern Aluminium Company együttműködésének eredménye. (Metall Industry, március 18.)

Az „Economic Survey for 1949“ a belföldi alumíniumfogyasztást 210.000 tonnára becsüli az 1948-as 174.000 tonnával és az 1947-es 159.000 tonnával szemben. (The Metall Bulletin, március 18.) — Fné —

**Svédország** alumíniumszükséglete és termelése 1940 és 1947 között a következőképpen alakul:

Év	Svéd alumínium fogyasztás	Svéd termelés
1940	6.100	2.265
1941	3.975	1.589
1942	3.250	1.450
1943	7.250	3.650
1944	5.450	3.840
1945	6.250	3.460
1946	17.255	3.880
1947	18.260	3.120

A szükséglet és a termelés közötti különbség fedezésére Svédország az alumíniumot nagyrészen Kanadából importálja. (Revue d'Aluminium, február.) — Fné —

## Lapszemle

**Ausztria alumíniumtermelése.** Bécsből érkező jelentések szerint az osztrák alumíniumkohók és félgyártmánygyárak termelését jelentősen emelni fogják. 1948 folyamán az alumíniumtermelést az áramhiány erősen hátráltatta. A ranshofeni kohó okt. 2. óta nem termel. A lendi kohó is sok kádját leállította a téli vízhiány következtében. Ezen üzem nyári 300—400 t-s termelése decemberben 200 t-ra csökkent és januárra vonatkozólag valószínűleg még alacsonyabb mennyiséggel számolhatunk. 1948-ban Ausztria 13.300 tonna alumíniumot termelt, ebből 10.000 t-t a ranshofeni, 3.300 t-t pedig a lendi kohó. Remélik, hogy 1949-ben elérik a 20.000 t-ás országos termelést. Az 1948-as termelésnek kb. a felét exportra szállították, fontos nyersanyagok behozatala ellenében. A fennmaradt rész nem elég az osztrák piac számára. Szerencsére (?) az osztrák félgyártmány előállító üzemek kapacitása csak igen lassan növekszik. Most építenek egy ilyen üzemet Ranshofenben, amelynek nagy présgépét már le is szállították. Az osztrák alumíniumipar legnagyobb része vízi energiával dolgozik és jelenleg csak időszakosan termel. Új berendezésekkel és beruházásokkal szeretnének a folytatólagos termelésre áttérni. (The Mining Journal 1949 III. 19.) V. P.

**Brit-Guyana bauxittermelése.** 1948. és első 9 hónapjában Brit-Guyana bauxittermelése 1.251.317 tonnát tett ki. A termelés egész évre átszámítva 30%-kal nagyobb, mint az 1947. évi teljes termelés, amelynek mennyisége 1.290.000 tonna volt. (The Mining Journal, 1949. Vol. CCXXXII. No. 5922.) — Bo —

## ALUMINIUM



# A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE

kiadásában jelenik meg az

**ALUMINIUM**

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

**ELEKTROTECHNIKA**

**ERDÉSZETI LAPOK**

**ÉPÍTŐANYAG**

**GÉP**

**HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY**

**MAGYAR ENERGIAGAZDASÁG**

**MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA**

**MAGYAR KÖZLEKEDÉS, MÉLY- ÉS VÍZÉPÍTÉS**

**MAGYAR TECHNIKA**

**MAGYAR TEXTILTECHNIKA**

**MEZŐGAZDASÁG ÉS IPAR**

**PAPÍR ÉS NYOMDATECHNIKA**

**TÖBBTERMELÉS**

**ÚJ ÉPÍTÉSZET**

**M. T. SZ. ÉRTESÍTŐ**

CÍMŰ FOLYÓIRAT

Kiadóvállalat:

V., Szalay-utca 4. Telefon: 122-299, \*125-288, 310-135.

Csekk számla: M. Nemzeti Bank 22. sz. fiókjánál a 74.622. sz. ptp. csekk számla.



# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI  
SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPESTI, BAROSS-U. 92-96. TELEFON : 292-855, 292-854

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON : 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cikkeket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

**Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő és kéntelenítő berendezéseket**

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia stb. üzemek kémencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

# THERMIT

## CSAPÁGYFÉM

**minden csapágyhoz**

RAJNA SÁNDORNÉ

fémhőfém öntődéje

Budapest, V., Zoltán-u. 10.

Telefonszám: 121-328

# HENRICH FRÖLICH ÉS KLÜPFEL



ÁLLAMI ELLENŐRZÉS ALATT

MAGYAR-OROSZ AKNAMÉLYÍTŐ ÉS BÁNYÁSZATI MELYEPÍTŐ VÁLLALAT  
KÖZP.: BUDAPEST, V., KOSSUTH LAJOS-TER 15. IV. — TELEFON: 180-625

Aknamélyítések, üzemben lévő aknák átépítése, bővítése és továbbmélyítése, az aknaszállítás korlátozása nélkül.

Aknamélyítések: különleges eljárásokkal (cementálással, kövesítéssel, fagyasztással, süllyesztéssel és légnyomással) a legkedvezőtlenebb rétegekben is.

Aknák falazása: téglá-, betonidomkő-falazattal, beton-vasbetonnal, tübbingekkel, cuvelageval és vízzáró téglafalazattal.

Aknarakodók és földalatti gépterek, zsompvágatok létesítése. Altárók és alagutak hajtása, kiépítése, bővítése és átfalazása az üzem és a szállítás korlátozása nélkül.

Különleges földalatti terek kiképzése, vízalatti alagutak.

Az elmúlt 28 év alatti munkateljesítmény: aknamélyítésekben 7.350 fm földalatti terek kiképzésében 943.000 m<sup>3</sup>



# ALUMINIUM

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

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

5. szám.

## A hazai anódmassza gyártás\*

DR LÁNYI BÉLA

Prof. dr. B. Lányi:

The fabrication of self-packend electrodes  
in Hungary.

Prof. dr. B. Lányi:

Heimische Elektroden-Fabrikation für die  
Aluminiumelektrolise aus ungarischer Kohle.

A magyarországi alumíniumipar három tényezője a szén, szén és szén. Az egyik részlettel gőzt fejlesztünk a timföld-gyártáshoz. A másikkal üzemen tartjuk a villamos erőművet, mely kisebb részben a timföld-gyár motorjait forgatja, legnagyobb részben pedig a villamos vegyi bontáshoz szükséges energiát szolgáltatja. A harmadiknak említett szén, mely az elektrolitikus redukciót végzi, hazánkban természetes állapotban nem található. A szükséglet ebből igen nagy, mert egy kg-nyi alumíniumra kereken 0.6 kg-nyi ilyen különleges, hamut csak kis mennyiségben tartalmazó szenet fogyasztanak az elektromos kohók.

A ma esti előadás célja, hogy ennek a szénféleségnek előállítási és megszerzési módjáról szóljak.

Kívánságunk többek között az, hogy eszményileg hamumentes legyen az elektrolízisben anódként használt szén. Ekkor nem kell számolnunk azzal, hogy a szén elégeésekor visszamaradó hamu elszennyezi az elektrolitot. A szennyezés ugyanis a katódon az alumíniummal együtt válván ki, magát az alumíniumot rongja meg.

A műszaki életnek régi törekvése a hamumentes, vagy legalább is a hamuban szegény szén előállítása. Céljainknak az „elektrografit”, mely 0.02—0.5%-nyi hamuval könnyen készíthető, nem felel meg, mert nincs elegendő reakcióképessége. A legelső tapogatózás a gázgyárak retorta faláról kitermelt szénhidrogének pirogén bontásából származó „retorta“-szén felé történt. Ez a mennyiség azonban már az alumíniumgyártás kezdetekor is igen kevés volt. Következő állomás az ülepítéssel — a lebegő résztől jól megtisztított nyersolaj lepárlásakor visszamaradó petroszuroknak pirogén elbontásakor nyert — kereken 0.1—0.3%-nyi hamut tartalmazó koks használata lett. Ez a koks mennyiség azonban a lepárló eljárások finomítása következtében — jóllehet a feldolgozott nyersolaj mennyiség folytonosan növekszik — rohamosan csökken, úgyhogy dús készletre már nagyon régen nem lehetett számítani. Ezért koksosították az egyébként nagyértékű kőszénzurokokat is.

Új fordulatot adott a hamuszegény szén előállítási lehetőségeinek a földgázforrások megnyi-

\* A Bányászati és Kohászati Egyesületben tartott előadás 1949. év április 13-án.

tása. A gáz hamumentesen jön ki a földből, egy m<sup>3</sup> metánból kereken 0.5 kg-nyi hamumentes szén állítható elő pirogén bontás útján, ha nem számítjuk a bontási hőmérséklet eléréséhez szükséges fűtőgáz mennyiségét. A tüzes úton való bomlás termékei: kemény karbon és a kormoknak rengeteg átmeneti formája. Mindkét-féleség alkalmas alumíniumgyárban használatos anódszén anyagául.

Amikor az erdélyi földgázforrást megismerték, Szarvasy professzor — akinek elektródszén-gyártásra már azelőtt is folytak kutató munkái — nagy eréllyel kezdte meg a kísérleteket karbonnak és koromnak az előállítására. A laboratóriumi munkát befejezve, a 20-as években dr. Varga József, akkori tanársegéde került le Dicsőszentmártonba, a kísérleti üzem élére. Mondhatjuk, ő volt az első, aki Európában gyártotta is földgázból az elektrolízis céljaira alkalmas, nyersanyagként szereplő kemény szenet és a különböző minőségű kormokat. Bemutatom egy darabját a dicsőszentmártoni retortából nyert kemény karbonnak.

A fejlődő alumíniumipar mind több és több ilyen hamuszegény szenet igényelt, ezért a német gyárak Bulyavicán (Zágrábtól keletre) két millió aranyárba befektetéssel, Szarvasy rendszere szerint karbon- és koromgyárat építettek, mely nagyméretben dolgozva ellátta a német ipar szükségletének nagy részét. Bulyavicai karbont tudok itt bemutatni úgy, ahogyan a bontóretortákból kitermelték. Ezen jól látszik a fák évgyűrűihez hasonló szerkezet.

1928-ig ez a szénféleség volt a német ipar egyik legnagyobb nyersanyagforrása. Amikor Szarvasy tanársegéde lettem, ennek az üzemnek a termelvényeivel kapcsolatosan kerültem ki Rati-bor-ba, ahol erélyesen indított új kísérleti sorozatok szolgáltak volna arra, hogy egyéb célok fedezésére is alkalmas anyagokat gyártsunk.

Ezt a hatalmas tőkével indított vállalkozást azonban a 30-as években a németek szinte egyik napról a másikra feladták, mert a Ruhr-vidéken olyan antracit-vonulatot találtak, mely fizikai elkülönítő módszerek felhasználásával 0.5—0.6 %-nyi hamutartalmú kokszot eredményezett. 1932-ben a német alumíniumipar egészen átnyergelt a Ruhr-vidéki szénre, valamint a hazai hulladékokból előállított csekélyebb mennyiséget kitevő hamuszegény szénre.

Angliában is megindult a kutatás, ők is találtak megfelelő minőségű antracitot, mely a piacon ma is kapható.

A mai viszonyok között, amikor az alumínium-termelés az egész világon hatalmas fejlődést mutat, mindjobban mutatkozik az anódszén-éhség. Ma



Venezuela termel igen sok földi olajat. A lepárlás sok esetben a régi brutális eljárásokkal történt még a legutóbbi időkben is, tehát az alumíniumipar innen kaphatta a petrolkoksz jelentékeny részét. A mai helyzetet nem ismerem, tehát nehéz képet adnom arról, hogy ma mivel látja el pl. Amerika anódszén-szükségletét.

Az előbb ismertetett eljárások mellett a természetes szeneknek kémiai úton való hamumentesítése is számbajöhet. Németországban ez az ipar 1894-ben indult meg, a Hardtmuth-gyár számára, I. Eckelt eljárása alapján, hetenként 2—3 vagonnyi mennyiségben gyártva hamuszegény antracitot. Az antracitot finom liszté őrölték, hidrogén-fluoriddal mosták, szűrőprezen szabadították meg a mosófolyadéktól. Így sikerült nekik 3% hamutartalomról 0.5—0.8%-ra csökkenteni a szennyezéseket. Németország több széngyárában a 30-as években hasonló műveletekkel folyt a szén kémiai úton való hamuszegényítése.

A magyar viszonyok nagyon nehéz helyzet elé állították az Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézetet, amikor feladatunk lett az anódszén hazai előállításának lehetőségének a tanulmányozása, mert ismertem a németországi eljárások folyamán tapasztalt nehézségeket. Az antracitot porrá őrölve aránylag jól lehet extrahálni, a mi fekete szeneink azonban ebben az állapotban hidrofobok. Ha tehát sikerül is őket megnedvesíteni, még mindig hátramarad a fluorhidrogénes anyag igen nehézkesen megvalósítható szűrése.

Amikor a munkát megkezdtük, a tervet úgy osztottuk meg, hogy Tarján professzor az ország fekete szeneit gyors ütemben végigvizsgálja, megállapítva, hogy merre van olyan fejtés, amely elegendő kitermeléssel aránylag kis hamutartalomra hozható. Munkájáról beszámolt a Bányászati és Kohászati Lapok „Alumínium“ mellékletében 1949 január 1-i számban. Kerestük tehát azt a lehető legcsekélyebb hamutartalmú szenet, melyet érdemes lesz kémiai eljárással tovább kezelni. Romwalter a dorogi medence szeneinek kémiai hamumentesítését tanulmányozta. Beszámolója az „Alumínium“ folyóirat előbb idézett számában jelent meg. Ő a kivonás előtt finoman porított, fluorhidrogénnel és sósavval végezte az oldást.

Az Alumíniumkutató Intézetben más eljárás mellett döntöttem. Mikroszkópi elővizsgálattal sokféle szénnek állapítottuk meg az elhamvasztás közben keletkező hamu-szövegetét, a vegyi behatás ideje alatt, hogy felvilágosítást kapjunk arról a lehetőségről: mekkora az a szűrőprezt nem igénylő szemnagyság, melyből diffúziós hatások alapján technikailag elfogadható idő alatt, műszakilag is megalkotható készülékben a hamut ki lehet oldani.

E kikötés azt jelenti, hogy 0.5 mm-nél kisebb szemeket nem akarunk használni, az elővizsgálati számítások pedig 2 mm-nél nagyobb szemnagyságot aligha tettek alkalmassá a mondott cél érdekében. E „kikötéstől“ vártam azt, hogy a sok gondot okozó szűréstől mentesülünk, a szén hamuszegényítése és kimosása toronyban történhet, amelyben a mosófolyadékok könnyen mozgathatók.

Megállapítottuk, hogy Pécssett, az a szén, melylyel a retortákat töltik, fajtázás után jó nyeredéssel 6.5%-nyi hamutartalomra csökkenthető. Ez a termék olcsó előkészítő művelettel, csekély veszteséggel további 4.5% hamutartalmú szenet ad,

mely az 1—2 mm-es szemnagyságban már a hidrofób tulajdosságát is elveszítve, két napig tartó 22%-os hidrogénfluoriddal végzett diffúziós folyamatban 0.37%-nyi hamutartalmú termékhez juttat bennünket. A készített kokszban tehát 0.5%-nyi hamutartalomra számíthatunk.

Ez volt az a jelentős eredmény, melyet szándékozunk kísérleti üzemben hasznosítani, melyből a gazdasági számvetés is elkészíthető lesz. Tekintettel arra, hogy a vegyi folyamat egyszerű, ezen a téren meglepetések nem várhatók.

Természetesen a fluorhidrogént vissza akarjuk nyerni, amikor aktív kovasavat, vagy a finom kerámiai ipar számára olyan fontos mesterséges mullitot, illetőleg szillimanitot állítunk elő a szénből kioldott anyagokból. Bemutatom a laboratórium ebből az irányban végzett munkájának a termékeit.

A hamumentesített szenet villamosan vezetővé kell tenni. Ezt magas hőfokon való kokszolással érjük el. A felhevítést mindenféle szénrel el kell végeznünk, mert a természetes szenek sohasem vezetnek. A pécsi szénnek megvan az a jótulajdonsága, hogy 1.300°-ig hevítve 2—2.5 óra alatt még nem grafitozódik olyan mértékben, hogy az alumínium elektrolízisben károsan működjék. Pétfürdői petrolszénből Pécssett készített petrolkokszszal kb. egyező reakcióképességet kaptunk e művelet után az ásványi szén kokszán.

A vázolt lehetőségek alapján járhatónak látom az utat anódgyurma kokszának az előállítására, a magyar medence szeneiből.

Egy másik, nem kevésbé fontos kellék a kötőanyag, melynek hivatása a koksz szemecskéket az alumíniumkohó hőmérsékletén rögzíteni. Ezáltal villamos vezetőképesség és szilárdság szempontjából is megfelelő, több négyzetméter felületű összeült szén elektródot tudunk magában a kohóban előállítani.

A helyzet nagyon reménytelennek látszott. Az oslói előírást, amely szerint a kötőanyagként használandó szurok hamuja kisebb legyen, mint 0.1%, a szabad széntartalom 21%-nyi mennyisége mellett 46%-os koksznyeredéket adjon, Kr. Srw szerinti 35—40° között fekvő lágyulással, egyetlen magyar lepárlóüzem nem gyártotta. Ha ezekhez a kikötésekhez hozzáveszem az oslói előírás program desztillációs adatait, a helyzet még nehezebbnek mutatkozik.

Aligha maradt más hátra, mint a meglévő fekete szén lepárlóink termékeit széjjelválogatva, mesterségesen összeállítani olyan kötőanyagot, mely az alumíniumkohóba merülő szenelektrod különböző hőmérsékletén úgy bomlik meg, hogy a koksz szemecskéket fúvódás nélkül ágyazza be.

Kísérleteink azt mutatták, hogy ha a pécsi Kokszművekben termelt kb. 62° lágyulási pontú szurkot tovább kezeljük, olyan anyaghoz jutunk, mely az ugyanott termelt lágy szurokkal keverve, ha nem is az előírásoknak pontosan megfelelő, de használható kötőanyagot ad. Megkíséreltük a pécsi üzemben a most meglévő berendezés túleröltetésével kemény szuroknak az előállítását. Nagy figyelemmel fogtunk a munkához, a szükséges jellemzőket mutató 103°-on lágyuló szurkot sikerült előállítani, természetesen nem üzemszerűen, mert mint említettem, nem erre a célra épített készü-



lékben kellett dolgoznunk. Most folynak a Vacuum és Shell leparló bitumenjeinek a vizsgálatai is, melyek hivatottak lesznek a kötőanyag-szükségletet pótlásként biztosítani.

A gyurma készítéséhez a vezetőképessé tett kokszot aprítani kell. Szita fajtázással válogatjuk össze a legnagyobb térfogatsúlyú keveréket, ezt 120°-on kiszárítjuk és a kötőanyaggal összegyúrjuk. A szükséges gépek építése nem nehéz feladat, a magyar ipar minden nehézség nélkül elvégzi. E munkákkal kapcsolatban óhajtom megemlíteni, hogy az Alumíniumkutató Intézet a nyersanyagok vizsgálatára néhány saját szerkesztésű eszközt sokkal előnyösebben használ, mintha az oslói előírásokban lerajzolt készülékeket alkalmaztuk volna. Módszereiket ugyan végigtanulmányoztuk, és éppen e tanulmányok alapján szerkesztettük pl. a koksznyeredék meghatározására, valamint a szén anódgyurma plaszticitásának meghatározására szolgáló eszközeinket.

Összefoglalásként tehát azt lehet mondani: ezidő szerint nem találtunk olyan szénvonulattra, mely kellő kihozatallal, fizikai módszerek segítségével hamuszegény kokszot biztosítana. A pécsi szénvidéken van olyan közvetlenül a fogyasztásra termelt szén, amely jó kihozatallal, szemcsés állapotban csekély előkezelés után annyira diffúzióképessé tehető, hogy a hamuszegényítés művelete sikerrel jár. A durva szemcsézet miatt a szénporokkal való igen nehézkes szűrési műveletek a feldolgozás folyamán elmaradnak. A fluorhidrogén regenerálásánál a gazdaságosság fokát nagyban emelő aktív kovasavat, vagy mesterséges mullitot termel az ilyen széngyár. Kokszoló műveink retortái alkalmasak arra, hogy jó vezetőképességű kokszot állítsunk elő. Ugyancsak hazai leparlási termékek szolgáltatnak az induláshoz szükséges kötőanyagot is. Folyamatban vannak azok az eljárások vizsgálatai, melyek idegen származású szurkókból kötőképes terméket tudnak előállítani. A gépi berendezések Magyarországon minden további nélkül előállíthatók.

Mindezeket összevetve lehetségesnek tartom, hogy a drága külföldi valutáért is csak nehézségek árán beszerezhető anódgyurmát idehaza készítsük. Eppen az a körülmény, hogy a magyar szén egyik fajtája szűrési nehézségek nélkül vegyileg tisztítható, remélhetővé teszi, hogy ebből a termékünkön kívül külföldi piacra is tudunk gyártani, az anódgyurmával amúgy is szükében álló, körülöttünk működő alumíniumgyárak számára.

Munkánk az Alumínium Ipari Igazgatósággal egyetértésben folyt és folyik. Egyes üzemi kísérletekben a Szénfeldolgozó Vegyipari Központ a legelőzékenyebben támogatott, amiért e helyről köszönetet mondok.

Befejezésül hálás köszönetem szóljon még munkatársaim felé, akik a diffúziós gondolat minden merészségét és nehézségét értve és ismerve, a bizonytalan kilátásoktól egy pillanatig sem kedvetlenedtek el. Önzetlen munka árán vált lehetővé, hogy az Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet keretében eddig folyó vizsgálatok a laboratóriumi méreteket ezidő szerint már jelentősen túlhaladták. Minden személyes igyekezettel azon voltunk, hogy az Intézetet létrehozó Gazdasági Főtanács vezetőségének anyagi és erkölcsi támogatását a legjobb munkával megháláljuk.

## ÖSSZEFOGLALÁS.

Ezidő szerint nem találtunk olyan szénvonulattra, mely kellő kihozatallal fizikai módszerek segítségével hamuszegény kokszot biztosítana. A pécsi szénvidéken van olyan közvetlenül a fogyasztásra termelt szén, mely jó kihozatallal, szemcsés állapotban csekély előkezelés után annyira diffúzióképessé tehető, hogy a hamuszegényítés művelete sikerrel jár. A durva szemcsézet miatt a szénporokkal való igen nehézkes szűrési műveletek a feldolgozás folyamán elmaradnak. A fluorhidrogén regenerálásánál a gazdaságosság fokát nagyban emelő aktív kovasavat vagy mesterséges mullitot termel az ilyen széngyár. Kokszoló műveink retortái alkalmasak arra, hogy a jó vezetőképességű kokszot előállítsuk. Ugyancsak hazai leparlási termékek szolgáltatnak az induláshoz szükséges kötőanyagot is. Folyamatban vannak azok az eljárások vizsgálatai, melyek idegen származású szurkókból kötőképes terméket tudnak előállítani. A gépi berendezések Magyarországon minden további nélkül előállíthatók.

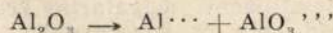
## HOZZASZÓLÁSOK:

Becker Ervin:

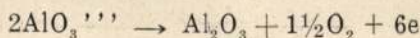
Az anódszénfogyasztás csökkenését tartja kívánatosnak, mert olyan hírei vannak, hogy már sikerült 1 kg alumíniumnál 0.45 kg szénfogyasztásra visszamenni.

Lányi:

Szokásos, hogy  $Al_2O_3 + 3C \rightarrow 2Al + 3CO$  alakban írjuk fel a vegyi reakciót. E képlet nagyjából helyességét a termodinamikai számítás is mutatja. Az elméleti 2.1 Voltos bomlási feszültséget tudjuk ténylegesen is mérni, ha kriolitos töménységen oldott timföld magatartását 1000° C körüli hőmérsékleten vizsgáljuk. Az üzemi kemencék-nél mindig keletkezik széndioxid is. Ennek egyik oka a szén pórusaiban jelenlévő levegő oxigénje, a másik ok termodinamikailag is magyarázható, ha a fenti brutto egyenletet átírva:  $2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$  folyamat energetikáját számítjuk. Ebből szerint 1 kg alumíniumra fogy: 0.668 kg szén, utóbbi egyenlet szerint pedig 0.334 kg szénnek kellene fogynia. 1947-ben a Faraday Society kiadványában megjelent közleménysorozat: „Electrolytic processes“ 307. lapján Pearson és Waddington közölnek idevágó vizsgálatokat, de az ismertetett kísérleti eszközök nem elegendők a folyamat pontos felderítésére. Az Intézetben ilyen kutatás céljaira terveztem egy alkalmas kemencét, mely arról is hivatott, hogy az alumíniumoxid elektrolitosis disszociációjáról adjon tájékoztatást. Jelenleg



egyersúlyt feltételezünk a kriolitos olvadékban, ahonnan



vegyfolyamat szerint felszabaduló oxigént köti meg az anódszén.



Dr. Freund Mihály:

A rendkívül érdekes előadásból meglepetéssel hallottam, hogy a szenet, illetve kocszot fluorhidrogénsavval ilyen egyszerű és gyakorlatilag könnyen keresztülvihető módon hamumentesíteni lehet.

Úgy hallottam, hogy a fluorhidrogénsavas kezelés számára szolgáló készülékek nehézséget okoznak. Erre vonatkozóan meg kell jegyezni, hogy az ásványolajiparban az elmúlt háború alatt bevezették a fluorhidrogénsavas ú. n. alkilezési eljárásokat, rendkívüli nagy ipari méretekben. Ennek bevezetésénél is félték eleinte az apparatív nehézségektől. A gyakorlat folyamán kitűnt azonban, hogy a vízmentes fluorhidrogénsav a vas-készülékeket egyáltalán nem korrodálja és egyébként is minden nehézséget könnyen meg lehetett oldani, kivéve természetesen az üvegből készült folyadékállásutatókat, melyek helyett különleges kazánpróbacsapokat alkalmaztak.

Ezen berendezések tekintetében szívesen szolgálok további adatokkal, illetőleg felvilágosítással az Alumínium Kutató Intézet, vagy más illetékesek részére.

Ami a felhasznált bitumen anyagát, illetve felfúvódó tulajdonságát illeti, a Söderberg-massza felhasználásánál, meg kell jegyezni, hogy ma 80–100° C K—S. olvadáspontú ásványolajszurkokat lehet előállítani különböző ipari módszerekkel, melyek az anyag kémiai összetételét illetően is többféle lehetőséget hagynak nyitva. Ezek szerint biztos vagyok benne, hogy módját lehetne ejteni a kőszénkátránybitumen helyettesítésének, mint azt már többféle iparágban tapasztalni lehetett. Abban is igazuk volt egyes előttem felszólalóknak, hogy a Söderberg-massza céljára szolgáló ragasztóbitumen szállítási előírásai csupán tapasztalati és nem a lényegből folyó számértékeket szabnak meg. A kőszénkátránybitumentől eltérő más nyersanyagok megfelelően, természetszerűen az előírásokat is előzetes kísérletek alapján megfelelően módosítani kell majd.

A szóbanforgó bitumen gyártási módozataira, illetve különböző minőségeire vonatkozó felvilágosításokkal is készséggel állok rendelkezésre.

Lányi:

A kocszynyeredék meghatározására szolgáló igen nagy pontosságú és gyors dolgozást biztosító készülék nem sokára közlésre kerül. Valószínűleg az ásványolaj ipar is használni tudja. Az Intézet szívesen segít abban az irányban, hogy a meglévő — esetleg szintén közlésre kerülő — program desztillálójával minden szobajöhető anyagot, amit az ásványolajipar termel, átvizsgál. A lágylási ponttal egyenlőre nem kell sokat törődni, csak az a követelményünk, hogy 400–420°-ig fúvódás nélkül legyen desztillálható, a kocszolódás simán induljon meg, magas kocszkihozatalt lehessen elérni. A desztillációs magatartás kedvező esetben a szabad szén és kocszynyeredék közötti különbség nagysága szabja meg a tonnánként forintban fizethető értéket.

Becker:

A mosással hamuszegényített szenek kénartalma után érdeklődik.

Lányi:

A kénartalomról azért nem szóltam, mert a szulfid alakban kötött kén a fluorhidrogén megbontja. A szulfát kén pedig aránylag kevés. Kénmeghatározásra a Magyar Kémiai Folyóirat 1944 decemberi számában ismertetett berendezést használjuk.

Dr. Györky József:

1945 tavaszán az akkor még szervezetlen alumíniumipar több vezető személyisége felkeresett azzal a felkéréssel, hogy a megindítandó alumíniumipar céljaira — akkor a Péti Nitrogénművek Rt. vezérigazgatója voltam — állítsak elő hamumentes kocszot és tegyem lehetővé egy anódmasszagyár felállítását. Akkor azt mondtam, hogy ez lehetséges lesz: ennek feltétele azonban az, hogy a kormányzat segítsen a Zalalövőre elhurcolt és még vasúti kocsikba tároló krakkoló berendezés hazahozatalában. A berendezést állandóan őriztettem és egy kiküldött mérnök felügyelete alatt tartottam. A hazahozatalt rövid idő alatt meg is valósítottam (egy ideiglenes hidat is kellett építeni e célból), de mire a kirakódásra került a sor, már nem voltam a Péti vezérigazgatója és így a tervet nem valósíthattam meg, de távozásom után más sem valósította meg és így mint látjuk, 4 hosszú év után még mindig megoldatlan kérdés előtt állunk az anódmassza és ennek alapjául szolgáló hamumentes (hamuszegény) szén előállítása terén. Egyízben közölték velem, hogy a kérdés meg van oldva: a kocszolók „grafitlerakódását” fogják erre a célra felhasználni! Nem lévén az illetők tisztában azzal, hogy ennek mi az eredete, mi a termelhető mennyisége és milyen nagy a hamutartalma. Ilyen és hasonló téves és tájékozatlan próbálgatások is okai annak, hogy ma még mindig a hamumentes szén előállításának lehetőségéről és az anódmassza gyártásának megvalósítható alapfeltételeiről hallunk előadást, úgy mint azt most Lányi kártársam igen objektív, elméletileg megalapozott és gyakorlati értéktől áthatva előadta, hiszen e kérdésnek az előadó úr több évtizedes művelője. Előadása kapcsán elsősorban említést kell tennem a Bányászati és Kohászati Lapok ez évi első számában megjelent két cikkről, melyeknek egyike (dr. Tarján Gusztáv) a fizikai módszerekkel végzett kísérletek negatív eredményességéről, a másika pedig (dr. Romwalter Alfréd) a hamuképző alkatrészek vegyi úton való eltávolításának pozitív eredményéről számolt be. Aki azonban az utóbbi közleményt áttanulmányozza, szívesen hajlik arra a következtetésre, hogy ez utóbbi tekinthető kevésbé eredményesnek, ha annak gyakorlati kivitelezhetőségét vesszük tekintetbe. Ezekkel szemben laboratóriumokban végzett kísérletek inkább az előbbi utat mutatják követendőnek, bár az alkalmazandó módszerek megítélése elsősorban a kiválasztandó nyersanyagtól függ.

1921–23-ban, tehát közel három évtizeddel ezelőtt rendszeres kutatómunkát végeztem Budapesten és Wienben az Elektro Osmose Rt. laboratóriumában több magyarországi szénrel, flotációs kísérletekkel hamumentesítési (a hamut képző alkatrészek mennyiségének lecsökkentésére) céljából. Ezek a kísérleteim eredménnyel végződtek és ennek alapján a Dunagőzhajózási Rt. pécs—üszögi mosótelepével kapcsolatban üzemi méretű beren-



dezést is állítottam fel, a kísérlet és a kivitelezés az első volt Magyarországon, amelynek továbbfejlesztése tökehiány és a D. D. G. akkori rendezetlen viszonyai következtében nem következhetett be. Az azóta végzett flotációs kísérleteim is azt mutatják, hogy a megfelelő szén alapanyag kiválasztása esetén ezúton lehetséges eredményt elérni, azonban úgy, mint a múltban, most is segítség nélkül áll kutató laboratóriumom, úgy, hogy ezzel a témával másirányú elfoglaltságom következtében nem foglalkozhatom.

Meg vagyok győződve azonban, hogy a megfelelő szénélőkészítés módot nyújthat arra, hogy végre a hamumentes (hamuszegény) és az anódmassza végnélküli problémája megoldást találhat.

Lányi:

Romwalter professzor munkáját, mint a mondták alapján világosan lehet látni, nem tartottam ipari megoldásra alkalmasnak. Vizsgálatai mégis nagyfontosságúak, mert az irodalomban a magyar barnaszénre nézve — ha jól tudom — ez az első ilyen irányú közlemény. Az Alumínium Kutató Intézettől kapott feladatának ezt a részét elvégezte és valamennyiünk okulására leírta. Nékem ipari megoldás után kellett kutatnom.

Ennél a kérdésnél a finom por extrahálásakor előálló — saját tapasztalataimból jólismert — szűrési nehézségeket érintettem. Ha valami kényesítő körülmény folytán mégis erre az útra szorultam volna, a kutatást mind műszaki, mind gazdasági lehetetlenülés miatt abba kellett volna hagynom és nem vállaltam volna az alumíniumipar e fontos kérdésének a mai előadás keretei között való ismertetését. A Tarján-féle munkát igen sokra tartom, egyáltalában nem nevezhető negatívnak. Nem kétlem, hogy a pécsi szénekben, ha nagyon keressük, mi is megtaláljuk azokat a szemecskéket, amelyek 1300°-on történő kokszosítás után 1%-nál kisebb hamutartalmúak lesznek, de a tapasztalat azt mutatja, hogy a mai mosóberendezéseknél ez a féleség igen-igen csekély, sőt egyáltalában nem is termelhető. Ugyancsak a tapasztalat mutatja, ha nagy nehézségekkel és kicsiny termelési hányaddal 2—2.5% hamut adó szenet mosunk ki, célszerűbb lesz jó kihasználással 5—6% hamut adó szenet termelni és ezt alávetni a vegyi eljárásnak. Ha külön nem is emeltem ki, de természetes, hogy éppen Tarján vizsgálataival indultunk, hiszen ha ezen az úton lehet elegendő mennyiségű jó szenet nyerni, senki sem vállalkozik erőszakosan követelt fluorhidrogénos mosásra.

## Vanadium mennyiségi meghatározási módszerek

DR PAPP ELEMÉR

Dr. E. Papp:

### Quantitative Bestimmungsmethoden von Vanadium.

A bauxit és timföld ipari feldolgozásával kapcsolatban felmerültek olyan elemzési feladatok, amelyek a vanadium nehéz műszaki körülmények között történő pontos meghatározását feltételezték.

A magyarországi bauxitok ugyanis mind többkevesebb vanadiumot tartalmaznak; ez a vanadium végigkíséri az egész gyártást a sűrű és híg lúgokban, a kikeveretlen és kikevert alumínát oldatban, a timföldben, majd a kész alumíniumban is megtalálható.

A vanadium elemzésére kidolgozott módszerek, különös tekintettel az egyéb jelenlévő alkotórészekre, esetenként teendők bírálat tárgyává. A vanadium mellett majdnem minden esetben alumínium, foszforsav, króm, titán, kovasav, néha vas, alkáliák, kalcium, magnézium is szerepel mint kísérő alkotórész.

A vanadium elemzési módszerek nagyjából három főcsoportba tartoznak: ezek a tisztán kémiai meghatározások, a kémiai-fizikai meghatározási módszerek, főleg kolorimetrikus alapon, továbbá az elektrókémiai (pontenciometrikus) elemzések.

A kémiai módszerek közül a legismertebbek azok, melyek a négy értékű vanadiumnak öt értékűvé történő oxidálásán alapulnak. Acélokban és ötvözetekben például az alábbi szabványelemzést használják.

5 g anyagot 100 cm<sup>3</sup> tömény sósavban oldunk, tömény salétromsavval oxidáljuk az oldatot és még 20 cm<sup>3</sup> tömény salétromsavat adunk az oldathoz és salétromsavval többször bepároljuk, majd meleg-

vízzel vesszük föl, mikor is a wolframsav kiesik. 500 cm<sup>3</sup>-es normál lombikban szűrjük az oldatot. A szüredéket káli vagy nátronlúggal meglúgosítjuk, lehűtjük, jelig töltjük és leszűrjük. A szüredék 250 cm<sup>3</sup>-hez 100 cm<sup>3</sup> tömény sósavat adunk és húsz cm<sup>3</sup>-t egy mangánszulfát oldatból. (67 g MnSO<sub>4</sub> + 1000 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O + 130 cc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 335 cm<sup>3</sup> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1.3 fajsúlyú.) A mangánszulfát oldat hozzáadása után keverés mellett 100 cm<sup>3</sup> koncentrált ammoniumhidroxidot adunk az oldathoz. Egy éjjelen át állni hagyjuk, leszűrjük a csapadékot ammoniás vízzel mossuk. A csapadékot papírral együtt 300 cm<sup>3</sup>-es állólombikba tesszük és 20 cm<sup>3</sup> tömény sósav + 40 cm<sup>3</sup> tömény salétromsav elegyével oldjuk, míg az oldat teljesen ki nem tisztul. Ezután 30 cm<sup>3</sup> tömény kénsavval erősen lefüstöljük, lehűtjük, néhány cm<sup>3</sup> vízzel felhígítjuk és egy pár szem kálium vagy nátriummetabiszulfit kristályt teszünk hozzá. Ezután 20 cm<sup>3</sup> tömény sósav és 10 cm<sup>3</sup> kénsav hozzáadása után még egyszer lefüstöljük, majd pár szem nátriumhidrokarbonátot dova bele, óraüveggel lefedve, lehűlésig állni hagyjuk. Ezután vízzel felvesszük és tizednormál KMnO<sub>4</sub>-el rózsaszínig titráljuk. A titrálás átszámítása vanadiumra vagy vanadiumpentoxidra azon az alapon történik, hogy a VI<sup>IV</sup>-ből VV lesz.

Lunge: Untersuchungsmethoden II 87, valamint Ledebur: Leitfaden der Eisenhüttenlaboratorien 119 az alábbi vanadiumelemzési módot írja elő: A vanadiumtartalma szerint 0.3—10 grammig terjedő mennyiségben bemért anyagot hígított sósavban oldjuk, majd feleslegben BaCO<sub>3</sub>-at teszünk hozzá. Ezzel jól felkeverve 24 órán át állni hagyjuk, utána a csapadékot leszűrjük, hideg vízzel ki-mossuk, majd kiszárítjuk, izzítjuk és 10 g feltáró



keverékkel platinatégelyben megolvasztjuk. A fel-tárákeverék összetétele: 1 rész  $\text{NaNO}_3$  + 15 rész  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . A tégely lehülése után az ömledéket ki-lúgozzuk, sósavval savanyítjuk, míg a szénsavfejlő-dés meg nem szűnik, utána ammoniával lúgosítunk, majd gyengén ecetsavassá téve a közeget,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -et adunk hozzá és 24 órás állás után szűrünk. A csapa-déket kénhidrogénes vízzel mossuk, majd szárítjuk és izzítjuk. A vanádium mérése nagy pontossággal,  $\text{V}_2\text{O}_5$  alakban történik. Ha króm is van jelen, akkor az a báriumkarbonátos csapadékkal együtt szintén leválik. Ezért ebben az esetben az oldatot utána sósavas alkohollal kell szárazra párolni, a maradékat híg sósavban oldani, néhány kristály káliumkloráttal a vanádiumot fel kell oxidálni. Ezután az oldatot felforraljuk, és a krómot ammoniás közegben, for-rón ammonfoszfáttal lecsapjuk. A szüredéket úgy kezeljük tovább, mint fent leírtuk. Ez a módszer króm jelenlétében csak magas vanádiumtartalom mellett ad kielégítő eredményt.

Nagyon megbízható a NIK laboratóriumok szá-mára összeállított egységes elemzési módszerek vanádium meghatározása. Ezek szerint 2—4 gramm forgácsot oldunk 1.12 fajsúlyú sósavban. Az oldat-ból ismert módon eltávolítjuk dehidratizálás, szűrés és mosás után az  $\text{SiO}_2$ -t és a wolframsavat. Ezután a szüredéket 30%-os nátronlúggal közömbösítjük, de csak annyira, hogy csapadék ne keletkezzen. Egy 500  $\text{cm}^3$ -es mérőlombikban 60—70  $\text{cm}^3$  30%-os nátronlúgot forrásig hevítünk és ebbe öntjük bele forrón, folytonos rázogatás közben, apró részletek-ben a vanádiumot tartalmazó oldatot. Lehülés után jellegileg töltjük, majd összerázzuk és száraz redős szű-rőn egy részét leszűrjük. A vanádium a szüredék-ben van. A szüredéknek egy lemért aliquot részét cseppenként elegyítjük tömény sósavval, míg lak-musszal szemben savanyú kénhatást nem mutat, azután felforraljuk, hogy az esetleg jelenlévő szén-savat kiűzzük. Néhány pernyi forralás után tizenöt-husz gramm  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -t adunk hozzá, ammoniával gyengén lúgosítunk, forralunk, és 50  $\text{cm}^3$  6%-os mangánklorür oldattal lecsapjuk belőle a mangán-vanadátot. A mangánvanadát teljes leválásához 6—8 óra kell, vízfürdő hőmérsékletén. Kevés man-gánhidroxid is leválik vele együtt, de ez nem zavar. A csapadékot teljes leválása után leszűrjük forró vízzel kimossuk, a tölcserén 1 : 5 hígítású sósavban oldjuk, míg a szűrőpapír egészen fehér nem lesz. Az oldatot 500  $\text{cm}^3$ -es Erlenmayer-lombikban 25  $\text{cm}^3$  tömény kénsavval elegyítjük és homokfürdőn ismét-ten bepároljuk. A kihűlt maradékat 100  $\text{cm}^3$  víz-zel vesszük fel, az így bekövetkezett fölmelegedés hőfokán titráljuk N/10  $\text{KMnO}_4$ -el. Egy  $\text{cm}^3$  N/10  $\text{KMnO}_4 = 5.095$  mgV.

#### Hibatűrés:

0—0.29%	± 0.02%
0.30—0.99%	± 0.05%
1—1.99%	± 0.08%
2—5%	± 0.15%

A vanádium mikromechanikai meg-határozásáról részletes cikket közöl Hecht: Anorganische Mikrogewicht Analyse 204, valamint J. Mayer u. K. Koehme: Mikrochem. 16. 187. 188. 1935. Az itt ismertetett eljárásnál a tisztított anyagot, főleg komplex vanádiumvegyületeket tartalmaz, porcellán csónakban, oxigénáramban izzítva méri, mikor is a vanádium kvantitatív vanádiumpentoxidá alakul. Az elérhető pontos-

ság 0.3%. A vanádium tisztán kémiai mennyi-ségi meghatározására vonatkozólag Abegg: Anorganische Chemie III 3 679 közöl néhány ada-tot, mégpedig Rosétól; szerinte a vanádium mercuronitráttal kvantitatív lecsapható. Roscoe vizsgálatai szerint alkalivanadát oldatot ecetsavassá téve, ólomacetáttal a vanádium tökéletesen lecsap-ható. Traedwell: Lehrbuch der Analytischen Chemie II 201 részletes előírást közöl a foszforpentoxid és vanádiumpentoxid elválasztására. Mercurio sós le-csapással megállapítja az anhidridek összegét és a foszforpentoxidot pedig külön mintából, salétrom-savas közegben foszformolibdenát formájában hatá-rozza meg. Fehling: Handwörterbuch der Chemie, 8. a mennyiségi meghatározáshoz ólomacetátos lecsa-pást ír elő. A csapadékot (ólmovanadát) salétrom-savban oldja, az ólmot szulfát alakjában leválasztja, a szüredéket bepárlás után vanádiumpentoxid alak-ban határozza meg. Nem mond újat a vanádium-meghatározásra vonatkozólag Rosenheim és Fried-heim: Zeitschrift für Anorganische Chemie 1. 1313. Az ő eljárásuk is redukáláson és kaliumpermanga-nátos titráción alapul.

Mindezen módszereknél bírálati értékelés alkal-mából 3 körülményt nem szabad szem elől tévesz-teni. Az egyik az, hogy a vanádiumvegyületek jel-lező tulajdonsága, azonos sötömenységek mellett, más fémekhez viszonyítva, hogy sóinak leválása lassú. A tökéletes mennyiségi elemzésnél a lecsapa-sok alkalmából 4—24 órás pihentetési idők is szük-ségesek. A másik jellemző tulajdonsága a vanádium-nak az, hogy csapadékokból csak *nehézen* és csak erősen lúgos kémhatású mosófolyadékokkal *mos-ható ki*. A harmadik tulajdonsága pedig, hogy különféle *szennyezések* redukálhatóságát és oxidá-lási sebességét befolyásolják. G. Charlot Methodes Modernes d'Analyse quantitative (1945): a vaná-dium meghatározására a 253 oldalon következő eljárást ajánlja: 1 vagy 2 g anyagot melegítés és keverés közben 15  $\text{cm}^3$  sósav és 5  $\text{cm}^3$  sa-létromsav elegyében feloldunk, ezután 20  $\text{cm}^3$  perklórsavat adunk hozzá és 185 fokig fel-hevítve 10—15 percig tartjuk ezen a hőmér-sékleten, mikor is az esetleges króm oxidáció következtében krómsavvá alakul és narancsvörös színt mutat. Ezután az oldatot lehetőleg gyorsan lehűtjük, majd 50  $\text{cm}^3$  vizet adunk hozzá és 3 percig forraljuk a klór elűzése érdekében. Ezután ismert titerű ferrosót adunk az oldathoz olyan mennyiség-ben, hogy visszatitráláskor 15—20  $\text{cm}^3$  oxidálószer fogyjon. Ezután 10  $\text{cm}^3$  foszforsavat adunk és a visszatitrálást bikromát oldattal végezzük, 6 csepp diphenil anilin szulfát jelenlétében, egészen a viola-szín megjelenéséig. Ezután egy percig forraljuk az oldatot, hogy a violaszín elroncsolódjék. Majd le-hűtjük vízcsap alatt az edényt és nátriumacetátot adunk hozzá telített oldatban, míg gyenge csapadék nem mutatkozik. A hőfokot 45 és 50° C között állít-juk be hőmérő segítségével, erre a csapadék erősö-dik. A csapadékot néhány csepp foszforsavval fel-oldjuk. Ezután 3 csepp hígított ferroorthophenantro-lint adunk az oldathoz és lassan, permanganáttal cseppenként megtitráljuk. Az eljárás alapja, hogy perklórsavval főzött oldatban ferrosó,  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  értékű,  $\text{V}^{\text{V}}$  értékű,  $\text{Mn}^{\text{II}}$  értékű van jelen. A titrált ferrosó a krómot 3 értékűvé és a vanádiumot 4 értékűvé redukálja. Ha foszforsav jelenlétében bikromáttal visszatitrálunk, a vanádiumsók nem oxidálódnak. Ha ezután a Ph értéket nátriumacetáttal 1.5-re



állítjuk be, akkor a négyértékű vanádiumsó is oxidálható permanganáttal. Az indikátor ezen esetben ferroorthophenantrolin. A három értékű króm ilyen körülmények között nem reoxidálható.

Vas, vanádium és króm együttes jelenléte esetén Willy Kriesel (Metall und Erz 39, 143, 1942.) azt az eljárást ajánlja, hogy a savanyú oldatot kénhidrogénnel telíteni kell mindaddig, míg ferro, kromi, valamint négyértékű vanádiumsók vannak jelen. A felesleges kénhidrogén eltávolítása után a vas + vanádiumot kaliumpermanganáttal titráljuk és egy másik mintából meghatározzuk a perszulfát módszer szerint a krómot és a vanádiumot.

Daubner (Ber. Deutscher Keramischen Gesellschaft 23, 455, 1942.) vanádium meghatározására agyagok elemzésénél a neutrális oldatból történő mercurovanadátozás lecsapást ajánlja.

Trepka Bloch (Zeitschrift Anilitschen Chemie 125 276 1943) új kémszert ajánl vanádiumvizsgálatra. Két g benzidint 100 cm<sup>3</sup> alkoholban 60° C-n feloldunk és 100 cm<sup>3</sup> vizet adunk az oldathoz. Ezután 100 cm<sup>3</sup> 1.7 fajsúlyú foszforsavat keverünk hozzá, mire a fehér benzidinfoszfát kicsapódik; azonban feles foszforsavban ismét feloldódik. A kémli oldatot sötét üvegben kell tárolni. A vanádiumvizsgálat céljaira ezen oldat 1 cm<sup>3</sup>-hez 3 cm<sup>3</sup> foszforsavat keverünk, lehűtjük 20° C alá. A vizsgálandó oldattal csöppenként elegyítve, ha az 5 értékű vanádiumot tartalmaz, sárga színeződést kapunk, mely sárga szín érzékenysége 0.4 gamma vanádiumnak felel meg.

Az ú. n. perszulfátos vagy amerikai eljárás folyamán a krómot és vanádiumot tartalmazó kénsavas vagy perklórsavas oldatot hidegen tömény kaliumpermanganáttal keverjük, míg állandó rózsaszínt nem kap az oldat. Ezután az oldatot titrált ferrosóval enyhe feleslegben mindaddig redukáljuk, amíg az oldatból kivett egy csepp kaliumferricianid oldat egy cseppjével kék színeződést nem ad. Ezután az oldathoz egy kevés kaliumperszulfátot adunk, mely a felesleges ferrosót oxidálja anélkül, hogy a négy értékű vanádiumot is oxidálná. Ezután az oldatot öt percig állni hagyjuk és a négyértékű vanádiumot *hidegen* tizednormál kaliumpermanganáttal megtitráljuk. Króm és vanádium egymásmelletti meghatározására Otto Niesoldi: Ausgewählte Chemische Untersuchungsmethoden, 1939. című munkájának 307-ik oldalán a következő eljárást ajánlja: Az anyagot sósavban, kevés salétromsav adagolása mellett feloldjuk, szirupsűrűségűre bepároljuk és ha sok vasat tartalmaz, Rothe-féle választólcserében éterrel extraháljuk. A vasmentes oldatot kénsavval bepárolva lefűstöljük. Kihűlés után vízzel felvesszük és a neutralizált oldatot 100 cm<sup>3</sup> 10%-os nátriumhidroxid oldatba csurgatjuk. Rövid ideig főzve a csapadékot leüleptítjük, leszűrjük és szódátartalmú vízzel jól kimossuk; a csapadék tartalmazza az összes krómot és a vas maradékát. Ezt egy 1000 cm<sup>3</sup>-es hengerpohárban 50 cm<sup>3</sup> tömény kénsavban oldjuk és a szűrőt néhány cm<sup>3</sup> tömény salétromsav adagolása mellett elszenesítjük. A tiszta oldatot vízzel felvesszük és a krómot a szokásos módszerekkel (pl. permanganátos oxidáció és ferrosulfát-permanganátos titrálás, vagy kolorimetrikan) meghatározzuk. A szüredékben van a vanádium. Ehhez 20 cm<sup>3</sup> tömény kénsavat, 10 cm<sup>3</sup> 1.7 fajsúlyú foszforsavat és 15 cm<sup>3</sup> 1.2 fajsúlyú salétromsavat adunk és néhány üvegyöngy hozzá-

adása mellett kénsavgőzök megjelenéséig bepároljuk. Lehűlés után kétszer, egyenként 25 cm<sup>3</sup> 1.19 fajsúlyú sósavval óvatosan bepárolunk, mikoris minden vanádium négyértékű formába megy át. Az utolsó bepárolás után a lombikot óraüveggel lefedjük, néhány csepp szódabikarbonát adunk hozzá, lehűtjük. Lehűlés után kifőzött vízzel hígítjuk, és tizednormál kaliumpermanganáttal a vanádiumot 70° C-on megtitráljuk.

M. Foster (U. S. Geol Survey Bulletin No. 950 15 1946.) A króm és vanádium egymásmelletti meghatározásánál a következő eljárást ajánlja: a gyengén kénsavas króm és vanadát oldathoz erős rázás közben hidrogénperoxidot adunk, mikoris a króm perklórsavvá alakul. A perklórsavat etilacetáttal kvantitatív kizárjuk, a vizes oldatban marad a vanádium. A kizárított perklórsavat 10%-os káliumhidroxid adagolásával kromáttá alakítjuk vissza, mikoris vízben ismét oldódik és az etilacetáttal vízzel kizárható. Az ily módon szétválasztott krómot és vanádiumot ismert módszerekkel már külön-külön meg lehet határozni.

Juan C. Baro Graf: Pub. Inst. Investigaciones Mikroquim. (Rosario Argentina, 4, 57, 1940.) A vanádiumnak új mikrokémiai reakcióját ismereti. A kémli anyag telített oldata az ammonmolibdenatnak. Vanadilvegyületek oldata neutrális közegben ezzel amorf csapadékot ad. Ha ehhez a csapadékhoz vegytiszta piridint csöppentünk, ez a csapadék határozott violakék színű oktaéderes kristályokká alakul; a reakció érzékenysége egy gamma.

A vanádium gravimetrikus meghatározási módszerei közül teljesség kedvéért megemlítenő még a 8. hidroxichinolinós módszer is, mely azonban az alumínium, molibdén, stb. utólagos elválasztását is szükségessé teszi.

(Cass, Chem. Age, 55, 709, 1946. Neiricker a. Traedwell, Helv. Chim. Acta 29, 1472, 1946.)

Különösen alacsony V. töménységek (0.01 mg — 10 mg/100 cm<sup>3</sup>) esetén gyakran használják a kolorimetrikus módszereket. Itt sohasem szabad elfelejteni, különösen a szubjektív összehasonlító méréseknél, hogy a relatív pontosság ritkán haladja meg a 10%-ot. Ennek elérésére is jó módszer és gondosan előkészített oldatok szükségesek. A vanádium kolorimetrikus meghatározásának módszerei különböző színreakciókon alapulnak. A kapott színereősségeket megfelelő fizikai mérőműszerekkel összehasonlítjuk ismert töménységű vanádiumoldat által előidézett színnel. Ilyen készülék például a Seybold-féle, a Pulfrich-féle fotometer, a Hellige-féle komparator, stb. Itt a látómező két felébe kerülnek a színszűrővel homogenizált fényforrás sugarai. Egyik felébe a vizsgálandó, másik felébe az összehasonlító oldatont átszűrt sugarak jutnak. A készülék komponáló berendezésével egyforma intenzitásra állítjuk be a két megvilágított látómező felet. A komponáló dobszála elfordulása, adott színszűrők mellett, a meghatározáshoz szerkesztett skálarész — V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/l görbe felhasználásával egyszerűen megadja a vizsgált oldat V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> töménységét. Hasonló görbékkel dolgoznak a Lange-féle elektrokolorimétereknél is. Itt ugyancsak színszűrővel homogenizált fényforrás (többnyire higanylámpafény) sugarait ejtjük át ismert töménységű oldaton, valamint a megvizsgálandó oldaton és a fénykülönbség hatását mutató érzékeny galvanometer kitéréséhez meg-



szerkesztett görbéből vesszük ki a  $V_2O_5$  töménység értékeit.

Ezek a görbék egyes részükön lineáris, alsó és felső határértékeiknél pedig többnyire logaritmikus lefutásúak. Megszerkesztésüknél gondosan ügyelni kell arra, hogy az összehasonlító oldat, melybe az ismert mennyiségű  $V_2O_5$  adagokat mérjük, megközelítőleg tartalmazza ugyanazon sokat, melyeket a vizsgálandó oldat is tartalmazni fog. Ezenkívül ügyeljünk arra, hogy az összehasonlító oldat PH-ja is azonos legyen az elemzendő oldat PH-jával.

**Hidrogénperoxidos módszer, titán távollétében.** A módszernél erős savak, főlős  $H_2O_2$ , Fe, Wo, Cr, Ni, Mo zavaróak. A vasat eteres kirázással, a wolframot foszforsavval szokták eltávolítani. Általában 1,22 fajsúlyú kénsavban történő oldást alkalmaznak, utána feles cinkoxidtejjel történő keverést. A csapadékot, mely az összes vanadiumot magában zárja, leszűrik és hideg vízzel mossák. Utána a szűrőpapírt sósav és salétromsav elegyében csapadékostól feloldják, mikor az oldatba kerül a vanadium, a molibdén, a króm és a vas nyomai. Ezután nátronlúggal kb. neutralizáljuk az oldatot, és 1:1 hígított, 15 köbcentiméternyi nátronlúgba öntjük be lassan, keverés közben. Keményített szűrőpapíron szűrünk és forró vízzel jól kimossuk a csapadékot. Az összes vanadium a zavaró fémektől mentesen most már a szüredékben van. Ezután a szüredéket bepároljuk és 100  $cm^3$ -es normál-lombikba töltjük. Kolorimetrálás előtt sósavval savanyítjuk és az összehasonlító oldatnál használt mennyiségű hidrogénperoxidot (cca. 1—2 köbcentiméter) hozzáadjuk.

**Hidrogénperoxidos módszer titán jelenlétében.** Vanadium és titán egymás mellett meghatározható, mivel jellemző hullámhatáraik távol vannak egymástól (5700 angström és 4400 angström). De felhasználhatjuk a fluorhidrogén titánsárga színt elroncsoló tulajdonságát is. A fenti módszerrel előkészített oldathoz előbb 1—1  $cm^3$  3%-os  $H_2O_2$ -t adunk, utána, annyi fluorhidrogén oldatot, míg a színállandóság be nem áll. (G. Fenner Chemiker Zeitung 42. 403. 1918.)

**Sztrichnines módszer.** (A. W. Gregory Chem. News 100. 221. 1909.) A titán, molibdén, wolfram, jelenléte nem zavar, a vasé azonban igen, ez tehát lúgos közegben előzetesen eltávolítandó. A vizsgálat lefolytatásánál úgy az összehasonlító, mint a megvizsgálandó oldathoz 20—20  $cm^3$  0,4%-os kénsavas sztrichninoldatot adunk. A hígításokat tömény kénsavval végezzük. A szín, mely több órán át állandó intenzitású, első pillanatokban viola, mely erős narancsszínbe megy át.

**Diphenilaminos módszer.** (Fenner Chemiker Zeitung 42. 403.) Fenner megadása szerint a reakció 2—3-szor érzékenyebb, mint a hidrogénperoxidos és még 2,5 gamma is kimutatható. A színmaximum 50 fok Celsiusnál észlelhető, titán jelenléte nem zavar, valamint vasnyomok sem. *Oxidáló ágens azonban nem lehet jelen.* A reagens 0,2 gramm diphenilaminnak 100  $cm^3$  vízben történt feloldásával és szűrésével készült. A vizsgálatot 10 perc múlva végezzük, 1—1 mintához 5—5  $cm^3$  tömény sósavat és 5—5  $cm^3$  diphenilreagenst adva. Itt közöljük, a magyaróvári állami Bauxit Aluminium R. T. legújabb kidolgozott módszerének receptjét. 3,125 g timföldet 10 g szódabóraxkeverékkel platintégely-

ben feltárnak és az olvadékot 36  $cm^3$  tömény sósav és 150  $cm^3$  víz elegyében melegítve feloldják, majd kékszalagos szűrőpapíron át 250  $cm^3$ -es mérőlombikban szűrik. A feltöltött és összerázott lombikból 80  $cm^3$ -nyit pipettáznak egy 100  $cm^3$ -es mérőlombikba. Ehhez 14  $cm^3$  tömény sósavat, majd 5  $cm^3$  diphenilaminreagenst adnak hozzá, ezután meleg vízbe állítják a lombikot, azt 50 C-ra felmelegítik, jelig töltik, összerázzák, várnak néhány percig, míg a lombikban lévő oldat ibolyás színű nem kezd lenni. Ekkor megtöltik vele a 15  $cm^3$ -es küvétát és körülbelül hat perc múlva fotometrálnak, S 66-os szűrővel. A másik küvétában desztillált víz van. A színreakció maximumát kell mérni, ami 0,01%-nál alacsonyabb vanadiumtartalom esetében kb. 5—6 perc múlva következik be és kb. 4—5 percig állandó marad, utána csökken. Ha a vanadiumtartalom mennyisége magasabb, a reakció már kb. 2—4 perc múlva éri el maximumát és 3—4 percig marad állandó.

Az Alumíniumkutató Intézetben végzett kísérletek igazolják ezen megállapításokat, azonban azazal, hogy a módszer már 0,1 percent vanadiumtartalom esetében, a gyorsan változó színreakció maximum miatt nem megbízható, továbbá gondosan kell ügyelni a felhasznált sósav klórmentességére. (Oxidáló ágens, égetéses sósav mindig tartalmaz szabad  $Cl_2$ -t.)

**Ammonmolibdátos módszer.** (A. G. Woodmann L. Cag. Ran. Journ Am Chem. Soc. 23. 105.) neutrális oldatban intenzív sárga színt ad, mely néhány órán át állandó. A reagens 10  $cm^3$  frissen készített 10%-os ammoniummolibdenát oldat, 100  $cm^3$ -es törzsoldathoz. Az érzékenységet (25 gamma) titán, vas és foszforsav jelenléte zavarja, ezért a bauxitiparban nem ajánlható.

**Foszforwolframsavas módszer.** (A. G. Woodman, 1. c.) 0,1 gamma érzékenységu módszer. A vizsgálandó oldatokhoz 10  $cm^3$  85%-os foszforsavat adunk, felhígítjuk 80  $cm^3$ -re, majd 10  $cm^3$  10%-os foszforwolframsavat adunk, mint reagenset az oldathoz.

**Diphenilkarbazon-módszer.** K. Heinrich: Absolutkolorimetrie 1939.) Titán, króm nem zavar, molibdén, wolfram zavar. 1  $cm^3$  kb. neutrális vanadatoldatot (kevesebb, mint 0,02 mg  $V_2O_5$  még kimutatható, ha 50  $cm^3$ -re van felhígítva az oldat.) Az eljárás a következő: 50  $cm^3$  oldatot 5  $cm^3$  egyszer normál jégecet acetonos oldatával elkeverünk, majd 1  $cm^3$  0,1%-os diphenilkarbazon acetonos oldatát adjuk hozzá, erős rázás közben. A feltöltéseket tiszta acetonnal végezzük, a kolorimetriálás 5—10 perc múlva történhetik.

**Wolframsavas-ónkloridos módszer.** (M. Valsberg and A. L. Davidov. Zavodskaya L. ab. 11, 352—3/1945.) Előnye, hogy króm, nikkell, titán, réz, molibdén és ón jelenlétében használható. Megbízható eredményeket ad 0,02—0,2% vanadiumtartalomig. Az anyagfeltárás úgy történik, hogy vastégelyben 1 g anyagot hétszeres mennyiségű nátriumperoxiddal összeolvasztunk, az olvadékot lehetőleg kevés vízben oldjuk és 30  $cm^3$  kénsavat adunk hozzá. Ezután az esetleges mangánperoxid feloldása céljából, kevés 3 n. HCl-et adunk hozzá, majd 3  $cm^3$  7,5 normál salétromsavat. Bepároljuk 75  $cm^3$ -re, lehűtjük és egy 100  $cm^3$ -es mérőedénybe töltjük, vizet adunk hozzá a jelig és jól összekever-



jük. Ezután az oldat 20 cm<sup>3</sup>-re számítva 5 cm<sup>3</sup> foszforsavat (1.7) öntünk egy 100 cm<sup>3</sup>-es Erlenmaier-edénybe, felforraljuk, majd 9 cm<sup>3</sup> 5%-os Na<sub>2</sub>VO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O oldatot adunk hozzá, 92 fokra hevítjük, 2 percig állni hagyjuk és utána lehűtjük. Ezután 1 cm<sup>3</sup> 0.5%-os SnCl<sub>2</sub> oldatot adunk hozzá, átvisszük egy 50 cm<sup>3</sup>-es mérőedénybe, vízzel jelig töltjük és azután kolorimétráljuk, sárga, zöld színszűrőt használva.

Gyors módszer vanádium, titán és vas egymás melletti meghatározására, magas vastartalmú anyagokban. (Az Alumíniumkutató Intézet laboratóriumának módszere.) A sósavas oldatból a vasat külön próbában, Zimmerman—Reinhardt szerint határozzuk meg. A vanádium meghatározása céljából a vasat, titánt és vanádiumot tartalmazó törzsoldatból 50 cm<sup>3</sup>-t veszünk ki. Ha az oldás sósavban történt, az 50 cm<sup>3</sup> oldathoz 2 cm<sup>3</sup> 1:1 hígított kénsavat és 2 cm<sup>3</sup> tömény foszforsavat adunk. (Sok vas esetén 3—4 cm<sup>3</sup> foszforsavat használunk.) Ezután a titán színezés eltüntetése céljából 1 cm<sup>3</sup> 30%-os HF-et adunk az oldathoz, majd 1 cm<sup>3</sup> 3%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-t. Ezután a 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikot jelig feltöltjük, jól összerázzuk és a kolorimétrálást az ismertett módokon elvégezzük.

Mivel a hidrogénperoxidos meghatározásnál a fluorhidrogénes adagolás mellett a titán jelenléte nem zavar, azonban a titán meghatározásnál a vanádium jelenléte zavaró lehet, ezért a következő eljárást használja az Intézet: Hellige-féle neokomparátorral történik a meghatározás. Az egyik oldalon (pl. j) a titánt és vanádiumot tartalmazó oldattal megtöltött küvetta áll, a másik oldalon (b) annyi vanádiumot tartalmazó oldat, mint amennyi vanádiumot a vizsgálandó oldat tartalmaz. Itt tehát szükséges az oldat vanádiumtartalmának előzetes ismerete, amit a titán mellett az előbbi módszerrel, fluorhidrogénes adalékkal már meghatároztunk. A két anyag közötti extinkciós különbség a titán mennyiségét fogja megadni. Természetesen a baloldali, csak vanádiumot tartalmazó mérőoldathoz is azonos mennyiségű savakat kell adunk, mint amelyeket a jobboldalon elhelyezett oldat tartalmaz. Csakis így biztosítható egyértelmű eredmény. A meghatározás alapjául szolgáló extinkciós görbe megszerkesztése úgy történik, hogy a két küvetta mind azonos mennyiségű V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmú törzsoldatot teszünk, majd az egyikbe ezenkívül még 1, 2, 3, 5, 7, 10 cm<sup>3</sup> TiO<sub>2</sub>-t tartalmazó törzsoldatot, rendre mindegyiket 100 cm<sup>3</sup>-re feltöltve kénsavval, foszforsavval és reagensekkel ellátva. Az így kapott eredmények úgy a titán-, mint a vanádiumtartalomra ellenőrzötten megbízhatóak.

Vanádium potenciometrikus meghatározása. A vanádium potenciometrikus meghatározására G. Charlot Méthodes Modernes d'Analyse quantitative 1945. 255., ezenkívül Werner—Hiltner Ausführung potentiometrischer Analysen 1935. 108., továbbá Analyse der Metalle (Schiedverfahren, 1942, 378) című munkákban találunk részletes útmutatásokat. A legtöbb eljárás azon alapul, hogy az 5 értékű vanádiumvegyület ferroszulfát segítségével 4 értékűvé alakítható. Ezt a folyamatot egy Thanheiser és Dickens (Arch. Eisenhütten W. Bd5 1931. 109.) féle átcsapási elektróddal hajtjuk végre. Ezután rögtön permanganáttal oxidálunk, normál

kalomellektród alkalmazása mellett a legnagyobb potenciálugrásig.

Az oldás 1:2 hígítású, 75 cm<sup>3</sup> mennyiségű kénsavval történik, mely után lassan 30 cm<sup>3</sup> 1:1 hígítású salétromsavat adunk az oldathoz, majd az oldódás után 10 csepp tömény sósavat adunk. Ha az oldódás befejeződött, 150 cm<sup>3</sup>-re hígítunk, forralunk, szűrünk és a jelig töltünk. A kiváltott kóvasav eltávolítására redős szűrőn szűrünk. Egy meghatározáshoz 100 cm<sup>3</sup>-t veszünk ki és szárazra pároljuk. A továbbiakban 30 cm<sup>3</sup> 1:1 hígított kénsavval főlvevesszük, vízzel 100 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk és 6 cm<sup>3</sup> 1.7 fajsúlyú foszforsavat adunk hozzá. Ezután N/5 káliumpermanganát oldattal rózsaszínig titráljuk és 1—2 percig főzzük, majd lehűtjük. Ez az oxidáció az esetleg jelenlévő organikus anyagok elroncsolására szolgál. Ezután 180 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk és egy O műszer alkalmazása, valamint egy átcsapási elektródnak felhasználása mellett tizednormál ferroszulfát oldattal hidegen megtitráljuk mindaddig, amíg a mutató a 0 ponton át nem csap. A mérés rendkívül érzékeny, úgyhogy ajánlatos a ferroszulfát redukciónál egy kis felesleget alkalmazni. Ezután ennek a kis feleslegnek néhány csepp permanganát oldattal történő oxidációja következik. Most újból, azonban már ötvened normál ferroszulfát oldattal titrálva, pontosan beállítjuk a mutatót a 0 helyzetre.

Ilymódon a vanádiumoldatot előkészítettük az oxidimetrikus titrálásra. E célból 250 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk, 70 C°-ra melegítjük és N/10 permanganát oldattal megtitráljuk. A titrálásnál normálkalomellektródot használunk segédelektródnak, Poggen-dorf-féle kompenzációs kapcsolást alkalmazunk és a maximális potenciálugrásig titrálunk. A felhasznált káliumpermanganát köbciméterek számát IV—V. számítás alapján szorozzuk be a kiszámításkor.

A mangán, króm és vanádium potenciometrikus eljárással egymás mellett szépen meghatározható. Itt, ha wolfram nincs jelen, a következő eljárást alkalmazzuk: 1 g anyagot 45 cm<sup>3</sup> kénsavban (1:4) melegítés mellett feloldunk. Ezután a kóvasavat leszűrjük, 50 cm<sup>3</sup> forró kénsavas vízzel kimossuk és a szüredéket 10 cm<sup>3</sup> ezüstsulfát (5 g pro liter) és 30 cm<sup>3</sup> ammoniumpersulfát (500 g pro liter) oldattal elegyítjük. Az oldatot forrásig melegítjük, mikoris kromát, pervanádiumsav és permanganát keletkezik. A feles ammoniumpersulfát elroncsolása céljából az oldatot mindaddig forraljuk, míg az oxigénfejlődés be nem fejeződik. A forró oldatba platina-ezüstjodid elektródpárt mártunk és 0.02 normál nátriumoxalat oldattal elvégezzük a mangán meghatározását. A titrálás lassan történik. Ezután az oldatot szobahőfokra hűtjük le és ugyan-ezen oldatot 0.1 normál ferroszulfát oldattal krómra és vanádiumra titráljuk meg. A titrálás végét a mutatja, hogy egy csepp ferroszulfát oldat hatására a potenciál változás a maximális értéket túlhaladja. Ezután az összes króm három értékű és a vanádium négyértékű formájában van jelen. Most az oldatot ismét fölhevítjük 80 fok Celsiusra és a vanádiumot 0.02 N káliumpermanganát oldattal megtitráljuk. A titrálás végét itt is a maximális potenciálváltozás jelzi. Az elektródpár mind a három esetben platina-ezüstjodid. A ferroszulfátfogyasztás a króm és vanádium összegét, míg a permanganát-fogyasztás egyedül a vanádiumot adja meg. A módszer rendkívül elegáns, kényelmes és megbízható.



A potenciometrikus titrálásoknál, melyeknek elektrotechnikai kivitelezési módja Hiltner említett könyvében részletesen megtalálható, és ezen összefoglalásom keretein túlmegy, gondot kell arra fordítani, hogy megfelelő ismert mennyiségű kísérő sókat adjunk az ellenőrző vizsgálatok titrálásainál az ismert meghatározandó mennyiségű vanádium, króm stb. tartalmú oldatokhoz. A potenciometrikus elemzéseknél ugyanis, bár kisebb mértékben, mint a kolorimetriánál, szintén befolyásolhatják a kísérő ézzenyező sók az abszolút eredményeket.

## IRODALOM:

- Lunge: Untersuchungsmethoden II. 87.  
 Ledebur: Leitfaden der Eisenhütten Laboratorien 119.  
 NIK egységes elemzési módszerek.  
 Hecht: Anorganische Mikrowichtanalyse 204.  
 J. Mayer u. K. Kochme: Mikrochemie 16. 187. 1935.  
 Abegg: Anorganische Chemie, III. 679.  
 Traedwell: Lehrbuch d. Analytischen Chemie, II. 201.  
 Fehling: Handwörterbuch der Chemie. 8.  
 Rosenheim u. Friedheim: Z. f. Anorg. Chemie, I. 1313.  
 G. Charlot: Methodes modernes d'analyse quantitative, 1945.  
 W. Kriesel: Metall u. Erz, 39. 143. 1942.  
 Daubner: Berichte Deutscher Keramischen Gesellschaft 23. 455. 1942.  
 Trepka Bloch: Zeitschrift Anal. Chem. 125. 276. 1943.  
 Otto Niesoldj: Ausgewählte Chemische Untersuchungs Methoden, 1939.  
 M. Foster: U. S. Geol. Survey Bulletin. 950. 15. 1946.  
 Juan C. B. Graf: Pub. Inst. Investigaciones Mikroquim. Rosario, Argentina, 4. 57. 1940.  
 Cass: Chem. Age, 55. 709. 1946.  
 Neiricker c. Traedwell: Helv. Chim. Acta, 29. 1472. 1946.  
 G. Fenner: Chem. Ztg. 42. 403. 1918.  
 A. W. Gregory: Chem. News, 100. 221. 1909.  
 A. G. Woodman L. Cag. Journ. of Am. Chem. Soc. 23. 195.  
 Heinrich Thiel: Thsolut Kolorimetrie, 1939.  
 M. Valsberg and A. L. Davydov: Zavodskaya Lab. 11. 352. 1945.  
 Werner Hiltner: Ausführung potentiometrischen Analysen, 1935. 108.  
 Analyse der Metalle, Schiedsverfahren, 1942. 378.  
 Thanheiser u. Dickens. Archiv Eisenhüttenw. 5. 1931. 109.

## Hibaigazítás:

Lapunk 4. száma, 73. oldalán kezdődő dr. Papp Elemér: „Vanádium kinyerés vanádiumtartalmú nyers iszapból“ című cikkében a nyomdai és szerkesztői kefelevonat korrektúrájának sajnálatos elcserelése következtében értelemzavaró sajtóhibákat kell helyesbíteniünk:

1. 73. oldal, első hasábjában, 4. sorában „glaubersós, vagy NaCl-os“ helyett: „glaubersós, vagy NaCl-os“ a helyes.

2. Ugyanezen oldal, második hasábjában, második bekezdése, utolsó sorában „Vanadin verbindingen“ helyett: „Vanadinverbindungen“ a helyes.

3. Ugyanezen oldal és hasábjában, 4. bekezdésének, 6. sorában „muholizált oldat“ helyett: „neutralizált oldat“ a helyes.

4. A 74. oldal, első hasábjában, 4. sorában „kristályokból egyesítettük“ helyett: „Kristályokból áll — egyesítettük“ a helyes.

5. Ugyanezen oldal, második hasábjában, első bekezdése, 9. sorában, „6.50 cm<sup>3</sup>-nyi“ helyett: „650 cm<sup>3</sup>-nyi“, a 10. sorban pedig „NH<sub>4</sub>OH-val“ helyett: „NH<sub>4</sub>OH-val“ a helyes.

6. Ugyanezen oldal, második bekezdés, 4. sorában „2.6 gr“ helyett: „26 gr-“ kell olvasni.

Ugy a szerző, mint olvasóink elnézését kérjük a sajtóhibákért.

Szerkesztő.

## A könnyűfémek alkalmazása mérnöki szerkezetekben\*

DR. MENYHARD ISTVÁN

S. Menyhárd: **Employment of light metals in the constructions of civil engineering.**

Light metals proceed triumphantly in the field of civil engineering constructions too. Conquest will be the easier here the lower aluminium prices will be and the better mechanical properties could be attained by the industry. Not the tensile strength but a high yield point (2500 kg-s/cm<sup>2</sup>) and 12—18% of elongation, high fatigue and corrosion resistance are the deciding factors. If the light metal industry is able to supply a metal quality suitable for the demand then a considerable part of the constructions will be built also in this country from light metal materials. The article discusses on base of technical literature some railway and highway bridges, built mostly from light metals. According to the examples enumerated the aluminium constructions employed to bridges were of immense economical importance.

\* Egyesületünk Aluminium Szakosztályának 1949 márc. 4-én tartott ülésén elhangzott előadás.

Dr. Иштван Меньхарт:

**Применение лёгких металлов при строительстве металлоконструкций.**

Покорительный путь лёгких металлов качался и в области металлоконструкций. Их распространение будет тем легче, чем дешевле будет стоимость алюминия и чем лучшие будут достигнуты в промышленности механические свойства сплавов, при чем имеется в виду не временное сопротивление разрыву а в первую очередь высокой предел текучести (2500 кг/см<sup>2</sup>) при относительном удлинении 12—18%, высокое сопротивление усталости и коррозионная стойкость. Если цветная металлургия сможет создать соответствующие этим требованиям качества, то будут иметься все предположения для внедрения лёгких сплавов в отечественном производстве металлоконструкций.

На основании данных из литературы дается изложение некоторых иностранных железнодорожных и шоссе мостов, построенных большею частью из алюминия. Приведенные примеры дают понятие о чрезвычайном народнохозяйственном значении алюминиевых конструкций в мостостроении.

Az utolsó évtizedig úgy látszott, hogy az aluminium és a könnyűfémötvözetek a vegyészeti, gépészeti és elektromos ipar fontos anyagai marad-



nak. A repülőgépvázak és motorok által megkívánt követelmények kielégítése azonban sokfajta és különleges tulajdonságú könnyűfémötvözetet kívánt és ezek közül voltak, amelyek a mérnöki szerkezetekben alkalmazott acélszerkezetek tulajdonságait megközelítették. Ezzel a folyamattal egyidőben a könnyűfémötvözetek ára annyira esett, hogy azok bizonyos speciális mérnöki feladatok megoldására gazdaságosnak látszottak. A folyamat hasonlít ahhoz, amit a Bessemer-féle eljárás a múlt század 60-as éveiben az acéliparban előidézett, amikor a folytacél a mérnöki szerkezetekben a fa- és kőszerkezetek versenytársaként jelent meg. Nem nagy képzelőerő kell a könnyűfémötvözetek terhodítását előrelátni és úgy gondolom, a következő generáció szemének megszokott dolog lesz az unalmas szürkére festett acélszerkezetek helyett a csillogó könnyűfémhidak képe.

Az alumíniumötvözetek közt vannak olyanok, amelyek megfelelő magas folyási határ mellett tekintélyes nyúlással rendelkeznek, szegecselhetők és így alkalmasak az acélszerkezetek helyettesítésére. Rendkívüli előnyük a könnyűség. Ez a könnyűség az a tulajdonság, aminek révén szerephez jutottak szerkezeteinkben. Ne felejtjük el ugyanis, hogy hídjaink terhelésének 50–75%-át az önsúly teszi és nagyobb nyílású hidaknál ennek az állandó terhelésnek nem jelentéktelen része a tartószerkezetek önsúlya. Az alumíniumötvözetek könnyűsége tehát nemcsak azt jelenti, hogy könnyebb darabokat kell szállítani és szerelni, hanem azt is, hogy kisebbek lesznek a belső erők és kisebb szelvény kerül alkalmazásra, ha a könnyűfémeket a folytacéllal egyenlő szilárdságúnak vesszük. Ezáltal elég nagy támaszköz esetén kevesebb térfogatú könnyűfém, mint acél kerül beépítésre és a súlyarány a fajsúlykülönbségen felül a könnyűfémek javára tolódik el.

Első példa az alumínium nagyszabású alkalmazására a mérnöki szerkezetekben a Smithfield Street-i híd pályaszerkezete Pittsburghban, melyet 1933-ban átépítettek. A pályaszerkezet eredetileg acéltartókon nyugvó fapálya volt és ha ezt normális acélszerkezetű pályával cserélték volna ki, a kábeleket meg kellett volna erősíteni. Tiszta könnyűfém pályaszerkezetet építettek, ami hozzávetőleg 50%-kal könnyebb lett, mint a már amúgyis könnyű fapálya. A cél az volt, hogy a főtartókat ne kelljen megerősíteni, annak ellenére, hogy a járműterhelést mintegy 50%-kal felemelték. E szerkezet már kb. 15 éve áll és kitűnően megfelel, bár az ott alkalmazott ötvözet nem azonos azzal a tökéletes könnyűfémötvözetrel, amelyet ma ilyen célokra alkalmazni tudunk. Azóta készült egy sokkal komolyabb kísérlet az alumíniumhidak bevezetésére.

Az Egyesült Államok és Kanada határán, Montreal és az Ontario tó között, ezen a fontos ipari területen és többek között a Massena-i Alcoa Művek területén áthaladó összekötő vasútvonal, áthidalja a Grasse-folyót. Az áthidalás 200 m összhosszú, 7 nyílású, kéttámaszú tartókból áll. A régi híd, amely 1897-ben épült, az időközben megváltozott forgalmi viszonyok megkívánta nagyobb tengelynyomásokra már nem felelt meg. Az átépítési munkával a Bethlehem Acélipari Műveket bízták meg. Az Alcoa Alumínium Művek javaslatára az egyik nyílást alumíniumötvözetből építették meg, mert ennek a kísérletnek igen nagy műszaki jelentősége volt. Ezáltal lehetővé vált a könnyűfémek

alkalmazásának előnyeit, vagy hátrányait nagyobb jelentőségű mérnöki szerkezetben kikísérletezni. A számítást és a terveket az Alcoa Művek készítették Hardesty és Hanover tanácsadó mérnökök vezetése és ellenőrzése mellett. A Massena-i üzem szállította a profilokat és lemezeket a Bethlehem Műveknek, ahol a szerkezetet készítették.

A híd 6 nyílása acélból készült, ezek közül kettő 23 m, egy 27 m és három 30 m nyílású. A negyedik 30 m-es nyílás, amely a híd közepén van, könnyűfémből készült. Amíg a 30 m-es acélnyílások 58 tonna súlyúak voltak, a könnyűfém-nyílás összes súlya 24 tonna. Az egyes nyílásokat mozgódaru segítségével építették meg, amely vasúti kocsihoz szerelve közlekedett a már elhelyezett főtartókon. A szerkezet könnyűségének egyik előnye az volt, hogy míg az acélszerkezetű nyílásokat két részben kellett a helyszínre szállítani, addig az alumíniumszerkezet teljesen elkészíthető volt az üzemben és a daru úgy helyezte a pillérekre. A daru t. i. 30 tonna teherbírású volt. Kiténik tehát, hogy a súlymegtakarításon kívül a szerkezet könnyűsége szerelési egyszerűsítéseket is eredményezett, mert feleslegessé vált az állványozás és a helyszíni szerelés, ami költséges és veszélyes munka. A szerelés ezen építési könnyűsége kifejezésre jutott az árban is. Egy másik megtakarítás abból állt elő, hogy a felhasznált alumíniumötvözet a korroziónak jobban állt ellen, mint az acélötvözet és így a mázolás és a várható fenntartási költségek kevesebbek.

A számítást illetően a következő jellegzetes adatokat adhatom meg:

Amíg az acélszerkezetű nyílások maximális hajlító nyomatéka 425 tm volt, addig az alumíniumszerkezetben mindössze 398 tm a maximális nyomaték. Ez a közvetett megtakarítás tisztán az alumínium könnyebb súlyának tulajdonítható. A szerkezet részleteiről nem akarok sokat beszélni, mindössze azt említem meg, hogy a főtartók normális gerinclemezes tömör tartók, a szögvasak mérete  $200 \times 150/15$  mm-es és a gerinclemez magassága 3 m, vastagsága 18 mm. A gerinclemez 7.5 m hosszú darabokból állott, 3 helyen illesztve. A csatlakozó acélszerkezet gerinclemez magassága 2.80 m, vastagsága 13 mm. A könnyűfém szerkezet nagyobb gerinclemez vastagsága és magassága a könnyűfémek kisebb rugalmassági modulusában és ebből kifolyólag a gerinclemez nagyobb kihajlási veszélyében leli magyarázatát. A felhasznált alumíniumötvözet 4.4% Cu, 0.8% Si, 0.8% Mn és 0.4% Mg-tartalmú, kb. a hazai dural-típusú ötvözetnek felel meg. Az anyagot természetesen nemestítették. Szilárdsági jellemzői a következők: szakítószilárdság 46–48 kg/mm<sup>2</sup>, folyási határ 35–41 kg/mm<sup>2</sup>, nyúlás 10%, nyírószilárdság 27–29 kg/mm<sup>2</sup>, fáradási határ 12.5 kg/mm<sup>2</sup>, Brinell-keményesség 135. Ezt az ötvözetet már 25 éve használják és nagy szilárdságával, jó korrozio ellenállásával és azzal a tulajdonságával tűnik ki, hogy könnyen lehet belőle nagyméretű profilokat hengerelni vagy sajtolni. A szegecseket részben gyárilag, részben a helyszínen készítették. A gyártás folyamán végzett szegecselés egy 80 tonnás sajtó segítségével hidegen készült. A szegecs anyaga különbözött az ötvözetek anyagától, annál lágyabb, kisebb réztartalmú és kisebb szilárdságú volt. Nyírószilárdsága 23 kg/mm<sup>2</sup>. A helyszíni szegecselésre olyan szegecsanyagot használtak, amely melegen dolgozható meg, ez egy némi chrom-tartalmú



aluminium-magnézium-szilíciumötvözet volt. A melegen készített szegecskek szilárdsága kb. 10%-kal kisebb a hidegen szegecselhető anyagnál. Egy fő-tartó elkészítéséhez 4 gerinclemezre volt szükség. A szerkezet elkészítése ugyanazzal a normális berendezéssel történt, mint amivel az acélszerkezeteket készítették, mindössze a szegecskek nemesítéséhez volt szükség egy elektromos kemencére. Összeszerelés előtt az érintkező felületeket megtisztították és azután egy alumínium és cinkchromat-tartalmú védőréteggel látták el. A kész szerkezetet desoxidálták, majd cinkchromattal átkéfélték és utána azonnal alumíniumfestékkel vonták be. Az atmoszferikus korrozioról tapasztalatokat szerzendő, minden tartó északi oldalán egy-egy fél négyzetméteres területet védelem nélkül hagytak. A csatlakozó acélszerkezetek minizálás után két réteg alumíniumfesték bevonatot kaptak, úgyhogy a szerkezet megjelenésében különbség nem látszik. A könnyűfémszerkezetre megengedett legnagyobb hajlítási igénybevétel  $1480 \text{ kg/cm}^2$ , azonos az alkalmazott acélszerkezet megengedett igénybevételével. A használat folyamán a könnyűfémszerkezetű nyílás pontosan ugyanszoktat a terheléseket és dinamikus hatásokat fogja kapni, mint a mellette lévő acélnyílások, így kitűnő és biztos összehasonlítható alapul fog szolgálni a könnyűfém viselkedésére nehéz mozgóterhelés alatt.

Azóta még egy jelentékenyebb műtárgy készült alumíniumból: a Wear-folyó hídja Angliában. Ez a híd az Északi-tenger jelentős kikötője, Sunderland mellett épült, s a Hudson- és Hendondokkok áthidalására szolgál. Mult év szeptemberében nyílt meg ez a nyitható híd. Természetes, hogy ennél a hídnál az alumínium előnye nemcsak a tartószerkezet önsúlyának könnyűségében jelentkezik, hanem abban is, hogy mindazon gépek, amelyek ezt a hidat nyitják vagy csukják, kisebb teljesítményűek lehetnek és energiafogyasztásuk is kisebb. A közölt adatok szerint ennél a hídnál az alumíniumszerkezet alkalmazása 60% súlymegtakarítást jelentett. A felhasznált könnyűfémötvözet mennyisége 51,5 tonna, szakítószilárdsága  $3900 \text{ kg/cm}^2$ , folyási határa  $2350 \text{ kg/cm}^2$ , hasonlít tehát a mi duralumínium szabványainkhoz. A híd képét sok helyen láthattuk szakfolyóiratokban.

Ezenkívül még két épülő alumíniumhídról tudunk, amiről publikáció történt. Az egyik Kanadában, Arvida közelében épül. Ez a híd 150 m összhosszú, középső nyílása 100 m hosszú, szerkezete kétcsuklós ív. A pályaszerkezet 9 m széles. Abból a kevés közlésből, ami erről a hídról megjelent, értesülünk róla, hogy 700 tonna acélszerkezet helyett 200 tonna könnyűfémszerkezet került beépítésre. Skóciában is épül egy könnyűfém-híd, amiről közelebbi adatunk nincs.

Amint a felsorolt példákban láthattuk, az alumíniumszerkezeteket először olyan speciális mérnöki probléma megoldására használták fel, amelynél a könnyűség igen nagy gazdasági jelentőségű volt abból a szempontból, hogy a főtartókat nem kellett megerősíteni. A Wear-folyó hídjánál, mely nyitható híd, a szerkezet könnyűsége az energiafogyasztást és az erőgépek teljesítményét is befolyásolta. A Grasse-folyó hídjánál nincs más speciális előny, csak annyi, amennyi az acélszerkezet és alumíniumszerkezet súlykülönbsége folytán a nyomtatékban jelentkezik. Amikor a gazdaságosság kérdését vizsgálat tárgyává tesszük, csupán ezt az

utóbbi előnyt vehetjük számításba, mert szerkeze-teink, a mérnöki szerkezetek majdnem kizárólag fix-jellegűek. Hídepítési célokra alkalmas alumíniumötvözetek hűzésre és hajlításra megengedhető igénybevételei nagyjában azonosak a folyt-acélal. A nyírásra megengedhető igénybevétel kisebb és a rugalmassági modulus alacsony (cca.  $700.000 \text{ kg/cm}^2$ ) volta folytán a nyomott rudakat a kihajlási veszély miatt bővebben kell méretezni. Ha a nyírás és a nyomás nem volna kedvezőtle-nebb az acélnál, akkor olyan szerkezetekben, ame-lyekben a tartószerkezet önsúlya elhanyagolható, a fajsúlyarányának megfelelő 35% súlyú könnyű-fém-anyag helyettesítené a folytacélt. A két utóbbi tényezőt figyelembevéve, ez a súlyarány valamit romlik és amint a kivitelezett példák igazolják, 40%-ot tesz ki. A könnyebb súlyú darabokat azon-ban könnyebb szerelni és olcsóbb a szállításuk. A mázolás és a mázolásfenntartási költség is keve-sebb és habár a szegecselési munka valamivel drá-gább, feltehető, hogy az acélnél kb. háromszorta nagyobb könnyűfém egységár versenyképes. Ebben a fejtegetésben hallgatólag feltételeztük, hogy a térfogategységre eső megmunkálási és gyári össze-szerelési költség azonos az acélal. Ezen általá-nos elv alól három kivétel tehető:

1. Olyan szerkezetek, amelyeknek könnyűsége igen fontos; ilyenek a szétszedhető és összerak-ható katonai hidak, pontonok, stb.

2. Mozgatható szerkezetek, ahol a szállítási költség, az energiaszükséglet és az erőgépek amor-tizációja jelentékeny, pl. mozgatható gátak táblái, futódaruk, mozgatható állványzatok.

3. Olyan nagynyílású hidak tartószerkezetei, melyeknél a főtartószerkezet súlya a híd állandó terhelésében jelentékeny szereppel bír.

Amíg kis nyílású hidaknál a kivitelezett pél-dák és az elméleti számítások tanulsága szerint is azonos megengedett igénybevételek mellett a könnyűfémszerkezet önsúlya az acélszerkezet össz-súlyához képest 40% volt, addig pl. egy 100 m-es nyílásnál ez a súlyarány már csak 30%-ot tett ki, mint az Arvida-i hídnál láttuk. Ilyen nagynyílású hidaknál a könnyűfémötvözetek versenyképesek lehetnek a folytacéllal, ha kg-kinti áruk nem több, mint az acél kg-kinti árának 4—5-szöröse.

Azok az alumíniumötvözetek, amelyek hídepítési célokra alkalmasak, természetesen más acél-szerkezetek pótlására is alkalmasak. Szemügyre vehetjük tehát a tetőszerkezeteket is. A tetőszerkezetekben a tartószerkezet önsúlya aránylag alá-rendelt jelentőségű. Az összes terhelésnek 5—10 %-át teszi ki. Az alumíniumszerkezetnek könnyű-sége tehát jelentős anyagmegtakarítást ebből az okból nem idéz elő. Két szempont lehet, ami elő-térbe helyezi: a könnyebb szerelhetőség és az a körülmény, hogy megfelelő ötvözet esetén mázolni nem kell. Az építészeket érdekelheti még a tetsze-tős megjelenés. Itt tehát tisztán az alumínium ára az, ami befolyásolja a létesítmény gazdaságos-ságát. Van azonban még egy szempont, ami az épületszerkezeteknél, különösen a tetőszerkezetek-nél számításba jöhet. A tetőszerkezetek igény-bevétele gyakorlatilag statikus és a hőterhelésből, valamint a szélnyomásból származó igénybevétel-változások, vagyis a fásasztások száma aránylag kicsiny. Szóba jöhetnek tehát olyan nagyszilárd-ságú alumíniumötvözetek, amelyeknek ugyan fá-rasztás iránti ellenállásuk aránylag kisebb, de



még szegecselhetők. Ezek az anticorrosional-típusú ötvözetek. Ezekben az ötvözetekben valószínűleg jóval nagyobb igénybevételeket engedhetünk meg, mint a folytácélban és így az acélszerkezet-könnyűfémszerkezet súlyaránya az előbb említett 40%-nál kedvezőbb lehet, leszállhat 30%-ig, vagyis a könnyűfém versenyképes lesz már 4—5-szörös kg-kinti acélárnál. Az ilyen könnyűfém tetőszerkezeteknél még az a lehetőség is felmerül, hogy azokat egyáltalában ne mázoljuk. Az említett nagy-szilárdságú alumíniumötvözetek igen jól ellenállnak a korroziónak és a mázolási költség elmaradása külön megtakarítást jelent.

A könnyűfém egységára ma még messze van attól a szinttől, amiről előbb szó volt, de alumíniumiparunk rohamos fejlődése feljogosít arra a reményre, hogy nemsokára elérjük az acélár 5-szöröse körüli kg-kinti egységárat, amikor a könnyűfém az előbb kifejtettek szerint már versenyképes lehet. Fel akarunk erre készülni és éppen ezért a kereskedelmi kormányzat elhatározta két kísérleti alumíniumszerkezet megépítését. Az egyik a Kossuth-híd vizsgálókocsija, amely egy kisebb méretű rácsos alumíniumszerkezet, a másik a szabadszállási 12 m fesztávolságú közúti híd. Ez utóbbi tiszta alumíniumszerkezetű lesz, még a pálya tartóelemei is alumíniumból készülnek közvetlenül ráhelyezett aszfaltburkolattal, eddigi terveink szerint. Minden reményünk meg van rá, hogy ez a híd még az idén elkészül és ezzel Magyarország előkelő helyet foglal majd el a mérnöki könnyűfémszerkezetek kikísérletezése és alkalmazása terén.

Láttuk tehát, hogy a könnyűfémötvözetek megkezdtek hódító útjukat a mérnöki szerkezetek területén is. Annál gyorsabb lesz elterjedésük szerkezeteinkben, minél alacsonyabb lesz az előállítási költség és minél jobb anyagot kapnak a mérnökök speciális igényeik számára. Mit várunk

az ideális alumíniumötvözetűtől? Minket a szakítószilárdság nem túlzottan érdekel. Magas folyási határ (legalább 2500 kg/cm<sup>2</sup>), 12—18% körüli nyúlás, magas fátadási szilárdság és a közönséges középeurópai klimatikus viszonyoknak megfelelő korrozio ellenállás: ezek a kívánalmaink. A folyási határt illetőleg természetesen a nyúlás megtartása mellett szeretnénk sokkal nagyobb értékeket elérni. Vannak, akik az alacsony rugalmassági modulus-tól félnek. Igaz, hogy az alumíniumszerkezetek behajlása ebből az okból kifolyólag nagyobb, a hajlékonyság azonban a számba nem vehető külső mozgásokkal és dinamikus hatásokkal szemben való érzéketlenséget is jelent, ami nem megvetendő előny. Túl vagyunk már azon az időn, amikor a tartók hasznos terhelés alatti lehajlásának nagy jelentőséget tulajdonítottak. Meg fogjuk-e kapni ezt az ideális anyagot? Ha megkapjuk, nincs messze az az idő, amikor szerkezeteink jelentékeny része könnyűfémből fog épülni.

### Összefoglalás.

A könnyűfémötvözetek megkezdtek hódító útjukat a mérnöki szerkezetek területén is. E térhódítás annál könnyebb lesz itt, minél olcsóbb lesz az alumínium ára és minél jobb mechanikai tulajdonságokat fog az ipar elérni. Nem a szakítószilárdság, hanem a magas folyási határ (2500 kg/cm<sup>2</sup>) és 12—18%-os nyúlás, magas fátadási szilárdság és a korrozio a döntő tényező. Ha a könnyűfémipar e követelményeknek megfelelő minőségeket tud szállítani, szerkezeteink jelentékeny része itthon is könnyűfémből fog készülni.

Irodalmi adatok alapján a cikk, néhány külföldi, nagyrészen alumíniumból készült vasúti és közúti hidat ismertet. A felsorolt példák szerint a hidaknál alkalmazott alumíniumszerkezetek igen nagy gazdasági jelentőségűek voltak.

## Könnyűfém lemez- és szalaghengerlés technikai fejlődése

KÖVES ELEMÉR okl. fémkohómérnök

### Technische Entwicklung des Walzens von Leichtmetall Blechen und Bändern.

Von Dipl. Ing. ELEMÉR KÖVES.

#### Übersicht.

Der Artikel beschäftigt sich mit der Technik des Walzens von Leichtmetallen, kennzeichnet die auf diesem Gebiete erreichten Fortschritte und befasst sich sodann mit der modernsten kontinuierlichen Walzmethode, sowie mit der Modernisierung des Walzens von Leichtmetallen unter Berücksichtigung der ungarischen Verhältnisse.

*New methods in sheet and strip rolling of light metals.*

By Dipl. Ing. ELEMÉR KÖVES.

#### Summary.

The article deals with the sheet and strip rolling of light metals describing recent developments in this field of engineering.

Furthermore, the article describes the up to date continuous rolling methods and gives hints as to the modernisation of the rolling mills for light metals with special respect to Hungarian circumstances.

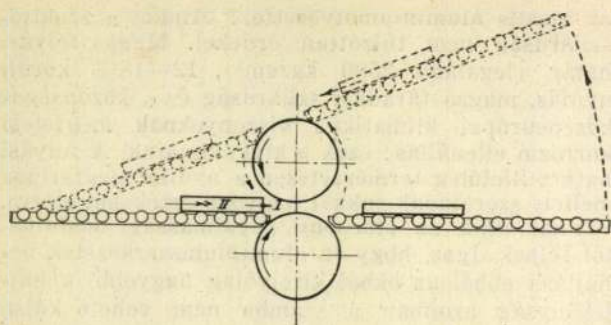
Элемер Кэвеш:

#### Техническое развитие производства листового легкого металла.

В статье описаны способы проката легкого металла и достижения техники в этой области. Статья знакомит с новейшими способами практикования металлов и с модернизацией прокатных станов в Венгрии.

Miután duo állványokon a hengerlés csak egyirányban történik, a tömböt emelőasztal segítségével minden szűrés után a hengerek felett át kell emelni, ami időtrabló művelet. A tömb nagysága itt kötött, mert a kihengerelt lemezhozzá az átemelő asztal adott méretével nem több, mint 6—7 méter. Al—Cu—Mg ötvözetű tömbök henger-

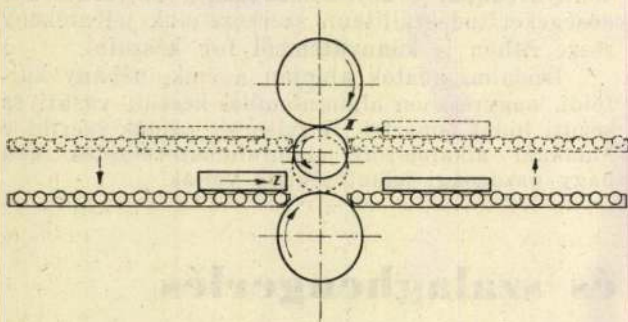




1. ábra. Hengerlés vázlata duo hengerállványon átemelő asztallal.

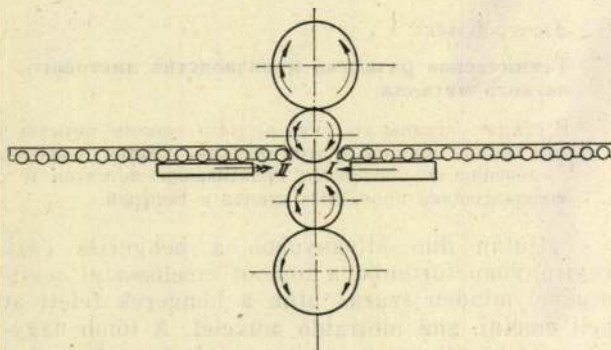
lési teljesítménye dou meleg hengerállványokon állványonként havonta 500—700 t,  $1000 \times 8-10$  mm méretű előhengerelt lemezekre számítva. Ebből a mennyiségből 60%-os kihozatal esetén 300—400 t kész lemez gyártható. Ha a hengerlési tömbök súlya a 150 kg-ot nem éri el, úgy a hengerlési teljesítmény csak 400—500 t lesz. A lemezek hideghengerléséhez szintén duo lemez hengerállványokat alkalmaztak, melyeknek teljesítménye Al—Cu—Mg ötv. hideghengerlésénél állványonként és havonta 10 mm-ről 1 mm-re való hengerlés esetén 60 szűrással kb. 25 t, 10 mm-ről 0.6 mm-re pedig 80—85 szűrással kb. 15 t.

A fejlődés úgy mint a vas és réz hengerlésénél trio hengerállványok alkalmazásához vezetett.



2. ábra. Hengerlés vázlata trio hengerállványon.

Ezeknek az állványoknak az az előnyük, hogy a hengerlést mindkét irányban lehet folytatni és ezzel a hengerlési teljesítmény fokozható. Korszerű trio állványon, maximum 250 kg-os tömbökből havonta kb 1000 t  $1000 \times 6-7$  mm méretű lemez nyújtható elő melegen és ebből, a méretektől függően, kb. 600 t kész lemez gyártható.



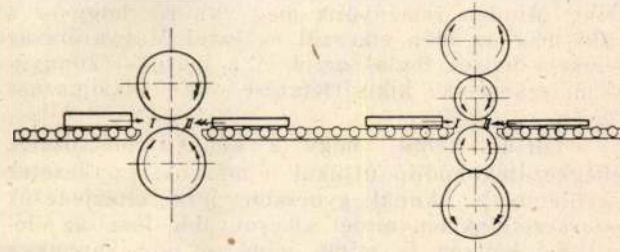
3. ábra. Hengerlés vázlata reverzálható quarto hengerállványon.

Al—Cu—Mg ötvözetből trió állványon hidegen 10 mm-ről 1 mm-re havonta kb 45 t nyújtható le, ill. 10 mm-ről 0.6 mm-re 20—25 t.

Ugy a duo, mint a trio hengerállványok teljesítménye nagyobb hengerlési sebességgel, elektromos hengerállítás és egyéb mechanizálás alkalmazásával némileg növelhető, lényeges eredmény azonban csak akkor érhető el, ha az egyenkénti lemez hengerlésről folytatólagos szalagban való hengerlésre térünk át. Folytatólagos hengerlésre a reverzálható hengerállványok jönnek számításba, melyeket nagyméretű egyenáramú elektromotorok hajtanak meg.

Reverzálható duo meleg hengerállványokon már 400—450 kg-os tömbök is nyújthatók kb. 25 m hosszúra 2.5 m/sec hengerlési sebességgel. Egy ilyen meleg állvány teljesítménye havonta  $1000 \times 5-6$  mm méretre való hengerlés esetén kb. 1500 t, mely mennyiségből kb. 1000 t kész lemez gyártható. Ha ezeknek az állványoknak a szélességét növeljük és 2000 mm széles méret hengerelhető, úgy a megadott teljesítmény 70—80%-kal még növelhető.

A teljesítményt csak újabb állványok alkalmazásával lehet fokozni. Ezeket az állványokat célszerű egymás mögé helyezni, miáltal a hengerlés már folytatólagosan történik.



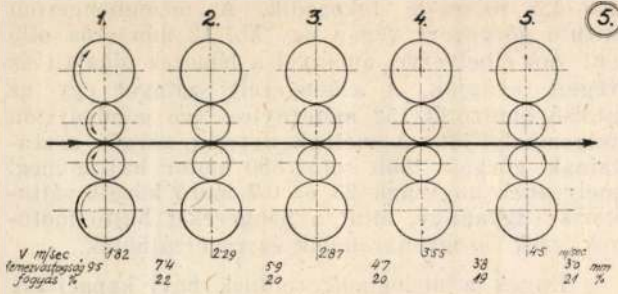
4. ábra. Folytatólagos hengerlés vázlata reverzálható duo-és quarto hengerállványokon tandem elrendezésben.

A két egymás mögött lévő reverzálható hengerállvány közül az első duo, a második pedig quarto. Ezen a hengersoron 450—500 kg-os tömbökből havonta kb. 2300 t nyújtható elő melegen  $1000 \times 5$  mm méretre, 30—35 m hosszú lemezekké. Ebből láthatjuk, hogy ennek a tandem hengersornak a teljesítménye az egyszerű duo reverzálható hengerállvány teljesítményénél 50%-kal nagyobb. A melegen előhengerelt 2300 t-ból kb. 1600 t kész lemez gyártható.

Az előző két tandem-állvány mögé még 3 további reverzálható quarto hengerállványt helyezve, 700 kg-os tömbökből, 70—80 m hosszú  $1000 \times 3$  mm méretű lemezek hengerelhetők folytatólagosan melegen. Ennek a hengersornak a teljesítménye, fenti méretek meleghengerlése esetén, havi 3500 t és ebből a mennyiségből 2700 t kész lemez gyártható. Ha az állványok szélességét növeljük és a hengerlést 2000 mm szélességben folytatjuk, a meleghengerlési teljesítmény havonta 6000 t lesz, amiből kb 4600 t kész lemez gyártható. A kb 10 mm-re melegen előhengerelt lemezek további meleghengerlését három egymás mögötti reverzálható quarto állvány helyett 5 reverzálható quarto állványon is végezhetjük, miáltal szebb és jobb hengerlési felületet kapunk.

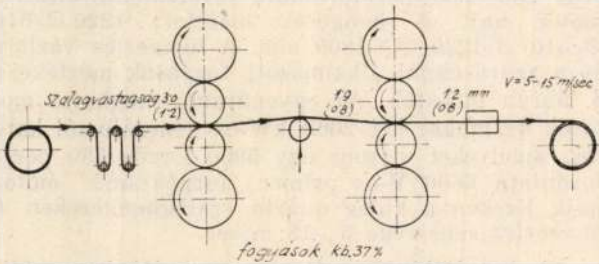
A lemezek kész hideghengerlését modern hengerművekben reverzálható quarto szalaghengeráll-





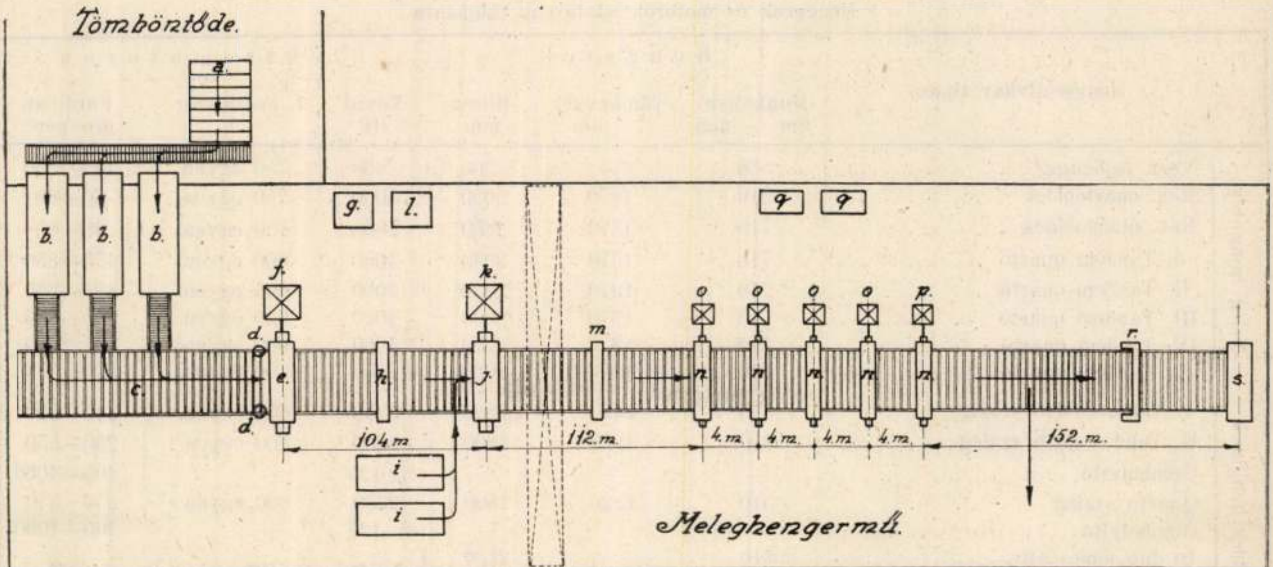
5. ábra. Hengerlési sebesség és fogyasztás meleg tandem quarto hengerállványokon.

ványokon végzik Egy reverzálható quarto hideg szalaghengerállvány 30 m hosszú  $1000 \times 5-6$  mm melegen előhengerelt szalagból havonta kb. 300 t  $1000 \times 0.6$  mm méretű kész szalagot tud hengerelni. Ha a szalagot melegen 5 mm helyett 3 mm-re nyújtjuk, úgy természetesen a hideghengerlésnél megadott havi 300 t még fokozható. Ez a nagy teljesítmény a kis átmérőjű munkahengerekkel alkalmazható nagyobb mértékű fogyásokkal és a dob húzásával érhető el. Az a fogyási mérték, amely duo lemezállványon 60-85 szűrással, quarto szalaghengerállványon 5-7 szűrással érhető el.



6. ábra. Hideg szalaghengerlés vázlata tandem quarto állványokon.

A hideghengerlési teljesítmény fokozása érdekében újból lehet több állványt tandemben egymás mögé helyezni és a hideg szalaghengerlést folytatólagosan végezni.



7. ábra. Modern amerikai könnyűfém meleghengermlü

elrendezési vázlata.

Két egymás mögött tandemben elhelyezett reverzálható quarto szalaghengeren hidegen hengerelve  $1000 \times 3$  mm-ről  $1000 \times 0.6$  mm-re havonta kb. 800 t teljesíthető, ami állványonként 400 tonnának felel meg; ez 2000 mm szalag szélességénél állványonként 750 tonnára fokozható.

Míg egy quarto szalaghenger havonta kb. 300 t  $1000 \times 0.6$  mm méretű lemezt tud hengerelni, addig egy duo lemezállványon csak kb 15 t  $1000 \times 0.6$  mm méretű lemez hengerelhető. Ha a 300 tonnát duo lemezállványokon kívánjuk lehengerelni, úgy 20 állványra van szükségünk. Az egy quarto szalaghengerhez 1 quarto  $\times$  3 fő  $\times$  3 műszak = 9 hengerész; a lemezállványokhoz pedig 20 állvány  $\times$  2 fő  $\times$  3 műszak = 120 hengerész szükséges.

Ha egyenkénti lemezhengerlésnél és a folytatólagos szalaghengerlésnél keletkezett hulladékot, valamint a foglalkoztatott hengerészek létszámát összehasonlítjuk, úgy azt látjuk, hogy előzőnél a hulladék kb. 40%, utóbbinál pedig csak 20-25%. A szükséges hengerészek száma pedig a duo lemezállványoknál foglalkoztatottaknak kevesebb, mint egytizedrésze.

Ezek szerint nem kétséges, hogy a könnyűfémek hengerlése terén a jövő a folytatólagos szalaghengerlésé!

A következőkben ismertetem a legmodernebb amerikai Trentwood-i ALCOA könnyűfémhengermlü berendezését.

Az üzem kb. 360 kat. holdon fekszik és két vasúti csatlakozással rendelkezik. Az öntőde épülete a hengermlü épületére merőlegesen fekszik. A könnyűfém hengerlési tömbök  $3050 \times 1200 \times 200$  mm méretben és kb 2000 kg súlyban folytatólagos öntéssel készülnek. Ezek a szükséges darabolás és hántolás után (a) görgősoron keresztül (b) előmelegítő kemencékbe kerülnek, ahol azokat  $495-515$  C°-ra előmelegítik. Innen (c) görgősoron a  $430-450$  C°-ú könnyűfém tömbök egy (e) reverzálható quarto block hengerállványon kerülnek hengerlésre. A henger méretei  $1370 \varnothing / 910 \varnothing / 1370 \varnothing \times 3050$  mm. A hengereket egy 5000 lóerős 30-60 percfordulatú reverzálható egyenáramú motor (f) hajtja meg, amely az áramot egy 2000 kW-os egyenáramú generátortól kapja, amit



viszont egy 4000 lóerős 514 percfordulatú 6600 V primer forgóáramú motor (g) hajt. A hengerek max. nyithatósága 305 mm, amelyet egy 75 lóerős automatikus vezérlésű elektromotor végez. Ezen az állványon a hengerlés sebessége 0.7 m/sec; a hengerlés pedig 30%-os fogyásokkal 200 mm-ről 75 mm-re történik. A henger előtt két  $830 \text{ } \varnothing \times 305$  mm méretű vertikális elrendezésű fejhenger (d) van elhelyezve, amely a tömb szélesedését és berpedését meggátolja; a tömb szükséges  $90^\circ$ -os forgatását megfelelő berendezés végzi.

A 76 mm-re előhengerelt tömb végeit egy  $3''$ -os ollón (h) levágják, majd a továbbhengerléshez (i) kemencékben újból előmelegítik.

A platinák további meleghengerlése egy reverzálható quarto hengerállványon (j)  $0.7$ – $2.5$  m/sec. hengerlési sebességgel, 30%-os fogyásokkal történik, 75 mm-ről 10 mm-re. A henger méretei:  $1370 \varnothing / 710 \varnothing \ 710 \varnothing / 1370 \varnothing \times 2850$  mm. Ez a hengerállvány az előzőtől 104 m-re van elhelyezve. Meghajtását egy 5000 lóerős 40–80 percfordulatú reverzálható 750 V egyenáramú elektromotor (k) végzi, amely az áramot egy 4000 kW-os motor-generátortól (l) kapja. A 10 mm-es platinák vágását egy  $1.5'' \times 90''$  ( $38 \times 2280$  mm) méretű hidraulikus olló (m) végzi, amelyet 2 db 100 lóerős elektromotor hajt meg.

A további meleghengerlés folytatódólagosan öt egymásután tandemben elhelyezett quarto hengerállványon (n) 10 mm-ről 3 mm-re történik. Az első tandem quarto az előző állványtól 112 m-re, az 5. quarto pedig egymástól 4–4 méterre van elhelyezve. Ezeket 1–1 db 4000 lóerős, 600 V egyenáramú 175–350 percfordulatú elektromotor (o) hajtja meg. Az utolsó hengerállványt egy 2250 lóerős, 600 V egyenáramú, 250–550 percfordulatú elektromotor (p) hajtja. Az egyenáramú motorok áramukat két motorgenerátortól (q) kapják, amelyek két 3000 kW-os, 600 V egyenáramú generátorból és egy 8400 lóerős, 360 percfordulatú, 6600 V primer-forgóáramú szinkron motorból állnak. Ezeknek a quarto-hengereknek a méretei:  $1370 \varnothing / 710 \varnothing / 710 \varnothing / 1370 \varnothing \times 2030$  mm. A hengerlési sebesség az utolsó quatroig 1.8 m/sec.

tól 4.5 m/sec-ig fokozódik. A meleghengermű kifutó görgősora végén egy kb. 12 mm erős ollo (r) van elhelyezve, amellyel a lemezek oldalait és végeit levágják. A kihengerelt szalagot egy az utolsó quartótól 152 méternyire lévő gombolyítón felgombolyítják. A meleghengermű görgős asztalainak görgőit több mint 500 motor hajtja meg, melyeknek nagysága 25 és 0.7 lóerő között változik; ugyanúgy, mint a hengereket hajtó motorok, ezek is egyenáramúak és reverzálhatók.

Ennek a meleghengerműnek havi kapacitása 3 mm-es lemezből 10–15.000 t. Ha vastagabb méretű konstrukciós lemezeket kell gyártani, a tandem soron a hengerlést nem folytathatják 3 mm-ig, hanem azt már előbb befejezik. Az így előhengerelt lemezeket a görgősor végén lévő ollóval felvágják és a görgősorról a nyíl irányában lehúzzák.

A meleghengermű épülete 420 m hosszú és 18 m széles.

A kb. 3 mm-re melegen előhengerelt anyag kész méretre való hengerlése a hideghengermű csarnokában történik. A hengerlés itt három egy-ségen történik. Az első egység két tandem reverzálható quarto szalaghengerállványból áll, amelyek egymástól 4.25 méterre vannak felállítva és mindegyiket 1–1 db 600 V egyenáramú 2250 lóerős 250–500 percfordulatú reverzálható elektromotor hajt. A hengerek méretei:  $1220 \varnothing / 510 \varnothing / 510 \varnothing / 1220 \varnothing \times 1800$  mm. A hengerlés vázolata és a szűrésoknál alkalmazott fogyások mértékei a 6. ábrán láthatók. Az egyenáramú meghajtó motorok áramukat két 2000 kW-os generátortól kapják, amelyeket viszont egy 5900 lóerős 550 percfordulatú 6600 V-os primer forgóáramú motor hajt. Ezekben a hideg quarto szalaghengereken a hengerlés sebessége 5–15 m/sec.

A két különálló quarto reverzáló hengerállvány ugyanolyan méretű, mint az előzők és elektromos meghajtásuk is teljesen azonos. A hengerek állítását egy-egy 50 lóerős motor végzi, a gombolyító dobokat pedig 1–1 db 125 lóerős motor hajtja meg.

Hengerek és motorok adatainak táblázata.

Hengerállvány típusa	Hengerek			Elektromotorok			
	Munkahenger $\varnothing$ mm	Támhenger $\varnothing$ mm	Hossz mm	Lóerő HP	Feszültség V	Fordulat pro pere	
Meleg hengerek	Vert. fejhenger . . . . .	830	—	305	400	750 egyen.	125–500
	Rev. quartoblock . . . . .	910	1370	3050	5000	750 egyen.	30–60
	Rev. quartoblock . . . . .	710	1370	2850	5000	750 egyen.	40–80
	I. Tandem quarto . . . . .	710	1370	2030	4000	600 egyen.	175–350
	II. Tandem quarto . . . . .	710	1370	2030	4000	600 egyen.	175–350
	III. Tandem quarto . . . . .	710	1370	2030	4000	600 egyen.	175–350
	IV. Tandem quarto . . . . .	710	1370	2030	4000	600 egyen.	175–350
V. Tandem quarto . . . . .	710	1370	2030	2250	600 egyen.	250–550	
Hideg hengerek	I. Tand. quarto szalag . . . . .	510	1220	1800	2250	600 egyen.	250–550
	II. Tand. quarto szalag . . . . .	510	1220	1800	2250	600 egyen.	250–550
	Gombolyító . . . . .	—	—	—	(2)125	—	400–1000
	Quarto szalag . . . . .	510	1220	1800	2250	600 egyen.	250–550
	Gombolyító . . . . .	—	—	—	(2) 125	—	400–1000
	10 duo lemez állv. . . . .	810	—	2130	1250	6600 ~	360
	2 duo lemez állv. . . . .	810	—	2800			



A két tandem 1800 mm széles reverzálható quarto hengerállvány havi teljesítménye 3 mm-ről 0.6 mm-re kb. 1350 t; a két különálló, ugyancsak 1800 mm. széles reverzálható quarto állvány teljesítménye ugyanezekre a méretekre állványonként 550 t; ami azt jelenti, hogy az egész vázolt széles hideg szalaghengermű havonta kb. 2450 tonnát tud 3 mm-ről 0.6 mm-re teljesíteni.

A hidegen hengerelt szalagot 3 db. ollón lemezekké vágják fel és azután elektromos kemencékben nemesítik.

A nemesítés alatt elhúzódtott és hullámossá vált lemezeket azután egy 12 duo lemezállványból álló hengerson 1.2 m/sec. hengerlési sebességgel utánhengerlik (dressiren). A hengerek méretei: 10 db 810 Ø×2130 mm. és 2 db. 810 Ø×2800 mm. Itt a lemezeknek a hengerekbe való adagolása egyenként vagy csomagokban kézierővel történik. Ezt a hengersort egy 1250 lóerős 360 perfordulatú, 6600 V primer forgóáramú motor hajtja meg.

A hengerműhöz tartozik még 2 db 9 hengeres lemezgyengítő henger, 1—1 db. 225, illetőleg 675 tonnás hidraulikus lemeznyújtó gép, a szükséges ollók, kellő számú és kapacitású elektromos lágyító, illetőleg nemesítő kemence.

Az előbbi táblázatban a vázolt hengermű hengereinek és elektromotorainak adatait láthatjuk.

Miután hazai könnyűfém hengerműveink még mindig az irracionális és elavult duo lemezállványokon dolgoznak, nekünk is foglalkoznunk kell a könnyűfém hengerlés korszerűsítésével.

Hazánkban természetesen a vázolt amerikai hengerműhöz hasonló nagyságú üzem létesítéséről nem lehet szó, azonban a kérdés radikális megoldásához egy új modern könnyűfém félgyártmányüzem építése szükséges. Ennek az üzemnek a meleghengerművét pl. egy reverzálható quarto blockállvánnyal és azután folytatólagosan csatlakozó 3 quarto melegállvánnyal úgy kell kiépíteni, hogy 3 mm-re előhengerelt könnyűfém szalaggal ne csak a saját üzemében lévő hideg hengerállványokat tudja kiszolgálni, hanem a most meglévő, elavult berendezésű, könnyűfém hengerműveket is el tudja előhengerelt anyaggal látni.

A meglévő könnyűfémhengerműveket feltétlenül 1—1 db 1000 mm széles, szalagok hengerlésére alkalmas reverzálható quarto hengerállvánnyal el kell látni, úgyhogy a lemezek hengerlése azután már ezeken történjen az új henger-

műtől vásárolt 3 mm-re melegen előhengerelt szalagokból. A régi könnyűfém hengerművek meglévő duo lemezhangállványait pedig a nemesített lemezek utánhengerlésére és egyes normál ötvözetektől, valamint méretektől eltérő rendelések legyártására szabad csak használni.

Remélem, hogy dolgozatommal sikerült a könnyűfém hengerlés technikai fejlődését megvilágítani és a hazai lehetőségekre is rámutatni.

#### Felhasznált irodalom:

Prof. Dr. Ing. A. v. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle 1947.

By T. I. Ess: The Rolling of Aluminium Sheet (Metal Industry 1944. március hó).

British Aluminium Co Ltd: Rolling Aluminium (Metal Industry 1947. szeptember hó).

Dipl. Ing. H. v. d. Warth: Entwicklungsstand des Walzens von Leichtmetallblechen und -bändern. (Metall. Wirtschaft Wissenschaft Technik, 1948 december hó.)

Elektrification of a hot rolling mill. (Light Metals 1948. november.)

**Összefoglalás:** a cikk a könnyűfémek hengerlési technikájára terjed ki és ismerteti az e téren elért fejlődést. Foglalkozik a legmodernebb folytatólagos hengerlési eljárással és vázolja hazai viszonylatban a járható utat a könnyűfém hengerművek korszerűsítése terén.

A lemez- és szalaghengerlés kérdésével azért kell foglalkoznunk, mert a könnyűfém félgyártmányok 40—60%-a lemezből és szalagból adódik.

A könnyűfémek hengerlésének technikája úgy hazánkban, mint Középeurópa más országaiban a vas- és acélhengerléséhez viszonyítva, aránylag eléggé elmaradott, mert míg a vas- és acélhengerlést folytatólagos tandem rendszerrel már kb. 20 év óta végzik, addig a könnyűfémlemezeket általában még ma is duo-lemezállványokon, egyirányú hengerléssel gyártják.

A könnyűfémek meleghengerekkel eredetileg azokon a duo hengerállványokon végezték, amelyekben rezet és sárgarezet szokás hengerelni. Ezeket az állványokat azután a nehezen alakítható könnyűfémötvözetek (dural stb.) hengerlésének céljából megnövelték, ill. megerősítették, és így nagyobb mértékű fogyások alkalmazásával a hengerlési teljesítmény is fokozható volt.

## Az alumínium és ötvözeteinek metallografiai vizsgálata

SZÉKI PÁLMA

### Metallographische Untersuchung von Aluminium und deren Legierungen.

Pálma Széki

Der erste Teil des Artikels befasst sich mit den Methoden der metallographischen Untersuchung des Aluminiums. Nach Erörterung der mikroskopischen Verfahren beschreibt die Abhandlung detailliert die Vorbereitung der Proben für die mikroskopische Untersuchung das elektrolytische Polierverfahren und

schliesslich die zur Ätzung der Proben verwendeten Ätzmittel.

Im zweiten Teil werden die in der metallographischen Praxis übliche Methoden der Kornzählung besprochen, befasst sich sodann mit dem Reinaluminium und den verschiedenen Legierungen, endlich beschreibt diejenige Auswirkungen, die die Fabrikationsmethoden und die Glühung, sowie die Vergütung auf



das Gefüge des Materials ausüben. Zahlreiche Abbildungen illustrieren den Artikel.

### Metallographic examination of Aluminium and its Alloys.

*Pálma Széki*

The first part of the article deals with the methods of metallographic research of aluminium, describes the microscopic procedure, preparation of samples for microscopic examination, electrolytic polish and materials used to produce corrosion.

The second part describes the metallographic method of grain counting and deals, furthermore, with pure aluminium and its different alloys pointing out the effects of operating methods, heating and age-hardening on the structure of the material.

The article includes a number of interesting illustrations.

### I. VIZSGALATI MÓDSZEREK.

Mint minden fém, az aluminium is kristályos szerkezetű. A szabályos rendszerben, felületen középpontos kockaalakban kristályosodik. A legkisebb aluminiumkristály tehát olyan kocka, amelynek minden csúcsán és minden lapjának középpontjában elemi fémrészecske helyezkedik el.

A valóságos kristályok ennél sokszorta nagyobbak és ezeket tudjuk láthatóvá tenni. Ha a fémdarabka egyik felületét karcoktól mentesre, tükrözőre fényesítjük, megfelelő maratószerrel megmaratjuk, a fémmikroszkópon ilyenkor megjelenő képből biztosan tudunk következtetni a fém élettörténetére, hőben való kezelésére és megmunkálására és ilyen módon tudjuk feltárni a hibákat, melyek a fémet a gyártás folyamán érték. Ez a mikroszkópos fémvizsgálat egy aránylag fiatal tudomány, a metallográfiának a feladata.

A mikroszkópon azonban nem kockaalakú kristályokat látunk. Hiába is keresnénk, mert minden irányban ideálisan kifejlődött kristály a fémdarab belsejében nem is lehet. Hogy miért nem, azt a fémkristályok keletkezése magyarázza meg. Abban a pillanatban, amikor az olvadt fém megszilárdul, egyszerre sok, különféle irányban elhelyezkedő kristálmag indul növekedésnek. A kristályok csak addig tudnak akadálytalanul növekedni a tér minden irányában, míg egymást el nem érik. Az érintkezés helyén megszűnik a növekedésük, csak ott folytatódik, ahol még van hely. Ilyenformán bármely fémdarab nem ideális alakú kristályok rendezett halmaza, hanem egymásba belenyúlt, a kristálytani tengelyek különféle irányában elhelyezkedő krisztallitok tömege.

Olvadt, folyékony fémtövegek megszilárdulásakor a kristályos alkatrészek legtöbbször nem egyszerre, hanem bizonyos sorrendben, egymás után válnak ki a fémfürdőből. Ezek a kristályalkatrészek a fémek szövetelemei. Ezek lehetnek színelemek, vagy vegyületek kristályai, vagy oldat jellegűek. Szövetelem az eutektikum is, mely két vagy több anyagnak apró, finom kristálykeveréke. Megszilárdulásakor az eutektikum dermed meg legutoljára, mert mindig alacsonyabb az olvadáspontja a többi szöveteleménél.

Bár az aluminiumötvözetekben az ötvözők száma nem több hatnál-hétnél, a kereskedelmi

aluminiumötvözetekben több, mint 40 szövetelemet ismerünk. Ezeket a szövetelemeket megfelelő maratószerrel teszik felismerhetővé. Vannak 1, 2, 3, 4 elemből álló szövetelemek.

A metallográfia kétféle vizsgálati módszerrel dolgozik: durva vizsgálat, mely szabad szemmel vagy nagyító segítségével figyelni meg a kristályok nagyságát és eloszlását. Másik módszer a finom vizsgálat, mely a fémek finom szerkezetét tanulmányozza. Eszköze a mikroszkóp, a metallográfus nélkülözhetetlen műszere.

#### *Durva vizsgálat.*

Legegyszerűbb formája a töretvizsgálat. A fémtöretben minden előkészítés nélkül sok érdekes dolgot figyelhetünk meg. Kellő gyakorlattal könnyen felismerhetjük rajta a repedéseket, szemcsedurvulást, zárványokat, lukacsosságot és a szabálytalan kristályosodást.

A töretvizsgálat azonban nem ad felvilágosítást sok kérdésre, ilyenkor a felületet elő kell készíteni maratásra. Hogy a felületet milyen mértékben készítsük elő, ez attól függ, mi a feladatunk. Ha csupán azt kutatjuk, hogy milyen mélyre hatol be az anyagba egy repedés, vagy hogy mennyire lukacsos az öntvény, elég a símára fűrészelt felület is. Ha azonban a kristályszerkezet alaposabb vizsgálata szükséges, a felületet gondosabban elő kell készíteni, le kell csiszolni és ki kell fényesíteni.

A kifényesített felületet megmaratjuk. Ez teszi láthatóvá a kristályokat annak folytán, hogy a kristályhatárokon az anyag kevésbé ellenálló, mint a kristályok belsejében. Ha tehát fémfelület oldószerrel érintkezik, a kristályhatárokon az oldódás következtében parányi árok keletkezik. Így lesz láthatóvá a kristályok alakja, nagysága.

Durva vizsgálathoz használatos maratószer:

1. NaOH. 40–90 °C-ra melegített 10–30 %-os vizes oldatával maratunk. A kisebb darabokat csiszolt és fényesített felületével lefelé mártjuk a maratószerbe 3–20 percre. Ha a próbadarab nagy, a felületet pálcika végére csavart és maratószerrel itatott vattával törülgetjük. Ilyenkor valamivel hosszabb ideig kell maratni. A Cu tartalmú aluminiumötvözeteket ilyenkor fekete réteg vonja be. Ezt 20–50%-os HNO<sub>3</sub>-val távolítjuk el. Cu tartalmú ötvözetek maratását célszerű megismételni, de ezután már csak vízzel öblítjük le. Ez a második maratás a Cu tartalmú kristályrészeket feketére színezi.

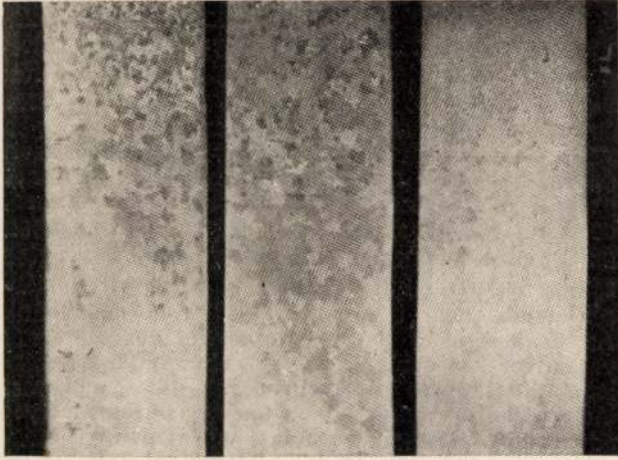
2. HF. 1–10%-os vizes oldatát használjuk. 1–10 percig maratunk vele ugyanolyan módon, mint a NaOH-dal. Néha, különösen ötvözetlen aluminium maratás céljából a HF-at más savakkal keverjük. Néhány ilyen savkeverék leírása:

a) Flick-féle:	HF cc	8 ccm
	HCl cc	12 „
	H <sub>2</sub> O	80 „
b)	HF cc	10 ccm
	HCl cc	10 „
	HNO <sub>3</sub> cc	15 „
	H <sub>2</sub> O	65 „
c)	HF cc	5 ccm
	HNO <sub>3</sub> cc	10 „
	H <sub>2</sub> O	85 „



d)	HF cc	5 ccm
	HCl cc	20 „
	HNO <sub>3</sub> cc	20 „
	H <sub>2</sub> O	55 „

Mind a NaOH, mind a HF egyformán jó és általánosan használt maratószer.



1. ábra. Alumínium tuskó öntés utáni szemcsenagyság vizsgálata.

Maratószer: HF + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

N = 1/4

3. CuCl<sub>2</sub>. Al-Si ösvözeteken a NaOH és a HF csak az öntési szövetet teszi láthatóvá, de az egyes kristályok közt a különböző fényvisszaverődést nem emeli ki. Ilyen esetben jó szolgálatot tesz a CuCl<sub>2</sub> 10—30%-os vizes oldata, melyhez néha pár csepp HF-ot adunk. Bemártással maratunk, utána a kivált fekete lerakódást a felületről 30%-os HNO<sub>3</sub>-val leoldjuk.

Durva vizsgálatot alkalmazunk öntött anyagok szemcsenagyságának feltárására (1. ábra). Alakított darabokban a kristályok megnyúlását, szálasodását és az anyag folyásának az irányát is ezzel a módszerrel határozzuk meg. Megvizsgáljuk, vajjon a fém elmozdulása a kívánt irányban történt-e.

Repedések feltárására is használunk maratószeret. Ha a repedés okát ki akarjuk deríteni, a felület gondosabb előkészítésére van szükség, hogy tanulmányozhassuk a repedés útját az anyag szövetében.

Repedésvizsgálat alkalmával legegyszerűbb úgy eljárni, hogy a próbát megmaratjuk, mossuk és szárítjuk. A repedésbe behatolt maratószer azonban kiszivárog és sötétebb folttal veszi körül a repedést. Ez a sötétebb folt biztosan megmutatja a repedés helyét. Maratószerül káliumbichromát 10—20%-os oldatát használjuk. Maratás után folyóvízben jól leöblítjük a próbát. A repedésből kiszivárgó oldat sárga színnel szegélyezi a hibás részt.

Durva vizsgálatnál tehát sokféle kérdést megvilágíthatunk. Sokkal részletesebb feleletet kapunk azonban kérdésünkre a finomszerkezet vizsgálatával.

#### Finom vizsgálat.

A finom szerkezetet fémmikroszkópon vizsgáljuk. Mikroszkópos vizsgálatra a következőképen

készítjük elő a próbát: 1. Megfelelő módon kivágjuk a próbát a darabból és előkészítjük a csiszolásra. 2. Csiszoljuk a mély karcok eltüntetéséig. 3. A felületet karcól mentesre fényesítjük, vizsgálatra alkalmassá tesszük.

A próba helyének kiválasztását maga a probléma határozza meg. Esetleg a durva vizsgálat is adhat útbaigazítást erre vonatkozóan.

A próba alakja lehet hasáb- vagy hengeralakú, vagy bármilyen más formájú, 1—2 cm átmérőjű. Lehetőleg ne legyen magas. A széleket és éles szögleteket kissé lekerekítjük, nehogy a csiszolópapírt vagy a fényesítő posztót kiszakítsák. Ha a próba nagyon kicsi, vagy olyan alakú, hogy nehéz kézbentartani, akkor beágyazzuk. A beágyazó anyagot úgy válasszuk meg, hogy ugyanolyan kemény legyen, mint a próba, elektrolitos potenciálja is egyezzen a beágyazott fémével, még jobb, ha elektrolitosan semleges. Legyen könnyen kezelhető és hézag nélkül vegye körül a próbát. Beágyazáskor ne legyen szükséges magas hőmérséklet vagy nyomás. A leghasználatosabb beágyazó anyagok: könnyen olvadó fémötvözetek, kén, műgyanták.

Mindegyik beágyazó anyagnak van előnye és hátránya.

A könnyen olvadó fémötvözetek rendszerint lágyak és elektronegatívabbak, mint az alumínium-ötvözetek és így a maratáskor, sőt már fényesítés közben is kimaródnak a próba.

A kén tézstaszerű és nehezen tölti ki teljesen az üregeket. Levegőt zár be, üregek tátonganak benne, melyeket kitölt a csiszoló anyag és a próbát állandóan újra összkarcolják. A kén lágyabb is az alumínium ötvözeténél és gyorsabban kopik, mint a fém. Emiatt a próba sarkai és élei legömbölyödnek.

A műgyanták között akadnak a legjobb beágyazó anyagok. Ezek elektromosan semlegesek, a formát kitöltik és keménységük is csaknem ugyanaz, mint az alumíniumötvözeteké. Egyetlen hátrányuk, hogy magas hőmérsékletet vagy nagy nyomást kell alkalmaznunk. Vannak a műgyanták közt olyanok is, melyek törékenyek és repedésre hajlamosak.

Sokszor célszerűbb metallografiai fémkeretbe foglalni a próbát. Ez főleg akkor ajánlatos, ha lemezeket vizsgálunk, vagy ha a próba szélére van szükségünk. Több lemezt is befoglalhatunk egy csomóba. Az egész próbát befoglalás után olvadt paraffinba mártjuk, hogy megakadályozzuk maratás után a maratószer visszaszívargását az egyes lemezek közül.

A levágott és esetleg beágyazott vagy befoglalt próbán síma, sík felületet kell készíteni. Lágy fémeket mikrotommal metszünk síma felületűvé. Rendszerint azonban finom reszelővel vagy óvatos köszörüléssel hozzuk létre a durvább karktól mentes felületet.

Ezután a próba finom csiszolása következik. Metallografiai csiszolópapír-sorozaton munkáljuk meg a felületet. A csiszolópapírt üveglapra feszítjük és ezen mindig egyirányban, könnyedén csiszoljuk a próbát. A legdurvább csiszolópapíron kezdjük a munkát és egészen addig folytatjuk, míg az előkészítés okozta karcok el nem tűnnek. Ezután áttérünk finomabb fokozatra. A csiszolás



iránya mindig merőleges az előző papíron való csiszolás irányára. Így haladunk végig az egész csiszolópapír-sorozaton, egyre finomabb szemcséjű papírt használva. Újabb papírra csak akkor szabad áttérni, mikor az előző papírtól eredő karcok már eltűntek a próbáról.

Az alumíniumpróbákat csiszolás közben mártogassuk alkoholba vagy acetonba. Mielőtt újabb papírra térnénk át, a felületet mindig mossuk le vízzel, hogy az előző papír durvább csiszoló szemcséit a finomabb papírra át ne vigyük.

Ha a csiszolással készen vagyunk, a próbát is és a kezünket is alaposan mossuk meg, hogy a csiszoló szemcséket át ne vigyük a fényesítő posztóra.

A fényesítés két részből áll: az előfényesítésből és a tükrözőre fényesítésből. Mind a kettőhöz vízszintesen forgó tárcsára feszített fényesítő posztót használunk, melyet állandóan nedvesítünk vízben szuszpendált fényesítőszerszel. Különböző bolyhos posztót használhatunk fényesítésre, jelenleg legalkalmasabb a közönséges katonaruhának való posztó. A fémtárcsa anyaga, melyre a posztót felfeszítjük, ne legyen elektronegatívabb, mint a fényesítésre váró ötvözet, mert a potenciálkülönbség könnyen a próba kimaradására vezethet. Ezért vas-, réz- vagy nikkelötvözetet nem szabad használni. Leghelyesebb, ha alumíniumötvözetből készül. Ha csak vasból készült tárcsánk volna, a posztó alá okvetlenül helyezünk alumíniumlemezből kivágott lapot.

Előfényesítéskor a tárcsa fordulatszám 200—400 legyen percenként. Fényesítőszerszel finomszemcséjű, maródást nem okozó, híg timföld ( $Al_2O_3$ ) szuszpenziót használunk. Ne nyomjuk a próbát erősen a posztóhoz, mert a lágyabb alkatrészek hamarabb kikopnak belőle, mint a kemények és a felület domborműszerű (reliefes) lesz. A helyes fogást gyakorlattal sajátíthatjuk el.

Ha az előfényesítést befejeztük, a próbát megmossuk és lassabban forgó tárcsán fejezzük be a fényesítést. Nagy türelem szükséges hozzá, különösen lágy alumíniumötvözeteknél, hogy kifogás-talan felületet kaphassunk. Fényesítő kendőnek legjobb a selyembársony, de szükség esetén itt is megfelel a katonaposztó. Fényesítőszerszel egészen finom szemcséjű  $Al_2O_3$ -ot vagy égetett magnéziát (magnesia usta,  $MgO$ ) használunk. Lágy ötvözetek a magnéziától jobban fényesednek. A fényesítőszert desztillált vízben szuszpendáljuk és állandóan csepegtetjük a tárcsa közepére, hogy folyton áramolják a felület alá. A művelet végén csak tiszta desztillált vizet használunk.

Az égetett magnéziát a levegőn könnyen széndioxidot vesz fel. A keletkezett  $MgCO_3$  kemény, durva, élesszemcséjű, metallografiai célra használhatatlan. A karbonátosodás megakadályozására a következő óvintézkedéseket kell tenni: A fényesítő posztót minden alkalommal a munka befejezése után leveddük a tárcsáról és gondosan kimossuk, éjszakára desztillált vízbe áztatjuk, melybe pár csepp sósavat adtunk. Reggel, használat előtt alaposan kimossuk belőle a sósavat. Csak desztillált vagy frissen kifőzött vizet használunk fényesítésre. Az égetett magnéziát időnként  $900^\circ$ -on kiégetjük és finom szitán átszítaljuk.

Szükség esetén szarvasbőrön fejezzük be csiszolatunk felületének fényesítését. A megnedvesí-

tett szarvasbőrt üveglapra terítjük, kevés fényesítőanyag pépet kenünk rá és könnyű kézzel dörzsöljük rajta a próbát, míg ragyogóan tükröző nem lesz a felülete.

Mechanikai fényesítésnél jóval gyorsabb az elektrolit polírozás. Evégett a megcsiszolt próbát anódnak kapcsoljuk a következő összetételű elektrolitban: 785 ccm jégecet, 215 ccm perklórsav, vagy pedig 200 ccm perklórsav, 770 ccm alkohol és 30 ccm éter. A perklórsavval óvatosan dolgozzunk, mert könnyen robban. Az elektrolitot vigyázva, állandó hűtés közben elegyítsük össze és óvakodjunk attól, hogy szerves műanyagba vagy bizmutot tartalmazó fémötvözetbe beágyazott próbákat ebben az elektrolitban fényesítsünk. A próbát függőlegesen helyezük el az elektrolitban, csiszolt felületével lefelé, néhány cm távolságban az alumíniumlemezről készült katódtól. Az egész rendszert vízzel hűtjük, mert az elektrolit hőmérsékletének nem szabad  $20\text{--}25^\circ$  fölé emelkedni. Az áramsűrűség  $3\text{--}4,5$  amper/ $dm^2$ , ötvözeteknél valamivel kevesebb. Leghelyesebb mindig kikísérletezni a helyes áramsűrűséget és a maratási időt. Áramforrásunk 110 voltos egyenáram, melyet ellenállások közbeiktatásával szabályozunk. Amerikában újabban fluorborsav ( $HF_4$ ) oldatát használják elektrolitnak jégecet-perklórsav helyett.

A tükrőfényes, ragyogó felületet maratás előtt mindig végigvizsgáljuk a mikroszkópon. Ezzel részben az előkészítést ellenőrizzük, másrészt zárványok, egyes szövetelemek ekkor jobban feltűnnek.

Az alumíniumötvözetek maratására sokféle szert használhatunk. Általában két csoportra oszthatjuk azokat: az elsőhöz azok tartoznak, melyek nem marják meg egészen az alumínium alapanyagot, csupán egyes kristályalkatrészeket tesznek láthatóvá, ezért a szövetelemek meghatározására alkalmasak. A másik csoportbeliek azonkívül, hogy egyes alkotókat is megtámadnak, a különböző irányban elhelyezkedő kristályokat másként színezik, ezért az alapanyag szerkezetének láthatóvá tételére szolgálnak.

A maratószervek első csoportjába a következő anyagok tartoznak:

Salétromsav.  $1\text{--}25\%$ -os vizes oldatát használják. Legáltalánosabb a  $25\%$ -os oldat;  $70^\circ$ -ra melegítjük és a próbát 40 másodpercre belemártjuk. Hígabb oldat hosszabb maratást kíván, hidegen kissé más eredményt ad.  $1\text{--}10\%$ -os alkoholos oldatával is szoktak maratni  $1\text{--}5$  percig, de ennek semmi előnye sincs a vizes oldattal szemben.

Ferrinitrát. Vizes vagy alkoholos oldata néhány pár csepp HF-val nagyon előnyösen használható alumíniumötvözetek maratására. Legjobb a  $25\%$ -os vizes oldata; ebbe mártott vattával  $30\text{--}40$  másodpercig törölgetjük a próba előkészített felületét, majd folyó vízzel lemossuk. Alkoholos oldatát is használják. Ezzel az oldattal egyes szilárdagsnövelő alkatrészek,  $CuAl_2$ ,  $Mg_2Si$ ,  $Cu_2Mg_2Al_5$  marathatók meg.

Ferroszulfát. Alumíniumötvözetek maratására  $5\text{--}10\%$ -os vizes oldatát ajánlják. A töménységtől függően  $40$  másodperc— $3$  perc a maratási idő. Hasonló a hatása, mint a ferrinitrát-nak.



Kénsav. Legáltalánosabb a 20%-os oldata. A maratás hőmérséklete: 70°, idő: 30 másodperc. A vastartalmú alkotók,  $\text{FeAl}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{Al}_7$ ,  $\alpha$  ( $\text{AlFeSi}$ ),  $\alpha$  ( $\text{AlFeMnSi}$ ), stb. láthatóvátételére alkalmas.

Sárgavérlúgsó. A vastartalmú kristályalkatrészeket sötétkékre színezi. Legjobb összetétel:

$\text{HNO}_3$ cc	10 csepp
HF 28%-os	10 „
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 10%-os	10 „
$\text{H}_2\text{O}_2$ 30%-os	5 ccm
$\text{H}_2\text{O}$	100 „

Közvetlen használat előtt, frissen kell összekeverni. A maratás ideje 20 másodperc—1 perc. Minden vastartalmú fázis vastartalmától függő mértékben sötétebb-világosabb kékre színeződik.

Foszforsav. Nagy Mg tartalmú ötvözetek maratására 5—10%-os oldatát használják. A maratás ideje 10—30 másodperc. A  $\text{Mg}_3\text{Al}_5$ -ot támadja meg.

Egyes kristályelemek láthatóvátételére használatos még a pikrinsav, chromsav, ammonium-perszulfát stb. oldata.

A második csoportba tartozó maratószer:

Nátriumhidroxid. Alumínium maratására a leggyakrabban alkalmazott szerek egyike. Többféle koncentrációban és különféle hőfokon használják. Általában 1—10%-os oldatával maratunk, az 1%-ossal hidegen 10 másodpercig vattával törülgetve, a 10%-ossal 70°-on 5 másodpercig tartó bemártással. Az 1%-os oldat nagyon híg, nem mindig mar kellően, jobb a 10%-os.

Szemcsenagyság meghatározására 10—20%-os forró oldatot nagyon jól használhatunk, különösen, ha a maratást  $\text{HNO}_3$ -as leöblítés követi. A maratási idő az ötvözet szerint 5—20 másodperc. Jól alkalmazhatjuk a következő összetételben is:

$\text{NaOH}$	2 gr
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	4 gr
$\text{H}_2\text{O}$	94 ccm

Színalumíniumot szobahőmérsékleten 60 másodpercig tartó bemártással ezzel maratunk. Újabb a következő összetételút is ajánlják:

$\text{NaOH}$	1 gr
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1 gr
$\text{ZnCl}_2$ 0,5%-os	4 ccm
$\text{SnCl}_2$ 0,5%-os	4 ccm
$\text{H}_2\text{O}$	94 ccm

Ez szemcsenagyság vizsgálata céljából alkalmazható, még hidegen megmunkált duralumin típusú ötvözeteknél is. Bemerítéssel maratunk 3—5 percig, aztán gyorsan leöblítjük vízzel, utána  $\text{HNO}_3$ -val, majd újra vízzel. A marószer használatkor kell elkészíteni.

Folysav. 0,5—3%-os vizes oldatát használjuk. Hígabb oldatát fényesítés közben is lehet használni, hogy a felületre tapadt, zavaró kristálytörmelék-reteget, az úgynevezett Beibly-reteget eltávolítsa. A kristályalkatrészek meghatározásakor 0,5%-os oldattal maratunk szobahőmérsékleten, 15 másodpercig törülgetve. Szemcseszámításra az 1%-os oldat előnyösebb, 30 másodperctől 2 percig törülgetjük vele a próba felületét. Jobb

eredményt kapunk azonban az olyan oldatokkal, melyek HF-on kívül még HCl-at és  $\text{HNO}_3$ -at is tartalmaznak:

a) Flick-féle HF	10%
HCl	15%
$\text{H}_2\text{O}$	75%

20—30 másodpercig bemerítéssel maratunk, utána  $\text{HNO}_3$ -val leöblítjük.

b) Vilella-féle HF	20%
$\text{HNO}_3$	20%
glycerin	60%

A próbát forró vízben átforrósítjuk és szárítás nélkül pár másodpercre a maratószerbe mártjuk.

c) Panseri-féle HF 30%-os	10 csepp
$\text{HNO}_3$ cc	10 csepp
$\text{H}_2\text{O}$	100 ccm

Törülgetve maratunk 15—40 másodpercig.

d) Dix-Keller-féle HF	1%
$\text{HNO}_3$	2,5%
HCl	1,5%
$\text{H}_2\text{O}$	95%

Bemártva vagy törülgetve maratunk vele 10—30 másodpercig. Szemcsenagyság meghatározására a legjobb, de kristályalkatrészek meghatározására is alkalmas. Ennek egyik változata a

e) Keller-féle NaF	0,5 gr
$\text{HNO}_3$ cc	1 ccm
HCl	2 ccm
$\text{H}_2\text{O}$	97 ccm

Hogy adott esetben melyik maratószeret használjuk a legcélszerűbben, azt maga a probléma határozza meg.

Néha, különösen új ötvözetek vizsgálatánál nem elegendő egy maratószeret használni, hanem egymás után több maratószerrel dolgozunk. Ilyenkor az egyes maratások között újból kifényesítjük a próbát. Az egyes kristályalkatrészek feltáráshoz és felismeréséhez nagy gyakorlat szükséges.

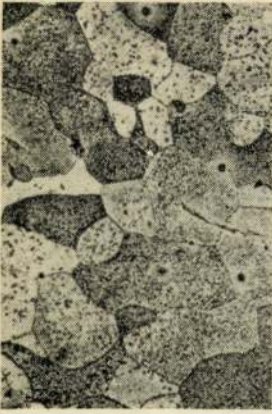
## II. SZEMCSESZÁMLÁLÁS.

A metallografiai gyakorlatban gyakran van szükségünk arra, hogy a mikroszkópon látható képből, vagy az erről készült fényképfelvételből megállapítsuk a próba kristályainak a nagyságát, a szemcsék sűrűségét. A kapott értékből, a szemcseszámából megítélhetjük azt, hogy alkalmas-e az anyag bizonyos megmunkálásra, igénybevételre (2. ábra).

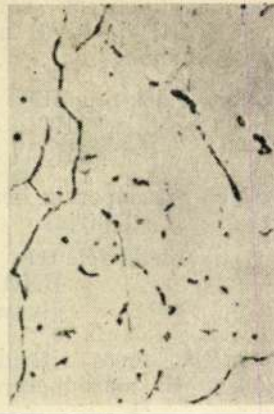
Erre vonatkozólag többféle mérési módszert használhatunk. Ezek közül egyet, a legegyszerűbbet ismertetjük.

A mérést vagy a mikroszkóp homályos üvegjére kivetített képen, vagy a fényképfelvételen végezzük. A homályos üveglapra vagy a fényképre négyzetes hálózatot rajzolunk (a négyzetek oldalhosszúsága lehet pl. 40 mm). Megszámláljuk az egyes négyzetekben levő szemcséket, külön az egész szemeket és külön a négyzet határvonalára eső levágott fél szemeket. Ezt a számlálást több helyen megismételjük és a kapott eredmények átlagát vesszük.





2



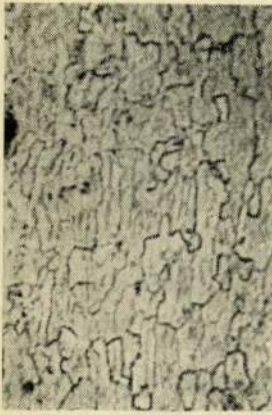
3



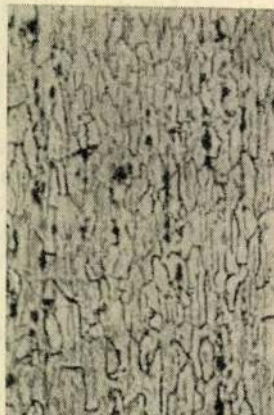
4



5



6



7

2. ábra. Szemcseszámlálás 99,5%-os alumínium tubusgyűrűn. 120 szemese/mm<sup>2</sup>. Elektromos úton fényesítve. Maratószer: Vilella-féle. N = 90

3. ábra. 99,5%-os alumínium öntött állapotban. A kristályhatárokon Fe<sub>2</sub>Al<sub>7</sub>.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

4. ábra. 99,5%-os 10 mm-es melegen hengerelt alumíniumlemez. A hengerlés irányában megnyúlt kristályok.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

5. ábra. 99,5%-os 1 mm vastag alumínium kemény lemez. Erősen irányított szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

6. ábra. 99,5%-os 1 mm vastag alumínium lágy lemez. Újrakristályosodott szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

7. ábra. 99,5%-os 1 mm vastag félkemény lemez.

Az újrakristályosodott szövet irányítást kapott.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

Ezekből az adatokból a következőképpen számítjuk ki a próbának 1 mm<sup>2</sup>-nyi területére eső kristályok számát:

$$S = \frac{x^2}{t} \cdot \left( N + \frac{N'}{2} \right),$$

ahol S = szemcseszám (1 mm<sup>2</sup>-re eső kristályok száma),

t = a négyzet területe mm<sup>2</sup>-ben,

x = a lineáris nagyítás,

N = a megszámlált egész szemcsék,

N' = a megszámlált fél szemcsék.

#### Az ötvözetlen alumínium.

A kereskedelmi alumínium különféle tisztasági fokú, 98%—99,998%-ig. Rendszerint nem szokott tisztább lenni 99,7%-osnál. Szennyezése főleg Fe és Si.

Az alumínium finom szerkezete egyszerű. Legközönségesebb szövetelemek benne a Fe<sub>2</sub>Al<sub>7</sub> és az α(AlFeSi), az alakváltozások közé ágyazva. A benne levő eutektikum kevés volta miatt nem jól önthető, így öntvények készítésére nem alkalmas. Melegen és hidegen egyaránt jól alakítható, de ha az alakváltozás mértéke meghaladja a 80—90%-ot, közben ki kell lágyítani.

A megmunkálás nyomot hagy az alumínium finom szerkezetében. Ha követjük egy 99,5%-os öntött alumíniumtuskó útját lemezzéhengerlés közben, a következő szövetekepeket találjuk:

Az öntött tuskó finom szerkezete nagy, sokszögű alumínium alakváltozásokból áll. A kristályhatárokat az ott kivált sötét színű Fe<sub>2</sub>Al<sub>7</sub> jelzi (3. ábra).

A lemezzé hengerlés első szakaszában melegen történik, 500°-on. Meleghengerlés után az anyag szövetekepe jól látható a hengerlés irányában megnyúlt kristályok és a szorosan rendeződött vastartalmú részek (4. ábra).

Ha a lemezt mindvégig hideg állapotban nyújtjuk tovább, kemény lemezt nyerünk. Az anyag ugyanis ellenáll az alakító erőnek és ez az ellentét az anyag keményedésében nyilvánul meg. A hidegen hengerelt lemez keménysége (B<sub>H</sub> = 40—50) általában kétszerese az öntött állapotú alumínium Brinell számának (B<sub>H</sub> = 20—25). Az ilyen kemény lemez szerkezetében erősen irányított, a hengerlés irányában vékonyra nyúlt kristályokat láthatunk (5. ábra).

Ha a készre hengerelt kemény lemezt az összes hengerlési művelet elvégzése után lágyítjuk, lágy lemezt kapunk, melynek Brinell keménysége (Br = 20—25) megegyezik az öntött tuskóéval. Az ilyen lágy lemez szövetekepeben az irányított, megnyúlt kristályok a lágyítási hőmérséklet hatására eltűntek, helyettük újak keletkeztek és ezek helyzetéből az alakító erő irányát többé megállapítani nem tudjuk (6. ábra).

Szokás a lágyítást a hideg hengerlés legutolsó szakaszának elvégzése előtt beiktatni. Ilyenkor félkemény lemez lesz az eredmény, melynek keménysége a lágy és a kemény lemez értékei közé esik (Br = 30—35). A félkemény lemeznek a lágyításkor újrakristályosodott szerkezetében a befejező hideg hengerlés a kristályok kismértékű megnyúlását, irányítottságát hozta létre (7. ábra.)

(Folytatjuk.)



## Nemzetközi hírek

**Egyesült Államok:** A Reynolds Metal Company of America arkansasi üzemében alumíniumkábel fog kezdeni gyártani. A szükséges árammenyiségről gondoskodás történt. (Metal Bulletin IV. 12.)

Az első alumíniumfólia-szállítmányok a Permanent Metals Corporation új permanentei fólia hengerművéből ebben a hónapban kezdődnek el. A szükséges lemezeket a társaság trentwoodi hengerműve bocsátja rendelkezésre. A fóliát .0025—.005 inch vastagságban fognak előállítani. Az új mű évi kapacitása kb. 2.500 tonna lesz. (Metal Bulletin, IV. 5.)

Az Aluminium Company of America — hír szerint — elkezdte a fém gallium előállítását és szállítását. A gallium a timföld előállításánál a bauxit egyik mellékterméke. A bauxit galliumtartalma tonnánként csak kb. 1 unzia, sikerült azonban a galliumot oxid alakjában kinyerni, amelyből azután nagytisztaságú fém galliumot nyernek. Az ezüstfém 30° C-nál folyékony, forrása 2.000° C-nál van, így részben magában, részben indiummal ötvözve, magas-hőmérsékleten dolgozó hőmérők töltésére használható. (Metal Industry, III. 25.)

— Fné —

**Tasmania:** Egy walesi alumíniumüzemből gépi berendezés van útban Tasmania felé ahol Ball Bay-ban, a Tamar folyó torkolatánál nemsokára egy öntőde és üzem építkezése indul meg. Az Australian Aluminium Production Company szerint, mely a terepet kiválasztotta, az építkezés két év alatt elkészül. A tasmaniai üzem indulási kapacitása évi 13.000 tonna lesz, melyet később 25.000 tonnára szándékoznak felemelni. (The Metal Bulletin, IV. 8.)

— Fné —

**Angla:** Április 1-től kezdve a Közéllátási Minisztérium a 99—99,5%-os kohóalumínium tuskó eladási árát tonnánként £ 90-ban állapította meg, az 1948 október 1-e óta érvényben lévő £ 87-tel szemben.

A magasabb tisztasági fokra fizetendő prémiumok nem változtak és ezekre a minőségekre az árak a következőképpen alakulnak:

Tisztaság	Prémium pro to.	Ár pro to.
minimum 99,6%	£ 8.—	£ 98.—
99,7%	£ 12.—	£ 102.—
99,8%	£ 17.—	£ 107.—
99,9%	£ 50.—	£ 140.—
99,99%	£ 100.—	£ 190.—

Az alábbi táblázat a kohóalumínium árának ingadozását mutatja a legutóbbi 8—9 évben az árváltozások dátumával együtt:

1939 szeptember 1.	£ 94.—	pro to
1939 december 18.	£ 110.—	„ „
1945 március 1.	£ 85.—	„ „
1946 április 10.	£ 67.—	„ „
1947 március 24.	£ 80.—	„ „
1948 október 1.	£ 87.—	„ „

A £ 90-es új angliai ár a jelenlegi amerikai árakhoz a következőképpen viszonylik:

50 lb alumínium tuskó 17 cent pro lb (£ 94½ pro to.)  
50 lb nyers alumínium 16 „ „ (£ 89.— „ „)  
(The Metal Bulletin, április 5.)

— Fné —

**Svédország:** Egy svéd cég alumíniumot használ fel címzőgép lemezeinek előállításához. A lemezek különböző színűek. (The Metal Bulletin, IV. 8.)

— Fné —

**Olaszország:** Alumíniumfelhasználása igen alacsony. Az 1948-ban előállított 33.000 tonnából 13.000 tonnát exportáltak, ellentétben az 1947. évi 1.900 tonnával. (The Metal Bulletin, IV. 8.)

— Fné —

**Franciaország:** A franciaországi ECA misszió szerint a francia alumíniumipar \$ 2.400.000 segítyt fog kapni az Egyesült Államokból, gépi berendezés céljára, alumínium fólia előállítására. A segíty révén a két francia fólia-előállító vállalat: „Establissements Charles Coquillard“, Froges, és „Société des Trefileries et Laminoirs du Havre“, Le Havre, termelését 4.000 tonnára szándékozik felemelni. Az évi fóliaszükséglet 3.000 tonna. (The Metal Bulletin, IV. 12.)

— Fné —

**Bizonia:** A Reuter jelenti Frankfurtból, hogy az angol-amerikai zónában a kohóalumínium-termelés februárban 792 tonnára emelkedett. Ebből 602 tonnát a Lippemüvek, Lünen, 190 tonnát pedig a Toeing mű állított elő. Decemberben és januárban az áramhiány akadályozta a termelést, akkor havonta csak 238, ill. 277 tonnát állítottak elő. (The Metall Bulletin ápr. 8.)

— Fné —

**Németország:** Az Egyesült Államok, Nagybritannia és Franciaország beleegyeztek abba, hogy Németország alumíniumipara újból termeljen. Bár a potsdami egyezmény óta a német könnyűfémipari termelést leállították, Bizonia katonai hatóságai ideiglenes termelési engedélyeket adtak, miután szerintük a német ipar részére alumíniumszállítások szükségesek.

1948-ban a meglévő bauxitmennyiségekből kb. 7.300 tonnát, hulladékból pedig 35.000 tonnát termeltek, míg kb. 17.200 t kohóalumíniumot importáltak. A fentemlített engedély értelmében a német üzemek évi 85.000 tonnát termelhetnek. Amennyiben megfelelő mennyiségű villamosáram rendelkezésre áll, a német gyárak kapacitása túlhaladja a 85.000 tonnát, az áramhiány azonban bizonyos idő óta hátráltatja a termelést.

Jelenleg a következő német üzemek vannak alumíniumtermelésre berendezve: Inwerk, Toeing, Lippewerk, Lünen, Erftwerk, Grevenbroich. (Ezek mind a Vereinigte Aluminiumwerke-hez és az Aluminium Industrie A. G. Chippis rheinfeldeni üzeméhez tartoznak.)

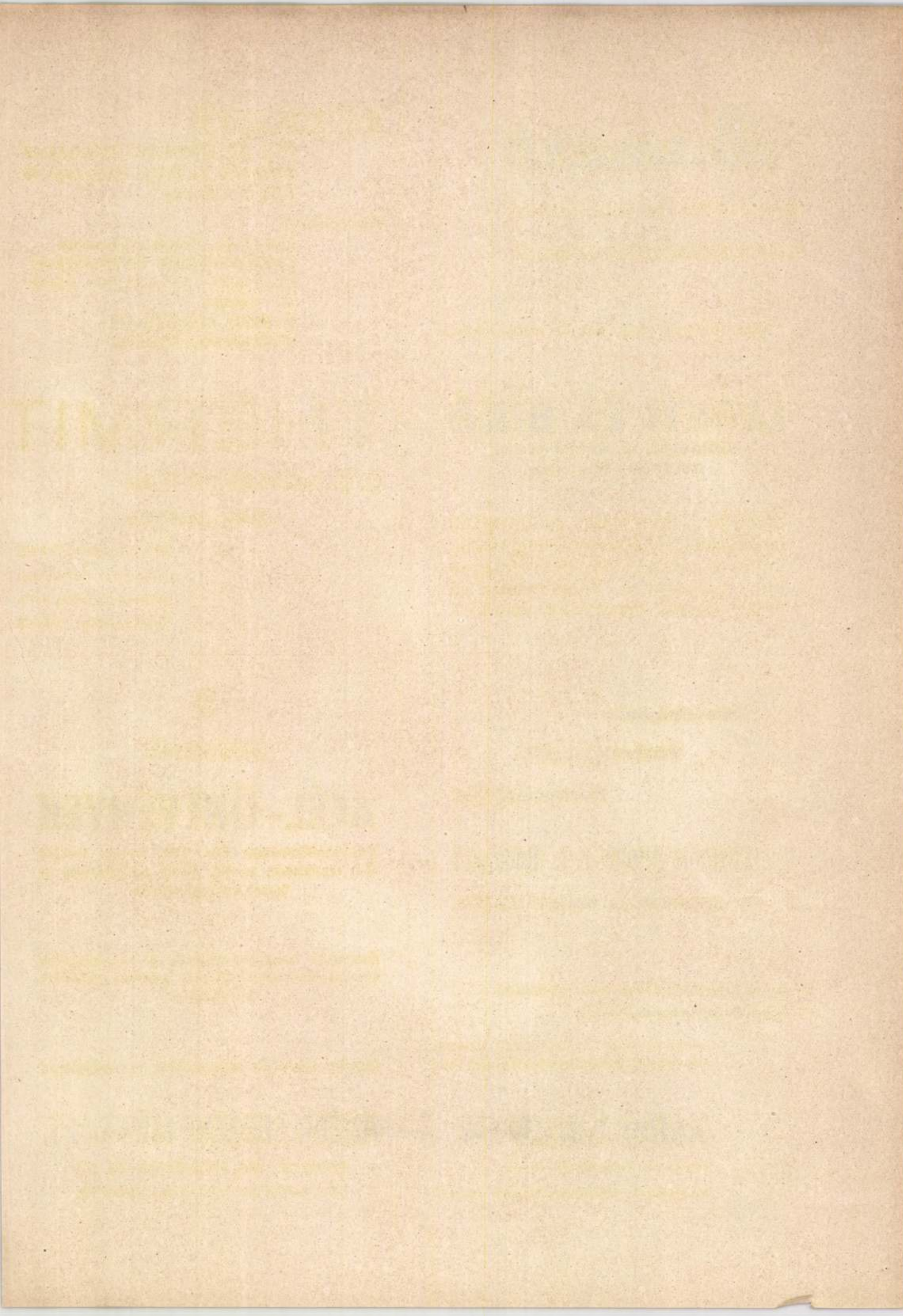
A nyersanyagkérdés azonban még kétséges. Timföldet előállíthatnak a V.A.W. schwandorfi üzemében és a svájci cég bergheim—erft-i üzemében. Úgy látszik, hogy a katonai hatóságok nem emelnek kifogást bauxit és timföld importálása ellen, feltéve, hogy a német gyárak nem halmoznak fel raktáraikban nagyobb mennyiségeket. (The Metal Bulletin, IV. 22.)

Bajorországi technikusok nemrég alumíniumból készült siléceket konstruáltak. Ezek gyorsabbak mint a falécek, megtartják alakjukat és ugrásnál











# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI

SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON : 292-855, 292-854

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON : 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cik-keket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

### Kéményépítés

Kazánbefalazás

Kemenceépítés

**Custodis Alfonz r. t. Budapest**

Nádor-utca 19. sz. Telefon : 120-376

Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő és kimentelő berendezéseket

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia stb. tüzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

## APOR LEÓ

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT

Budapest, V., Kresz Géza-utca 45

Telefon: 201-046

Képviseletek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos szűrőberendezések (elektrofilterek)  
Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázégő.

**EREDETI BURGMANN**  
tömítések egyedárúsítása

# THERMIT

## CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SANDORNE

féhérfém öntődéje

Budapest, V., Zoltán-u. 10.

Telefonszám: 121-328



SIEMENS

## ACÉL-ÖNTVÉNYEK

Elektroacélöntvények Din. 1681. szerint, továbbá nem rozsdásodó, saválló, hőálló acélöntvények az összes iparágak részére.

Öntvények megszerkesztésénél, a legmegfelelőbb anyagminőség kihasználásánál, szívesen szolgálunk útmutatással.

Vállaljuk öntvények előnagylását, megmunkálását.

## FRIEDR. SIEMENS MŰVEK RT.

BUDAPEST, XIII., VÁCI-ÚT 83-85. SZ.

TELEFON: 201-173, 200-195.



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

## Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

6. szám.

Ásványi olajok, kátrányok, szurkok és nyerszenek  
kokszyeredékének meghatározásáról

Dr. LÁNYI BÉLA műegyetemi tanár

Prof. Dr. Béla Lányi:

## Über Bestimmung der Koksausbäute von Mineralöle, Teere und Rohkohlen.

Kurzgefasste Beschreibung eines neuen, im Ung. Aluminium-Forschung-Institut durch den Verfasser konstruierten Bestimmungsapparates.

Szénhidrogén-tartalmú elegyek kokszyeredékének meghatározására több módszer ismeretes. Valamennyinek közös sajátága, hogy az egyes szerzők szerinti előírásnak megfelelő edényzetben pirogén úton bontjuk el a vizsgálatra bemért anyagot. A nyert kokszyot visszamérve, %-ban számítjuk ki a „kokszyeredék“-et. Közös sajátóság másrészt az is, hogy a legtöbb szerző egyéni elgondolása szerint emeljük a hőmérsékletet valami tetszőleges időbeosztás alapján — legtöbb esetben sem tudományosan, sem gyakorlatilag meg nem okolható módon. Ezek az előírások azt hozzák magukkal, hogy különféle módszerekkel meghatározott kokszyeredék ritkán mutat csak nagyjából egyező eredményt, még ugyanannál az anyagnál is. A módszerek egyéb bizonytalanságairól, mint a kokszyolási atmoszféráról, a kokszyban visszamaradó illanó résznek elhanyagolásáról, stb., stb., nem is szólva, a nem egyezések eredete érthetővé válik.

Az ásványolajiparban a Conradson-féle meghatározási mód divatos, melyet szerzője az „Eighth International Congress of Applied Chemistry“ (Washington and New York 1912. Section I., Analytical Chemistry, Vol. I. 131.) füzeteiben ismertette, a „Carbon Residue“ meghatározására, %-ban kifejezve:

Turbine Oil-nál ... ..	0.02%
Gas Engine Oil-nál ... ..	0.53—0.71%
Air Compressor Oil-nál ... ..	0.66%
Motor Oil-nál ... ..	0.78%

-os értékeket kapott. ...

Előírását 1932-ben ASTM (Proceedings American Society of Testing Materials) szabványul is választották. A felmelegítést Méker-égővel végzik, a fűtést úgy vezetve, hogy a kb. 10 g-nyi bemért olajból távozó gőzök 10 percig égjenek a készülék kürtőjén. Az elpárolgás sebességét a készülék kürtőjén lévő kengyelig nyúló láng hosszával szabályozzuk. Amikor a gőzfejlődés megszűnik, a vastégely fenekét 7 percig cseresznyevörös izzáson tartjuk. A hevítő égőt eltávolítva, a keletkező kokszyot a készülékben 15 percig hűtjük. A porcellántégelyt exszikkátorba téve, a keletkezett kokszyot megmérjük.

Egy Conradson-készülékbe csak egy téglyszerelvényt tudunk elhelyezni, a folytonos figyelést igénylő kokszyosítási idő 17 perc, a további hűtés ismét 17 perc, tehát a be- és visszamérést nem tekintve, legjobb esetben 35 perc alatt kész egy vizsgálat. Ha 10 g olajat tettünk a tégelybe, 0.1%-os kokszyeredéknél 10 mg-nyi szenet kell megmérnünk. Bár az analitikai mérleg 0.1 mg-ot megérez, a nyert kokszyok mérés alatti nedveségfelvétele és a hevítés körülményeinek bizonytalansága miatt  $\pm 10\%$  hibahatárral mindig számolnunk kell. Nem sokkal jobb az eredmények akkor sem, ha a készülékben kihűlt tégelyt becsiszolt fedelű mérőedénykében visszük a mérlegre.

Másik eljárás a Ramsbottom-féle. (Angliában I. P. T. — Journal of the Institution of Petroleum Technologists, London — Standards Method 1929. szerint ismeretes). Az anyagot gömbölyű fenékű üvegesöbe mérjük, ezután a cső száját vékonyra kihúzva, 550°-ra melegített ólomfűdőben 6—7 perc alatt végezzük el a kokszyosítást. A Conradson-félénél sokkal szigorúbb előírás miatt a hiba  $\pm 5\%$ -ra tehető. A módszer kétségtelenül sokkal gyorsabb, tömeges vizsgálatokra is alkalmasabb, mint a Conradson-féle.

A „Bochum“-i próbát platinatégelyben végzük. Az A. S. T. M. 168—30-as előírás alapján hasonló meghatározáshoz szintén platinatégelyt szabványosít. Philippovich, Damian, Koetschau, Kelly és Bassett eljárásai említetők és közismertebbek az előbbieket mellett.

E módszereket kiegészíti különlegesen az aluminiumgyártásnál használt anódgyurma anyagához való vizsgálatok számára az oslói „Elektrokemisk“ előírás. Egy eszközben, egyszerre négy próbának a kokszyeredékét tudja előállítani. E munkamódszer leírásánál különlegesen figyelmeztetik a vizsgálatot, hogy a hőmérséklet menetének helyes beállítása nagy gondot okoz. A bajok már csak abból kifolyólag is előállnak, hogy az egyes laboratóriumokban, ha a felhevítő gázegőt lehet is szabványosítani, a fűtőgáz kalóriája és levegőszükséglete helyenként más és más lévén, a hőfokemelési ütemét nehéz egységesen tartani.

4 cm átmérőjű, 3.5 cm magasságú porcellántégelybe a kátrányból 4 g-ot, szurokból 2 g-ot mérünk be — analitikai mérleg. Négy tégelyt helyezünk, 3—5 mm vastag, háromlábos fekvő, 4 db  $\frac{1}{4}$ ”-os lyukkal ellátott vaslemezre, egymáshoz közel és 12—14 cm átmérőjű, 10—12 cm magasságú vascsővel vesszük körül a tégelyeket. A négy tégely közé, anélkül, hogy a vaslemez érintené, 500°-ig osztott hőmérőt akasztunk. Gázvédővel elő-



vigyázatosan a lemez alá fűtünk, a füstgázok egy részét a kokszolótérbe vezetve, az előbb említett négy lyukon keresztül. Anélkül, hogy a tégelyekben lévő anyag felhabzanék, lehető gyorsan  $120^{\circ}$ -ra emeljük a hőmérsékletet, azután pedig egyenletes ütemben 20—25 perc alatt  $460$ — $470^{\circ}$ -ra megyünk fel. A készüléket széjjelszedve,  $6 \times 6$  cm méretű vasdobozokba helyezük a porcellántégelyeket, melyeket most porcellánfedővel is letakarunk. A doboz és tégely fala közé kalcinált petrolkoksz darát teszünk, és az egészet tokos kemencében öt órahosszát  $800^{\circ}$ -ra hevítjük. Exszikkátorban hűtünk, a porcellántégelyben vizsamaradót kokszot megmérjük. Munkaidő 4 meghatározásra két óra, az egész meghatározás pedig hét órahosszát tart. Hibahatár  $\pm 0.7\%$ .

E módszerek közül legjobb eredményeket — főként kátrány és szurokra nézve az „Elektrokemisk” előírástól várhatunk, de a dolgozási idő és a tokos kemence foglaltsága igen hosszú.

Végeredményben a körülményes és nehézkes dolgozási módszerek egyike sem ad összevágó eredményeket, az előbb vázolt viszonyok miatt ezt nem is várhatjuk. Kelly (The Petroleum Times: 1938, 39, 429.) a Conradson és Ramsbottom „test”-ek között — ásványi olajok számára — a mindenkori szénnyeredéket is tekintetbe véve,

ha a

$$\frac{0.29\% \text{ -nál nagyobb}}{0.29\% \text{ -nál kisebb}}$$

a Conradson „test” számára:

$$\frac{\text{Conr. t} = 1.515 \times (\text{Rt} - 0.12)}{\text{Conr. t} = 0.7 \times (\text{Rt} - 0.03)}$$

összefüggést állapítja meg, ha pedig a Conradson „test” eredménye

$$\frac{0.12\% \text{ -nál nagyobb}}{0.12\% \text{ -nál kisebb}}, \text{ akkor}$$

a Ramsbottom „test” számára:

$$\frac{\text{Ramsb. t.} = 0.12 + 0.66 \text{ Ct}}{\text{Ramsb. t.} = 0.03 + 1.45 \text{ Ct}}$$

átszámítási egyenleteket használja.

Szurkok és kátrányok vizsgálatára nem mondanak semmi hasonlót az irodalmi adatok, tehát a módszerek az „Elektrokemisk” előírásaival semmiféle közvetlen kapcsolatba nem hozhatók. Kelly munkájához hasonló függvényeket itt is lehetne készíteni, de ennek a munkának nem sok értelme lenne.

Azon célok számára, melyek mind a brikett-készítő ipart, mind pedig az anódgyurma gyártat érdeklik, még az „Elektrokemisk” előírások nyújtják a legrövidebb időre leszorítható hőfokváltozás ütemét, az öt órán át való  $800^{\circ}$ -os izzítás pedig a kokszot az illanó anyagtól úgy mentesíti, mint ahogyan a brikett kihevíto üzemekben az tényleg végbe is szokott menni.

Eppen azért, mert egyik módszer sem követi valamely természetes folyamatnak az ütemét, — mint már előbb is mondtuk — azt találjuk, hogy a szénkihozatali eredmények nem vághatnak össze. A szénkihozatali változandóságát Klason és munkatársai (irodalom összefoglalását l. Lányi Béla: „A falepárlás”. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa, 1943. 33. füzet) tudományosan is feldolgozták az 1910-es években. Arra az eredményre jutottak, hogy az etalonul választott bükkfa-szénésítésnél a szénnyeredék többek között függvénye

a lepárlási időnek, a szenesedő anyag felett kialakuló gáznyomásnak, stb. egyéb fizikai körülményeknek.

Az olaj- és szurokiparban ilyen etalon-szénésítési mód mai napig nem alakult ki. Mint e cikk elején összefoglalóan ismertetett leírásból látszik, mindenki saját céljai szerint kokszol, az eredmények természetesen emiatt nem is hasonlíthatók össze.

Érthető, hogy az olajiparban, ahol nem a koksz kötőkéességét, hanem a kenőolaj egyéb tulajdonságait, pl. a földgyanta mennyiségét, az olaj elhasználtsági fokát, stb. vizsgálják, a koksznyeredék megállapítása tetszésszerű, de azonos módszerekkel elvégezve, az igényeket ki is elégítheti.

Annakidején a brikett kötőanyagok magatartását vizsgálva, éppen az előbbi példákban bemutatott körülmények miatt etalonnak Staite és Edwards által elektródszenek gyártására 1846-ban szabadalmazott nádcukrot választottam, melyre nézve azt találtam, hogy akár Conradson, akár Ramsbottom, akár az „Elektrokemisk” eljárása szerint kokszosítjuk, nagyjából azonos koksznyeredéket ad. Most az Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet anódgyurma problémái között a magyar anyagokból készíthető kötőanyagok vizsgálatánál ezek a kérdések ismét előtérbe kerültek. A sokféle anyag alkalmaságának megítélésére ki kellett dolgozni sorozatvizsgálatokra használható készüléket, mely a bevezetésben ismertetett eljárásoktól részben eltérve, a következő követelményeknek tegyen eleget koksznyeredékek meghatározásánál.

1. A lepárlásra, kokszosításra kerülő próba felhevítési tartama a laboratóriumi munka időhatárai közé illeszkedjék.
2. Sorozatvizsgálatra alkalmas legyen.
3. Egyaránt alkalmas legyen mind nagy pontosságú, mind pedig technikai szükségletet megítő vizsgálatok végrehajtására.
4. A felhevítés üteme pontosan legyen előírt és kényes eszközök nélkül ez az ütem akárhol betartható is legyen.
5. A koksz végső hőmérséklete  $800^{\circ}$  C° legyen.
6. Gondoskodjunk arról, hogy az egész kokszolási folyamat oxigénmentes atmoszférában történjék.
7. A kokszolandó anyag felett alakuljon ki saját párladékának a gőznyomása, anélkül, hogy az illanó termékeknek elszenesedésére hajlamos vegyületei a kokszosítószervezef mérlegre kerülő alkatrészéből eltávozzanak. (Ez az eset többször előfordul, pl. a Conradson-féle meghatározásnál, amikor az illó anyag egy része a tégely fedőjén bomlik el.)
8. Az eredményeket lehessen Bahlke, Bernard és munkatársaik szerint (Journal of the Society of Automotiv Engineers, 1931. 215.) hasonlóan az ásványolajiparban általuk javasolt „kokszosodási indexszám”-képen az ott igen jól bevált „vizkozitási index” mintájára egységesen kezelni. Az eredmények tehát egyaránt szolgáltatassák a brikett és anódgyurma kötőanyagai számára szükséges kötőkéesség mértékszámát is, de az ásványolajipar idevonatkozó követelménye se kerüljön elhanyagolásra.



9. Az eddigi módszerek pontosságát érjük el, ha lehet haladjuk meg.

Véletlenül adódott még, hogy a készülék alkalmas lett a szénfeldolgozóipar számára is, helyettesítve a M u c k-féle gyorspróbát, pontosan kifejezhetővé téve vele a kokszosítás alatti duzzadás mértékét is.

A készülék tervezésénél a Ramsbottom-féle gondolatot használtam fel, nagyjából alkalmazkodva az Elektrokemisk előírásokhoz is. A kokszosítás nálam is, mint Ramsbottom-nál, csőben történik, de e cső hőkapacitása igen nagy a bemért anyagéhoz képest. A fűtés a cső felső részén kezdődik, ezáltal a próba nyugodt lejárása lehetővé teszi a nem kokszolódó párlatok kihabzás nélküli síma eltávolítását. Durvább mérésekhez az 1. ábrán látható fémesövet, finomabbakhoz pedig e csőbe illő, gömbölyűen befenekelt káli-, vagy pirex-üveget, vagy a keletkező kokszt könnyebb kiégetése miatt kvarccsövet használunk. A lejárás, valamint az ezt követő kokszolás és hűtés, nitrogén-áramban történik, a keletkezett kokszt visszamérésénél a csöveket a mérlegszekrényben tartott, megszámozott gumidugókkal védjük a levegő nedveségétől.

A készülék részei a mellékelt ábrákból láthatók. Technikai vizsgálatokra a minden egyes részben reveálló acélból készült, 1. ábrán látható felszerelést használjuk, az üveg- vagy kvarccsövek nélkül. Bemérésre 10 mm átmérőjű, 1 mm falvastagságú, 110 mm hosszú cső szolgál, melynek alsó végére lazán vágott menettel sapkát lehet csavarni. A sapka közepén Sz kidudorodó szemölcs a cső alsó végéhez csiszolt karimához szorítja a 2 mm vastag tömítőlemezkét, mely tehát a kokszosítandó anyagot felmelegítés alatt sem engedi kifolyni.

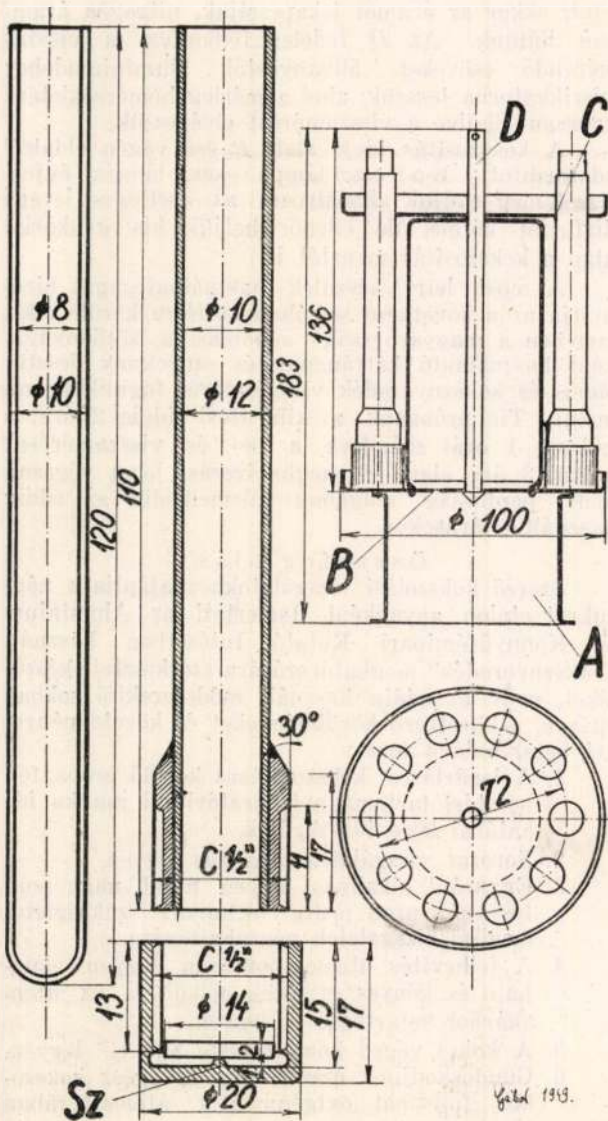
A vascső súlya ... ..	58 g
A lemezkée ... ..	2.2 g
A sapkái ... ..	16.5 g
A kvarccső súlya ... ..	6.5 g
A 10 csövet tartó állványzat súlya	420 g

A leírásból kivehető, hogy technikai vizsgálatoknál mind a bemérést, mind a visszamérést az összerakott csőszerkezetben végezzük. Új vizsgálati sorozat előtt a keletkezett kokszt papálcikával toljuk ki a csőből, melyet előzőleg széjjelcsavarunk. Pontosabb méréseknel, ugyancsak az 1. ábrán látható, a vascsőbe illő kvarc-, vagy pirex-üvegből készített, alul gömbölyű fenekű csövecskét teszünk. Ilyenkor bemérést és visszamérést a kvarc-(üveg)-csőben végezzük, melynek a mérlegre való felakasztásához alumíniumhuzalból alkalmas tartószerkezetet készítünk. A kokszt visszamérésénél a kvarc-(üveg)-csövecské száját a mérlegszekrényben tartott gumidugóval zárjuk el.

Az általam szerkesztett készülékben egyszerre 10 db kokszosító-cső helyezhető el. Ennyit kell akkor is beléteni, ha kevesebb próbát akarunk készíteni, hogy a felhevítés egyenletes menetét biztosíthassuk.

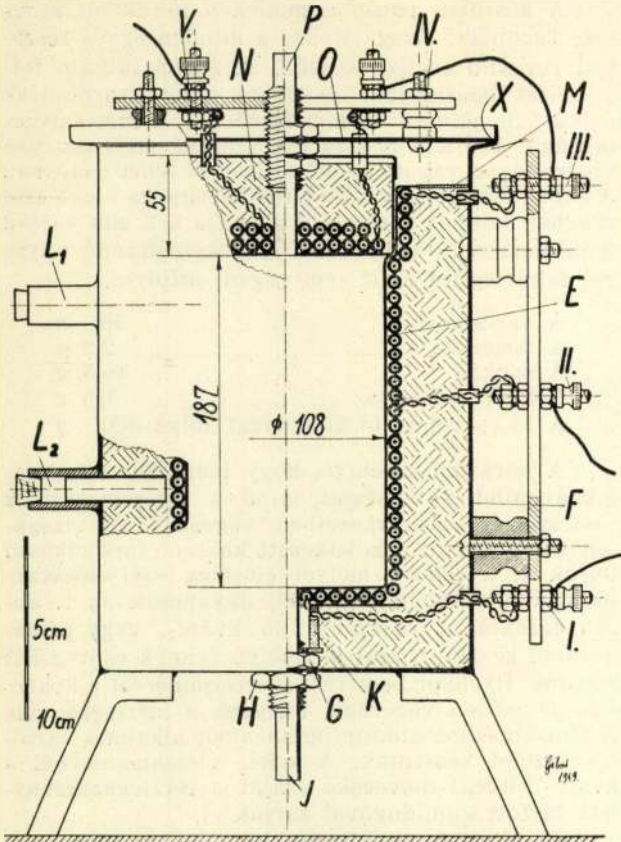
E tíz kokszosító-csőnek a kemencébe való helyezésére az 1. ábra jobboldalán látható tartószerkezet szolgál. A-val jelzett, 66 mm átmérőjű, 47 mm magasságú, kifelé peremezett reveálló vas-henger tartja a B kör alakú tálcán nyugvó próbacsöveket, melyeket az eldőlés ellen a C-vel jelölt, 10 lyukkal készített körlemez biztosít. D tengelyre (átmérője 6 mm), lazán illik a C kör alakú lemez, D-nek a felső végén furat van, hogy az egész szerkezetet egy drótkampóval ki lehessen emelni a még meleg kemencéből. A D tengely körül 50 mm átmérőjű, 100 mm magasságú, 1 mm falvastagságú reveálló, vasból készült henger fűzünk fel — a C lap alá — mely a tér kitöltésével biztosítja az áramló nitrogénnek a kokszolócsövek mellett gyors felfelé haladását. A 2. ábrán látható a készen összeállított kemence. E-vel jelölt belső tokját reveálló lemezből a beírt méretek szerint készítjük el és a külső F közönséges vasból (2 mm vastag) készült köpenyhez G és H anyacsavarokkal csak akkor fogjuk hozzá, amikor az E tokra a villamosfűtéshez szükséges ellenálláshuzalt már felcséváltuk. Az anyák között, az F köpenyben kinyúló cső I-nél kapja a kokszosítás és hűtés ideje alatt az öblítő nitrogén-gázt.

A tok fűtőtekercsének elkészítésére két párhuzamos CrNi-huzalt használunk, egy-egy szál átmérője: 1.0 mm); melyeket párosan burkolunk 2 mm-nél kissé bővebb furatú kerámiai gyönggyel. A közösen egy gyöngyosorba behúzott fűtőszálat sűrűn egymás mellé csavarjuk az E tok külső felületére. A tok fenekén lévő réteget a leeséstől 1 mm vastag, 125 mm átmérőjű, reveálló lemez tartja, melyet K



1. ábra.





2. ábra.

kerámiai anyagból készített cső szorít a *G* anya segítségével a helyére. A fűtőszál kezdetét *I.* jelű kivezetés mutatja. Alulról felfelé folytatva a tekercselést, kb. az *E* tok közepén készítjük el a *II.* jelű kivezetést. Ezután a tekercselést felfelé tovább folytatva, a *III.*-al jelölt kivezetésben fejezzük be.

A fűtődróttal felszerelt tokot, a vasköpenybe helyezzük és alul a *H* anyacsavarral rögzítve, jó minőségű thermalittal a köpenytől elszigeteljük. (A mi példányunkban a magyar gyártmányú *HAESZ* szigetelő anyagot alkalmaztuk.) A szigetelő anyagban dugófúróval, *L*<sub>1</sub> és *L*<sub>2</sub> behegesztett cső-csonkoknál lyukat fúrunk, ezt vékonyfalú tűzálló csővel kibéleljük. A csőcsonkokat a hőmérséklet ellenőrzésére használjuk. Üzemidő alatt a csonkokat parafadugóval zárjuk el, amelyet csak akkor nyitunk ki, ha a hőfokot akarjuk észlelni.

*I*—*II*-ig a huzal ellenállása hidegen 477 ohm, *II*—*III*-ig pedig 414 ohm.

A hőszigetelővel körülvett *E* tok felső részét *M* azbeszt lemez (vízüveggel beragasztva) fogja körül, amely megakadályozza, hogy a hőszigetelő anyag porlódjék.

A most ismertetett *E* jelű toknak felső szélésebb száját a szintén fűthető *N* fedél takarja (ez is 1 mm vastagságú nemesacélból készül!), melyet a kemence fenekén *G* és *H* anyacsavarokkal már ismertetett megoldás szerint függesztünk fel az *O*-val jelölt, 2 mm vastagságú közönséges vaslemez-ből készült fedélre. *E* fedél az *F* köpenynek a karimájába illik. Vizsgálat alatt legoelsőbban vízüveges steatit porra tömítjük, hogy a bomlási termékeket és az öblítő nitrogént a *P* csövön kényezserítsük a tok elhagyására. A villamos fűtőtestet itt

is két párhuzamosan kapcsolt 1 mm átmérőjű *CrNi* huzal alkotja, hasonlóképpen gyöngyosorba fűzve, mint azt az *E* tok fűtésénél leírtuk. Az egymás fölé kettős sorba sűrűn csavart fűtődrót kivezetéseit *IV.* és *V.* jelzik. A főtűhuzalpár ellenállása 167 ohm. Az *N* fedélnek fűtődróttal ki nem töltött terét *HAESZ* szigetelővel tömjük ki, az *O* fedél és a doboz között szigetelő anyag nincs. Az *O* fedőlemeznek és az *N* fedőtoknak az együttes kiemelésére a *P* csövön szabadon maradó menetre 1/2"-os gázkarmantyúval végződő 1/2"-os (25 cm hosezú) közönséges gázcső darab szolgál.

A munka menete a következő:

1. Bemérjük a próbákat vagy a nemesacél csövekbe, vagy ezekbe betétként alkalmazandó kvarc csövekbe és az állványszerkezettel együtt elhelyezük az *E* tokba.

2. *O* fedőlemezhez kapcsolt *N* fedődobozt helyére téve, vízüveges steatittal *X-X*-nél tömítünk, megindítjuk a nitrogén áramot, kb. 1 liter/perc sebességgel.

3. A *III.* és *IV.* kivezetéseket a kemencén kívül rézhuzallal összekötjük, *V.* és *II.* kivezetésekre egyen. vagy váltakozóáramot kapcsolunk. Egy órányi fűtés után valamennyi tekercset sorbakötjük. A szerkezet 2 óra alatt eléri a 800°-nyi hőmérsékletet, ekkor az áramot lekapcsoljuk, nitrogén áramban hűtünk. Az *O* fedelet felbontva, a visszamérendő csöveket állványostól alumíniumdoboz exszikkátorba tesszük, ahol a mérleg hőmérsékletére gyorsan lehűlve a visszamérést elvégezzük.

A koksosítás ideje alatt *P* cső végén oldalról odafordított Bunsen-lámpa kék lángja égjen. Ezzel meg tudjuk akadályozni az esetleges levegő diffúziót befelé, de ellenőrizhetjük kis gyakorlat után a koksosítás menetét is.

A most leírt készülék használhatóságát bizonyítja az a következő számban közlésre kerülő cikk, melyben a magyarországi anódmassa kötőanyagként használható kátránynak és szuroknak desztillációs és kokszyneredék vizsgálatáról fogunk beszámolni. Tíz próbának a kihevítési ideje 2 óra, a hűlésre 1 órát számítva a be- és visszamérések nélkül 3 óra alatt 10 meghatározást lehet végezni, mely pontosság dolgában túlemelkedik az eddig használt eljárásokon.

#### Összefoglalás.

Szerző kokszolási vizsgálatokhoz ajánlja a nádcukrot etalon anyagként. Ismerteti az Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézetben használt „kokszyneredék” meghatározására szerkesztett készüléket, mely az eddig használt módszerektől sokban eltérve, a következő körülményeket és követelményeket betarthatóvá teszi:

1. A leparlásra, koksosításra kerülő próba felhevítési tartama a laboratóriumi munka időhatárai közé illeszkedik.
2. Sorozat vizsgálatra alkalmas legyen.
3. Egyaránt alkalmas legyen mind nagy pontosságú, mind pedig technikai szükségletet megítő vizsgálatok végrehajtására.
4. A felhevítés üteme pontosan legyen előírható és kényes eszközök nélkül ez az ütem akárhol betartható is legyen.
5. A kokszyneredék hőmérséklete 800 C° legyen.
6. Gondoskodjunk arról, hogy az egész kokszyelési folyamat oxigénmentes atmoszférában történjék.



7. A koksizolando anyag felett alakuljon ki saját párladékának a gőznyomása, anélkül, hogy az illanó termékeknek elszenesedésre hajlamos vegyületei a kokszosító szerkezet mérlegre kerülő alkatrészéből eltávozzanak.
8. Az eredmények tehát egyaránt szolgáltatassák a brikett és anódgyurma kötőanyagjai számára szükséges kötőképesség mértékszámát is, de az ásványolajipar idevonatkozó követelménye se kerüljön elhanyagolásra.
9. Az eddigi módszerek pontoságát érzük el, ha lehet, haladjuk meg.

Véletlenül adódott még, hogy a készülék alkalmas lett a szénfeldolgozó ipar számára is, helyettesítve a Muck-féle gyorspróbát, pontosan kifejezhetővé téve vele a kokszosítás alatti duzzadás mértékét is.

A készülék tervezésénél a Ramsbottom-féle gondolatot használtam fel, nagyjából alkalmazkodva az Elektrokémisk előírásokhoz is. A kokszosítás nálam is, mint Ramsbottom-nál, csőben történik, de a cső hőkapacitása igen nagy a bemért anyagéhoz képest. A fűtés a cső felső részén kezdődik, ezáltal a próba nyugodt lejárása lehetővé teszi a nem koksizolando párlatok kihámlás nélküli síma eltávozását. Durvább mérésekhez az 1. ábrán látható fémcsövet, finomabbakhoz pedig a csőbe illő, gömbölyűen befenekelt káli-, vagy pirex üveget, vagy a keletkező kokszt könnyebb kiégése miatt kvarc csövet használunk. A lejárás, valamint az ezt követő koksizolás és hűtés nitrogén áramban történik, a keletkezett kokszt visszamérésénél a csöveket a mérlegszekrényben tartott, megszámozott gumidugókkal védjük a levegő nedvességétől.

## A magnesiumkohászat nyersanyagai

JAKÓBY LÁSZLÓ

### Raw Materials for the Magnesium-Production.

Met. Ing. Lad. Jakóby.

History of development. — Brief description of the electrolytical and electrothermic processes. — Assessment of the processes as used the worldover and production data. — Karnallite, magnesite, dolomite, serpentine and sea-water as raw materials. — Attempts made to dress magnesium ores, especially magnesite and dolomite. — The possibilities of a Hungarian magnesium production based upon dolomite. — Reducing materials, salts. — Coal, silicoaluminium and ferrosilicum. — Final conclusion relating to the creation of a Hungarian magnesium metallurgy.

### Résumé.

L'histoire de développement. Une courte description du procédé électrolytique et électrothermique. La répartition mondiale des méthodes et leurs dates de production. La carnallite, magnésite, dolomite, la serpentine et l'eau de mer. Expériences concernant la préparation des minerais magnésifères, surtout celle de la magnésite et dolomite. La description courte des dolomites du pays. La possibilité de la métallurgie de magnésium basée sur la dolomite. Les matières de réduction, sels. Le charbon, le silico-aluminium, le fer-silicieux. Conclusion tirée pour la fondation de notre industrie nationale de magnésium.

### Rohstoffe der Magnesiumherzeugung.

Hüttening. Lad. Jakóby.

Zusammenfassung:

Geschichtliches. Kurzgefasste Besprechung der elektrolytischen- und elektrothermischen Verfahren. — Bild in Zahlen der Weltmagnesium-Industrie. — Die Magnesiumminerale deren Aufbereitung. — Die ungarischen Dolomite. — Reduktionsrohstoffe. — Schlussbetrachtungen bezüglich der ungarischen Magnesiumindustrie.

### La nuova industria ungarica del Magnesio.

Met. Ing. Lad. Jakóby.

Storia dello sviluppo — Breve descrizione dei processi elettrolitici ed elettrotermici, metodo italiano della S. A. I. M. (Dott. Luigi Amati) — Carnallite, magnesite, dolomite, serpentine ed acqua marina —

Esperimenti per la preparazione dei minerali magnesiferi, principalmente della magnesite e dolomite — Breve descrizione delle dolomiti nostrane — Possibilità di metallurgia nazionale di magnesio a base di dolomite — Reduttori, sali ecc. — Carbone, silico-alluminio e ferro-silicio. Conclusioni finali sulla creazione dell'industria nazionale di magnesio.

### I. Fejlődéstörténet.

Úgy tudjuk, hogy az aluminiumot 1827-ben Wöhler állította elő elsőnek és a technika-történetben a neve mindenkor így is szerepelt. Csak később, 1925-ben a fejlődéstörténeti kutatásai során állapította meg Matignon,<sup>1</sup> hogy Oerstedt már két évvel ezelőtt, 1825-ben Wöhler-től függetlenül, laboratóriumában szintén szinaluminiumot állított elő.

Akár az egyik, akár a másik kutatónak a tevékenységét nézzük, tény az, hogy az aluminiumot csak 120 évvel ezelőtt állították először elő, ezzel szemben pedig a magnesiumot már 1806-ban, tehát kereken 20 évvel előbb állította elő Dawy elsőnek magnesiumpulver alakjában. Tehát a magnesium az aluminiumnál tulajdonképpen 20 évvel idősebb fém, hogy mégsem tudta a fémtechnológiában befutni azt a szédületes fejlődési fokot, amit az aluminium elért, arra vezethető vissza, hogy egyrészt az aluminium kutatására aránytalanul nagyobb anyagi áldozatot fordítottak, másrészt a magnesiumot illetőleg kialakult az a téves felfogás, hogy technológiai szempontból makacsabb és rosszabb természetű, mint az aluminium. A fejlődést egyébként a háborús idők is jellemzik. Így érthető, hogy olyan országok, mint pl. Ausztria, amely tekintélyes mennyiségű és kiváló minőségű magnessittel rendelkezik, egyáltalában nem teremtet meg maga részére magnesiumipart, ezzel szemben pl. Svájcnak, amely nem dúlakodik a szükséges adottsággal, mégis viszonylag virágzó magnesiumipara van.

Dawy elektromos úton állította elő az első magnesiumot, míg Bussy Brutus 1830-ban

<sup>1</sup> Chem. Ind. 1925. 9. — 368.



már fémek alakban állította azt elő, megolvasztott, tehát vízmentes magnésiumkloridból. Bussytól függetlenül fémmagnesiumot állított elő ugyancsak 1830-ban Liebig is, aki a vízmentes magnésiumkloridot szalmiákkal való összeolvasztásával nyerte. Bussynak az eljárását az alumínium fejlődéstörténetéből is ismert Sainte Claire Deville és Caron igyekeztek gyakorlatilag hasznosítani, ami azonban főleg anyagi eszközeik hiányában nem sikerült nekik. Az első oly előállítási módot, amely mondjuk egy ipari előállításnak alapja lett, Faraday és Bunsen valósították meg 1853-ban úgy, hogy magnésiumkloridot elektrolitikusan bontották szét klorra és magnésiumra. Ezt az eljárást 30 esztendeig alkalmazták, amíg 1882-ben Fischer magnésiumklorid helyett carnallitot alkalmazott fűdőnek, amely különösen Németországban, mint a strassfurti kálisó előfordulás fedősójaként volt ismert és mint ilyen sokáig mint hányóanyag szerepelt. Az így, erősen kristályvizet carnallitból előállított Mg azonban drága volt; így csakis a pyrotechnikában és kísérleti kémiában nyerhetett alkalmazást. Itt-ott találunk irodalmi utalásokat arra, hogy az Mg-nek az Al-nál lényegesen alacsonyabb fajsúlya ugyan már erősen foglalkoztatta a szerkesztők fantáziáját, de bizonyos megmunkálási módoknál, pl. forgácsolásnál tapasztalt gyűlékony-sága erősen befolyásolta még a szakközvéleményt is. Pontosan ugyanez az eset, mint amikor arról vitatkoztak komoly, de talán érdekképviselőket is szolgáló szaklapok, vajjon okozhat-e az alumínium-edény használata gyomorrákot, vagy nem? Eleget volt a közvéleményben a gondolatot még negatív formában is beledobni ahhoz, hogy az Al-edénnyel szemben bizonyos ellenállás fejlődjön ki, pl. a háztartási iparban. Visszaemlékszem itt Magyarországon egy 12 évvel ezelőtti tárgyalásomra, amikor egy előkelő állami üzem, jó műszaki hírnévnek örvendő vezérigazgatója azzal hátrította el egyik magnésium-felajánlásomat, hogy a fém semmit sem ér, mert a szabad levegőn gyufával is könnyen meggyújtható.

Az elektrolitikus eljárást 1894-ben Mach Lajos német vegyész tette gyakorlatilag kihasználhatóbbá, amikor elsőnek kezdte meg a Mg-t ötvöző alkotórészként alkalmazni az Al-nál. Az első ötvözetet az ő nyomán a németek magnáliumnak nevezték el. Az ezen az alapon tovább folytatott kísérletek végre 1898-ban, vagyis kerekén 50 évvel ezelőtt kitermeltek egy Mg-dús ötvözetet, az úgynevezett elektront, amely 90—97 Mg-tartalmú Al-ötvözet volt és amelyet az amerikaiak Dow-fémnek neveztek és neveznek ma is. Vagyis az elektront szintén kloridelektrolízissel közvetlenül, tehát nem ötvözéssel gyártják. Az elektronnak elektrolitikus úton való előállításával eleinte rendkívül sok baj volt, míg azután Németország politikai életében oly jelentős szerepet játszó szocialista mérnök, Walter Rathenau és Suter elektrolitikus elektronötvözetet állítottak elő, amely máról-holnapra forradalmasította a gyártást. Természetesen, hogy már abban az időben a Mg-előállítást kezébe vette az elektronötvözet gyártásával együtt ezen az alapon az I. G. Farbenindustrie, amely még 1935—36-ban — Amerikát kivéve — a Mg-gyártás egész világpiacát uralta a magnésitból előállított magnésiumklorid elektrolízisével együtt. A kloridelektrolízises eljárás tökéletesebb kifejlesztése G. Pistor érdeme, aki

akkor a Griesheim Elektron cégnek az igazgatója volt. Ez a vállalat Pistorral együtt, később az I. G. érdekeltségébe került, ahol Pistor most mar halálán energiával vetette magát rá a kloridelektrolízises eljárás tökéletesítésére. Ő oldotta meg tulajdonképpen a fémmagnésium finomítását is és igen sok Mg ötvözet gyártását, különösen a Mg-nak vácuumban való átszublimálásával. Nem lehet tagadni, hogy a kloridelektrolízises eljárás különösen a magnésiumklorid teljes vízmentesítése terén is állandó fejlődést mutatott. E fejlődést természetesen az egyedgyártó uralmat képviselő I. G. teremtette meg, részben a saját, részben a felügyelete alatt álló nemzetközi Mg-t előállító üzemekben.

Már régen ismeretes volt az, hogy az Al-tól eltérőleg a Mg-tartalmú ércekből, illetve a Mg-vegyületekből Mg-t közvetlen redukció útján is elő lehet állítani. Éppen a kloridelektrolízisnél ismert bonyolult és körülményes előkészítés serkenlette kutatótevékenységre a szakemberek fantáziáját s így érthető, hogy a termikus előállítási mód terén már 1935-ben figyelemreméltó eredményeket értek el. Ezek az eredmények 1940-ig még a legkiválóbb szakemberek megítélése szerint is, de talán mert az elért eredményeket érthető okokból a nemzetközi szakirodalom sem közölte, nem voltak nagyon kecsegtők. Az első redukciós kísérleteket természetesen a fémkohászat többi féménél hasonlóan a szénnel kezdték. E kísérletek valamennyije kudarcra végződött. Engelhardt 1934-ben megjelent művében<sup>2</sup> a francia P. Camescasses, ismert magnésiumszakértő fejezetében a szénrel való redukciót gyakorlatilag kizihetetlennek minősítette. Beck Adolf a másik ismert német — svájci — magnésiumkohász 1939-ben is még megállapítja, hogy a redukciós eljárások jelentősége még meg nem ítéltető, de lehetőségeket lát mégis e téren, sőt még német viszonylatban is, ahol a Mg-t világszerte német hazai fémnek nevezték. Ebben az időben pedig már a termikus eljárások óriási léptekkel haladtak ama fejlődési irány felé, amelyen ma szinte tökéletes megoldásokkal állnak. Mondhatnám, hogy rövidesen jelentőségükben legyőzik az elektrolitikus eljárást úgy gazdasági, mint pedig minőségi téren, ami már ma a legmegfontoltabb műszaki kritika mellett is megállapítható.

A szénrel való redukcióval szemben előbb említett előítélet, vagy mondjuk kudarc után a redukcióhoz más anyagokat kezdtek alkalmazni. Frank 1916-ban Amerikában, majd később Matignon 1921-ben Franciaországban kalciumkarbiddal oldotta meg a redukciót. Az eljárást vácuumban végezték. Ezzel az eljárással Németországban Gardner foglalkozott, aki egyébként a redukciónál katalizátort is alkalmazott.

Ugyancsak kalciumkarbiddal akarták megoldani Neuhausenben svájci szabadalom alapján, majd később Olaszországban is a magnésium-sulfid redukcióját fluoridok jelenlétében. Ezt az eljárást azért tanulmányozták, mert a reakció egzothermikus és sokkal alacsonyabb hőfoknál végezhető, mint a MgO szinítése. A MgS-t piritből

<sup>2</sup> Handbuch Der Technischen Elektrochemie III. kötet, 166. lap. „... nämlich die Reduktion des Oxydes mit Hilfe von Kohle, im metallischen Zustand selbst nicht bei einer Temperatur erhalten, die oberhalb der Siedentemperatur des Metalles lag.“



előállított vasszulfiddal kevert Mg sók hevítése útján állították elő.

Matignon alumíniummal végezte a redukciót már 1913-ban, 1920-ban pedig Waldo továbbfejlesztette Amerikában ezt az eljárást, amelyet francia szabadalom alapján a londoni Calloy Ltd vett állítólag gyakorlatilag használatba abban a formában, hogy fölös mennyiségű alumíniumfürdőbe darabos magnesitet adagolt és az így keletkezett Mg Al ötvözetből a Mg-t lepárlás útján állította elő. (!) A szükséges irodalmi közlés óta az eljárásról nincsen tudomásom, azonban nem valószínű, hogy ezt az Al magas ára miatt tényleg alkalmazzák.

A legnagyobb érdeklődést váltották ki a műszaki világban azok az eljárások, amelyek a magnesitnek később pedig a dolomitnak silíciummal való redukcióját főleg ferrosilíciummal oldották meg. Elsőknek Bleecker és Morrison francia és amerikai szabadalmi szerinti még 1915-ben, majd 1932-ben szénelektrodás kemencében oldották meg, ahol a reakciós elegy maga, mint ellenállás szerepelt. A redukciónál az elegynek az összetételét oly módon választották meg, hogy a folyamatnál keletkezett salakot egyszerűen kiszedték a kemencéből. Ennek az eljárásnak az volt a hátránya, hogy a reakcióban a szénelektroda is résztvett, vagyis a magnesiumfémgözknek egy része visszaoxidálódott. Ezenfelül a nyerstermék egy erősen szennyezett, bár magas Mg-tartalmú fémpor volt csupán, amit csak körülményesen lehetett tisztítani és fémmé olvasztani. A silíciummal való redukciót elsőnek kísérleti telepén megint az I. G. Farbenindustrie dolgozta ki, amelyekről való rövid közlés és a szabadalmi igénypontok áttanulmányozása szerint állítólag a dolomitnak az egész MgO-tartalma maradék nélkül redukálható. Erre az eljárásra az I. G.-nek egész sor szabadalma is volt, amelyek közül 1938-ban Magyarországon is több volt bejelentve. (Szabadalmi Közlöny 1941. évf. 12. szám.)

A ferrosilíciummal való redukció későbbi tárgyalása folyamán be fogom azonban bizonyítani, hogy akár a magnesitből, akár a dolomitból nyert MgO teljes redukciója gyakorlatilag nem valósítható meg. A silíciummal, illetve ferrosilíciummal való redukciót az I. G. normálynomás mellett végezte.

Végül a fejlődés legmagasabb foka állapítható meg Dott. Amati Luigi olasz eljárásában, amely a redukciót dolomitból közvetlenül ferrosilíciummal alacsony vácuumban végzi s amely eljárás alapján, ma Olaszország legnagyobb Mg-kohója kifogástalanul termel és működik.

Az 1930-as években az osztrák Amerikai Magnesit Rt. Radentheinban napi 500 kg-os kísérleti redukciós telepet helyeztet üzembe, ahol nem ugyan valami elegáns módon, de mégis sikerült szénnel is megoldaniok a magnesitből kapott MgO redukcióját. Az eljárást az amerikaiak fejlesztették tovább, mennyire és milyen mértékben, egyelőre nem ismeretes. Annak idején baráti összeköttetésem révén fordultam a Társasághoz, azonban a hivatalosan is megjelent közléseken kívül nem sikerült többet megtudnom, mert az osztrákok csupán annyit válaszoltak, hogy az eljárás továbbfejlesztését az amerikai társaság vette teljesen kezébe Amerikában, illetve Kanadában, tehát a kísérleti állapotban levő eljárásról bőve-

ben nem nyilatkozhatnak. Így az erre vonatkozó részletes adatokat nem sikerült megszerezniem, pedig érdekesek volnának. Egy hónappal ezelőtt újból, csupán a tudományos érdeklődést kihangsúlyozva, levélben kerestem meg az osztrák társaságot, de a közlésektől ez alkalommal is elzárkóztak.

Olaszországban 1938-ban is szabadalmaztattak egy ilyen eljárást, sőt az egykoriban Dél-Amerikában élő olasz mérnök Dolce Joachim, aki egyébként az akkori olasz kultuszminiszternek, Nittinek a veje volt és Olaszországból antifasiszta magatartás miatt emigrálni kényszerült, Franciaországban szabadalmaztatta ezt az eljárást, amelynek alapján egy, a Radenthein-éhoz hasonló teljesítőképességű, vagyis napi 500 kg-os művet helyeztek üzembe, azonban a társaságnak elfogyott a pénz, mielőtt a kísérleti mű teljesen felépült volna. Dolce Joachim mérnök szabadalmát 1939-ben Jugoszláviának is felajánlotta és Magyarország felé is tájékozódott.

A vázolt és szűkrefogott fejlődéstörténet arra enged következtetni, hogy a Mg-nak elektrolitikus úton való előállítása, különösen a MgCl<sub>2</sub> víztelenítése terén, korszakalkotó újítás már nem remélhető. Viszont az elektrotermikus, főleg a silíciummal való redukciós eljárásokban a mostanáig már elért nagyüzemi gyártási eredményeken túlmenő hatalmas lehetőségek várhatók.

## II. A kohósítás.

### a) Az elektrolitikus eljárások:

Az úgynevezett kloridelektrolizises eljárás hasonló az alumínium előállításához oly vonatkozásban, hogy az ércekből szintén egy más technikai célokra is alkalmas középterméket, vagyis lehetőleg vízmentes magnesiumkloridot állítanak elő, aminek elektrolízisével állítják elő a Mg-t. A Mg előállításának tehát előfázisa az elektrolízishez szükséges vízmentes klorid előállítása.\*

Elsőször kristályvízben szegény kloridot állítanak elő úgy, hogy a kloridoldatot vácuumban magas hőmérsékleten lepárolják, amikor oly monohydrátot kapnak, amely még 3–4% MgO-t is tartalmaz. A kristályvíz mennyiség oly módon is csökkenthető, hogy a kloridot forró levegőnk, vagy egyéb forró gázok hatásának teszik ki. Ezzel az eljárással így egészen monohydráttá alakítható az eredetileg 6 kristályvizet tartalmazó MgCl<sub>2</sub>. Az oxidtartalom is fölemelkedik 3–4%-ra, de felugorhat 10% MgO-ra is. Az így előállított és kristályvízben mono- vagy dihydratig leszegényített terméket még tovább víztelenítik sósavgázzal, ammoniumkloriddal, vagy káliumkloriddal.

A sósavgázzal való víztelenítés úgy történik, hogy az előző eljárás valamelyikével előállított dihydrat tűzálló falazattal bélelt dehydratizáló aknáskemencébe kerül, amelybe a bevezetett sósavgáz a beadagolt darabos magnesiumkloridon átáramlik.

Az ammoniumkloriddal való víztelenítés lényege abban áll, hogy a 6 kristályvizet tartalmazó magnesiumkloridot megolvastják és ammoniumkloridot adagolnak hozzá. Az így összesült tömeget tégegyben 700–750°-ra

\* Részletesebben l. Engelhardt idézett munkáját. Továbbá J. L.: A magnesiumkohászat lehetőségei Magyarországon.



hevítik. A nyert termék 96—98%-os  $MgCl_2$ , 2—3%  $MgO$ -tartalommal. Ez a gyakorlatban a ritkábban alkalmazott eljárás.

Vízmentes kloridot igyekezzenek száraz úton is előállítani oly módon, hogy a magnésitet, vagy a magnesiumoxidot valamely redukciós reagens, pl. szén jelenlétében száraz klórgázzal tártják fel. Egy ilyen berendezés pl. azon az elven alapul, hogy aknás kemencében a porított magnesiumoxidot klórgázzal és széndioxiddal kezelnek, vagy pedig az elegyet szénoxid-kloridgáz hatásának teszik ki.

Az ily módon nyert és víztelenített kloridot, vagy önmagában, vagy pedig alkáli földfémek kloridjainak keverékével tűzfolyékonyan elektrolizálják. Itt csak az a lényeg, hogy az alkalmazott földfémek kloridjai elektropozitívabbak legyenek, mint maga a  $MgCl_2$ . Ha tisztán kloridot elektrolizálunk a nyert  $Mg$  alkália mentes, de viszont nagyobb az áramfogyasztás. A kloridok keverékének elektrolizálása ugyan lényegesen kisebb áramfogyasztással jár, de a nyert fém viszont alkália-tartalmú. Az előbb említett  $MgCl_2$  tűzfolyékony oldatának az elektrolízise kívülről fűtött kádakban történik. Anódául szénelektrodát, vagy grafitot alkalmaznak, katódául pedig vasat, mely a  $Mg$ -mal nem ötvöződik. A vaskatódát ónozzák, vagy horganyozzák, a fürdőből kiálló részüket a felszabaduló klórgáz maró hatásának elkerülésére tűzálló cementbe való bemártással védik. Az elektrolízisnél keletkezett klórgázt kőanyagcsöveken vezetik ki a cellából.

A kívülről fűtött elektrolitikus fürdőnek átlagosan 7—8 V a feszültsége, feltéve, ha a fürdő felülete kicsi. Nagyobb felületű fürdőknél, amelyeknél tehát nagy sugárzó felületek is vannak és ahol a kádakat jól vezető szénrel bélelik, már a fürdőfeszültség 10 V, sőt azon felül is emelkedik. A  $MgCl_2$  bontási feszültsége  $700^\circ$ -nál ugyan csak 2.5 V, de a klórnak a szénanódnál való polarizációs feszültsége és a fürdők villamos ellenállása következtében ennek az értéknek kb. a háromszorosára van szükség, vagyis a 8—10 V-ra. 8 V és 90% áramhatásfok mellett Engelhardt szerint az energia-kihozatal 28%, ami 20 kWó/kg áramfogyasztásnak felel meg. Már monohydrat alkalmazása esetén azonban az áramkihasználás 65%-ra esik vissza, ami már 35 kWó áramfogyasztást jelent a  $Mg$  kg-ra vonatkoztatva.

A fürdők 10.000—30.000 amperesek. Állítólag az egyik németországi műben, ahol igen nagy és korszerű egységekkel dolgoztak, az áramfelhasználás lecsökkent 18 kWó-ra kg-ként.

Vagyis az elektrolitikus eljárások mindegyikének az előbb elmondottak alapján a lényege az előbb röviden vázolt különböző eljárással előállítható és a lehető legnagyobb mértékben dehidratizált  $MgCl_2$  és ennek tűzfolyékony oldatban való elektrolízise, amely után nyert 91—99%-os fémeket az elektrolízis megszakítása nélkül egy tömegben veszik ki. Ha a fürdő utánpótlása nem teljesen vízmentes kloriddal történik, a fémek határozott időközökben kikanalazzák. Egyébként az eljárásoknál a kádbélés, a katódáknak a mozgatása és egyéb hasonló üzemi természetű megoldások változnak csupán.

A kloridból való elektrolízises eljárásnak munkafázismentei nagyszámúak, szemben pl. a ferro-

silíciumos eljárással, ahol a fázisok száma mindössze 5, a klorid-elektrolízises eljárás 12—13 fázisával szemben.

## b) Az elektrotermikus eljárások.

### 1. A carbothermikus megoldás.

A radentheini eljárást kell elsősorban említenem, és valamivel részletesebben tárgyalom azért, mert itt-ott felbukkant szakirodalmi megállapítások egyidőben ennek, illetve a carbothermikus eljárásnak nagyobb jelentőséget tulajdonítottak, mint amilyen eredményeket az a nemzetközi magnesium előállítóiparban és a  $Mg$  fém finomsága tekintetében megérdemel. Már a fejlődéstörténeti részben megemlítettem, hogy az eljárás kémiaiilag nem elegáns s. amellet meg lehetőségen szennyezett  $Mg$ -t állít elő. A redukció lényege az, hogy az osztrák magnésitből előállított oxidból redukált fém felig elgőzít és a redukciónál keletkezett szénmonoxiddal oly fázissá alakítja át, amelyből a fémmagnesium kondenzálható. Gyakorlatilag az eljárásnál az égetett és megőrölt magnésitet antracittal, vagy gázkoksszal és 4%-os kátránnyal stöchiometrikus arányban, 5000 szitacsokor finomságúra örölve, golyómalomban keverik össze, ezt a keveréket 3 fázisú ivfényes kemencékben redukálták. A redukciós kemence 20—30 cm-es vastagságban korommal volt szigetelve, kívülről pedig a kemence téglá és vasköpennyel burkolt. A redukciós hőmérséklet kb  $720^\circ C$ . Az elektróda felhasználása 80—100 gr/kg fém. A redukció maximum 80%-os. A  $Mg$  szénmonoxidgőz kb 10% kivételével teljesen elávozik a kemencéből és a lecsapódó berendezésbe kerül, amelyben kb 60—70%  $Mg$ -ból, 7% szénporból és 15%  $MgO$ -ból álló szállópor kondenzálódik. A maradék pedig silicidok, karbidok és a magnésit eredeti szennyezői. A keletkezett kakaószerű magnésiumpor rendkívül gyúlékony és kötőanyag nélkül brikettezhető. Ennek a pormagnesiumnak 20%-a a lecsapolóberendezés kúpos alsó részén gyűlik össze, míg 80%-át hidrogéngázáramban egy csöves hűtőbe szívattják be. A por- $Mg$  lecsapódik a hűtőbe, amelyből szállítócsigával szedik ki. A  $Mg$ -port szállító hidrogéngázáram a regenerálóberendezésbe kerül, ahonnan ismét a lecsapolóberendezésbe jut. Minden kg  $Mg$ -ra 70 m<sup>3</sup> hidrogént alkalmaztak eredetileg, de 1939-ben nyert információk szerint a hidrogénfogyasztás felemlékedt 100 m<sup>3</sup>/kg  $Mg$ -ra. A kiszedett  $Mg$ -por a gyűjtőbe kerül, ahol a lepárlási maradékokkal 40%-ra hígítják majd ismét brikettezik. A gyártott brikettet 20—25 mm-es vácuumban párolják le. A brikettek áramvezetőként is szerepelnek, egyébként a gyűrűalakú ellenálláslektrodák kryptolból épültek.

A  $Mg$ -gőzök a kondenzátorban  $700^\circ C$ -nál cseppenként lecsapódnak és olajjal telt kádba hullanak, ahol fénves golyócskákká merevednek. A fénytelenített briketteket kiszedik a lepárló kemencéből, a  $Mg$ -golyócskákat pedig centrifugálással olajtalanítják. A szemcsékben azonban visszamarad még egy közel 1%-ig terjedő mennyiségű, leheltészerű olajréteg, amely beolvasztásnál mint védőanyag szerepel. A beolvasztásnál szarulisztból és folyópátkeverékből álló védőréteget alkalmaznak. Ezt a  $Mg$ -t mégegyeszer  $MgCl_2 + ZnCl_2 + FeCl_3$ -ból álló sókeverékkel finomítják, az így finomított, tehát magnésitből előállított  $Mg$  még 0.01% zinket tartalmaz. Az 1939-ben Radentheinből kapott



értésüléseim szerint az áramfogyasztás 30 kWó/kg fém, az energiakihozatal azonban mindössze 17%.

Mint látható, ez a termikus előállítás módját ismét meglehetősen bonyolult, úgy a munkamenet, mint pedig a redukció és kondenzáció műszeres ellenőrzése is följötte kényes. De már ezzel az eljárással is előállított Mg lényegesen olcsóbb, a klorid-elektrolízises eljárásénál. A teljesen vízmentesített kloridot feldolgozó egyik francia műben a tonna Mg-önköltsége 2700 pengő volt, míg a monohidrátos anyag alkalmazásánál 3000 pengő, a dihidrátosnál 3300 pengő. Attól eltekintve, hogy már ezek a számok is erősen kihangsúlyozzák a klorid vízmentesítésének rendkívüli fontosságát, a Radenthein-i eljárással előállított Mg-nek önköltségi ára akkoriban állítólag mindössze 2500 Sch, vagyis 2500 pengő volt.

## 2. A silíciumos (ferrosilíciumos) megoldás.

Ez a termikus redukció, mint említettem alumíniummal, silíciummal, ferrosilíciummal, vagy silicoferroalumíniummal lehetséges. Természetesen magnésitből és dolomitból egyformán. A dolomitból való szétbontás:



reverzibilis egyenlet alakjában történik. A dolomitban lévő kalciumoxid a keletkezett  $\text{SiO}_2$ -vel calciumorthosilikátot képez. Eredetileg egyes szerzők, így pl. Beck<sup>3</sup> megállapítása szerint az MgO úgy a magnésitnél, mint a dolomitnál maradéktalanul redukálható. A redukció reakcióképessége pedig alkáli és a földfémek kloridjainak, vagy fluoridjainak egész csekély hozzáadásával növelhető. A fejlődéstörténeti részben megemlítettem, hogy az egyébként hírneves szerzőnek ezt az állítását gyakorlatilag vizsgálat tárgyává kell tenni. Ugyanis a tömeghatás törvénye értelmében a reakcióképesség, más körülményektől eltekintve, a koncentrációval arányos, vagyis a redukciósebesség teljes koncentráció mellett nagyobb, mint a végső értékeknél. Ezért gyakorlatilag nem vihető keresztül a dolomitban, vagy a magnésitben lévő egész MgO-mennyiség redukciója, mert gyakorlatilag és elméletileg is a redukció ideje végtelen, de a koncentráció és a reakciósebesség csökkenésével, akár az elektrolízisnél, az áram-, illetve a fűtőenergia-fogyasztás természetesen aránytalanul nő, vagyis az ipari berendezésben, pl. az Amati-eljárásnál, ha tiszta a dolomit, vagyis legalább 24%-os MgO-tartalmú, csak akkor érhető el jó eredmény, ha a kalcinált dolomit 40%-nál több MgO-t tartalmaz. Ezért kell a rendelkezésünkre álló dolomitokat ebből a szempontból is felülvizsgálni, ezért tud az olasz Bolzano-i kohó is kiváló eredményekkel dolgozni, mert az Olasz Dolomitok dolomitjai is eléggé megközelítik az elméleti dolomit összetételt. A ferrosilícium Si-ja nem vesz részt teljesen a redukcióban, mert a redukció elején ugyan még a keletkezett  $\text{Ca}_2\text{Si}$  is redukál, de pl. a 80%-os ferrosilíciumban csak 60% reakcióképes silícium van, a többi pedig redukciós befolyás nélkül átmenetileg Mg-silikátot képez, attól a határtól kezdve, amelynél gyakorlatilag a redukció már megáll.

Ha magnésitből állítunk elő így redukcióval Mg-t, akkor 45–50%-os MgO-tartalmat véve alapul 1 tonna Mg-ra 6 tonna nyers, illetve 3 tonna kalcinált magnésit szükséges. A szintézishez 2,2 tonna ferrosilicóalumíniumot használnak 1 tonna Mg-ra, amelynek összetétele kb. 40% Al, 30% Si és 30% Fe, amely utóbbi természetesen szintén nem vesz részt a vegyfolyamatnál. A redukcióhoz alkalmas silicóalumínium a bauxit kohósításánál nyert kohótermék. A magnésitnél tehát, miután ennek összes Mg-tartalma 26%, a kihozatal 64%.

1 tonna Mg-nak 20%-os MgO-tartalmú dolomitból való előállításához 12 tonna dolomit szükséges. A kihozatal tehát 70%, vagyis 6%-kal több, mint a magnésitből silicóalumíniummal való redukálásnál. A felhozott számok lényegesen nagyobbak az elméleti szükségletnél, ami már a redukciós sebességgel kapcsolatban elmondottakból könnyen érthető.

A továbbiakban egyelőre ugyancsak nagy vonásokban fogom ismertetni az Amati, vagyis a S. A. I. M. eljárást úgy, ahogyan azt Olaszországban a Bolzano-i kohóban végzik. A Dolomitokból beszállított, meglehetősen tiszta dolomitot,<sup>4</sup> a Bolzano-i kohó aprítóművébe szállítják, ahol azt narancsnagyságúra zúzzák. A zúzálékot kb. 900° C-on, speciálisan Bolzanóban, mert valószínűleg ez állt rendelkezésükre, egy Wedge-rendszerű kemencében izzítják. Az izzított anyagot pofástörőkben lencse-, golyósmalomban kristálycukor- és hengeres törőben cement finomságúra őrlik. (Azokat a kifejezéseket használok, ahogyan azt az olaszok számomra jellemezték.) Ez az őrölt, poralakú dolomit, meglehetősen nagymértékben higroszkopikus, ezért ezt száraz helyen tárolják. Ugyanígy őrlik meg a redukcióhoz használt ferrosilíciumot, vagy silicoalumíniumot. A poralakú MgO-t és a ferrosilíciumot azután előzőleg két automatikus mérlegen pontosan lemérve, forgó dobokban keverik és keverés után hidraulikus, vagy más meghajtású, de mindenesetre mechanikus brikettezőben 30 mm Ø-jű és 10 mm vastag pasztillákká sajtoltják. Ezek a pasztillázó-gépek azonos kivitelűek azokhoz, mint amiket a gyógyszeriparban, vagy a grafitkúp előállításánál használnak. A Bolzano-i kohóban 4–5 ilyen pasztillázó-gépet ütegnek neveznek. Rendes üzemen mellett az akkori 12 kemence kiszolgálásához 5 présük volt állandóan üzemben, de mindeneigyre 6 tartalékot számítottak. Ottlétemkor összesen 30 ilyen pasztillázó présük volt, amelyeket egy svájci cég szállított részükre. Ezeket a pasztillákat elektromos ellenállásos fűtésű kemencékben, könnyen kivehetően behelyezett hármas falu, illetve köpenyű, 4 m hosszú, 300 mm Ø-jű, ugyancsak elektromosan fűtött retortákba helyezik be, egy külön ellenállással fűtött csónakban elgőzöltetik, az így kapott Mg-gőzöket ugyancsak ebben a vácuumban lecsapják s így kevés nitrítartalmú tiszta kristályos Mg-t állít elő, amely a retorta leghidegebb részén hexagonális formában rakódik le. Ezt a belső kristályköpenyt a retortából kézi erővel kiszedik s fedősök alatt történő átolvasztás útján az ugyancsak itt bemutatott 0.25 kg súlyú öntődei tömböcskékké öntik. Mint

<sup>4</sup> MgO-ra vonatkoztatva a magyar dolomit közelíti meg legjobban a 23.50% MgO-val az elméleti összetételt, az olasz dolomitok 21, az USA 20, a harzi 22% MgO-jával szemben.

<sup>3</sup> A. Beck: Magnesium und seine Legierungen, 1939. 17. l.



legutóbb értesültem, a retorták kiürítését is már sikerült automatizálni oly módon, hogy a retortákat nem szedik már ki a kemencéből a kiürítés céljából s így a hőkihasználás lényegesen kedvezőbb.

### III. Az eljárások világmegoszlása és termelési adatok.

Jelenleg a legjobb tudomásom szerint, illetve a hozzáférhető adatok alapján a világon Mg-gyártással foglalkozó cégek a következők:

#### 1. Németország:

I. G. Farbenindustrie és Wintershall A. H.

#### 2. Franciaország:

Société Bozel Maletre, Le Villard.  
Compagnie Général du Magnesium, Saint-Auban.  
Jarrie.

#### 3. Anglia:

Metal Et. Alloys Ltd, Essex.  
Magnesium Elektron Ltd, Manchester.  
Imperial Magnesium Corporation, Swansea.  
Metal Subliming Corporation Ltd, St. Helene.  
International Alloys Ltd, Cardiff.

#### 4. Olaszország:

Sociéta Anonima Magnesio Palmas, Suergiu.  
Montecatini Portomarghera.  
Sociéta Anonima per il Magnesio Leghe di Magnesio. (Bolzano.)

#### 5. Svájc:

Sociéta Anonimy Martigni.  
Sociéta de Paydre de Metaux Grande Chene Lausanne.

#### 6. USA:

Dow-Metall Co. of Midland Michigan.  
Dow Chemikai Co. Free port Texas.  
California Chemical Co.  
Nord-West Magnesit Co.  
Aluminium Corporation of Amerika,  
és még 14 concern.

#### 7. Japán:

Nippon Magnesium Kinsoku.  
Nichiman Magnesium Kabushiku Kaisha.  
Asachi Denkakogyo Nippon Soda Manchumining Development.  
Nippon Nitrogen Fertilizer Co.

#### 8. Oroszország:

Solikams (Karnalit).  
Dnyepri Múvek.

Ezek közül az országok közül elektrolitikusan állítanak elő Mg-t Németország, Franciaország, Anglia, Oroszország, Olaszország és az USA államok.

Elektrotermikusan, azaz redukciós eljárással gyárüzemileg dolgoznak: Franciaország, Anglia (Metal Subliming Corporation Ltd. St. Helene), Svájc (Sociéta de Paydre de Metaux Grande Chene Lausame) és Olaszország.

Tengervízből állítanak elő Mg-t Olaszországban, Amerikában és Japánban.

A termelés világmegoszlása 1926-tól 1939-ig a következő volt (tonnában):

Év	Németország, + többi	USA	Franciaország	Összes világtermelés
1926.	130	146	24	300
1933.	4.231	641	128	5.000
1934.	6.862	1.897	241	9.000
1935.	8.688	1.893	419	11.000
1937.	16.142	2.058	1.800	20.000
1938.	22.000	3.000	2.000	27.000
1939.	27.670	4.830	2.500	35.000

Ebben az összeállításban az USA és a francia adatokat olasz feldolgozásban közlöm. A %-os megoszlást az alábbi összeállításokban részben német, részben francia és svájci adatok alapján, 1—2 ezer tonna becsléssel, eredeti közlések szerint állítottam össze. Remélem, hogy rövid időn belül még pontosabb adatok birtokába fogok jutni.

#### Mg-termelés %-os megoszlása 1938—1939-ben:

	1938.		1939	
	t.	%	t.	%
Németország . . . . .	19.000	70.7	22.000	63
Anglia . . . . .	1.900	7.0	5.500	15.6
Franciaország . . . . .	1.500	5.5	2.500	7.0
Japán . . . . .	800	3.0	1.200	3.5
Oroszország . . . . .	500	1.9	600	1.7
Svájc . . . . .	500	1.9	600	1.7
USA . . . . .	2.700	10.0	2.600	7.5
	27.000	100	35.000	100

Vagyis Németország termelése láthatólag %-os arányban már 1939-ben visszaesett Amerikának és Franciaországnak termelésemelkedése folytán. Ha az 1939. évi 35.000 tonnás termelést nézzük, amikor az olaszok már évi 1500 tonnát termeltek, de az előbb említett statisztikát még nem tudták, vagy nem vették számításba, akkor Olaszországnak részesedése a Mg világtermelésben már 4%-t tett ki, ami már világviszonylatban is jelentős volt.

A második világháború utolsó évében a termelés becslésem szerint 300.000 tonnát tehetett ki, ennek  $\frac{2}{3}$  részét, vagyis 66%-át már USA, Kanada, Texas, stb. termelte s Németország részesedése kb. 20%-ra esett vissza. Vagyis dörék voltak azok az álmok, amelyek 1940-ben azt jósolták, hogy Amerika sohasem fogja elérni a németországi termelést. A második világháború után a termelés visszaesett kb. 240.000—250.000 tonnára, ami részint a német magnesiumkohászat egyideig tartó lebénítása, másrészt Amerika, illetve az USA államok önkéntes termelésesökkentése folytán következett be. Ha mi csak évi 1000 tonna termelésre rendezkednénk be, ez világviszonylatban kb. 0.5%-t jelentene, ami ugyan nem nagyon jelentős szám, főleg a világtermelési részesedés szempontjából ítélve meg, de Magyarország helyzetét tekintve fölötte szükségesnek és nemzetgazdasági szempontból igen jelentősnek minősíthető.

Ami a Mg árat illeti természetesen, az főleg az európai piacon, de az I. G. Farbenindustrie úgyszólván világszerte folytán, meglehetősen magas volt. A legdrágább volt a Mg-por, vagyis helyesebben mondva a por Mg. Ennek az árat a pyrotechnikai piachoz szabták és 1940-ben 20 és 40 pengő között váltakozott. A kokillába öntött 99.5%-os Mg ára 8—9 pengő volt kg-ként. A tisztábbé és az öntődei, vagy szerkezeti célokra közvetlenül sajtolt négyyszögletű Mg-rudak, vagy az ezekből a keres-



kedelembel hozott és vágott 30 × 30 mm-es kockák ára pedig 12—14 pengő között volt, míg 1930—1932-ben ez az ár 27 pengő volt kg-ként. Részünkre a németek érthetően kedvezőbb árakat állapítottak meg, így pl. az elektrónnak az ára 1940-ben 2.50 P volt kg-ként. Az olasz Mg-nek az ára Olaszországban 1940-ben 30 Lit, vagyis 6.6 pengő volt, ami meglehetősen magas. Tekintettel arra, hogy ugyanakkor Olaszországban a Bolzanóban előállított Mg-

nak az önköltsége kg-ként kb. 12 líra volt, az olasz kormányzat igen kedvezően állapította meg ezt az árat, mert a haszonrészesedés így közel 60%-os volt. Ezt azonban ott azzal indokolták, hogy a Bolzano-i kohót két év alatt teljesen le akarták írni, ebben a beállításban pedig az önköltség 18.2 Lit-ra adódik, ami így is fölötte lukratív vállalkozás volt.

(Folytatjuk.)

## A kohóaluminium fémcszennyeződéseinél és a huzalgyártási technológiának a könnyűfémek vezetőképességére gyakorolt hatása\*

Irtta: DOMONY ANDRÁS

Содержание статьи Домонь Андраша:

**Влияние металлических загрязнений доменного алюминия и технологии производства проволоки на электропроводимость легких металлов.**

Статья подробно занимается рассмотрением вредных влияний загрязнения доменного алюминия на электропроводимость алюминия, подчеркивает роль отдельных металлических загрязнений, освещает причины происхождения загрязнений и возможности удаления таковых. В дальнейшем занимается рассмотрением влияния диатермии и кристаллической структуры разных проволок из легких металлов на электропроводимость таковых. На основании изложенных экспериментаций статья показывает самые лучшие технические условия производства легких металлов, наконец кратко занимается станками необходимыми к производству проволок из легких металлов, а также наиболее подходящими процессами технической диатермии.

Полученные результаты доказывают, что максимальную электропроводимость можно получить при соответствующей диатермии только из бедно-титано-ванадийного алюминия.

**Bericht**

über den Einfluss der Metall-Verunreinigungen des Hüttenaluminiums und der Technologie der Kabelherzeugung auf die Leitfähigkeit der Leichtmetalle.

Von Andreas Domony.

Der Artikel beschäftigt sich eingehend mit der ungünstigen Wirkung der Hüttenaluminium-Verunreinigungen in Bezug auf die Leitfähigkeit und erörtert die Rolle der einzelnen Verunreinigungen sowie deren Ursprung und Beseitigung. Der Artikel befasst sich sodann mit der Wärmebehandlung bzw. Kristallstruktur der verschiedenen Aluminiumdrähte und deren Einfluss auf die Leitfähigkeit.

Die anhand konkreter Experimente an die Leichtmetall-Erzeugung gestellten wichtigsten Erfordernisse; die zur Herstellung von Leichtmetall-Drähte erforderlichen Einrichtungen; die geeignetesten Wärmebehandlungsverfahren.

Die Ausführungen ergeben, dass maximale Leitfähigkeit nur mit entsprechend wärmebehandeltem und Titan- bzw. Vanadium-armen Aluminium erzielt werden kann.

\* Az idei Mérnök Továbbképző Tanfolyamon 1949. . . . .-én tartott előadás.

Report

on the bearing of metal impurities of smelter aluminium as well as of the technology of cable production upon the conductivity of light metals.

By Andrew Domony.

The article describes at length the undesirable effects upon conductivity of the various impurities contained in smelter aluminium. their origin and possible prevention. The article then goes on to describe as to how proper heat treatment and crystalline structure of light metal cables may affect conductivity.

Technical requirements in Light metal production based on practical experiments; machinery and plants for the manufacture of light metal cables; heat treatment an important consideration.

Finally, it is emphasized that maximum conductivity may only be achieved by using properly heat-treated aluminium with a minimum titanium and vanadium content.

A világszerte rohamosan fejlődő aluminiumipar által termelt fém egyik legfontosabb felhasználási területe az elektromos ipar. Az aluminiumnak és ötvözetének ezen a területen történő felhasználását indokoltá teszi a könnyűfémek kedvező mechanikai, kémiai, fizikai és elektrotechnikai tulajdonságai. Az aluminium térhódítása előtt az ipari fémek közül a vörösréz volt az az anyag, amely kedvező anyagjellemzői következtében az elektromosipart uralta. Ahhoz, hogy a vörösréz egyeduralmát az aluminium megtörhesse, a fajlagos anyagjellemzőinek a rézzel egyenértékűeknek, vagy jobbaknak kellett lenniök.

Az I. sz. táblázat a különböző ipari fémeknek azokat a tulajdonságait hasonlítja össze, amelyek az egyes fémek felhasználási lehetőségeit az elektrotechnikában döntően befolyásolják.

Amint a táblázatból látható, a réz vezetőképessége — amely tulajdonság az elektrotechnikai felhasználásoknál döntő fontosságú —, az aluminiumnál lényegesen nagyobb. Hogy ennek ellenére a könnyűfémek az elektrotechnikában mégis igen nagy területet hódítottak meg, az a fajlagos értékek kedvező alakulásának köszönhető.



I. sz. Táblázat.

	Kemény elektro réz	Sárgaréz	Kemény 99.5 0/0 aluminium	Nemesített Al-Mg-Si vezető ötv.	Mg sinek (9.9 0/0)	Horgany huzal (Zn-Al 1)	Horganyzott vashuzal
Fajsúly . . . . .	8.9	8.5	2.7	2.7	1.74	7.0	7.85
Szakító szilárdság kg/mm <sup>2</sup> . . . . .	40-45	50-60	15-18	25-33	20-24	18-25	45-50
Olvadáspont C° . . . . .	1083	912	658	~645	650	~420	1400
Olvadási hő cal/g . . . . .	43.3	40	92.4	~90	47-50	~24	70
Közepes fajhő 1 és 100 C° közt cal/g C°	0.094	0.095	0.22	0.22	0.24	0.093	0.115
Hővezető képesség 1 és 100 C° közt cal/cm sec C° . . . . .	0.92	0.26	0.52	0.45	~0.40	0.27	0.11
Közepes hőtágulási együttható 1 és 100 C° közt mm/m C° . . . . .	0.017	0.018	0.024	0.023	0.025	0.30-0.37	0.012
Elektromos vezetőképesség 20 C°-nál m/Ohm. mm <sup>2</sup> . . . . .	56	~18	34.8	30	22	~16.5	~7
Elektromos vezetőképesség 60 C°-nál m/Ohm. mm <sup>2</sup> . . . . .	47.5	~16.3	29.4	26.5	18.5	~13.9	~5.6
Elektro vezetőképesség hőfokoefficiense 1 és 100 C° között . . . . .	0.0038	0.0024	0.004	0.0036	0.004	0.004	0.005
1 mm <sup>2</sup> és 1000 m hosszú vezető elektr. ellenállás növekedése 1 C° hőfok emelkedés esetén Ohm. . . . .	0.068	0.133	0.1145	0.116	0.182	0.24	0.71
Kritikus termikus áramsűrűség A/mm <sup>2</sup> * . . . . .	154	91	102	89		70...75	
Kritikus olvadási áramsűrűség A/mm <sup>2</sup> ** . . . . .	3060	1900	1910	1690		~1110	
Olvadt vezető kritikus kontaktus feszültsége mV*** . . . . .	450	300	280	285		170	

\* Az adatok Müller-Hillebrand után

\*\* Kritikus termikus áramsűrűségnek nevezik azt az áramsűrűséget mellynél 1 másodpernyi terhelés után a vezető hőfoka 35 C°-ról 200 C°-ra emelkedik.

\*\*\* Kritikus olvadási áramsűrűségnek nevezik azt az áramsűrűséget, mellynél 1/100 másodperces terhelés mellett a vezető hőfoka eléri az olvadáspontot.

\*\*\*\* Olvadt vezető kritikus feszültségének nevezik azt a feszültséget, mely a vezetőkön tiszta fémkontaktus esetén hosszabb ideig még éppen átfolyhat.

Lásd Aluminium Taschenbuch 1942 kiadás 456 oldal.

II. sz. Táblázat.\*

Összehasonlító értékek: Cu adatai = 100%	Cu	Sárgaréz	Al	Al-Mg-Si	Mg	Zn	Vas
a. Azonos keresztmetszetű vezeték:							
súlya Al esetén = $\frac{2.7}{8.9} \cdot 100$	100	95	30	30	20	79	83
vezetőképessége = $\frac{35}{56} \cdot 100$	100	32	62.1	53.6	39	30	12.5
azonos felmelegedéshez szükséges áram	100	~56	~80	~74	~62	~54	~35
b. Azonos vezetőképességű vezeték:							
keresztmetszete Al esetén = $\frac{56}{35} \cdot 100$	100	310	160	180	255	340	800
átmérője Al esetén = $\frac{56}{35} \cdot 100$	100	177	127	135	160	184	284
súlya Al esetén = $\frac{56 \cdot 2.7}{35 \cdot 8.9} \cdot 100$	100	300	48.5	55	48	265	700
kritikus termikus áramsűrűsége	100	171	106	122		164-158	
kritikus olvadási áramsűrűsége	100	180	100	116		127	
c. Azonos felmelegedéstű vezeték:							
keresztmetszete	100	213	137	150	187	225	400
átmérője	100	146	117	121	137	150	200
súlya	100	204	42	45	37	177	350
kritikus termikus áramsűrűsége	100	125	93	94		112-110	
kritikus olvadási áramsűrűsége	100	131	87	93		89	

\* Aluminium Taschenbuch 1942. kiadás, 457. oldal.



A gazdaságos aluminium felhasználásának alapfeltétele az volt, hogy a gyakorlatban használatos fém vezetőképességét minél előnyösebben lehessen növelni, amiáltal az elektromos veszteségek csökkennek, a beépítésre kerülő fém keresztmetszetek, illetve anyagmennyiségek pedig redukálhatók.

Az egyes anyagok vezetőképessége kémiai összetételüknek (szennyezők mennyiségének és minőségének), továbbá az anyag kristályszerkezetének a függvénye. A technikailag használatos fémek többé-kevésbé mind szennyezett anyagok, miért is döntő fontosságú az egyes rondítók elektromos vezetőképesség rontó hatásának megállapítása. Az aluminium vezetékek esetében ez annál lényegesebb, miután még a gyakorlatilag használatos legtisztább fém is öt vagy hat rondítóval szennyezett. A kereskedelmi aluminium vezetőképesség vizsgálatánál ezeknek a szennyezéseknek a kölcsönös hatása teszi nehezen áttekinthetővé a képet, továbbá az a körülmény is, hogy az egyes rondítók mennyisége a vezetőképességet különbözőképpen befolyásolja, illetőleg a fém kristályszerkezetét megváltoztathatja és az eltérő struktúra révén az alapanyag értékeit leronthatja.

Az aluminium szennyezőit, illetőleg ötvözőit 3 csoportra oszthatjuk:

1. Vas, silícium, horgany, nikkel, arany és gallium. Ezek a fémek az aluminium vezetőképességét csak kevésbé befolyásolják, illetőleg vezetőképesség rontó hatásuk hőkezeléssel nagyrészt semlegesíthető. Tekintettel arra, hogy ezeknek az anyagoknak aluminiumban való szilárd oldhatósága a kereskedelmi aluminiumban található szennyezések mértékénél kisebb.\*\* Különösen kiemelendő, hogy a minden kereskedelmi aluminiumban jelenlévő vas és silícium vezetőképességet rontó hatása nem a két fém külön-különálló elnytelen tulajdonságaiból tevődik össze. Ugyanis a silícium és a vas az aluminiummal együtt komplex vegyületeket alkot, amelyek megfelelő hőkezelés és lassú lehűlés után az alapfémből kiválnak. Magas hőfokon (pl. 500 C°-on) történő lágyítás és gyors hűtés esetében a szilárd oldatú kristálystruktúra stabilizálódik. Az ilyen szerkezetű anyag vezetőképessége az alacsonyabb hőfokon hőkezelt fémeknél lényegesen alacsonyabb (I. I. számú ábra).

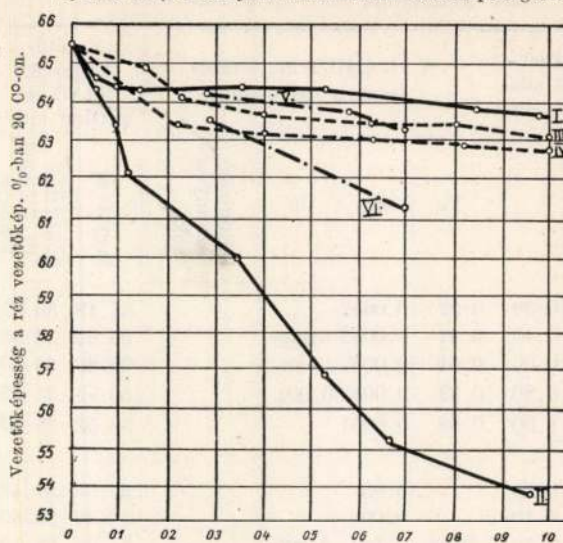
2. Az ötvözők, illetve szennyezők második csoportjába tartozik a magnezium, réz és ezüst. Ezeknek vezetőképesség rontó hatása közepes. A magnezium elnytelen tulajdonságát silíciummal lehet egyensúlyozni, mert ezzel a magnézium Mg<sub>2</sub>Si vegyületet képez. Ez a komplex vegyület hőkezelés alkalmával csak részben oldódik az aluminiumban. Az ötvözet a fém szilárdságát növeli és a vezetőképességet csak mérsékelten csökkenti (I. II. sz. ábra). A Mg<sub>2</sub>Si képződés előnyös tulajdonságait használták fel a jó vezetőképességű aluminiumötvözetek kidolgozásánál.

3. A harmadik csoportba tartoznak: titán, vanádium, mangán és króm. Ezek a fémek az aluminium vezetőképességét már néhány századnyi mennyiségben is lényegesen csökkentik.

A Ti és V szilárd oldhatósága az aluminiumban 0.2% körül van és ezért ezeknek a fémeknek az elnytelen tulajdonsága — ha a kohóaluminiumban még csak néhány század százaléknyi mennyi-

\*\* Fe esetében 100°-nál 0.1%, Si esetében 100°-nál, 0.06% a szilárd oldhatósági határ. (Aluminium Zeitschrift, 1936. 566 o.)

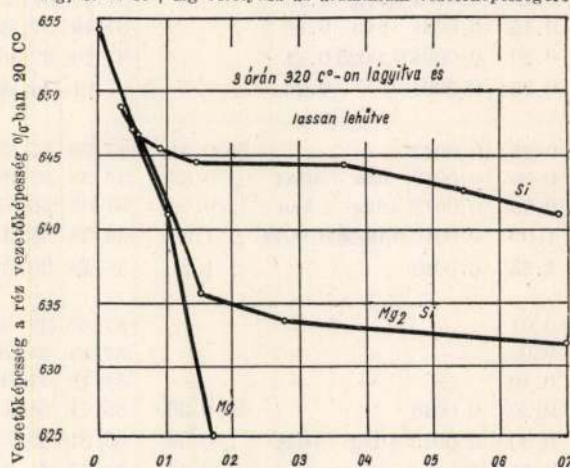
Fe, Si és Fe+Si befolyása az aluminium vezetőképességre.



Aluminium Zeitschrift 1936. 565. old.

- I. Si 0.3% 3 órát 320 C°-on lágyítva.
- II. Si 0.5% 500 C°-on hőkezelve és hirtelen lehűtve.
- III. Fe 0.1% lágyítva.
- IV. Fe 0.1% hőkezelve és hirtelen lehűtve.
- V. Fe+Si 0.1% lágyítva.
- VI. Fe+Si 0.1% hőkezelve és hirtelen lehűtve.

Mg, Si és Si+Mg befolyása az aluminium vezetőképességre



Aluminium Zeitschrift 1936. 565. oldal.

ségben is vannak jelen —, hőkezeléssel még részben sem egyensúlyozhatók.

Az egyes szennyezéseknek az elektromos vezetőképességre gyakorolt hatását a III. sz. táblázat szemlélteti.

A kísérleti értékeket úgy nyerték, hogy a kívánt szennyezéseket 99.99% tisztaságú aluminiumhoz (ú. n. négy kilences raffinált fémhez) ötvözték. A táblázatból kitűnik, hogy a kereskedelmi aluminiumban lévő szennyezések közül a vas, silícium, titán és vanádium már azokban a mennyiségekben is erősen rontják a fém vezetőképességét, amilyen mértékben a közönséges tisztaságú fémekben előfordulhatnak. Míg a vas és a legtöbb szennyező — de különösen a silícium —, vezetőképesség rontó hatását megfelelő hőkezeléssel egyensúlyozni lehet, addig a V és Ti szennyeződéseit nem. Ezenkívül a Fe és Si káros hatása csak 0.1%-nyi mennyiségnél mutatkozik; a Ti, V már 0.01%-os mennyiségekben is igen erősen éreztetik hatásukat.



III. sz. Táblázat.  
(lásd Aluminium Zeitschrift 1936. 567 old.)

Szándékolt adalék % <sup>o</sup> -ban	A vizsgált fém elemzés szerinti összetétele				Vezetőképesség 20 C°-on m/Ohm mm <sup>2</sup>	
	Fe	Si	Cu	különböző szennyezők	lágýtíva	hőkezelve és hirtelen lehűtve
Fe 0.20	0.22	0.0047			37.18	36.92
„ 0.40	0.41	0.0042	átlag-		36.92	36.95
„ 0.60	0.61	0.0037	ban		36.80	36.60
„ 0.80	0.82	0.0042	0.001		36.72	36.52
„ 1.00	0.99	0.0051			36.52	36.40
Si 0.05		0.05			37.53	37.49
„ 0.10		0.098			37.42	36.80
„ 0.15	átlag-	0.142	átlag-		37.38	36.12
„ 0.35	ban	0.36	ban		37.38	34.80
„ 0.50	0.0027	0.54	0.0011		37.28	32.85
„ 0.70		0.68			37.18	32.01
„ 1.00		0.975			36.95	31.24
Cu 0.05	0.0004		0.06		37.80	37.78
„ 0.10	0.0004	átlag-	0.13		37.65	37.51
„ 0.15	0.0004	ban	0.16		37.49	37.35
„ 0.20	0.0004	0.0023	0.21		37.20	37.16
„ 0.25	0.0004		0.26		37.01	36.95
Zn 0.25	0.0022			Zn 0.24	37.70	37.55
„ 0.50	0.0012	ban	átlag-	„ 0.53	37.38	37.28
„ 0.75	0.0013	átlag-	ban	„ 0.78	37.05	36.97
„ 1.00	0.0010	0.0028	0.0014	„ 1.00	36.78	36.70
„ 1.25	0.0010			„ 1.21	36.48	36.45
Mg 0.01	—	—	—	—	37.80	37.79
„ 0.05	—	—	—	—	37.53	37.51
„ 0.10	—	—	—	—	37.18	37.10
„ 0.25	0.0018			Mg 0.23	35.71	35.65
„ 0.50	0.0013	átlag-	átlag-	„ 0.54	33.81	33.75
„ 0.75	0.0014	ban	ban	„ 0.83	31.67	31.60
„ 1.00	0.0014	0.0037	0.0025	„ 1.04	30.37	30.30
„ 1.25	0.0022			„ 1.40	28.71	28.68
Mn 0.005	0.0008			Mn 0.0048	37.80	37.78
„ 0.010	0.0007	átlag-	átlag-	„ 0.010	37.53	37.51
„ 0.015	0.0007	ban	ban	„ 0.016	37.30	37.28
„ 0.020	0.0008	0.0014	0.0005	„ 0.021	37.05	36.99
„ 0.025	0.0008			„ 0.026	36.83	36.78
V 0.005	0.0011			V 0.012	37.35	37.28
„ 0.010	0.0011	átlag-	átlag-	„ 0.027	36.62	36.60
„ 0.015	0.0011	ban	ban	„ 0.040	36.03	35.95
„ 0.020	0.0011	0.0033	0.0018	„ 0.051	35.24	35.22
„ 0.025	0.0012			„ 0.067	34.85	34.80
Ti 0.005	0.0010			Ti 0.0056	37.69	37.67
„ 0.010	0.0014	átlag-	átlag-	„ 0.010	37.53	37.51
„ 0.015	0.0014	ban	ban	„ 0.015	37.28	37.25
„ 0.020	0.0015	0.0023	0.0010	„ 0.022	37.10	37.05
„ 0.025	0.0018			„ 0.026	36.84	36.83

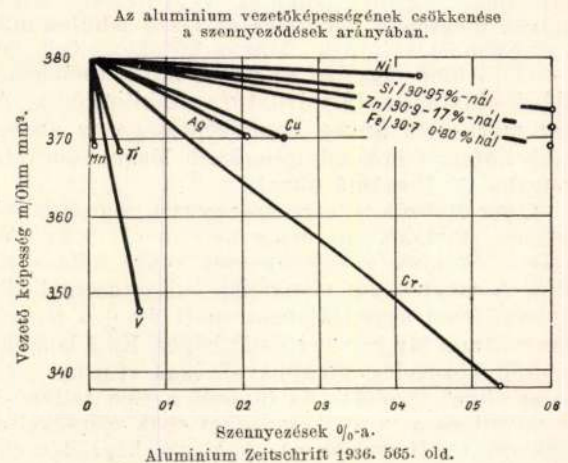
Szándékolt adalék % <sup>o</sup> -ban	A vizsgált fém elemzése szerinti összetétele				Vezetőképesség 20 C°-on m/Ohm mm	
	Fe	Si	Cu	különböző szennyezők	lágýtíva	hőkezelve és hirtelen lehűtve
Fe + Si	0.21	0.09		36.62	37.25	36.92
	0.23	0.10		36.60	37.16	—
	0.365	0.21		36.36	36.97	36.00
	0.34	0.23		36.40	36.95	—
	0.47	0.23		36.30	36.80	35.55
	0.41	0.30		36.30	36.84	—

Szándékolt adalék %<sup>o</sup>-ban      Analízis      Vezetőképesség

Mg	Si	MgSi <sub>2</sub>	Mg	Si	lágý.
0.0175	0.01	0.0275	—	0.01	37.67
0.044	0.025	0.069	0.042	0.018	37.44
0.09	0.050	0.140	0.060	0.055	36.87
0.175	0.10	0.275	0.166	0.099	36.78
0.44	0.25	0.69	0.486	0.0235	36.65

Ezért az utóbbi két rondító a vezetőaluminium legveszélyesebb ellenségei (lásd III. sz. ábrát).

A kohóaluminium szennyezései a fém előállításánál használt nyersanyagok tisztaságának függvénye. Tekintettel arra, hogy kémiailag tiszta timföld, teljesen hammentes elektrodamassza nem létezik, e fenti két anyagból a fémaluminiumba minden esetben néhány tized % Si és Fe kerül.



Ezek a szennyezések tizedszázalékos nagyságrendben a kohóaluminium szerves kísérői, vezetőképességrontó hatásukkal tehát számolni kell.

Tekintettel arra, hogy a kohóaluminium vas és silícium szennyezése a fémek szilárd oldhatósági határa felett van, az aluminium huzalok szilárdságát előnyösen befolyásolják. Az árkérdéstől eltekintve ez az oka annak, hogy a kereskedelmi vezetőanyagok előállítására 99.5% tisztaságú kohóaluminiumot írnak elő és a nagyobb tisztaságú fémeket a jobb vezetőképesség ellenére még az elek-



tromos ipar sem kívánja. Az előbb említettek magyarázatául példaképpen összehasonlítunk 99,7%-os és 99,9%-os aluminiumból azonos körülmények között gyártott vezetőhuzalok jellemzőit:

	szakító szilárdság km/mm <sup>2</sup>	nyúlás %	elektromos vezetőképesség m/ohm mm <sup>2</sup>
99.7 anyag	17.4—17.85	5—4.3	36.1
99.5	18.3—18.6	3.5—4	35.5

A többi szennyeződés mennyisége kizárólag az alumínium gyártásánál használatos nyersanyagok tisztaságának függvénye és ezért mennyiségük néhány ezred százaléktól több század százalék között változhat.

Hosszú kutatások során megállapítást nyert, hogy a hazai kohóaluminiumban időnként található és a vezetőképességre annyira veszélyes szennyeződések: a titán és a vanádium részben a timföldből, részben pedig az anódmassza hamujából származnak.

A timföld, vanádium és titán tartalom a feldolgozásra kerülő bauxitokban lévő vanádiumoxidból és titanoxidból ered. Ezek a szennyezések a bauxit feltárásánál használatos lúgokban feldúsulhatnak, ha a lúgokat a két oxid gondos kezelésével és hűtésével állandóan nem tisztítják. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ugyanis a lúgos közegben alacsony hőfok mellett P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> jelenlétében szilárd vanádium só alakjában kikristályosítható és így még jelentékenyebb vanádium tartalmú bauxitok feldolgozása mellett is a timföld vanádium tartalma néhány ezred százalék V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-re redukálható. Jó minőségű timföld TiO<sub>2</sub> tartalma 0.1%; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma 0.005%. Amennyiben a timföldgyártásnál a fenti szennyeződések eltávolítására nem fordítanak kellő gondot, úgy a TiO<sub>2</sub> tartalom elérheti a 0.04%-ot, a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pedig a 0.05%-ot is.

Megjegyzendő még, hogy a timföld vanádium tartalma az alumínium kohászatnál is igen előnytelenül jelentkezik, mert már 0.1%, vagy e feletti V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmú timföld elektrolízise közben a kohó áramhatásfoka csökken és az elektrolízis fűrdőben különböző rendellenességek mutatkoznak. Ezért a termelt kohófém vezetőképességétől eltekintve is az alumíniumgyárak elsőrendű érdeke, hogy a feldolgozásra kerülő nyersanyagok Ti és V tartalma alacsonyabb legyen.

A timföld mellett a titán és vanádium szennyezések másik forrása az elektrodamassza petrol koksának hamuja. A délamerikai és néhány északamerikai petrol-koks hamu tartalmának 10—12%-a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és ez a vanádium tartalom az anódmassza felhasználódása közben a kohóaluminium elektrolízisének teljes egészében a fémbe vándorol. A IV. sz. táblázatban egy délamerikai eredetű, magas vanádium tartalmú massa analízisét hasonlítjuk össze egy északamerikai massa megfelelő összetételével.

IV. sz. Táblázat.

	Délamerikai petrolkoksából készült massa	Északamerikai petrolkoksából készült massa
hamu tartalom	0.40 %	0.49 %
hamu V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.40 %	0.70 %
hamu TiO <sub>2</sub>	1.30 %	0.11 %
massza hamujából		
a fémbe kerülő V	0.022 %	0.002 %
Ti	0.003 %	0.0003 %

A fenti táblázatból kitűnik, hogy egy rossz minőségű anódmassza és szennyezett timföld közvetve a fém vanádium és titán szennyezése a 0.05%-ot is meghaladhatja.

A fentiekből látható, hogy a kohóknak nemcsak az általuk feldolgozott timföld tisztaságára kell gondosan ügyelniük, hanem vigyázni kell még az anódmasszák és katódszenek esetleges szennyezéseire is. Ha ezek közül az anyagok közül valamelyik titánnal, vagy vanádiummal szennyezett, ezen segíteni már nem lehet. Amennyiben azonban a kriolitban lép fel szennyeződés, úgy bizonyos mértékben segítséget jelent a fűrdők átmerése, ami azt jelenti, hogy az egyes alumínium kemencéket olyként kell tisztán tartani, hogy azokat kriolittal közvetlenül nem etetik, hanem egy másik kemencéből mernek át fűrdőt, ahol időközben a kriolitból a szennyezés már kielektrolizálódott. Kereskedelmi huzalok gyártásánál jelentkező Ti és V szennyezések vezetőképességrontó hatását az alábbi táblázat szemlélteti. (A huzalokat azonos körülmények között állították elő.)

Si	Fe	Ti	V	ellenállás 20 C°-on Ohm m/mm <sup>2</sup>
0.15	0.35	0.01	0.012	28.5
0.14	0.26	0.02	0.010	28.7
0.14	0.24	0.04	0.013	29.4
0.19	0.19	0.005	0.014	28.1
0.22	0.22	0.005	0.028	29.—
0.21	0.18	0.005	0.049	30.7*

Végül meg kell itt emlékezni a kohóaluminium egy további szennyezéséről, ami szintén a különböző alumínium kohászati nyersanyagokból kerül a fémbe és bár a vezetőképességet ez nem rontja annyira, mint a titán és vanádium, mégis a vezetőanyagára káros lehet, mert nagyobb mennyiségben (0.05% felett) idővel szabad vezetőeknél korroziós veszélyt idézhet elő. Ez a fém a horgany, amely szintén a nem megfelelő anódmasszák hamujából, illetve a kellőleg ki nem tisztított kriolitból kerülhet a fémbe.

A felsorolt szennyezéseken kívül hazai fémünkben a többi rondító csak 0.001%-nál kisebb mennyiségben található, így tehát a vezetőképességet nem befolyásolja.

Külföldi bauxitokban szennyeződésként előfordulhat még korom és mangán tartalom is. Ebben az esetben az ottani timföldgyártás elsőrendű feladata ezeket a szennyezéseket a bauxit feltárására szánt lúgos körfolyamatból eltávolítani.

Az alumínium szabad vezetőek elterjedésekor állandó probléma volt, hogy a kohóaluminium jó vezetőképességét és megfelelő korroziós ellenállását miként lehet az alumínium ötvözetek lényegesen magasabb szilárdsági értékével összeegyeztetni:

\* Az eredmények a W. M. laboratórium és az Alumínium Kutató Intézet mérései.



## V. sz. Táblázat.

Különböző aluminium ötvözetek szilárdsági adatai és vezetőképessége.

Ötvözet	Szakítószilárdság kg/mm <sup>2</sup>	nyúlás %	Elektromos vezetőképesség 20 C°-nál m/Ohm mm <sup>2</sup>	Elektromos ellenállás 20 C°-nál Ohm/m/mm <sup>2</sup>	A réz vezető képességeinek %-a
Szinaluminium 99.5 kemény	15-18	2.2	34.8	0.0286	62.1
Al-Mg-Si vezetéköt. nemesítve	25-30	4	30.—	0.033	53.6
Al-Cu-Mg nemesítve . . . . .	48-50	6-8	18-21	0.55-0.047	32.3-37.6
Al-Mg Si nemesítve . . . . .	32-36	3-8	26.-28	0.037-0.035	45.3-50.0
Al-Mg 3 félkemény . . . . .	22-25	8-14	20	0.050	35.6
Al-Mg 5 félkemény . . . . .	25-32	8-14	17	0.060	30.4
Al-Mg 7 félkemény . . . . .	34-38	8-12	15	0.066	26.8
Al-Mg-Mn félkemény . . . . .	22-26	6-12	20-23	0.050-0.043	35.6-41.1
Al-Mn kemény . . . . .	15-18	3-8	23-25	0.043-0.040	41.1-44.9

(Folytatjuk.)

## Az aluminium és ötvözeinek metallografiai vizsgálata

SZÉKI PÁLMA

(Folytatás)

Nemcsak a hengerlés, hanem más művelet is szerkezeti elváltozást idéz elő az anyagban. A sajtolás is erősen átalakítja az aluminium kristályszerkezetét (8. ábra).

Az ötvözetlen aluminiumnak hasznos és fontos sajátága, hogy jól ellenáll a maródást okozó vegyi hatásoknak. Minél tisztább az aluminium, annál nagyobb az ellenállóképessége.

Az ötvözetlen aluminiumnak hőben való kezelésével olyan szilárdságnövekedést, mint egyes ötvözeiteinél, elérni nem lehet.

*Az aluminiumötvözetek szilárdságának növelése hőben való kezeléssel (nemesítés).*

Az ötvözetlen aluminiumnak sok jó tulajdonsága mellett van egy nagy hátránya: szilárdsága, keménysége aránylag kicsiny. Keményebb fémekkel való ötvözése ezen valamelyest javít. Egyes ötvözeiteinek hőben való kezelésével azonban a szinaluminium szakítószilárdságának és keménységének 5-6-szorosáig juthatunk el.

Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy bizonyos ötvözőelemekből az aluminium magasabb hőmérsékleten többet képes oldatban tartani, mint közönséges hőmérsékleten. Ilyen ötvözetekből lehűléskor kiválik a főlös ötvözőelem valamilyen vegyület alakjában.

Ha az ilyen ötvözetet olyan magas hőmérsékletre (510-530°) melegítjük, hogy a kivált szövetelem újra oldatba mehessen és vízbemerítéssel hirtelen lehűtjük, akkor a magasabb hőmérsékletnek megfelelő állapot rögzítődik és az összes ötvöző elem oldatban marad, az anyag homogén lesz.

Ez az állapot azonban nem felel meg az ötvözet egyensúlyi állapotának, ezért néha már közönséges hőmérsékleten is megindul újból a főlös

alkatrészek kiválása. Ezt a kiválási folyamatot mesterségesen megindíthatjuk egy újabb, alacsonyabb hőmérsékleten való kezeléssel (100-200°), a megeresztéssel.

Az újonnan kivált szövetelem olyan finom eloszlású, hogy mikroszkópon sem látható és mintegy nagyszilárdságú váza lesz a nemesített ötvözeteknek.

Ilyen szilárdságnövelő szövetelemek a Mg<sub>2</sub>Si, CuAl<sub>2</sub>, stb.

*Fontosabb aluminiumötvözetek.*

1. Kis Mg-tartalmú Al-Mg-Si ötvözetek (Aldrey).

Réztől mentes nemesíthető ötvözetek tartoznak ebbe a csoportba. Ha a nemesítés két hőkezelése közé erős hidegalakítást iktatunk, az elektromos vezetőképesség javul. Ezért ebből az ötvözet-típusból leginkább vezetékhez készül.

Öntött állapotban a kristályhatárokon Fe<sub>3</sub>Al<sub>7</sub>-et és a kristályokon belül szétszórt Mg<sub>2</sub>Si-et találunk (9. ábra).

Az öntött tuskót melegen sajtolják, hogy az anyag húzásra alkalmassá váljék. Sajtolás után az öntési szövetet teljesen szétmorzsolódott, a kiválások rendezetlenül, szétszórtan vannak az anyagban (10. ábra).

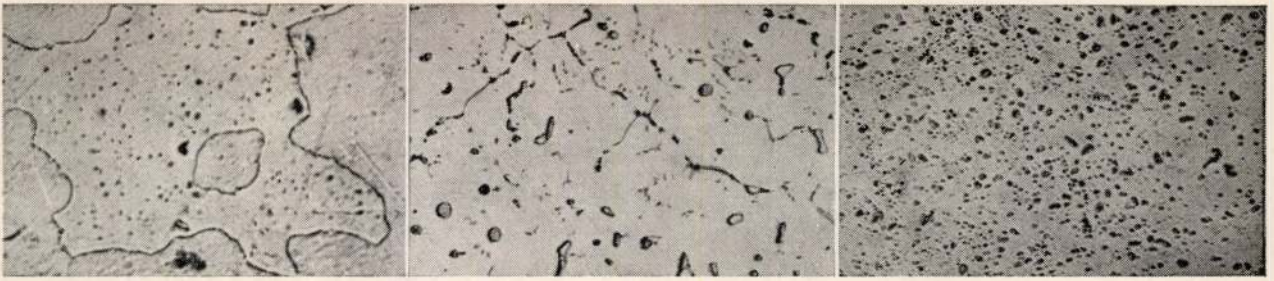
Az elősajtolott ötvözetből hidegen húzzák a vezetékhez. Húzás után izzítva lágy huzalt nyernek. Az újrakristályosodás folyamán finom, egyenletes, sokszögű kristályok keletkeznek (11. ábra).

Ha a huzalhúzást nemesítéssel kapcsolják egybe, a szövetből eltűnnek a határozott, finom kristályhatárok, csak az egyenletesen eloszlott szövetelemeket láthatjuk (12. ábra).

Az Al-Mg-Si-típusú ötvözetek is jól ellenállnak a kimaródást okozó vegyi hatásoknak.

2. Nagy Mg-tartalmú Al-Mg ötvözetek (Hydronárium).

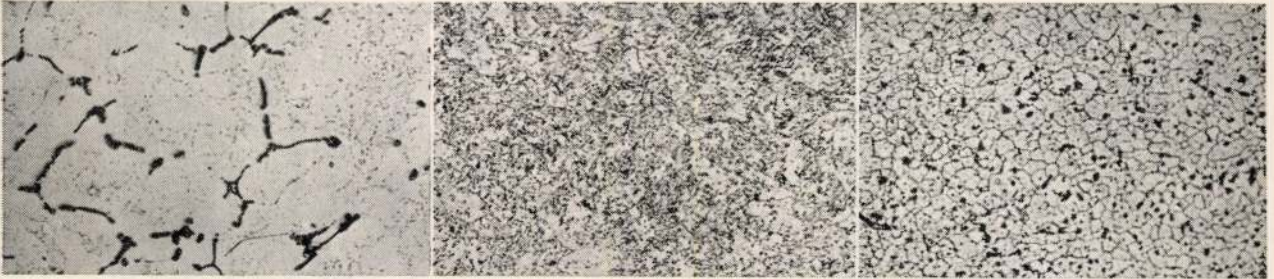




8

9

10



11

12

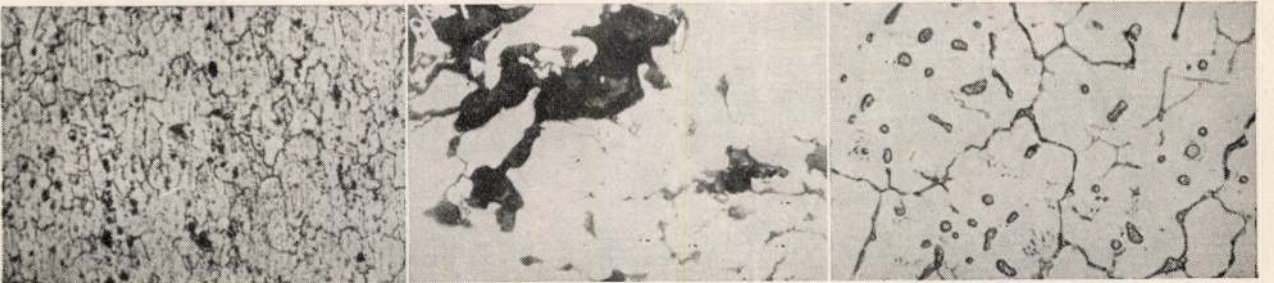
13



14

15

16



17

18

19

8. ábra. 99,5%-os alumínium melegen sajtoltva. Nagy, alakított kristályok.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

9. ábra. Al-Mg-Si ötvözet (Aldrey) öntött állapotban.  $Fe_2Al_7$  és  $Mg_2Si$ .

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

10. ábra. Melegen sajtolt 10 mm-es Al-Mg-Si (Aldrey) huzal. Szétszórt kiválások.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

11. ábra. Hidegen húzott külágyított Al-Mg-Si (Aldrey) huzal. Újrakristályosodott szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

12. ábra. Hidegen húzott, nemesített 4 mm-es Al-Mg-Si (Aldrey) huzal. Egyenletes szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

13. ábra. 5%-os Mg-ot tartalmazó öntött alumínium ötvözet. A kristályhatárokon  $Fe_2Al_7$ .

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

14. ábra. 5% Mg-ot tartalmazó, melegen sajtolt alumínium ötvözet. Nagy, kissé irányított kristályok.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

15. ábra. 5% Mg-ot tartalmazó, melegen hengerelt alumínium lemez. Kissé irányított szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

16. ábra. 5% Mg-ot tartalmazó, lágy alumínium lemez. Újrakristályosodott szövet.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

17. ábra. 5% Mg-ot tartalmazó félkemény alumínium lemez. Újrakristályosodás után gyenge irányítottság.

Maratószer: 0,5%-os HF. N = 130

18. ábra. 5% Mg-ot tartalmazó alumínium ötvözet.

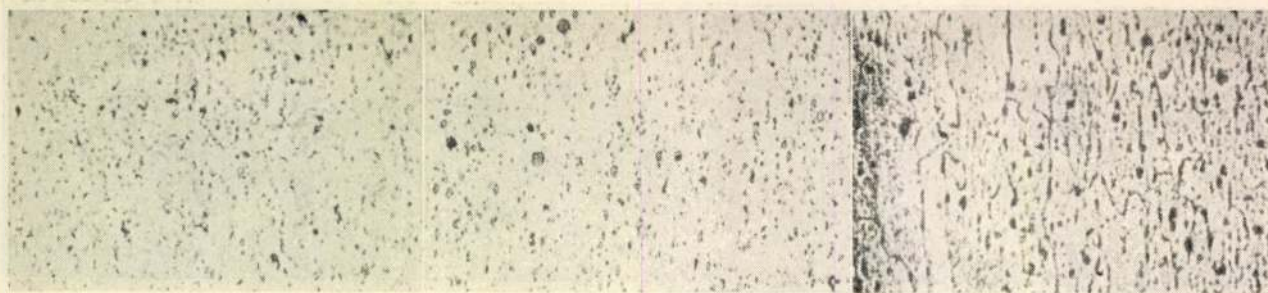
A magas hőmérsékleten való olvasztás miatt az anyagban oxidzárványok láthatók.

Maratás nélkül. N = 90

19. ábra. 4% Cu-t és 1% Mg-ot tartalmazó ötvözet öntött állapotban.  $CuAl_2$  és  $Mg_2Cu_2Al_5$  kiválások.

Maratószer: HF + HCl +  $HNO_3$  +  $H_2O$ . N = 130

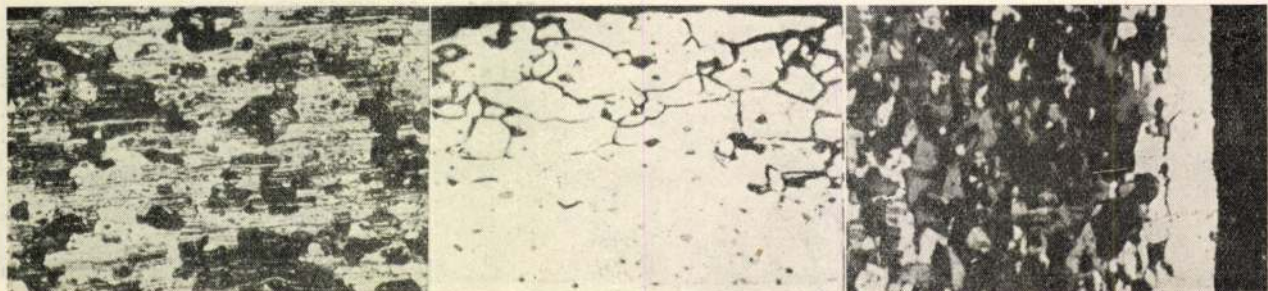




20

21

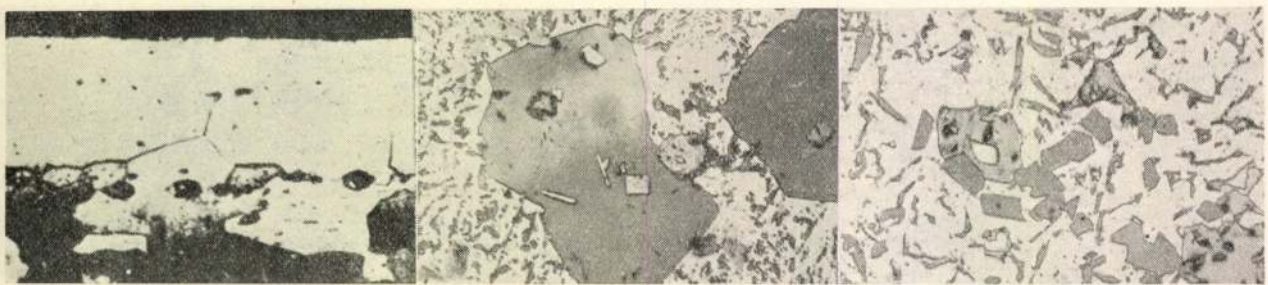
22



23

24

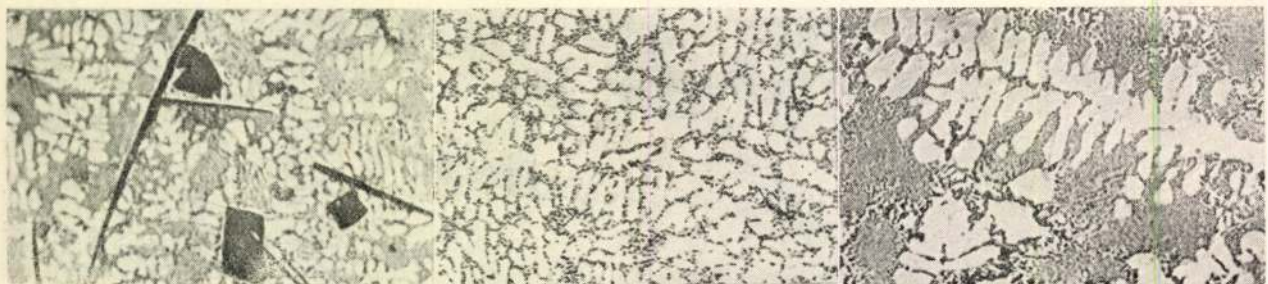
25



26

27

28



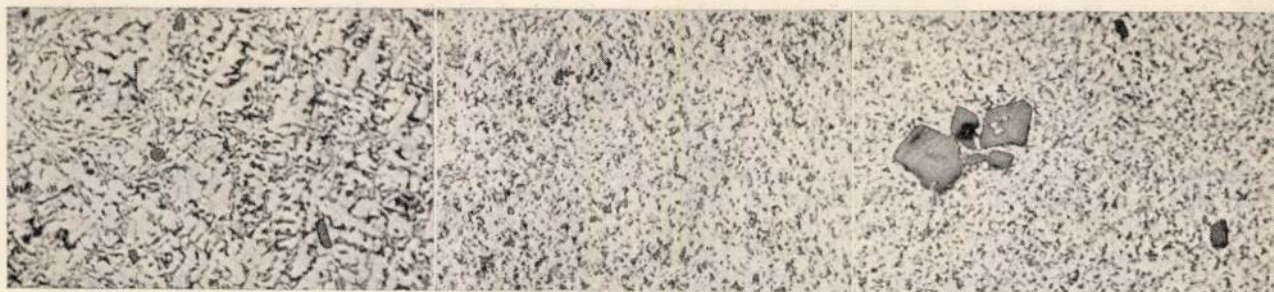
29

30

31

20. ábra. 4% Cu-t és 1% Mg-t tartalmazó alumínium ötvözet sajtolva. Szétmorzsolódott szövet.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 130
21. ábra. 4% Cu és 1% Mg tartalmú 7 mm-es alumínium lemez meleg hengerlés után. Kezdődő rendeződés.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 130
22. ábra. 4% Cu és 1% Mg tartalmú 1 mm-es hidegen hengerelt lágy alumínium lemez. Az újrakristályosodás alkalmával nem oldódtak fel a kiválások.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 130
23. ábra. 4% Cu és 1% Mg tartalmú 1 mm-es hidegen nemesített alumínium lemez. Homogén kristályok.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 130
24. ábra. 4% Cu és 1% Mg-ot tartalmazó alumínium lemez. Kristályhatármenti szétesés.  
Maratás nélkül. N = 130
25. ábra. 4% Cu és 1% Mg tartalmú alumínium lemez, 99,5%-os lemezzel borítva.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 75
26. ábra. 4% Cu és 1% Mg tartalmú borított lemez. A borító lemezbe Cu diffundált.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 250
27. ábra. Szilumin nemesítés nélkül. Nagy, táblás primer Si kristályok.  
Maratószer: 20%-os HNO<sub>3</sub> N = 130
28. ábra. Szilumin Na-mal nemesítve. A nagy Si kristályok felaprózódtak.  
Maratószer: 20%-os HNO<sub>3</sub>. N = 130
29. ábra. Nagy Fe tartalmú szilumin. A primer Si kristályok mellett FeSiAl<sub>3</sub> hosszú, sötét tűk alakjában vált ki.  
Maratószer: 20%-os HNO<sub>3</sub>. N = 130
30. ábra. Szilumin gamma, Na-mal nemesítve, hőkezei-ve.  
Maratószer: HF + HCl + HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. N = 130
31. ábra. Cu, Mg, Ni tartalmú szilumin öntvény. Dugattyúsajtólásra alkalmas.  
Maratószer: 20%-os HNO<sub>3</sub>. N = 130





32

33

34



35

36

37



38

39

40

32. ábra. Cu-t, Mg-ot, Ni-t tartalmazó szilumin öntvény. A primer Si zárványok miatt dugattyúsajtólásra nem alkalmas.

Maratószer: 20%-os  $\text{HNO}_3$ . N = 130

33. ábra. A 30. ábrában látható anyagból sajtolt rúd szövetképe. Az öntési szövet szétzúzódott.

Maratószer: 20%-os  $\text{HNO}_3$ . N = 130

34. ábra. A 31. ábrán látható anyagból sajtolt rúd szövetképe. A szétmorzsolódott szövetben primer Si kristályok. Maratószer: 20%-os  $\text{HNO}_3$ . N = 130

35. ábra. Cu-t, Mg-ot, Ni-t tartalmazó sziluminból öntött dugattyú, melyben a nagy Fe tartalom miatt  $\text{Fe}_2\text{SiAl}_5$  tűk jelentek meg.

Maratószer:  $\text{HF} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . N = 90

36. ábra. Ugyanaz, mint a 35. ábra. A dugattyú fogyási üregei mentén a  $\text{Fe}_2\text{SiAl}_5$  mellett még primer Si-okat is találunk, melyek az elégtelen maghűtés miatt jelentek meg.

Maratószer:  $\text{HF} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . N = 90

37. ábra. Cu-t, Mg-ot, Ni-t tartalmazó sziluminból öntött jó dugattyú. Finom öntési szerkezet.

Maratószer:  $\text{HF} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . N = 90

38. ábra. Ugyanaz, mint a 37. ábra, valamivel több Mg-tartalommal.

Maratószer:  $\text{HF} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . N = 90

39. ábra. 21% Si-ot tartalmazó dugattyú. Elégtelen hűtés miatt kristályhatárokon sok kiválás.

Maratószer: 1%-os  $\text{NaOH}$ . N = 140

40. ábra. Ugyanolyan anyagból készült dugattyú, mint a 39. ábráé. Erősebben hűtve.

Maratószer: 1%-os  $\text{NaOH}$ . N = 140

Főötvözőelem a Mg, esetleg kevés Mn. Minél kevesebb Si és főként Fe szennyezésnek szabad benne lenni, hogy a maródásokkal szemben minél ellenállóbb legyen. Egyik fajtáját öntési célokra használják, ehhez még 1% Si-ot ötvöznek, hogy olvadt állapotban híg folyós legyen. Ilyenkor szemcsefinomítás céljából még kevés Ti-t is adnak hozzá.

A Mg legnagyobb része szilárd oldatban van, a főlös mennyiség  $\text{Mg}_2\text{Al}_3$ -at alkot. Az öntött tuskók kristályhatárain megjelennek a  $\text{Fe}_2\text{Al}_7$  kiválások (13. ábra). Melegen sajtolt állapotban nagy, kissé irányított kristályokat láthatunk (14. ábra).

Melegen hengerelve a kristályok kismértékű irányítást kapnak (15. ábra). A hidegen készre hengerelt és végül kilágyított lágy lemezben az újrakristályosodás eredményeként nagy, sokszögletű kristályok láthatók (16. ábra). A félkemény lemezben, melyet az utolsó hideghengerlési művelet előtt lágyítottak ki, finomabb, gyengén irányított kristályelrendeződést figyelhetünk meg (17. ábra).

Ezeket az ötvözeteket nem szokták hőben kezelni, mert a Mg legnagyobb része alacsonyabb hőmérsékleten is szilárd oldatban van. Csak a



8%-nál több Mg-ot tartalmazó ötvözetek szilárdsági értékeit változtatja meg a hőkezelés. 12—24 óráig izzítják 420—430°-on, majd vízben lehűtve, 150—180°-on 10—20 óráig megereszlik. A kezelés azért tart ilyen hosszú ideig, mert az  $Mg_5Al_8$  diffúziója lassú. Éppen ezért a vízben való hűtés sem okvetlen szükséges. Jó, ha az izzítás védőgáz atmoszférában történik a Mg érzékenysége miatt. Németországban  $SO_2$ -ot alkalmaztak.

Olvasztása és öntése is gondos munkát kíván, mert a Mg könnyen oxidálódik (18. ábra). Ezért védősó olvadék alatt szokták olvasztani. Hengerelni és préselni minden nehézség nélkül lehet, bár különösebb gondot kell rá fordítani.

Az Al-Mg ötvözetek különösen a tengervíz és a tengeri atmoszféra maró hatásának állnak ellent, ezért hajóépítéshez és tenger felett járó repülőgépek gyártásához használatosak. Jól fényesíthetők, ez díszítési célokra teszi alkalmassá.

### 3. Al-Cu-Mg ötvözetek (Duralumin).

Ez volt az első ötvözet, melynél nagyobb szilárdsághoz jutottak. Wilm 1906-ban dolgozta ki a szilárdságnövelő hőkezelési eljárást.

A szilárdságnövelő szövetelem összetétel szerint különböző. A Mg : Si arány szerint három csoportra oszthatjuk az Al-Cu-Mg ötvözeteket:

a) Mg : Si aránya több, mint 1,73, itt a szilárdító szövetelem  $Mg_2Cu_2Al_5$ , esetleg  $CuAl_2$ -del együtt.

b) Mg : Si arány = 1,73, a szilárdító  $Mg_2Si$ , és  $CuAl_2$ .

c) Mg : Si aránya kevesebb, mint 1,73, itt a szilárdító fázis  $CuMg_5Si_4Al_4$  és  $CuAl_2$ .

Nehezen önthetők, nagy az összehúzódásuk és a kiválásra való hajlamuk.

Izzításuk sófürdőben vagy izzítókemencében 500°-on történik, utána vízben hűtik. Az a) fajtát megereszte helyett szobahőmérsékleten hevertetik. Megjegyzendő, hogy a Mg : Si aránya szerint a hőkezelés hőfoka módosítható.

Az Al-Cu-Mg ötvényben a kristályhatárokon és a kristályok belsejében is  $CuAl_2$  és  $Mg_2Cu_2Al_5$  kiválások jelennek meg (19. ábra).

Hengerlés előtt sajtolni szoktak, hogy az öntési szövetet összemorzsolódják (20. ábra) és így alkalmasabb legyen a további megmunkálásra.

A melegen hengerelt lemezben a szétzúzódott kristályalkatrészek már némi rendezettség mutatkozik (21. ábra).

Nagy a különbség a hidegen hengerelt és végül kilágyított, kész lágy lemez (22. ábra) és a hidegen hengerelt nemesített lemez (23. ábra) között. A lágy lemez már újrakristályosodott, de a kivált szövetelemek ezen a hőmérsékleten még nem mentek oldatba, fekete pontok alakjában továbbra is láthatók a kristályhatárokon és a kristályok belsejében. A nemesített lemez viszont teljesen egynemű.

A Cu-tartalmú alumíniumötvözetek nagy szilárdságuk miatt a legfontosabb alumíniumötvözetek közé tartoznak. A beleötvözött Cu azonban lényegesen csökkenti a maródásokkal szemben az ellenállóképességüket, kristályhatár mentén való szétesésre teszi hajlamossá (24. ábra).

Ennek a hibának a kiküszöbölése végett a nagyszilárdságú Al-Cu-Mg lemezeket 99,5%-os alumíniummal szokták borítani. A két lemezt meleghengerléssel egyesítik. A hő és a nyomás hatására a lemezeket borító láthatatlan oxidhátya

szétszakadozik és a két különféle összetételű lemez egy lemezzé forr össze. A két összeforrt fém között nem lehet elválasztó vonalat találni. Az azonban látszik, hogy újrakristályosodás történt. Maratással csak a Cu-tartalmú lemez kristályai lesznek láthatóvá (25. ábra). Ezen az alapon lehet megállapítani a borítóréteg vastagságát és ez teszi lehetővé annak a megállapítását, hogy az izzítás során a Cu az ötvözetből milyen mértékben diffundált át a borítórétegbe (26. ábra).

Borított Al-Cu-Mg lemezből készülnek a repülőgépek szárnyai.

### 4. Al-Si ötvözetek (sziluminok).

A nagy Si-tartalmú (5—25%-os) ötvözeteket, a sziluminokat már régóta használják. Különösen öntésre alkalmasak, mert olvadt állapotban híganyolyók, vegyi hatásokkal szemben ellentállók.

Az Al-Si ötvözet azonban durva szövete (27. ábra) és szilárdsági tulajdonságai sem kielégítőek. 1920-ban az Amerikában élő magyar származású Pacz Aladár, a fémolvadékot nátriumfémvel vagy nátriumfluoriddal kezelve finomkristályos szilumin állított elő. Ezt az eljárást nevezik a szilumin nemesítésének (28. ábra). A nagy, táblás primer Si kristályok helyett a nemesítés után aprókat találunk a szövetben.

Szilárdságnövelő eljárást a sziluminokra vonatkozóan Dornauf dolgozott ki 1930-ban. Ha a sziluminba kismennyiségű Mg-ot (kb. 0,4%-ot) ötvözünk, a szilárdsága hőben való kezeléssel 50 %-kal növelhető. A szilárdságot növelő szövetelem a  $Mg_2Si$ .

Az Al-Si ötvözetek összetételük szerint 3 csoportra oszthatók:

a) csak Al-ot és Si-ot tartalmazó,

b) Al-on és Si-on kívül kevés Mg-ot tartalmazó,

c) Al-on és Si-on kívül Cu, Mn, Mg, Ni-t tartalmazó ötvözetekre.

a) Ezek az ötvözetek csak Al-ot és Si-ot tartalmaznak a szokásos szennyezésekkel, Fe-sal, esetleg kevés Ti-t és Cu-t is. A Si-tartalom változó. Európában 12—13%-osat használnak nemesítve, Amerikában inkább 5%-osat nemesítés nélkül. Újabbán leginkább 8—10%-osat használnak nemesítés nélkül és nemesített állapotban is.

Szövetképükben Al, Si és esetleg  $FeSiAl_5$  szövetelemet találunk. Ha a Fe kevesebb 0,7%-nál, nehéz észrevenni, mert finom eutektikum alakjában van jelen. Ha azonban 0,7%-ot meghaladja, megjelenik a  $FeSiAl_5$  hosszú, primer tűk alakjában, mely az ötvözetet törékennyé teszi (29. ábra).

Ezeknek az ötvözeteknek a szilárdságát hőben való kezeléssel nem lehet megnövelni.

Nagyon jól önthetők, olvadt állapotban híganyolyósak. Megszilárdulásuk csekély az összehúzódásuk, tehát bonyolult formák öntésére is alkalmasak. Nagymértékben maródásállóak.

b) 5—13% Si-on kívül 0,2—0,7% Mg-ot és 0—0,6% Mn-t vagy Co-t tartalmaznak. Fe szennyezés legyen kevesebb 0,7%-nál. Mn-t vagy Co-t azért adnak az ötvözetbe, hogy megakadályozzák a káros  $FeSiAl_5$  tűk kiválását.

Hőben való kezeléssel a szilárdsági értékek javulnak. Kezelés előtt szilumin beta, az után szilumin gamma a neve.

Normális szövetelemei: Al, Si,  $Mg_2Si$ , esetleg  $FeSiAl_5$ . Ha Mn-t is tartalmaz, akkor  $FeSiAl_5$  he-



lyet  $\alpha$  (AlFeMnSi) jelenik meg. 0,3% Mg-tartalomig a  $Mg_2Si$  nem látható, mert szilárd oldatban van (30. ábra).

A kész szilumin beta ötvényt szilárdságának növelése céljából 530°-on izzítják, majd vízben való gyors lehűtés után 150°-on megeresztenek.

A szilumin gamma Amerikában kevésbé használatos, annál inkább Európában; különösen repülőgépek konstrukciókban alkalmazzák. Maródnak ellentálló, nagyszilárdságú, jól önthető alumínium-ötvözet.

c) Több-kevesebb Si-on kívül még általában 1% Cu-t, Mg-ot, Ni-t és néha Mn-t is tartalmaz. Olykor szemcsefinomítás céljából kevés Ti-t is adnak hozzá.

Ezeknek az ötvözeteknek a finom szerkezete rendkívül bonyolult, sok esetben nem is lehet megoldani.

Mint ahogy hővezetőképességük nagy, tágulási együtthatójuk pedig kicsiny, leginkább dugattyúkat készítenek belőlük. A 13% Si-ot tartalmazó ötvözetből a dugattyúkat vagy sajtolják, vagy öntik.

A sajtoló dugattyúk gyártása öntött tuskóból indul ki. Az ötvényben nem szabad primer Si kristály kiválásnak lenni (31. és 32. ábra). Az ötvényből rudakat sajtolnak (33. és 34. ábra) és ezekből a rudakból alakítják ki a kész dugattyúkat.

Kokillában is szoktak dugattyút önteni. Természetesen itt is fontos, hogy minél kisebb Fe-tartalmú anyagokkal dolgozzanak, mert különben a dugattyú rideg, durvakristályos lesz és a belsejében megjelennek a káros  $FeSiAl_3$  tűk (35. ábra). Még rosszabb minőségű az ötvény, ha a  $FeSiAl_3$  tűkkel együtt megjelennek a primer Si kristályok (36. ábra). A megfelelő ötvözetből jó hűtéssel öntött dugattyú világosszürke, bársonyos texturájú és szövetképe finomszerkezetű, primer Si és  $FeSiAl_3$  tűk nélkül (37. és 38. ábra).

A 20–21% Si-ot tartalmazó ötvözetből is öntenek dugattyút. Itt nem hiba a primer Si kiválás, mert ilyen erősen ötvözött anyagnál ezt nem lehet elkerülni (39. és 40. ábra).

Ezeket a dugattyúkat hőben kezelni is szokták, mert ezzel szilárdságuk növelhető. 2–6 óra hosszáig 510–530°-on izzítják, vízben lehűtik. A

dugattyúkat 300–350°-on eresztik meg, hogy megközelítsék a működésüknél fellépő hőmérsékletet. Egyéb ötvényeket elég 150–200°-on megereszteni.

A 15%-nál kevesebb Si-ot tartalmazókat jól lehet önteni. A nagy Si-tartalmúakat magas olvadáspontjuk miatt nehéz kezelni. A magas olvadáspont hőmérsékletén oxidáció és gázadszorpció történhet.

Maródnak nem nagyon áll ellent, de mint ahogy leginkább dugattyú készül belőle, ennek itt nincs nagy jelentősége.

A metallográfia az anyagvizsgálatnak egyre fontosabbá váló ága, melynek segítségével olyan kérdéseket tudunk megvilágítani, melyre sem a kémiai, sem a mechanikai vizsgálattal feleletet kapni nem tudunk.

A mikrofotográfiákat a Weiss Manfréd-gyár laboratóriumában dr. Gebauerné Kutsa Erzsébet készítette.

#### IRODALOM.

Mondolfo, L.: Metallography of aluminium alloys. 1943.

Hanemann und Schrader: Atlas Metallographicus.

Band III. Aluminium. 1941.

Fuss, V.: Metallographie des Aluminiums und seiner Legierungen. 1934.

Aluminium.

Fachorgan zur Förderung der gesamten Industrie des Aluminiums und seiner Legierungen.

#### Összefoglalás:

A tanulmány első része az alumínium metallográfiai vizsgálatának módszereivel foglalkozik. A makroszkópikus eljárások után részletesen ismerteti a próba előkészítését mikroszkópos vizsgálatra, ezek között az elektrolitos polírozást, végül a próbák maratására szolgáló maratószerkezet leírását.

A második részben a metallográfiai gyakorlatban használatos szemcsezámlálás módszerét ismerteti, majd sorra veszi a sziluminiumot és különféle ötvözeit és leírja, hogy a gyártási folyamatok és a hőben való kezelés, nemesítés, milyen hatással van az anyag szerkezetére. Ugyanezt sok képpel is illusztrálja.

(Vége.)

## A lúgban oldott szóda szerepe a bauxitfeltárásnál\*

SZEKERES JÁNOS és MÁRIÁSSY MIHÁLY

J. Szekeres & M. Máriássy:

### The role of soda in bauxite processing.

The authors intend to determine the role of soda in the lye of bauxite ore processing factories operating on the Bayer principle. From experiments undergone in the laboratories of the factory of Ajka; it transpired that until no more than 10% of the sodium hydroxide, participating in the circulation, is bound to carbonates — it has no evil influence on the chemical process. However if the concentration rises; it is bound to cause difficulties.

\* A kísérlet a Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. ajkai laboratóriumában készült, 1949. év áprilisában.

Янош Секереш и Михаил Мариасси:

### Роль соды при обработке боксита.

Авторы имели в виду выяснить роль соды при обработке боксита по процессу Баера и уточнить ее реакции в щелочи глинозёмных заводов. В результате проведенных в лабораториях айкского глинозёмного завода экспериментов было установлено, что до тех пор, пока связаны лишь 10%-ов содержания натрия в циклическом процессе с карбонатами, это не имеет ни какого вредного влияния на процесс. Если, однако же, концентрация выше этого предела, то режим процесса чувствительно терпит от этого,



A timföldgyárakban az idők folyamán a kör-folyamatban lévő lúg egyrésze egyrészt a levegő szénsavának hatására, másrészt a bauxittal bevitt carbonátok miatt szódává alakul. Így a lúgok tetemes szódátartalomra tehetnek szert, amely a lúg besűrítésekor csak részben válik ki. A szódához kötött nátron feltárásnál csak olyan mértékben vesz részt, mint amilyen a termikus szódabomlás hatásfokának megfelelő, így a timföldgyárak szokásos 6—8 légkör túlnyomású feltárási folyamatánál csak csekély mértékben. A lúg besűrítésénél — azonos NaOH koncentrációra — a szóda jelenléte a hőátadási tényezők romlása és a lúg viszkozitásának növekedése miatt gazdaságtalan. Gazdaságtalan továbbá a szódaoldatnak, mint nagyjából inaktív anyagnak a körfolyamatban való ismételt felmelegítése. A mindjobban felszaporodó szódátartalom eltávolítása a timföldgyárakban általánosan gondot okoz, berendezéseket igényel, és az intenzív szódakiválasztás elkerülhetetlen lúgvesztéshez is vezet. Ezek miatt nagyfontosságú annak tisztázása, hogy a körfolyamatban milyen szerepet játszik a szódátartalom a feltárásnál, illetőleg abban milyen mértékben vesz részt. E kísérletek fényt derítenek arra is, hogy mennyi lehet a timföldgyári sűrű lúgban a megengedhető szódátartalom, illetőleg rámutatnak arra, hogy az üzemeknek milyen mértékben kell a szóda kiválasztásával foglalkozni.

Annak megállapítására, hogy a lúgban oldott szódafeltárásnál milyen mértékben vett részt, továbbá a még megengedhető legmagasabb szódátartalom megadása céljából az ajkai laboratórium-ban a következő kísérleteket végeztük:

1. Feltárások azonos körülmények között, 250 g/l szabad Na<sub>2</sub>O-tartalmú lúgokkal, melyekhez a feltáráshoz bemért NaOH-ra számolva 0, 5, 10, 15, 20 és 30% szódát adunk. A kísérletekhez felhasznált bauxit összetétele:

Izz. vesz.	11.68%
SiO <sub>2</sub>	2.22%
TiO <sub>2</sub>	2.75%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.50%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56.85%

Fenti bauxitot szabad nátronra számolt 1 : 1.8 molviszonyoknak megfelelő mennyiségben 6 db acélbombába mértük be a lúggal és szódával együtt. Bemértünk tehát minden bombába 200 gr vizet, 80 gr bauxitot, 64 gr NaOH-t is bombánként 0, 4.25, 8.5, 12.75, 17.—, 25.5 gr szódát. A lezárt bombákat közös olajfürdőbe merítve forgatás közben 180°-on 2 óra hosszat tartuk fel. Az eredmények a következők:

Sorsz.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> %	A vörösiszap összetétele					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kitermelés %	Meg- jegy- zés
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Izz. v.		
1	0	51.70	4.46	5.10	25.35	6.82	79.-%	
2	5	52.8	5.20	4.68	23.05	6.32	81.3%	
3	10	52.5	4.53	5.20	22.60	7.62	81.6%	
4	15	54.70	4.78	5.95	23.70	7.26	81.4%	180°
5	20	54.70	4.47	6.—	22.80	6.54	81.7%	2 óra
6	30	54.30	4.62	6.—	21.38	7.04	81.4%	

Ezen eredményekből kitűnik, hogy az összes lúgra számított 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-on felüli szódátarta-

lomnál a szódaokozta kitermelés javulás már közel állandó és értéke a kísérlet körülményei között ke-reken 2.5% 5—10% szódátartalomra való emelés-nél a kitermelés valamit javul — a kísérletekben ez a javulás 2.3%-ról 2.5%-ra, a szóda további eme-lésével azonban már nem nő.

Üzemi körülmények között a szódátartalom — ellentétben az 1. számú kísérletsorozatban alkal-mazott viszonyokkal — a feltárási lúg szabad NaOH-jának rovására van a lúgban. Ezért az üzemiekkel azonos körülmények között kísérleteket megismé-teljük, az alábbiak szerint:

2. Feltárások azonos körülmények között, 250 g/l Na<sub>2</sub>O-nak megfelelő koncentráció mellett. A kísérleteket 1 : 1.8 összes nátronra számolt mol-viszony mellett, különböző hőfokon és ideig az olaj-fürdőben forgó bombákban végeztük. Eredmények:

Sorsz.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> %	A vörösiszap összetétele					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kiterme- lés %	Meg- jegy- zés
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Izz. v.		
1	0	45.60	4.10	5.12	31.03		70.80 %	
2	5	44.10	4.14	5.—	33.10		67.7 %	175°
3	10	43.40	3.47	4.80	33.45		67.8 %	2 óra
4	15	40.30	3.62	4.40	39.40		57.7 %	
5	20	37.80	3.55	4.—	38.50		56.2 %	
6	100	24.85	2.03	2.40	54.45		5.9 %	

Ezen eredményekből kitűnik, hogy a szódatar-talom növelése a lúgban szabad NaOH rovására a kitermelés csökkenését vonja maga után. Ez a csökkenés az összes Na<sub>2</sub>O-ra számított 5 és 10% carbonáthoz kötött Na<sub>2</sub>O-tartalom esetén még nem jelentős és közel azonos, nagyobb szódátartalomnál azonban a kitermelés rohamosan csökken. Tiszta szódaoldatot a kísérlet körülményei mellett csak igen csekély mértékben támadják meg a nyíradí bauxit timföld tartalmát.

Ezen kísérleteket 1 és 3 óra feltárási idővel is megismételtük. A kapott eredmények:

Sorsz.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> %	A vörösiszap összetétele					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kiterme- lés %	Meg- jegy- zés
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Izz. v.		
1	0	61.—	6.14	5.38	14.32		90.2 %	
2	5	52.—	5.51	5.90	22.10		81.8 %	
3	10	45.70	4.92	4.75	30.50		71.4 %	160°
4	15	36.35	3.90	3.50	42.10		50.5 %	3 óra
5	20	28.80	4.05	3.83	49.17		27.4 %	
6	100	22.90	2.35	2.20	50.75		6.0 %	

Sorsz.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> %	A vörösiszap összetétele					Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kiterme- lés %	Meg- jegy- zés
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Izz. v.		
1	0	65.10	5.82	6.40	9.15		93.8 %	
2	5	65.20	5.33	6.20	9.40		93.6 %	180°
3	10	64.30	5.08	6.—	10.80		92.8 %	3 óra
4	15	49.50	4.18	5.—	16.95		85.— %	
5	20	44.50	4.06	4.60	21.50		79.2 %	
6	100	24.25	2.74	2.45	53.20		5.35 %	

A kitermelési számok analógok a 2 órás fel-tárási termeléseivel. Egy órás feltárási időnél még a 10 és 15% szódátartalom között sincs észlelhető különbség, ami annak a jele, hogy a szóda csak



A felsorolt kísérletek eredményeit egybevetve megállapítható, hogy

1. a lúgban oldott szóda csak kismértékben vesz részt a feltárásnál. A feltárásnál betöltött szerepe 10% szódatartalom felül a mennyiségtől független és 250 g/l  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmú tiszta szóda-oldatoknál is a feltárást csak 5—6%-os.

2. 5 és 10% szódatartalom mellett a szóda feltáró hatása következtében a kitermelési értékek romlása még elenyésző, ha azonban a feltáráshoz használt lúgnak több mint 10%-a van elcarbonátosodva, akkor a kitermelés csökkenése rohamos.

A megtűrhető legmagasabb szódatartalom a sűrűlúgban ezek szerint 10%, az összes  $\text{Na}_2\text{O}$  %-ában.

Fenti kísérleti eredményből tehát a timföldgyárak az a következtetést vonhatják le, hogy mindaddig, amíg a körfolyamatban lévő nátronnak csak 10%-a van carbonáthoz kötve, addig a jelenlévő carbonát a feltárást nem befolyásolja, és így annak eltávolítása nem elsőrendű fontosságú. Mihelyt azonban a carbonát mennyisége 10% fölé emelkedik, úgy az üzemben feltétlenül számolni kell a feltárást romlásával, illetőleg a 10%-on felüli carbonát-tartalmat inaktív anyagnak kell tekinteni, amelynek a körfolyamatban való forgatása felesleges energiafogyasztást jelent. Ha tehát a carbonát mennyisége az összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -ra számolva 10% fölé emelkedik, az üzem elsőrangú érdeke a carbonátok kiválasztása.

#### Osszefoglalás:

Szerzők a szóda szerepét kívánták tisztázni a feltárásnál, a Bayer-eljárással dolgozó timföldgyárak lúgában. Az aikai gyár laboratóriumában végzett kísérleteikből megállapították, hogy mindaddig, amíg a körfolyamatban lévő nátronnak csak 10%-a van carbonáthoz kötve, addig az a feltárást károsan nem befolyásolja, ha azonban koncentrációja magasabb, akkor az üzemvitelnél nehézségeket okoz.

## Nemzetközi hírek

### A Szovjetunió ötéves terve.

Néhány számot közlünk Berei Andor külügyi államtitkár beszámolójából, melyet „A Szovjetunió háború utáni ötéves terve” címmel a Magyar-Szovjet Társaság és a Magyar-Szovjet Közgazdasági Szemle szabadegyetemén tartott.

A Szovjetunió 1946-ban kezdődött terve mindekelőtt az ellenséges megszállás alatt állt területek helyreállítását tűzte ki célul, 3200 nagy és 1700 kisebb üzem újjáépítését irányozta elő. Célul tűzte azonban ki azt is, hogy a Szovjetunió ipari termelése 1950-ben 48%-kal haladja meg a háború előtti színvonalat. Míg 1940-ben az acéltermelés 18 millió tonna volt, 1950-ben 24 millió tonnát tesz majd ki. A széntermelés 51%-kal, az elektromos energiatermelés 70%-kal emelkedik. 1950-ben az ipari termelés értéke 205 millió rubel lesz. Az ötéves terv 250 milliárd rubelt irányoz elő beruházásokra. Az iparban 5900 egészen új vagy teljesen újjáépített üzem létesítését írja elő. (Az első ötéves tervben 1500, a második ötéves tervben 4500 új üzem létesült.) Öt év alatt 5900 üzem létesítése azt jelenti, hogy a Szovjetunió területén minden két órában létesül valahol egy új üzem.

A Szovjetunió új ötéves tervének két legfontosabb láncszeme a nehézipar és a közlekedés. Míg

az ipari termelés átlaga 48%-kal emelkedik az ötéves tervben, a gépipar 1950-ben kétszerannyi értékű gépet fog termelni mint 1940-ben. 1950-ben 1 millió 300 ezer vas- és fémvágógép áll majd a szovjet ipar rendelkezésére, több mint az Egyesült Államokban.

A technika fejlesztésének egyik legfontosabb módja a mechanizálás, a gépesítés. A szovjet széntermelésben például a gépesítés sokkal nagyobb méreteket ért el, mint akár az Egyesült Államokban, akár Nagybritanniában. A most folyó ötéves terv megháromszorozta a szovjet szénbányákban működő gépi berendezések hatóerejét, ezenkívül szénbányászati kombájnok beállításával az egész széntermelési folyamatot gépesítik.

Nagy súlyt helyeznek a szakoktatásra is. A gyári és üzemi iskolákban négy és félmillió fiatal szakmunkást nevelnek, az átképző tanfolyamokon pedig 14 millió munkás nyer szakképzést. Az egyetemek és főiskolák 600.000 szakembert bocsátanak a gazdasági élet rendelkezésére.

Az ötéves terv megindulása óta három év telt el és megállapítható, hogy a munka termelékenysége csak 1948 folyamán 15%-kal emelkedett. A terv túlteljesítésére a szocialista verseny új formái, új módszerei alakulnak ki. Az elmúlt évben a leningrádi dolgozók vállalták az ötéves tervnek négy év alatt való végrehajtását, kezdeményezésüket átvették a moszkvai dolgozók is. Ennek a mozgalomnak az eredményeképpen a Szovjetunió 2000 üzeme már 1948-ban elérte az 1950-re előirányzott színvonalat és ebben az évben az üzemek újabb ezrei teljesítik határidő előtt a tervet.

A szocialista versenynek másik új módszere a terven felüli megtakarítás, valamint az a versenymozgalom is, mely arra irányul, hogy a forgóvagyon forgását gyorsítsa meg és ezzel hatalmas pénzszegeket és árumennyiségeket szabadítson fel az ötéves terv végrehajtásának meggyorsítására.

A Szovjetunió szocialista tervgazdasága előtt a háború utáni ötéves terv eredményeként új, hatalmas távlatok állanak, mondta a szovjet nép vezére, Sztálin, 1946 februári beszédében. A termelés hatalmas emelkedése lehetővé teszi, hogy a Szovjetunió a szocialista fejlődés új, magasabb fokára, a kommunista társadalom fokára lépjen.

Mi is a szocialista gazdaság megvalósítására törekszünk — mondotta végül Berei Andor külügyi államtitkár — s ezen a téren már mi is elértünk kezdeti sikereket. Máris érezzük a szocialista gazdaság fölényének első jeleit. Ebben a munkában nagy előnyünk, hogy mi a Szovjetunió tapasztalataira támaszkodhatunk. De sohasem felejthetjük el, hogy a szocializmus felépítésének munkája súlyos és nehéz küzdelmet jelent. Meg kell tanulnunk Sztálintól és a Bolsevik Párttól, hogy kérlelhetetlen, következetes harcot kell folytatnunk a szocializmus ellenségei ellen, mert csak így tudjuk felépíteni az erős, jómódú, fejlett, szocialista Magyarországot — fejezte be előadását Berei Andor külügyi államtitkár.

### Bulgária ötéves terve.

A Bolgár Kommunista Párt legutóbbi kongresszusán Dobri Terpesev miniszter, az Állami Tervbizottság elnöke figyelemreméltó beszámoló keretében ismertette az 1949 és 1953 közötti időszakot felölelő ötéves gazdasági terv legjelentősebb részeit, melyből néhány érdekes adatot közlünk.



Bulgáriában az ipari és a mezőgazdasági termelés jelenlegi aránya 30 : 70 a mezőgazdaság javára, az öt éves terv szerint 45 : 55-re kell hogy változzék. Az öt éves terv Bulgária iparosításának nagyarányú fejlődését szabja meg. A terv alapelve a bányászatra és a villamosításra támaszkodó ipar. A nehézipar fejlődési üteme sokkal rohamosabb, mint a könnyűiparé. Ez utóbbi és a nehézipar aránya az 1939-es 76 : 24-ről és az 1948-as 70 : 30-ról 1953-ra 55 : 45 kell hogy legyen. Az öt éves terv szerint a nehézipar össztermelése 1953-ra 1939-hez viszonyítva 602%-kal, 1948-hoz viszonyítva pedig 123,4%-kal emelkedik, a termelőszközöket gyártó ipar aránya az 1939-es 20,70%-kal szemben 1953-ra 44,50% lesz.

A terv beruházásai a következőképpen oszlanak meg: bányáipar 18,70%, villanyerőtermelés 36%, nehézipar 32,50%, duzzasztógáták építése 12,80%.

A köszi-termelés 1953-ra 1939-hez viszonyítva megháromszorozódik, az érctermelés 21-szeresére, az ásványi kőzetek kitermelése 8-szorosára, a gépipar termelése 65-szeresére emelkedik. A fémipart és a villamosági ipart gyakorlatilag az öt éves terv teremti meg.

Az érctermelés jelentősen megnövekedik. 1933-ban a vasérc-termelés az 1948-as ötszörösére, az ólom és cink-termelés 62%-kal, a pirit 234 és a réz-érc termelése 27%-kal emelkedik.

### Egy aktuális kis könyv:

#### V. V. Danilevszkij: Orosz feltalálók.

A felszabadulásig tudományos életünket teljesen áthatotta a nyugati országok tudományos és kulturális szelleme. Megszoktuk, hogy az ezen a téren elért eredményeket és felfedezéseket úgy könyveljük el, hogy azok legnagyobb és döntő része nyugaton született, hiszen így tanultuk csaknem valamennyien a tudományok elemeit, történetét, fejlődését. Szakembereink, tudósaink legnagyobb része, amikor képzettségét fejleszteni akarta, nyugat felé fordult és határozott ellenszennvel, vagy legalábbis lekicsinyléssel fogadta a szovjet tudományt. Ez nem véletlen műve volt, mert a nemzetközi imperialista reakció egyik döntő fegyvere az, hogy bagatellizálni, elkődösíteni és elhomályosítani igyekszik azokat a fontos eredményeket, melyeket a szovjet nép a technika és tudomány minden vonalán elért és melyek nem egyszer, mint pl. Micsurin tette, egész tudományágak döntő megváltoztatásához vezettek.

Erre a hazug és elhomályosító imperialista álláspontra mért döntő csapást Danilevszkij kis könyve, melyben megvilágítja, hogy a tudomány és technika számos olyan terén, melyen az elsőbbséget s a haladás megindítását a nyugatnak tulajdonították, tulajdonképpen az orosz népé a felfedezés dicsősége. A könyv gazdag anyagából csak az alumíniumiparra vonatkozó néhány érdekes adatot ragadunk ki:

A korszerű alumíniumgyártás kezdeteinél szintén orosz feltalálók találkoznak. N. N. Beketov elsőnek használta fel 1865-ben a magnézium vegyületeit az alumíniumnak a kloridból való kiválasztására. Beketov eljárása az iparban abban az időben a legalkalmasabbnak mutatkozott. Eszerint a módszer szerint kezdték el működésüket a külföldi gyárak, így a roueni és a brémai gyár is.

1894-ben Peniakov orosz mérnök eredeti módszert dolgozott ki a timföld előállítására vonatko-

zólag. Peniakov érdemeit legjobban az bizonyítja, hogy a Franciaországban és Belgiumban abban az időben felépített alumíniumgyárak Peniakov módszerrel állították elő a timföldet.

1889-ben a pétervári Tentelevszkij vegyiművekben alkalmazták először sikerrel a timföldnek bauxitból való újfajta előállítás módját. Ez a módszer, melyet Oroszországban továbbfejlesztettek, világszerte elterjedt és ma már a korszerű alumíniumiparban mindenütt ezt alkalmazzák. Az alumíniumgyártáshoz szükséges timföldet ma már a világ összes gyára a Káma és Néva partján született módszer szerint állítja elő.

Az orosz feltalálók megbecsülését növelte az alumínium elektromos kohászati elméletének kidolgozása is. Ezt az elméletet P. P. Fedotjev, a pétervári politechnikai intézet professzora dolgozta ki 1910—12-ig. Kitűnő munkája, melyet idegen nyelvekre is lefordítottak, az alumínium elektrokohászati tudományra fejlesztette.

A kellemes, könnyű stílusban írt könyv, mely új szempontokra világít rá a szovjet tudomány megismerése terén, igen érdekes olvasmány.

#### Az első magyar épületállványzat bemutatása.

Június 23-án az Építőipari Munkaeszköz Kölcsönző Vállalat telepén bemutatták az építőipar és az alumíniumipar szakembereinek, valamint az illetékes minisztériumok kiküldötteinek az első magyar gyártmányú alumínium épületállványzatot. A tetszetős szerkezet 8 emelet magasságú és a megjelöltek megállapíthatták, hogy az — amint az előttük végzett kísérletek mutatták — a szokásos igénybevétel követelményeinek igen jól megfelel.

Az állványzatra szerelt 1,5 tonnás vitla kifogástalanul működött és a szerkezet a legkisebb kilengést sem mutatta. Az alumínium épületállványzat bevezetése alumíniumiparunknak döntő sikere és ismét hazánk egyik jelentős iparágában, az építőiparban sikerült az alumínium felhasználása által a munkát megkönnyíteni, észszerűbbé tenni és az önköltséget csökkenteni.

Az alumínium bevezetésével az építőiparban nemcsak külföldről importált, nehezen beszerezhető faanyagot takaríthatunk meg, hanem az előbbinél könnyebben szállítható, célszerűbben felszerelhető, biztonságos szerkezetet bocsát az alumíniumipar rendelkezésére.

A jelenleg felállított állványt az Építőipari Munkaeszköz Kölcsönző Nemzeti Vállalat mint próbaállványt óhajtja felhasználni az újonnan vásárolt géptípusok alkalmazása körülményeinek kivizsgálása céljából. Ugyanakkor az alumínium-állványzat felhasználására is értékes tapasztalatokat fogunk nyerni, melyek alapján az országban több száz ehhez hasonló szerkezetet fognak bevezetni.

Az épületállványzat konstrukciójánál felhasznált hazai gyártmányú alumíniumcsövek, melyek külső átmérője 48,4 mm, falvastagsága 4,5 mm, alumínium-magnézium-szilícium ötvözetből a Magyar Bauxitbánya Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. székesfehérvári telepén készültek. Az üzem a csövek készítésével kapcsolatos feladatokat igen gyorsan és eredményesen oldotta meg, amit bizonyít az, hogy az alumíniumcsövek mechanikai adatai igen kiválóak, felülmúlják azokat a szabványokat, melyeket eddig külföldön hasonló célra felhasznált alumíniumcsövektől megköveteltek.

#### ALUMINIUM







# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI  
SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON : 292-855, 292-854

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.  
TELEFON : 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati  
összes műszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.

**Kéményépítés**

**Kazánbefalazás**

**Kemenceépítés**

**Custodis Alfonz r. t. Budapest**

**Nádor-utca 19. sz. Telefon : 120-376**

# »PAX«

**kézi tűzoltókészülékek**

kizárólagos forgalombahozója

**Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe**

Budapest, VII., Csányi-utca 9.

Telefonszám: 224-830, 224-839

**Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kéntelenítő berendezéseket**

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia  
stb. üzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

# THERMIT

## CSAPÁGYFÉM

**minden csapágyhoz**

RAJNA SÁNDORNE

féhérfém öntődéje

Budapest, V., Zoltán-u. 10.

Telefonszám: 121-328



**SIEMENS**

## ACÉL-ÖNTVÉNYEK

Elektroacélöntvények Din. 1681. szerint, továbbá  
nem rozsdásodó, saválló, hőálló acélöntvények az  
összes iparágak részére.

Öntvények megszerkesztésénél, a legmegfelelőbb  
anyagminőség kihasználásánál, szívesen szolgálunk  
útmutatással.

Vállaljuk öntvények előnagynyolását, megmunkálását.

## FRIEDR. SIEMENS MŰVEK RT.

BUDAPEST, XIII., VÁCI-ÚT 83-85. SZ.

TELEFON : 201-173, 200-195.



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYASZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

## Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

7. szám.

## Ultrasonikus rezgések felhasználása a fémiparban

DR KONCZ ISTVÁN

Иштван Конц:

## Использование сверхзвуковых колебаний в металлообрабатывающей промышленности.

После трактовки сверхзвуковых колебаний и вызываемых последними усилий подробно описываются магнетострикционные и пьезоэлектрические генераторы, которые преимущественно употребляются для достижения большой мощности.

Затем изложены способы применения сверхзвуковых колебаний в области технологии металлообработки, различные методы подвода энергии и результаты, достигнутые в части обработки сплавов, дисперзии металлов и в области техники пайки.

## Zusammenfassung.

Dr. St. Koncz:

Verfasser bespricht die, bei Ultraschallbeschallung auftretenden Kraftwirkungen und behandelt ausführlich die, zur Erreichung grösserer Schallleistungen bis jetzt am meisten bewährten magnetostruktive und piezoelektrische Generatoren.

Die Anwendung des Ultraschalls auf dem Gebiete der Metalltechnologie werden erörtert, die Methoden für die Zuführung der Energie, sowie die Ergebnisse auf dem Gebiete der Metallschmelzung, der Dispergierung und des Lötens.

Kevés olyan jelensége van a kísérleti fizikának, amely az utóbbi években a természettudományok és a technika olyan széles területein került volna alkalmazásra, mint a halláshatár feletti (ultrasonikus) rezgések.

Bár König már 1899-ben előállított mechanikus úton (néhány mm nagyságú hangvillákkal) ilyen rezgéseket, az elérhető teljesítményekkel gyakorlati alkalmazásra gondolni nem lehetett. Csak amikor már az ultrasonikus rezgéseket megfelelő teljesítménnyel sikerült előállítani (magnetostruktív és piezoelektromos effektus felhasználásával) kerülhetett sor szélesebb körű alkalmazására.

Az ultrasonikus rezgések az emberi fül által már nem hallható — másodpercenként tehát több mint 20.000 frekvenciájú — hanghullámok, mint ilyenek tehát mechanikus rezgések. Hullámhosszuk az ismert egyenlet szerint

$$\text{hullámhossz} = \frac{\text{terjedési sebesség másodpercenként}}{\text{másodpercenkénti rezgésszám}} \quad 1.)$$

számítható.

Mai eszközeinkkel az előállítható rezgésszám felső határa kb.  $5 \times 10^5$  kiloherz, így a gyakorlatilag használható hullámterjedelem kb. 15 oktávra terjed ki. Az elérhető hullámhossz ennek megfelelően levegőben (terjedési sebesség kb. 330 m/sec) 1.6 cm-től  $0.6 \times 10^{-4}$  cm-ig terjed, ugyanez folyadékokban ( $v = \text{kb. } 1.200 \text{ m/sec}$ ) 6 cm-től  $2.4 \times 10^{-4}$  cm-ig, szilárd testekben ( $= \text{kb. } 4.000 \text{ m/sec}$ ) 20 cm-től  $8 \times 10^{-4}$  cm-ig terjed. A legrövidebb hullámhossz tehát már nagyságrendben megközelíti a hosszú fényhullámok hullámhosszát és összehasonlítható egyes elemi alkotók (krisztallitok, láncmolekulák nagyságával).

Kísérjük meg számszerűen követni a fellépő erőhatásokat, hogy a várható hatásokról fogalmat alkothassunk. Az időegységben az 1 cm<sup>2</sup> felületen egy síkhullám által átvitt energia Bergmann szerint (erg/cm<sup>2</sup> vagy Watt/cm<sup>2</sup>-ban):

$$J = \frac{e v}{2} (\alpha A)^2 = \frac{e \cdot v}{2} U^2 = \frac{P^2}{2 \rho v} = \frac{P \cdot U}{2} \quad 2.$$

ahol  $A = \dots$  a rezgő részecskék amplitúdója,  
 $\rho = \dots$  a közeg sűrűsége,  
 $v = \dots$  a terjedési sebesség,  
 $\omega = \dots$  a körfrekvencia  $= 2 \pi \nu$ ,  
 $P = \dots$  a hullám nyomásamplitúdója,  
 $U = \dots$   $\omega A$ , a rezgő részecskék sebesség-amplitúdója.

Fenti képletet felhasználva, tételezzünk fel egy 500 kHz-es rezgést vízben, a sugárzóelem teljesítménye legyen 15 W/cm<sup>2</sup>. A hullámnyomás amplitúdója tehát

$$P = \sqrt{2 J \rho v} \quad 3.$$

helyettesítve

$J = 15 \text{ W/cm}^2 = 1.5 \times 10^8 \text{ erg/cm}^2$ ,  $v = 1450 \text{ m/sec}$ ,  $\rho = 1$   
 $P = \sqrt{2 \times 1.5 \times 10^8 \times 1.450 \times 10^3} = 6.4 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$   
 a nyomás tehát a tovahaladó hullám mentén  $+6.4$  atm. nyomás, ill.  $-6.4$  atm. húzás közt változik, mely értékek állóhullámok esetén megkétszereződnek.



A vírzéscskék sebességamplitúdója, az előbbi képlet felhasználásával:

$$U = \sqrt{\frac{2J}{\rho v}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.5 \times 10^8}{1 \times 1405 \times 10^3}} = 45.5 \text{ cm/sec} \quad 4.$$

A sebességamplitúdóból a részecskék mozgásamplitúdója is ismert,

$$A = \frac{U}{2N} = \frac{45.5}{2 \times 5 \times 10^8} = 0.14 \mu$$

A mozgásamplitúdó tehát igen kicsiny.

Ha azonban a gyorsulást vesszük számításba, ami végeredményben a mértékadó erőtenyezőt adja, meglepő értéket kapunk. A gyorsulás

$$b = 2\pi N \cdot U = 2\pi \cdot 5 \times 10^8 \times 45.5 = 14.3 \cdot 10^7 \text{ cm/sec}^2$$

tehát a nehézségi gyorsulásnál kereken  $10^5$ -szer nagyobb érték. Ilyen nagyságrendű gyorsulásokat más úton csak az ultracentrifugával lehet elérni.

A folyadékban hullámszerűen tovaterjedő húzó igénybevétel kavitációs jelenségek fellépéséhez vezet. Az így fellépő erők roncsoló hatása turbinákon, magsebességű folyadékok vívó vezetékeken eléggé ismeretes. Rayleigh számolta ki azokat az erőket, amelyek kavitációs hatás folytán képzett üregek összeomlásakor keletkeznek. Szerinte, gömbalakú térfogatelemet feltételezve, mely  $r_0$  kezdő sugárról egy külső  $R_0$  erő hatására  $r$  sugarúvá válik, az előálló nyomás

$$P = \frac{2\beta P_0}{3} \left( \frac{r_0^3}{r^3} - 1 \right) \quad 6.$$

ahol  $\beta$  a kompresszibilitási tényező.

A számítás több ezer atmoszféra nagyságrendű nyomásértékekre vezet, melyek kielégítő magyarázatot adnak a kísérletek során észlelt diszpergáló hatásokra. A kavitáció egyik legfontosabb haszna az oldott gázok eltávolításában áll, mert természetesen a negatív nyomású részekben az oldott gáz kiválása fokozott könnyűséggel fog bekövetkezni. Boyle és Taylor szerint a kavitáció fellépte függ az energiasűrűségtől, melynek legkisebb értéke, ami mellett még kavitáció fellép, az

$$J = \frac{(p_0 - p_n)^2}{2\rho v^2} \quad 7.$$

képlet által van adva, ahol

- $p_0$  . . . . a külső nyomás,
- $p$  . . . . a folyadék gáznyomása,
- $e$  . . . . a folyadék sűrűsége,
- $v$  . . . . a terjedési sebesség.

A kavitáció, így a gázmentesítés tehát erősen a külső nyomástól függ. Johnson szerint ez az érték víznél 4.5 atm., ennél nagyobb külső nyomásnál kavitáció nem lép fel.

### Magnetostrikiós generátorok.

A megkívánt nagy energiasűrűségek előállítására gyakorlatilag leghasználhatóbbnak a magnetostrikiós és a piezoelektromos effektusok felhasználása bizonyult.

A magnetostrikiós hatás lényegében abból áll, hogyha egy ferromágneses anyagból készült testet (rudat vagy hengert) ennek hosszirányában futó mágneses mező hatásának teszünk ki, úgy a test hossza megváltozik, — ez a hosszváltozás független a mágneses térerő irányától —, lehet rövidülés vagy hosszabbodás. A változás függ az anyag minőségétől, előkezelésétől, egy esetleg jelenlevő előmágnesezéstől, a hőfoktól és a térerősség értékétől. Az elérhető hosszváltozások kicsinyek, de

tekintettel a fellépő gyorsulási erőkre, az anyag szétszakadásig fokozhatók. A magnetostrikiós hatás csak tiszta kobalt és nikkelt tartalmazó anyagokban észlelhető, ezeknél a térerősség növekedésével a hosszváltozás (összehúzódás) növekedik, más anyagoknál a térerősség növekedésével az effektus előjele megváltozik, rövidülésből átmeny meghosszabbodásba. Ugyanez elérhető az ötvözet összetételeinek megváltoztatásával is, így pl. vas-nikkel ötvözetek esetében kb. 80% Ni-tartalom mellett a magnetostrikiós effektus megszűnik, az ez alatti Ni-tartalomnál az effektus hosszabbodásban, e fölötti Ni-tartalomnál rövidülésben jelentkezik.

Amint fent említettük, a magnetostrikiós hatás független a mágneses tér irányától. Ha tehát egy alkalmas fémrudat váltakozó mágneses tér hatásának teszünk ki, ez minden perióduson belül az áram két csúcserőértékének megfelelően kétszer fog hosszában változást szenvedni, tehát a tápláló áram rezgésszámának kétszeresével fog rezegni.

Lehetőleg nagy hosszváltozások eléréséért célszerű a magnetostrikiós görbe olyan részén dolgozni, ahol a térerőváltozásnak lehetőleg nagy hosszváltozások felelnek meg. Ezt célszerűen egy egyenáramú előmágnesezéssel érhetjük el, egyúttal azt is elérjük, hogy megfelelő méretezés mellett az eredő mágneses tér csak nagyságát változtatja, de irányát nem, így a gerjesztett rezgésszám a gerjesztő árammal egyező periódusszámú lesz. Amennyiben a rezgő rúd mechanikus önrezgésszáma és a gerjesztő áram periódusszáma egyezik, rezonancia lép fel, a rezgésamplitúdók maximálisak lesznek.

Egy, a közepén befogott elasztikus rúd önrezgésszáma

$$N_r = \frac{k}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

ahol  $E$  = . . . . a rugalmassági modulus  
din/cm<sup>2</sup>-ben,

= . . . . a rúdanyag sűrűsége g/cm<sup>3</sup>-ben,

$l$  = . . . . a hossz cm-ben,

$k$  = . . . . a rezgés rendszáma ( $k = l \dots$  alaphullám).

A magnetostrikiós anyagoknál mint jellemzőt meg szokás adni a  $N \cdot l$  szorzatot. Ez a szám nikkelt tartalmazó anyagokra pl. 243.600, ez egy 10 cm hosszú nikkelt tartalmazó rudra azt jelenti, hogy alapezgergesszáma 24.3 kHz. Egyes fontosabb anyagok jellemzőit az 1. Táblázat adja meg.

I. Táblázat.

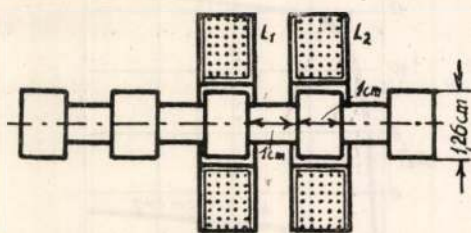
Anyag	$\rho$ g/cm <sup>3</sup>	$E \cdot 10^{-11}$ dyn/cm <sup>2</sup>	Nl
Ni, kemény	8.88	22.63	252400
Ni, lágy	8.86	19.62	235300
Monel	8.9	15.75	210800
Invar	8.1	14.22	209500
Cekas	8.4	18.54	234900

Az elérhető rezgésamplitúdók közelítőleg 10  $\mu$ l nagyságúak, ahol  $l$  a rezgő rúd hosszát jelenti.

Magasabb frekvenciáknál (kb. 60 kHz fölött) már olyan kisméretű rezgőegységek adódnak, hogy nagyobb teljesítmények nem érhetők el. Ezt a nehézséget részben megoldja a Pierce által adott



kiképzés, melynek kivételét egy 300 kHz-es rezgőelemre az 1. ábra mutatja.



1. ábra. Magnetostruktív rezgőelem Pierce szerint 300 kHz.

Sok esetben szükséges, hogy a rezgőrúddal egyéb tömegeket is összekapcsoljunk. (Pl. olvasztótégely, forrasztópáka.) Egy ilyen összetett tömegű rendszer önrezgésszámát Rayleight szerint a következő képlet adja meg.

$$N = r \sqrt{\frac{E}{2\pi l \cdot (M + \frac{1}{6} m)}} \quad (9)$$

ahol  $E$  . . a rugalmassági modulus, dyn/cm<sup>2</sup>,

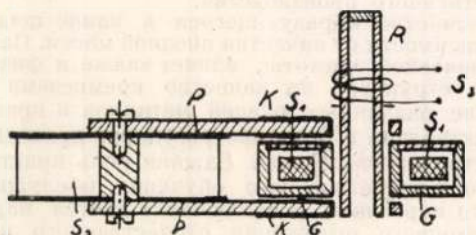
$r$  . . a rúd sugara cm,

$l$  . . a rúd hossza a nehezítő tömegek között, cm,

$m$  . . a rúd tömege grammban,

$M$  . . a terhelő tömeg grammban.

A magnetostruktív rezgőelem gerjesztésére régebben használt elektromos kapcsolásokat, ahol a rezgő rúd a rezgőkörön és a visszacsatoló tekercsen belül volt elhelyezve (Pierce) ma már teljesen elhagyták és helyette független gerjesztőberendezést használnak, melyet egy megfelelő indikátor segítségével állítanak rezonanciára a rezgő rúddal. Egy, Salisbury és Porter által adott, és igen elterjedt felépítési módot mutat a 2. ábra.



2. ábra. Magnetostruktív rezgőrendszer külön előmágnesező tekercsel Salisbury és Porter szerint.

Az előmágnesezés az  $S_2$  egyenárammal táplált tekercsel történik, a nagyfrekvenciás mágnesezőtekercs  $S_1$  olajfürdőben van elhelyezve, egy szigetelőanyagból készült  $G$  edényben. Ehelyütt lehet a tekercset üregesen is kiképezni és vízzel hűteni, amint azt általában a nagyfrekvenciás berendezéseknél szokásos. A gerjesztőmágnes  $P$  pólusai vasból vannak, amelyek az örvényáram veszteségek csökkentésére a végeken rézlemez sarukkal vannak ellátva. Az így felépített rezgőkeltő berendezések kb. 500 W teljesítményig használhatók, hatásfokuk elég rossz, általában nem haladja meg a 20%-ot, a lesugárzott hasznos teljesítményre vonatkoztatva.

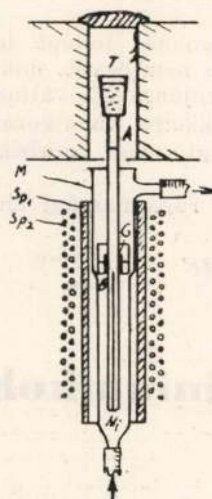
A rezgőrúdon elhelyezett  $S_3$  segédtekercs a rezgési állapot ellenőrzésére szolgál és vagy egy galvanométerrel és egyenirányítóval van összekötve, vagy pontosabb méréseknél egy erősítőn át egy katódsugárosszcillográfot táplál.

Jobb sugárzási teljesítmény elérésére a rezgőrúd végére nagyobb felületű alumíniumlemezeket

is szerelhetünk, természetesen a rezgésszám megváltozik a (9) képletnek megfelelően. Az örvényáram veszteségek elkerülésére ajánlatos a rezgőrudat lehetőleg vékonyfalú csőnek kiképezni és hosszirányú bevágásokkal ellátni. Ugyancsak előnyös négyzetes keresztmetszetet használni és ezt egymástól szigetelt vékony lemezekből felépíteni.

A rezgőrendszer erős felmelegedését el kell kerülni, mert a magnetostruktív hatás függ a hőfoktól és természetesen a Curie ponton teljesen megszűnik.

Fémipari kísérletek céljára szolgál a Schmid és Ehret által adott elrendezés (3. ábra.)



3. ábra. Schmid és Ehret szerinti magnetostruktív generátor ömledékek kezelésére.

A nikkeltől készült rezgőrúd ( $Ni$ ) közepén egy gumigyűrű ( $G$ ) segítségével egy ( $B$ ) műanyagtestben van megerősítve, mely egy ( $M$ ) üveghenger középső kúpos részére támaszkodik fel. Az üveghengerben folyó víz gondoskodik a rezgőrendszer megfelelő hűtéséről. Körülötte foglalnak helyet az  $S_1$  és  $S_2$  tekercsek, amelyek közül az egyik a gerjesztő nagyfrekvenciát, a másik az előmágnesező áramot vezeti.

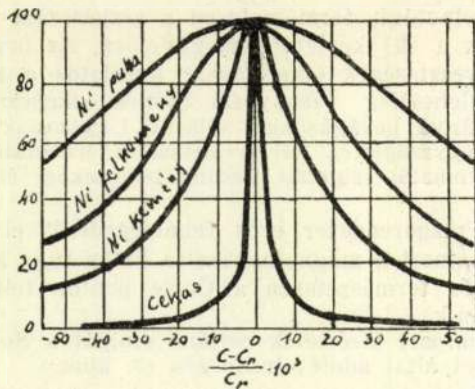
A vizsgálandó ömledék a  $T$  tégelybe kerül, amely egy kis villamos kemencébe nyúlik bele és egy közdarab segítségével van a rezgőrendszerhez hozzáerősítve. (Keményen forrasztva.) Hátránya a Salisbury és Porter-féle elrendezéssel szemben, hogy a hűtőköpeny miatt a mágnesező tekercsek a rezgőrúdtól távol kerülnek és ezért igen nagy gerjesztőáramra van szükség.

Az elérhető teljesítmények kb. 8–12 W/cm<sup>2</sup> nagyságrendűek. Igen nagy előnyük, hogy a szükséges berendezés aránylag egyszerű és a szükséges feszültségek alacsonyak, tehát a szigetelési nehézségek és a kezelés veszélyessége igen kismérvűek.

Hátrányuk, hogy a frekvenciatartomány felé erősen korlátozott, a rezgésszám erősen függ a hőmérsékletétől. A rezonanciagörbe viszont eléggé lapos, ami bár általában nem előny, egyes esetekben kellemes, mert üzem közben beálló kis elhangolás esetén nem lép fel mindjárt nagyméretű teljesítményváltozás.

A 4. ábra rezgő nikkelt és cekasrudak rezonanciagörbéit mutatja Giebe és Blechschmidt szerint. A rezonanciagörbe laposságát a fer-



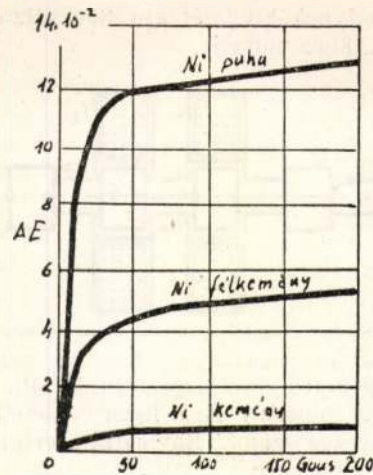


4. ábra. Rezgő rudak rezonanciagörbéi Giebe és Bleischmidt szerint.

romágyenes anyagoknál fellépő úgynevezett  $\Delta E$  effektus adja, ami nem egyéb, mint az anyag rugalmassági tényezőjének kis változása külső mágneses térben. Nikkelre vonatkozóan a Giebe és Bleischmidt által adott görbéket mutatja az 5. ábra.

$\Delta E$  alatt a rugalmassági tényezőtől képzett hányadost értjük

$$\Delta E = \frac{E_1 - E_{min}}{E_{min}} \quad (10)$$



5. ábra. A  $\Delta E$  effektus a térerősség és az anyagminőség függvényében. Giebe és Bleischmidt szerint.

ahol  $E_1$ , ill.  $E_{min}$  a rugalmassági modulus értéke a legkisebb, ill. egy tetszőleges térerősség mellett. A  $\Delta E$  effektus változása kis térerősségeknél a legnagyobb és csak nagyobb térerősségeknél kezd egy határérték felé közeledni. Az effektusnak hisztérezise is van. (Folytatjuk.)

## Az aluminiumkohászat néhány gyakorlati kérdése\*

SZAKÁL PÁL

P. Szakál: Some practical problems of aluminium metallurgy. Author discusses the development of anode equipments; within this range he deals with the the Söderberg electrode which has vertical conductor pegs. He emphasises as a recent development, the increase of heat isolation, and the decrease, of anodic current density simultaneous with the increasing furnaces sizes. Good results have been obtained by employing home produced tamped, monolithic tank linings.

The quantity of slack appearing in the tanks, depends on the quality of the anode mass employed. Besides the chemical purity, the quality of alumina is highly influenced by the mechanical equipment. After dealing with the behaviour of various metal oxides during the electrolytical process he discusses the systematic recordings of the process, very important for the works control departement. The theoretical and practical training of the operating personnel has a very important role too. The last part deals with a short review of the Hungarian situation, the problems of productivity, and possibilities of racionalisation.

Пал Сакал:

**Некоторые вопросы из практики алюминиевой металлургии.**

Рассматривая развитие анодных конструкций, автор излагает преимущества самоспекающихся электродов (Сёдерберга), оснащенных вертикальными токопроводными оправками. Улучшение термоволяции катодного устройства, как усовершенствование новейшего. развития. Сниже-

ние плотности анодного тока в связи с укрупнением печи. Хорошие опыты в области утрабованной, монолитной футеровки печи отечественного производства.

Количество образующегося в ванне шлака в зависимости от качества анодной массы. Помимо химической чистоты, влияет также и физическая структура на качество кремнезёма. Действие различных окисей металлов в процессе электролиза и значение регулярно проводимых контрольных измерений. Важная роль практического и теоретического обучения обслуживающего персонала. В заключении дается картина настоящего положения отечественного производства алюминия и обсуждаются вопросы производительности труда и рационализаторского движение.

P. Szakál: Einige Beiträge aus der Praxis der Al-Elektrolyse.

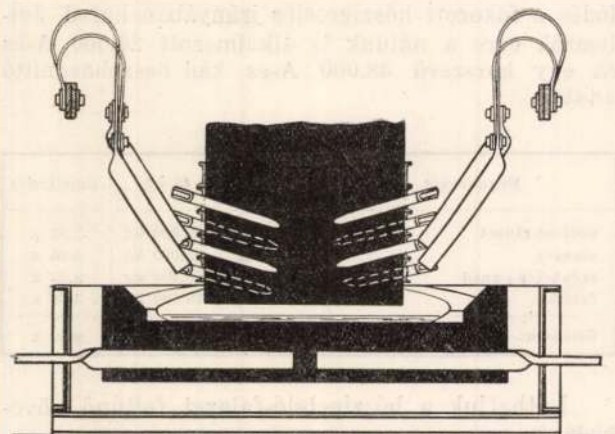
Magyarországon az aluminiumkohászat 1935-ben szerény keretek között, a csepeli kohó megindulásával vette kezdetét. Ma az üzemben lévő két kohó, Ajka és Tatabánya teljes kapacitással van üzemben, amivel az aluminiumkohászat iparágaink között rövid fejlődés után előkelő helyet foglal el. Több aluminiumot termelünk ma, mint pl. Svéd- vagy Spanyolország. Az öt éves terv ennek az iparnak még az eddigénél is rohamosabb fejlődését irányozza elő. Eppen erre való tekintettel látom szükségesnek az aluminiumkohászattal kapcsolatos néhány műszaki kérdésnek a gyakorlati oldalról való megvilágítását.

\* A Bányászati és Kohászati Egyesületben 1949 június 8-án tartott előadás.



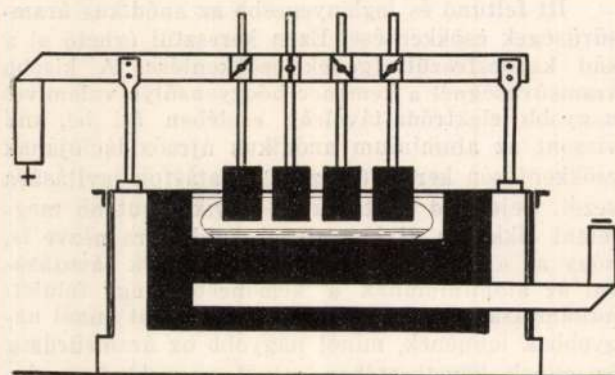
Először a kemence-konstrukció terén a műszaki fejlődés jelenlegi állását szeretném röviden áttekinteni. Ilyen szempontból különválaszthatjuk az anód- és katódszerkezeti megoldásnak kérdését. Az anód-konstrukciót illetően magyar viszonylatban a folytonos üzemű Söderberg-rendszerű elektróda van általánosan használatban. Üzemi tapasztalataink kizárólag e téren jelentősek.

Egy Söderberg-anódás kád vázlatos metszete:



1. ábra. Söderbergelektrodás kád vízszintes tüskékkel.

Ezen jól látható a széntest, melynek alsó része a kemence melegétől már kiégett, kötőanyagmentes jó vezető, szilárd felső nyers része pedig lágy állapotban van. Külön kell itt gondoskodni az elektróda tartó-, emelő- és árambevezető szerveinek kiképzéséről. Az ábrán látható az ú. n. vízszintes árambevezető tüskés kivitel került a magyar kohóknál beépítésre. Külföldön sok helyen még alkalmazzák az eredeti blokk-anódás szerkezetet is.



2. ábra. Blokk-anódás kád.

Ennél az anódok leégés után szakaszosan cserélődnek és az elektródahulladékok visszakerülnek az elektróda-gyárba. Magyar viszonylatban a Söderberg-elektroda mellett részben azért döntöttek, mert elektródagyártásra kohónk épülésekor nem volt meg a lehetőség. A Söderberg-rendszer kérdésénél megállva, ennek fejlődését is röviden át fogom tekinteni.

Az első folytonos üzemű anódás kádat 25 évvel ezelőtt, 1923-ban helyezték üzembe 8000 A-rel. Akkor a kg-kénti egyenáramfogyasztás 24 kWó volt, az anódmassza-fogyasztás 70%. A 25 éves fejlődésre jellemző, hogy ma 60.000 A-es kádat épí-

tenek, a fajlagos áramfogyasztás viszont lecsökkent 15,5 kWó-ig, az elektródmassza-fogyasztás viszont a legkorábbi egységeknél kb. 50%. Ez a fejlődés lényegében 3 főfokozaton ment végbe.

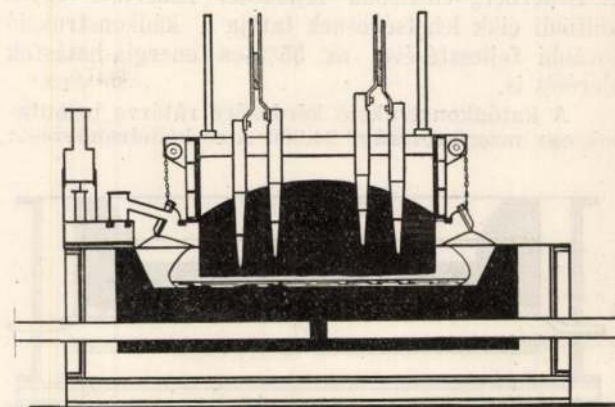
Először az elektrotermikus iparban alkalmazott, belül bordázott vaslemez-köpenyes elektródákat alkalmazták. A köpeny vaslemeze szennyezte az alumíniumot, ha a bordák méretét emiatt csökkentették, az anódikus feszültségesés nőtt meg túlságosan. P. 0.18% vas-szennyezés többlet mellett 0.7 V mutatkozott a blokk-anódok 0.3–0.5 feszültségesésével szemben.

A döntő újítás a cserélhető, oldalról bevert áramvezető tüskék rendszere volt, amely a Söderberg-anódat versenyképesé is tette. A tüske az elektróda felső lágy rétegébe behatolhat, ahol az elektrolyt nívója felett kihúzható. Így sikerült egyeztetni az alacsony feszültségesést a kellő fémtisztasággal. A horizontális tüskés kemencék először kör-szelvényű anódokkal készültek, később áttértek a profilvasakkal merevített, téglalakú elektródákra. Ez a fejlődés párhuzamosan haladt a kádak nagyságának növekedésével. A harmincas években már 30.000 A-es egységeket építettek. A magyar alumíniumkohók ebben a periódusban épültek: 1935-ben Csepel, 1940-ben Tatahánya, 1942-ben Ajka, négy-szegletes, horizontális tüskés anóddal indultak. Csepel 12, majd 24, Tatahánya 24, Ajka 30 kA-es egységekkel. Az ilyen nagyságú kádatokat zárt kivitelben, füstgáz elszívással és esetleg gázmosással ellátva építették.

A harmincas évek végén alakult ki egy újabb rendszer, melynek első változatát Montecatini építette és vette üzembe, majd az Elektrokemisk, a Söderberg-szabadalom tulajdonosa fejlesztette tovább. Ennél a változatnál az áramvezető-tüskéket az eddigieknél eltérően felülről vertikálisan vezetik az anódba, ezenkívül az anód alsó része az elektrolyt-felülettel együtt tömítetlen le van takarva.

A tüskék cseréje itt olyan módon történik, hogy a legelső helyzetben lévő tüskét lazítás után kihúzzák, lágy anódmasszát helyeznek alá, majd visszahelyezik. A zárt térben felfogott anódgázok az előbbi típusnál keletkezőkkel szemben nagy töménységűek és így a gázmosásnál való kryolith-regenerálás sokkal hatásosabb és gazdaságosabb. Az elszívandó gázelegymennyiség az eddigi zárt-házás, vízszintes tüskés kádaknál keletkezőnek mindössze kb. egy tizede!

Érdekesége ennek a rendszernek, hogy itt a gázok nem az elektrolytkéreg tetején nyitott lyukak-



3. ábra. Söderbergelektrodás kád függőleges tüskékkel.



nál égnek el, mint azt a magyar kohóknál is megszoktuk, hanem a gázgyújtó-harang alatt összegyűjtve egy külön, a kád oldalán kiképzett gázgömbben. Mivel az anódmassza kiegészítései keletkező szurok- és kátránygözök az anód alsó kiegészített részének pólusainál lépnek ki, a gázgömbben ezek a gözök is tökéletesen elégnék az anódgázok szénmonoxydjával együtt. Ennek kellemes következménye, hogy a gázmosást a kátránygözök jelenléte nem zavarja. A zárt, redukáló légkörben tartott anóda természetesen kevésbé szenved a levegőnek oxigén okozta korróziójától, ami a fentebb említett anódmassza-fogyasztás csökkentését eredményezi. További előnye ennek a szerkezetnek, hogy a felülről való bevezetés egyenletes áramelosztást tesz lehetővé, ami viszont a kemencenagyság további növeléséhez nyitotta meg az utat. Ennek köszönhető, hogy ma már 45—60 kA-es egységek üzemben vannak, sőt 100 kA-es egységekkel is folynak már kísérletek.

Az anódikus áramvesztések csökkentését teszi lehetővé az anód alsó felületének a tüskék által való erősebb megközelítése.

A függőleges tüskével ellátott, korszerű, nagy egységeknél az anódot egy vastagabb lemezből kiképzett ú. n. permanens köpenyen belül helyezik el. Viszont elhagyják az anód burkolására korábban használt alumíniumlemez köpenyt. A keresztmerezítésül alkalmazott osztóbordák elősegítik az anód alatt fejlődő gázok távozását.

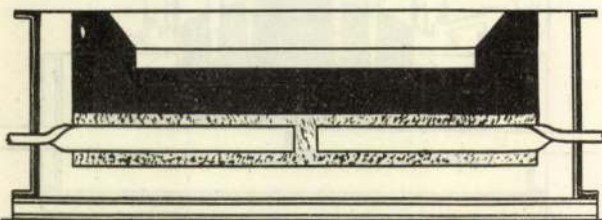
Ennek a nálunk még bevezetésre váró rendszernek előnyeit összefoglalva:

1. alacsonyabb fajlagos áramfogyasztás a kisebb anódikus feszültségű és áramsűrűség következtében,
2. a kezelés egyszerűsége,
3. a gázmosással való kryolith-regenerálás megkönnyítése egybekötve a mozgatandó gázmennyiség csökkentésével.

Magyar viszonylatban az áramköltség az alumínium termelési költségének igen jelentős hányadát teszi ki. Fel kell tehát figyelniük arra a közlésre, mely szerint külföldön az új nagy egységeknél jó átlagnak számít 17—18 kWó, de elérhető 15 kWó is.

Egy tonna alumínium elektrolytikus előállításának elméleti energiaszükséglete 6.670 kWó. A régi kádak 25.000 kWó-s fogyasztása 27% energiahatásfoknak, a már elért 15.000 kWó/tonna 45%-nak felel meg. A kádak kapcsolófeszültsége ennek megfelelően a régi 5—6 V-ról 4—4,5 V-ra csökkent. A Söderberg elektróda fejlődését ismertető egyik külföldi cikk lehetségesnek tartja a kádkonstrukció további fejlesztésével az 55%-os energiahatásfok elérését is.

A katódkonstrukció kérdésére rátérve bemutatok egy magyarországi 24.000 A-es kádelrendezést:



4. ábra. Katóda előre kiegészített széntéglából

Az ábrán láthatók az előre sajtolt és égetett elektróda-téglából rakott bélés, az áramvezető sínek, amelyek a béléstéglák hornyába jól vezető grafitos elektródamasszával vannak bedöngölve, a téglák közti hézagokat kitöltő antracitos döngölőmassza, a bélést körülvevő hőszigetelő falazás és merevítő vasköpeny. Külföldön az áramvezető sínek jobb kontaktus elérése céljából elektródamassza bedöngölése helyett higan folyó öntöttvassal is körül szokták önteni. A katódszerkezeteknél a fejlődés a fokozott hőszigetelés irányában halad. Jellemzők erre a nálunk is alkalmazott 24.000 A-es és egy korszerű 48.000 A-es kád összehasonlító adatai:

Megnevezés	24 kA	48 kA	Emelkedés
acél-szerkezet	14.480 kg	26.300 kg	1.82 x
sínezés	2.200 kg	5.000 kg	2.25 x
szénbélés+anód	13.000 kg	26.400 kg	2.03 x
falazat	5.000 kg	19.280 kg	3.86 x
Összesen:	34.700 kg	76.980 kg	2.20 x

Láthatjuk a hőszigetelő-falazat feltűnő növekedését.

Érdekes a két kemencetípus áramsűrűségeinek összehasonlítása is:

Megnevezés	24 kA	48 kA	Csökkenés mértéke
anód (szén)	0.84 A/cm <sup>2</sup>	0.66 A/cm <sup>2</sup>	0.79 x
katód (szén)	0.38 A/cm <sup>2</sup>	0.34 A/cm <sup>2</sup>	0.89 x
áramvezető tüske (vas)	0.26 A/mm <sup>2</sup>	0.19 A/mm <sup>2</sup>	0.73 x
katódsín (vas)	0.18 A/mm <sup>2</sup>	0.18 A/mm <sup>2</sup>	1.00 x
külső alu-sínezés	0.71 A/mm <sup>2</sup>	0.62 A/mm <sup>2</sup>	0.87 x

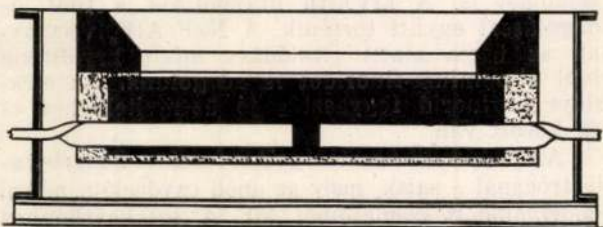
Itt feltűnő és leglényegesebb az anódikus áramsűrűségek csökkentése. Ezen keresztül érhető el a kád kapcsolófeszültségének csökkentése. A kisebb áramsűrűségnél a kemence hőgyensúlya valamivel nagyobb elektróda-távolság esetében áll be, ami viszont az alumínium anódikus újraoxidációjának csökkentésén keresztül az áramhatásfok javítására vezet. Sejersted és társának egyik legutóbb megjelent cikkében utalást olvashatunk arra nézve is, hogy az anódon keletkező gázbuborékok távozásával az alumíniumnak a kemencében egy felületi hullámozása alakul ki, a hullámok viszont annál nagyobbak lennének, minél nagyobb az áramsűrűség és ennek következtében minél nagyobbak a gázbuborékok. Ezek szerint a nagy áramsűrűségnél éppen a hullámozás hatásának kiküszöbölésére nagyobb elektróda-távolsággal kell dolgozni, ami a kemence melegebb üzemével jár. Kisebb áramsűrűség ezek szerint a hőgyensúly követelményeinek megfelelő minimális elektróda-távolság tartását teszi lehetővé. Az áramsűrűség és áramhatásfok ilyen értelmű összefüggését Tatabányán szerzett üzemi tapasztalatok is megerősítették.

A katódok bélését előre gyártott elektróda-téglakon kívül — megfelelő elektróda-masszából döngölve — monolithikusan is ki lehet képezni. Magyar viszonylatban 24.000 A-es kemencenagyságnál Tatabányán alkalmazunk először ilyen kató-



dokat. Az első ilyen bélés 1947 elején készült, most már 30-nál több van használatban.

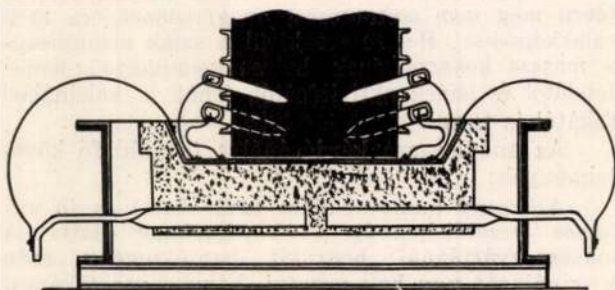
Egy döngölt katóda képe:



5. ábra. Katód döngölt kivitelben.

Üzemi kísérleteink alapján döngölésre bármilyen minőségű anódmasszát fel tudunk használni. Megfelelő lassú kiégetést alkalmazva a sajtolt és előre kiégetett elektróda-téglákkal legalább egyenértékű elektromos vezetést értünk el. A kiégetésnél döntő volt az anódkiváltó shunt-ök alkalmazása, amelyekkel az égés aránylag hosszú tartama alatt az anódot tehermentesítjük és megóvjuk a beizzástól és az ezzel járó korroziótól.

Egy kiégetésre shunt-ökkel felszerelt katód képe:



6. ábra. Döngölt katód kiégetéshez előkészítve.

A döngölt katódokat ma már Ajkán is alkalmazták és mindkét üzem teljes kapacitásra való gyors felútása részben a monolithikus katód bevezetésének köszönhető. Az épített és döngölt katód költségeinek összehasonlítása 24.000 A-e kádnál:

Megnevezés	Épített	Döngölt
elektróda	18.430.— Ft	13.050.— Ft
egyéb anyag	7.090.— Ft	8.750.— Ft
bér	3.440.— Ft	2.660.— Ft
áram felfűtéshez	840.— Ft	2.160.— Ft
Összesen :	29.800.— Ft	26.620.— Ft

A végső megtakarításként jelentkező cca. 3000 Ft-nál érdekesebb az elektróda tételnél mutatkozó, kádnankénti cca 460 \$ megtakarítás, ami külkereskedelmi mérlegünk szempontjából is jelentős.

A döngölt bélések élettartamára vonatkozó eddigi tapasztalataink túlhaladták a két éves megfigyelést és általában kedvezőek.

Ennek kapcsán fel kell vetnem a katód-döngölőmassza hazai gyártásának kérdését. Ezt annál inkább gyorsan át lehetne ültetni a gyakorlatba,

mert itt a hamu-tartalom szempontjából nem olyan szigorúak a követelmények, mint az anódmassza gyártásánál.

Az osztrákok pl. katód döngölésére szolgáló masszához 40%-ig közönséges Ruhr-vidéki kokszot kevernek. Természetesen a kötőanyag minőségét illetően az igények itt is magasak. Ezen a téren is csak magas koksznyeredékű kőszén, szurok és kátrányok jöhetnek tekintetbe. Javasolom, hogy a hazai anódmassza gyártásra és ennek üzemi kipróbálására irányuló kísérletekkel párhuzamosan tegyünk most már a belföldi gyártású katód-döngölőmassza irányában is pozitív lépéseket.

Kiegészítésül a katódbélés üzemi alatti sorsáról és élettartamáról kell szólnunk.

Egy bélés élettartama 1,5—3 év. A bélés anyaga üzem alatt megrepedezik és a repedések mentén kryolith és alumínium-karbid impregnációk lépnek fel, a szénbélésbe a katódon kivált fémnátrium is beleszívódik. A mindig jelenlévő levegő hatására nitrogénvegyületek, így cianidok is keletkeznek. Kiszertelt katódszénben friss állapotban 1,22, mállottban 0,78% HCN-t határoztunk meg egy alkalommal. Ezek az átalakulások térfogatnövekedéssel is járnak, ami egyrészt a katód vaszkevényére belülről ható erős nyomás kialakulására, másrészt repedésekre és felválásokra vezethet. Amikor a meghibásodás olyan mértékű, hogy az alumínium eléri a katódsíneket, megindul ezek oldódása és az alumínium vastartalma emelkedik.

Ilyen esetben áramsűrűség-mérésekkel, vagy mechanikai tapogatással a lyukadás helye gyakran megállapítható és a katódsínek kiiktatásával a hibás részt lefagyasztiva szerencsés esetben 1—1,5 évvel is meghosszabbítható a kemence élettartama. A kemencebélés átalakulását nyomon kíséri a feszültség-esés emelkedése, amely ismeretünk szerint új kádnál 0,25—0,30, impregnálódott kádnál 0,4—0,6, szélsőséges esetben 1,0 V feletti is lehet.

Az anód- és katódkonstrukció irányában lámasztott, a kemence működéséből következő üzemi követelményeket is érdemes talán néhány pontba foglalva felsorolni. Ezek:

A katódnál.

Az üzem alatti deformációnak való ellenállás. Megfelelő, jó hőszigetelés.

Bélés-cserénél a szerelést megkönnyítő szerkezet. Ilyen szempontból szerencsés a katódsínek szintjében osztott és megbontható vasszkevény.

Hődilatáció által okozott feszültségek lehető csökkentése. Ezt célozza pl. a katódsíneknek a kemence középvezetékében való megszakítása, nagyobb egységeknél a katódbéléseknek döngölt fugákkal elválasztott kis felületekre való felbontása.

A döngölt katódnál szerencsés adottság ilyen szempontból, hogy a test felmelegedése és megszilárdulása középtől kifelé koncentrikusan halad, ami az ilyen eredetű feszültségmentességet biztosítja. A belső szilárd meleg és dilatáló mag a még lágy külső rész irányában károsodás nélkül terjeszkedhet.

Mérési lehetőség az anódikus és katódikus áramelosztás meghatározására.

Jó tömítés, az elektrolyt és alumínium kifolyása, másrészt alulról a levegőnek réseken keresztül a tüzes szénig való behatolása ellen, mert utóbbi lassan üregesedést, katódkorroziót okoz.



Üzem alatt tisztítható külső kontaktus kialakítás.

Az anódnál.

Biztos felfüggesztés, megbízható és ellenőrizhető magasságbeállítás.

A tuskék és ezek áramvezető csatlakozóinak jó hozzáférhetősége és kezelhetősége, (könnyű és masszafolyás nélküli túskebeverés, könnyű, kis erőfeszítéssel való kihúzás).

Olyan köpenyrendszer, amelynél az anódmaszának a köpenyhez való odasülése nem következik be, vagy könnyen kiküszöbölhető.

A tuskék lehető legmélyebb helyzetig való alkalmazhatósága.

Általában: A feszültesítés lehetősége csökkenése, alacsony áramsűrűségek és nagy kontaktusfelületek alkalmazása.

Jó elektromos szigetelés az anód, katód, illetve külső vezetők, valamint az elektromosan semleges vasszerkezet között, továbbá mindezeknek a földeléstől való védelme szintén megfelelő szigetelésen keresztül.

Kényelmes kezelési lehetőség. Ez a katódnak mélyebbre való süllyesztése mellett szól. Ilyenkor kiesik viszont a szivornyázással való csapolás lehetősége.

Az üzemvitelről szólva persze csak néhány részletet lehet ilyen szűk keretben kiragadni. A kemencék üzembehelyezését egy árammal való, esetleg faszénrel kombinált előfűtés előzi meg.

Döngölt katódnál ez természetesen a kiégetéssel esik egybe. Első indulásnál gondoskodni kell a Söderberg-elektroda alsó részének megfelelő kiégetéséről is.

Az elektrolyttal való feltöltés történhet az induló kádban magas feszültségen való beolvasztással, de ennél sokkal jobb a többi kádból olvadt fűrdőt áttöltve indulni. Így megkíméljük a katódot a kezdeti erős túlmelegedéstől, ezenkívül megtakarítjuk a beolvasztásnál felhasznált áram egy részét és az ív-melegben párolgó kryolith veszteségei is lényegesen csökkennek. A kád indulás utáni üzemét nagyban megkönnyíti közvetlenül a kryolith beöntése előtt, vagy után annyi folyékony alumínium beadagolása, amennyi az egész katódfelületet ellepi. Így elkerülhetők a még aránylag alacsonyabb hőmérsékletű fenéken keletkező lerakódások és az ezekkel járó egyenetlen áramelosztás okozta zavarok.

A kryolith-olvadék timföldtartalma 1,5–8% szokott lenni. Az elektrolyt befagyott kérgére hőszigetelő timföldtakarót helyezünk, amely egyidejűleg az előmelegítésre kerülő következő nyersanyag adagot képezi.

Az olvadék timföld-tartalmának az elektrolyzis során való csökkenése következtében az adag nagyságától függő időközökben lép fel az anódeffektus. A kád normális 4,5–5,5 V kapocsfeszültsége 30–45 V-ra emelkedik, aminek oka az anód felületén jelentkező tapadó gázfilm nagy átmeneti ellenállása. Az anódeffektus fellépésekor az elektrolyt-kérget betörjük és az erre helyezett timföld bekeverése után helyreáll a normális üzem-állapot.

Jól képzett, fegyelmezett személyzettel az anódeffektusok száma és az ezzel járó többlet-áramfogyasztás egy része kiküszöbölhető, az adagolást effektus bevárása nélkül végezve. Azonban ilyenkor is célszerű kádanként napi 1–2 anód-

effektust kívárni, hogy a timföld-túladagolást elkerüljük és a kád állapotát az anódeffektus jellemzőiből ellenőrizni tudjuk. Az anódeffektus ezen kívül megkönnyíti a kis kryolith-vesztéssel való salakolást is. A kryolith utánpótlása a timföld-adagolással együtt történik. A NaF/AlF<sub>3</sub> viszonyának az üzem alatti eltolódása miatt kryolithon kívül alumínium-fluoridot is adagolunk. Az elektrolyt al-fluorid fogyasztás jó üzemvitelnél 4 és 7% között van.

Az elektrolyt-vesztések főforrása Söderberg-elektrodánál a salak, mely az anód oxidációja nélkül lemorzsolódott szemcséiből áll. A salakcarbonhoz mindig tapad kryolith is. A salak mennyiségét és ezen keresztül a kryolith-fogyasztást elsősorban az anódmassza minősége befolyásolja. Kevés kötőanyaggal, vagy kokszyeredék-szegény, silány kötőanyaggal készült anódmasszánál a massa szemcséit összekötő nyeredékkocszfilm-hidak vékonyak és ezek könnyen oxidálódván, a kokszy-szemcsék leperegnek. Szélső esetben az alumíniumra számított 1–6% normális salakmennyiség 30% fölé is emelkedhet. A hazai anódmassza-gyártásnak éppen ezért egyik legkényesebb kérdése a megfelelő kötőanyag megválasztása.

Az eddig üzemben kipróbált, a budapesti Műszégyárban készült massa, amely 33,6% pécsi, 45°-os lágyuláspontú szurkot tartalmazott, ezen a téren még nem mutatkozott megfelelőnek cca 11% salakképzéssel. Persze ezenkívül a salak mennyisége a massa kokszyrének helyes szemnagyság-összetételétől és ennek aktivitásától, tehát a kalcinálási fokától is függ.

Az anódmassza kérdésénél a további fő követelmények:

Alacsony hamutartalom (1% alatt) és jó villamos vezetőképesség (100 Ohm/mm<sup>2</sup> alatt). A massa-gyártásnál használt hamuszegény szén kalcinálását úgy kell vezetni, hogy a vezetőképesség már jó legyen, de aktivitását grafitképződés miatt még ne veszítse el, ezenkívül jól formálható, tehát plasztikus legyen.

A timföld minőségének kérdésére áttérve, a fő követelmények:

Alacsony izzítási veszteség (különben a timföld higroszkópos), alacsony, 0,1% alatti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2SiO<sub>2</sub>, az alumínium-fluorid fogyasztás csökkenése érdekében, alacsony Na<sub>2</sub>O, (lehetőleg 0,4% alatt), V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub> és P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> minél alacsonyabb határok közt való tartása. Utóbbi szennyezések, főleg a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nemcsak az alumínium tisztaságára nézve károsak, hanem az A-hatásfokot is rontják, mert a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-nek különböző oxidációs fokok léteznek s így az elektrodákon váltakozva redukálódik és oxidálódik, ezzel a főreakciótól vonja el az árammennyiséget.

Egy jóminőségű magyarvári timföld vizsgálati adatai:

térfogat-súly	0.658
izzítási veszteség	0.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.049
SiO <sub>2</sub>	0.028
Na <sub>2</sub> O	0.37
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.005
TiO <sub>2</sub>	0.012
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.009

A timföldnél a fizikai szerkezet sem közömbös. Túlfinom szemcsék porlasi veszteséget okoznak, a helytelen kalcinálásnál keletkező kemény



csomók nem oldódnak fel az elektrolytban és a salakkal együtt eltávolítva növelik a nyersanyag-veszteségeket. A gyakorlatban tapasztaltunk eltéréseket ümföldminőségek között, éppen fizikai megjelenésben, amivel párhuzamosan az elektrolízisben különböző hatásokat, sőt általános zavarokat is észleltünk, anélkül, hogy ezek az eltérések a szokásos timföld vizsgálati módszerekkel numerikusan megfoghatók lettek volna. Hasznos lenne a timföld fizikai szerkezetét más területekről, pl. a kolloid-kémiából átültetett módszerekkel alaposabban vizsgálat tárgyává tenni.

Szorosan a nyersanyagok tisztaságának kérdéséhez kapcsolódik a különböző fémoxydoknak az elektrolízisben való magatartása. Ezzel kapcsolatban J. W. Fischer folytatott tanulmányokat olyan kísérleti kemence felhasználásával, amelyben az alumíniumréteg alá ólmot helyezett, amely tudvalevően az alumíniummal nem ötvöződik. Ilyen ólomkatóda alkalmazásakor a nátrium az alumínium-rétegen át az ólomba diffundált és az eredeti 93—94%-os áramhatásfok a nátrium dúsulásával párhuzamosan lecsökkent. Hasonló hatását tapasztaljuk a régen üzemben lévő nátriumdús szénkatódáknak is. Az alumíniumban is jelentkezik kevés nátrium attól függően, hogy a kád elektrolytja mennyire lúgos, tehát NaF tartalmú. Külföldön, különösen Amerikában a fürdők kalcium-fluoridot is tartalmaznak. A kalcium nem szennyezi a fém-et, azonban 15% CaF<sub>2</sub>-on felül annyira növeli az elektrolyt fajlsúlyát, hogy az alumínium diszpergálódása következtében az áramhatásfokban csökkenés mutatkozik. A titán főleg a timföldből kerül a kádba. Ennek redukciója nem elektrolitikus, hanem a fém-alumínium hatására megy végbe. A vanádium a timföldből, de ezen kívül egyen anódmasszák hamujából is származhat. Középamerikai petrolkokszból készült anódmassza hamujában már 10% feletti V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalmat is határoztunk meg! A vanádium A<sub>2</sub>-hatásfok lerontó hatásáról már fentebb tettünk említést. A szilícium leválasztása is valószínűleg az alumíniummal való redukció útján megy végbe, amit megerősít, hogy egy kádba finom kvarclisztet, vagy kaolint adagolva, az alumínium szilíciumtartalma legfeljebb 5—5.5%-ig emelhető. Heterogén reakcióról lévén szó, a két fázis: az alumínium és kryolith-olvadék határfelületének nagysága szabja meg a sebességet. Csak érdekességként jöhet figyelembe a kohó-alumínium 0.01—0.03% gallium-tartalma. A gallium jellemző színképvonalait a magyar alumíniumban is megtaláltuk.

Az üzemellenőrzés kérdésére áttérve, ki kell emelnünk, hogy ennek jelentősége éppen a nagyszámú, közvetlenül áttekinthetetlen kemence-egység miatt nagy. Rendszeresen ismétlődő mérésekkel és vizsgálatokkal a következő változatokat kell ellenőrizni:

- a fürdő-összetételt kádanként,
- a fém minőségét kádanként,
- az elektrolyt és alumínium magasságát,
- az elektróda-távolságot (anódtól az alumíniumig,
- a katódikus feszültségését,
- a kapacitásfeszültséget,
- az anódmassza magasságát,
- az anódtető hőfokát,
- az egyes kádak anyagfogyasztását és az A-hatásfokot,

a salak mennyiségét (főleg változó anódmassza-minőségénél),

a nyersanyagok minőségét,

a kádak szigetelését,

hibás katódoknál az árameloszlást,

a külső vezetők kontaktusainak ellenállását.

A helyes hőegyensúly tartását a helyszínen közvetlenül a kezelőknek kell ellenőrizniök. Ez tapasztalati módszerekkel a kád lángjai, a fürdő színe és viszkozitása, az anódgázbuborékok jellege, a salak viselkedése és az anódeffektus feszültségének nagysága alapján ítéltető meg. A hő-egyensúly beállítása az anód-magasság szabályozásával, esetleg anódeffektuson való melegítéssel, hideg kryolith, vagy alumínium adagolásával, a timföldtakaró egy időre való elvonásával történik.

Mivel elég sok változó áttekintéséről van szó, igen fontos a kezelő személyzet alapos gyakorlati és elméleti kiképzése.

A termék minősége elsősorban a nyersanyagok tisztaságának függvénye. A kohóalumínium tisztasága ma általában 99.5% felett van. Nehézség nélkül érhető el 99.7%, sőt 99.8% is előfordul a külföldi közlésekben. A szennyezések forrását illetően, a vas és szilícium együttesen a timföldből és az anódmassza hamujából, a vas és ezen kívül a szerzők számából és katód színéből, cink és szurok-koksz bázisú anódmasszák hamujából és a természetes kryolithból származhat. Utóbbi esetben az alumínium cinktartalma olyan módon csökkenthető, hogy friss kryolithot csak egyes kádokban adagolunk és a többi kádat már kielektrolyzált folyékony fürdő áttörésével tápláljuk. A vanádium és titán, mint már említettem, részben a timföldből, részben egyes anódmasszák hamujából származik.

A tuskók minőségének egyenletességét valamint a gáz- és oxidtartalom csökkentését célozza nagy befogadóképességű, de kis fűtőteltjesítményű keverő, egalizáló-kemencék beállítása.

Példaképpen közlöm egy tatabányai 99.5%-os és egy osztrák 99.0%-os kohóalumínium elemzési adatait:

	Tatabányai 99.5 %	Osztrák 99.0 %
Fe	0.19	0.37
Si	0.10	0.23
Ti	0.011	0.01
V	0.012	0.017
Zn	0.028	0.038
Cu	0.009	0.007

A hazai alumíniumkohászatnak, akárcsak a vas és nemvas-fém kohászatnak egyik fájó pontja a külföldi adatokkal szemben az aránylag magas fajlagos munkaóra-szükséglet. Magyar viszonylatban az alumínium tonnánkénti munkaórák száma 100—150 között mozog. Ugyanakkor a braunau kohóban 45, Amerikában 30, Svájcban 27, Kanadában 18.5! Nem szabad persze ezt a kérdést túlértékelni. Egyrészt a termelési költségben a bérhányados nálunk cca 8%, másrészt az összehasonlító külföldi adatokról nem tudjuk pontosan, hogy a magyarokkal azonos értelmezésűek-e és nincsenek-e kihatva belőlük a regie munkaórák. Ebben a viszonylatban az egyik leküzdhetetlen tényező a hazai gyáregységek aránylag kis kapacitása. Ezen a téren éppen a nagy kemence-egységek irányában való fejlesztéssel, a csapolás, a tuskó-öntés, esetleg a kád-beitörés gépesítésével még jelentős eredményeket érhetünk azonban el.



Ezzel párhuzamosan fejleszteniünk kell az anyagmozgatás gépesítését, pl. magasra emelhető platójú villamos targoncák alkalmazásával.

Az 5 éves terv során létesülő új kohó építésével kapcsolatban újból előtérbe lép a timföld-szállítás racionalizálásának kérdése. A jutazsákokban való szállítást fel kell váltania a tartánykocsikban való ömlesztett állapotú szállításnak, üzemben beülni pedig a pneumatikus továbbításnak. Ezt kellene figyelembe venni az almásfüzitői timföldgyár silóképzésénél is. A tatabányai kohó belső szállítási kérdéseit is a timföld-siló megoldás rendezné leg-tökéletesebben.

Példaképpen közlöm a tatabányai kohó teljes kapacitása mellett jelentkező üzem-helyek szerinti fajlagos munkaóra-arányt:

elektrolízis (csapolással és öntéssel)	61.5%
villamosüzem	9.1%
javitóműhely	7.0%
kádbélések felújítása	6.3%
szállítás	7.0%
anyagvizsgálat és egyéb regie	9.1%

Remélem, hogy ennek a néhány szempontnak szélesebb körben való ismertetésével is hozzájárulhattam annak a nagy és szép műszaki feladatnak a megoldásához, amely az alumíniumkohóipar fejlesztése terén a magyar 5 éves terv során előttünk áll.

## ÖSSZEFOGLALÁS.

A szerző a függőleges áramvezető tuskékkal ellátott Söderberg elektróda előnyeit kiemelve ismerteti az anódszerkezetek fejlődését. A katódszerkezetek újabb fejlődésénél különösen a hőszigetelés fokozása jellemző. A kemencék nagyságának növekedésével párhuzamosan csökkentik az anódikus áramsűrűséget. Magyarországon jó tapasztalatokat szereztek döngölt, monolithikus kádbélésekkel. Ezzel kapcsolatban szükségesnek látja a katóddöngölőmassza magyarországi gyártását. Pontokba foglalva ismerteti az alumínium elektroízis kemencével szemben támasztott üzemi funkcionális követelményeket.

A kádakban keletkező salak mennyisége elsősorban az anódmassza minőségétől függ. A timföld minőségét a kémiai tisztaságon kívül a fizikai szerkezet is meghatározza. A szerző kitér a különböző fémoxidokban az alumínium elektroízisben való viselkedésére és az üzemellenőrzés szempontjából rendszeresen ismétlődő mérésekkel és vizsgálatokkal ellenőrzendő változók ismertetésére. Nagy jelentősége van a kezelő személyzet gyakorlati és elméleti kiképzésének.

A termelékenység kérdésével kapcsolatban a magyarországi helyzet és racionalizálási lehetőségek rövid ismertetését olvashatjuk.

## A magnesiumkohászat nyersanyagai

JAKÓBY LÁSZLÓ

(Folytatás.)

Raw Materials for the Magnesium-Production.  
Met. Ing. Lad. Jakóby.

Rohstoffe der Magnesiumerzeugung.  
Hüttening. Lad. Jakóby.

La nuova industria ungarica del Magnesio.  
Met. Ing. Lad. Jakóby.

Ласло Якоби:

Сырьематериалы для металлургии магния.

### IV. A magnesiumkohászat ércei.

A földgolyónak, illetve megvizsgált kérgének, vagyis a lithoszferának súlyszázalékban 2.5% az alumínium- és 1.9% a magnesium-tartalma. Ezek a számok atomsúlyra átszámítva 4.3%, illetve 1.3%.

A földkéreg 95%-át kitevő eruptívus kőzetek 2.1%, a palák 1.5%, a homokkőfeleségek 0.7%, a mészkőfeleségek pedig 4.7% Mg-t tartalmaznak. A megadott számokból a valóságot megközelítő áttekinthető képet már az eruptívus kőzetek összetétele nyújt, amelyek a lithoszphera 95%-át képviselik.

A Mg kohászati úton való előállítására eddig a következő ércek, illetve nyersanyag jött számításba:

#### 1. Karnallit (Carnallit):

$MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O = 25\%$  Mg tartalommal

2. Magnesit (v. Giobertit):  $MgCO_3 = 16-25\%$  Mg tartalommal

3. Dolomit:  $MgCO_3 \cdot CaCO_3 = 12\%$  Mg tartalommal

4. Szerpentin:  $Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4 = 16-22\%$  Mg tartalommal

5. Tengervíz:  $= 0.15\%$  Mg tartalommal

Ezenfelül:

6. Bischoffit: $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	=	12%	Mg tartalommal
7. Tachydrít: $2MgCl_2 \cdot CaCl_2 \cdot 6H_2O$	=	19%	Mg tartalommal
8. Kieserit: $MgSO_4 \cdot H_2O$	=	19%	Mg tartalommal
9. Brucit: $Mg(OH)_2$	=	42%	Mg tartalommal

#### 1. Carnallit.

A Carnallit színtelen, vagy halványvörös, vízdús kettős klorid, amely a kálisó közepén a kálisó kitermeléssel a hányóra került. A legnagyobb kálisóelőfordulások Közép-Németországban találhatóak, főleg Thüringiában, Dél-Harzbán és Hannoverben. A leghíresebb előfordulás volt a Stassfurt—Halberstadt-i, miután azonban ez az előfordulás káliszegény és amellet még igen nehezen feldolgozható fedőkarnallitot is tartalmazott, már az első világháború után is veszített jelentőségéből. Kevésbé nagy kiterjedésű, de értékesebb és geológiailag fiatalabb, tertiär-kori előfordulású kálisókőzetek fordulnak elő, mint sylvinitek a Baden-i Oberrheinben. Ugyanilyen jelentőségűek az Elsass-i előfordulások is. Érihető tehát, hogy akkor, amikor a termikus magnesium előkísérletek is alig még gyermekcipőben jártak, Németország a kálisóbányászata mellett nyert s annak idején tulajdonképpen a hányóra került carnallitokból indult ki s teremtette meg az elektroízis Mg-előállítását. De amikor pl. a második világháború előtti hadiipari készülődésnél a vízmentes klorid előállításával nem tudott teljesen megbirkózni, inkább, mert magnesitje nem volt, az elektro-



litikus magnesium előállításához is, mint említettem már, Ausztriából vásárolta a magnetit.

Jó minőségű, de kisebb jelentőségű előfordulások vannak Lengyelországban és a Galicia-i Kárpátokban. Nagyobb jelentőségűek még a harmadkorú spanyolországi, Ebrovölgyi és a nemrégiben föltárt európai, Ural-i előfordulások, amelyek mint a Közép-Németországiak Perm-i korúak. Az USA államok csak mindössze 20 éve tárták föl Új-Mexikóban a kálisó előfordulásait. Ezek a magnesiumkálisók azonban még nem fedzik az USA államok kálisó szükségletét, de az itt nyert fedősöket, illetve karnallitokat, ugyancsak fölhasználták a magnesium előállítására.

A Szovjetunió ugyancsak a Solikamsk-i kálisóbányászatnál nyert karnallitból kezdett magnesiumot gyártani, azonfelül a Krim-i keserűsö fekéből, ugyanakkor azonban már a magnetitből és a dolomitból való előfordulásokat is fölhasználták célra. Sajnos, jelenleg még mindig nem áll rendelkezésünkre a Szovjetunióra vonatkozó bővebb adat.

Nekünk nincs kálisóbányászatunk, tehát Karnallitunk sem.

## 2. Magnesit.

A bázikus magmatikus kőzetek szétmálásával, hydrotermális oldatok behatására keletkezett a fehér-földes magnesiumkarbonát, amely kb. 29% Mg-t tartalmaz. A magnetitnek keletkezési formája szerint több változata van, egyébként elsősorban a magnesiumkohászatban és a tűzálló téglagyártásban van igen nagy jelentősége. A legkiválóbb magnetitek Görögországban, Euböa szigetén, továbbá az Uralban, Macedóniában, Kaliforniában és Ausztriában fordulnak elő. Ezenfelül kevésbé jelentősek a szlovák Kárpátok környékén (Kassa, Jolsva, stb.) való előfordulások, amelyek az ottani magnetitiparnak az alapját képezték, de egyébként a hazai magnetitiparnak is jelentős bázisai. Szomszédságuknál fogva közelebről érdekelnek bennünket a kiváló minőségű és terjedelmű osztrák magnetitek (Veitsch St. Erhardt, Radenthein Karinthiában, Dél-Ausztriában Eichbergben, Tirolban Hinterturban és Salzburgban Dientenben).<sup>\*</sup> Igen jó minőségűek a Szovjetunió európai részében, a Közép- és Dél-Uralban előforduló magnetitek. A legjelentősebb Szovjetunió-i előfordulás a Satka mellett Tselhjabinsk-i kerületi, 110 m vastag és 2 km-es település, amely geológiailag a keleti Alpok kristályos előfordulásához hasonló. A szovjetorosz magnetitelőfordulások minőségben és nagyságban is elsők a világon. Annak, hogy exportja mégis aránylag kevés, éppen a közelebb fekvő jó minőségű osztrák előfordulás is az oka. Meg kell még említeni a bányakincsekben gazdag Korea szigetét, amely már 1938-ban a világ magnetittermelésében 4%-kal vett részt. Ezek a Tansengun melletti előfordulások a Szovjetorosz előfordulások után a legjelentősebbek, részben kristályosak s a japán magnesiumiparnak képezik alapját. Jelentős előfordulás ugyancsak a mandzsuriai, ahonnan kizárólag exportra termelnek, úgy, hogy az 1938-as világtermelésben 15%-ot képviseltek. A legjelentősebb mandzsuriai előfordulás a dolomitoktól övezett Liatung félszigeti, amelynek mennyi-

ségét 200 millió tonnára becsülik. Mandzsuria főleg a japán nehéz vas- és magnesiumipar részére, de 1938-ban Európa, sőt Észak-Amerika részére is nagymennyiségű magnetit szállított.

## 3. A dolomitok.

A dolomit, a kalcithoz közelálló kettős karbonát:  $MgCO_3$ ,  $CaCO_3$ , szintén hydrotermális hatások folytán jött létre. A dolomit is nagy mennyiségben fordul elő, de mégis ritkább, mint a mészkő. Egyébként a Mg-kohászaton kívül először a vasiparban, mint a reakcióban közvetlenül résztvevő Martin-kemencebélés és mint műtrágya-anyag nyer alkalmazást, kisebb mennyiségben mint fényesítő anyag. A legnagyobb dolomit előfordulások Franciaországban, Svájcban és Ausztráliában vannak, de majdnem az egész világon nagyon elterjedt kőzet, mint pl. az olasz dolomit. Hazánkban is bőségesen áll dolomit rendelkezésünkre. Magnesiumkarbonátban szegényebb-féleségeit a helyi építkezéseknél használják, és gyakran mészkővel keverve a mészégetésnél is. A magyar előfordulások triasz-korúak, illetve az ilyen korú képződményekhez kötöttek. Kisebbségi mennyiségben Baranyában, a Villányi hegységben, de a legnagyobb előfordulásaink a Dunántúlon vannak, ahol nagyrészt a bauxitelőfordulások fekéjét képezi. A Bakonyi hegység alsó és keleti, Balaton-feletti északi részében halad át az úgynevezett földolomit vonulat s ez van kifejlődve a Vértesben és a Budai hegységben is. Az ország többi részén kisebb-nagyobb foltokban fordul elő, így pl. a Gellért-hegy maga is tiszta dolomit. A Bükk hegységben előforduló nagyobb kiterjedésű dolomitok ugyancsak triasz-korúak, vagyis a dolomit nálunk Magyarországon mások megállapításai szerint is<sup>o</sup> a hazai magnesiumkohászatnak képezheti az alapját. Egy régebben megjelent tanulmányomban közöltem, hogy 1938. év folyamán 456 mintát vizsgáltak meg lelőhely és magnesiumtartalomra dr. Papp Ferenc és dr. Takács Tibor, éppen a magnesiumkohászat lehetőségei szempontjából. A hazai, meglehetősen tiszta dolomitoknak átlagos magnesiumtartalma 12%. Vannak azonban olyan féleségek is szép számmal, amelyek a 13% fémmagnesiumot is túlhaladják. A 456 mintából pl. kb. 30 az ilyen előfordulások száma.

A hazai dolomit előfordulásokról egy vázlatos térképet csatolok, amelyet az A—G-ig terjedő összeállítással együtt dr. Papp Ferenc műegyetemi magántanár volt szíves rendelkezésemre bocsátani. E térképből kitűnik az, hogy a legjelentősebb és minőségre is legmegfelelőbb dolomitok a Dunántúlon fordulnak elő. Ezek közül a fontosabbak:

- A) Siklós Zuhánya bánya, Siklós városi bánya, Villány vasútállomásnál levő bánya, Kövesd Villány-állomástól ENy-ra 2.5 km-re.
- B) Veszprém D-re 1 km-re, Veszprém Cserierdő a várostól Ny-ra 3 km-re, Várpalota Csörgető-völgy, Öskü Zsidóféld-dülő, Márkó DK-re 1 km-re, Rátót Ny-ra 2 km-re, Kádárta DNY-ra 0.7 km-re Bede völgyben,

<sup>\*</sup> A. Awerger: Die Magnesitlagerstätte auf der Müllstadter Alpe bei Radenthein. Radex—Rundschau. 1948. 5/6. szám.

<sup>o</sup> Dr. Schmidt Eligius Róbert: Magyarország ásvány-nyersanyagai. Budapest, 1947.



Akali ÉNy-ra 1 km-re, Aszófó ÉK-re 1 km-re, Aszófó K-re 4 km-re, Balatonfüred DK-re Baricskai-dűlő, Balatonfüred községi belső mezőben, Balatonkisszőlős alsóerdei murvabánya, Balatonudvari, Diszely községi kőfejtő, Felsőörs cinegei bánya, Keszthely Csörégödör, Keszthely ÉNy-ra, Keszthely Csobogó malom, Tapolca városi bánya, Rezi Szentantalfa bánya, Nyirád volt püspökségi bánya, Vállus DNy-ra 1 km-re.

- C) Csákberény K-re 8 km-re, Csákberény D-re 2 km-re, Zámoly É-ra az Öreghegyen, Szár ÉK-re 1 km-re.
- D) Budaörs, Törökugrató, Bpest Kisgellért-hegy, Bpest Ferenchegy, Piliscsaba Hajnal erdőréz, Üröm D-re 1 km-re, Zsámbék DNy-ra 2 km-re.
- E) Vác mellett Naszálshegyen (nincs fejtve, távol az úttól).
- F) Eger körül Kis Tiba, Kis Oltár, Várhegytől Ny-ra Csákpilis körül egyik hely sem számottevő, távol úttól, mészkővel együtt.
- G) Jósvafő.



Ki akarom emelni dr. Papp Ferencnek ama megállapítását is, hogy a Mátra-i, vagyis az Eger-környéki előfordulások nem számottevők, minőségük, mert mészkővel fordulnak elő, nem megfelelő.

A diósgyőri kohót a németek részben a Torna-szentandrás-i, részben a Hámori dolomitra telepítették volna, miután azonban ezek adott analízis szerint, mindössze 17.76, illetve 21.62% MgO-t tartalmaznak, minőségük erősen alatta van a Dunántúl-i legtöbb dolomitféleségnek.

#### 4. A szerpentin.

Újabb magnesium-tartalmú ásvány a szerpentin, amely a vízmentes Olivinból származó magnesium-silikát.  $[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$

A szerpentinközetek a szerpentinásványt szálas (szerpentin-asbest), vagy leveles formában tartalmazzák. Átlagos Mg-tartalmuk 16%. Tunyomórészt zöld színűek, a vékony szerpentin-lapok átlátszók. Nálunk Magyarországon csak a centrális Alpok K-i nyúlványában fordul elő. Borostyánkő és a Kőszeg—Rohonci hegység nyugati részének Ausztriához való csatolásával a jelentősebb szerpentin tömzsök a határon túlra kerültek. Magyarországon csak a szigethegységet képező Vas-hegy határon inneni részében találunk helyenként talkosodott, részben réteges, részben tömeges szerpentint. A szerpentin így három, nagyjából Észak-, Nyugat-, Délkeleti és kb. 500 m hosszú áttolódási vonal mentén figyelhető meg. Feküje mészfilit, fedője zöldpala s kvarcfilit. Dőlésszöge kb. 20—30°. Vastagsága helyenként 5—6 méternyire van feltárva, úgyhogy egyelőre csak 30 méteres dőlésmeni kiterjedéssel és 2.7-es fajsúllyal számolva, kerekén 600.000 tonnára vehető, vagyis 60.000 vagon kitermelhető szerpentinnel számolhatnánk. Az előfordulás földtani viszonyai azonban olyanok, hogy a szerpentinek úgy csapásmenti, mint dőlésmeni folytatására lehet következtetni. Az előfordulás Szombathelytől Nyugatra, Alsó- és Felsőcsatár, valamint Vaskeresztes között közvetlenül az osztrák határon fekszik.<sup>6</sup>

#### 5. A tengervíz.

A tengervízről, mint gyártási alapanyagról, az ércelőkészítési részben később számolok be.

#### 6. A Bischoffit.

A bischoffit nem önálló kőzet a carnallitokban, kisebb-nagyobb lencsékben, szálas, rostos vagy lemezes rétegződés formájában fordul elő.

#### 7. A Tachidrit.

Ugyancsak a fedősóknak egy melléelőfordulása, amely gömbölyded, gumós beagyazások formájában található.

#### 8. A Kieserit.

A kieserit 1 kristályvizes  $MgSO_4$ , átlagosan 19% Mg-tartalommal, egyik válfaja a Kainit  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ : 10% Mg-tartalommal. Előfordul még leveles lerakodású keserűsó formájában, különösen a forró égővi tengeri lerakodásokban.

#### 9. Brucit.

Ez az aránylag ritka előfordulású kőzet a legdúsabb Mg-ban — 42% —, de iparilag előfordulása nem jelentős. Nagyobb mennyiségben csak Nevada-ban (USA) fordul elő kontaktmetamorf lerakodásokban.

#### V. Kísérletek a magnesiumércek, főleg a magnesit és a dolomit előkészítésére.

1. A magnesitnek, mint Mg-ércek, mondjuk ércelőkészítő vizsgálataival a legutóbb nagymértékben, éppen Mg adottságuk folytán, az osztrákok foglalkoztak. E. Wagner 1937-ben az osztrák és török magnesiteket vizsgálta, főleg a  $MgCl_2$  könnyebb előállításának szempontjából. A

<sup>6</sup> Dr. Schmidt E. Róbert közlése.



vizsgálat főleg a  $MgCl_2$  szennyezett, nem tiszta magnesitekből való gazdaságos előállítására terjed ki abban az irányban, hogy miként viselkednek ezek a magnesitek a klórgáz, illetve az erősen hígított savas oldatokkal szemben, vízgőz jelenlétében. A kísérletek továbbá a hőmérséklet, a savkoncentráció, a szemnagyság vizsgálatára, a magnesitek természetére is kiterjed.

A mindössze 100–140° C mellett elvégzett kísérletek igazolták, hogy a klorid előállításához kevésbé szennyezett és nem aprított magnesitek is felhasználhatók.

2. A dolomitokat főleg a németek vizsgálták  $MgCl_2$  és  $MgO$  előállítása szempontjából. Az idevonatkozó szakirodalom igen gazdag, ismeretére egy külön tanulmányomban akarok — főleg hazai vonatkozásokban — foglalkozni. Természetesen a németek a hadiiparuk adottságaira való tekintettel elsősorban a  $MgCl_2$  előállítására, különösen pedig a víztelenítésére fektették a főszólyt, mert a kloridelektrolízises eljárásnak ez a legfőbb pontja.

Az összes vizsgálatok két főcsoportra oszthatók:

1. A részben, vagy teljesen égetett magnesitnek könnyen oldódó sókkal, mint  $MgCl_2 \cdot CaCl_2$  ammoniumsókkal vízgőz jelenlétében való kezelése  $MgCl_2$  kinyerésére.

2. A  $MgCl_2$  kinyerése partialis oldással, ami tudvalevően az egyes alkotórészek oldási különbségén alapul.

A sok eljárás közül csupán röviden Wagnernek kétféle eljárását ismertetem, ismét csak a dolomit szemszögéből:

a) A  $MgCl_2$ -nek dolomitból való előállítása a

$CaCl_2 + Mg(OH)_2 + CO_2 = MgCl_2 + CaCO_3 + H_2O$   
egyenlet alapján. A folyamatnál keletkezett  $CaCO_3$  műtrágyának használható föl. Az oldást gazdaságosan oldótoronyokban végzik, ahol koncentrált ( $MgCl_2 + CaCl_2$ ) tartalmú oldatok nyerhetők, amelyek forró állapotban széndioxid behatására félig égetett és oldott dolomitból ( $Mg(OH)_2 + CaCO_3$ ) tiszta, de viztes  $MgCl_2$  előállítására alkalmasak.

b) Az égetett dolomit savas oldásánál elsőnek a Ca megy oldatba, míg a Mg a maradékban gyűl össze. Ez a CaO szelektív oldását teszi lehetővé. A gyakorlati megoldás oly formájú volt, hogy ismert tömegű égetett dolomitot, úgymint a meszet leoltották, ezt a dolomit-tejet gyorsforgású keverővel mozgatták úgy, hogy a folyadék állandóan lúgos maradjon, sósavval, egy másik kísérletnél pedig salétromsavval kezelték. A lúgos állapotot állandóan phenolphthaleinnel ellenőrizték. — A kiejtés sebessége már halvány vörösségre beálltakor erősen csökkent. A kísérletet koncentrált savakkal is elvégezték, de a folyamatot már mindig hígított savakkal kellett befejezni.

A fölhasznált égetett dolomit analízise:

$CaO = 63\%$ ;  $MgO = 31\%$ ;

a maradék analízise pedig:

$CaO = 3.7\%$ ;  $MgO = 92.5\%$

A sósavval végzett kísérleteknél keletkezett nagymennyiségű  $CaCl_2$  nem értékesíthető. Salétromsavval kezeléskor az ipartelep egy szintetikus salétromsavgyár közelébe kellett telepíteni, a keletkezett salétrom-mész pedig mint műtrágya kitü-

nően használható föl. Nálunk dolomitadottságaink mellett legfeljebb ez az eljárás jöhetne számításba, ha erre szükségünk volna

3. Hazai, sőt talán európai viszonylatban sem jelentős, de érdekes világviszonylatban a Mg ércek felsorolásánál már egyszer említett szerpentin, amely a Mg-gyártás legújabb nyersanyaga. Erről rövidesen W. Hesse és R. Müller nyomán számolhatok be.<sup>7</sup> A szerpentin előkészítéset több évig tartó munkával nedves és elektrotermikus úton Müller, Hesse és Sinigoj végezték. A szerpentin, mint említettem, 22% Mg-tartalmú Mg-hidrosilikát s ama ritka silikátok közé tartozik, amelyek savakkal aránylag könnyen feltárhatók. Először a japánok foglalkoztak vele, főleg a benne lévő nikkelt kinyerése céljából, azonban a feltárásnál nyert kovász zselatinszerűsége miatt az oldat nehezen volt szűrhető, míg Mülleréknek sikerült azzal kiküszöbölniük a nehézségeket, hogy a feltárást itt is sósavval és vízgőzzel végezték, mint Wagnerék a dolomitnál. E kezeléssel eléggé magas reakció-sebességet sikerült elérniük, másrészt a kovász mint oldhatatlan és porózus kristályváz maradt vissza, az eredeti kőzetdarabokban. A hőmérsékletet úgy választották meg, hogy a sósav a feltárásnál kondenzálódott, így a reakciós produktum elmosható volt. A reakciósebességét magasabb hőmérsékletek alkalmazásával emelni lehetett, ami azonban a kőzetporosok eltömődése következtében nem vezetett célra.

Hesse kísérletei megállapították, hogy a feltárási sebességnek csak másodrendű szerepe van és már 5%-os sósavszázzal is eredmény érhető el. Az előbb említett cikk pontos adatokat közöl a sebességre és a szemnagyságtól függő feltárási időkre. A szerpentinből így minden alkotórésze, a kovásavat kivéve, kilúgozható és egy hóféhér, tiszta, igen porózus, az eredeti szemnagyságúnak megfelelő szilárdvázú kovász marad vissza. Ez a kovász, mint melléktermék, az üvegyártásnál kitűnően alkalmazható, továbbá mint csiszoló- és szűrőanyag használható föl. A közölt adatok szerint 1 kg szerpentinből 400 gr kovász és 5 kg olyan lúg nyerhető, amely 1 kg  $MgCl_2$ , 200 gr  $FeCl_3 + AlCl_3$  és 5.5 gr  $NiCl_2$ -t tartalmaz. E lúgból kaustikus magnesiával a Fe, az Al és a Ni könnyen eltávolítható, úgy, hogy a kiejtés után egy 20%-os  $MgCl_2$  oldat nyerhető. A csapadék Fe és Al mellett 1.7% Ni-t tartalmaz, amely már kohósítható nikkelleknek felel meg. Egy bizonyos P<sup>a</sup> érték mellett a Fe:Ni = 1.1 arány is elérhető. 1 tonna szerpentinből tehát 1100 kg  $MgCl_2$ , 400 kg igen porózus  $SiO_2$ , 100 kg vörösszap és 2.5 kg Ni koncentrátum nyerhető. Mint említettem, az összes melléktermékek kiválóan értékesíthetők, a vörösszapot kivéve, amelyet annakidején még nem tettek vizsgálat tárgyává.

A vizsgálatokat nagyüzemi kísérletek formájában is elvégezték. A második háború alatt elért eredmények hajszaára igazolták a laboratóriumi kísérleteket. A feltárást kőanyagedényekben végezték, egyenként 200 kg szerpentinrel, ezekbe vezették be a sósavas vízgőzt, amely a szerpentinmaszában kondenzálódott és mint folyékony lúg távozott. A lúg már három edény után teljesen neutrális volt.

<sup>7</sup> Róbert Müller: Versuche und Aufbereitung von Magnesiummineralen. Berg und Hüttenmännische Monatshefte 8/11 sz. 1948. — 156. l.



Mint hogy a szerpentin egy meglehetősen elterjedt kőzet oly államokban, amelyeknek sem magnésitjük, sem megfelelő dolomitjük nincsen, egy erre alapozott bizonyos Mg-iparnak a megteremtése már csak abból a szempontból is, hogy ez az elgondolás a vas- és üvegipart is érdekli, jelentősége lehet.

A szerpentinnek az elemzésével néhai Wartha Vince műgyetemi tanár foglalkozott, akinek adatait dr. Papp Ferenc műgyetemi magánánár volt szíves rendelkezésemre bocsátani. Sajnos, az adatok a nikkeltartalomra nem nyújtanak felvilágosítást, pedig az elemzés közel 100%-ra vág. Különböző is a vizsgálatok, részben a borostyánkői, részben a krassószerényi szerpentinekre vonatkoznak. Annyi az elemzésekből azonban megállapítható, hogy a szerpentinek mangánt is tartalmaznak.

4. Itt találok célszerűnek röviden ismertetni a Mg-nak a tengervízből való előállítását. Határozott kritikai megállapításaim természetesen nem lehetnek, de bizonyos körülmények között e gazdaságos előállítás is elképzelhető.<sup>8</sup> A tengervizet mésztejjel kezelték és mint Mg-hidroxidot állították elő a csapadékból. Texasban a fentiek alapján könnyű volt a helyzet a mésztejnek előállítására is, mert ezt ott a helyszínen előforduló kagylómészéből állították elő. A hidroxidot kalcinálták és a nyert MgO-t elektrotermikus úton részben fém Mg-ra, részben MgCl<sub>2</sub>-ra dolgozták föl, azonfelül 900°-os kaustikus magnésitté is égették. A tengervízből való előállítást F. Sciacca olasz mérnök is tanulmányozta már 1938-ban.<sup>9</sup> A beszámoló szerint a tengervízből CaO-val leválasztják a karbonátokat és mésztejjel kicsapják a Mg(OH)<sub>2</sub>-t. Ezt közönséges vízzel dekantálják, mossák, CO<sub>2</sub>-val újból leválasztják, majd CO<sub>2</sub> bevezetése után e szűrhető MgCO<sub>3</sub>-t nyernek, amelyet NaCl-dal MgCl<sub>2</sub>-vé és NaHCO<sub>3</sub>-tá alakítanak. E régen ismertes összefüggést egyébként még a Solvay eljárás előtt szódagyártásra is ajánlották. Az olaszok tehát ezzel az eljárásukkal kristályos MgCl<sub>2</sub>-t nyernek, amely tehát tűzfolyékony állapotban elektrolizálható, mert anhydrid, vagyis abszolút vízmentes, melléktermékként pedig bikarbonatot nyernek.

Az olaszok a bikarbonatot Solvay szódával, vagy mésztejjel technikai NaOH előállítására használják föl. Mellekve a nyert CaCO<sub>3</sub>-t, amelynek kalcinálásával állították elő a telítéshez szükséges CO<sub>2</sub>-t.

A K és Na sók a tengervíz első leválasztásából származó anyalúgokban maradnak. Az anyalúgok és a Mg sók leválasztása után kálium és nátrium sókká dolgozható föl. Ennek az eljárásnak alapján Carrara mellett Apuniában terveztek 1200 tonna évi termelésű Mg-kohót. Úgy tudom, hogy a tervezett telepítés a háborús események következtében nem tudott megvalósulni. A japánok is foglalkoztak Mg-nak tengervízből való előállításával, ők 1 tonna Mg-ra 2000 tonna tengervizet használtak föl. (F. Machatschki: Vorräte und Verteilung

<sup>8</sup> Pl. Texasban 1939—1940-ben akkor évi 5 ezer tonna Mg előállítását tervezték, átlagosan 0.1% Mg-tartalmú tengervízből. (Min. és Metall, 1940. V. 246. lap.)

<sup>9</sup> Erről az olaszok 1939. októberében Milanoban tartott Alumínium-Magnesium nemzeti gyűlésükben számoltak be.

der mineralischen Rohstoffe. 1948. 72. lap.) Ami nem mondható nagy mennyiségnek, ha pl. összehasonlítással egy másik végletet említünk meg, hogy pl. 1 gr tengervízből előállított aragnál 100.000 tonna tengervíz feldolgozására volna szükség.

#### Tengervíz sók összetétele:

Cl:	53.3%	Na:	30.6%
Sulfátok:	7.7%		
Mg-os sók:	3.7%		
Mészsók:	1.2%		
K-sók:	1.1%		
Bromidok:	0.2%		

(F. Machatski adatai.)

#### V. Redukciós anyagok.

Mint láttuk, a termikus előállításnál főleg háromféle redukciós anyag jöhet számításba: a szén, a silikoaluminium és a ferrosilícium. A magnésium raffinálásánál, illetve átolvasztásánál, tömbösítésénél és olvasztásánál pedig jelentős szerepet játszanak és nélkülözhetetlenek a különböző fedősók. Nem is célkitűzésem, de előadásom tárgykörét is túlhaladná ezeknek részletes ismertetése. Ezért, de abból a szempontból is, hogy egész előadásomban irányvonalként húzódik végig a ferrosilíciummal való termikus redukció, a ferrosilíciummal óhajtok kissé behatóbban foglalkozni. Említettem, hogy 1 tonna Mg előállításához a redukciónál 1.1 tonna 85%-os ferrosilíciumra van szükség, illetve alacsonyabb Si-tartalom mellett ennek megfelelően több.

Az átolvasztáshoz, illetve a Mg-öntészetben szükséges sókról sem tudok előadásom keretében bővebben beszámolni, de amint erről dr. Papp Elemér és Buray Zoltán kartársaink az „Alumínium“ ezévi 2. számában beszámoltak, a szükséges fedősók előállítása belföldön rendelkezésünkre álló anyagokból már szintén megoldott feladatok közé tartozik.

#### VI.

Előadásom végére értem volna, mielőtt azonban zárószózat elmondanám, néhány mondattal vázolóan azt a célt, amelynek érdekében előadásom elhangzott s ezzel kapcsolatban ugyancsak röviden végkövetkeztetést vonok a hazai magnésiumkohászat lehetőségére, vagy alapfeltételére és szükségességére.

Céлом volt a magnésiumkohászatról általános tájékoztatást adni s a magyar Mg-kohászat lehetőségét és szükségét kidomborítani.

Ténylegesen és valójában van magyar alumíniumiparunk, nem kell tehát részleteznem, hogy bár e téren még sok a tennivaló, de minden alapfeltételünk megvan annak korszerű kiépítésére. Gondos és körültekintő állami vezetés, megfelelően képzett — ha átmenetileg kevés számú is — szakemberünk, fontosabb nyersanyagaink szintén rendelkezésünkre állanak. Alumíniumiparunk teljes korszerűsítéséhez tartozik, az alumínium technológiájának is magasabb tudományos és gyakorlati ipari



szintre való emelése. Nem tagadható és nem vitatható tény, hogy az alumíniumtechnológia magnesiumfém nélkül nem érte volna el azt a fejlődési fokot, amelyen ma áll.

A Mg-kohászat hazai megteremtésével is hozzájárulunk hatalmasan előrelendülő iparunk fejlesztéséhez, népi demokráciánk megerősítéséhez s életszínvonalunk emelkedéséhez.

#### IRODALOM\*

1. Engelhardt: Handbuch der Technischen Elektrochemie III. kötet.
2. A Beck: Magnesium und seine Legierungen. 1939.
3. Dr. A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle 1947.
4. E. V. Pannel: Magnesium its, Produktion and Use London, 1943.
5. J. Alico: Introduction to Magnesium and its Alloys Ziff-Davis Publishing Co. New York 1945.
6. C. E. Nelson: Melting and Refining Magnesium. Metal Indust 1944.
7. J. Lumsden: Magnesium, Magnesite, Dolomite. The Imperial Institute, London 1939.
8. Pietro Ferraro: La nuova industria italiana del Magnesio. 1941. Roma.
9. Dott. Luigi Amati: Dati Indicativi di Consumo Del Sistema Amati. Padova, 1948.
10. Dott. Luigi Amati: Principali vantaggi del sistema di fronte agli altri sistemi di produzione di magnesio metallico. Padova.
11. Dr. F. Machatschki: Vorräte und Verteilung der mineralischen Rohstoffe. Wien, 1948.
12. F. Friedensburg: Die Bergwirtschaft der Erde. Enke Vlg. Stuttgart. 1942.
13. Jakóby L.: A magnesiumkohászat lehetőségei Magyarországon. Technika 1941. évi 1. szám.
14. Jakóby L.: A magyar magnesiumkohászat. A Mérnöki Továbbképző Intézet Kiadványai XIV. kötet, 4. füzet.
15. Jakóby L.: A magnesium és ötvözeteinek olvasztása és öntése. B. K. L. 1948. évi 2. száma.
16. Jakóby L.: A hazai magnesiumkohászat lehetőségei. A Magyar Technika „Anyag” című melléklete, 1948. 3. száma.

\* Ez az irodalmi összefoglalás csak a cikk megírásánál felhasznált irodalmat tartalmazza. Részletes szakirodalmi tájékoztatót egy másik magnesiumvonatkozású cikkhez fogunk csatolni.

## A kohóaluminium fémes szennyeződéseinek és a huzalgyártási technológiának a könnyűfémek vezetőképességére gyakorolt hatása

DOMONY ANDRÁS

Содержание статьи Домонь Андраша:

**Влияние металлических загрязнений доменного алюминия и технологии производства проволоки на электропроводимость легких металлов.**

Статья подробно занимается рассмотрением вредных влияний загрязнения доменного алюминия на электропроводимость алюминия, подчеркивает роль отдельных металлических загрязнений, освещает причины происхождения загрязнений и возможности удаления таковых. В дальнейшем занимается рассмотрением влияния диатермии и кристаллической структуры разных проволок из легких металлов на электропроводимость таковых. На основании изложенных экспериментаций статья показывает самые лучшие технические условия производства легких металлов, наконец кратко занимается станками необходимыми к производству проволок из легких металлов, а также наиболее подходящими процессами технической диатермии. Полученные результаты доказывают, что максимальную электропроводимость можно получить при соответствующей диатермии только из бедно-титано-ванадийного алюминия.

#### Bericht

über den Einfluss der Metall-Verunreinigungen des Hüttenaluminiums und der Technologie der Kabelherzeugung auf die Leitfähigkeit der Leichtmetalle.

#### Report

on the bearing of metal impurities of smelter aluminium as well as of the technology of cable production upon the conductivity of light metals.

**Különböző aluminium ötvözetek szilárdsági adatai és vezetőképessége.**

A kísérletek során megállapítást nyert, hogy az egyéb területeken használt, nagy szilárdságú, nehéz fémmel ötvözött könnyűfémek fokozott elektromos ellenállásuk és korrozóra hajlamos voltuk miatt számításba nem jöhetnek. Ugyancsak megállapítást nyert, hogy a nagy szilárdságú, jó korrozio ellenállóképességű, magas Mg tartalmú aluminium ötvözetek elektromos vezetőképessége nem megfelelő.

Hosszú kísérletezés után sikerült végre egy olyan aluminium ötvözetet előállítani, amelynél kompromisszumot lehetett kötni a megfelelő szilárdság, jó korrozio ellenállóképesség és a szilárdság között. Az ötvözetek Al-Mg-Si típushoz tartoznak (Aldrey, Almelec, Aludor néven kerülnek forgalomba). Ezeknek az ötvözet típusoknak a lényege, hogy megfelelő hőkezelés mellett a Mg<sub>2</sub>Si kiválnak és a kiválások az anyag kristályszerkezetében olyként helyezkednek el, hogy a fém vezetőképességét a tiszta aluminiumhoz viszonyítva, csak kb. 10%-kal rontják. A szilárdsági értékeket pedig több, mint 30%-kal emelik. Megjegyzendő, hogy ezeknek az ötvözeteknek villamos vezetőképességét és szilárdsági tulajdonságait a megadott optimális



összetételek gondos betartása erősen befolyásolja (Mg:Si viszony) elektromos és mechanikai tulajdonságainak betartásánál ugyanúgy, mint a szin-aluminiumtól készült vezetékanyagoknál, a megfelelő kristályszerkezet kialakítása miatt, a hőkezelés is döntő szerepet játszik.

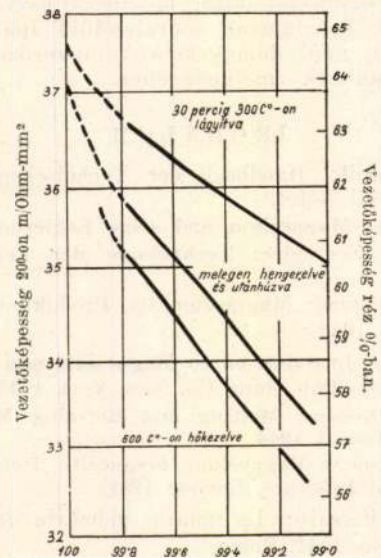
Tekintettel arra, hogy minden kereskedelmi kohóaluminiumban vas és silícium van jelen, még a szin-aluminium is ötvözetként fogható fel. A vezetőképesség szempontjából döntően fontos, hogy az ötvözetek egyes alkatrészei a fémekben miként helyezkednek el. Az ötvözet struktúrájának kialakítását az anyag hőkezelése determinálja. Az 1. és 2. ábra szemlélteti a különböző hőkezeléseknek alávetett könnyűfémek vezetőképességét. A diagrammokról látható, hogy ha az abszolút tiszta alumíniumhoz silíciumot ötvözünk és az így kapott fémét 320°-on lágyítjuk és lassan lehűtjük, úgy a villamos vezetőképesség alig csökken. Ha viszont ugyanezt a fémét 500° mellett hőkezeljük és utána hirtelen lehűtjük, úgy az alumíniumba oldott silícium következtében a vezetőképesség a silícium tartalomnak megfelelően rohamosan esik. Ennek a jelenségnek magyarázata a Si-nek alumíniumban való oldhatóságában rejlik. A silíciumnak az alumíniumban való oldhatósága ugyanis 577° mellett 1.5%; 250°-nál pedig csak 0.1% (Sachs Praktische Metallkunde, 98 old. 1935). 500°-ról való hirtelen lehűtése esetén a szilárd oldat stabilizálódik és ennek vezetőképessége a szegregált kristályszerkezetű anyagnál gyengébb.

Amennyiben a raffinált alumíniumot vassal ötvözik, a szennyezés vezetőképességre gyakorolt hatása hőkezeléssel nem egálítható, tekintettel arra, hogy alumínium kristályok még magasabb hőfok mellett sem képesek 0.1%-nál nagyobb mennyiségű Fe-t oldani.

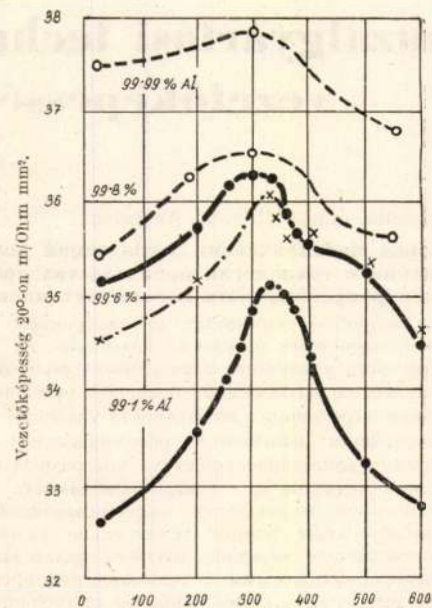
A kereskedelmi alumíniumban viszont Fe és Si szennyeződések együttesen vannak jelen. Magasabb hőfokon az alumíniummal a Fe és Si terner ötvözetet alkot és a magyarázata annak, hogy a kereskedelmi fém vezetőképességét nem determinálja matematikailag az egyes szennyezések vezetőképességre gyakorolt hatása, hanem az eredmény függ a fém előzetes hőkezelésétől (tehát a terner ötvözetek oldódásától), a vas és silícium arányától, valamint a huzalok előállításában közbe lépő hőhatásoktól) oldott terner és szekunder ötvözetek kiválasztódásától. (Lásd III. táblázat utolsó rovata és 4., 5. sz. ábrát.)

Ezek a jelenségek is mind azt mutatják, hogy jó vezetőképességű alumíniumhuzal gyártása sok komplex problémának egymásra gyakorolt hatásának függvénye. A szabvány szerinti vezetéknel ugyanis az elérhető legnagyobb szilárdságnak az adott körülmények közötti legnagyobb vezetőképességgel kell párosodnia. Az előzőekből láhattuk, hogy legtisztább fémek, illetve a teljesen kilágyított (320 C°-on hőkezelt) anyagok vezetőképessége a legjobb, ezeknek a szilárdsági tulajdonságai viszont nem megfelelőek. Az üzemszerű gyártásnál tehát gondoskodni kell olyan eljárás kivitelezéséről, ahol az összes gazdasági- és technikai adottságok optimumai előnyösen érvényesül.

Ezért megfelelő, szabvány szerinti vezeték alumínium gyártásánál a következő tényezőkre kell gondosan ügyelni:



4. ábra. Al tisztaság %-ban. Sachs: Praktische Metallkunde III. 1935. 98. oldal.



5. ábra. Hőkezelési hőfok. Sachs: Praktische Metallkunde III. 1935. 98. oldal.

1. Összetétel.
2. Megmunkálásnál (hengerezés, sajtolás, húzás) alkalmazott hőfok és reduktációs tényezők.
3. Utólagos hőkezelési hőmérséklet, időtartam és hűlési viszonyok.

1. A megmunkálásra kerülő fém összetételével kapcsolatos követelményekre az előbbieken kifejtettek mérvadóak. Ezek szerint döntően fontos, hogy a vezeték-alumínium Ti és V szennyeződései a lehető legminimálisabbak legyenek. Német szabvány szerinti előírás, hogy Ti, V, Cr együttes összege a



0.03%-ot ne haladja meg. (Amennyiben a szennyezések a szabványban előírt mennyiségeket (kb. 0.01%-kal) meghaladják, a gyártott vezeték vezetőképessége az előírásokat nem éri el (lásd IV. sz. táblázatot). Megjegyzendő, hogy a szennyezések összege az engedélyezett maximumhoz minél közelebb áll, az előírás szerinti vezetőképességű anyagot annál nehezebb gyártani, mert a fém a hőkezelésekre a megmunkálás közben fellépő felmelegedésekre, stb. annál érzékenyebb.

A szabvány előírásokban a Si és Fe összege maximálisan 0.5%-nál kevesebb Si és Fe tartalom esetén az előírt szilárdsági értékek (keményre húzott huzalszál 2.99 mm Ø-ig min. 18 kg/mm<sup>2</sup> szakító szilárdság) nem tarthatók be. 0.7%-nál több Si és Fe esetében pedig a szilárdság megnövekszik (elérheti a 19, sőt a 20 kg/mm<sup>2</sup>-t is), a vezetőképesség viszont a megkövetelt értékek alatt van; továbbá veszély, hogy a huzalok korrozóra hajlamosabbak. A vezetékanyagok korrozív veszélyének elkerülése érdekében az előírások Cu és Zn tartalmát max. 0.05%-ig tolerálják.

Az előírások a Fe és Si arányát ugyan nem szabályozzák, a szabvány szerinti vezetékanyag könnyebb előállítás érdekében azonban célszerű, ha a Fe tartalom a 0.25–0.30%-ot nem haladja meg; a Si tartalom viszont 0.08%-nál kisebb legyen. Ezek a követelmények az egyes szennyeződések előbbiekben vázolt viselkedéséből következnek.

2. A nyers huzalokat az aluminium vezetékgyártásánál vagy meleg sajtolás, vagy meleg hengerlés segítségével állítják elő. Az így nyert drótot (8–14 mm Ø mellett) hőkezelik, utána hidegen, a szakaszos felmelegedés elkerülését céljából, állandó hűtés mellett, nagy sebességű, többszörös (8–16-szoros) huzalhúzókon a kívánt kész méretre lehúzzák. Ezt az egyszerűnek látszó gyártási menetet igen bonyolulttá teszi az a körülmény, hogy a vezetékanyagok szilárdsága és elektromos tulajdonságai a megmunkálás közben fellépő hőfokok, redukciók, sőt az egyes megmunkálások kivitelezésének függvényei.

A könnyűfém huzalgyártás — akár melegsajtólással, akár meleghengerréssel kezdik —, első művelete az öntött tuskók felmelegítése. A tuskók előmelegítési hőfoka 400–500 C° között van, a meleg megmunkálása pedig 425–475 C° (Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle 1947. 191.). Amennyiben ezeket a hőfokhatárokat szigorúan nem tartják be, a kész termékek vezetőképessége a kívánt mértéket nem éri el. Ennek bizonyítására szolgál, hogy 1.500 tonnás hidraulikus présen 160 mm Ø 72 kg-os présuskóból kiindulva 12.5 mm Ø préshuzal gyártásánál 460–470 C° hőfok mellett a huzal hőfoka a művelet közben 30–40 C°-al változott. A préselés közben ugyanis a súrlódási erők következtében az anyag hőmérséklete állandóan emelkedett. Külön vizsgálva a karika elejéből és végéből készített aluminium huzalt, az volt tapasztalható, hogy a karika végéből előállított drót — melynek préselési hőfoka a megengedettnél magasabb volt — vezetőképessége romlott.

A sajtolás közben állandóan változó és nehezen kézbe tartható meleg megmunkálási hőmér-

	Préshuzal hőfoka C°	Ellenállás ohm/m/mm <sup>2</sup>	Megjegyzés
1. sz. karika			W. M. kísérlet, 1941. jún.
eleje . . . .	465	28.6	
vége . . . .	505	29.1	
2. sz. karika			
eleje . . . .	470	28.3	
vége . . . .	500	29.2	
3. sz. karika			Feltett kábelgyár kísérlete 1948. dec.
eleje . . . .	—	29.55	
vége . . . .	—	31.—	

séket-ingadozásokkal járó előnytelen hatások miatt általában az a nézet alakult ki, hogy aluminium vezetékgyártására a meleghengerréssel, — ahol a tuskó elejének és végének megmunkálási hőfoka azonos —, alkalmasabb, mint a melegsajtolás. (A meleghengerréssel mellett szól Zeerleder: Technologie des Aluminium 1947. 190. old.) A fent vázolt magyar kísérleteket erősíti meg a F. M. W. Hird, D. C. C. Lees, A. V. Garner 1948 július 29-én, Angliában aluminium vezetékanyagok kérdéséről tartott beszámolóiban (Light Metals, 1949. febr. 100. old.), ahol rámutatnak arra, hogy a melegsajtólással előállított huzalok struktúrája a préselés következtében beálló hőfokingadozások következtében egyenlőtlen és ezt az egyenlőtlenéget még utólagos hőkezeléssel, vagy megmunkálással sem lehet kiegyenlíteni. Az előadók szerint a kész huzalok változó és gyakran előnytelen villamos vezetőképessége minden valószínűség szerint az alaphuzal ezen tulajdonságára vezethető vissza. Ezzel szemben a melegen hengerrélt durva huzalnál ilyen jelenségek nem tapasztalhatók. A melegsajtolás 1000–3500 t-ás fekvő hidraulikus préseken történik. A préselt huzalok karikasúlya 20–60 kg között változik. Ennek megfelelően a préserszám egy vagy több lyukú. A préselésnél a kipréseltlen présmaradékok miatt kb. 15–25% hulladékkal kell számolni.

A meleghengerréssel négyzet keresztmetszetű 25–60 kg-os öntött tuskóból indul ki. Az előmelegített tuskókat többszörös, külön erre a célra kalibrált hengerson munkálják meg. Hengerlési sebesség durva állványon 2–3 m/sec, kész állványon 5–7 m/sec. Színaluminium huzalokat 8–12 Ø-jű kész méretre hengerrélik, aluminium vezetőötvezeteket 14–16 mm Ø-jűre, mivel ezeknek a huzaloknak utólag 90%-os hideg megmunkálást kell adni.

Az átlagosan 8–12 mm Ø-re előpréselt vagy hengerrélt huzalt 300–310 10 C°-on 4–6 órát hőkezelik, hogy az esetleg oldódott aluminium-szili-cium-vas binér és ternér ötvözetet ismét kiválthassanak. Ennek a hőkezelésnek a fontosságára mutatnak rá Sachs: Praktische Metallkunde III. 100. o. és hazai kísérleteink is azt igazolták, hogy míg 460°-on 10 mm Ø-re sajtolt és ilyen állapotban 28.5–28.7 ohm/m/mm<sup>2</sup> ellenállású préshuzalt hőkezelés nélkül 4 mm Ø-re lehúzták és akkor 29.5 ohm/m/mm<sup>2</sup> ellenállást kaptak, ugyanezt a préshuzalt a hideg megmunkálás előtt 6 órán át 320 C°-on hőkezelve a kész méretű drót ellenállása 28.8 ohm/m/mm<sup>2</sup> volt. (A huzal összetétele Fe = 0.15%, Si = 0.09%, Ti = 0.01%, V = 0.018%.



A Light Metals 1948. februári számának 97. oldalán hasonló eredményeket találunk. Itt a kísérletek szerint egy 99.6% tisztaságú, melegen hengerelt huzal utólagos hőkezelése nélkül keményre húzott állapotban a szabványos réz vezetőképességének 59.5%-t adja (ami 33.3 ohmos vezetőképességnek felel meg). Hideg megmunkálás előtt 300 C°-on hőkezelve és utána keményre húzva ugyanennek a huzalnak vezetőképessége a réz vezetőképességének 62.5%-a (ami 35.0 ohmos vezetőképességgel egyenlő).

A hőkezelt durva huzal megmunkálása egyszeres durvahúzáson kb. 20–25%-s redukcióval kezdődik. Az így megmunkált anyagot többszörös, gyorsfogású gépekre viszik, ahol azt a kész méretekre lehúzzák. A többszörös húzógépek sebessége 240–370 m/perc (Light Metals, 1949. 213. old.) A húzási fokozatokra jellemző, hogy pl. egy tízszeres húzógépen egy művelettel 12 mm %-ról 2.5 mm Ø-re húzzák le a huzalokat. Az egyéb nehézfém húzógépekkel ellentétben — ahol a huzal a dobokon siklik és a könnyűfém huzalhúzóknál előbb vázolt gyártási sebességénél lényegesen nagyobb sebességgel érhető el pl. 600–1200 m/perc (Light Metals 1949. 208. old.) —, könnyűfém huzalgyártásnál minden húzás után a drótot külön forgódobra csévélik. A huzal innét a következő fázis-hoz automatikusan tovább csévélődik. Nagy sebességű nehézfém-drót gyártásához való, csúsztatva húzó gépeken tökéletes felületű könnyűfém-huzalokat nem lehet gyártani. Kivételt képeznek a finom dróthúzóknál, ahol könnyűfémeknél építésként a drót és a gyorsjárátú, hűtőfolyadék alatti csúszvahúzás, mint a nehézfémeknél. Könnyűfémhuzal-gyártásnál használatos húzókövek felületének tökéletesen símnak kell lenniük és ezért csak vidia és gyémántkövek használhatók. A húzókövek kónusza kb. az első húzásig 20°, utána 10°. Az új gépeknél a jobb hűtés elérése céljából hűtőfolyadékot a drót és a húzókövek közé nyomják (Zeerleder, 227. o. 00. kép). Minden egyes húzási műveletnél döntően fontos, hogy megfelelő kenésről és hűtésről gondoskodás történjék, hogy az anyag ne melegedjék 100 C° fölé. Az erősebb felmelegedés ugyanis az anyag kilágyulásához, illetve a megkövetelt szilárdsági előírások be nem tartásához vezet.

A szabványok a kész méretre húzott alumíniumhuzalok mechanikai és elektromos értékeit adják meg. A MOSz 142 MEE szerint az alumínium vezeték-huzalok szilárdsági adatai:

Lágy (kiizzított) minőségben	7-10 kg/mm <sup>2</sup>	
félkeményre húzott „	11-17 kg/mm <sup>2</sup>	
2.99 mm átmérőig legalább	18 kg/mm <sup>2</sup>	2.2 % nyúlás mellett
3-4 mm átmérőig legalább	17 kg/mm <sup>2</sup>	35 d-nél nyúlás
4.01-5.99 mm „ „	16 kg/mm <sup>2</sup>	„ „
6 mm és annál nagyobb átmérő mellett	14 kg/mm <sup>2</sup>	„ „

Az alumíniumhuzalok fajlagos ellenállása 20 C°-nál 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetre és 1 m hosszra vonatkoztatva nem lehet nagyobb 0.0286 ohmnál. Ez a 34.8 m/ohm/mm<sup>2</sup> fajlagos vezetőképességnek felel meg. A réz és alumínium fajlagos vezetőképességének arányát összehasonlítva, a szabványos alumíniumhuzal vezetőképessége a szabványos rézvezetőinek 62.1%-a.

A szabványban előírt igen szigorú értékek (szilárdságiak és elektromosok) csak akkor érhetőek el, ha az előbbieken tárgyalt indokok alapján a fém tisztasága, a szennyezők mennyisége, a megmunkálási hőfok és körülmények az előírásoknak megfelelően szigorúan betartatnak. Ha valamilyen okból az előírások nem tarthatók be, úgy a szilárdság, a vezetőképesség, illetve a vezeték keresztmetszet előírásában kompromisszumot kell kötni.

Az alumínium vezetékanyagok szigorú előírása ellenére is a tiszta alumínium vezeték-huzalok szilárdsági értékei aránylag igen alacsonyak. Távvezeték építetők részéről már igen hamar felmerült az a kívánság, hogy nagyobb szilárdságú alumíniumötvözetek segítségével kihasználják a könnyűfém felhasználásában rejlő előnyöket (alacsony fajsúly, jó vezetőképesség, könnyű megmunkálhatóság, gazdaságosság). A klasszikus vizsgálatok — amint azt futólag érintettük —, azt mutatták (lásd IV. sz. táblázat), hogy az alacsonyan ötvözött Al-Si-Mg ötvözetek felhasználása kedvező kompromisszumra ad alkalmat. Ezeknél a fémeknél ugyanis az ötvöző alkatrészek (Mg, Si és Fe) vezetőképességromtó hatása additive nem érvényesül, mert bizonyos arányok betartása mellett olyan ternér és binér ötvözetek képződnek, amelyek kellő hőkezelés mellett a szilárd oldatból kiválnak. A kiválások a fém szilárdságát növeli, bizonyos határok között pedig Si és Mg segregatumok a vezetőképességet előnytelenül lényegesen nem befolyásolják.

Az alumíniumötvözetekben az Al-Mg-Si ötvözetek, illetve a Mg<sub>2</sub>Si-ek nagyjából úgy viselkednek és a szerepük is olyan, mint a kereskedelmi alumíniumnál a Si szennyeződés. Megfelelő hőkezelés esetén az előnyös szilárdság növelő hatás lényegében nagyobb, mint a vezetőképesség csökkenése.

Ezeknek a jelenségeknek köszönhető a jó vezetőképességű, távvezeték építésére alkalmas, megfelelő szilárdságú alumíniumötvözetek. Megjegyzendő, hogy ezeknek az ötvözeteknek előállítására szintén igen kényes kérdés, mert a szabványban előírt adatok elnyerése elsősorban az ötvöző alkatrészek (Mg, Si, Fe) egymásközötti igen szűk határok mellett tolerált viszonyától függ. A vezetőképességet csökkentő mennyiségére (Ti, V, Cr, Mn stb.) ezek az ötvözetek majdnem olyan érzékenyek, mint a tiszta alumíniumhuzalok.

Az összetételen kívül az alumíniumötvözetek vezetőképessége a megmunkálás közben, illetve utána, alkalmazott hőkezelés függvénye, mert a fém vezetőképessége az ötvöző alkatrészek elhelyezkedésétől és az anyag strukturájától függ.

A magyar szabvány szerint előírás az alumíniumötvözetektől:

2.99 mm átmérőig	30 kg/mm <sup>2</sup> szakítási szil. mellett min. 4% nyúlást, 200 mm hosszon mérve
3-4 mm átmérőig	27 kg/mm <sup>2</sup> szakítási szil. mellett min. 4% nyúlást, 200 mm hosszon mérve
4.01-5.89 mm átmérőig	26 kg/mm <sup>2</sup> szakítási szil. mellett min. 4% nyúlást, 200 mm hosszon mérve
6 mm és nagyobb átmérőnél	25 kg/mm <sup>2</sup> szil. mellett min. 4% nyúlást, 200 mm hosszon mérve

kíván

Ezek mellett a szilárdsági értékek mellett 20 C°-on a max. ellenállást kíván. 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetenél 1 m-es hosszban 0.033 ohm, ami megfelel 30 m/ohm/mm<sup>2</sup> vezetőképességnek, illetve az alumíniumötvözetek garantált vezetőképessége a rézé- nek 53.6%-a.



A hazánkban eddig elterjedt alumíniumötvözetekkel ezeket az értékeket csak akkor tudták elérni, ha a V, Ti, Cr szennyezések összege a 0.03%-t nem érte el, a Fe 0.3%-nál alacsonyabb volt, a Si és Mg mennyisége, illetve viszonya az előírásoknál 0.1%-nál jobban nem tért el. A szabvány szerinti értékek elnyerése érdekében az ötvözött alumíniumhuzal gyártásánál az összetételeken kívül a gyártási és hőkezelési utasításokat is szigorúan be kell tartani. Ennél a gyártásnál a kiinduló anyag szintén a melegen préselt vagy hengerelt durva huzal. A hengerelt áru itt is, mint az alumíniumnál, jobb értékeket ad. A gépek és sebességek az alumíniumhuzalgyártásnál ismertekkel azonosak. A préselési vagy hengerlési hőfok 480—500 C°. A durva huzalt hideg megmunkálás előtt hőkezelni kell. A hőkezelési hőfok 525—550 C°, időtartam 1 óra. Hőkezelés után az árut a villamos kemencéből hirtelen kivesszük és hideg folyóvízben lehűtik. A kemencéből való kivétel és a lehűtés között 1.5 percnél több idő nem múlhat el. Ajánlatos a durva huzalt nemesítés után több napig pihentetni, illetve hevertetni és csak azután a hideg megmunkálásnak alávetni. Alumíniumötvözetek esetében a hideg húzás kezdete minden esetben egyszerűen durva húzókön történik. Az így megmunkált huzalt az alumíniumhuzalgyártásnál ismertetett gyorsforgású, többszörös, jól hűthető húzógépeken húzzák le kész méretre. A kívánt szilárdság és vezetőképesség elérése céljából a hideg megmunkálásnak min. 90 %-osnak kell lennie.

A kész huzal szakítószilárdsága 40 kg/mm<sup>2</sup>, folyási határa 36 kg/mm<sup>2</sup>, vezetőképessége viszont csak 27 m/ohm/mm<sup>2</sup>. A kész huzalokat a szabványértékek elnyerése érdekében elektromos kemencében 150—160 C°-on 6—8 órát meg kell eresztetni, hogy a szilárd oldatban lévő Mg, Si kiválódása meggyorsuljon. Az utóhőkezelés befejezése után az előbbi huzal értéke:

szakító szilárdság	29.5 kg/mm <sup>2</sup>
nyúlás	8%
vezetőképesség	31.5 m/ohm. mm <sup>2</sup>

Az utóhőkezeléssel megindított segregációs folyamat csak néhány napos szobahőfokon való állás után fejeződik be és a huzalok végleges értékeit csak akkor éri el. Az előbbi huzal adatai öt napos állás után felülvizsgálva az alanti eredményeket kaptuk:

szakító szilárdság	30.3 kg/mm <sup>2</sup>
nyúlás	8.1%
vezetőképesség	31.8 m/ohm. mm <sup>2</sup>

Megjegyzendő, hogy az alumíniumötvözeteknél tapasztalt öregedési folyamat, kisebb mértékben ugyan, de a szinalumíniumnál is fellelhető. A tiszta alumíniumból készült huzalok vezetőképessége 7—10 napos szobahőfokon történő hevertetésnél emelkedik, ha a Ti, V tartalom a megengedettnél nagyobb. Ha ezeknek a szennyezőknek a mennyisége az engedélyezett maximumot meghaladják, az alumínium vezetékhez elektroeroszív értékei a hevertetés alkalmával nem hogy javulnának, ellenkezőleg romlanak. Míg egy

0.115%	Si-mal
0.20%	Fe-mal
0.011%	Ti-mal
0.014%	V-mal

szennyezett alumíniumhuzal ellenállása 300 C°-on történő hőkezelés nélkül 12 mérés átlagában közvetlenül a megmunkálás után 29.55 ohm/m/mm<sup>2</sup> volt, 22 napi hevertetés után a 12 mérés átlagosan 29.36 ohm/m/mm<sup>2</sup> értéket eredményezett. Ugyanezt a kísérletet egy

0.197%	Si-mal
0.330%	Fe-mal
0.010%	Ti-mal
0.032%	V-mal

szennyezett, hasonló körülmények között megmunkált, huzallal elvégezve 30.3, illetve hevertetés után 30.48 ohm/m/mm<sup>2</sup> vezetőképességet találtunk. A fentiekben ismertetett jelenséget minden valószínűség szerint a hevertetés közben lassan kiváló Al, Si, Fe binér, illetve ternér ötvözetek okozzák. Lehetséges, hogy a nagyobb mennyiségű Ti és V, mely az alumíniummal szilárd oldatot képez, a segregációs folyamatot megakadályozza.

Ezért kényes átvételek esetén célszerű az alumíniumötvözet vezetékhez azokat minden esetben, a szinalumíniumokat pedig a lehetőséghez képest csak néhány napos hevertetés után átadni.

Az alumíniumötvözetek háború alatti és utáni fejlődése folytán újból megindultak a kutatómunkák arra vonatkozólag, hogy az eddig ismert és elterjedt Al-Si-Mg csoportba tartozó vezetékötözeteken kívül nagyobb szilárdságú, egyszerűbb gyártási technikájú ötvözeteket találjanak, amelyek a fajlagos vezetőképességgel szemben támasztott igényeket is kielégítik. A vizsgálatok irányvonalát az 1948 július 19-én Angliában könnyűfémvezetékek tulajdonságairól tartott ankét (Light Metals, 1944. febr. 96. old.) foglalja össze.

Az újabb kutatások az Al-Mg ötvözetek tulajdonságainak vizsgálatára irányulnak. Ezek a könnyűfémek ugyanis hőkezelés nélkül is megfelelő szilárdságúak. A növekedő Mg-tartalom viszont a vezetőképességüket erősen csökkenti. 2.5% Mg, 0.5% Mn, valamint 5.5—1.5% Mg, 0.75—1.3% Si, max. 1% Mn és max. 0.5% Cr tartalmú ötvözetekkel is folynak kísérletek. A kísérletek az anyagok szakító szilárdsági, feszültség alatti korrozíós, valamint elektromos tulajdonságok vizsgálatára is kiterjednek. Az elért eredmények azonban még a klasszikus könnyűfém vezetékötözetek tulajdonságait nem éri el. Ugyancsak szorgos vizsgálatnak vetik alá a külföldön igen elterjedt és közkedvelt Al-Mn ötvözetek viselkedését is.

A magyar ipar az alumínium és ötvözött alumíniumvezetékek gyártásával már igen korán kezdett foglalkozni. Az országos távvezetékálózat 5%-a már 1930-ban könnyűfém-ből készült. Az alumínium és ötvözött alumíniumvezeték anyagokat, amelyeknek felhasználásával évenként állandóan többszáz tonna rezet takarítunk meg, üzemünk azóta is állandóan gyártják. Az előbbieken ismertetett klasszikus szabványokat viszont azok szigorú előírása, az alumínium gyártásánál felhasznált állandóan változó nyersanyagok (bauxitok, de főleg a massa és a kriolit stb.) szennyezései miatt jelenleg üzemünk megbízhatóan nem tudja tartani. Kénytelenek voltak ez okból a klasszikus szabványok előbb ismertetett adatait szükségsszabványokkal módosítani. A szükségsszabványok szerint a szinalumínium



vezetők fajlagos ellenállása 20 C°-nál 0.0505 ohm mm<sup>2</sup>/m, az eredeti 0.0286 ohm mm<sup>2</sup>/m-el szemben. Az ötvözött alumíniumvezetéké pedig 0.0345 ohm mm<sup>2</sup>/m a 0.035 ohm mm<sup>2</sup>/m-rel szemben. Ötvözött alumíniumok esetén a szükségsszabvány a szilárdságokat is csökkenti, mégpedig

2.99 mm Ø-ig	28 kg/mm <sup>2</sup>
3—4 „ „	26 „
4.01—6 „ „	25 „
6 mm Ø felett	24 „

Említésreméltó, hogy a háború alatt a német alumíniumipar szintén hasonló nehézségekkel küzdött (különösen a magyar bauxitból előállított timföld tisztaságát illetően), az amerikai fémek pedig az elektroda massa V-tartalma szennyezte el. Az angol alumíniumipar az alumíniumhuzalok vezetőképességét a fenti okoknál fogva a mai napig sem szabványosította (Light Metals, 1949. február 97. old.). Miután az alumínium vezetékanyagok elektromos tulajdonságait rontó körülményeit ma már pontosan ismerjük, megvan rá a lehetőségünk, hogy

a timföldgyártás szigorú ellenőrzésével az előállított alumíniumoxid Ti, V és egyéb szennyeződések mennyiségét a bauxitok rondítóinak összegétől függetlenül, a minimumra csökkentjük: a huzalgyártás hőkezelési folyamatát kézben tarthassuk és amennyiben kohóink Ti és V mentes anódmasszát kapnak, újból gyárthassuk klasszikus, szabvány szerinti alumíniumvezetéseket. Mindaddig, amíg alumíniumkohóink elektrodamassza állandó utánpótlása a megkívánt tisztaságú nem lesz, timföldgyárainknak és alumíniumhuzal előállító üzemeinknek természetesen mindent el kell követniük, hogy minél tisztább alumíniumoxid szállításával és minél tökéletesebb hőkezeléssel és megmunkálással a gyártott vezetékek elektromos tulajdonságai a legmegfelelőbbek legyenek.

Ezúttal is köszönetet mondok tanítóimnak és volt főnökeimnek, különösen dr. Geleji Sándor műegyetemi tanár úrnak, aki nagy segítségemre volt a kísérletek kiértékelésénél.

## A szellemi és fizikai munka közötti ellentét megszüntetése

A. Grigorenko a Pravda-ban érdekes cikket írt erről a témáról. A szellemi és fizikai munka közötti ellentét mindenfajta kizsákmányoló társadalomra jellemző és különösen a kapitalizmusban éleződött ki erőteljesen.

A tőkés rendszer rabszolgaságra és rengeteg szenvedésre kárhoztatja a népi tömegeket és elzárja a dolgozók elől a művelődéshez, a tudományhoz vezető utat. Tudomány, kultúra, művészet — mindez az uralkodó osztályok előjoga. A munkásoknak és parasztnak csak a fizikai munka jut osztályrészül. A szellemi munkával csak egy privilegizált kisebbség foglalkozik — az értelmiség, mely a polgári társadalomban mindenekelett a vagyonos osztályok tagjaiból áll.

Azt a mély szakadékat, mely a szellemi és testi munka között fennáll, csakis a kapitalizmus megsemmisítésével lehet eltüntetni. Cáfolhatatlan bizonyítéka ennek a Szovjetunió tapasztalata. Az Októberi forradalom kiszabadította a dolgozókat a kizsákmányolás jármából, a nép széles rétegeit bekapcsolta az államvezetés, a társadalmi és politikai élet minden területén való aktív részvételbe, a művelődés minden útját megnyitotta a dolgozók előtt.

Marx-Engels-Lenin művének nagy folytatója, Sztálin, a történelemben elsőnek dolgozta ki a kommunizmus felépítésének konkrét programját, beleértve a szellemi és fizikai munka közötti ellentét megszüntetését is. Sztálin a Sztahanov-mozgalom alapos elemzésének eredményeképpen kimutatta, hogy ezt az ellentétet csak úgy lehet eltüntetni, ha a munkások és parasztnak kulturális és technikai színvonalát a mérnök-technikai dolgozók színvonalára emelik. Sztálin kimutatta, hogy a sztahanovista mozgalom lerakja a kommunizmusba vezető

utat, hogy ez a mozgalom a munkásosztály olyméretű kulturális-technikai fellendülésének magvát tartalmazza, mely a szellemi és fizikai munka között fennálló ellentét megszüntetéséhez vezet.

Sztálin a Sz. U. K. (b) P. XVIII. kongresszusán új, grandiózus feladatot tűzött ki:

„Minden munkást és parasztnak kulturálttá és művelté akarunk tenni s ezt idővel meg is tesszük.“

A tények és számok ékesszólóan bizonyítják, hogy Sztálin szavai sikeresen váltak valósággá. A Szovjetunió végetvetett az írástudatlanságnak. A Szovjetunió iskoláiban 1948-ban 33.2 millió gyermek tanult. A főiskolákon mintegy 750.000 diák folytatta tanulmányait. Milliók tanulnak különféle iskolákban és tanfolyamokon anélkül, hogy a termelőmunkától elszakadnának. A szovjet társadalomban minden harmadik ember tanul.

A szocializmus győzelme, a kizsákmányoló osztályok felszámolása megsemmisítette a szellemi és fizikai munka közötti ellentét legfőbb alapját. A kultúrforradalom egyik legfontosabb eredménye volt a sokmillió szovjet értelmiség létrejötte. Új szocialista értelmiség ez, mely a népből kerül ki, szorosan egybeolvad a néppel és együtt építi a kommunista társadalmat a munkásokkal és paraszttal. A szovjet népi értelmiség kialakulása és növekedése azt jelenti, hogy a szellemi és fizikai munka közötti határok elmosódnak.

A szocialista gazdasági rendszer megteremtése biztosítja a dolgozók kulturális-technikai színvonalának nagyfokú emelkedését s ugyanakkor minden lehetőséget megad a szovjet embereknek ahhoz, hogy erőiket, adottságaikat és alkotó kezdeménye-



zésüket fejleszthessék. A szellemi és fizikai munka közötti ellentét megszüntetésének egyik főfeltétele a termelés anyagi-technikai bázisa. A munka termelékenységének folytonos növekedése elengedhetetlen előfeltétele a kommunizmus építésének és a szellemi és fizikai munka közötti határ eltörlésének.

A szocializmus győzelme megszünteti a szellemi és fizikai munka között tátongó szakadékot, de a kettő közötti különbség a szocialista társadalomban még fennmarad. Ezt a különbséget csak a kommunista társadalom fogja teljesen eltüntetni.

Ezt a társadalmat építi most sikerrel a szovjet nép, a bolsevik párt irányítása, a nagy Sztálin vezetése mellett.

## Hazai hírek

**Termelési ünnep az ajkai kohóüzemben.** Az ajkai kohóüzem és timföldgyár dolgozói június 25-én, szombaton ünnepelték a kohóüzem teljes kapacitására való felfutását.

A felszabaduláskor az üzem helyzete igen súlyos volt. Az északi csarnok kádjai befagytak és a déli csarnok került üzembehelyezésre. Már ekkor megnyilvánult a Szovjetunió segítsége és a megindítás csak az általa rendelkezésre bocsátott nyers- és segédanyagokkal volt lehetséges. Az üzem a hároméves terv során a szovjet és magyar kormányok baráti együttműködésével igen komoly beruházási tervet valósított meg, melynek eredményeként a kohóüzem 1949 májusában teljes kapacitását elérte.

A beruházási program a timföldgyár vonalán hasonlóképpen érezte hatását és rövidesen ez az üzemrész is maximális kapacitással fog dolgozni.

A mennyiségi felfejlődéssel együtt jelentős önköltségsökkentés is jár, valamint a termelt kohó-alumínium minőségének igen komoly javulása. Az ajkai alumínium jelenleg csaknem teljes egészében 99,5%-nál jobb minőségű és ebből a nyersanyagból ugyancsak a Magyar Bauxitbánya — Magyar Szovjet Bauxit-Alumínium r. t. székesfehérvári üzemében a klasszikus szabványnak megfelelő alumíniumhuzalt sikerült előállítani. Ugyanezt a nyersanyagot használta fel a székesfehérvári üzem az alumínium épületállványzat elkészítésénél, amelyről lapunk legutolsó számában számoltunk be.

Az ünnepségen Czottner Sándor tagtársunk, nehézipari államtitkár kiemelte a szovjet férfiak, elsősorban Jaicsnikov A. M. vezérigazgató szerepét, e kiváló eredmények megvalósításánál. Rámutatott arra, hogy munkásosztályunk boldogulásában és iparunk fejlődésében döntő szerepe van a Szovjetunió segítő készségének. László Aladár miniszteri tanácsos a Nehéziparügyi Minisztérium tervosztályának vezetője országyelven köszöntötte a vállalat szovjet vezetését. Jaicsnikov A. M. vezérigazgató megköszönte a Czottner államtitkár által neki átnyújtott emléklapokot, majd a vállalat további terveit és feladatait ismertette. Végül Serflek János tagtársunk, munkásigazgató, a kiváló eredményeket elért dolgozók között jutalamakat osztott ki. D.

**Metalloglobus Alumíniumbrigád Szabadegyeteme.** Az ország iparosai körében az alumínium közelebbi megismertetését, népszerűsítését tűzte ki céljává az a Metalloglobus N. V. által kezdeményezett akció, amely június 29-én, Ajkán megrendezett „Alumínium Szabadegyetem“-mel vette kezdetét. A Metalloglobus a KIOSZ országos központjával egy-

temben, a szakemberek egész sorát hívta meg a megnyitásra, amelyen megjelentek többek között: Rados Kornél, az ÉTI igazgatója, az Építési Minisztérium, Hermann László min. tanácsos, a Nehézipari Minisztérium képviselőjében, Bálint Róbert az Alumíniumipari Igazgatóság h. vezetője, Kiss János a Vaskereskedelmi Központ vezérigazgatója, Faragó László, a W. M. Fémműveinek igazgatója, s úgy a fővárosból, mint vidékről számosan mások. A MÁV műszaki osztálya több mint 60 dolgozóval képviseltette magát.

A megnyitón Garb Béla, a Metalloglobus vezérigazgatója üdvözölte a megjelenteket, majd dr. Gillemot László, a Kossuth-díjas műegyetemi tanár, az Alumíniumkutató Intézet igazgatója nyitotta meg az előadássorozatot, amelyre még visszatérünk.

Előadást tartottak még: Becker Ervin, okl. kohómérnök, tagtársunk, a Könnyűfémipari Beruházási N. V. ügyvezetője, dr. Gedeon Tihamér egy. magántanár, tagtársunk, Sipos István, a KIOSZ orsz. elnöke, Köves Elemér, okl. kohómérnök és Kurovszky István bányamérnök tagtársaink, dr. Bácskay Gyula, szegedi egyetemi tanár, Hargittay Sándor, okl. gépészmérnök, Vajk Péter, okl. kohómérnök, Egyesületünk főtájkára, dr. Dobos György, okl. vegyész-mérnök, műegyetemi előadó, az Alumínium Iparigazgatóság osztályvezetője, lapunk szerkesztője, Arányi Árpád, a Metalloglobus üv. igazgatója, Garb Béla vezérigazgatóval együtt.

A Szabadegyetem bizonyítéka annak, hogy demokráciánk hazai fémünket, az alumíniumot nagymértékben karolja fel és az 5 éves tervben is komoly és jelentős helyet akar neki biztosítani. Az előadások célja egyébként a fém népszerűsítésén kívül, az egész ország alumínium népszerűsítő felelősek kiképzése is, ami nemcsak a 4 napig tartó elméleti tájékoztatással, hanem gyakorlati bemutatókkal is történt. Ezekon nemcsak az alumínium előállításával, hanem a feldolgozásával és kezelésével (illesztés, hegesztés, forgácsolás s egyéb munkálási módok) is megismerkedtek a Szabadegyetem résztvevői.

Az itt kiképzett felelősek most már az egész országban a feldolgozó iparosok rendelkezésére állanak a népszerűsítő és felvilágosító munkában.



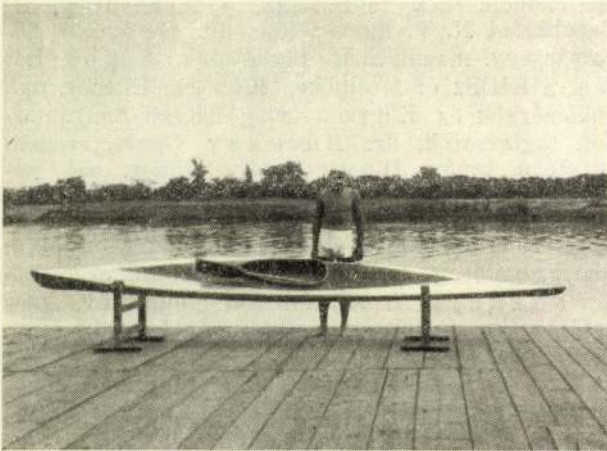
Metalloglobus Alumínium-brigád Szabad Egyeteme Ajkán, 1949 június 29-én. Az előadók egy csoportja. Balról-jobbra: Arányi Árpád, Kiss János, dr. Dobos György, Vajk Péter, Becker Ervin, dr. Bácskai Gyula, dr. Gillemot László, Déri Sándor és Garb Béla.



**Alumínium-kajak.** A „Magyar Ezüst” napról-napra terjed és a legújabb időben több gyár kísérletezett azzal, hogy hazánk a kiváló nyersanyagából alumínium vizijárműveket készítsen.

Az alábbiakban bemutatjuk az egyik legjobban sikerült magyar alumínium-kajak típust.

A kajakot Nagy Géza karosszériagyár készítette, ami ennek az üzemnek nagyon jól fekiadt is, mert a karosszéria-domborításban szerzett tapasztalatait a kajak építésénél kiválóan hasznosíthatta. Az építésnél egy egészen érdekes újítást alkalmazott, éspedig az önhordó héjszerkezetet, miáltal a kajaknak súlyát sikerült lényegesen csökkenteni és a szilárdságát is bizonyos mértékben emelni. A kivitelezés módja szabadalomra már be van jelentve.



Alumínium-kajak Arányi többszörös bajnokkal

A közölt kép mutatja a kajak rendkívül finom, szemnek tetsző vonalait és bizonyára minden vízisportoló szívesen fogja használni.

A kajak méreteiben egyezik a magyar „Vöcsök” egyes portyakajakkal. Hossza: 5.10 m, szélessége: 0.56 m, súlya: teljes felszereléssel 16 kg. — Vonalaiiban azonban lényegesen eltér a „Vöcsök”-től és az általános vélemény szerint annál sokkal szebb és jobb, valamint könnyebb is.

Az Országos Magyar Kajak Szövetség vezetésével kísérletek folynak a csepeli Dunaágban, melyek kitűnő eredménnyel végződtek.

A kajakot egyik N. V. fogja gyártani, a tömegsport érdekében rendkívül előnyös áron.

A kajakok iránt máris nagy érdeklődés nyilvánul meg külföld részéről és előreláthatólag szép és kielégítő exportra számíthatunk.

Az alumíniumipar nagy figyelemmel kíséri a további hajóépítéseket és a közeljövőben újabb típusokat is be fog tudni mutatni.

Az alumínium különösen 20 tonnáig előnyös építési anyag, úgy a fával, mint a vassal szemben bizonyos mértékben előnyben is van. — A vizen kitűnő hővezetése folytán nem melegszik fel és a nyári melegben hidegebb, mint bármely fa-, vagy vashajó. Korrodálóságát megfelelő bevonattal sikerült csökkenteni.

## Lapszemle

**Görögország bauxitelfordulásai.** Görögországban nagy kiterjedésű, jómínőségű bauxitelfordulások vannak. A háború előtt több helyen rendszeresen termeltek bauxitot és az évi termelés csaknem elérte a 200.000 tonnát. A háború alatt és a háború után a bauxittermelés csaknem teljesen megszűnt és a rendszeres bányászat mind a mai napig nem tudott kifejlődni. A legnagyobb bauxitbányák a Parnassos közelében vannak. Közvetlen a Parnassos környezetében Topolissa és Amphissa környékén, távolabb Distomo és Agoriani mellett, továbbá Grikelos közelében vannak. Atticában Mandra és Megalopefco közelében bányásztak bauxitot. Jelentős a Naxos szigetétől délkeletre lévő Amorgos szigeten előforduló bauxit, melyet Caniani közelében bányásztak. 1938. évben a görög bauxittermelés az alábbiak szerint alakult:

Topolissa ... ..	56.563 tonna
Amphissa ... ..	35.397 „
Crikelos ... ..	28.000 „
Caniani ... ..	37.989 „
Megalopefco ... ..	21.937 „
Összesen	179.886 tonna.

(Engineering and Mining Journal 1949. Vol. No. 1.) — Bo —

## Könyvismertetés

**Dr. Plank—dr. Mázor: A fémelemzés módszerei.** A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása, 1949.

A közelmúltban jelent meg e könyv, amely 172 oldalon tárgyalja a legjobban bevált fémelemzési módszereket. Beosztása szerint a fémek meghatározásait külön-külön ismerteti és kitér az egyes ötvözetekben tárgyalt fém legalkalmasabb és legmegfelelőbb, illetve leggyosabb meghatározási módszerére.

Különösen korszerű megállapítása a két szerzőnek, hogy a közölt elemzési eljárások közül mindig azt választhatja ki az elemző vegyész, amely a legrövidebb idő alatt, a legpontosabb eredményt adja, emellett nem tévesztve szem elől a gazdaságosság elvét sem. Ez utóbbinak azonban nem szabad vezető szempontnak lennie. A hajsolt üzemi elemzéseknél olykor olyan módszerrövidítésre kaphatja el magát az elemző vegyész, aminek a pontosság látja kárát.

Ezek az elvek vonulnak végig a könyv egész menetén, és örömmel kell megállapítanunk, hogy a leírt elemzési módszerek mind kipróbált és jól megfontolt, korszerű módszerek, amellyel pontos eredmények érhetők el.

A könyv részletesen tárgyalja a mintavételt, a minta előkészítését. Ez általában az eddigi könyvekből hiányzott, vagy csak röviden volt ismertetve. A laboratóriumokban használatos szitasorozat ismertetésénél azonban sajnálatos módon, figyelmen kívül hagyja a magyar szita-szabványt (MOSz 695). — pedig ez már 6—7 éve használatos — és a DIN-szabványt közli.

Az egyes fémek: vas, acél, nemvasfémek, fehér fémötvözetek mintázását is különös gonddal ismertetik. Az alumínium mintázását nagy részletességgel tárgyalják és ábrát is közölnek a fúrás mintavétel kivitelének tökéletesebb ismertetésére.



Az egyes fémionok meghatározását a 32. oldalon kezdik tárgyalni az ezüsttel és a kőnyv továbbí folyamán a minőségi elemzési módszerekben ismert leválasztási sorozatok szerint csoportosítják a fémeket.

Tekintve, hogy a kőnyv fémkohók és fémfeldolgozó üzemek laboratóriumai számára készült, az olyan fémek meghatározását, amelyek ilyen üzemek gyakorlatában nem fordulnak elő, nem is tárgyalják. Így hiányzik a kőnyvből a kálium-nátrium meghatározása, úgyszintén a kalcium és még néhány egyszerűbb fém is. A kőnyvet szervesen kiegészíti az oxigén és nitrogén meghatározási módszere.

Az alumíniumipart különösen a kőnyvnek alumínium fejezete, valamint az alumínium ötvözőanyagai, a szilícium, vas, réz, magnézium, cink stb. meghatározása érdekli. Általában nagyon részletesen megtalálhatjuk benne ezeket a meghatározásokat és a körülményeknek megfelelően az egyes fejezetekből pontosan összeállíthatjuk azt az elemzési módszert, melyet adott esetben követnünk kell. Talán egyedül a 71. oldalon a „Bureau of Standards“ eljárásának ismertetése kissé hiányos, amennyiben nincs kellőképpen kidomborítva, hogy a fémekben milyen módon lehet az alumíniumoxid-tartalmat a fémforgácsnak hígított kénsavban való oldása után, nátriumhidrogénkarbonátos közömbösítéssel, majd a csapadéknak hígított sósavban történő ismételt oldása után a szűrőpapíron meghatározni.

Mindent egybevetve, a kőnyv nagyon értékes hézagpótló mű és az alumíniumipar laboratóriumai nagyon sok részletesen leírt, új eljárást találnak benne.

Dr. GT.

#### HIBAIGAZÍTÁS.

Lapunk 6. számában Lányi Béla cikkében a 2. hasáb utolsó sorában „Gázvédővel“ helyett „Gázégővel“-t kell érteni.

Szerk.

#### FELHÍVÁS!

Felhívjuk t. Olvasóink figyelmét, hogy a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének most megnyílt Műszaki Könyvesboltjában, (Budapest, V., Szalay-u. 4.) a Szovjetunióból számos értékes műszaki kőnyv érkezett, amelyek közül az alábbi jegyzékben az iparunkat közelebbről érdeklő műveket soroljuk föl.

A kőnyvek az MTESz fennebb említett kőnyvkereskedésében rendelhetők meg.

**BARTASEV:**

A műszaki variáns kiválasztása.

**RASZTROGUJEV:**

Könyvelési elszámolás és kalkuláció.

**GLIKMANN:**

Gyártás szervezése a kohászatban.

**DUBINSZKIJ:**

Az ipari üzemek szállítási műveletei.

**ZSEBRAK:**

Kalkuláció normás rendszerének alapjai.

**ALEXANDROV:**

A munka szocialista fegyelme.

**RIKOV:**

A felszerelések tipizálása és a normák számítása.

**PRIJMAK:**

Műszaki normakészítés a kohászatban. Szociálgazdasági kézikönyv.

**WEIZMANN:**

Az ipari vállalatok gazdasági tevékenységének analízise.

**KAMALOV:**

Az önköltségsökkentés útjai.

**MESALKIN:**

A fő berendezési tárgyak generáljavításának finanszírozása.

**SZABINSZKIJ:**

Az ipari statisztikai tanfolyam.

**TURECKIJ:**

Iparon belüli tőkehalmozás a Szovjetunióban.

**GOSZTYEV:**

Technikai ellenőrzés és harc a selejt ellen.

**ROMANOV:**

Szerszámgépszerelő sztahanovisták.

**ANYIKIN:**

M. Zarodin esztergályos munkamódszerei

**BJELOUSZOV:**

A műszaki ellenőrzés szervezete.

**BARRETT:**

Fémek szerkezete (struktúrája.)

**IVANCOV:**

Fémek hőkezelése.

**SZMIRJAGIN:**

Önbronok, csapágyfémek, forrasztófémek és ezek pótanyagai.

Termikai megmunkálás.

**NEKRASZOVSKIJ:**

Bányászat.

**RUSZINOV:**

Bányefeltárási munkálatok.

**CULUKIDZE:**

A lelőhelyek földalatti feldolgozásának módszerei.

**TRUZSKOV:**

Az érclelőhelyek feltárása. II.

**LURJE:**

Elektromos mérések erősáramú hálózatokban.

**ZALESZKIJ:**

Az elektromosenergia átadása.

**CSEVONENKISZ:**

Egyenáramú energiaátadás.

**MAJKOV:**

Alumíniumhulladékok.

**BELJAJEV:**

Fiziko-kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének.

**MIHEJEZVA:**

A nagyszilárdságú AlMg és AlZn ötvözetek vegyi tulajdonságai.

**EFROSZ:**

Folyékony tüzelőanyagú ipari kemencék átalakítása szilárd és gáznemű tüzelőanyagra.

**KLINCSEVSKIJ:**

Hőkezelő kemencék.

**SZTAROBUDOV:**

A termikus üzemek felszerelése.

**POSTENKO:**

Elektromagnetikus folyamatok a nagyteljesítményű egyenirányítós berendezésű rendszerekben.

**BUT, MARTVEJEV:**

A szilikátok technológiájának általános ismertetése.



**TAGJAINKHOZ!**

Az utóbbi időben gyakran előfordult, hogy tagjaink tévesen címezték egyesületünk részére szánt küldeményeiket. Felhívjuk szíves figyelmüket arra, hogy egyesületünk címe:

Budapest, IX., Lónyai-u. 41.

Csekkszámunk:

74.607, Országos Takarékpénztár 7. számú fiókja, Kálvin-tér.

A Tudományos Folyóiratkiadó N. V. által közzétett csekkszámra, csak azon olvasóink küldjék be előfizetési díjaikat, akik nem tagjai egyesületünknek.

E helyen hívjuk fel tagjaink figyelmét arra is, hogy szeptembertől kezdve minden hónap második péntekén 1/2 órákor ismét választmányi ülést tartunk, amelyen tanácskozási joggal minden tagtársunk résztvehet.

*Titkárság.*

**PÁLYÁZATI FELHÍVÁS**

Újítómozgalmunk nemzetgazdasági jelentősége lényegesen emelkedne, ha újítóink elsősorban azoknak a feladatoknak a megoldására fordítanák a figyelmüket, amelyeknek különös jelentőségük van hároméves tervünk végrehajtása és ötéves tervünk előkészítése szempontjából. Ezért a Találmányi Hivatal az illetékes minisztériumok és szakemberek bevonásával összeállította azoknak a feladatoknak a sorozatát, amelyek megoldásához leginkább szükség lenne újítóink munkájára, leleményességére és kezdeményezésére. Ezek jelenleg szűk keresztmetszetei egyes termelési ágainknak.

**Mindenki, aki e feladatok megoldásához hozzá tud járulni, készítse elő javaslatát.**

Szervezzenek kollektív brigádokat, amelyek az elméleti képzettség és gyakorlati tapasztalat egyesítésével, a műhely és laboratóriumban rendelkezésre álló eszközök segítségével, könnyebbé és gyorsabbá tehetik e feladatok megoldását

**Valamennyi iparágon belül megoldandó problémák:**

1. Az energia gazdaságosabb felhasználása. (Fűtőanyag, villamosság, gőz, melegvíz, levegő, gázok stb.)
2. A belső anyagmozgatás. (Nyersanyagtartálékolás, félkészárutárolás, üzemen belüli szállítás stb.)
3. Külföldi vagy drága nyersanyagok és termékek helyettesítése hazai eredetű, vagy olcsóbb termékekkel, vagy anyagokkal.
4. Hulladékanyagok felhasználása.

Az alábbiakban csak a bányászat és kohászat tárgykörét soroljuk fel, az ipar összes megjelölt problémáit az Újítók Lapja júliusi száma tartalmazza.

**Kohászat, öntöde.**

1. Gázos üzemek légtisztítása.
2. Gépi formázásra alkalmas öntvény alakítása.
3. Naturba való (magnélküli) formázásra való öntvény kialakítása.
4. Öntödei homok előkészítése.

5. Egységes minőségi ellenőrzési rendszer kidolgozása az öntödében.
6. Elosztófej wolfram szikramegcszakító helyett hazai fém.

**Melegmegmunkálás, húzás, hengerlés.**

1. Vörösrézhuval szakítószilárdságának emelése.
2. Öntvények helyettesítése hegesztéssel.
3. Öntvények helyettesítése sajtolással.

**Nyersanyaggyártás.**

1. Az alumínium fokozott alkalmazása réz helyett.
2. Cupal lemez előállítás.
3. Az alumíniumbronz alkalmazása.
4. Bórszegény zománc gyártása hazai nyersanyaggal.
5. Fémek foltonkinti színezése.
6. Beton alkalmazása öntöttvas helyett, alumínium alkalmazása vas helyett.
7. Golyócsapágyak helyettesítése.

**Kinyerés.**

1. Fejtelési gépek emelése, fejtő-, réselő- és rakodógépek.
2. Légkalapáccsal azonos teljesítményű elektromos ütő- és fejtőkalapács szerkesztése.
3. Frontfejtés bevezetése már meglévő fejtésekben.
4. Frontfejtési munkák szétválasztása egyéb munkáktól, ácsolás, stb. az improduktív idők megszüntetése ikerfront fejtésnél.
5. Gravitációs lejtők és esúzdák alkalmazása és bevezetése, bányabeli szállítás olcsóbbá tétele.

**Külszín.**

1. Külszíni szállítás gépesítése.
2. Külszíni tárolás és osztályozás gazdaságos megoldása.
3. A ki- és berakodás gépesítése.
4. Nagyteljesítményű osztályozók szerkesztése.
5. A feltárómunkák idejének gyorsítása.

A fennebbi témaköröket illető szabadalmi leírások az újító rendelkezésére állanak az Országos Találmányi Hivatal könyvtárában, amelynek hivatalos órái minden nap reggel 9-től este 9 óráig, vasárnap reggel 10-1 óráig. Vagyis minden kutató számára lehetőség van a témakörben megjelent legújabb találmányok ismeretében újító javaslatát megtenni.

A Találmányi Hivatalnak az a célja, hogy az első eredményeket már az újító kongresszus szakkonferenciáján meg lehessen beszélni.

A legjobb javaslatokat a Találmányi Hivatal az újítási díjazáson felül pályadíjakban fogja részesíteni, 1000—5000 Ft-ig terjedő összegben.

A pályázaton azok a javaslatok vesznek részt, amelyeket 1949. augusztus 30-ig küldenek be a Találmányi Hivatalhoz.

**ALUMINIUM**



*Megalakult a*

**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NV.**

*kiadásában jelennek meg a műszaki, természettudományi, orvostudományi  
társadalomtudományi folyóiratok*

\*  
**Előfizetési megrendeléseket**

**Budapest,**

**V., Szalay-u. 4. címre.**

**Előfizetési díjakat pedig**

**a Magyar Nemzeti Bank 936.515**

**számú egyszámlánkra**

**kérjük beküldeni.**

\*  
**Telefon: 122-299, 310-135, 125-288, 128-986**

**Bamert**

NYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI

ÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON: 292-855, 292-854

**Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kántelenítő berendezéseket**

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia  
stb. tüzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

**Koller Károly**

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177



# »PAX«

**kézi tűzoltókészülékek**  
kizárólagos forgalombahozója

Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe  
Budapest, VII., Csányi-utca 9.  
Telefonszám: 224-830, 224-839

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.  
TELEFON: 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cikkeket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

## APOR LEÓ

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT  
Budapest, V., Kresz Géza-utca 45  
Telefon: 201-046

Képviseletek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos szűrőberendezések (elektrofilterek)  
Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázegő.

**EREDETI BURG MANN**  
tömítések egydárusítása

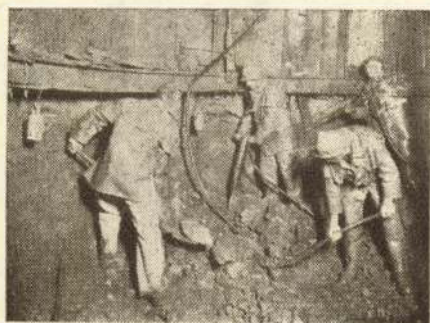
## THERMIT

### CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SANDORNE  
fémhőfém öntődeje  
Budapest, V., Zoltán-u. 10.  
Telefonszám: 121-328

## HENRICH FRÖLICH ÉS KLÜPFEL



ÁLLAMI ELLENŐRZÉS ALATT

MAGYAR-OROSZ AKNAMÉLYÍTŐ ÉS Bányászati Mélyépítő Vállalat  
KÖZP.: BUDAPEST, V., KOSSUTH LAJOS-TÉR 15. IV. — TELEFON: 180-625

Aknamélyítések, üzemben lévő aknák átépítése, bővítése és továbbmélyítése, az aknaszállítás korlátozása nélkül.

Aknamélyítések: különleges eljárásokkal (cementállással, kövesítéssel, fagyasztással, süllyesztéssel és légnyomásos eljárással) a legkedvezőtlenebb rétegekben is.

Aknák falazása: téglá-, betonidomkő-falazattal, beton-vasbetonnal, tűbbingekkel, cuvelageval és vízzáró téglafalazattal.

Aknarakodók és földalatti gépterek, szompvágatok létesítése, Altárók és alagutak hajtása, kiépítése, bővítése és átfalazása az üzem és a szállítás korlátozása nélkül.

Különleges földalatti terek kiképzése, vízalatti alagutak.

Az elmúlt 28 év alatti munkateljesítmény: aknamélyítésekben 7.350 fm, földalatti terek kiképzésében 943.000 m<sup>3</sup>



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

## Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

8. szám.

## Ultrasonikus rezgések felhasználása a fémiparban

DR KONCZ ISTVÁN

Иштван Конц:

Использование сверхзвуковых колебаний в металлообрабатывающей промышленности.

Zusammenfassung.

II. rész.

## II. A piezoelektromos gerjesztés.

Egyes kristályoknak azt a tulajdonságát, hogy egy bizonyos tengely vagy tengelyek irányában rájuk gyakorolt nyomás illetve húzás esetén a felületükön elektromos töltések keletkeznek: nevezük piezoelektromos effektusnak. A jelenség felfedezése 1880-ba nyúlik vissza és a Curie testvérek nevéhez fűződik. Már az első kísérleteknél felismerték, hogy a fellépő töltések a kifejtett erővel arányosak. Ez a jelenség több kristálnál lép fel, ilyenek pl. a kvarc, turmalin, cinkszulfid, borkósav, Seignette-só stb. Újabban felismert és valószínűleg nagyjelentőségű lesz a különböző bariumtitanátoknál fellépő effektus. Minden piezoelektromosságot mutató kristályra jellemző, hogy legalább egy úgynevezett poláros tengelye van. Az effektus megismerése után Lippmann elméleti alapon megállapította a jelenség megfordíthatóságát, amit nemsokára a Curie testvéreknek kísérletileg bebizonyítani is sikerült. A fordított piezoelektromos effektus alatt azt értjük, hogy az előbbieknél megfelelően elektromos erőterbe helyezett kristály vastagságában megváltozik, tágul, ill. összehúzódik az alkalmazott előtér irányára szerint.

Gyakorlatilag legnagyobb jelentőségű a kvarc-kristály piezoelektromos tulajdonsága. Nagyobb

hangteljesítmények előállítására használt kristályok metszési módját a 6. ábra mutatja. Az ábrán jelzett tengelyirányításnak megfelelően az így kivágott kvarckristály a következő viselkedést fogja tanúsítani:

1. Az X tengely irányában történő nyomás az erre a tengelyre merőleges  $bl$  felületet pozitív, illetve negatív töltésre tölti fel.

2. Az Y tengely irányában gyakorolt húzás ugyanezeket a felületeket ugyanilyen előjelűvé tölti fel.

3. A Z tengely irányában gyakorolt erő nem eredményez piezoelektromos jelenséget.

Az erőhatás előjelének megváltoztatása a töltés előjelét is megváltoztatja. Az adott erőhatásnál felszabaduló elektromosság-mennyiséget Voigt szerint a következőképpen számíthatjuk:

Az elektromos X tengely irányában gyakorolt nyomás által felszabaduló töltésmennyiség:

$$q = d_{11}P, \quad 11.$$

ahol  $d_{11}$  az ebben az irányban érvényes, úgynevezett piezoelektromos modulus, melynek értéke  $-6.36 \times 10^{-8} \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \text{ g}^{\frac{1}{2}} \text{ sec}$ , tehát 1 kg nyomásnál 0.064 elektrosztatikus egység szabadul fel. Oly elektrométert feltételezve, melynek kapacitása a kvarccal együtt összesen 10 cm; a műszer által mutatott feszültség

$$V = \frac{q}{c} = 6.36 \times 10^{-3}$$

elektrosztatikus egység, vagy 1.9 V.

Reciprok piezoelektromos hatás esetén a számítás ugyanígy alakul:

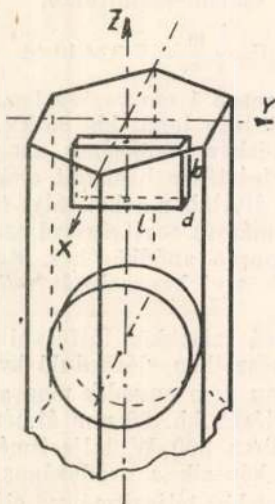
$$\delta = d_{11}U, \quad 12,$$

ahol  $\delta$  a nyúlás, illetve összehúzódás értéke,

$d_{11}$  a piezoelektromos modulus, mint fent és  $U$  az alkalmazott feszültség.

Például egy 3000 voltos feszültségkülönbség alkalmazása esetén az X tengely irányában mért változás  $6.36 \times 10^{-7}$  cm lesz. Az elérhető méretváltozások tehát igen kicsinyek. Amint a Ny Tsi Ze vizsgálatai kimutatták, fenti egyenletek csak első közelítésben érvényesek. Körülbelül 25 kV feszültségnél a számított érték megközelítőleg 35%-kal nagyobb, mint a tényleges.

A kvarcnál észlelhető piezoelektromos effektus 576 C°-nál megszűnik, mert a kvarc itt egy más kristálmódosulatba (trigonálisból hexagonálisba) megy át, mely ezt a jelenséget már nem mutatja. Lehűlés után a jelenség újra észlelhető. Ezért nem lehet rezgő kvarckristályokat közvetlenül rezgésgerjesztésre felhasználni olyan esetben, amikor a folyadék hőmérséklete magas.



6. ábra.



Némely esetben az ugyancsak trigonális kristályrendszerhez tartozó turmalin is használható e célra. Az elektromos viszonyok ennél egyszerűbbek, mert a kristálynak csak egyetlen poláris tengelye van, amely összeesik a turmalin optikai tengelyével. Az ebben az irányban érvényes piezoelektromos modulus értéke  $5.78 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-\frac{1}{2}} \text{ sec}$ . Mindkét kristálynál sokkal nagyobb piezoelektromos modulus van a Seignette-sónak, azonban kis szilárdsága miatt nem alkalmazzák. Adott felületről Seignette-só esetén a kvarccal elérhető hangteljesítménynek csak kb. 1%-a sugároztható el.

Ha valamely kvarckristályt váltakozó elektromos erőter hatásának teszünk ki, akkor az periodikusan fog összehúzódni, illetve tágulni. A kvarckristály tehát az elektromos tér változásának megfelelően rugalmas rezgéseket fog végezni. Amennyiben a gerjesztő villamos mező rezgésszáma a kristály mechanikai önrezgésszámával azonos lesz, a kristály rezonanciában lesz az öt gerjesztő feszültséggel. Ebben az esetben a kristály rezgéseinek amplitúdója maximális értéket ér el. Először Cady állított elő ilyen rezgéseket és adta meg azokat a kapcsolásokat, amelyekkel ezek gerjeszthetők.

Valamely végtelen kiterjedésű harántrezgéseket végző rugalmas lemez önrezgésszámát a következő képlet adja:

$$N_d = \frac{1}{2d} \sqrt{\frac{c_{11}}{\rho}} \text{ Hz} \quad 13.$$

ahol  $d$  a lemez vastagsága cm-ben,

$\rho$  a sűrűség  $\text{g/cm}^3$ -ben és

$c_{11}$  a rezgésre jellemző rugalmassági állandó  $\text{dyn/cm}^2$ -ben. (Kvarckristálynál  $c_{11} = 85.46 \times 10^{10} \text{ dyn/cm}^2$ ,  $\rho = 2.65 \text{ g/cm}^3$ ). Ezeket behelyettesítve következik, hogy

$$N_d = \frac{284,000}{d} \text{ Hz} \quad 14.$$

Hund kísérletei alapján ezt a képletet a következőképpen adja meg:

$$N_d = \frac{287 \pm 5}{d} \text{ kHz} \quad 15.$$

Az egyéb irányban gerjesztett rezgésekre hasonló képletek ismeretesek, de ezek az ultrasonikus technikában kevésbé jelentősek, egyébként az erre vonatkozó szakirodalomban megtalálhatók.

A kristály rezgésének legnagyobb amplitúdóját a kristály mechanikai szilárdsága határozza meg, az anyag szilárdságán túl történő igénybevételnél a kristálylemez elreped. Az elérhető legnagyobb amplitúdó egyúttal a lemez felületéről lesugározható legnagyobb teljesítményt is meghatározza.

Kristályos kvarcnál az elektromos tengely irányában a nyomószilárdság  $160 \text{ kg/mm}^2$ , a szakítószilárdság  $13 \text{ kg/mm}^2$ . Ennek megfelelően egy túlterhelt kristály a kisebb szilárdsági állapotban történő igénybevételnél, tehát a tágulási periódusban, fog törni. A legnagyobb megengedhető nyúlás tehát

$$\delta_{\max} = 13 \frac{d}{E}, \quad 16.$$

ahol  $E$  az  $X$  tengely irányában mért rugalmassági modulus, kvarcnál  $8700 \text{ kg/mm}^2$ . A szokásos tízszeres biztonsággal számolva egy kristály megengedhető legnagyobb rezgésamplitúdója

$$\delta_{\max} = 1.5 \times 10^{-4} d. \quad 17.$$

Ez gyakorlatilag egy 1 cm vastag lemeznél

$$A = \frac{\delta_{\max}}{2} = 7.5 \times 10^{-6}$$

cm-t tesz ki.

Statikus terhelésnél, vagy távol a rezonanciától, az elektromos erőter által létrehozott méretváltozás a 12. képlet szerint

$$\delta = d_{11} U.$$

Rezonancia esetén azonban az elért rezgésamplitúdó a statikus érték többszöröse, értéke mindkét oldali szabad lesugárzás esetén

$$A_{\text{res}} = \frac{2m}{(2k-1)\pi} A_{\text{stat.}} = \frac{m}{(2k-1)\pi} d_{11} U. \quad 18.$$

Fenti képletben  $m = \frac{\rho_1 v_1}{\rho_2 v_2}$ , ahol

1.  $\rho_1$  sűrűség,  $v_1$ ... hangsebesség a rezgő lemezben,

2.  $\rho_2$  sűrűség,  $v_2$ ... hangsebesség a körülvevő közegben,

$(2k-1)$  kifejezésben  $k=1, 2, 3$  esetén az alaphullámot, illetve az egyes páratlan számú felharmonikusok jelenti. Ha az  $U$  értéke voltban van megadva, úgy ez még 300-al osztandó.

Az  $\frac{A_{\text{res}}}{A_{\text{stat.}}}$  érték tehát a rezgésamplitúdó megnagyobbodását adja, rezonancia esetében, az alaphullámra vonatkoztatva ez tehát  $\frac{m}{\pi}$  értékkel egyenlő.

Ennek értéke levegőre kb.  $10^4$ , míg olajra 4, vízre 3. Ebből következik, hogy egy kristály szilárdságának veszélyeztetése nélkül levegőben csak igen kis teljesítményre terhelhető. Folyadék alatt rezgő kristályoknál az elérhető teljesítmény ténylegesen kisebb lesz, mint fentiek alapján várható, mert a nagy felületi munkateljesítmény miatt nagyfokú felmelegedés lép fel. Ezért ezeknél a kristályoknál a folyadékfürdő intenzív hűtése szükséges.

Gyakorlatilag egy kb.  $25 \text{ cm}^2$  felületű lemez levegőn kb. 1 watt teljesítményig, ugyanez olajban tartósan 150–200 wattig is terhelhető. Erre vonatkozólag az egyes szerzők véleménye eléggé eltérő, mint csúcserőérték Wood és Loomis, valamint Oyama  $35 \text{ W/cm}^2$  ad meg, de általában nem szokás  $10 \text{ W/cm}^2$  fölé menni.

A gerjesztéshez szükséges váltófeszültség az eddigi képletek szerint számítható,

$$d_{11} U_{\max} \frac{m}{\pi} = 7.5 \times 10^{-6} d. \quad 19.$$

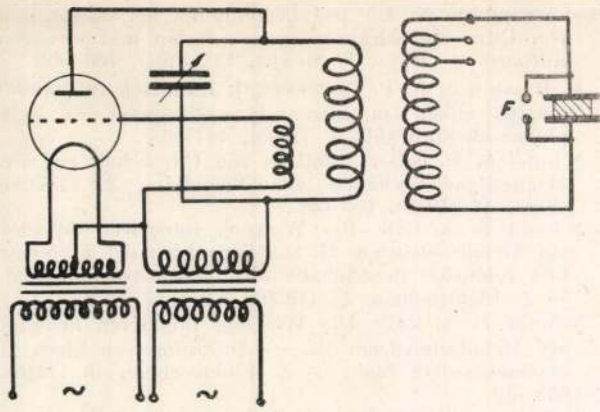
Olaj alatt rezgő 1 cm vastag lemeznél a szükséges váltófeszültség tehát kb. 85 kV.

A gerjesztéshez szükséges magasfeszültség, valamint a gerjesztésre használt elektroncső jobb illesztése miatt általában a kristályt transformátor (Tesla-transformátor) segítségével csatolják a rezgékeltető elektroncső anódköréhez. Egy ilyen gerjesztőberendezés elvi kapcsolását a 7. ábra szemlélteti.

Az F jelzésű szikraköz túlfeszültségvédelemre szolgál. A természetben előforduló kvarckristályok méretei általában nem engedik meg a teljesítmény tetszőleges emelését, kb. 80 mm átmérőjű lemezek, melyeket általában 300 W teljesítményig szoktak igénybe venni, képezik a gazdaságos határt.

Ennél nagyobb teljesítmény elérésére több rezgőegységet kell párhuzamosan kapcsolni. Ennek





7. ábra.

egyik kivitelj módja a Langevin által megadott megoldás, ahol a kvarclemezek két párhuzamos, síkra köszörült acéllemez közzé vannak ragasztva. Ez azért lehetséges, mert a kvarc és acél közelítőleg egyforma sebességgel vezetik a hangot és így az egész rendszer mint egy egységes lemez rezeg. Szokoloff vizsgálatai szerint azonban a felület nem egyformán vesz részt a rezgési folyamatban, hanem a felület egyes helyei egyenlőtlen amplitúdóval rezegnek. Ez természetesen egyenlőtlen le-sugárzást ad és zavaró mellékfrekvenciákat eredményez.

**A rezgések átvitele az alkalmazási helyre.**

Amint a kvarckristálnál láttuk, ennek piezoelektromos sajátosságai 576 C°-nál megszűnnek. A helyi túlmelegedés elkerülése végett ajánlatos a rezgő kvarc hőmérsékletét ennél sokkal alacsonyabban (legfeljebb kb. 60°-os fürdőben) tartani. A magnetostrikiós effektus ugyancsak megszűnik a Curie-pont fölött. Ezért közvetlenül egyik sem alkalmas arra, hogy olvadt fémfürdőkkel érintkezésbe kerüljön.

Magnetostrikiós gerjesztésnél a feladat aránylag könnyebb, mert a fémes rezgőlemez jó hővezető és kellőképp hűtött fémes kapcsolaton át közvetlenül a fémes olvasztótégelyig lehet vezetni. Erre példa a 3. ábrán közölt elrendezés. Nagy hibája, hogy az olvasztótégelynek szükségszerűen fémből kell készülnie, mert kerámiái téglék oly nagymértékben csillapítják a rezgést, hogy a bevezetett energia legnagyobbbrészt ott elvész. Kis csillapító tényezőjű, tömörre égetett téglék viszont a fellépő mechanikai igénybevételt nem bírják el.

Gyakorlati megoldásként használható az akár magnetostrikiós úton, akár piezoelektromosan előállított rezgések továbbvezetésére ömlesztett kvarcrúd, amelynek szabad vége közvetlenül az ömledékbe merülhet. Ilyen kivitelű, bemártó rendszerű átvivőelemet a brémai Atlas-gyár hozott forgalomba.

Az egyik újabb eljárásnál (Esmant, Rummel és Beutler) úgy kísérlik meg ennek a nehézségnek a megoldását, hogy a rezgést közvetlenül az ömledékben állítják elő. Erre a célra egy nagyfrekvenciás olvasztótétkercs mágneses mezejére egy megfelelő egyenáramú mágneses teret szuperponálnak. Ezáltal a fürdőben elektrodinamikusan erők lépnek fel, melyek az ömledékben igen erős rezgéseket keltenek és az ömledék teljes gáztalanításához vezetnek.

**IV. Az ultraszonikus kezelés hatása.**

Ömledékek kezelésénél ugyanúgy mint az anyagvizsgálatnál, az első alapvető eredmények Szokoloff nevéhez fűződnek. Kísérleteinél alumínium-, horgany és ón-olvadékokat kezelt amelyeknél olvadáspontcsökkenést és gyorsabb megszilárdulást tapasztalt. Munkássága alapján Schmid és Ehret az antimon, kadmium, duralumin és silumin viselkedését vizsgálták, ahol szemcsefinomodást tapasztaltak, antimonnál pedig a ridegsége csökkent. Schmid és Roll ugyancsak szemcsefinomodást észleltek Wood-fémmel végzett kísérleteiknél. Elgondolásuk szerint a szemcsefinomodás oka nem a rezgés okozta keverés, hanem az, hogy a kiváló kristallitok és az ömledék közötti súrlódás miatt a képződő kristályocskák széttöredeznek, elmorzsolódnak.

Valamely hengeralakúra képzelt kristályelem és a körülvevő folyadék közt fellépő súrlódási erő a Stokes—Ossen-féle képlet szerint számítható. Schmid és Roll szerint 10 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű ömledékben a következő értékek adódnak egy 0.1 cm hosszú, 0.009 cm sugarú hengerkére.

Fre-quencia Hz	Rezgés amplitúdó μ	Sebesség amplitúdó cm/sec	Max. sur-lódási erő yn	Tehet-lenségi erő dyn
50	200	6.3	0.03	0.006
9000	4.5	26	0.28	4.6
284000	0.051	9.1	0.06	51

A tehetetlenségi erők ezek szerint lényegesen nagyobbak, így feltételezhető, hogy a részecskék nyugalomban maradnak és a súrlódási erők teljes hatásukat kifejthetik.

Számításuk szerint egy ilyen pálcika eltörésére szükséges erő 0.05 dyn, nagyobb frekvenciánál tehát a súrlódási erők tényleg elegendők a szét-törésre. Az egymással nem keveredő folyadékok diszpergálásához hasonlóan ugyanez ömledékeknél is keresztül vihető. Így Masing és Ritzau finom el-oszlású ölmot tudtak alumíniumömledékbe bevinni.

Az ultrahangok nemcsak ömledékre, de a fé-mek szilárd fázisára is intenzív befolyással lehet-nek. Így Hollmann és Bauch kimutatták, hogy nik-kekrúdban ilyen hatásra az elemi mágnesek szer-kezeti fellazulása következik be, ami az átmágnesezés könnyebbségében nyilvánul meg. Schmid és Jetter kimutatták, hogy a lemágnesezést nagy intenzitású rezgések elősegítik.

Mason a nitrogén diffúzióját vizsgálta acélban és eredményei szerint ez ultraszonikus kezeléssel erősen meggyorsul.

Utóbbi időben nagy jelentőségű az ultrahan-gok felhasználása a felületi rétegek fellazítására. Az alumíniumnál ismert módon mindig jelentkező oxidhártya például, ami különleges segédesszközök nélkül a lágyforrasztást megakadályozza, megfelelő erősségű ultrahang alkalmazása esetén alapljáról leszakad és így a forrasztandó fémfelületet for-raszanyagának hozzáférhetővé teszi.

**IRODALOM.**

L. Bergmann: Der Ultraschall. VDI-Verlag Berlin, 1942.  
 A. Dognon Is E. és H. Bianchini: Ultra-sons et biologique  
 — Paris: Gauthier-Villars 1937.



- E. Heidemann: Neuere Ergebnisse der Ultraschallforschung — Chem. Weekblad Bd. 34 (1937), 390 old.
- H. E. Hollmann és W. Bauch: Der magnetische Barkhausen-Effekt bei Ultraschallbestrahlung. — Naturwiss. Bd. 23. (1935), 35 old.
- P. Langevin: Procédé et appareil d'émission et de réception des ondes élastiques sousmarines à l'aide des propriétés piézo-électriques du quartz. — Francia szab. 505703 (1918), 576281 (1924), 622035 (1926); Brit. szab. 145691 (1920).
- P. Langevin: Les ondes ultrasonores. — Rev. gén. Electr. 23 (1928), 626 old.
- L. Landau és E. Teller: Adalékok a hangabszorpció elméletéhez. — Zsurn. Phys. Szovjet 10 (1936), 34 old.
- E. Lübecke: Akustische Lotverfahren; Geräte und Erfahrungen. — Z. VDI Bd. 71 (1927), 1245 old.
- L. Mandelstam és M. Leontovic: Über die Ultraschallabsorption in Flüssigkeiten und einige damit zusammenhängende optische Fragen. — C. R. Moszkva 3. (1936), 111 old.
- A. Meissner: Über piezo-elektrische Kristalle bei Hochfrequenz. — Z. techn. Phys. 7 (1926), 585 old.

- Otpuscennikov, N. F.: Die Bestimmung der Absorption von Ultraschallschwingungen in festen und flüssigen Körpern. — Phys. Z. Sowjet. 12 (1937), 736 old.
- S. N. Rsevin és E. P. Osztrovskij: Emulziók és kolloidok előállítására ultrahang segítségével. — Acta physicochem. USSR. 1 (1935), 741 old.
- G. Schmid és U. Jetter: Einfluss von Ultraschall auf das magnetische Verhalten von Nickel. — Z. Elektrochem. 47 (1940), 155 old.
- G. Schmid és A. Roll: Die Wirkung intensiven Schalles auf Metallschmelzen. II. Die Bedeutung der Frequenz und Intensität des Schalls für die Kornverfeinerung. — Z. Elektrochem. 45 (1939), 769 old.
- G. Schmid és A. Roll: Die Wirkung intensiven Schalles auf Metallschmelzen. III. — Auflösung von Eisen in geschmolzenem Zink. — Z. Elektrochem. 46 (1940), 653 old.
- S. Szokoloff: Ultrasonikus rezgések és felhasználásuk. — Zsurn. Techn. Fiziki USSR. 2 (1935), 522 old.
- S. J. Szokoloff: Az ultrasonikus rezgések befolyása a kémiai reakciókra. — Zsurn. Techn. Fiziki USSR. 3 (1936), 176 old.
- L. M. Szolveva: Fémek diszperziója folyadékokban egy szupersonikus mezőben. — Kolloid Zsurn. USSR. 5 (1939), 289 old.

## Aluminium a hajóépítésben.

KUROVSKY ISTVÁN

A repülőgépgyártás — amelynél egyik legfontosabb szempont a súlymegtakarítás — az alumíniumot az érdeklődés homlokterébe állította. Egy évtizeddel előbb elképzelhetetlen volt, hogy az alumíniumtermelés ilyen rövid idő alatt a mai mértékre emelkedjen. A háborús szükséglet csak fokozta és a világtermelés jelenleg majdnem hatszorosa a háború előttinek.

A hadianyag-szükségletek csökkenésével a háború utáni időkben az alumínium iránti érdeklődés is csökkent és így egészen természetes, hogy az előállítók azon fáradoznak, hogy ennek a rémnek újabb felhasználási területeket keressenek és találjanak.

Minden szállítás költségvetésének egyik legjelentősebb tétele a holtteher szállítása. Érthető tehát, hogy a szállítóeszközök tervezésénél és gyártásánál kell elsősorban az alumínium kis fajsúlyából származó előnyöket felhasználni.

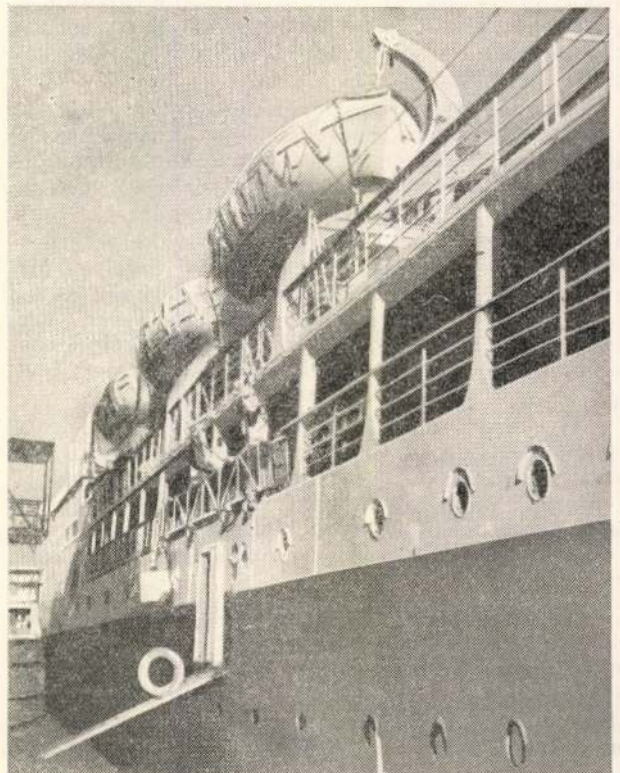
Vasutaknál, gépjárműveknél az alumínium alkalmazása igen gyorsan elterjedt. A hajóipar érdeklődését is már nagyon régen felkeltette és pl. a francia állam megrendelésére a Yarrow-cég már 1895-ben egy 18,3 m hosszú torpedócsónakot épített tisztán alumíniumból. Mivel azonban ez a torpedócsónak egy rézfenekű vitorláhajóhoz volt közvetlen kapcsolva; a torpedócsónak rövid idő után elkorrodált.

Természetes, hogy ez a balsiker az alumíniumnak a hajóépítésben való alkalmazását hosszú időre visszavetette és csak az újabb időkben — mikor az alumínium ötvöztetésének technikája elérte a korrozióknak is ellenálló ötvözetek tökéletes gyártását — vették újból megfontolás alá a hajóépítésben való alkalmazását.

A legutóbbi időkben Amerikában, Angliában, a Szovjetunióban, Norvégiában, Dániában, Svédországban, Franciaországban és Olaszországban számos hajót építettek az alumínium és ötvözeinek részben vagy egészben való felhasználásával. A már

többéves tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az alumínium alkalmazását a hajóiparban célszerűségi, gazdaságossági, építési és berendezési szempontok indokoltá teszik.

Az alumíniumnak különös jelentősége van hazánkban és ércének, a bauxitnak termelésével a világ termelésének jelentős %-át fedezi. Már csak



„El Manssour“ hajó fedélzetei és mentőcsónakjai Al-ötvözetből.



azért is szükséges, hogy hazai hajógyáraink figyelmét felhívjuk az alumínium és ötvözeteinek felhasználási lehetőségeire.

*Gyakran halljuk: az alumíniumot csak alarendelt felhasználási területeken lehet sikerrel alkalmazni. Nem ismerjük megmunkálási módjait, miképpen változnak mechanikai értékei a megmunkálás következtében, lehet-e peremezni, hajlítani, szegecselni, fúrni, gyalulni, hegeszteni, marni stb. és ha igen, akkor ezekben a megmunkálási módoknál mit kell elsősorban szem előtt tartaniok, mennyiben térnek el a folytacél megmunkálási módjaitól. Nincsenek tapasztalati és kísérleti eredmények, amire a a méreterést alapozni lehetne stb.*

Vizsgáljuk meg ezt a kérdést. Mint minden szerkesztési munkánál, itt is a leglényegesebb és legelső lépés az igénybevételeknek megfelelő anyag alkalmazása.

#### Az ötvözet kiválasztása.

A hajóépítő anyagnál legfontosabb szempont a korrózióval szemben való ellenállás. Emellett azonban meglehetősen magas szilárdságú és nyúlású kell hogy legyen. Az al-ötvözetek között sok magasszilárdságú van, kérdés azonban, hogy ezek közül, melyik áll legjobban ellen a korrózióknak.

Erre vonatkozólag Tronstad végzett kutatásokat;  $100 \times 100 \times 1.5$  mm-es méreű lemezeket mártott 40–60 mm távolságban 3% NaCl + 1% HCl oldatba 14 napon át, napi 12 órán keresztül szobahőmérsékleten. A kísérlet után a könnyűfémek rugalmassági határa állandó maradt, a folytacélé 30%-kal csökkent. A kísérlet eredményeit a következő táblázat mutatja:

I. táblázat. Lemezek korróziós vesztesége.

Anyag	$\delta_{10}$	$\sigma_B$	Összetétel	Súlyvesztés gr/dm <sup>2</sup>
Polytacél	40	24		1.83
Folytacél 15%-os H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -ben pácolva				1.64
Folytacél homok- fűvással tisztítva				1.58
Alumínium	8	28	99.5 lágy	0.07
	14	6	99.5 kemény	0.07
Al-Cu-Mg	48	13	Cu=4%; Mg=0.5%; Mn=0.5%	0.2
Al-Mg-Mn	18	14	Mn=1.25%; Mg=1.0%	0.05
Al-Mn	10	12	Mn=1.25%	0.06

Mint a táblázatból láthatjuk a duralumin jellegű (Al-Cu-Mg) ötvözetek korrózióval szemben nem nagyon ellenállóak, ezért a hajóépítésben nem igen használják. Amerikai hajógyárakban olyan helyeken, ahol feltétlenül szükséges a magas szilárdság, illetőleg, ahol valamilyen oknál fogva a keresztmetszetet nem lehet növelni — az úgynevezett „Alclad” ötvözetet használják, amely egy mindkét oldalon szinalumíniummal lemezelt (plattírozott) 4.4% Cu, 0.4% Mg, 0.8% Mn, 0.8% Si tartalmú anyag. Ezen anyag kombinálja a Cu tar-

talmú ötvözet magas mechanikai értékeit ( $\sigma_{sz} = 49$  kg/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_f = 42$  kg/mm<sup>2</sup>  $\delta = 13\%$   $H_B = 135$ ) nagyobb korrózióállóságával.

Ahogy később látni fogjuk, újabb kísérletek és tapasztalati adatok azt bizonyítják, hogy ennek a fémnek a használatát el lehet kerülni, mert az Al-Mg és az Al-Mg-Mn ötvözetcsoportok minden tekintetben kielégítő eredményeket adnak.

Válasszuk tehát a két utóbbi ötvözet-csoportból a magyar szabvány szerinti Al-Mg 3, az Al-Mg 5, és az Al-Mg-Mn ötvözeteket és vizsgáljuk meg, miképpen viselkednek ezek a különböző megmunkálási eljárásokkal szemben. Erre vonatkozó kísérleteket a The Aluminium Development Association részére G. L. R. Watkins végeztet; a vizsgálat kiérjedt:

1. a lemezek peremezésére és hajlítására;
2. szelvények (profilok) hidegmegmunkálása és hajlítására;
3. a lemezek megmunkálására.

1. *Lemezek peremezése és hajlítása.* A vizsgálatot egy hajógyárban 32 db. különböző vastagságú — 6-tól 16 mm — lemezzel végezték.

A lágy és nemesített lemezeket minden további nélkül lehetett 1s és 2s (s = lemezvastagság)-nek megfelelő rádiusra elfogadhatóan peremezni és hajlítani, a félkemény és teljesen hőkezelt lemezeknél ez nem sikerült. Az anyag keménysége a peremezésnél és hajlításnál emelkedett a légy anyagánál, míg a félkemény anyagoknál a keménységi értékek a peremezés után azonosak.

2. *Szelvények (profilok) hideg megmunkálása és hajlítása.* A vizsgálatok kétféle ötvözetű anyagból végt három különböző hosszúságú  $153.4 \times 76.2 \times 12.7$  szelvényvel végezték, mégpedig olyan műveleteknek vetették alá, amelyek a hajóépítésnél fordulnak elő.

Az összes szelvényeket

- a) a hajóépítésnél szokásos fogazási,
- b) rádiusban való hajlítási,
- c) szögben való kézihajlítási,
- d) szögben való gépi hajlítási

műveleteknek vetették alá és azonkívül keménységi vizsgálatokat végeztek.

a) A *fogazási* művelet alatt az összes rudakat (1. sz. ábra) három helyen fogazták, mégpedig  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  és  $\frac{7}{8}$ -os fogakkal. Nehézség nem volt, annak ellenére, hogy a széleken minden esetben éles beszakadás keletkezett, ez azonban a folytacél anyagú profilok esetében is megvan és így az eredmény azonos.

A művelet után mind a két anyagból szakító pálcákat vettek. A 4-ik sorszámú ötvözetből készült szelvénynél a szilárdság emelkedett, a nyúlás megfelelően csökkent; az 5-ik sorszámú ötvözetből készült szelvényeknél a szilárdság csak kis mértékben emelkedett, a nyúlás nagy %-ban csökkent.

b) A *rádiusban való hajlítási* művelet folyamán mind a két ötvözetből készült 3–3 szelvényt 1.525 m rádiusra hajlították, ami megfelel egy csatorna-átkelési hajó középkeret rádiusának. A hajlítást hidegen végezték és így ezt szigorú vizsgálatnak lehet tekinteni (2. sz. ábra). Természetes, hogy a művelet meglehetősen sok munkát igényel, mivel a keret szögselvényből készült.

A gyűrődéseket simító nyomással (vasalással) távolították el. A profilok hajlítását úgy a szög irányában, mint a szöggel ellentétes irányban végezték, a szöggel ellentétes irányban való hajlításnál a szelvény szöge nagyobb lett.



## A lemezek mechanikai értékei:

Sor-szám	Az ötvözet jele	Állapot	Az anyag nem hajlított részén			Az anyag hajlított részén		
			folyási határ $\sigma_f$ kg/mm <sup>2</sup>	szakító szilárdság $\sigma_b$ kg/mm <sup>2</sup>	nyúlás $\delta$ %	folyási határ $\sigma_f$ kg/mm <sup>2</sup>	szakító szilárdság $\sigma_b$ kg/mm <sup>2</sup>	Nyúlás $\delta$ %
1.	Al-Mg 3 (AW. 5)	lágý	11.54	22.48	30.0	13.49	22.91	21.0
		félkemény	19.53	26.51	17.0	19.38	25.58	16.0
2.	Al-Mg 5 (AW. 6)	lágý	11.78	27.90	27.5	15.17	29.14	26.5
		félkemény	22.94	31.62	29.0	26.35	31.75	20.0
3.	Al-Mg-Si (AW. 10)	nemesítve	12.79	25.58	24.0	16.59	28.52	20.0
		nemesítve és öregbítve	23.25	27.05	21.0	25.58	27.44	18.0

## A lemezek anyagának összetétele:

Sor-szám	Az ötvözet jele	Állapot	Cu %	Mn %	Mg %	Si %	Fe %	Cr %	Zn %	Ti %	Al %
1.	Al-Mg 3 (AW. 5)	lágý	0.03	0.22	3.50	0.14	0.28	—	—	—	95.83
		félkemény	0.02	0.22	3.51	0.15	0.29	—	—	—	95.81
2.	Al-Mg 5 (AW. 6)	lágý	0.04	0.21	5.03	0.18	0.28	—	—	—	94.26
		félkemény	0.03	0.21	4.83	0.13	0.15	—	—	—	94.66
3.	Al-Mg-Si (AW. 10)	nemesítve	0.05	0.75	1.03	0.89	0.29	—	—	—	96.99
		teljesen hőkeelve	0.04	0.75	1.04	0.89	0.29	—	—	—	97.99

## A szelvények anyagának összetétele:

Sor-szám	Az ötvözet jele	Állapot	Cu %	Mg %	Mn %	Fe %	Si %	Zn %	Ti %	Cr %	Pb %
4.	Al-Mg 5 (AW. 6)	sajtott	0.01	4.78	0.26	0.19	0.15	ny.	ny.	—	ny.
5.	Al-Mg-Si (AW. 10)	nemesített	0.01	0.77	0.76	0.21	1.00	ny.	ny.	—	ny.

## A szelvények mechanikai értékei:

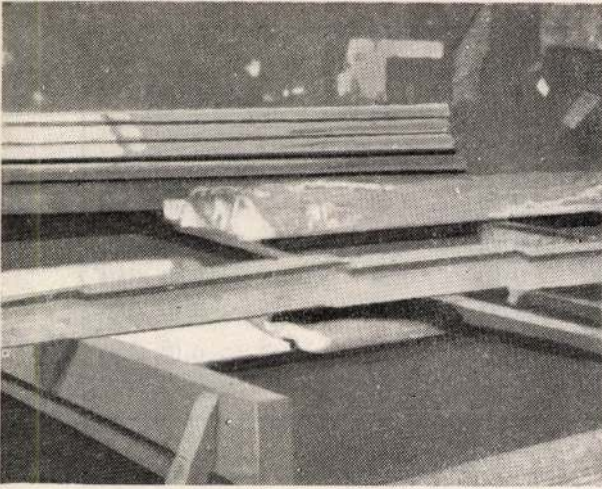
Sor-szám	Az ötvözet jele	Állapot	Folyási határ $\sigma_f$ kg/mm <sup>2</sup>	Szilárdság $\sigma_b$ kg/mm <sup>2</sup>	N y u l á s	
					50.8 mm hosszban $\delta = \%$	203.2 mm hosszban $\delta = \%$
4.	Al-Mg 5 (AW. 6)	sajtott	14.42	25.89	36.0	24.0
5.	Al-Mg-Si (AW. 10)	nemesített	19.7	30.23	24.0	16.0

Az anyag rúgózása nagyobb, mint a folytacélé — ami arra vezethető vissza, hogy a könnyűfémek rugalmassági modulusa csak  $\frac{1}{3}$ -a a folytacél rugalmassági modulusának — de nem volt olyan nagy, hogy ez a hajlításnál különösebb nehézséget okozott volna.

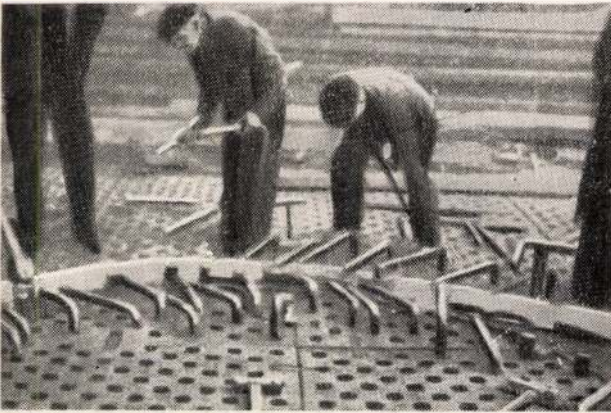
A hajlításnál a szerszámok természetesen erősebb nyomokat hagytak, mint a folytacél szelvények

hajlításánál. A hajlítás után úgy a 4., mint az 5. sorszámú ötvözetből hajlított részből vett próbapálcák eredményei azt mutatják, hogy míg a 4. sorszámú ötvözetből készült szelvények szilárdsága erősen, az 5. sorszámú ötvözetből készült szelvények szilárdsága a hajlítás következtében csak kis mértékben növekedett, a nyúlás pedig mindkét esetben meglehetősen csökkent.

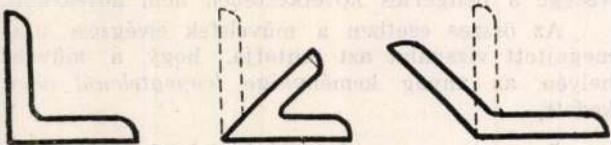




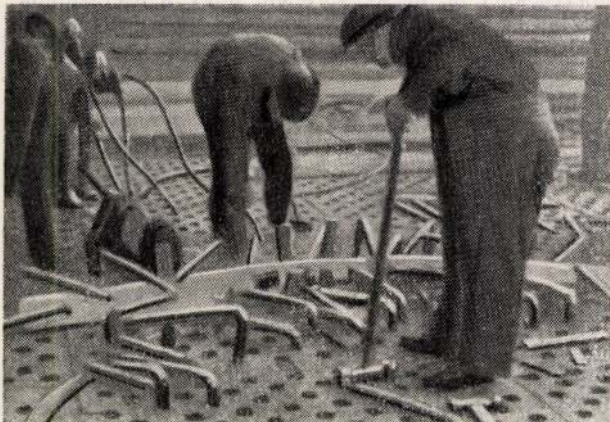
1. ábra. Fogazás.



2. ábra. Rádiusban való hajlítás.



3. ábra.



4. ábra. Szögben való kézi hajlítás.

c) *Szögben való kézi hajlítás.* A profilokat kézzel szögben hajlították a szokásos kézi villával a rádiusban hajlított szelvények egész hosszában (3. és 4. sz. ábra).

A művelet nehezebben volt elvégezhető, mint a folytacél szelvényeknél, az eredmény azonban ugyanaz volt.

A művelet elvégzése után mind a két ötvözetből készült profilból vettek próbapálcát. Az 5. sorszámúnál a folyási határ emelkedett a szakító szilárdság egészen lényegtelenül, a nyúlás mindkettőnél csökkent.

d) *Szögben való gépi hajlítás.* Mindegyik profil egy részét egyenesen hagyják és ezt hajlították gépen. A művelet után a 4. sorszámú ötvözetből készült szelvényeknél nem lehetett fizikai tulajdonságok változását megállapítani, míg az 5. sorszámú ötvözetből készült szelvényeknél úgy a folyási határ, mint a szilárdság növekedett, a nyúlás csökkent.

A keménységi vizsgálatok azt mutatják, hogy ahol a profilokat megmunkálták — kalapácsütési helyeken, hajlító villával való érintkezési pontokon, a hajlító gép érintkezési felületein — a keménység növekedett, a legnagyobb keménység a fogazás közelében mutatkozott.

3. *A lemezek megmunkálása.* A kísérleti munkát három különféle ötvözetből készült  $1830 \times 915$  mm méretű 7,6-tól 19,0 mm vastagságú két egymásra helyezett lemezzel végezték.

A lemezeken a következő megmunkálási műveleteket végezték:

- a) Fúrás.
- b) Lyukasztás.
- c) Marás.
- d) Gyalulás.
- e) Behengerlés.

A műveletek elvégzése után az egyes lemezeket a megmunkálási helyeken keménységi vizsgálatnak vetették alá.

a) *Fúrás:* a folytacélnál alkalmazott fúrókat használták a vékony anyagba 16 mm  $\varnothing$ , a vastagabbba 22 mm  $\varnothing$ -jú lyukakat fúrtak (5. sz. ábra). Minden esetben nagyobb fúrási sebességet értek el, mint a folytacél lemezeknél. A fúrási sebesség még nagyobb lett volna, ha alumíniumhoz való fúrókat alkalmaztak volna.



5. ábra. Lemezfúrás.



## A lemezek anyagának összetétele:

Sorszám	Az ötvözet jele	Állapot	Mg %	Si %	Mn %	Fe %	Cu %	Cr %
6.	Al—Mg— (AW. 5)	melegen hengereelve	3.20	0.14	0.49	0.26	0.01	0.01 alatt
7.	Al—Mg 5 (AW. 6)	melegen hengereelve	4.90	0.08	0.23	0.20	0.03	0.01 alatt
			4.75	0.08	0.20	0.24	0.01	0.01 alatt
8.	Al—Mg—Si (AW. 10)	teljesen hőkezelve	4.85	0.10	0.24	0.24	0.03	0.01 alatt
			0.95	0.98	0.20	0.40	0.007	0.01 alatt
			0.94	0.95	0.01	0.44	0.015	0.01 alatt

## A lemezek mechanikai értékei:

Sorszám	Az ötvözet jele	Állapot	Lemez- vastagság $v$ mm	Folyási határ $\sigma_f$ kg/mm <sup>2</sup>	Szi- árdság $\sigma_b$ kg/mm <sup>2</sup>	Nyú- ás 203.2 mm hosszban $\sigma$ %
6.	Al—Mg 3 (AW. 5)	melegen hengereelve	19	13.16	23.41	12.5
			7.6	23.67	33.33	21.5
7.	Al—Mg 5 (AW. 6)	melegen hengereelve	12.7	11.13	27.20	34.5
			19.0	11.69	27.90	33.5
8.	Al—Mg—Si (AW. 10)	teljesen hőkezelve	8.5	25.96	28.65	6.5
			18.0	24.37	26.69	5.5

b) *Lyukasztás:* a folytacélnál alkalmazott lyukasztó-szerszámokat használták, vékony anyagba 16 mm  $\varnothing$ , a vastagabbba 22 mm  $\varnothing$ -jú lyukak lyukasztásához. Gyakorlatilag a folytacél és az aluminium ötvözetek lyukasztása között különbséget nem találtak.

c) *Marás:* 25.4 mm mélységű részt martak le a lemezekről; általában jobban lehet marni, mint a folytacélt.

d) *Gyalulás:* folytacélhoz való normál gépekkel végezték, a gyorsabb menet jobb eredményt ad, mint a lassúbb menet.

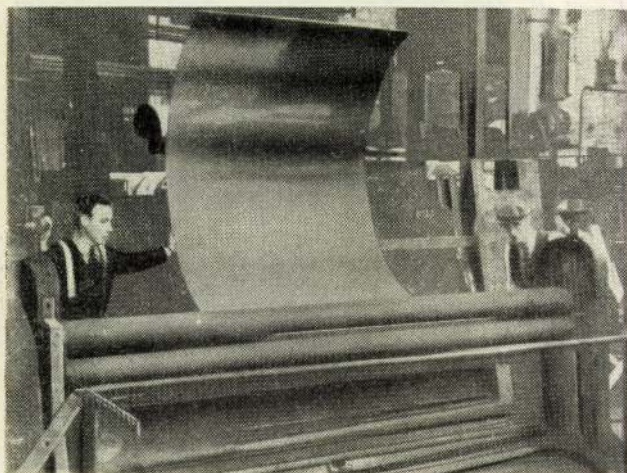
e) *Behengerlés:* (6. sz. ábra) ugyancsak a folytacél lemeznél használt gépet alkalmazták; cél volt 560 mm  $\varnothing$ -re való behengerlés, mert ez közelíti meg a hajóárbócok, antennarudak stb. átmérőjét. A kísérlet folyamán 460 mm  $\varnothing$ -t érték el. A lemezeket a hengerlés nem sértette meg, a lemezek szélessége a hengerlés következtében nem növekedett.

Az összes esetben a műveletek elvégzése után megejtett vizsgálat azt mutatja, hogy a művelet helyén az anyag keménysége *lényegtelenül* növekedett.

*Összegezve:* a gyakorlati kísérletek eredményei azt mutatják, hogy az Al ötvözeteket meg lehet munkálni a folytacélhoz való szerszámokkal és berendezésekkel is, de kétségtelen, hogy a szerszámok változtatása esetén sokkal jobb eredményeket lehet elérni. Rendkívül fontos a szerszámok tisztánartása.

A vizsgálatok eredményei szerint a lágy, nemesített és hőkezelt anyag teljesen megfelel a kis rádiusra való peremzésre, hajlításra és behengerlésre, a lemezek normális előkészítése semmi káros hatással nem jár, ennek ellenére nem ajánlatos teljesen hőkezelt anyagot kis átmérőre hengerelni.

A szögszelvények formálása és alakítása azt mutatja, hogy a műveletek hidegen is keresztülvihetők, azonban 1.8 m-nél kisebb sugár esetén ajánlatos a hajlítást melegítéssel végezni. Viszont a bekövetkező lágyulásokra — különösen nemesített anyagnál — való tekintettel az előmelegítésre különös gondot kell fordítani.



6. ábra. Behengerlés.



Illesztési eljárások.

**Szegecselés:** a hajóépítésben jelenleg a lemezek összerősítésénél főképpen a hegesztést használják és a szegecselést elavultnak tekintik.

Ez a felfogás az Al ötvözetből készítenő hajók-nál már csak azért sem helytálló, mert ezeket 13 mm Ø-ű szegecs-ig kéri vagy pneumatikus kalapáccsal, 22 mm Ø-ig pedig hidraulikusan hidegen lehet szegecselni, ami a folytaccéllal szemben — amely csak melegen szegecselhető — előnyt jelent.

Az Al ötvözetű szegecs *hidegen való leveréséhez nagyobb erő szükséges*, mint az ugyanolyan méretű folytacél szegecs melegen való leveréséhez. Ezért tehát pl. 13 mm Ø-ű Al ötvözetű szegecs hidegen való leveréséhez olyan nagvságú pneumatikus kalapáccsal kell alkalmazni, mint amilyent a 22 mm Ø-ű folytacél szegecs leveréséhez használnak. A 22 mm Ø-ű Al ötvözetű szegecs hidegen való leveréséhez olyan hidraulikus szegecssajtoló kell, melynek teljesítménye legalább 70 tonna.

A hajóépítésnél az eddigi kísérletek alapján szegecs részére a legjobban bevált ötvözet az Al-5% Mg, tehát a magyar szabvány szerinti Al-Mg 5-ös nem hőkezelhető ötvözet.

A szegecs igénybevételénél fellépő palástnyomást a szegecs nyíró és hajlító ellenállása veszi fel, ezért rendkívül fontos, hogy a szegecs-átmérő és a szegecslyukátmérő közti viszony úgy legyen megállapítva, hogy a szegecselési művelet után a szegecslyukat teljesen kitöltse.

Mint már említettük, az Al-ötvözetek jobban rúgóznak, mint a folytacél, mivel E modulusuk kisebb, ezért nemcsak nagyobb szegecselő kalapáccsal, hanem nagyobb ellentartóka is kell alkalmazni és lényeges, hogy az ellentartók tengelye a szegecs tengelyével egybe essék.

A szegecselést a lehető legkevesebb nagy ütéssel kell végezni. 22 mm Ø felet a szegecsot hevíteni kell és itt adódnak elő nehézségek. Az Al ötvözetek ugyanis a hevítéskor színüket a különböző hőfokoknál nem változtatják, mint az acélfajtaik, ezért a szegecsmelegítéshez okvetlenül jó hőfokszabályozással ellátott kemencét kell alkalmazni.

A szegecselés jelölésére ceruzát használjunk (nem rajz út!), pontozót csak a szegecs közepének a megjelölésére szabad alkalmazni.

A szegecs furatát fúrással vagy lyukasztással kell készíteni, azonban minden körülmények között a furatot fel kell dörzsölni.

A szegecselés előtt a forgácsot, fúróolajat el kell távolítani, az összeszegecselendő darabok érintkezési felületét ajánlatos sodronykefével vagy horzsakövel feldurvíteni, majd pedig egy védőanyaggal (cinkkromát, műgyanta) bevonni.

A lyukakat fúrás, illetőleg lyukasztás után mindjárt védőanyaggal kell bevonni, ugyancsak a szegecsket is, hogy a víz esetleges behatolását ezáltal megakadályozzuk.

Mivel a könnyűfém szerkezetek a szegecselés folyamán könnyen megnyúlhatnak, ezért 250—300 mm távolságban fércelő csavarkötést kell alkalmazni nagyméretű alátétárcsával.

A szegecsméretek a használt anyagtól és a szakító ( $\sigma_{sz}$ ) valamint a nyíró ( $\sigma_{ny}$ ) szilárdság közti viszonytól függnék.

A hajóépítésben használt folytacél lemezek szakító szilárdsága a Lloyds Register előírásai szerint minimum

$$\sigma_{sz} = 40 \text{ kg/mm}^2$$

nyíró szilárdsága

$$\sigma_{sz} = 34 \text{ kg/mm}^2$$

ez alapon

$$\frac{\sigma_{ny}}{\sigma_{sz}} = \frac{34}{40} = 0.85.$$

Ugyancsak a Lloyds Register szerint a hajóépítésben felhasználni óhajtott Al ötvözet minimális szakító szilárdsága  $\sigma_{sz} = 26.35 \text{ kg/mm}^2$  és az Al-Mg 6 ötvözetű szegecsanyag nyíró szilárdsága minimum  $\sigma_{ny} = 20.15 \text{ kg/mm}^2$  kell legyen.

$$\frac{\sigma_{ny}}{\sigma_{sz}} = \frac{20.15}{26.35} = 0.765.$$

Az Al ötvözetű szegecs folytacéllal egyenértékű átmérője ugyanolyan vastagságú lemezek részére tehát

$$d_a = \frac{0.85}{0.765} \times d_s = 1.05 \times d_s$$

ahol  $d_a$  = Al ötvözetű szegecsátmérő és  $d_s$  = folytacél szegecsátmérő.

Megállapítható tehát, hogy ebben az esetben megközelítőleg ugyanazon átmérőjű szegecs használhatók.

(Folytatjuk.)

## Nagyméretű könnyűfémöntvények formázása és azok öntéséről\*

MARÉCHAL KÁROLY mérnök. WM. könnyűfémöntöde üzemvezetője.

C. Maréchal:

Moulding and casting of big size light metal castings.

Summary: Role of the light metals in motor construction. Comparison of stress resistance values of several materials and light metals. Big size crank-case construction, moulding and positioning of risers according to the practice of the great foundries abroad. Differences between moulding big size castings in sand or in chilled gravity dies. Possibilities of casting in permanent moulds.

Ing. K. Maréchal:

Herstellung grosser Aluminiumguss stücke.

Die Bedeutung der Leichtmetalle in Motorenbau. Vergleich der mechanischer Eigenschaften der Schwehr- und Leichtmetalle. Das Formen, Anschneiden grosser Kurbelgehäuse auf Grund der in der mitteleuropäischen Länder gewonnenen Giessereipraxis. Unterschiede zwi-

\* Az Egyesület Kohászati Szakosztálya Öntödei Tagozatának 1949. április 17-én tartott ülésén megtartott előadás.



schen Sand- und Kokillenguss der grossen Al-Gusstücke. Möglichkeit von Giessen in Dauerform grosser Gusstücke.

Кароль Марешал:

*Формовка и отливка крупных изделий из легкого металла.*

Роль легкого металла в моторостроении. Сравнение значений временного сопротивления между различными металлами и легким сплавом. Иностранная практика формовки и надрезки литников при отливке крупных картеров. Различия между кокильным и песочным литьем крупных изделий. Возможность заливки в постоянных формах.

A könnyűfém felhasználása közismert. Az ipar minden ágában polgárjogot nyert. Az alumínium-öntvények legszembetűnőbb felhasználását kétségtelenül a repülőgépiparban érte el, de nem kétséges, hogy széles és nagy jelentőségű volt a gépjárműiparban való felhasználása is. A járműmotorok tömeges használatba vétele akkor kezdett igazán tért hódítani, mikor a motorok öntöttvas alkatrészeit sikerült könnyűfémekből készütekkel pótolni. A motorok könnyebbek lettek s ezáltal a kivitel egészen új irányelvek szerint történt s ennek következtében a löerő súly is jelentékenyen csökkent, ami jelentékeny árleszállításban nyilvánult meg.

Ugyanezt az utat járta végig a Diesel-motor is. Előbb nehéz, rossz hővezető képességgel rendelkező dugattyúk kerültek kicserélésre. Természetesen a csere nem ment teljesen simán s csak később, egy megfelelően melegszilárd könnyűfémöntvény kidolgozásával sikerült a Diesel öntöttvas dugattyúját végleg helyettesíteni. Az anyagmegtakarítás az öntöttvassal szemben kb. 40% volt. A következő lépés a karter, ill. a hengerblokk anyagának kicserélése volt. Ez a csere ugyancsak döntő volt a motor további felhasználásánál. A súlycsökkenés kb. 30%-ot tett ki az összsúlyra vonatkoztatva. A 2.50—2.60 kg/löerő súly leszállt 1.75 kg-ra és ezzel a Diesel-motor a gépjárműforgalomban széles alkalmazást nyert.

A motoroknál, de főleg a Diesel-járműveknél használatos könnyűfém alkatrészekkel kapcsolatban a feldolgozó ipar fokozottabb igényeket támaszt úgy a szilárdsági, mint a minőségi kivitele iránt. Az ilyen fokozottabb igényeknek megfelelő öntvények előállítása természetesen mindenkor nagy gondot okozott az öntődékben s ezért talán nem lesz érdektelen, ha azokat a körülményeket megvizsgáljuk, amelyek valamely öntvény minőségi értékeit szembetűnően befolyásolják.

Az anyag módosításából eredő lehetőségek helyes értékeléséhez mindenekelőtt szükséges, hogy az illető anyag mechanikai tulajdonságait közelebbről megismerjük. Szembe kell állítani az eddig használt anyagok hasonló tulajdonságaival. Az összehasonlításból kitűnik a könnyűfémek alacsony fajsúlya, az alacsony olvadáspont és a rugalmassági modulus rendkívül alacsony értéke. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy valamely öntvény megszerkesztésénél nemcsak a szilárdsági értékét kell figyelembe venni, hanem a többi tényezőt, de főleg az E modulus értékeit is. A gazdaságos tervezés érdekében tehát egyrészt a lehető legkönnyebb kivitelre kell törekedni, de másrészt az alacsonyabb E modulus nagyobb merevséget kíván, ame-

lyet csakis nagyobb tehetetlenségi nyomaték kiképzéssel lehet elérni. Ennekfolytán nagyobb keresztmetszetek kialakításáról kell gondoskodni, amit rendszerint a szerkezet keretszerű kiképzésével, vagy megfelelő bordázat kialakításával lehet elérni.

A szilárdsági érték kialakítására egyébként nagy befolyással van az öntés módja. Mint tudjuk, a könnyűfémeknél ez az anyag tulajdonságán kívül főleg a hővezetésnek a következménye. A hővezetés tekintetében a legkedvezőtlenebb a homokforma. A kokilla sokkal kedvezőbb hővezetést biztosít és a nyomásos öntvény dermedési viszonyai a legmegfelelőbbek. Világos továbbá az is, hogy a folyékony fém hőmérséklete ugyancsak nagyban befolyásolja a szilárdsági tulajdonságok kifejlődését.

Nem szabad azonban megelégedezni a formahomok minőségéről sem. Ez a könnyűfémeknél a jó öntvény sikere szempontjából sokkal nagyobb szerepet játszik, mint bármely más anyagnál. Tekintettel azonban, hogy ez a kérdés központi öntődei feladat, mely a megvalósulás határára mozog, ennek az öntést és szilárdsági értékeket kialakító tulajdonságairól itt bővebben nem beszélünk.

A nehézségek főleg nagyméretű öntvények előállításánál állanak fenn, melyek mint mondtam az öntődékben mindig súlyos gondot és problémát jelentettek. A fentebb vázolt követelményeken kívül nagy szerepet játszik magának a formának az elkészítése és a szükséges magok előállítása. A könnyűfémek sajátos formázása, a homoknak a többi homoktól eltérő, lazább szerkezete, a lehetőleg nyers forma szükségessége, tömörítésnek bizonyos korlátokat szab.

Míg a forma és magkészítés tisztára ipari kérdés, addig a forma ama részének a kiképzése és elméleti kidolgozása, melyen át anyaggal látjuk el a formát, a minőségileg és szilárdságilag teljesen kifogástalan öntvény elérése érdekében, részben tudományos problémát képez. Az ilyen természetű kísérletek rendszeres lefolytatása az öntődékben a további rendszeres munka érdekében igen lényegesek.

Az ilyen kérdésekkel a külföldi nagy öntődék már régóta igen behatóan foglalkoznak és az ezekkel kapcsolatos feljegyzések és a kísérletekből leszűrt tapasztalatok és eredmények közlése az öntőiparnak mindenkor komoly nyereséget jelentenek.

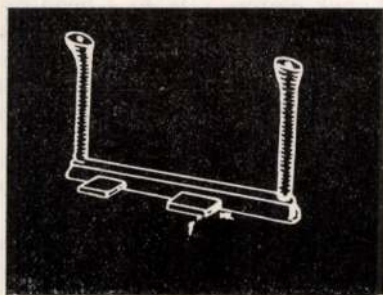
Minden forma két részből áll: magából az öntvény alakját visszaadó formából és a hozzávezető beöntő- és elosztócsatornákból. Ezek a formának egy sajátos rendszerét alkotják, melyeknek helyes és gondos kialakítása nagyban befolyásolja, valamely öntvény kifogástalan leöntését.

Az ilyen rendszer kidolgozásánál természetesen sok szempontra kell figyelemmel lenni.

Számottevő rész az öntvény bruttó súlya, a beöntő-csatorna magassága. E két tényező egymásra hatásából számos oly további eshetőség állhat elő, melyeket a vizsgálódásainknál számításba kell venni. Ez eshetőségek elbírálásánál a beöntő-csatorna, az elosztó és bevágásban előálló áramlási viszonyokat, örvényléseket kell elsősorban vizsgálat tárgyává tenni. Nem kétséges, hogyha az öntési magasság nagy, a beöntött fém a felöntés aljára érve, erős örvénylő áramlásokba megy át. Az is világos, hogy ilyenkor erős oxidképződés áll be, s ezeket az oxidhártyákat a továbbfolyó fém



magával ragad és az öntvényben valahol lerak. A tünet nagyobb daraboknál, tehát nagyömegű folyékony fém leöntése után általános és ezért a beöntő-rendszer kiképzését nem tanácsos alkalmazni. Egyes öntődék nagyobb darabokat öntéskor az elmondott előbbi beömlő-rendszeren úgy segítettek, hogy két függőleges beöntőt állítottak az elosztóra. A zuhanás nem szűnik meg és az eredmény alkalmazásával sem változik lényegesen. (1. ábra.)

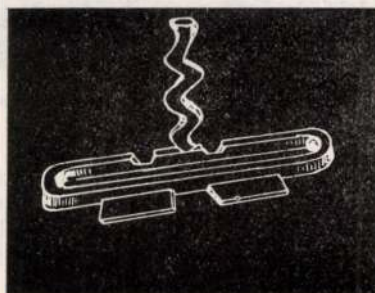


1. ábra. Egyszerű beömlő- és elosztó-csatorna. A függőleges csatornába öntött anyag nagy esése folytán hab képződik.

A habképződés ellen a továbbiakban szűrőmag alkalmazásával próbálkoztak védekezni. A szűrőmagnál az anyag az egyes lyukacsokon át folyva, újabb és újabb sugarakra oszlik. Minden egyes sugár új oxidtömlőt képez, melyek újból összefolynak és a képződött oxid továbbcsodródik. A szűrőmagnál lényegesen jobb a szűrőlemez alkalmazása.

Az elmondottnál jobb eredményre vezet egy oly beömlő-rendszer alkalmazása, amelynél az anyag egy zárt elosztó-csatornában átfolyva kerül a formába.

Az eredmény némi javulásáról lehet beszélni, de még mindig nem oly mértékben, — állapítja meg W. Petzka Linz — ahogyan azt elvárni lehetett volna egy kifogástalan öntvény elérése érdekében. A Berg- u. Hüttenmännischen Monatshefte-ben megjelent tanulmányában részletesen ismerteti az e tárgyban végzett munkáját és eredményeit. A nagyméretű hengerblokk öntésénél különféle nehézségek támadtak, melyekkel csak akkor tudott megküzdeni, mikor egy megfelelő beömlő-rendszert sikerült kidolgozni. A tengerentúl használatos hullámos beömlő-csatorna ráállítására egy egyenes elosztóra, már lényeges sikereket hozott, majd mikor ezt a hullámos beömlőt egy zárt elosztó-csatorna alkalmazásával kombinálta, sikerült olyan eredményt elérni,



2. ábra. Kígyózó beöntés és zárt elosztó-csatorna a habképződést csökkenti. A folyékony anyag a hosszú, zárt elosztóban megnyugszik.

mely sikere messze felülmúlta várakozásait. (2. ábra.) Kísérleteit nagyméretű és súlyú gépjárműforgattyúházak öntésénél végezte. Fokozta eredményeit továbbiakban azzal, hogy a bevágólécet az öntvény hosszában helyezte el. Ezt a lécezt csak olyan helyeken szakította meg, ahol az öntvény vastagabb fallal, vagy nagyobb szemmel rendelkezik. Ezzel a rendszabállyal azt érte el, hogy a befolyó-fém átfolyása ezen a vastagabb helyeken bizonyos fokig korlátozva van, tehát a helyi túlmelegítésből eredhető pudvásodást elkerülheti.

Az öntvény nagysága, tagoltsága szerint a forma táplálási viszonyait is figyelembe kell venni. Magától értetődik, hogy az alulról felfelé haladó anyag emelkedésében a melegéből sokat veszít s mire a formát megtöltve az öntőfejekbe kerül, annyira lehül, hogy a nyomófejek az anyag hideg voltánál fogva feladatukat már nem tudják teljesíteni. Ennek ismeretében az anyagot valamivel melegebben szokás előnteni. A feladatnak ilyen megoldásával persze nem érjük el célunkat. A forma töltése kétségtelenül kedvezőbb lesz és valószínűbb a teljes kifutás is. Az eredmény azonban az, hogy a forma alsó részleteiben az öntvény a kelletnél frisebb anyagellátás következtében szilárdságilag közel, vagy teljesen értéktelen.

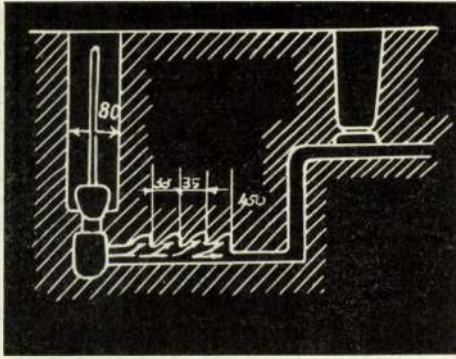
Ennek elméleti alátámasztására utalok a Verőféle Metallografia megállapítására, mely szerint valamely fém durva vagy finomszemű szövettel való kristályosodása attól függ, hogy a kristályosodás mekkora lehülési sebesség mellett megy végbe. Lassú lehülés esetében (pl. túlmeleg anyag esetében) kristályodási központok képződése késik és az első néhány megjelenésekor a kristályosodás sebessége már maximális, aminek folytán a kristályosodással csak a durvaszemű szövet érhető el. Gyors lehülésnél viszont a magképződés éri el előbb a maximumot és a sok mag csak csekély sebességgel növekszik, aminek folytán finomabbszemű, egyenletes szövet képződik.

Fentiek mindenben alátámasztják azt, hogy túlmeleg anyaggal ellátott öntvények szerkezete csak durva szemcséjű lehet. A durva szemcséjű szerkezet pedig az öntvény szilárdsági értékeinek fejlődését hátrányosan befolyásolja.

Az összes fémek között a könnyűfémöntvényeknél lehet a legkönnyebben a szövet szerkezeténél a kifejlődését szabályozni, a formában a hűlési, ill. a dermedési viszonyok kedvezőbbé való tételével. A vastagabb falrészletek mentén hűtővasakat raknak a formába, miáltal a hővezetést annyira lehet fokozni, hogy ezekben az erősebb félerősségű részletekben a dermedési viszonyok az ezt környékező vékonyabb részével majdnem azonosá válhatnak. A szövet kifejlődése ennek következtében egyenletes finom, tehát a szilárdsági értékek jelentékenyen javulnak.

A formát tehát úgy kell anyaggal ellátni, hogy az végig, lehetőleg egyenletes hőmérsékletű anyaggal teltődjön, hogy a kevésbé kedvező formarészleteknél is kedvezően kialakuljanak a dermedési viszonyok. A kétoldalról való öntés nem ismeretlen és ezt az utat választotta nagyméretű forgattyúházak öntésénél Petzka is. Célja a kétoldalról való öntéssel az volt, hogy a forma nagyobbik részét kellően meleg, tehát nem túlmelegített anyaggal lássa el. Mihelyt a formában az emelkedő anyag egy bizonyos szintet elért, egy másik tégelyben ké-



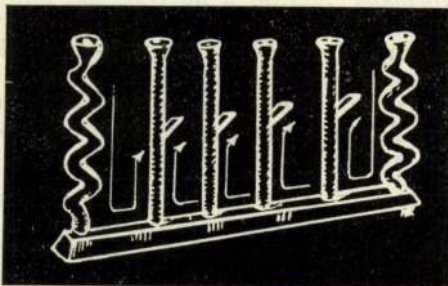


3. ábra. Egy járműforgattyúház megvágása. II.-nél történik egy másik tégelyből az utánöntés az emelkedő, hőjét vesztett anyag felfrissítésére.

szenléiben tartott anyaggal továbböntetett. A két tégely anyagának hőmérsékletkülönbsége csupán 15–20° C. Az utóbb felhasználásra kerülő tégely anyaga legyen a melegebb anyag. (3. ábra.)

Petzka, ezzel az öntődékben általánosan ismert és használatos öntési eljárással, valamint az általa kombinált, kigyósan csavarodó beöntéssel és a zárt elosztó-csatorna használatával és öntvénynek hosszú bevágásával meglepő eredményeket ért el. A selejtje, mely egyébként 14% körül mozgott, a vázolt rendszerével öntve, hirtelen 2%-ra esett vissza. Az addig kb. 25%-os utánmunkálás szükségessége (forrasztás és egyéb javítómunka a minimálisra csökkent.

Az elmondottakból némileg eltérő kivétel a Paul Spitaler által kidolgozott megoldás is. Spitaler nem alkalmazott zárt elosztócsatornát, hanem kétoldaltól kigyózó beöntőt állított az elosztóra. Azonkívül ráállított függőlegesen elhelyezett oszlopokat, amelyekből a forma szükséglete szerint utántáplálási csatornákat vágott át. Ezáltal az öntvény a vastagabb oszlopokból, tömegénél fogva melegebben maradt anyagból utántáplálást kap és a forma felső része is szépen kitöltődik. Fontos azonban ennél a megoldásnál az, hogy az átvágás ne az öntvény erősebb falvastagságú részeinél történjen, — pl. a csapágyhidak tájékán —, nehogy az anyagátfolyás túlzott felmelegítésre vezessen. Spitaler ezzel az eljárással igen figyelemreméltó eredményeket ért el. Öntvényei kevés hiányában egészségesek voltak és a szilárdsági értékek is teljesen kielégítőek voltak. (4. ábra.)



4. ábra. A felsőbb részek anyagutántáplálására az elosztóra állított egyenes csatornákból történik.

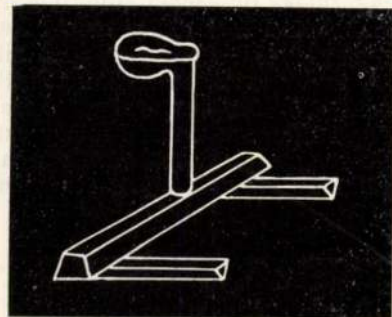
A beöntő-rendszer kidolgozása azonban nemcsak a beömlő-, az elosztó-csatorna és bevágás helyes alkalmazásában merül ki. Fontos a tölcésér

alakja, de maga az öntés menete és ideje is. A beömlőnek természetesen mindig tele kell lennie. Ha valamilyen okból kifolyólag a folyadékoszlop megszakad, az oxidtömlő bezárul és felületen képződő oxidhárttyát a folyékony fém magával sodorja s valahol, mint kellemetlen zárvány fog megnyílni.

A vázolt két eljárás célja az, hogy az anyagot minél nyugodtabban vezessék a formába és az odavezető utakon az örvényeket s ezáltal az oxidhárttyák képzésének lehetőségét a minimumra csökkentsék. Ennek elérése céljából a beöntők kiképzése döntő valamely öntvény sikeres előállítását illetőleg. Általános szabály, hogy a folyékony anyag nyugodtan kerüljön a formába s ezért fontos az is, hogy a beömlő a formától kellő távolságban legyen elhelyezve, de fontos az azért is, mert a túlközel elhelyezett, vastagabb méreű beömlő a nagyobb hőmennyiségével a közeli részek dermedési viszonyaira kedvezőtlenül hat. A beömlő és az elosztó helyes alkalmazására a legnagyobb gondot kell fordítani. Utóközö részeket, kiálló sarkokat kerülni kell. Ugyancsak figyelemmel kell lenni az egyenletes kiképzésű rávágásokra. Szűkülő keresztmetszetet ne alkalmazunk, mert az anyag ilyenkor nyomás alatt kerül a formába és beszökő anyag sugara a formát rongálja és selejtre vezet. (7. ábra.) Ha a bevágás az öntvény felé gyengén szélesedik, a beömlési sebesség csökken. A hosszú forma felület mentén a többszöri bevágás is kedvező, az anyagnak a formába való nyugodt beömlése szempontjából. Ezáltal a keresztmetszeteket nem szűkítjük és hab sem tud képződni.

A hab- és salakképződést megszüntetni teljesen nem lehet, de a formába való kerülését bizonyos rendszabályok, az ú. n. salakfogók közbeiktatásával csökkenteni lehet. Ezek a salakfogók a beömlő és a bevágás közé vannak iktatva.

Többek között bevált a salakfogásnak az a módja, mely szerint az elosztó trapézalakú s a kétoldalán elhelyezett bevágáson át vezetik az anyagot a formába. A salak az elosztó csatorna felső részében torlódik össze s alatta tiszta anyag áramlik a formába. (5. ábra.)

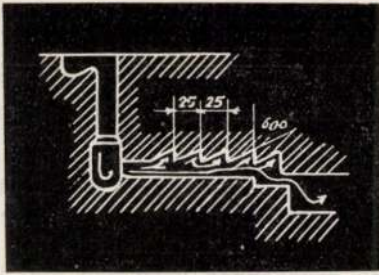


5. ábra A képződő hab az elosztó felső részén gyűlik össze.

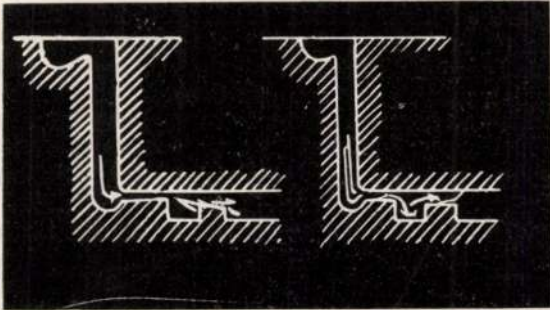
Egy másik alak a fűrészfogazású salakfogó. Ez is trapéz keresztmetszetű és felső formába kerül. Az áramló fémbe a salakoxid stb. a felszínre törekszik. A folyás irányával szembenálló fogazat az áramló salakot felfogja. (6. ábra.)

Természetesen minden ilyen habfogóelrendezés csak akkor tudja feladatát teljesíteni, ha az öntés közben állandóan tele van. Ezt a célt szolgálja a

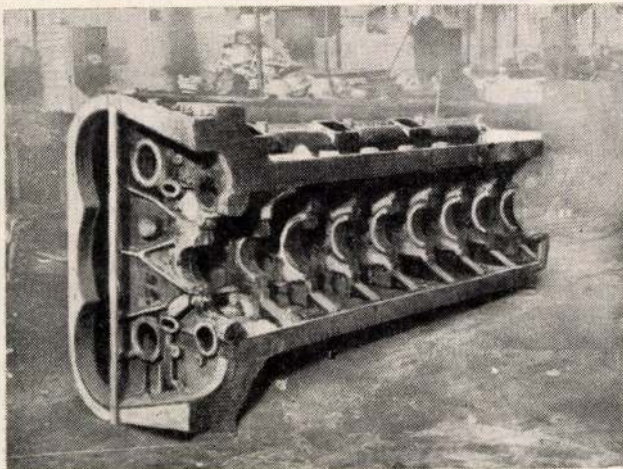




6. ábra. A képződő salak és habot a folyás irányával szembeállított fűrészfogak fogják fel.



7. ábra. A ráragásnak szűkülni nem szabad. Nyomás alatt képződő sugár a formát rongálja és selejtre vezet.



8. ábra. Dugós beöntő; az elosztó felett a beöntő egy grafit, vagy szárított agyagdugóval van elzárva. Ha a beöntő tele van, a dugattyút emelni kell. Hab nemigen tud képződni.

8. ábrán vázolt és a francia öntődékben nagyméretű daraboknál használt rendszer is. A dugós beöntő a körülfutó elosztó-csatorna és a fűrészsalakfogó alkalmazása úgy a teletartást, mint a nyugodt befolyást biztosítja. Az egys átmenő keresztmetszetek viszonya a 4:3:2. Ennek a viszonyzámnak szemelött tartása bizonyára sok nehézségen fogja az öntőt átsegíteni.

A nyomófejek alkalmazása közismert. Alkalmazásuknál sok különbséget észlelni nem lehet. A különbség legfeljebb abban nyilvánul, hogy sokhelyütt a túlzottan méretezett felöntéseket kellő mértékre csökkentjük. Etekintetben az öntvény egészséges táplálásának szemmel tartása mellett a kiké-

szítő üzemszerűleg könnyebb munkájának elvégzése a főszempont.

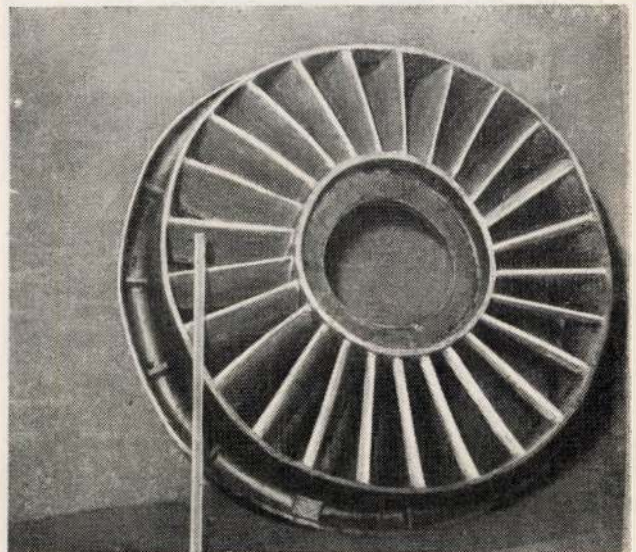
Ilyen nagyméretű öntvényeket nálunk a W. M. könnyűfémformaöntőben is készítenek. A darabok mérete: 2370 × 850 × 670 mm, súlya 460.— kg.

Formázásuk az elmondottak figyelembevételével történik. Selejt 5% alatt marad. Az után munkálás, javítás, ráöntés s.b. nem haladja meg a formázás és öntés összes idejének a 20%-át. (9., 10., 11. sz. ábra.)

A homokformázás sokszor körülményessé válik. A nagyméretű formaszekrények beszerzése és szükséges nagymennyiségű formázóhomok, a formázóanyagok nagy tömegének mozgatása drágává teszi az előállítását és a munkát nehezkesé. Nem egyszer nagyobb beruházás szükségességét vonja maga után. Ép és egészséges öntvény sikere érdekében a homokformát és a magokat, mint már említettem, többhelyütt hűtővassal kell ellátni. Az öntvény falvastagsága, a falméret-különbségek, anyaghalmozódások szerint sokszor tömeges hűtővasra van szükség, hogy az optimális hőelvezetést biztosítani tudjuk.

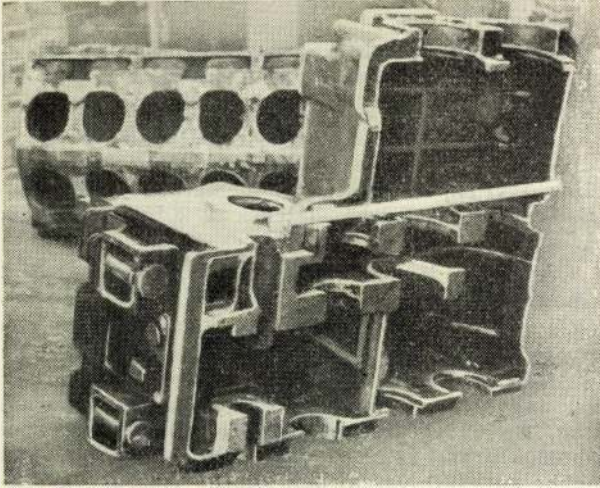
Ha sok darabot kell formázni, ezek a műveletek ismétlődnek. Tekintettel, hogy a formázás szubjektív munkaeredmények, mindig számolni lehet változó gazdasági természetű eredményekkel. Ugye a körülmények, mint a szakmunkás (öntő, ill. formázó) hiány folytán a nyugati államokban és a tengeren túl, az a gyakorlat alakult ki, hogy kellő darabszámú szükséglet esetén még nagyobb méretű öntvényeket is kókíllákba, vagyis állandó formába öntenek.

Maga a feladat nem egyszerű. Képzjük el, hogy egy, az előzőekben körülírt forgattyúházat állandó formába kell önteni. A homokformába való öntésnél a különleges beömlő elosztó és bevágásokat szükség esetén mindenkor változtatni lehet. De nem úgy az állandó formánál. A műszaki adottságok, lényegesen finomabb szerkezetet biztosítanak. Az állandó forma egyszeri elkészítése sokkal nagyobb költséget jelent a legkomplikáltabb homokformáknál, de az egyszeri befektetés a termelt darabok számával arányosan amortizálódik



9. ábra. Levegőtrelő lapátkerék, 380 kg súlyban.



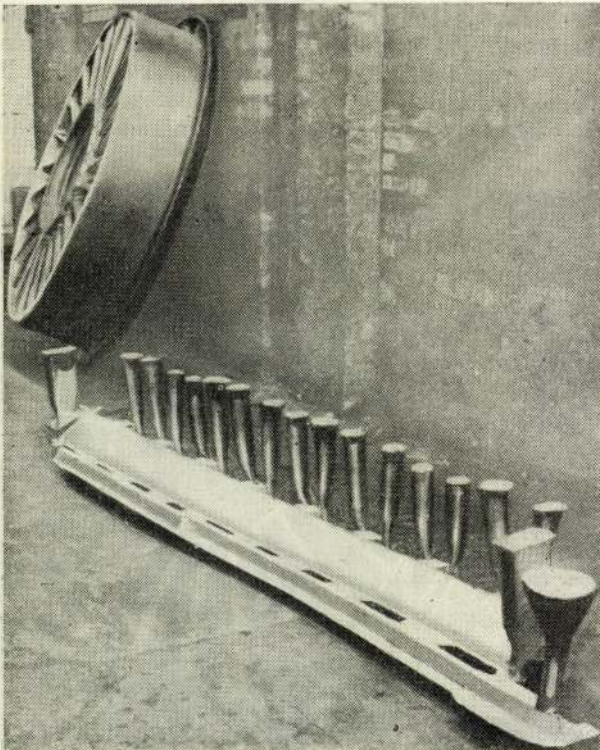


10. ábra. Sebességváltóház.

s nem kétséges az állandó forma gazdaságosságának előnye a homokban való formázással szemben. A kokillákban előálló dermedés sebessége sokkal nagyobb, mint a homokformázásnál, tekintettel az állandó forma jóval nagyobb hőelvezető-képességére. Ez a körülmény természetesen különleges követelményeket támaszt az anyag tulajdonságaival szemben.

Ezek a követelmények:

1. az anyag híg folyása és ezzel kapcsolatban a jó formatöltő képessége;



11. ábra. Szívócső a 10. ábrán látható motorhoz.

2. a jó melegszilárdság az öntvények melegrepedésének kiküszöbölésére;

3. a lehető legkisebb zsugorodási mérték.

E követelményeket leginkább a silumin és fajtái, valamint a rezes aluminium teljesítik. A silumin mindhárom követelménynek teljes mértékben eleget tesz, a rezes aluminium a formatöltéssel kapcsolatban kívánivalót hogy hátra, de a melegszilárdsága ezzel szemben rendkívül jó.

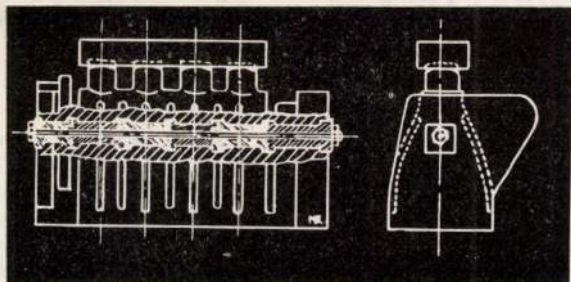
Nagy daraboknak közvetlen kikollákba való öntése jóformán lehetetlen, részben az öntvény bonyolultabb alakja miatt, de nagyrészt azért, mert a beömlőt csak az osztás síkjában lehet elhelyezni, ami sokszor a darab természetének nem felel meg. Megoldás ennek dacára lehetséges, mégpedig kokilla és homokmag kombinált alkalmazásával, az ú. n. szemikokillákban. Nagy méret esetén ezek a kokillák inkább egy öntőgép benyomását keltik s a szerkesztésük sok körülményt és főleg igen nagy öntődei tapasztalatokat és anyagismeretet kíván.

A rávágással kapcsolatban egy elfogadhatóan jó öntvény elérése érdekében ugyancsak főfeltétel az, hogy az öntés közben az öntőcsatornát tele tarthassuk. Az öntvényben fellépő, ill. mutakozó lyukacsosodás és lunkerveszély annál nagyobb, minél melegebb az anyag. Alapvető feltétel tehát az, hogy a lehető leghidegebb anyag kerüljön előntésre. Az anyag hőmérséklete  $700-740^{\circ}\text{C}$ , a kokilláé kb.  $300^{\circ}\text{C}$  legyen.

A kokillánál az öntés szempontjából a legkényesebb rész: a beöntő. Ebben a részben veszíti az anyag melegmennyiségének legnagyobb részét. Ennekfolytán következőleg fellép a gyors és erős öntés szükségessége. Az állandó forma nagyobb hővezetőképesége nagyobb hőgazdálkodást tesz szükségessé úgy, hogy a kokilla hővezetését helyenként csökkenteni vagy fokozni kell. Ezt a kokillának megfelelő mázolásával érjük el, esetleg a lokális melegítéssel vagy hűtéssel.

A hőgazdálkodást nagyban befolyásolja a kokilla falvastagsága is. Leggyakrabban a tartósság érdekében minden meg gondolás nélkül választják meg valamely kokilla falerősségét, az öntvény alakja és nagysága szerint; leggyakrabban 25—40 mm-re méretezik. A tartós forma egyik főfeladata a felszabaduló hőmennyiségnek minél nagyobb mértékben, minél gyorsabb elvezetése. Ha az anyag hővezetőképeségét ismerjük és a beleöntött anyagból felszabaduló hőmennyiséget is számításba vesszük, könnyen meggyőződhetünk, hogy a túlvékony kokillafal nemcsak a tartósság szempontjából elvetendő, hanem a túlgyors hőelvezetése folytán a dermedést siettető rendszerint megrepedéses öntvényekre vezet. A gyorsabb hűlés visónt gyorsabb munkamenetet biztosít és két egymásutáni öntés várakozási ideje is kisebb lesz. Ha a falazat vastag, úgy a kokillában hőtárolás áll be, a kokilla erősen felmelegedik s a dermedés lassú lesz. Ez esetben a lunkerosodási veszély fokozódik és a két öntés közti várakozási idő túlhosszúra nyúlik. Nagyobbméretű öntvények kokillái annyira képesek felmelegedni, hogy a közelükben való munkálkodás határozottan terhessé válik. A kokillafal mérete a sikeres öntésnek egyik legfontosabb tényezője. Úgy a szakirodalom, mint a magam tapasztalataiból merítve, a kokilla fala az öntvény falvastagságának 2,5—5 mm legyen, de sohasem kevesebb, mint 15—18 mm.





13. ábra. Az egyes magok megfelelő perselyekkel vannak pontosan határolva és rögzítve elfordulás ellen.

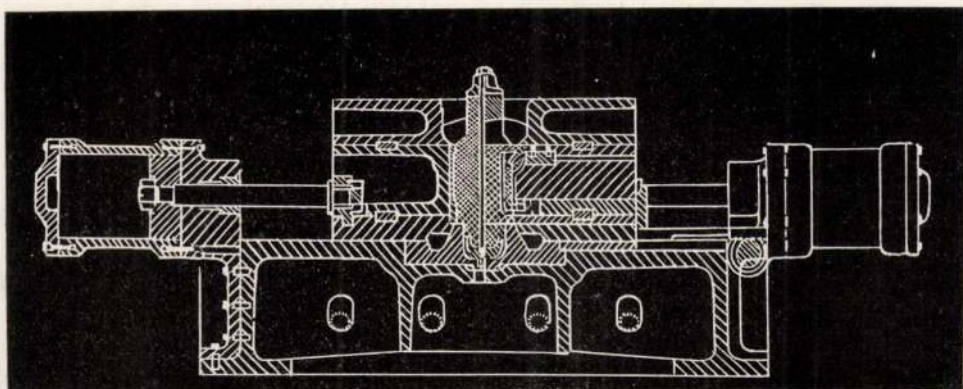
A kokillába való öntés alkalmazása nagyobb és komplikáltabb öntvények előállítására a nyugati államokban mindinkább tért hódít. Az öntődei szak-erők hiánya a nagyobb darabszámú öntvénykészítéset arra készítetik az öntődeket, hogy állandóan formákat készítsenek, amelyek alkalmazásánál szak-erők helyeit betanított munkásokat lehet használni. A vonatkozó szakirodalom már régebben utal ilyen megoldású lehetőségekre. A kontinensen valószínűleg az osztrák Steyr-gyár lehetett az első a 20-as évek derekán, amely karterek kokillákban való öntésével kísérletezett. Újabban W. Petzka közölt *Industrie u. Technik* című folyóirat 1946. évi 1. számában egy leírást, melyben ugyancsak nagyméretű karterek öntőgépben való öntésének eredményeiről számol be. A legnagyobb szerep a magoknak jut. Fontos a magok pontos beállítása és a jó és szilárdan elkészített mag, amely a távolság-

tartó hüvelyekkel van egymással határolva és a leg-  
csekélyebb elfordulás ellen biztosítva. (13. ábra.)

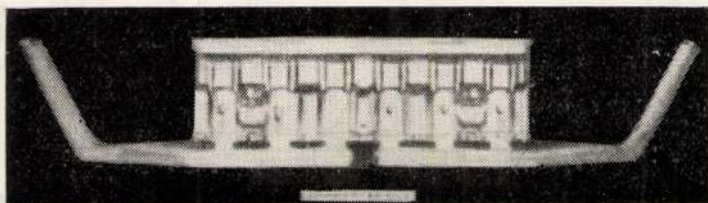
A 14. és 15. ábrák az Almin Associated által használt kivittelt mutatják, mely ábrák a vállalat igazgatója, John Wickers kis művéből erednek.

A lehteőség tehát nagyon is érthető, hogy nagy darabokat is lehet tartós formában önteni és a gazdaságossága valószínűbb, mint a homoköntés által előállított öntvényé. A kombinált tartós forma egyszeri elkészítési költsége véleményem szerint olcsóbb, mint a homokformázás berendezési költsége. Maga az öntvény előállításának költsége, mint azt velem más helyről közölték, kb. 25%-kal olcsóbb, mint a homokformázás útján kapott hasonló öntvény előállításának költsége. Ez az adat egy kb. 80.- kg súlyú Diesel-járműmotor forgattyúház kokillában történt öntésére vonatkozik. Ezen adatokat azonban csak fenntartással közlöm, mert az előzetes kísérletek, valamint a kokilla költségeit velem nem közölték.

Ennek dacára nagyon valószínűnek látom az olcsóbb gyártási lehetőséget akkor, ha a kokilla megtervezésénél szemelött tartjuk a kokillaöntés általános és a minta speciális követelményeit. Ma az ilyen kokillák már nem képezik szakmai csoda, hanem csupán műszaki mérlegelés tárgyát. Valószínűleg akad nálunk is vállalat, amely merészkedik megkísérelni és megvalósítani az önköltség csökkentése érdekében nagyobb öntvényeknek tartós formába való öntését, tanubizonyoságot adva ország-világ előtt könnyűfémöntő-iparunk felkészültségéről.



14. ábra. Forgattyúház kokillában való öntése.  
(John Wickers.)



15. ábra. Kokillaöntésű motorblokk megrágása  
(John Wickers.)



# Aluminium és aluminium ötvözetű lemezek gyártása

EMÖD GYULA

Дюла Емёд:

Производство протяжных листов из алюминия и алюминиевых сплавов.

Статья дает перечень всего производства листов из алюминия и его сплавов, с особым соблюдением их изгибающей и протяжной способностей. Сообщаются данные по протягиваемости отдельных материалов и по термической обработке различных сплавов и самого алюминия и в заключении обращается внимание на дефекты, вызываемые неправильным режимом процесса.

Zusammenfassung:

Der Artikel behandelt die Herstellung der Rein- und Legierten-Aluminiumbleche, mit besonderer Berücksichtigung auf die Biege- und Tiefziehfähigkeit. Er gibt die Daten des Kaltbehandlungsgrades und der verschiedenen Wärmebehandlungen von Al und Al-Legierungen und ruft die Aufmerksamkeit auf die Fehler, welche aus den unrichtigen Verfahren sich ergeben auf.

J. Emöd:

## Manufacturing Aluminium and aluminium-alloy metal sheets adapted for deep-drawing.

Summary: The article discusses the manufacturing of aluminium and aluminium-alloy metal sheets with special regards to bending and deep-drawing properties. Details the several phases of processing, and the data of heat-treatment for aluminium as well as for different aluminium-alloys. Calls attention to the faults deriving from applying processes unsuited for the case.

A hengerész csak abban az esetben tudja feladatát tökéletesen ellátni, ha tisztában van a hengerlés előtti műveléssel, azaz az öntéssel és ugyanakkor legalább némi fogalma van a készre feldolgozás módjairól. Ugyanez vonatkozik a készre feldolgozóra is, akinek tudnia kell, hogy a lemez, amelyet tovább alakít, hogyan készül, milyen tulajdonságokkal rendelkezik és a különböző célnak megfelelően milyen minőségűt válasszon? Nem egyszer előfordul, hogy az üzemek nem kapnak határozott értelmű rendelést. Ennek tisztázására természetesen megindul a telefonálgatás, levelezés, esetleg próbadarabok készítése. Mindezt megtakaríthatnánk, ha a hengerész azonnal látja a rendelő kívánalmainak teljesíthetőségét. Ma már semmi ördöngösség nincsen a lemezgyártásban, mert a minőség normalizálva van és nagy vonalakban a feldolgozás menete is egységesített.

Ezekután térjünk át tulajdonképeni tárgyunkra.

Az Al és ötvözeinek alakíthatósága függ az illető ötvözet sajátosságaitól. Ahány ötvözet, annyi féle hőkezelést és hengerlést kíván. Még egy és ugyanazon ötvözeten belül is különféle minőségek lehetségesek, mivel különböző hőkezeléssel és hideg alakítással más és más tulajdonságokat és szilárdsági értékeket kapunk. A félkészgyártmányok szállítási értékei a további alakítás hatására megváltoznak, amivel a továbbfeldolgozónak tisztában kell lennie és tudnia kell, hogy feldolgozásnál megkeményedett anyagot mikor kell újabb hőkezeléssel továbbfeldolgozásra alkalmassá tenni. A selejt nemcsak az alap félkészárú rossz gyártásaitól függ, de függ a továbbfeldolgozás alatti helyes kezeléstől is.

Mindenekelőtt legfontosabb az anyag helyes és tökéletes ismerete. Az alakítási tulajdonságok nemcsak az ötvözettől és azon belül a szállítási állapottól, hanem a további hőkezeléstől és a feldolgozó szerszámtól is függenek. A lemez főbb tovább feldolgozó eljárásai a következők:

hajlítás  
nyújtás  
mélyhúzás  
gumihúzás.

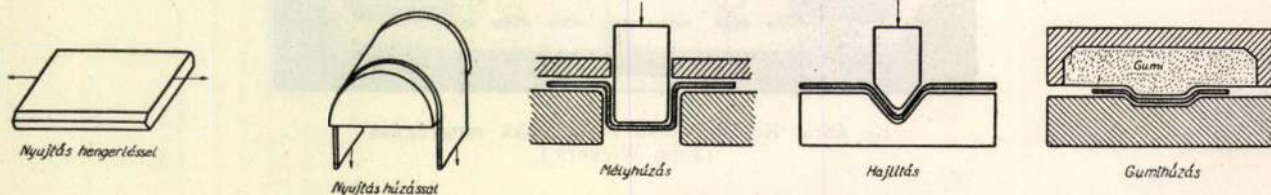
Fenti műveletekre az alábbi ötvözetek alkalmasak:

Al 99.5%  
Al 98% is mélyhúzható több lépcsőben  
Al-Cu-Mg3 (kb. 3% Cu)  
Al-Cu-Mg3 pl  
Al-Cu-Mg4  
Al-Mg-Si  
Al-Mg5  
Al-Mg7  
Al-Mg9  
Al-Mg-Mn  
Al-Mn

A magnézium ötvözetekből megemlíthetjük az alábbiakat:

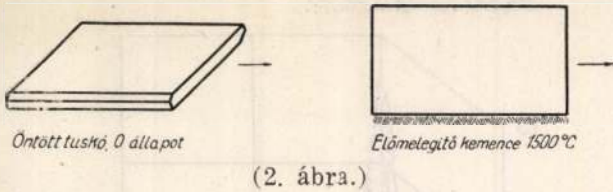
Mg-Mn F20 (F = minimális szilárdság)  
Mg-Mn F25  
Mg-Al6 F28

Ez ötvözetek még két nagy csoportra oszthatók: nemesíthető és önnemesedő ötvözetekre. Nemesíthető ötvözetek általában a réztartalmú és a Mg-Si-t tartalmazó Al ötvözetek. Az Al-Mg és az Al-Mn nem nemesíthető. A félkészgyártmány szállítási állapota nagyon különböző lehet. Ez a szállítási állapot függ a hideg megmunkálás fokától és az ezt követő hőkezeléstől. Mielőtt a lemez elkészül, nagyon sok állapotban megy keresztül.



(1. ábra.)





Fenti ábra tiszta Al, a természetes kemény Al-ötvözetek és Mg-ötvözetek megmunkálási állapotait mutatja.

0 állapot az öntési fázist mutatja. Az öntött tuskó előmelegítőbe kerül, majd melegen lehengerljük 6–8 mm-re. Ezután hidegen kész méretre hengerek. Ez az állapot megfelel a hengerkemény minőségnek. A nemzetközi normák szerint ez a 8-as állapot. Ha ezt a hengerkemény lemezt 300–400° C között kilágyítjuk, akkor az 1. állapotú, lágylemez kapjuk. Ezt a görbe, hullámos lágylemez kiegészítjük a lágy és egyengetett, azaz 2-es állapotú lemezt kapjuk.

Ha a hideg hengerlésünket úgy állítjuk be, hogy a készre nyújtás előtt 30% vastagságot még rajta hagyunk, ezt kilágyítjuk és kész méretre tovább hengerek; akkor félkemény, vagy 7-es állapotú a lemez. Ez a keménység bizonyos követelményeknek megfelelően 1/8, 1/4 és 3/4 keménységű is lehet. Ez teljesen attól függ, hogy a készre hengerlés előtt mikor lágyítunk. Az 1/8 keménység 12%, az 1/4 keménység 20% és a 3/4 keménység 40%-os utolsó lágyítás utáni lehengerléssel érhető el.

Közbevetőleg meg kell említenem, hogy egyes gyakorlati szakemberek lehengerlési százalékszámítása nem felel meg az általános számítási módnak, de egyszerűsége miatt kedvelt. A helyes képlet a következő:

$$\% = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100$$

$h_1$  = hengerlés előtti vastagság,  
 $h_2$  = hengerlés utáni vastagság.

Ha pl. szin Al-ból 1 mm-es lemezt kell készítenünk, akkor melegen 6 mm-re lehengerljük és utána hidegen 1 mm-re, ez megfelel 84%-os lehengerlésnek, ami 8-as állapotú, vagyis hengerkemény minőséget ad. Ha ezt 360° C-on kilágyítjuk, akkor lágy, mélyhúzó lemezt kapunk, ami 1-es állapotnak felel meg. Ha pl. a 6 mm-es, melegen lehengerelt lemezből hidegen 1.5 mm-re megyünk le és ennél a vastagságnál 360° C-on kilágyítjuk, majd pedig készre (1 mm-re) hengerek, akkor félkemény lemezt kapunk. Ha 1.75-nél lágyítjuk, akkor 3/4 kemény minőséget nyerünk. 1.25-nél 1/4 kemény és 1.12-nél törtéző utolsó lágyításon az 1 mm-es lemez 1/8 kemény lesz.

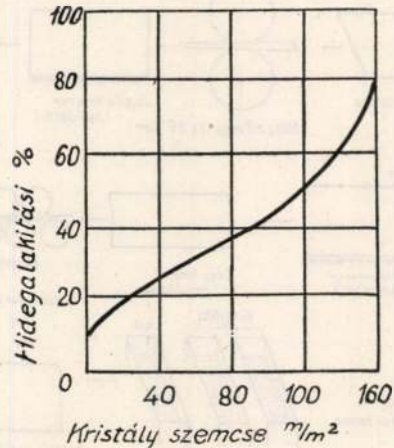
Nézzük röviden, hogy mi jellemzi az egyes minőségeket:

A 8-as minőségű, vagyis hengerkemény lemez törekény, hajlításra nem alkalmas és csakis olyan helyre alkalmazható, ahol számbavehető nyúlás nélküli bizonyos keménységre, szilárdságra van szükség. Ha viszont a hengerkemény anyagot kilágyítjuk, akkor ennek éppen ellenkezőjét érjük el, vagyis egy nagyon képlékeny, jó nyúlási tulajdonságokkal rendelkező anyagot kapunk. Ez az anyag mélyhúzásra alkalmas.

A 3/4, 1/2 kemény lemezek aránylag kemények, de még jól karcolhatók. Az 1/4 és 1/8 kemény anya-

got formába sajtoláshoz vagy kis magasságú, de nagy átmérőjű mélyhúzáshoz alkalmazzák. Itt fel kell hívnom a figyelmet oly gyakorlati tényre, amelyet sok továbbfeldolgozó figyelmen kívül hagy. Az Al magasabb falú edények húzására, azaz mélyhúzásra csak abban az esetben alkalmas, ha legalább 70–80% utolsó hideg lehengerlést alkalmazunk és azután lágyítjuk. Ha ezt a szabályt nem tartjuk be és csak 40%, vagy ennél alacsonyabb lehengerléssel készítjük a lemezt és azután lágyítjuk készre, akkor azt tapasztaljuk, hogy a mélyhúzott tárgy felülete narancshéj-szerű, érdes felületet ad és helyenként a lemez ki is szakad. Ennek az oka nem „elégés”, ahogyan azt a feldolgozók nagy része meg szokta állapítani, hanem újra kristályosodás. Az anyag kristályai ugyanis a hengerlésnél elroncsolódnak és hőkezeléssel ismét felveszik kristályalakjukat. A kristályosodás sebessége függ a hőmérséklettől, a hőkezelés időtartamától, de nagymértékben függ a megmunkálás százaléktól is. Az Al-nál pl. annál gyorsabban növekednek a kristályok, minél kisebb a hideg lehengerlési százalék. Az így megnövekedett kristályok mélyhúzás után eredeti helyzetüket megváltoztatják és a húzás irányában elfordulnak. Ez az elmozdulás nagy kristályok esetében szemmel láthatóan észlelhető és a felület durva érdességében nyilvánul. Mélyhúzás után sima felületű anyagot akkor kapunk, ha a készre lágyítás előtt magas lehengerlési fokot alkalmazunk, mert így az újrakristályosodás után finom kristályszemcsésű szövetet kapunk, amely apró kristályok mélyhúzás után is sima felületet adnak. Amíg a durva kristályok között a kohéziós erő kicsi, azért könnyen elszakadnak, addig a helyesen lehengerelt mélyhúzó anyag sokkal nagyobb alakításnak tehető ki.

A 99.5%-os Al újrakristályosodására tiszta képet adnak az alábbi diagrammok:

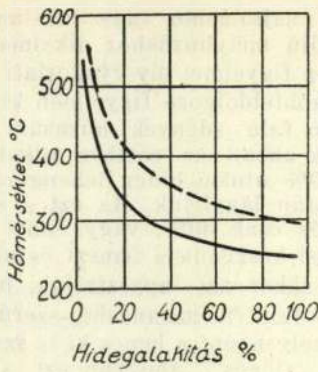


3. ábra.

A 3. diagramm a szem nagyság és hideg alakítás százalékában készült 99.5%-os Al-ról. Itt pl. 20% hideg alakítás után 40 kristály van mm²-ként, míg 80% hideg alakításnál 160 szemcse/mm².

600 szemcse/mm² egészen finom szemcsés szövet. 100 szemcse/mm² már durva. A szem nagyság finomságát nemesak a mm²-kénti kristályok számával, de az egyes kristályok nagyságával is mérhetjük. A finomszemű anyag szem nagysága 600 μ, azonban az 1700–25.000 μ szem nagyságú anyag mélyhúzásra már nem alkalmas.

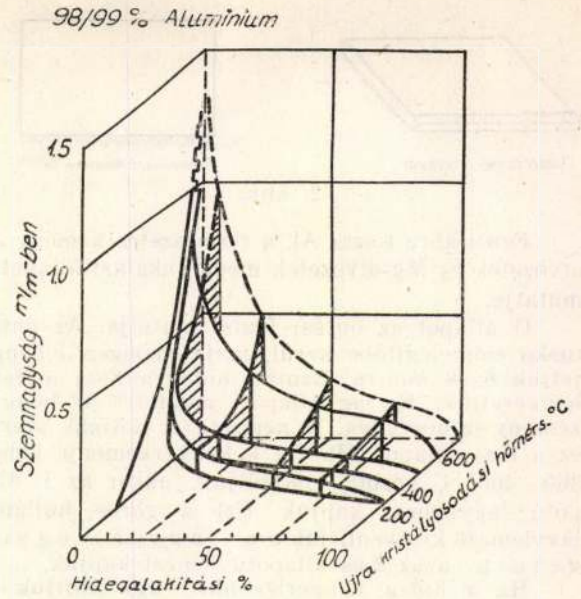




4. ábra.

A 4. diagrammon az izzítási hőmérséklet és hideg alakítási százalék görbéjét látjuk 2 órai, illetve 14 órai izzítási időtartamra. E diagramm szerint a 99,5%-os Al kezdeti rekristalizációs hőmérséklete annál alacsonyabb, minél magasabb a hideg alakítási százalék.

A kristályszemcse nagysága függ a megmunkálás fokától, lágítási hőmérséklettől és a lágítás időtartamától. Az Al-nál az újrakristályosodási küszöb 230—300° C, amely hőmérsékletet gyorsan kell átlépnünk, mivel ezen a hőfokon a kristályok gyorsan növekednek és könnyen kaphatunk durva szemcséjű anyagot. Az Al-nak az újrakristályosodásra való hajlamosságát nagymértékben csökkenthetjük, ha vassal ötvözzük. Már 1% Fe-tartalom finomítja a szövetet, mert a Fe kisméretű kristályosodási központokat képez.



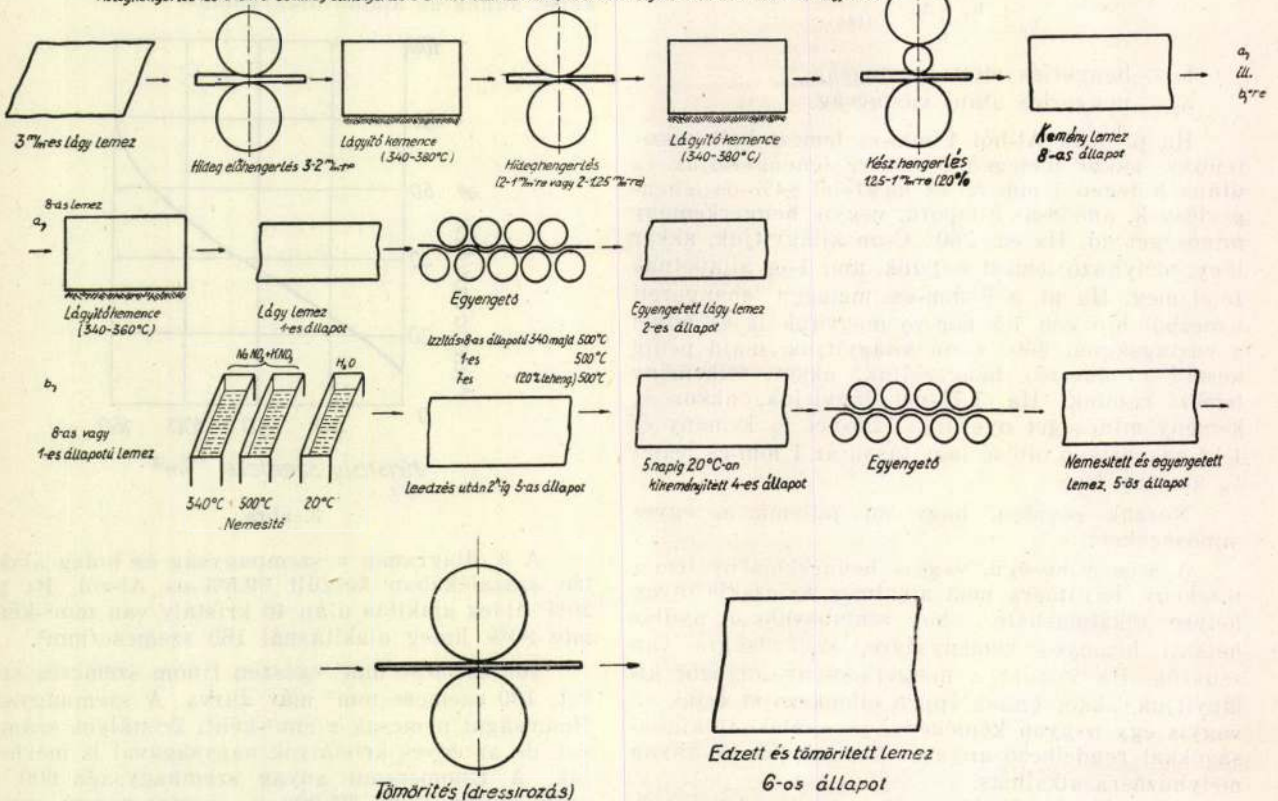
4a. ábra.

A 4a diagrammból kiolvasható, hogy a 98—99 %-os Al-nál minél magasabb a megmunkálási százalék, és minél alacsonyabb hőmérsékleten kezeljük, annál kisebb a szeménagság. Vagy, ami ennek fordítottja, minél kisebb a lehengerlési százalék és minél magasabb hőmérsékleten lágítjuk, annál durvább kristályokat kapunk.

A durva kristályosodás bizonyos kritikus hőmérsékleten és kritikus hideg alakítási fok után áll be. Ez a kritikus alakítási fok nemcsak a lehen-

Kikeményíthető Al ötvözetek lehengerlési és néhezési vázlatja. (1<sup>mm</sup>-es kész lemezre Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si ötvözet)

Lehengerlés 128-6<sup>mm</sup>-re és hideg előnehengerlés 6-5<sup>mm</sup>-re mint az Al-nál, de további nehengerlés előtt 340-380°C-on kilágítandó.



5. ábra.



gerlésre vonatkozik, hanem a továbbfeldolgozás egyes lépcsői közötti helytelen időben alkalmazott lágyításból is adódhat. A kritikus hidegalakítási fok más az Al-nál és más az egyes ötvözeteknél. Az eddigiekben foglalkoztunk az Al-al és most térjünk át annak ötvözetekre.

Az 5. ábra kikeményíthető Al-ötvözetek gyártási vázlatát adja. Az a) vázlat szerint a hengerkemény lemezt 340—360° C-on kilágyítjuk és ezzel 1-es állapotú anyagot kapunk. Egyengetés után 2-es állapotú, azaz lágyított és egyengetett lemez. b) vázlat szerint a hengerkemény lemezt cca 500° C-on rövid ideig izzítjuk és utána vízben hirtelen lehűtjük. A lehűtés után kb. 2 óráig 3-as állapotúnak nevezzük. Ezután a lemez keményedni kezd és ez a folyamat cca 4—5 napig tart, amikor is kikeményített, azaz 4-es állapotba kerül. Ha már most ezt a 4-es állapotú lemezt kiegyengetjük, akkor kikeményített és egyengetett, vagyis 5-ös állapotú lesz. Ha az 5-ös állapotú anyagot tovább hengereljük, azaz cca 3—5% tömörítést alkalmazunk, akkor már 3-as állapotot kapunk.

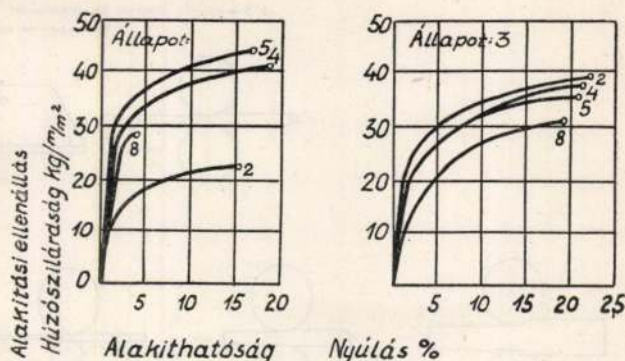
Az 5-ös állapotot különösen a II. világháború alatt alkalmazták az Al-Cu-Mg3 ötvözetre. Itt tömörítést is alkalmaztunk, ami tulajdonképpen a 6-os állapotnak felelt meg.

Ha magas hőmérsékletre leedzett, azaz nemesített lemezt mélyhúzásra akarunk felhasználni, akkor a hulladék csökkentése szempontjából a legjobb a 3-as, esetleg 4-es állapotból dolgozni. Az Al-Cu-Mg3 ötvözetnél  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  meghatározzák az alakítási ellenállást és az alakítási lehetőségeket.

A 6. ábra 1 mm-es Al-Cu-Mg3 pl (platirozott, borított, azaz lemezel) lemez alakítási tulajdonságaival foglalkozik. Az alakítási lehetőség és az alakítási ellenállás függ az anyag állapotától. A 2-es állapotnak a legkisebb az alakítási ellenállása és egyben az alakítási lehetősége is kicsi. Az 5-ös állapotnál a szilárdsági viszonyok jobbák, mint a 4-esnél.

A jobboldali diagramm szerint 3-as állapotú lemezt állítunk elő különböző állapotú leme-

1 mm-es lemez, Al-Cu-Mg3 pl.



6. ábra.

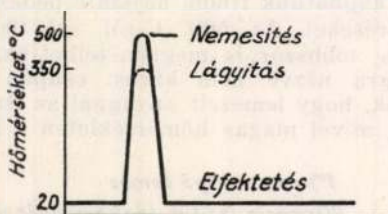
zekből, amikor is azt tapasztaljuk, hogy a 2-es állapotból kiindulva előnyösebb és jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagot kapunk, mint a 4-es vagy 5-ből. A leghátrányosabb tulajdonságokkal a 8-as állapotból való kiindulás rendelkezik.

A 6a ábrán az Al-Cu-Mg3 pl ötvözet, azaz borított lemez alakítási ellenállásának és szilárdsági tulajdonságainak változását látjuk az egyes állapotokban az idő függvényének megfelelően.

A 6b diagramm ugyancsak Al-Cu-Mg3 pl ötvözet alakítási ellenállását és alakíthatóságát vizsgálja a hőmérséklet függvényében. Kiindulásul 3-as, illetve 5-ös állapotú anyag szolgál.

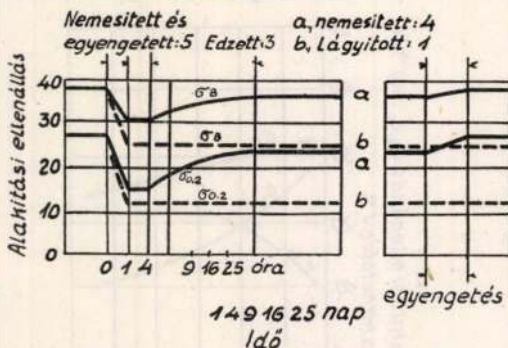
Nézzük most, hogy a szilárdságot mivel növelhetjük? Altalában elmondhatjuk, hogy a szilárdság főleg a hidegalakítás függvénye. Pl. vegyünk 1 mm vastag Al-Mg9 lemezt és hengereljük le egyszer 20% vastagságcsökkentéssel és egy másik darabot pedig hideg nyújtással húzzunk meg annyira, hogy a vastagsága 10%-kal csökkenjen.

A 7. ábra élénken szemlélteti, hogy a két különböző művelettel előállított vastagságcsökkenés közel egyforma eredményt ad. A kettő között a különbség csupán az, hogy míg a hengerlésnél csak a vastagság csökken, addig nyújtásnál a vastagság

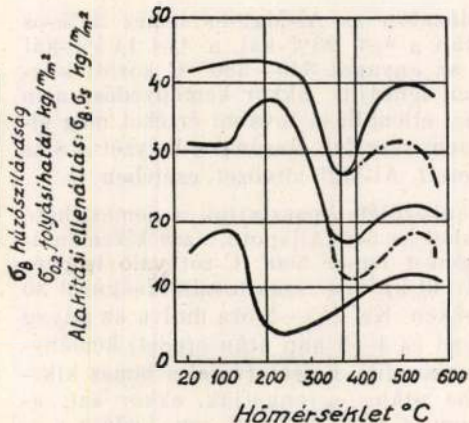


1 mm-es lemez Al-Cu-Mg3 pl. 6/a. ábra

1 mm-es Al-Cu-Mg3 pl. lemez 30 percig izzítva, vízben edzve és vizsgálva: azonnal ——— 4 nap múlva —

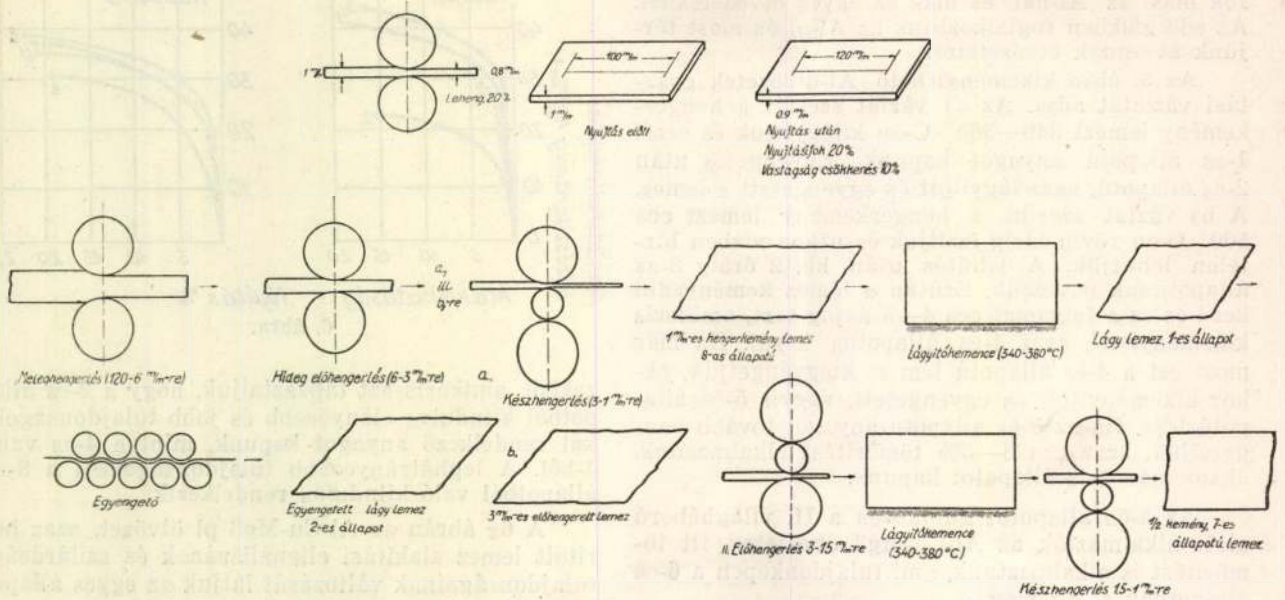


a, nemesített, egyengetett: 5 b, lágyított, egyengetett: 2





1<sup>mm</sup>-es Al-Mg 9-es szilárdságának növelése hideghengerléssel ill. hideghűtéssel  
 20% vastagság csökkenés hideghengerléssel 40% vastagság csökkenés hideghűtéssel  
 Kézi egyforma eredményt ad.



7. ábra.

és a szélesség is kisebbedik. Közbevetőleg megemlíthetjük, hogy pl. az Al-Cu-Mg4 ötvözetnél hideg alakítással az eredeti 44 kg/mm<sup>2</sup> szilárdság 70%-os tömörítés után cca 60 kg/mm<sup>2</sup>-re emelkedik, a nyúlás azonban 20%-ról 1.5–2%-ra csökken. Az ilyen lemez legfeljebb nagysugarú hajlításra alkalmas, mert egészen rideg, keménnyé válik. A magas utánhengerlési százalékból még egyéb hiba származik; u. i. csökken a korrózióval szembeni ellenállása.

Térjünk vissza az Al-Mg9-es ötvözethez és vizsgáljuk ennek kikeményíthetőségét és hideg alakítását.

Szállítási értékek:	Hideg	hengerlés	Hideg	nyújtás
	20% lehen-gerlés	hideg alakítás %	20% nyújtás	hideg alakítás %
$\delta_s$ kg/mm <sup>2</sup> 20,7	40	93	43,7	110
$\delta_B$ kg/mm <sup>2</sup> 39,8	45,8	14,5	47,7	19,2
$\delta_s \delta_B$ 0,52	0,87	67	0,92	77
$\delta^\circ$ 26	9,9	62	11	58

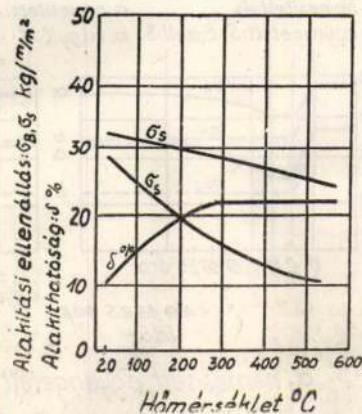
Fenti táblázaton az Al-Mg9-es lemez 20%-os lehenhengerlés után a  $\delta_s$ -t 93%-kal, a  $\delta_B$ -t 14.5%-kal emeli. Ha ezt az anyagot 340–380° C között kiizzítjuk és vízben lehűtjük, akkor keményedést nem mutat. Alakítási ellenállása további értéket még elfektetés után sem vesz fel. Hasonló a helyzet a 8-as ábrán feltüntetett Al-Mg5 ötvözet esetében is.

Ennek ellenkezőjét tapasztaljuk a nemesíthető ötvözeteknél, ahol az 5-ös állapotú, azaz kikeményített és egyengetett lemez 500° C-ról való leedzés után az eredeti 40 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságáról 30 kg/mm<sup>2</sup>-re csökken. Kb. 1½–2 óra múlva az anyag keményedni kezd és 4–5 nap után eredeti keménységét ismét megközelíti. Elfektetéssel a lemez kikeményedik és ha utána egyengetjük, akkor azt tapasztaljuk, hogy a  $\delta_B$  1 kg/mm<sup>2</sup> emelkedése a  $\delta_s$

a művelettel. Általában elmondhatjuk, hogy hideg alakításnál a  $\delta_s$  nagyobb mértékben emelkedik, mint a  $\delta_B$ .

Ezekután térjünk át a lágított anyag tulajdonságaira. Az 1-es, ill. 2-es anyagot a legtöbb ötvözetnél 350° C körüli hőmérsékleten való lágítással kapjuk. Az így kilágított anyag jól alakítható, azonban a további alakítással ismét keményedik. Ha nemesíthető anyagokból nagyszilárdságú kész árut akarunk gyártani, akkor úgy dolgozzunk, hogy az alakításokat lágú anyaggal végezzük és csak az utolsó művelet előtt edzük le 500° C-ról, de ezt követően 1–2 órán belül készre kell megmunkálni, mert az anyag kezd kikeményedni és nemcsak az alakítási ellenállása növekszik, de könnyen kaphatunk finom hajszálrepedéseket, vagy durva töréseket. Az 500° C-ról való leedzést, ha szükséges, többször is megismételhetjük, mivel ez az anyagra nézve nem káros, csupán arra kell ügyelnünk, hogy lemezelte anyagnál az ismétlést elkerüljük, mivel magas hőmérsékleten a réz átván-

1<sup>mm</sup>-es Al-Mg5 lemez  
 60 percig izzítva légkémencében



8. ábra.



dorol a borító rétegbe és annak előnyeit, azaz a korrózió ellenállóképességét részben, vagy teljesen leronthatja.

Szokás az 500°-os leedzés után az anyagot 1—2 órán belül 100—200° közötti hőmérsékleten megereszteni. Ennek a célja Al-ötvözeteknél nem annyira a megeresztés, mint inkább az, hogy ezzel a 4—5 napos elfektetési időt pár órára rövidíthetjük meg. Az Al-Mg-Si ötvözeteknél cca 160° C-os megeresztést feltétlenül kell alkalmaznunk, ha magas szilárdsági követelmények előtt állunk.

Aminőt már említettem a mélyhúzóhatóság a hideg alakítás mértékétől függ, ami Al-nál 70—80 %-os és ezt követően 360—400° C-on való lágyítás. Ugyanez érvényes a rézmentes Al-ötvözetekre is, ahol szintén minimálisan 60%-os hideg alakítás és az ezt követő 360°-os lágyítás biztosítja a mélyhúzóhatóságot.

A réztartalmú ötvözeteknél három módon kaphatunk mélyhúzóható lemezt aszerint, hogy milyen célra alkalmazzuk:

1. egyszerű mélyhúzásra magas lehengerlési százalékkal 500° C-ról leedzük és 1 órán belül feldolgozzuk;

2. ha a készre megmunkálás többszöri közbenső lágyítást kíván, akkor magas lehengerlés után 280—360° C-on lágyítunk és közvetlen utána, de legalább 2 órán belül nemesítünk és edzünk;

3. ugyancsak többszöri hőkezelésre az Al-Cu-Mg ötvözetnél jó eredményt ad a 20—30%-os utolsó lehengerlés, ezt követően nemesítés és edzés.

Ha 500° C körüli hőmérsékletre leedzük a lemezt, akkor minden esetben 1 órán belül fel kell dolgoznunk, mert különben a keményedési folyamat megindul. A jó mélyhúzóható Al-Cu-Mg ötvözet 4—5-szöri közbenső hőkezelés után is még finom szemcséjű.

Ha vizsgáljuk most már az anyag viselkedését a formálás alatt, akkor azt tapasztaljuk, hogy a formálási ellenállás a hideg alakítással nő és a formálhatóság pedig csökken. A hideg alakítási szilárdság természetesen a mélyhúzásnál is előáll. Ezt a jelenséget, azaz a szilárdulást, keményedést nem szabad figyelmen kívül hagyni, — mert akkor a lemez reped —, hanem feszítelenítést, azaz lágyítást kell közbeiktatni.

A különböző állapotú anyag belső szerkezetét vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy más az öntött, más a hidegen hengerelt, lágyított, vagy a nemesített szövet. A belső szerkezet az egyes állapotokra mindig jellemző és megfelelő, az állapotokra mindig jellemző tulajdonságokkal rendelkezik. Az öntött

szövetnél hengerlés szempontjából csak annyit kell megjegyezni, hogy lehetőleg minél finomabb szemcséjű legyen. A hidegen hengerelt szövet megnyúlt kristályokból áll. A lágyított lemez szövetképéből a hosszúkás hengerlési kristályok eltűntek és a kristályok ismét fölveszik közel eredeti alakjukat. Amíg a lágyításnak feladata, hogy a hideg alakítástól megkeményedett anyagot további alakításra alkalmassá tegye, azaz feszültségmentesítse, addig az 500° C-on való hőkezelésnek és edzésnek, azaz nemesítésnek már egészen más a feladata. Az 500° C körüli hőmérsékleten az Al-ban az egyes ötvöző elemek oldódnak és hirtelen lehűtés után ilyen oldott állapotban is maradnak. Ezzel a művelettel az Al-ötvözetek magasabb hőmérsékleten előálló előnyös tulajdonságait rögzítjük és közönséges hőmérsékleten felhasználjuk. A magas hőmérsékletre való leedzés után az Al-ötvözetet további műveleteknek vetjük alá, azaz különböző állapotra állítjuk be. E különböző állapotoknak más és más szövetfelépítés felel meg. A nemesítés utáni hideg alakítással ugyanis a kristályok az alakítás irányában megnyúlnak. Ha a kristályok hőkezelés után 0.1 mm széles és 0.2 mm hosszúra kristályosodnak vissza, akkor a lemez mélyhúzás szempontjából nem használható. Ha a hőkezelést túl magas hőmérsékleten végezzük és sokáig hagyjuk az anyagot ezen a magas hőmérsékleten, akkor nemcsak nagy kristályok képződhetnek, hanem a felület közelében az egyes kristályok meg is olvadhatnak, ami a felületen hólyagosodásszerű jelenséget mutat és az anyag mélyhúzás után hámlik. Az anyagnak ezt a pikkelyesedését a kész feldolgozók és főleg a hengerész az öntőre szokta hárítani azzal, hogy az anyag gázos. A gázos anyag lágyítás utáni hólyagosodás, azaz a felületen kiemelkedő kisebb-nagyobb domborulatokkal mutatkozik, a túllágyítás viszont gyengén narancsszerű felületet mutat. Ha a húzás után észleljük a pikkelyesedést, az rendszeren túllágyításból, esetleg az öntésnél bekerült oxidhártyából adódik.

Az Al-Cu-Mg ötvözetek nemesítésekor tapasztalható ugyancsak a túlhevítésből adódó elégségi jelenség, amelytől a lemez felülete narancshéjszerű dudorokat mutat és nagyon rideg, törékennyé válik. Ennek az elégségi jelenségnek oka az Al kristályok között elhelyezkedő réz oxidálódása, amit mikroszkóp alatt az Al kristályok közt elhelyezkedő anyag megfeketedése igazol.

Az ízzítási idő általában csak a lemezel anyagnál lehet veszélyes. A réz átvándorlása a

A n y a g		L á g y í t á s				N e m e s í t é s		
D i n	Flw. (Reptülő)	°C	Idő, perc	Hűtés	°C	Idő, perc	Lehűtés	El-fektetés
Al 99.5	3000	350	15	lev	— — —	— —	— —	— —
Al—Cu—Mg <sub>3</sub>	3115	360	5—15	lev	500—505	5—15	H <sub>2</sub> O 20°C	4 nap
Al—Cu—Mg <sub>3</sub> pl	3116	360	20—60	lev	500—505	5—15	H <sub>2</sub> O 20°C	4 nap
Al—Cu—Mg <sub>2</sub>	3125	340	20—60	lev	490—505	5—15	H <sub>2</sub> O 20°C	4 nap
Al—Mg—Si	3365	380	10—20	lev	510—530	10—20	H <sub>2</sub> O 170°C	10 óra
Al—Mg <sup>6</sup>	3305	330	5—20	lev	— — —	— —	— — —	— —
Al—Mg <sup>7</sup>	3310	330	5—20	lev	— — —	— —	— — —	— —
Al—Mg <sup>9</sup>	3315	380	5—20	lev	— — —	— —	— — —	— —
Al—Mg—Mn	—	350	15	lev	— — —	— —	— — —	— —
Al—Mn	—	400	15	lev	— — —	— —	— — —	— —



fedőrétegbe annál veszélyesebb, minél vékonyabb a fedőréteg. Általában egy-egy oldalra 5% védőréteget szoktak ráhengerelni. Ha a kész lemez vastagsága 0.5 mm vagy annál vékonyabb, akkor az egy-egy oldalra eső borítóréteg 7%. A hőkezelési idő a vastagság szerint sófürdőben 5—30 percig, légcirkulációs kemencében a felmelegedési idővel hosszabbra szoktuk venni.

A különböző ötvözetek szabványjelzéseire, a lágyítás és nemesítés, valamint elfektetés adataira nézve jó szolgálatot tesz az előző oldalon lévő táblázatunk.

Befejezésül nem győzöm ismételtelen eléggé hangsúlyozni, hogy csak az a hengerész tud tovább feldolgozásra helyes anyagot adni, aki tisztában van a továbbfeldolgozás követelményeivel és csak az a készre feldolgozó üzem fog kevés selejttel termelni, amely tisztában van a feldolgozásra kerülő anyaggal. A helyes megrendelés nagyon sok időt, munkát és kellemetlenséget takarít meg.

## Műkorund gyártás

DR GEDEON TIHAMÉR

A természetes korundot Európában Görögországból, Naxos szigetéről ismertük meg. Az itt nagytömegben előforduló csiszolókövet már az ógörögök is fejtették. Ma a műkorund gyártás előrehaladottsága miatt ez a természetes korund előfordulás termelése teljesen háttérbe szorult. A természetes korund magnetittel, hematittal szennyezett szemcsés szövetű, vaskos kristályos alumíniumoxid. A korund tiszta kristályos módosultai kis mennyiségben sokfelé előfordulnak és mint ékkövet termelik.

A korund hatszögös rendszerben kristályosodik, keménysége 9 és az ásványvilágban csak a gyémánt keményebb nála. Fajsúlya 3.95—4.15 között változik.

A műkorundot, melynek anyaga teljesen azonos a természetes korundéval, ma már gondosan ellenőrzött nagyüzemben állítják elő. Első pillanatra a műkorund előállítása nem is tűnik föl körülményesnek. A timföldgyárban nyert tiszta alumíniumoxidot meg kell olvasztani és lassan lehűtve kristályosítani. Ennek az egyszerű műveletnek a műszaki megoldása azonban már körülményesebb. A kereskedelemben többféle műkorundot lehet kapni. Van hófehér, vagy nemeskorund, van szürke és barna színű, melyet közönséges korundnak neveznek; és van fekete műkorund. A fehéret tiszta timföldből, a színeset vasszegény bauxitból készítik, melyből a vasoxid és kovasav főtömegét színi és közben mint ferroszilíciumot különválasztják. A fekete műkorund a bauxit egyszerű megolvasztása által készül, anélkül, hogy a bennelevő elegyrészeket eltávolítanák belőle.

Az egyes műkorundok előállítása mind meg-egyezik abban, hogy a nyersanyagot villamos ívfényes kemencében olvasztják meg. A tiszta timföld olvadáspontja 2200 C° fölé van, tehát a műkorund gyártásra mást, mint ívfényes kemencét fel sem lehetne használni. A bauxit olvadáspontja összes járulékos elegyrészeivel együtt természetesen kisebb, mint a tiszta timföldé. A bauxit már 1800—2000 C° között megolvad. Ennek a hőmérsékletnek az előállításához is ívfényes kemence

### Irodalom:

H. Hornauer: V. D. I. Neue Erkenntnisse bei der Spanlosen Verformung von Leichtmetallblechen, Aluminium Ztsft. 1943. A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle, 1947. Zürich. H. Hartmann: Verformbarkeit von Blechen, Aluminium, 1944. M. Hansen: Zeitschrift für Metallkunde, 1942.

Mathaes: Aluminium Ztsft. 1941.

Dürener Metallwerke kézikönyve.

### Összefoglalás:

A cikk az Al és ötvözetéből készült lemez előállításával foglalkozik, különös tekintettel a hajlító és mélyhúzó minőségekre. Megadja az egyes alakítási fokot és a különböző hőkezelési adatokat az Al-ra és a különböző Al ötvözetekre és felhívja a figyelmet a helytelen eljárásokból eredő hibákra.

szükséges. Az ívet 75—130 V és 3000—10.000 Amp.-rel tartják üzemenben.

A műkorund gyártáshoz különleges kemence szerkezetet alkalmaznak. Legáltalánosabb a vaskocsira helyezett vízzelhűtött csanakakúp alakú vaspalást, melyet fordított tölcésér módjára helyeznek el. Ebbe nyúlik bele egyfázisú áram esetén 2, három fázis alkalmazásánál 3 elektróda. A vaskocsi részben tűzálló téglával, felső részében pedig széntéglával van bélelve. Ezeknek összvastagsága 30—40 cm szokott lenni. A vaspalást alsó és felső átmérője között 4—20 cm különbség van. A Feldmühle-i gyárban alkalmazott kemence vaspalástja 3.00/3.20 m Ø és 1.95 m magas. Reinfeldenben pedig 2.30/2.34 m Ø-ű és 1.25 m magas. Az olvasztáshoz keményre égetett szén-, ritkán grafit elektródát és még ritkábban vashengeres Söderberg elektródát alkalmaznak. Ezt az utóbbit csak színes, vagy fekete műkorund előállításánál használhatják. A kemence mérete természetesen az alkalmazott áramerősségtől függ és ezzel arányos az elektróda átmérője is. Az említett feldmühlei kemencéket 2000 KVA-rel tartják üzemen és a háromfázisú forgóáramot 550 mm Ø-ű szén elektródán vezetik be. Egy ilyen kemencében 40 óra alatt 20 t-ás műkorund tömböt állítanak elő. Az olvasztáshoz a háromfázisú áram sokkal gazdaságosabb, mint az egyfázisú. Egyrészt azért, mert az áramfejlesztő generátort és a transzformátort egyenletesebben terheli, másrészt azért, mert a hőkihasználás és a kemencében a hőmegoszlás egyenletesebb.

Fehér műkorund gyártásnál a kemencébe csak tiszta timföldet adagolnak és a megolvasztáshoz kg-ként 3—4 KWó szükséges (l. a táblázat 4. sz. elemzését).

A színes műkorundot bauxitból készítik és erre a célra nálunk nagy előszeretettel alkalmazzák a gánti vasszegény bauxitot (l. a táblázat 1. sz. elemzését). A bauxit vasoxid és kovasav tartalmának kiredukálása végett az egyes üzemek különféle szénanyagot használnak. Így mosott hamuszegény antracitot, gázgyári kokszot, sőt petróleumkokszot is használnak. Az antracittól és a koksztól megkövetelik, hogy hamutartalma 10%-nál kevesebb legyen. A há-



Táblázat

Szám	Megnevezés	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izz. veszt	Na <sub>2</sub> O
1	Gánti vasszegény bauxit	61.20	9.34	12.20	2.62	14.64	—
2	Színes műkorund	96.28	1.04	0.07	2.65	—	—
3	Fekete műkorund	74.72	12.02	8.33	4.25	—	—
4	Fehér műkorund	99.34	0.04	0.02	0.01	—	0.29

ború alatt ugyan felhasználtak olyan kokszot is, melynek hamuartalma 22% volt.

A bauxit vasoxid és kovásv tartalmának színítéséhez, természetesen az elegy összetételének megfelelő mértékben adagolnak kokszot. Ennek mennyisége a 10%-ot nem szokta meghaladni. Bauxitból készült műkorundnál az áramfogyasztás nagyobb és kg-ként 4—6 KWó. A beolvasztási idő is hosszabb és míg egy kemencében 18 óra alatt 8 t fehér műkorund tömböt olvasztanak, addig bauxitból ugyanabban a kemencében 44 óra alatt 9 t színes műkorundot állítanak elő. Általában ugyanazon idő alatt ugyanolyan áramfogyasztással 700 t fehér, vagy 300 t barna, illetve 600 t fekete műkorundot lehet előállítani.

A műkorund olvasztáshoz a timföldet nem kell előkészíteni. A bauxitot azonban felhasználás előtt kb. 3 cm élhosszúságban darabokra aprítják, majd forgó kemencében 1200—1300 C°-on kiizzítják. A bauxit kötöttség tartalmának generátor-gáz-, olaj-, vagy szénportüzelésű kemencében való teljes eltávolítása lényegesen olcsóbb, mint ha azt villamos árammal a kemencében távolítanák el. A kiizzított bauxitot kihűlés után tárolják, majd mérés után a kemence munkatérére viszik. Itt rendszerint kézi erővel keverik össze a szükséges kokszmennyiséggel. A keveréket a kemencébe szűk rést szerint adagolják. A bauxit beadagolás után elég gyorsan megolvad, azonban a vas és kovásv redukciója csak később következik be. Az elemzések tanúsága szerint a bauxit titán-dioxid tartalma csak részben redukálódik és nagyrészt változatlanul a műkorundban visszamarad (1. a táblázat 2. sz. elemzését). A redukálódott ferroszilícium részben a kemence alján gyűlik össze, de kis részben az olvadt timföldben marad. Ezt a vasat a törés folyamán kell mágnessel kiválasztani. A kemence üzemét úgy kell vezetni, hogy a redukció folyamán mágneses tulajdonságú vas keletkezzék, tehát a vasszemcsékben a szilícium tartalom 20%-nál kevesebb legyen.

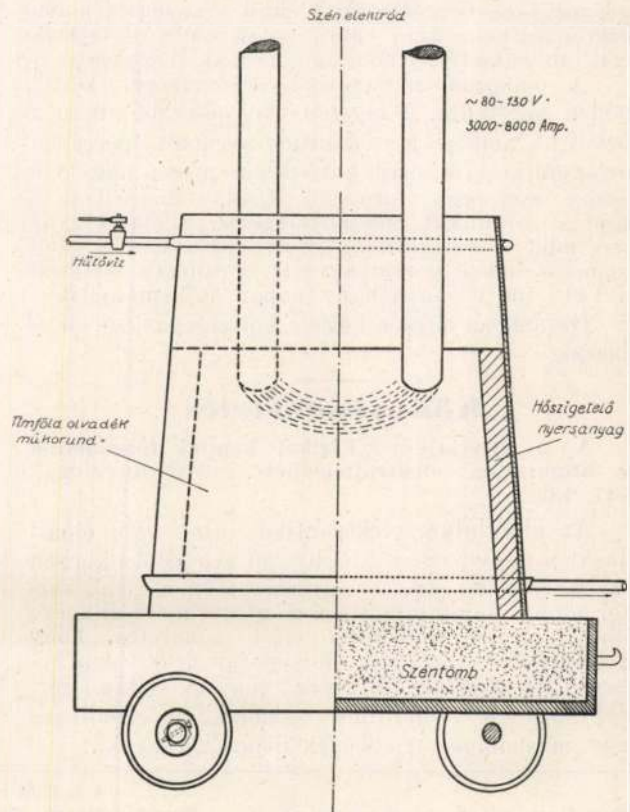
A fekete műkorund gyártásánál különösebb műszaki feladat nincs. A bauxit beolvasztása éppen olyan simán történik, mint a fehér műkorundnál a timföldé. Az elektródok hatására természetesen a bauxitból némi vas is redukálódik, melyet törés közben kell mágnessel eltávolítani (1. a táblázat 3. sz. elemzését).

A műkorund anyagának a vaspalástban történő beolvadásakor az olvadék és vas közötti hőszigetelő réteget maga a nyersanyag képezi (1. az ábrát). Hét kemencével dolgozó nagyüzemben 20 év alatt összesen hatszor fordult elő, hogy a vasköpenyt a műkorund olvadék kiolvastotta. Amikor az olvasztás befejeződött, illetve a kemence megtelt olvadékkal, akkor a kemencekocsit az elektródák alól kihúzzák, rendszeren szabad levegőre és néhány órán át a köpeny alatt, majd további 20—24 órán át köpeny nélkül pihentetik. Ezalatt az idő alatt az olvadék lassan kristályos módosulatba megy át. A kemence palástját azért

képezik ki csonkakúp formára, hogy az olvadékról daruval könnyen legyen leemelhető.

A műkorund olvasztását a Lonza-művek karbid kemencében végzik. A kemence olvasztótere 3.50 m Ø, 1.6 m magas samottal bélelt katlan, melynek alja széntéglával van burkolva. Az olvasztást 1 m Ø-ű vaspalástos Söderberg elektróddal végzik. A csapolónyílás 96 cm hosszú és 62 cm magas. Ez a rész természetesen téglával van lazán kirakva és egy kisebb rész agyaggal tapasztva. A csapolást csapoló elektródával, azaz két segédelektroda között húzott ívvel végzik. A megolvadt műkorundot kb. 1/2 m<sup>3</sup> űrtartalmú széntéglával bélelt vaskocsikba 12 óránként csapolják le. Ezeket a kocsikat szintén a szabadlevegőn hűtik le, majd a megszilárdult tömböt ki- borítják belőle.

Keletnémetországban Zschornewitzben régebben szintén különleges műkorund olvasztást alkalmaztak. A vasszegény bauxitot széntéglával burkolt üstszerű kocsira szerelt öntöttvas téglékben olvasztották meg. Ma azonban már szintén leemelhető palást alatt végzik a műkorund olvasztást. Lautawerkben a nagy olvasztócsarnok egyes részein a padozatba beépített széntömbökre helyezett palást alatt végezték az olvasztást. A három elektróda tartószerkezete gumikerekű kocsira volt szerelve és azt más olvasztási helyre is lehetett áttolni. Ennek a rendszernek az a hátránya, hogy a műkorundtömb





lehűlése közben felszabaduló hő az olvasztócsarnokot erősen felmelegíti.

A demokratikus országok között a Szovjetunió-nak három műkorund olvasztó üzemé van. Az egyik a Nyepere villamos műveivel kapcsolatos, a másik a Kaukázusban, a harmadik pedig az Ural déli részén van. Mind a három nagyteljesítményű és a legkorszerűbb üzemek közé sorozható. Hozzánk légközelebb Csehszlovákiában, Benatekben működik egy kisebb üzem szintén korszerű felszereléssel.

Nálunk július hó közepén egy üzemem kívül helyezett kis karbidkemence átalakítása után megszületett az első magyar műkorund. Már a legelső olvasztás kifogástalanul sikerült és úgy az elektróda, mint az áramfogyasztás várakozáson felül jó eredményt adott. Ez az üzem egyelőre mint termelő kísérleti üzem működik és itt neveljük ki az egy év múlva üzembe kerülő nagy műkorund gyár szakembereit.

A kísérleti üzem termelése már így is biztosítja Magyarországnak a csiszolókk-gyártáshoz szükséges nyersanyag nagyrésztét. Ezáltal sok nemes valutát takarítunk meg.

A naxosi korundot az ógörögök úgy termelték ki, hogy a fejtési területen erős tüzet raktak, majd a parazsat elkaparva, a kőzetet hirtelen hideg vízzel öntötték le. A lepattant részek továbbaprítása már könnyebben ment, mert a korund meglehetősen rideg. Ma a műkorundtömböket, melyeknek nagysága olykor az 5 m<sup>3</sup>-t is eléri, magáról ejtett golyóval, vagy azt acélprizmára ejtve aprítják. Az ejtőgolyó súlya 5 q—2 t-ig változik. Az ejtőmagasság 4—8 m. Rendszeresen az ejtőgolyónak csak többszöri ejtésével sikerül a tömböt kettérepeszteni. A kisebb tömböket ezután nehéz kézikalapáccsal aprítják 15—20 cm-es darabokra. Ezeket a darabokat azután mangánacéllal páncélozott pofás törőben aprítják tovább, majd az anyag ezután rúgós csapágyazású hengertörőn megy át. Hengerszekén való törés után a vasrészeknek mágneses kiválasztása, majd a szemcsék különböző szitafinomságra való osztályozása következik (24—40 különféle finomságot hoznak forgalomba).

A műkorund-szemcsékből köszörűkővet kétféle módon készítenek. A régebbi és hosszabb munkamenet az, amikor a műkorund-szemcsét porcellánanyaggal keverik, majd hidraulikus présen nagy nyomáson koronggá formálják. Ezután kiszárítják és mint a porcellánt, tokban kiégetik. A másik gyártási mód a korszerűbb, amennyiben a műkorund-szemcsét bakelitporral keverik, koronggá sajtolják és 140—160 C°-on néhány napon át keményítik.

Hazánkban mind a kétféle koronggyártást alkalmazták.

## Könyvismertetés

A. J. Bjelajev: „Fizikai kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének”. (Metallurgidat, 1947, 183. o.)

Az alumínium elektrolitikus úton való előállítását a nagyiparban kb. 40—50 éve széles körben alkalmazzák és ezzel az eljárással évente sokszáz-ezer tonna alumíniumot gyártanak. Ennek ellenére minden alumíniumkohász előtt ismeretes, hogy az elektrolízis elméleti folyamatai csak igen kevéssé tisztáztak és még ma is vitás kérdés, hogy az alumínium a kádakban elsődleges vagy másodlagos jelenségek útján válik-e ki.

A klasszikus és nagyrészt elavult szakkönyvek (Engelhardt, Ullmann, Debar stb.) mellett ismerünk elméleti leírásokat, mint pl. Drosbach könyve, ez utóbbi azonban a jelenségeket a gyakorlatlól igen messze eső körülmények között tanulmányozza és azoknak az üzemi életben való felhasználása nem mindig egyszerű feladat.

Alapvető kutatásokat végzett a tűzfolyékony elektrolízis területén Bjelajev, akinek „Fizikai-kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című értékes munkája ma már hazánkban könnyen beszerezhető és melyet — reméljük rövidesen — olvasóink magyar nyelven is tanulmányozhatnak.

A szerző a könyv első részében az elektrolízisének felhasznált alapanyagok fizikai és kémiai sajátosságait, majd a klasszikus kriolit-tímföld oldadékok fiziko-kémiai tulajdonságait ismerteti. Nagy figyelmet szentel az utóbbi rendszer állapotgörbéjének és ugyanezen rendszer elektromos vezetőképességének. Ugyanebben a fejezetben tárgyalja a különböző oxidok oldhatóságát a kriolitban. Ráér ezután az ötvözetek előállításának jelentőségére a normál alumínium fűrdőben és általában részletesen ismerteti az alumíniumelektrolízis minden fázisát, különös tekintettel a fűrdőben található vegyületek bontási feszültségére. Érdekes következtetéseket von le a szerző a könyv második részében azokból az eredményekből, melyeket az anód és az oldadék felszíne által alakított szög megfigyelésénél tapasztalt. Ezeket a megfigyeléseket használja fel a szerző a könyv harmadik részében az anóddefektus tárgyalásánál, melynél az anóddefektus mechanizmusára vonatkozó eredeti nézeteit fejti ki.

A rendkívüli alapossággal megírt tanulmány 103 különböző irodalmi adatot nevez meg és a tűzfolyós elektrolízis elméletének megvilágításánál egészen eredeti és új szempontokat vet fel. Tanulmányozása nélkülözhetetlen minden alumíniumkohász és általában az oldadékok elektrolízisével foglalkozó szakember részére. D.

## Sajtóhibák helyesbítése:

Szakál Pál, az Alumínium f. évi 7. számában megjelent „Az alumíniumkohászat néhány gyakorlati kérdése” című cikkében az alábbi hibákat kérjük helyesbíteni:

148. old. első hasáb, II. bekezd., 5. sor: mechanical equipment helyett; physical structure.

150. old. I. bekezd., 6. sor: az anód kiégetett részének pólusainál helyett; az anód kiégetett részének pólusainál.

A 4. és 5. ábra szövege felcserélendő!

151. old. 8. sora: magas kokszy-nyeredékű kőszén, szurok és kátrányok helyett; magas kokszy-nyeredékű kőszén-szurok és kátrányok.

152. old. II. hasáb, 12. sor: anód oxidációja nélkül helyett; anód oxidáció.

U. o. 6. bekezd., 3. sor: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2SiO<sub>2</sub> helyett; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SiO<sub>2</sub>.

153. old., első hasáb, 3. bekezd. 5. sor: következő változatokat helyett; következő változókat.

U. o. II. hasáb, 3. bekezd. 7—8. sor: a vas és ezenkívül a szerszámokból és katód-színékből, zink és szurokkoksz... helyett; a vas ezenkívül a szerszámokból és katód-színékből, zink a szurokkoksz...

U. o. 14. sor: fűrdő áttörésével helyett; fűrdő áttöltésével.

## ALUMINIUM



*Megalakult a*

**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NV.**

*kiadásában jelennek meg a műszaki, természettudományi, orvostudományi  
társadalomtudományi folyóiratok*

\*

**Előfizetési megrendeléseket**

**Budapest,**

**V., Szalay-u. 4. címre.**

**Előfizetési díjakat pedig**

**a Magyar Nemzeti Bank 936.515**

**számú egyszámlánkra**

**kérjük beküldeni.**

\*

**Telefon: 122-299, 310-135, 125-288, 128-986**

**Bamert**

**ANYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI  
SZÁLLÍTÓBRENDEZÉSEK GYÁRA RT.**

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON: 292-855, 292-854

**LIGETI ÉS BÍRÓ**

**BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.  
TELEFON: 125-432.**

Szállítja a bányászati és kohászati  
összes műszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.



## **APOR LEÓ**

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT  
Budapest, V., Kresz Géza-utca 45  
Telefon: 201-046

### Képviseltek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos  
szűrőberendezések (elektrofilterek)  
Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázégő.

**EREDETI BURGMANN**  
tömítések egyedárúsítása

# »PAX«

**kézi tűzoltókészülékek**  
kizárólagos forgalombahozója

**Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe**  
Budapest, VII., Csányi-utca 9.  
Telefonszám: 224-830, 224-839

# THE RMIT

## CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SÁNDORNE  
fémöntvénygyártó  
Budapest, V., Zoltán-u. 10.  
Telefonszám: 121-328

Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kénytelenítő berendezéseket

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia  
stb. üzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

*Megnyílt a*

## MŰSZAKI KÖNYVESBOLT

Az összes műszaki és természettudományi könyvek magyar és idegen nyelveken

*Orosz nyelvű*

bőr-, textil-, nyomdaipari és más szakkönyvek, valamint folyóiratok bemutatása és eladása

*a legújabb külföldi katalógusok,*

tudományos könyvek és folyóiratok megrendelése

*külföldről és külföldre,*

minden tudományos folyóirat beszerzési forrása, szakszerű felvilágosítás, ismertetés,

gyors és pontos kiszolgálás a

## MŰSZAKI KÖNYVESBOLT-BAN

Budapest, V., Szalay-utca 4.



## ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

9. szám.

**„Szerves anyag“ meghatározó készülék,  
bauxitok-, timföldgyári lúgok-, valamint  
közönséges-, ásványi- és kazánvizek számára**

DR. LÁNYI BÉLA

Проф. докт. Бела Ланьи:

**Прибор для определения „органического материала“ в бокситах и щелоках глиноземного завода, в сырых, Минералогических и котловых водах.**

Статья дает краткую оценку метода определяющего органический материал марганцовокалиевой солью. В дальнейшем дает описание стандартной прибора в „Институте по Исследованию Алюминия и Легких Металлов в Венгрии“. В этом приборе определим окислением — окислитель хромистая кислота — уголь органических соединений содержащихся в сырых и обисиганных бокситах и в щелоках глиноземного завода. Установка позволяет определения углекислово газа карбонатов и также сероводорога из серных соединений As-, Se-, Te м. т. д. Содержание угля характеристическое для органических Материалов в сырых, минералогических и котловых водах определяется хорошо.

По опыту мы получаем калучество угля относительно органического материала в 1 л. или 1 кг. вещество. Это количество редко соответствует количеству вы численному по марганцовокалиевой соли. Автор предлагает, чтобы назнать „Угольное Число“ боксита и. т. д. количество угль по окислению хромистой кислотой.

The standard instrument of the Hungarian Aluminium and Lightmetal Research Institute, serving for the determination of coal quantity of organic materials occuring in bauxite, sodium aluminate liquor and sewage.

Fistly having realisted the carbinates present with sulphuric acid. The organic compounds will be oxydated with chromic acid.

The carbondioxyde produced in the twofold reaction will be seized in barit-water.

Other volatile compounds (such as As-, Se-, Te- etc.) occur besides CO<sub>2</sub> — by the effect of the sulphuric acid — these also can be determined by means of instruments, joined to the reflux cooling apparatus.

A címben említett természetű vizsgálatoknál — mint az köztudomású is — sem a szerves vegyületet, vagy ha többedmagukkal vannak jelen, ezek közül egyiket sem olyan értelemben határozzuk meg, hogy eredményül a jelenlévő anyag nevéhez is hozzájuthatnánk. Még csak

olyan vizsgálatokat sem végzünk, mely felderíthetné vajjon alifás-, vagy aromás, telített-, vagy telítetlen csoportba tartozó szerves anyagról van-e szó.

Eddigi gyakorlatunk ilyen méréseknél a káliumpermanganát oldatnak akár savas-, akár lúgos közegben történő oxidáló hatását alkalmazta. Csak azt állapítottuk meg, hogy a vizsgált elegy, vagy keverék literenként hány köbcéntiméternyi adott normalitású káliumpermanganátot igényel a benne lévő szerves anyag elhonesolására.

A permanganátos eljárás előnyül lehet mondani, hogy gondos előkészület után, begyakorlott elemző kezében gyorsan és olesón végrehajtható. Ha a vizsgálandó oldat „szerves anyagának“ vegytani tulajdonsága nap-nap után azonos marad, akkor töménységének változása tényleg jól nyomon is követhető. Amennyiben több különféle szerves anyag van oldatban, a töménységváltozás mértékére csak akkor következtethetünk biztosan a permanganátos módszerrel, ha az összetevők viszonylagos aránya változatlan maradt.

Feltétlenül hátrányos a permanganátos módszer, ha vizsgálandó oldatunk a benne lévő szerves anyagon kívül más redukáló vegyületeket is tartalmaz. Ilyenkor a redukáló anyagok eltüntetése nélkül méréseink teljesen hamis eredményekhez vezetnének. E védelem azonban nem sokat segít, mert sohasem lehet pontosan tudni, hogy e redukáló anyagok ártalmatlanná tétele nem befolyásolta-e a meglévő szerves anyagokat.

A bauxit feldolgozása folyamán az ásványban lévő szerves anyag nagy változásokon mehet keresztül. E változás mindjárt a pörkölésnél kezdődik, folytatódik a Bayer szerinti lúgos főzés alatt, a Dorr készülékekben való ülepitésnél. További változások lehetségesek mind a kikavarás alatt, mind pedig a kikavarás után következő lúgsűrítésnél is. A gyártás körfolyamatában keringő lúgban maradó „szerves anyag“-hoz folytonosan hozzá kerül a friss bauxitból is.

A szerves anyagnak a körforgalomban való viselkedését akartuk az Intézet egyik munkatervében vizsgálni. Az előbb mondottak alap-

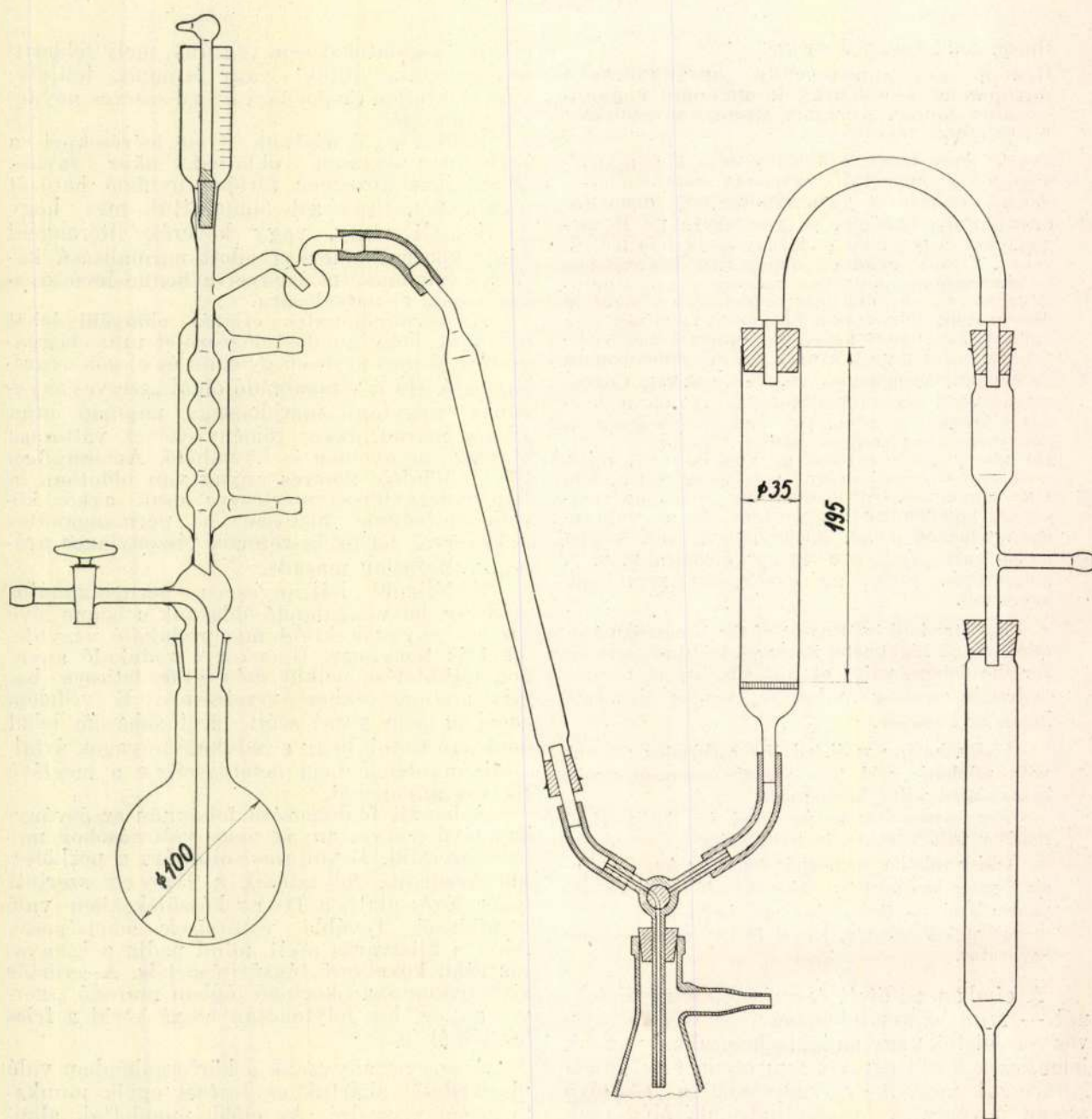


ján a káliumpermanganátos eljárást nem tartottuk biztonságosnak, tehát olyan elemző módszert választottam, amely az oldatban lévő „szerves anyag” carbonium tartalmát teszi meghatározhatóvá. Ezáltal, ha a szerves vegyületek lebomlását esetleges újjáépülését nem is tudjuk megismerni, a „széntartalom” változását az egész folyamat alatt teljes biztonsággal nyomon tudjuk kísérni. Ugyanis — mint előbb is futólagosan már említettem —, timföldgyári oldatainkban lévő szerves anyagok izolálása nagy nehézségekbe ütközik. Nem vehetjük segítségül a forgatóképeség változást sem, mert eddig vizsgált oldataink optikailag nem aktívak.

Módszerünk alapgondolatául a szénmeghatározásnak SARNSTRÖM szerinti eljárása szolgált, aki a szénét krómsavval szén-

dioxidá égette el és a keletkező széndioxidot megmérte. [Minálunk e módszer CORLEIS neve után ismeretes, (Stahl u. Eisen 14. kötet, 587. lap)]. Készülékünk építésénél ismert alkatrészeket kombináltam, vigyázva arra, hogy az üvegeszközök törékenységet a lehető legkisebb mértékre szorítsam vissza, a széndioxid meghatározása pedig a lehető leggyorsabb legyen.

A kész szerkezet használhatóságát elsősorban a bauxitipar anyagaira nézve vizsgáltuk meg. A vele való dolgozási módszer pontosságát ismert szerves anyag adalékaival ellenőriztük. E vizsgálatok alapján választottuk az 1. ábrán látható készüléket a Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet szabvány eszközüül, mely tehát elsősorban az ú. n. „szerves anyag”, másodsorban pedig a „karbonát” szénsavjának a





meghatározására szolgál. Mellékesen, ha netalán szulfidkén is jelen lenne, ennek értékét is gyorsan megismerhetjük, sőt egyéb, kénsav jelenlétében hidrogénvegyületek alakjában illanó As-, Te- stb. anyagok felismerésére és meghatározására is alkalmas.

A vizsgálatokat legtöbbször áramló levegőben — ritkábban, amikor csak karbonátokat, kénhidrogént, esetleg As-, Te-, Se-, vegyületeket kell kimutatnunk — hidrogénben végezzük. A szénsav visszatartására az ábrán ki nem rajzolt torony szolgál, melyet kálilúggal itatott horzszakövel-aktív szénnel, vagy M E R C K szerint készített azbesztre vitt nátronmészrel töltünk meg.

A bontó lombikot — az 1. ábrán 100 mm átmérőjével is megjelöltük. Nyakába illő becsiszolt üveg dugón van a csappal zárható, az öblítő gázt a lombik fenekére vezető cső. Ugyanennek a dugónak a felső részébe forrasztottuk a visszacsépező golyós hűtőt. Ennek folytatásaként felfelé — a lombik tengelyében — az üvegbotból készült csapon át csatlakozik a lombikba bocsátandó kénsavat, vagy krómsavat tartó edény. Az ilyen üvegbottal készített csapot tudomásom szerint először A. Kleine írta le: Chemiker Ztg. 1904. év. 62. lap, arzén és kén meghatározó készülékén. Hasonló csapszerkezet rajzát látni: Post's Chemisch-Technische Analyse, 1907. I. 587. lapján. Az Elektrokémiai Intézet mangándioxid és bórsav meghatározó eszközein már régen ilyen csapokat használunk. Különös előnye, hogy akár tömény kénsav, akár más vegyszer nagyon pontosan adagolható vele, anélkül, hogy a közönséges keresztben álló csapok szívárgásával bajlódnunk kellene.

Az öblítő levegővel tovahaladó szénsav elvezetése a bot-csap alatt és a golyós hűtő felett ferdén felfelé álló és cseppfogó gömböcskével ellátott üvegesövön át történik, melyhez vákuum gumicsővel ferdén lefelé nyúló, kalciumkloriddal töltött szárító cső csatlakozik. Amennyiben anyagunk a később ismertetett karbonát meghatározásnál kénhidrogént fejlesztene (mert szulfid tartalmú) a kalcium kloridos cső elé rézszulfátos mosó edényt kell helyezni. Hasonló módon védekeznünk kell, ha azt tapasztaljuk, hogy Rollet megfigyelésének megfelelően — úgy mint az öntöttvas szén meghatározásánál történik —, nem csupán kénhidrogén, hanem dimetilszulfid is fejlődik. Ezt a vegyületet a rézszulfát oldat nem köti meg, tehát sem a szulfid-kén, sem a szén tartalmát nem kapjuk helyesen, ha el nem rongcsoljuk. Ilyenkor a kalciumkloridos cső elé izzó rézforráscsal töltött Jäger csövet és megfelelő elnyelő edényt is kapcsolunk, gondoskodva arról, hogy az öblítő gázzal csak széndioxid mehessen tova a szárító csőbe. A készülék rajzán ez utóbbi eszközöket nem tüntettük fel. Egyébként az említett Jäger cső alkalmas az As-, Se-, stb. hidrogénvegyületeinek az elbontására is.

A kalciumkloridos szárító cső után 120°-os íratú, három leágazású — nálunk karlsruhei néven ismert csap következik. Ennek V állásában az öblítő gázzal tovahajtott széndioxid G 3 finomságú üvegszűrőn át finom buborékok alakjában a 35 mm átmérőjű, 195 mm magas, baritvízzel töltött edénybe kerül, ahol a bárium karbonát képződik.

A szénsavtól megszabadított öblítő gáz az 1. ábra jobb oldalán látható, nátronmeszes csőrendszeren át hagyja el a készüléket.

A felfogott szénsav meghatározása — ha van hozzá megfelelő villamos mérő berendezés — legegyszerűbben és legolcsóbban a baritlúg vezetőképességének mérésével történik.

Dolgozhatunk azonban úgy is, mint az 1. ábrából kivehető, hogy a kísérlet végén, amikor már széndioxidme xötés nincsen, a karlsruhei csapot < állásb fordítjuk. Ezután a rajzon csak csonkítottan feltüntetett szívópalaackba visszük az üvegszűrőn leszűrt és átmosott baritvíz feleleget és azt ott megtitraljuk.

Eszközünkkel mind a természetes, mind a szárított bauxitban, timföldgyári lúgokban lévő karbonát nagy pontossággal határozható meg. A karbonátokat először kénsavval elbontva, kicsé eljük az üvegszűrőn lévő baritvizet és azonn i hozzáfoghatunk az ú. n. „szerves anyag“, melyesebben a széntartalom meghatározásához, a krómsavas oxidáció segítségével.

A kész lékkel elért eredményekről a Kutató Intézet egyik későbbi közleményében számolunk be.

### Összefoglalás.

Az ú. n. „szerves anyag“ meghatározásához használatos káliumpermanganátos módszer elvégzése után ismertetjük a Magyar Alumínium és Könnyűfémipari Kutató Intézet szabványkészülékét, melyben nyers és pörkölt bauxitok, timföldgyári lúgok szervesanyag tartalmának megfelelő szénmennyiség határozható meg, krómsavas oxidációval. A készülék természetesen a karbonát tartalom megismerésére is használható, de emellett a szulfidkén, az As-, Se-, Te-, stb. illanó hidrogén vegyületeit is meghatározhatóvá teszi. Ivó-, kazán- és szennyvizek szerves anyagaira jellemző széntartalmat is jól tudunk vele meghatározni.

Méréseink révén az 1 liternyi, vagy az 1 kg-nyi anyagban foglalt szerves vegyületek széntartalmát kapjuk. Ez a szám csak ritkán egyezik a közismert „szerves anyag“ meghatározás alapján a permanganát fogyasztásból eredő értékkel, ezért javasolom, hogy a krómsavas oxidáció útján nyert széndioxidból számított szénmennyiséget, az illető bauxit, vörös iszap, timföldgyári lúg, kazánvíz, szennyvíz, stb. „szén szám“-ának nevezzük.



# Bauxit feltárás különböző molviszonyok mellett

SZEKERES JÁNOS és MÁRIÁSSY MIHÁLY

1948 december 2-án a Schweizerische Technische Zeitschrift c. folyóirat 49. számában megjelent egy cikk, amely dr. Helmut Siegert szabadalmát közli. A szabadalom tárgya a bauxit feltárása 1 : 1.25—1.30-as molviszony mellett.

A szerző szerint a feltárt anyagot vízzel, (híg mosólúggal) való hígítás előtt kikevert aluminátlúggal ( $M = 1 : 4$ ) az  $M = 1 : 1.8$  molarány eléréseig, majd vízzel a kívánt 110 gr/1  $Al_2O_3$ -ra hígítva, jó eredmények érhetők el. Az eredmények abban jelentkezik, hogy adott mennyiségű sűrűlúggal jelentősen nagyobb mennyiségű bauxit tárható fel azonos autoklavtér fogat és kisebb fajlagos feltárási gőzszükséglet mellett, másrészt, mivel a híg-lúg egy részét besűrítés nélkül visszük vissza a körfolyamatba, megtakarítás érhető el lúgsűrítési költségek terén.

A közlemény szerint az eljárást Ljubjanában (Laibach) és Ludwigshafenben a háború alatt kipróbálták és állítólag kedvező eredménnyel alkalmazták.

Mit is jelent ez a tömören megfogalmazott közlemény?

Mint tudjuk, a Bayer-eljárással dolgozó timföldgyárakban a bauxitot lúggal, magas nyomáson és hőfokon tárják fel, amikor is nátriumaluminát-oldatot kapnak. A nátriumaluminát-oldatot hígítás után ülepitésével választják el a bauxit többi alkotórésztől, mint Fe-Si-Ti-oxidok, stb., amelyek a feltárás után változatlanul szilárd formában vannak jelen. A szennyezésektől így megtisztított aluminátlúgot úgynevezett kikeveréssel elbontják, amely

művelet több napig tart. A kivált aluminium-hydroxidot szűréssel választják el a lúgtól. Az aluminiumhydroxidot kalcinálják, és nyerik a timföldet, míg a lúgot besűrítik, és a bekeverésnél újra felhasználják.

A feltárásnál a bauxit 1 molekulásúlynyi aluminiumoxidjára 1.8 molekulásúlynyi  $Na_2O$ -t vesznek. Mint tudjuk, elméletileg a feltáráshoz ennél lényegesen kisebb nátronfelesleg is elegendő lenne. A nagy feleslegben alkalmazott nátronra azért van szükség, mert a feltárásnál keletkezett aluminátlúg instabil vegyület, melynek stabilitása a feltárásnál kellő mennyiségű nátronfelesleg alkalmazásával növelhető. A Bayer-eljárással dolgozó timföldgyárakban ezért általában az 1 : 1.8 molviszonyt alkalmazták.

A szerző azt javasolja, hogy a bekeverésnél ezt a molarányt 1 : 1.25—1.3-ra csökkentjük. Ha a feltárásnál a molarányt 1.8-ról 1.3-ra csökkentjük, akkor azonos mennyiségű lúg felhasználása esetén több bauxitot tudunk bekeverni, amivel a termelés emelkedik. A gőzfogyasztás a feltárásnál nagyjából az alkalmazott lúgmennyiséggel arányos, tehát a fajlagos feltárási gőzfogyasztás csökkentett molviszony esetén csökken. Ha a hidratátszűrésnél nyert híg-lúg mennyiségnek egy részét a hígításra használjuk fel, akkor kevesebb híg-lúg kerül besűrítésre, amivel a lúgbesűrítés költségei csökkennek.

Ennek a kétségkívül nagyon tetszetős eljárásnak lehetőségeit az ajkai laboratóriumban, nyírádi bauxit feltárásával, több kísérletsorozatban vizsgáltuk. A kísérleti eredményeket nemcsak dr. Sie-

1. sz. Táblázat.

Bemérés gr	Bauxit összetétel		Marónátron		Hígítás		Feltárás		M	M a híg- tás után	Izapelemzés		$\gamma Al_2O_3$
	$Al_2O_3\%$	$Fe_2O_3\%$	bemérés cm <sup>3</sup>	$Na_2O$ -tart g/l	víz cm <sup>3</sup>	retourlúg cm <sup>3</sup> /g/l	ideje óra	hőfoka C°			$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	
84	56.37	26.10	200	261.95	216	—	5	180°	1.8	1.94	61.60	13.86	90.9%
84	56.37	26.10	200	261.95	216	—	5	180°	1.8	2. —	62.50	11.39	
84	56.37	26.10	200	260.4	216	—	3	180°	1.8	1.84	60.40	13.40	89.5%
84	56.37	26.10	200	260.4	216	—	3	180°	1.8	2.05	62.75	11.35	
84	56.37	26.10	200	263.5	216	—	2	180°	1.8	2.12	55.95	19.50	84.2%
84	56.37	36.10	200	263.5	216	—	2	180°	1.8	2.12	55.50	19.50	
84	56.37	26.10	200	260.72	216	—	1	180°	1.8	2.10	46.70	26.60	76. — %
84	56.37	26.10	200	260.72	216	—	1	180°	1.8	2.25	46.60	26.55	
95	56.37	26.10	200	261.95	207	121	5	180°	1.6	2.18	57.40	16.61	86.6%
95	56.37	26.10	200	261.95	207	121	5	180°	1.6	2.20	56.40	16.80	
95	56.37	26.10	200	260.4	207	121	3	180°	1.6	2.20	55.50	20.80	82.3%
95	56.37	26.10	200	260.4	207	121	3	180°	1.6	2.21	55.80	16.80	
95	56.37	26.10	200	260.72	207	121	1	180°	1.6	2.55	52.20	27.10	70.5%
95	56.37	26.10	200	260.72	207	121	1	180°	1.6	2.47	52.35	26.88	
108	56.37	26.10	200	261.95	194	254	5	180°	1.4	2.50	56.60	20.71	82.5%
108	56.37	26.10	200	261.95	194	254	5	180°	1.4	2.41	51.65	21.05	
108	56.37	26.10	200	260.4	194	254	3	180°	1.4	2.50	54.2	21.12	81.6%
108	56.37	26.10	200	260.4	194	254	3	180°	1.4	2.51	53.8	21.28	
108	56.37	26.10	200	260.72	194	254	1	180°	1.4	3.05	38.10	30.20	68 %
108	56.37	26.10	200	260.72	194	254	1	180°	1.4	3.16	39. —	31.10	
116	56.37	26.10	200	260.4	190	340	3	180°	1.3	3.05	49. —	27. —	74.5%

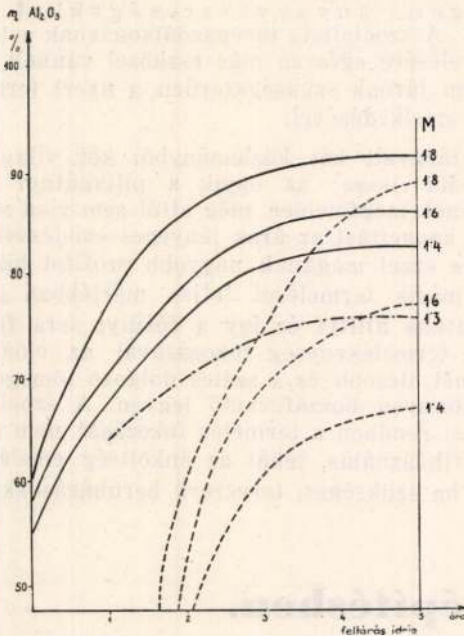


gert közléseivel, hanem F. F. Wolf és M. Rozenberg szovjetkutatók\* vizsgálataival is összehasonlítottuk. Az eredmények közlésével termékeny vitát kívántunk kelteni a kérdést ismerő szakemberek között s ezzel elérni azt, hogy az eljárás lehetőségeit más bauxitfélésekre is kitisztazzuk.

A kísérleteket 250 cm<sup>3</sup>-s olajfürdőben forgó bombákban végeztük, 180 C°-on, 200 cm<sup>3</sup> lúgtöltéssel, változó ideig, majd az anyagot leexpandáltatuk, és számított mennyiségű forró kikevert lúggal a kívánt molviszonyra, majd forró vízzel azonnal a kívánt koncentrációra hígítottuk. A kapott vörösiszap összetételéből — különböző molarány mellett — vizsgáltuk a feltárás fokát. A felhasznált bauxit összetétele:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56.37
SiO <sub>2</sub>	1.97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.10
Izz. v.	12.86

A felhasznált lúg 260—262 gr/1 szabad Na<sub>2</sub>O koncentrációjú, max. 2.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-tartalmú.



1. sz. diagramm. A feltárás a molviszony függvényében.  
 — nyirádi bauxit 180°,  
 ..... urali bauxit 195°.

A kísérleti eredményeket a mellékelt 1. sz. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatait diagrammba fektettük, amelyen felvettük a szovjet kutatóknak egyik urali bauxittal végzett vizsgálatainak eredményeit is. Az urali bauxit adatai 195-ra vonatkoznak. Ez a bauxit a diagrammból láthatóan valamivel nehezebben tárható fel, magasabb hőfokon végzett feltárásnál sem ad azonos nyeredéket az összes Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> százalékában, továbbá a nyeredék meredeken emelkedik a feltárási idővel, tehát a bauxit diaspor-típusú. (Lásd 1. sz. diagr.)

A két különböző bauxittal, különböző laboratóriumok által, egymástól függetlenül végzett vizs-

\* Trudi VAMI, 1940. 20. sz. 16—20. old. (Trudi Vszeszajuznij Aluminiyevo Magnijevij Insztitut.)

gálatok eredménye: A molviszony csökkentése a kitermelés romlására vezet, így a lúgba bekevert többlet-bauxit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmának egy része a rosszabb kitermelés miatt elvész.

A kapacitás növekedése mellett a veszteségek emelkedését és a fajlagos bauxitfelhasználásnak ebből következő emelkedését a 2. számú táblázatban állítottuk össze:

2. sz. Táblázat

M. a felt. után	Felt. idő óra	kg/m <sup>3</sup> bauxit.	Baux. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Bem. rt kg/m <sup>3</sup> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	γ	Kinyert kg/m <sup>3</sup> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Elvesztett		Veszt. kapacit. növekedés		Fajl. bauxit. felhasznál. 10/10 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
							Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kg/m <sup>3</sup>	%	%	%	
1.8	4	420	57.36	237	91.0	216.-	21.-	9.-			2.16
1.6	4	475	57.36	272	86.-	234.-	38.-	14.-	6.-	8.-	2.26
1.4	4	540	57.36	304	81.6	248.5	55.5	18.8	9.3	11.5	2.41

A táblázatból kétségtelenül megállapítható, hogyha a bekeverésnél az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Na<sub>2</sub>O molarányt 1 : 1.8-ról 1 : 1.6-ra csökkentjük, akkor a termelés 8%-kal, míg 1 : 1.4 molarány esetén 11.5%-kal emelkedik. Ugyanakkor azonban a kitermelés 91 %-ról 86%-ra, illetve 81.6%-ra csökken, ami 6%, illetve 9.3% veszteségemelkedést jelent. Ha tehát 1 t timföldet 1.8 molarány alkalmazása esetén 2.16 t száraz bauxitból tudok gyártani, akkor

1.6 molarány esetén 1 t timföldhöz 2.26 t,  
 1.4 „ „ 1 t „ 2.41 t

száraz bauxit szükséges.

Bármilyen bőven ontja is kincsét, a bauxitot, a magyar föld, a szakember nem szívesen nézi a fajlagos felhasználás ilyen mértékű emelkedését, annál kevésbbé, mert tudja, hogy a bauxit fajlagos felhasználások emelkedésével a lúgvesztés is emelkedik. 1 t timföld termeléséhez 1 : 1.8 molarány esetén a felhasznált 2.16 t száraz bauxittal 54 kg SiO<sub>2</sub>-t viszünk a körfolyamatba, 2.5% szilícium-tartalmú bauxit esetén. Ha az 1 : 1.6 molaránynál a bauxitszükséglet 2.26 t/t, akkor a körfolyamatba vitt bauxit már timföld tonnánként 56.5 kg SiO<sub>2</sub>-t tartalmaz, 1 : 1.4 molaránynál ez a mennyiség már 60.25 kg lesz, 1 : 1.8 molaránynál, szemben az 1 : 1.6-s molaránnyal a körfolyamatba kerülő SiO<sub>2</sub>-többlet 2.5 kg, az 1 : 1.4 molaránynál pedig 6.25 kg lesz. Ennek megfelelően a gyártásnál a lúgvesztés 0.5%, illetve 1.2%-kal emelkedik.

Amikor megállapítjuk, hogy a molarány csökkentésénél a fenti veszteségekkel kell számolnunk, ugyanakkor a számítások szerint a lúgbesűrítésnél az alábbi lúgmegtakarítás jelentkezik:

A hígításhoz 50 gr/1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, és 112 gr/1 Na<sub>2</sub>O-tartalmú lúgot használva, 1.4 molarány mellett 1 t timföldtermelésnél 4.95 m<sup>3</sup> híglúg vihető vissza a körfolyamatba besűrítés nélkül, 1.6 molarány mellett ez a szám 2.56 m<sup>3</sup>.

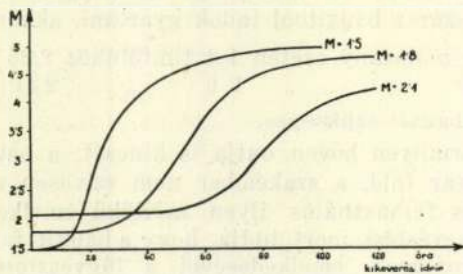
Fenti műszaki szempontok tisztázása után a szakembert elsősorban az érdekli, hogy ennek az eljárásnak milyen befolyása van az önköltség alakulására. Erre vonatkozólag a 3. sz. táblázat nyújt felvilágosítást:



3. sz. Táblázat

	M = 1.8 Ft különbs.	1.6 Ft különbs.	1.4 mellett Ft különbs.
Felhaszn. száraz bauxit t: . . . . .	2.16	2.96	2.41
á: 150.— Ft . . . . .	—	+ 15.—	+ 37.50
Felhaszn. NaOH kg.	12.—	12.5	13.2
á: 2.263 Ft . . . . .	—	+ 1.13 + 16.13	+ 2.72 + 40.22
Bepárolt higlug m <sup>3</sup> különbs. . . . .		2.56 m <sup>3</sup>	5.95 m <sup>3</sup>
gőz költés. á 0.25 t gőz . . . . .	—	0.64 to — 14.10	1.48 to — 32.60
á: 22.— Ft . . . . .	—		
Többi. költség . . . . .	—	+ 2.03 Ft	+ 7.62 Ft

Fentiekből látható, hogy az eljárás előnye az, hogy a termelést növeli, ugyanakkor hátránya, hogy a kitermelés rosszabb. Érthető az a gondolat, hogy az eljárásnak a többtermelésben jelentkező előnyét felhasználjuk úgy, hogy a hígított lúg molarányának emelésével az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> veszteséget csökkentjük. Abban az esetben, ha az alacsony molarányánál feltárt anyagot nem 1 : 1.8 molarány, hanem pl. 2.1 molarányig hígítjuk, úgy feltétlenül stabilabb oldatot kapunk, és ezzel lényegesen csökkentjük az alumíniumoxid kiválását. Így a hígításnál és ülepitésnél kisebb veszteségek lépnek fel, azonban nehézségek jelentkeznek a kikeverésnél, amit az alábbi 2. sz. diagram szemléltet:



2. sz. diagramm. A kikeverés görbéi különböző molarányok mellett.

A diagrammból látható, hogy minél alacsonyabb molarányú anyaggal indulunk a kikeverésnél, az alumínatlúg elbomlása annál hamarabb indul meg, a görbe annál meredekebb, és a kiválás, különösen a timföldgyártás szempontjából érdekes 2—4 molarány között a leggyorsabb.

A molaránynak a stabilitás érdekében történő emelése tehát a kikeverési időt jelentősen emeli, mert minél magasabb molaránnyal kezdjük a kikeverést, annál hosszabb kikeverési idő kell azonos molarány eléréséhez.

Fentiekből látható, hogy a tárgyalt javaslat kétségtelenül emeli a termelést, azonban a kitermelési számok romlása miatt a veszteségek emelkedése elkerülhetetlen. Elhisszük, hogy a háború alatt az eljárást a német háborús gazdálkodás alkalmazta, mert a nyersanyag nagymértékű tékozlása mellett is a termelést fokozni tudta, kérdés azonban, hogy helyes-e önköltségcsökkentésre törekvő népgazdaságunkban a termelést ilyen felesleges anyagveszteségekkel növelni. A szocialista tervgazdálkodásnak a termelés növelésére egészen más eszközei vannak, amelyek nem járnak szükségszerűen a nyert termékek árának emelkedésével.

A tárgyalt két közleményből két világ képe tükröződik vissza: az egyik a pillanatnyi üzleti érdekeknek megfelelően még attól sem riad vissza, hogy a kapacitást az árak lényeges emelésével növelje, és ezzel magának nagyobb profitot biztosítson a másik termelését teljes mértékben a béke szolgálatába állítja és így a fősúlyt arra fekteti, hogy a termelékenység fokozásával az előállított áru minél olcsóbb és a széles dolgozó tömegek részére könnyen hozzáférhető legyen. A szocialista termelési rendben a termelés fokozását nem a fajlagos felhasználás, tehát az önköltség emelésével, hanem ha szükséges, tervszerű beruházásokkal érjük el.

## Aluminium a hajóépítésben.

KUROVSZKY ISTVÁN

(Folytatás.)

**Tömörítés.** Az Al ötvözetek kisebb rugalmassági modulusa és alacsonyabb szilárdsága miatt az a téves vélemény van elterjedve, hogy ezeket nem lehet tömöríteni. Ez egyáltalában nem áll, csak könnyebb szerszámot kell alkalmazni, mint a folytcélnál.

Vegyünk például 1 szegecsosztást (7. sz. ábra). Az elhajlás függ a  $\frac{WL^3}{EI}$ , tehát az  $\frac{1}{EI}$  viszonytól. A kihajlási arány

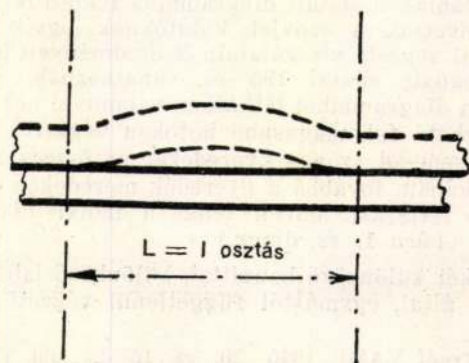
$$\frac{k_a}{k_s} = \frac{E_s}{E_a} \times \left[ \frac{\sigma_a}{\sigma_s} \right]^3,$$

ahol  $k_a$  = az alumínium kihajlása,  $k_s$  = a folytcél kihajlása,  $\sigma_s$  = folytcél szakító szilárdsága,  $\sigma_a$  = alumínium szakító szilárdsága.

A Lloyds fentebb megadott értékeit használva az Al ötvözetű lemezek vastagságát tehát  $\frac{40}{26.35}$

viszony szerint növelni kell, a kihajlás pedig

$$\frac{k_a}{k_s} = 3 \times \left[ \frac{26.35}{40} \right]^3 = 0.84$$



7. ábra



tehát lehetséges a szegecsosztást tisztán tömörítési szempontból növelni. A szegecsosztás az Al ötvözeteknél általában

$$L_n = \frac{L_s}{0.945} = 1.058 L_s \text{ -re}$$

szokás venni, ahol  $L_n = 1$  osztás hossza Al ötvözetnél,  $L_s = 1$  osztás hossza folytacélnál.

A többi tényező mellett ezeket az adatokat is tekintetbe kell venni a szegecskötések tervezésénél és számításánál.

A következő illesztési eljárás, amit meg kell vizsgálni, a *hegesztés*: az Al ötvözetek hegeszthetők gázhegesztéssel, elektromos ívhegesztéssel és elektromos ellenállás hegesztéssel, azonban az Al ötvözetek fizikai és kémiai tulajdonságainak megfelelően más technikával, mint a folytacélnál. Az ömlesztéses hegesztéseket — elektromos ív- és gázhegesztés — az utóbbi 30 évben általánosan használták. Sokáig az Al ötvözetek hegesztését végzőnek speciálistáknak kellett lenni. Ma már ez nem így van, bár némi speciális gyakorlatra azért szükség van a helyes technika elsajátításához, mert a hegesztők nem térhetnek át minden további nélkül a folytacél hegesztéséről az Al ötvözetekre. Pl. az Al ötvözetek hővezető képessége nagy, úgyhogy jelentékeny hőmennyiség szükséges a hegesztéshez, annak ellenére, hogy az olvadási pont aránylag alacsony; ennek következtében a gáz- és oxigén, illetőleg az áramfogvasztás is magas, viszont a hegesztés gyorsasága 3, illetőleg 4-szerese a folytacélnak.

Bár a hegesztés ma már egészen gyakorlati dolga (lásd az Alumínium című folyóirat 1949. évi negyedik számában megjelent „Az alumínium gázhegesztése” és az Alumínium című folyóirat 1949. évi 1-ső és 2. számában megjelent „A könnyűfémek hegesztésének fejlődése 1944 és 1949 között”), mégis sok nehézség még nincs tisztázva. Ez vonatkozik különösen a vastag keresztmetszetekre.

Úgy a gázhegesztésnek, mint az elektromos ívhegesztésnek egyik nagy hátránya, hogy a hegesztés tökéletes keresztülvitelére okvetlenül szükséges az Al ötvözetek felületén állandóan keletkező és a hőmérséklet növekedésével vastagodó  $Al_2O_3$  réteg eltávolítása, amely oldó hatású folyósító anyagokkal (hegesztőpor, elektróda-bevonat) történik. Természetes, hogy a folyósító anyag maradványait a hegesztés után tökéletesen el kell távolítani. Ez azonban sok esetben nem olyan egyszerű feladat.

Ez okból is ajánlatos a tompa varratokat a sarokvarratokkal szemben előnybe helyezni, az átlapolásokat pedig lehetőleg el kell kerülni.

A korrózió veszélye ösztökélte a szakembereket olyan eljárások kidolgozására, melyeknél folyósító anyagot nem kell használni. Ezek a rácsos vezérlésű ellenállás hegesztőgépekkel végzett hegesztések és a hajóépítésben legjobban bevált nemes védőgázban való ívhegesztés.

Ennél a hegesztési eljárásnál — Heliarc vagy Argonarc eljárás — szemben az Arcatom eljárással csak egy nem olvadó (Wolfram) elektródát alkalmaznak, amelyet semleges nemes védőgáz vesz körül. A használt gáz lehet helium vagy argon. Tekintettel az argon könnyebb előállíthatóságára és olcsóbb voltára, nagyjából ezt alkalmazzák. A hegesztéshez vagy egyenáram vagy váltóáram szükséges egy nagyfrekvenciás stabilizátorral. Az argongáz az Al ötvözetek felületén keletkezett  $Al_2O_3$ -t széjjel bomlasztja, megelőzi a további oxidációt és így felesle-

gessé teszi a folyósító anyag használatát és ezáltal a legnagyobb veszélyt — a hegesztés és környékének korródálását — kiküszöböli.

Az Al ötvözetek hegesztése és annak módozatai nem férnek el ennek a cikknek a keretében, itt mindössze csak annyit óhajtok megállapítani, hogy ezek sikeresen alkalmazhatók, aminek bizonyítéka a külföldön hegesztett több híd és hajó.

A megmunkálási kérdések után lássuk a tervezési kérdéseket.

A hajószerkezet részeit igénybevétel szempontjából három csoportba oszthatjuk, és pedig:

a) kis igénybevételnek alávetett, kevésbé fontos részek, mint kormányos- és kapitány-fülke, fedélzeti fülke, helyiségek stb.,

b) nagyobb igénybevételnek alávetett mellékszerkezeti részek, mint a hajó orra, árbócok, antennarudak, fedélzeti korlát stb.,

c) nagyon erős igénybevételnek alávetett főszerkezeti részek, mint a hajó héja, hajókeretek, külső lemezek stb.

a) *Kis igénybevételnek alávetett részek.* A hajónál minden rész igénybe van véve, legfeljebb az egyik jobban, a másik kevésbé. Azokon a részekben, ahol a folytacélt akarjuk alumíniummal vagy ötvözetével helyettesíteni, ne akarjunk a súllyal túlságosan takarékoskodni. A folytacél fajsúlya 7.86, az alumíniumé 2.7, ekvivalens méretezésnél a súlymegtakarítás tehát  $\frac{2.70}{7.86} = 0.343$ . Más szóval az alumíniumötvözetek alkalmazása esetén általában  $\frac{2}{3}$  súlyt takaríthatunk meg.

Természetes, hogy ez a maximális határ, amelyet mindenütt nem lehet elérni, mert sok helyen a szerkezet merevsége lényegesebb szempont és mivel az alumínium és ötvözeiteinek rugalmassági modulusa csak  $\frac{1}{3}$  része a folytacél rugalmassági modulusának és így a könnyűfém szerkezet háromszor annyit fog behajlani, mint az ugyanolyan folytacél szerkezet, a szilárdsági értékek kielégítő volta ellenére is növelni kell a keresztmetszeteket, illetőleg vastagságokat.

Tehát ha pl. a fedélzetház merevségét lényegesen tartjuk, három körülményre kell figyelemmel lennünk, és pedig:

1. a merevítések osztását kell közelebb hozni egymáshoz,
2. a merevítések méreteit kell emelni,
3. a fedő-, illetőleg borítólemez vastagságát kell növelni.

Miután ez részletekben nem mindig vihető keresztül, ezért legjobb a méreteket a folytacélhoz viszonyítva 30%-kal emelni, mert még így is a súlymegtakarítás 55% lesz.

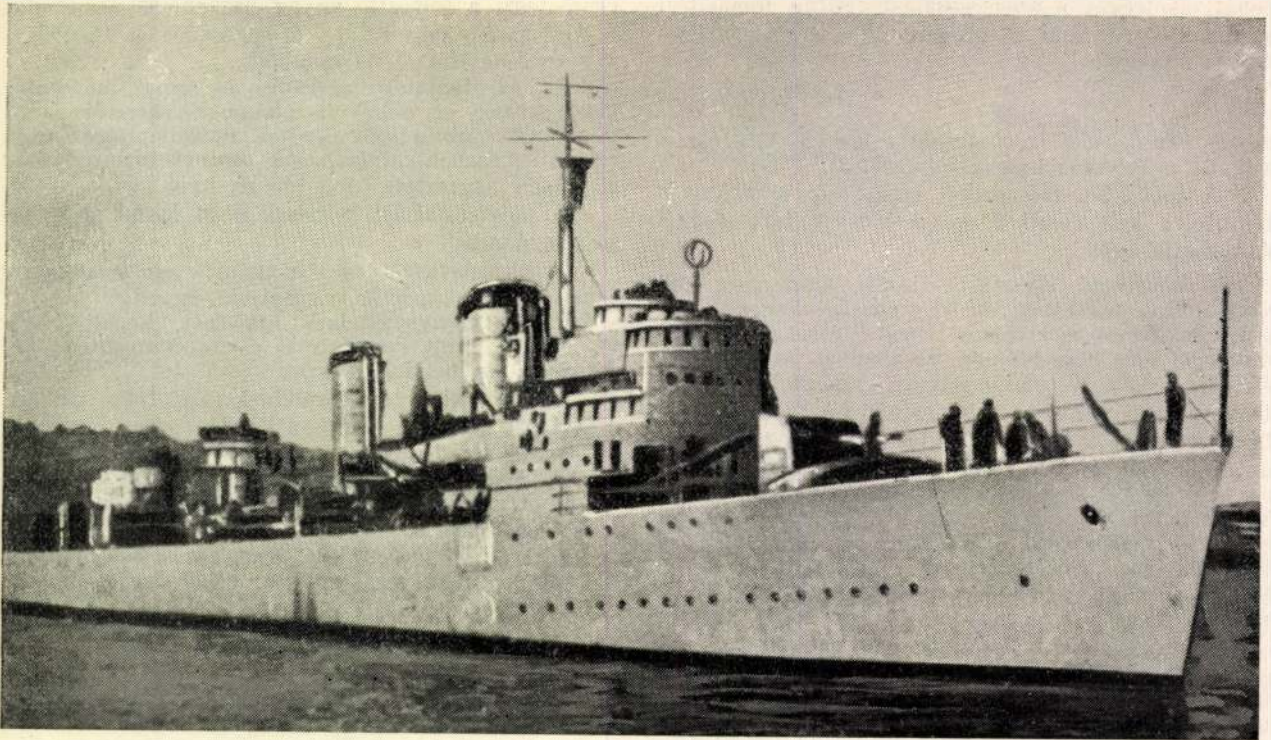
Ahol a merevség fontosabb szempont, mint a szilárdság, nem szükséges valamely magasabb szilárdságú ötvözet alkalmazása, teljesen megfelel az Al-Mg 3 (26 kg/mm<sup>2</sup>), sőt lehetséges, hogy kisebb szilárdságú ötvözetet is lehetne használni.

A hajóépítésben fedélzeti fülkék részére az alumíniumot ma már általánosan használják.

b) *Nagyobb igénybevételnek alávetett mellékszerkezeti részek.* A hajószerkezetben meglehetősen sok ilyen hely van, úgyhogy felsorolni teljesen lehetetlen, mit lehet alumíniumból és ötvözeiteiből készíteni. Általában ezeket a részeket a következőképpen csoportosíthatjuk:

1. Ahol az anyag kis surlódásnak van kitéve, akkor





„Göteborg“ svéd cirkáló, parancsnoki és kiszolgáló hidak, fedélzetek és személyzeti fülkék, szerelvények Al-ötvözetből. Hőszigetelés: alumínium fólia.

$$Q_s \times \sigma_s = Q_a \times \sigma_a,$$

ahol  $Q_s$  és  $Q_a$  a folytacél, illetőleg az Al keresztmetszete  $\sigma_s$  és  $\sigma_a$  a folytacél, illetőleg az Al szilárdsága.

2. Ahol az anyag nyomásnak van kitéve és könnyen hajlítási igénybevétel is felléphet, mint pl. egy hosszú rúdnál, ugyanazon terhelés mellett az E, I. szorzat a két anyag esetében ugyanaz kell legyen.

$$E_s I_s = E_a I_a$$

$$I_a = I_s \frac{E_s}{E_a} = 3I_s,$$

ahol  $E_s$  és  $E_a$  a folytacél, ill. Al rugalmassági modulusa.  $I_s$  és  $I_a$  a folytacél, ill. Al inercia nyomatéka.

3. Ahol a hajlítási igénybevétel nagy, pl. árbócrudaknál, ott az alumínium keresztmetszeti modulusa olyan kell legyen, hogy ugyanazt a terhelést elbírja, mint a folytacél, tehát

$$\left[ \frac{I}{y} \right]_s \times \sigma_s = \left[ \frac{I}{y} \right]_a \times \sigma_a.$$

Ha az 1. és 3. esetet nézzük, akkor azt látjuk, hogy súly szempontjából ajánlatos a magasabb szilárdságú Al-Mg 5 és Al-Mg-Si ötvözetek alkalmazása, a 2. esetben a megterhelés kisebb, mint amit az anyag kibír, tehát nyugodtan használhatjuk az Al-Mg 3 ötvözetet, sőt még ennél is alacsonyabb szilárdságút.

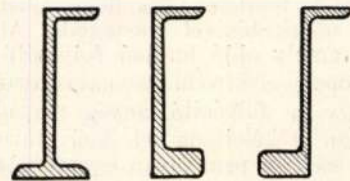
A hajószervezet egyik fontos része a fedélzeti árbóc és az oldalkeretek. Hogy az alumíniumot a leggazdaságosabban kihasználhassuk, egészen új szelvényeket (profilokat) kellene kialakítani.

Ugyanis, ha egy olyan U szelvényt alkalmazunk, amely szelvény megfelel a normális folytacél szelvénynek, akkor ebből a szelvényből készült tartó nem szimmetrikus és így nem gazdaságos. Ha az anyagot gazdaságosabban akarjuk kihasználni, akkor

az Al ötvözetű szelvénynek a 8. ábra szerinti formájának és alacsonyabb szárúnak kell lenni.

Ezeket a szelvényeket csak ott használják, ahol lemezborítással lesznek ellátva, mint oldalkeret és hajóorr merevítésre.

A kalkuláció azt mutatja, hogy ha ilyen szelvényeket használunk, akkor az ötvözetből függően 54–59% súlyt takaríthatunk meg. Ezek a számok 300-as szögselvényre vonatkoznak.



8. ábra.

Egy másik karakterisztikuma ennek a speciális szelvénynek, hogy a súlymegtakarítást elérjük anélkül, hogy a keret vastagságát a folytacéllal szemben emelni kellene és előnye, hogy szükségtelenül nem kell helyet feláldozni azért, hogy vastagabb szelvényeket eresztünk be a tartókba.

c) Nagyon erős igénybevételnek alávetett főszervezeti részek. A könnyűfémnek a hajóépítésben való felhasználása kétféle módon történhetik: először a hajó egész szervezete Al ötvözetből készül, vagy másodsor a hajó szervezetének csak egy része készül Al ötvözetből, a többi folytacélből, tehát acélhajó könnyűfém ötvözetel.

Abból a szempontból nézve, hogyan számítsuk és méretezzük a hajószervezetet az 1. eset a könnyebb, bár még messze vagyunk attól, hogy egy épülő hajó minden részénél Al ötvözetet alkalmazzanak.



1. Az egész hajószervezet könnyűfém ötvözetből. Ha a hajót úgy tekintjük, mint egy tartót, amely a hullámok hatása alatt meghajlik, akkor szerkezetét úgy kell elkészítenünk, hogy képes legyen ennek ellenállni.

A hajlítás pillanatában figyelmen kívül hagyva minden változást — ami azáltal állhat elő, hogy a szerkezeti anyagokat változtatjuk — a hajóközépen keresztülmenő szelvény (profil) keresztmetszeti modulálását Al ötvözet használatára esetén a folyttacéllal szemben a következő viszonyba kell hozni

$$\left[\frac{1}{y}\right]_a \times \sigma_a = \left[\frac{1}{y}\right]_s \times \sigma_s.$$

Ez azt jelenti, hogy minden hosszirányú anyag vastagságát az anyag dolgozó szilárdságának arányában meg kell változtatni. Ugyahogy ha  $v_a$  és  $v_s$  az Al ötvözet és a folyttacél vastagsága, akkor

$$v_a = v_s \times \frac{\sigma_s}{\sigma_a},$$

de a hosszirányú anyagok súlya arányos a vastagságokkal és a fajsúlyokkal, ezért

$$\frac{W_a}{W_s} = \frac{7.86}{2.7} \times \frac{\sigma_s}{\sigma_a} = 0.343 \frac{\sigma_s}{\sigma_a}.$$

Ha a folyttacél szilárdságát 40 kg/mm<sup>2</sup>, az Al ötvözet szilárdságát 26 kg/mm<sup>2</sup> vesszük, akkor

$$\frac{W_a}{W_s} = 0.343 \frac{40}{26} = 0.525,$$

vagyis több mint 40%-ot takarítunk meg súlyban.

A hosszirányú anyagok méreteinek megállapításánál egy másik szempontot is figyelembe kell venni, mégpedig az anyagnak a hajlítással szemben való ellenállóképességét. Tegyük fel, hogy az Al ötvözetű szelvények és anyagok hajlítással szemben való ellenállóképessége ugyanaz, mint a folyttacél, illetőleg ilyen esetben ugyanúgy viselkedik, mint a folyttacél, ugyanolyan keretméretnél az Al ötvözetű szelvények vastagsága minimum

$$v_a = v_s \sqrt{\frac{E_s}{E_a} \times \frac{\sigma_a}{\sigma_s}}$$

kell legyen.

Az előbb használt értékekkel

$$v_a = v_s \sqrt{\frac{3.26}{40}} = 1.39 v_s.$$

Miután azonban, mint előbb láttuk, az Al ötvözetű szelvények és anyagok vastagságát  $\frac{40}{26} = 1.53$  folyttacél vastagságúra vesszük, világos, hogy ilyen esetben az anyag hajlítással szemben kellő ellenállású lesz. A diagonálisan elhelyezett anyagok és szelvények vastagságát a teljesen 3l ötvözetből készült hajónál ugyanezen elvek szerint kell meghatározni.

## 2. A hajó szerkezetének csak egy része készül Al ötvözetből.

Előbb említettem már, hogy az aluminiumot és ötvözeit a fedélzeti helyiségek, fülkék kiképzésére ma már általánosan használják a legnagyobb tengerjáró személy- és teherhajók építésénél. További lépés lenne a könnyűfémeket olyan fedélzeti szerkezeteknél alkalmazni, amelyek héjazatukkal és oldalborításaikkal hozzájárulnak a hajó hosszirányú merevítéséhez. Ilyenek pl. a fedélzeti hidak és tartók, hajó-orr és far stb.

Ebben az esetben a felső szerkezetet mint összetett tartót lehet tekinteni és az összetett tartó elmélete alapján lehet a szerkezet könnyűfém részét számítani és méretezni.

Ha egy tartót vagy hidat a már meglévő szerkezethez hozzáadunk és ezzel akarjuk a hosszirányban ható erő egy részét felfogni, a hídfedélzetet illetőleg a tartószerkezetet úgy kell méreteznünk, hogy a biztonsági nyomatékot ne lépjük túl. Ezért a könnyűfém fedélzeti szerkezet keresztmetszeti területe ne legyen kisebb, mint

$$q_a = \frac{I_s}{y_s} \times Q_s \frac{\left[ \frac{\sigma_s}{\sigma_a} (y_s + m) - \frac{E_s}{E_a} y_s \right]}{I_s + Q_s (y_s + m)^2},$$

ahol  $q_a$  az Al ötvözetű szerkezet keresztmetszeti területe,

$Q_s$  a folyttacél-szerkezet keresztmetszeti területe,

$I_s$  a folyttacél-szerkezet inercianyomatéka,

$y_s$  az eredeti folyttacél-szerkezet semleges tengelytől a felső fedélzetig való távolsága,

$m$  a szerkezet magassága a felső fedélzet felett,

$\sigma_s$  és  $\sigma_a$  a folyttacél és Al ötvözet szilárdsága,

$E_s$  és  $E_a$  a folyttacél és Al ötvözet rugalmassági modulusa.

A folyttacél és Al ötvözetből összetett szerkezetek számításánál nagyon vigyázni kell arra, hogy a folyttacél-szerkezet felső részén az igénybevétel ne legyen nagyobb, mint a folyttacél-anyag szilárdsága. Tegyük fel, hogy egy tisztán folyttacélból készült hajó felső fedélzeti szerkezet keresztmetszeti modulusa  $Z$ , akkor a könnyűfém ötvözetből készült fedélzeti szerkezet keresztmetszeti területe

$$q_a = \frac{E_s}{E_a} \frac{Q_s (Z y_s - I_s)}{I_s + Q_s (y_s + h)^2 + Z h}$$

Ha a képletbe a megfelelő értékeket behelyettesítjük, akkor egy nagy  $q_a$  értéket kapunk és így gazdaságosabbnak látszik a felső folyttacél fedélzeti szerkezet keresztmetszeti területét valamelyest növelni. Ha az a keresztmetszeti terület, amit ilyenképen a folyttacél fedélzeti híd szerkezete keresztmetszeti területéhez hozzá kell adni  $q_e$ , akkor  $q_e$  és  $q_a$  a következő képlet szerinti viszonyba kerülnek.

$$q_e = \frac{Q_s (Z y_s - I_s) - q_a \frac{E_a}{E_s} [Z \cdot h + Q_s (y_s + h)^2 + I_s]}{I_s + Q_s y_s^2 + q_a \frac{E_a}{E_s} h^2}.$$

Ha  $q_e$  adva van, akkor  $q_a$  kiszámítható és így a könnyűfém fedélzeti híd szerkezeti méreteit meg lehet határozni.

A könnyűfém alkalmazásának a hajók fedélzeti részének kiképzésénél nagy előnyei vannak. Kétségtelen, hogy a hajó felső részén kívánatos legkevesebb a súlytöbblet és a könnyűfém alkalmazása a fedélzet kiképzésénél éppen itt csökkenti a súlyt. Másodszorban az Al ötvözeteknek kisebb rugalmassági modulusuk van, mint a folyttacélnak és így ezen a helyen alkalmazva kisebb nyomatékkal szerepelnek.

A terhelés elosztás a folyttacél-Al ötvözetű kombináció esetén viszonyítva a tisztán folyttacélból készült hajótesthez a 9. ábrán láthatjuk.

Hogy a folyttacél-Al ötvözetű kombináció esetén milyen súlymegtakarítást érhetünk el, mutatja a következő táblázat:



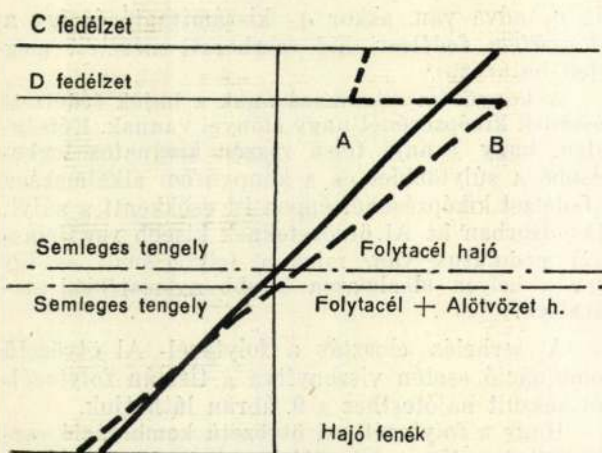
Hajótypus	Körülbelüli vízkiszorítás tonna	Al ötvözetekből készült részek	Folytácél súlya tonna	Al ötv. súlya tonna	Meg-takarítás súlya tonna
Teherhajó alsó fedélzetes	12,690	Alsó fedélzet	340	165	175
Személy- és teherhajó	15,580	Híd, csónakfedélzet, fedélzeti fülkék	430	180	250
Csatornaátkelő hajó	2,750	Alsó, felső- és sétatfedélzeti és fedélzet fülkék	300	150	150
Személy- és tehergőzös	16,000	Séta-, csónak-, felső-, sportfedélzet, fedélzeti ülkék	1370	625	745

(A táblázatban szereplő adatok nem számításon alapulnak, hanem tényleg megépített hajók súlymegtakarítást mutatják.)

A folytácélnak az Al ötvözetrel hajótestben való összeépítésénél különös gondot kell fordítani arra, hogy az Al ötvözetek hőtágulási együtthatója magasabb, mint a folytacélé és így a hőmérséklet emelkedésével jobban terjeszkedik, ha pedig erre módja nincsen, nagyobb belső feszültség keletkezik benne, mint a folytacélnál.

Mivel az Al ötvözetek rugalmassági modulusa  $\frac{1}{3}$  része a folytacélénak, jobban rúgózik, ami a hajótest szerkezeteknél nagyon előnyös, mivel ezek gyakran vannak kitéve ütéseknek és lökéseknek.

Összefoglalva, megállapíthatjuk, hogy a könnyűfémek árának viszonylagos magassága ellenére itt az ideje, hogy hajógyáraink és tervezőink komolyan kezdjenek foglalkozni a könnyűfémeknek a hajóépítésben való alkalmazásával. Nem beszélve arról, hogy a hajóépítésben eddig felhasznált falkatrészeket teljes mértékben lehet könnyűfémekkel helyettesíteni, mentőcsónakokat teljes egészében lehet alumíniumból készíteni. Az elmondottakból láthattuk, hogy az alumínium és ötvözetek alkalmazása a folytacél-szerkezet pótlására is, mivel ezeknek a fémeknek megmunkálása sok tekintetben könnyebb és olcsóbb, szilárdsága megfelelő a folytacél-szerkezet pótlására, méretezése semmi nehézséget sem okoz. Mindezekhez hozzá kell venni a következő előnyeit:



9. ábra.

1. Az üzem fenntartási költségei nagyobb korróziós ellenálló képességük folytán minden esetben lényegesen redukálódnak.

2. A kisebb fajsúlyából eredő súlymegtakarítás, amelynek folytán a hasznos teher szállítási lehetőség emelkedik, a hajó stabilitása növekszik, a vízkiszorítás kisebb lesz és így a hajó vontatásához kevesebb energia kell, a mélyjárás kisebb lesz, a hajók alacsonyabb vízállás mellett is tudnak közlekedni.

Ha mindezeket a tényezőket a gazdaságossági számításoknál figyelembe vesszük, az alumínium árának viszonylagos magassága ellenére az Al ötvözetek alkalmazása a hajóépítésben feltétlenül hasznosnak mondható.

A könnyűfém-ötvözetek gyors fejlődéséhez és rövid történetéhez tartozik, hogy a tervezők és kivitelezők ezeket az anyagokat teljes értékükben csak most kezdik megbecsülni.

A köztudatban egy téves felfogás van, és pedig az, hogy az alumínium-ötvözetek gyengék és könnyen törnek.

Mindegyik ötvözet rugalmassági modulusa a folytacél rugalmassági modulusának egyharmada körül van, ami annyit jelent, hogy absorbeálja a rázkódásokat, tehát dinamikus igénybevételeknek és a kisfelelüléti nyomásoknak jobban ellenáll, mint a folytacél. Továbbá azonos merevségeket feltételezve a folytacéllal, az alumíniumszerkezet súlya kb. a fele lesz a folytacélből készült szerkezeteknek és ez egyenlíti ki a két rugalmassági modulus közötti különbséget.

A könnyűfém-ből készített kis hajótesteknél erre a kérdésre nem kell nagy súlyt fektetni és ezért az ötvözetet a többi követelménynek — mint pl. korrózióellenállás — megfelelően könnyen ki lehet választani.

A csónaképítők elsősorban az Al-Mg-Si-ötvözeteket használják, amelyek jó korrózióellenállásuk mellett magas mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, megmunkálásuk és hengerlésük könnyű. A megmunkálás alatt szilárduló Al-Mg-ötvözeteket főként a lemezelésknél alkalmazzák. Az Al-Mg-Si-ötvözeteknek nincsen ilyen magas korrózióellenállásuk, de jobb mechanikai tulajdonságaik vannak és ezek a tulajdonságaik teszik használhatóvá keretek és más szerkezeti részeknél való alkalmazásra.

A rézet tartalmazó duralumin ötvözetcsoporthoz általában alacsony a korróziós ellenállása és így hajótestek építésénél csak úgy használhatóak, ha vékony szinalumínium-lemezzel vannak platti-



rozva. Ezeket nevezik „Alclad“-anyagoknak és kis csónakok építésénél van jelentőségük.

Mindenekelőtt le kell rögzíteni, hogy a könnyűfém-ötvözetekkel nem lehet teljesen helyettesíteni a fát, vagy az acélt, de a hajóiparban nagymértékben alkalmazhatók.

Helytelen lenne tehát, ha a könnyűfémből készülő csónakok, vagy hajószerkezeti rész elkészítéséhez ugyanazokat a formákat és megoldásokat használnánk, mint amelyeket a fa, vagy acélszerkezeti csónakoknál és hajószerkezeti részeknél alkalmaztunk.

A könnyűfémből készült csónak vagy hajószerkezeti megoldása az acélból készített hajó, illetőleg csónak és a repülőgépek szerkezete között van, azaz lehetőleg önhordó héjszerkezettű.

Az első repülőgéptestet 1912-ben fából készítették. 1930-ig kifejlődött a teljesen fémből készült gép és a további fejlődés magával hozta a könnyűfém-ötvözetek megmunkálásának és alakításának ismeretét. Hozzávehetjük még ehhez az egyéb különféle nehézségek — mint pl. az elektromos potenciálkülönbség következtében a nehézfémekkel való érintkezéskor fellépő thermoelektromos hatást — megoldását, a kohászoktól oly ötvözetek ellőállítását követelték, melyek megfelelnek a hajózási és tengerészeti követelményeknek és az acéllal, illetőleg a fával közel azonos fizikai tulajdonságúak.

Angliában 1930-tól 1938-ig közel 200 db hajótest épült könnyűfém-ötvözetből, evezőcsónakoktól kb. 20 m hosszú órhajókig. A fejlődésnek csodálatos lehetőségei tárultak fel, bár semmi kétség, hogy az alapot, amelyből a fejlődés kiindult, a repülőiparban történt előretörés képezte.

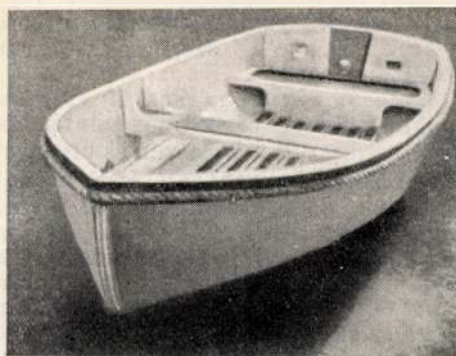
Természetes, hogy a háborút követő évek, melyek a csónak- és hajóipar részére kiutalt fa- és acélmennyiségek csökkentését hozták, új lendületet adtak a könnyűfém-ötvözetek előretörésének. Így ma egyre több hajógyár fordul a könnyűfém-ötvözetű szerkezeti megoldások felé és a világ minden részén — sőt már nálunk is — egyre nagyobb mértékben találkozunk az evezőidény alatt könnyűfémcsónakokkal.

A fejlődést elősegítette, hogy a hajóstársaságok mentőcsónak-szükségletüket könnyűfém-ötvözetből készült csónakokkal egészítették ki.

**K ö n n y ű f é m c s ó n a k o k** (sport, vitorlázó stb.).

A háború befejezése után a háborút viselt országok jelentősebb repülőgéptest-készítő gyárai csónaképítésre tértek át. Ahol ilyen csónakokat nagy tömegben állítottak elő, az alumínium árának viszonylagos magassága ellenére a könnyűfémcsónakok eladási ára a fa- vagy acélsónakok áránál lényegesen alatta van. A könnyűfémcsónak már csak azért is gazdaságosabb, mert a téli időre sokkal kevesebb gondozást igényel, mint a fa.

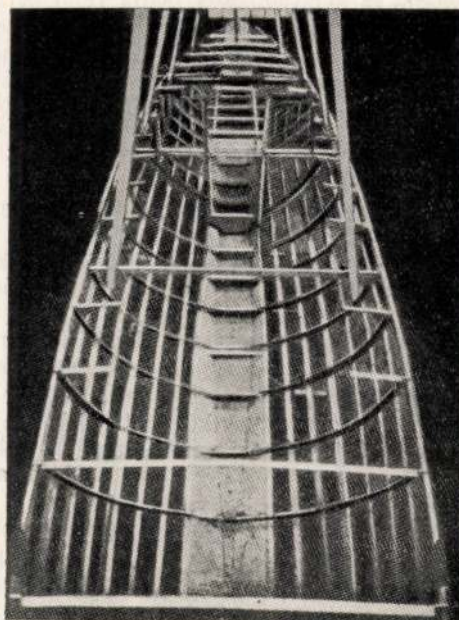
A sport céljaira az evezős és vitorlás csónakok, valamint a kis nyitott motorcsónakok szolgálnak. Az evezős csónakok egy részét (2.3—3.5 m hosszú), főképpen a keskenyebb típusokat, melyeknek súlya 50 kg-nál nem több, személyautók tetején, vagy a kocsi után kapcsolt gurulószervezeten lehet szállítani. Az ilyen csónaktestek rendszerint szegecselten készülnek, a szilárdságot, a merevséget a haránttartók, a légszekrények és más egyéb részek biztosítják, melyek a szerkezetbe épültek. A 3 m hosszú csónak (10. sz. ábra) súlya haránttartókkal, légszekrényekkel és fenékdesszákkal együtt 67.5 kg.



10. ábra.



11. ábra.



12. ábra.



Érdekes megjegyezni, hogy az ilyen csónakokat gyártó cégek ma már a szegecselésről a hegesztésre tértek át.

A 11. ábrán egy 3,7 m hosszú vitorláscsónakot látunk, amelynek háromágú, szintén könnyűfém-ötvözetből készült árboca van és uszonya 97 kg.

A legérdekesebb ilyen hajótestet a 12. számú képen láthajuk. Ez egy 9,5 m hosszú yacht, teljesen alumíniumötvözetből. A gerincmagassága 1,800 mm, vízmerülési magassága 1,295 mm, vízkiszorítása 1,64 tonna. Az úszófelület 20 m<sup>2</sup>, a lemezeléshez 2,6 mm vastagságú lemezt használtak. Az oldal- és keresztbordák 38 × 25 × 3 és 45 × 32 × 3, a perem 50 × 50 × 3  $\angle$  profilból készültek. A lakótér két személyes, a raktérben van az „outboard” motor. A szerkezet szegecselt kivitelű. Itt említem meg, hogy ebben az esztendőben nálunk is építettek alumínium kajakokat, amelyek a kajakszövetség szerint egészen elsőrendűek. A Lampart által készített egyszemélyes kajak súlya 28 kg, a Nagy Géza karosszériagyár által készített egyszemélyes pedig 18 kg.

Míg az előbbi duralumin vázra szerelt lemezből készítették, addig az utóbbit teljesen váz nélkül, 4 db 1 mm vastagságú „Anticorrodal” lemezből sajtolták.

### Mentőcsónakok.

A hajótulajdonosok számára a mentőcsónak tehertétel, mert kihasználásuk alacsony, viszont sok pénzt emésztenek fel. Ezt a holt súlyt szállítani is kell, a hajón sok helyet foglalnak el és éppen ezért állandó regieköltséget jelentenek. A könnyűfém mentőcsónak azért gazdaságosabb, mert egyrészt kicsi a súlya, másrészt annak ellenére, hogy az alumínium ára viszonylag magas, az előállításához szükséges munkaórák számát összehasonlítva az acélsónakéval, az alumíniumcsónak sokkal olcsóbb. A kettő közötti árkülönbség minimálisan 15% és a további fejlődés ezt a százalékot csak növeli és így az alumínium mentőcsónak már ma is általánosan használt felszereléssé vált.

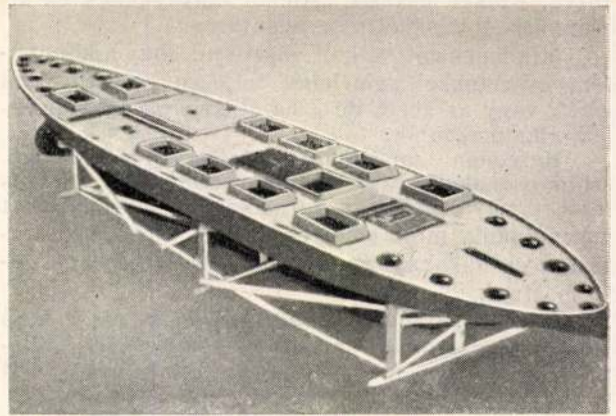
A mentőcsónakok ki vannak téve az idő viszonyosságának, a facsónakon a festés felrepedezik és felpattogzik, az acélsónakok pedig rendszerint berozsdásodnak. Az alumíniumcsónakoknál ezzel nem kell számolni és így a fa- és acélsónakoknál fel-lepő állandó regieköltség, alumíniumcsónakok használata esetén, erősen csökkenthető. A könnyűfémcsónak tovább is tart, mint azt a kb. 14 év előtt épített csónakok is mutatják, amelyek ma is kifogástalan állapotban vannak.

A gazdasági okoktól eltekintve, a könnyűfém mentőcsónakot már csak azért is célszerű alkalmazni, mert könnyűségük folytán a hajó vízfeletti súlya csökkenthető és így a hajó stabilitása növekszik.

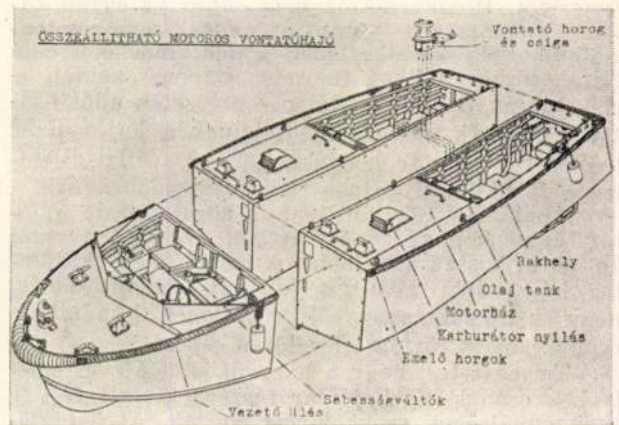
Az alumíniumötvözetekből készült mentőcsónak nem újdonság. 1935-ben az egyik New-Zealandi hajóstársaság „Awatca” nevű hajója részére 12 db alumínium mentőcsónakot készített, más hajóstársaságok szintén nagy mennyiségben rendeltek ilyen csónakokat és az utolsó 10 év tapasztalatai a várakozásokat kielégítették.

A mentőcsónakok általában használt méretei:

hossza	... ..	10.144 mm
szélessége	... ..	3.225 „
mélysége	... ..	1.320 „
nettósúlya	... ..	850.9 kg
súlya teljes terheléssel és felszereléssel	... ..	3.136.9 „



13. ábra.



14. ábra.

### Légi mentőcsónakok.

A hosszújaratú óceánjáró repülőgépeket alumíniumötvözetekből készült mentőcsónakokkal látják el. Méreteik általában:

hossza: 10.144 mm  
szélessége: 1.981 „

Ezek egy 8 hengeres, közvetlenmeghajtású, 305 mm Ø-ű, propelleres motorral vannak meghajtva. A csónak olyan kivitelű, hogy a vízben is kellő stabilitású. Ezt 16 vízrekeszrel érik el, amelyből tíz rekesz 10 embernek 14 napig elegendő élelmiszer tárolására szolgál (13. ábra).

### Katonai csónakok:

A hadvezetőség a háború alatt nagy figyelemmel fordult a könnyűfémcsónakok felé, könnyűfém pontonokat készítettek és a hidász munkáknál főként a pontonoknak helyre való szállításához és a hidalkatrészek más helyre való szállításához motoros vontatóhajókat. Egy ilyen hidász célokra szolgáló vontatóhajónak szárazföldön is szállíthatónak kell lennie, amellett olyan teljesítményűnek, hogy egy 30 tonnás tutajt 5 csomónyi sebességgel tudjon vontatni, teher nélküli sebessége pedig legalább 15 csomónak kell lennie.

Lényeges ezenkívül még, hogy adott esetben a hajótest légi úton is szállítható legyen és ezért a felső súlyhatárt a repülőgép teljesítőképessége szabja meg.



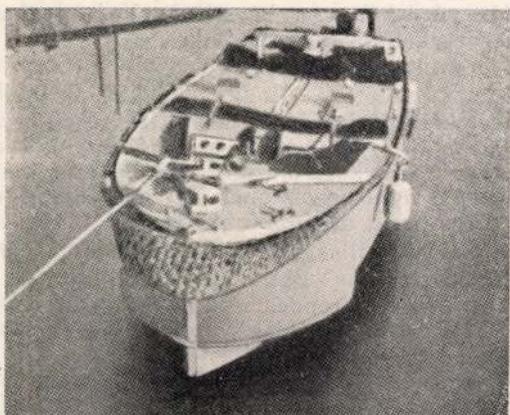
Egy ilyen motoros vontatónak a méretei:

hossza:	6.705 mm
szélessége:	1.829 „
mélysége:	1.361 „
max. merülése:	662 „

A motoros vontatónak a repülőgépbe, vagy autókra való berakása részlegesen történik. A hajó újból való összerakásához 4 óra szükséges. A felhasznált lemez- és szalaganyag „Alclad“-ötvözet volt, a profilok AW 10 (Al-Mg5), a szegecsek AW 14 (Al-Mg7) ötvözetből készültek. A vontató perspektívus rajzát a 14. sz. ábrán, összerakottan pedig a 15. sz. képen láthatjuk. A vontatót két iker, egyenként 80 HP-s motor, 3 : 1-es sebességváltóval és 533 mm Ø-ű, háromágú propellerrel hajtotta.

Őrhajók és kisebb teherhajók.

A könnyűfémek alkalmazását őrhajók és kisebb teherszállító gőzösök építésénél már 1931-ben kezdték. 1931-ben bocsátották vízre Southamtomben



15. ábra.



16. ábra.

a „Diana II“ gyorsjárátú motoros yachtot, melynek vázát a 16. ábrán láthatjuk. Méretei:

hossza:	16.764 mm
szélessége:	3.658 „
mélysége:	1.905 „
merülése:	914 „
víz kiszorítása:	10,5 tonna
nettósúlya:	16 „
sebessége:	20 csomó

Ez volt az első hajó, amelyet könnyűfém-ötvözetből állítottak elő, mégpedig Al-Mg-Mn-ötvözetből. A „Dianna II.“-ön ezt az ötvözetet az orr, a hajó, a keresztbordák, a lemezborítás, a felső szerkezet, az olaj- és víztankok, a zászlóárbc, a csónakdaru és a csónak, a szegecsek és szerelvények készítésére, valamint a korlátoknál, csavaroknál és szegeknél használták fel.

A külső festésnél alapozásul zinkkromatos olajfestéket alkalmaztak, melyet legjobb minőségű lakkfestékekkel fedtek. Festés előtt a hajótestet szóda-ával mosták le.

A 17. és 18. sz. ábrán látható „Interceptor“ őrhajót 1934 májusában bocsátották vízre Quebecben:

hossza:	19.812 mm
szélessége:	3.810 „
teljes súlya:	37.7 tonna
nettósúlya:	16 „

Két, egyenként 160 HP-s Diesel-motor hajtja, sebessége 18,5 csomó.

A hajó parti őrszolgálatot teljesít. Anyaga Al-Mg-Mn. Ugyanazok a részek vannak alumínium-ötvözetből, mint a „Diana II.-ön.

A 35 tonnás „EDI“ svéd motoroshajót 1940-ben bocsátották vízre (19. ábra). Az egész hajótest alumínium-ötvözetből készült.

Hossza:	31.648 mm
Szélessége:	4.740 „
Sebessége:	28 csomó (50 km/óra)

Tengeri és folyami hajók:

Természetes, hogy a kisebb hajók építésénél szerzett tapasztalatok alapján a nagyobb, sőt egészen nagy tengerjáró hajók építésénél is használatba vették az alumínium-ötvözeteket. Habár eleinte csak alárendeltebb célokra, mint szerelvények, belső berendezések, később azonban már felső fedélzetek kiképzésére is. Itt elsősorban kell említést tenni az 1939-ben vízrebocsátott norvég Dieselmotoros, 8.800 tonnás „Fernplant“ teherhajóról (20. ábra), melynek egész felső szerkezete (21. ábra) alumínium-ötvözetből készült és ezzel 26 tonna súlymegtakarítást értek el. Az alkalmazott legnagyobb lemez vastagsága 6,5 mm, a felhasznált lemezek súlya darabonként 90 kg volt, ami acélból 250 kg lett volna. A legnagyobb profil 9 mm vastag és 9 m hosszú volt. A lemezek anyaga Al-Mg-Mn, a profiloké Al-Mg3, a szegecseké Al-Mg5 volt.

Az „El Mansour“ nevű francia személyszállító hajó a háború előtt rendszeres forgalmat bonyolított le Franciaország és Észak-Afrika között. A németek a háború alatt a Cap Janet előtt 2.300 tonna kövel rakták meg és elsüllyesztették (22. ábra).

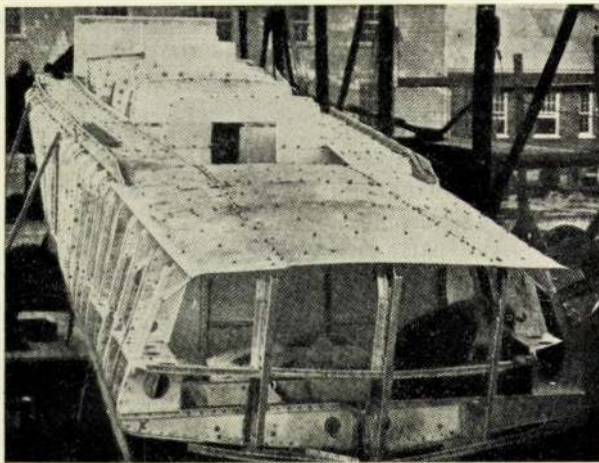
A háború után a hajót kiemelték, szerencsére a hajótesten sérülés nem keletkezett és így a hajó rendbehozható volt. A teljes újjáépítés lehetővé tette a hajó modernizálását és átalakítását.

Ehhez az átalakításhoz könnyűfém-ötvözeteket használtak fel a fedélzeti részekhez, kabinokhoz, korlátokhoz, mentőcsónakokhoz és ágyvázakhoz.





17. ábra.



18. ábra.



19. ábra.



20. ábra.

Bár a felhasznált aluminium mennyisége nem olyan nagy, mint az új francia gőzösöknél, amelyek építés alatt állanak, ez az újjáépítés mégis igen érdekes az alkalmazott technikai eljárások szempontjából, különösen ami a felületi előkészítést, kikészítést, a két különböző fém illesztésének szigetelését, a varratok vízhatlanságát, a szerelési eljárást illeti.

A gőzös hossza:	121.7 m
szélessége:	16.4 „
bruttósúlya:	5.818 tonna
sebessége:	22 csomó.

Ennek a gőzösnek az átalakításánál az Al-Mg5-jelű ötvözetet használták 5 mm vastag lemezekben és 4—6.4 mm vastag szelvényekben.

A kormányosfülke és korlátok részére kb. 2000 kg könnyűfémeket használtak fel, amivel kb. 4000 kg acélt helyettesítettek a hajó felépítményében, ahol minden súlymegtakarításnak lényeges jelentősége van a hajó stabilitása szempontjából.

Az A-G5 (Al-Mg5) lemezeket egyszerű szegeccseléssel illesztették egy acélrúdhoz. Ezen a helyen is ugyanolyan szegeccseket használtak, mint a könnyűfém szerkezeteknél egyéb helyeken. Korrozio elkerülése érdekében a következő elővigyázatossági intézkedéseket fojantatosították:

A rozsdá eltávolítása céljából az acél teljes felületét tisztították. Az így előkészített felületek mindegyikét „Fairpréne“ cementtel vékony rétegben bevonták és az összeillesztésnél ügyeltek arra, hogy a két fém közé előzőleg petróleumba mártott szigetelőszalagot helyezzenek. Így egyidejűleg nem csak a két fémet szigetelik el egymástól, hanem eléri a vízhatlan illesztést is. A szegeccseket előzőleg szintén „Fairpréne“ cementbe mártották.

A szerelést a rendes módon eszközölték, azonban a következő különleges óvatossági rendszabályokkal.

1. A 8 mm-es szegeccsek részére szolgáló lyukat először csak 6 mm-re, a kívánt  $\varnothing$ -re pedig csak akkor fúrták ki, amikor az összeszerelés be volt fejezve.
2. Az összes vízhatlan illesztéseket „Fairpréne“-cement és izoláló-szalaggal készítették.
3. Az összes többi illesztéseket a merevítők és a lemezek között „Fairpréne“-cementtel vonták be, hogy a korroziozt elkerüljék.

Az A-G5 (Al-Mg5) 8 mm  $\varnothing$ -jú, gömbölyű fejű szegecs szegeccselése hidegen, kb. 7 kg-os pneumatikus kalapáccsal történt.

Az „El Mansour“ összes mentőcsónakjai A-G3 (Al-Mg3) és A-G5 (Al-Mg5) könnyűfém-ötvözetből készültek.

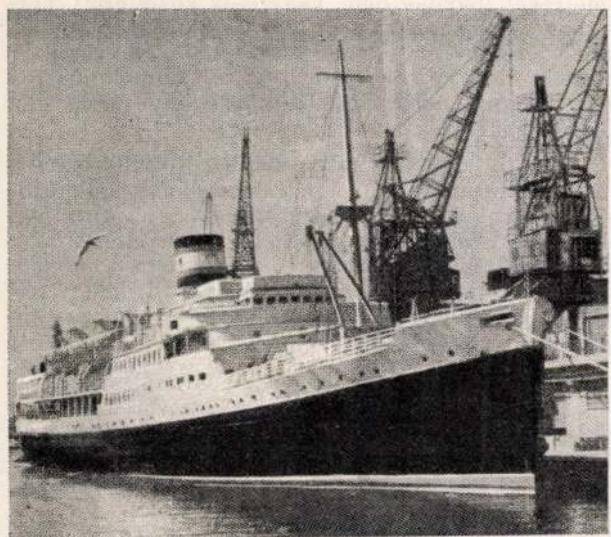




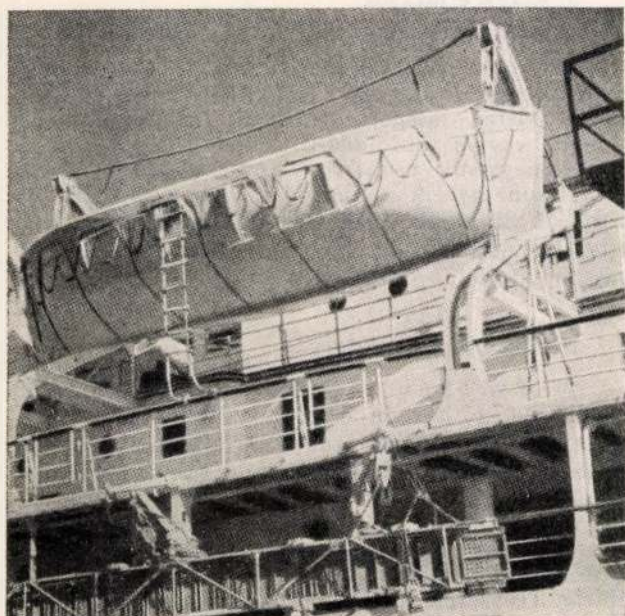
21. ábra.



23. ábra.



22. ábra.



24. ábra.

A 6 db  $9400 \times 3210 \times 1440$  méretű csónak súlya: 2.1 tonna.

1 db bálnavadászó  $7000 \times 1760 \times 690$  méretű csónak súlya: 0.65 tonna.

1 db szolgálati  $5000 \times 1800 \times 700$  méretű csónak súlya: 0.35 tonna.

A mentőcsónakok konzolokon nyugszanak, elektromosan meghajtott csörlőkkel emelhetők.

A hajókhoz kb. 4000 kg alumíniumötvözetet használtak fel (23., 24. sz. ábrák).

A háború után épített új hajóknál már lényegesen több alumíniumötvözetet használtak fel 20 tonnánál, mint az „El Mansour“ hajó újjáépítésénél és kétségtelen, hogy e téren a könnyűfémek mindnagyobb területet fognak elhódítani a nehézfémektől.

Ebben a tanulmányban általános ismertetőt igyekeztem adni az alumínium alkalmazásáról a hajóépítésben azért, hogy kiváló hazai hajótervezőinknek felhívjam a figyelmét az alumínium alkalmazásának előnyeire a hajóépítésnél is.

#### IRODALOM:

The Aluminium Development Assotiation.

1948. évi 2. kiadvány:

W. Muckle: Fundamentals in the USA of Aluminium Alloys in Ship Design.

1948. évi 4. kiadvány:

C. L. R. Watkins: Preparing Aluminium Alloys in the Shipyard.

1948. évi 1. kiadvány:

W. H. Dam: Light Alloy Smal craft.

Metal Industry 1947. aug. 29.

E. G. West: Utulization of Light Metals for Marine Purposes.

Metal Industry 1947 november.

G. G. Lord: Light Alloy Hulls Hints for Buiders in Aluminium.

Aluminium Zeitschrift 1940.

Die Verwendung von Aluminium beim Schiffbau.

Iron Age 1948. jan.

R. Kendal: Aluminium in Shipbuilding.

Light Metals 1948. dec.

R. Chirchel: Aluminium Alloy in Shipbuilding.

Dr. Ing. Alfred v. Zeerleder.

Technologie der Leichtmetalle. 1947. Zürich.

Domony—Köves: Aluminium kézikönyv. 1949.

Revue de l'Aluminium. 1949. február.

Le Reconstruction Du Paquebot „El Mansour“.

The Aluminium Development Association.

The Aplication of Aluminium Alloys to Marine Uses.



## Timföldgyártási eljárások.

BARTHA LAJOS okl. vegyészmérnök

Bartha Lajos:

### Процессы производства глинозема.

Статья занимается процессами производства глинозема и развития таковых с момента начала глиноземного производства до настоящего времени. В отдельном разделе обсуждает алкалийные, кальциумлунинатные, кислотные и редукционные процессы, представляя технические и экономические преимущества и недостатки таковых наконец проверяет отдельные группы процессов с точки зрения положений в Венгрии.

### Summary.

The article describes the different production methods of Alumina and their development from the time when large scale production was begun up to now treating separately the alcaleic, calcium aluminate, acidic and reduction process emphasizing their technical and economic advantages and disadvantages. Finally, the article enumerates these different methods with special reference to local circumstances in Hungary.

### Résumé.

L'article s'occupe des méthodes de la production de l'oxyde d'alumine et de leur développement dès le commencement de la fabrication dans une mesure industrielle jusque nos jours. L'article traite en chapitres séparés les méthodes diverses (alcalique, calciumaluminat, acide, réduction) en faisant ressortir les avantages et les préjudices techniques et économiques. Enfin l'article traite les méthodes en question au point de vue des circonstances hongroises.

### Übersicht.

Der Artikel erörtert die Herstellungsverfahren der Tonerde und deren Entwicklung vom Beginn der fabrikmässigen Tonerdeproduktion bis heute. Die einzelnen Abschnitte behandeln die verschiedenen alkalischen, Kalciumaluminat-, Säure- und Reduktions-Verfahren und befassen sich mit deren technischen und wirtschaftlichen Vorteilen, bzw. Nachteilen. Schliesslich erörtert der Artikel die einzelnen Verfahren vom Gesichtspunkte der ungarischen Verhältnisse.

Bauxitkincsünk leggazdaságosabb felhasználását és alumíniumiparunk olcsóbbá-tételét célzó megbeszéléseken és közleményekben igen sok szó esik a timföldgyártó eljárásokról. Közel 9 évtizede folyik szorgalmas és nagy kiterjedésű munka ezen a téren, amelynek folyamán mintegy 300 eljárást szabadalmaztak, ezek közül azonban aránylag kevés azoknak a száma, melyeket az ipar hasznosított. Ennek oka az, hogy az alumíniummal és így a timfölddel szemben egyre fokozódnak a minőségi követelmények, viszont a legtöbb eljárás terméke nem éri el a ma megkövetelt tisztaságot.

A timföldgyártás, ha esetleg elvben egyszerűnek is látszik, végeredményben bonyolult folyamat; sokszor lényegtelennek látszó körülmények, vagy változtatások súlyos gazdasági, vagy minőségi következményekkel járhatnak. Éppen ezért azok, akik timföldgyártással foglalkoznak, nagy óvatossággal és körültekintéssel ítélik meg ezeket a kérdéseket és nem tudnak maradék nélkül lelkesedni egy-egy

új, vagy újnak látszó eljáráson addig, amíg a pontos üzemi adatokról meg nem győződtek. Régi tapasztalat, hogy a laboratóriumi kísérletek nem vihetők át maradék nélkül az üzemre és igen sok biztató eredménnyel végződő, laboratóriumban alaposan kikísérletezett eljárás hiúsult meg azon, hogy azt üzemenben technikai, minőségi, vagy gazdasági okokból nem lehetett megvalósítani.

E közlemény célja az, hogy nagy vonásokban ismertesse a közel 9 évtizedes kutatómunka eredményeit a timföldgyártás terén és részletesebben azokat az eljárásokat, amelyeket az ipar ma is használ. Olyan eljárásokat is tárgyalni fogunk, amelyeket iparilag nem, vagy csak korlátozott mértékben alkalmaznak, de a jövő fejlődés szempontjából jelentőségük lehet. Tárgyaljuk az egyes eljárások előnyeit és hátrányait is, amiből látható, hogy mennyi nehézséget kell leküzdeni, amíg egy eljárás gyártásra alkalmassá válik.

Amint ismeretes már 1855-ben folytak sikeres kísérletek alumíniumnak nátrium-alumíniumkloridból, vagy kriolitból elektrolitikus úton való előállítására. Amikor Hall, Minet és Herault egymástól függetlenül felfedezték a fémalumínium előállítását elektrolitikus úton, fluorid-fürdőben előidott timföldből, azonnal előtérbe került a timföld ipari előállításának kérdése.

Az első ipari timföld gyártására alkalmas eljárást Le Chatelier és a Löwig Testvérek dolgozták ki 1855 és 1863 között és ezzel indult meg az a rendkívül nagy kiterjedésű és szerteágazó munka, mely most a kutatók ezreit állandóan foglalkoztatja.

A timföldgyártó eljárásokat 4 főcsoportba oszthatjuk:

1. alkali-alumínátos eljárások,
2. föld-alkali alumínátos eljárások (kalcium-alumínát),
3. savas eljárások,
4. elektrotermikus redukciós eljárások.

A három első eljárási csoport először alumíniumhidroxidot állít elő és azt 1200—1300° C közti hőmérsékleten kiegészítve alakítja át alumínium-oxiddá, vagyis timfölddé.

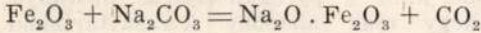
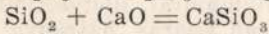
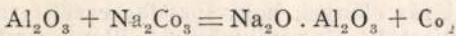
A negyedik csoportba sorolt eljárások vagy közvetlenül nyerik a timföldet, vagy egy közbeeső terméket állítanak elő és ezt alkali-alumínáttá alakítva dolgozzák fel tovább az alkaliikus eljárások valamelyikével.

### 1. Alkaliikus eljárások.

a) Pyrogén eljárás. Az alumíniumoxid alkali-fémekkel vízben oldható vegyületeket képez és így az ércben lévő szennyező alkotórészekről választható. Az iparban a timföld túlnyomó részét az alkaliikus eljárások valamelyikével állították elő ma is, ezért elsősorban ezekkel foglalkozunk. Mint már fentebb említettem az első ipari timföldgyártó eljárás, mely a Le Chatelier és a Löwig Testvérek nevéhez fűződik, alkaliikus eljárás volt. Nyersanyagul bauxitot használtak fel, melyet szárítás után liszté őrölnek. A bauxitlisztet

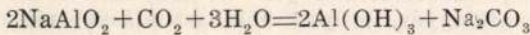


összetételének megfelelő mennyiségben vízmentes szódával és mésszel keverik össze és forgókemencében 1200—1300° C hőmérsékletre hevítik, amikor a bauxitban lévő alumíniumoxyd nátriumalumináttá, a kovasav kalciumszilikáttá, a vas nátriumferráttá alakul.

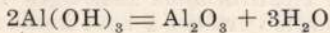


A zöldesszürke klinkerszerű olvadékot vízzel kezelve a nátriumaluminát feloldódik, a nátriumferrát oldhatatlan vashidroxiddá alakul és a bauxit többi, ú. n. szennyező alkotórészei is a vízben oldhatatlan csapadékban maradnak vissza.

A nátriumaluminát oldatot szűrőn elkülönítik a csapadéktól, az ú. n. vörösiszaptól, mely utóbbi a hányóra kerül. A megfelelő koncentrációra beállított meleg nátriumaluminát oldatba szénsavat vezetnek, a nátriumaluminát megbomlik és az alumíniumhidroxid fehér, porszerű csapadék alakjában leválik, a keletkezett  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  pedig oldatban marad.



Előbbit leszűrés és kimosás után kalcinálják, vagyis forgókemencében 1200—1300° C-on kiégetik, amikor tapadó és kötöttvíz-tartalmát elveszíti:



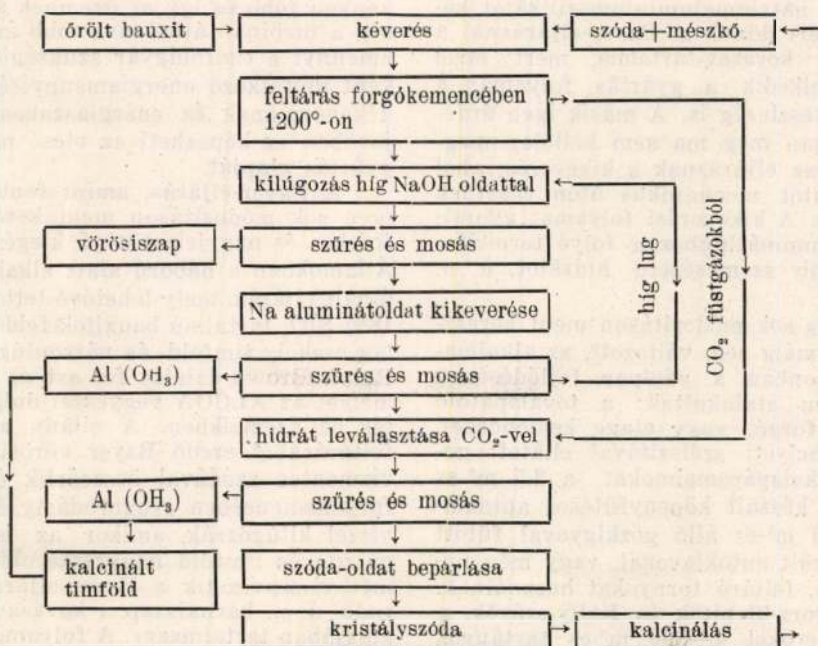
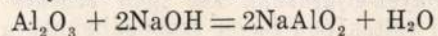
a lúgoldatból pedig besűrítés és kristályosítás útján viszanyerik a szódát, mely kalcinálás után ismét felhasználható bauxit-feltárássra, vagy mint kristályszóda értékesíthető. Az eljárásnak a két világháború között alkalmazták egy olyan változatát is, hogy a leszűrt nátriumaluminát-oldatból a Bayer-eljárás szerint kikeveréssel választották ki a timföld egy részét, az oldatban maradt nátriumaluminátot pedig külön folyamatban, szénsav bevezetésével bontották meg, a szódaoldatot a fentebb ismertetett módon használták fel. A gyártás menetét az alábbi vázlat mutatja:

Le Chatelier és Löwig fentebb vázolt, ú. n. pyrogén-eljárása, különösen Európában igen elterjedt és az 1930-as évekig a legtöbb timföldet előállító ország különféle módosításokkal, elsősorban ezt az eljárást használta timföldgyártásra. Előnyei, hogy magasabb  $\text{SiO}_2$ -tartalmú, és nehezen feltárásható bauxitok is feldolgozhatók nagyobb nátronvesztés nélkül, a vörösiszap pedig rendkívül finom szemcsézete következtében, mint gáztisztító és kontakt anyag használható fel. Hátrányai ennek az eljárásnak, hogy a timföld tisztasága a mai követelményeknek már nem felel meg, elsősorban magas  $\text{SiO}_2$ -tartalma miatt, mely 0.5%-ot is elérhet. További hátránya a magas fűtőanyag felhasználás, végül az, hogy a kemencéből származó  $\text{CO}_2$  nem elégséges a karbonizáláshoz és így azt más úton kell pótolni és ezek az eljárást igen megdrágítják. Különösen az első ok miatt ma már ezt az eljárást alig alkalmazzák.

#### b) Bayer-eljárás.

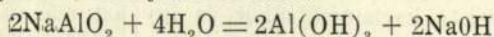
K. J. Bayer 1892-ben szabadalmazta ú. n. nedves timföldgyártó eljárását, melyet ipari méretekben először Oroszországban valósított meg. Ez az eljárás ma is a világ timföldiparának az alapját képezi, ezért ezzel részletesebben foglalkozunk.

Az eljárás lényegesen eltér az előbb leírt Le Chatelier-eljárástól. Nyersanyagul bauxitot használnak, melyet előtörés és szárítás után finomra őrölnek és a bauxit összetételének megfelelő mennyiségű, kb. 40° Bé sűrűségű nátronlúggal kevernek össze. Ezt a keveréket gőzzel közvetve fűtött, keverőszerkezettel ellátott zárt tartányokban, ú. n. autoklavokban melegítik, míg a keverék gőznyomása a bauxit minősége szerint szükséges 4—10 atü. nyomást eléri. Néhány órán át ezen a nyomáson tartva a keveréket, a nátronlúg a bauxitban lévő alumíniumoxyd 85—90%-át nátriumaluminát formájában feloldja, míg a bauxit egyéb alkotórészei túlnyomórészt oldhatatlanok maradnak.



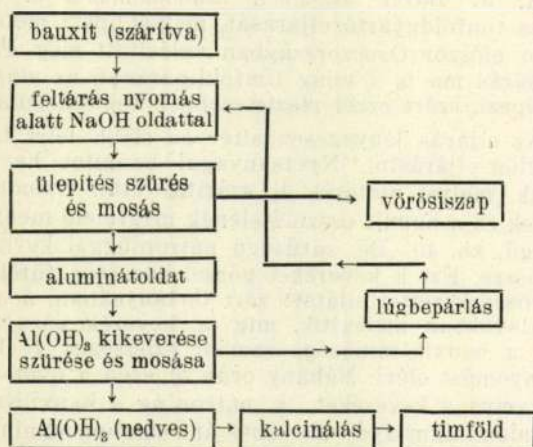


Az autoklavban létrehozott nyomás csak a magasabb hőmérséklet eléréséhez szükséges, egyébként a feltárás szempontjából a nyomásnak nincs szerepe. A feltárás befejezése után az autoklav tartalmát egy nagyobb tartányba ürítik, hol vízzel, illetve lúggaloldattal felhigítják. A híg alumínátoldatot ülepitéssel és szűréssel választják el a lúgban nem oldódó alkatrészekről, az ú. n. vörösiszapról, mely utóbbi a hányóra kerül. Az alumínátoldat megbonthatása alumíniumhidroxiddá és nátriumhidroxiddá mechanikus úton történik hengeres, álló, keverővel ellátott tartányokban, ahol néhány napig tartó keverés után az oldat alumíniumoxyd-tartalmának kb. fele, mint alumíniumhidroxid fehér, szemcsés csapadék formájában kiválik.



Az alumíniumhidroxidot leszűrik és kimossák, a kikevert alumínátlúgot pedig bepárolják kb. 40° Bé-ra és a veszteséget új nátronlúggal pótolva ismét felhasználják új feltáráshoz.

A folyamatot az alábbi vázlat mutatja be:



A Bayer-eljárásnak két igen érdekes fázisa van, ami voltaképpen Bayer szabadalmának a lényegét is képezi. Az egyik az, hogy a bauxitban lévő kavasav nem oldódik fel koncentrált nátronlúgban, hanem oldhatatlan nátriumaluminiumszilikátot képez (nátronlith), ezért döntő a Bayer-eljárásnál a felhasznált bauxit kavasav-tartalma, mert ezzel csökken, vagy emelkedik a gyártás folyamán a nátron- és timföldvesztés is. A másik igen érdekes és tudományosan még ma sem kellőleg megmagyarázott része az eljárásnak a kikeverés, ahol egy vegyi folyamatot mechanikus úton vezetnek be és folytatnak le. A kikeverési folyamat gyorsítása céljából az alumínátlúghoz a folyó termelésből eredő finomabb szemcsézetű hidrátot, ú. n. oltóanyagot adnak.

A Bayer-eljárás sok módosításon ment keresztül, de lényegében máig sem változott, az alkalmazott készülékek azonban a gépipar fejlődésének megfelelően teljesen átalakultak: a tovalapátoló kemencék helyett forgó, vagy etage kemencéket, a szítás malmok helyett szélszítával ellátott golyós-, cső- vagy kalapácmalmokat, a 3.5 m<sup>3</sup>-es fekvő öntöttvasból készült köpenyűtéses autoklavok helyett 20—30 m<sup>3</sup>-es álló gőzkütyüvel fűtött atü. nyomásra készült autoklavokat, vagy még nagyobb méretű, ú. n. feltáró tornyokat használnak. A szűrőpréseket Dorr-ülepítők és Kelly-szűrők, a 20—30 m<sup>3</sup>-es kikeverőket 4—800 m<sup>3</sup>-es tartányok

váltották fel, melyekben a folyadékot légnyomással tartják mozgásban, a hidrátiszap pedig ma már mindenütt folytonos működésű vacuum szűrődobokat használnak. Nincs a gyártásnak olyan fázisa, melynél a készülékek kivitelében és méreteiben ne történt volna lényeges változás.

Az eljárás előnyei, hogy iparilag ezzel termelhető a legtisztább alumíniumhidrát, illetve timföld és olcsóbb, mint a pyrogén eljárás, hátrányai viszont, hogy csak alacsony kavasavtartalmú és könnyen feltárható bauxitok dolgozhatók fel gazdaságosan, továbbá a Bayer-eljárásból eredő vörösiszap nehezebben értékesíthető, mert gázmegkötő-képessége és katalikus hatása jelentősen kisebb, mint a pyrogén iszapé, ugyanis a Bayer-eljárásnál lényegében a nátronlúg kioldja az alumíniumoxydot a bauxitból, de a vasoxyd és a többi szennyező alkatrészek túlnyomórészt változatlanok maradnak és így a Bayer vörösiszap aktív felülete jelentősen kisebb, mint a pyrogén eljárásból eredő vörösiszapé.

A Bayer-eljárás anyagszükséglete elsősorban a feldolgozott bauxit minőségétől függ, energiaszükséglete ezenfelül még attól is, hogy milyen méretű a timföldgyár, milyen hőkihasználással működik az erőtelep és milyen mértékben használják ki a gyártás folyamán keletkező gőzökből és csapadékvizekből még visszanyerhető hőenergiát.

1 tonna timföld előállításához szükséges főbb anyagok és energia szélső értékei a következők:

Bauxit (bányanedves) . . . . .	2.4—2.8 t
Marónátron (regenerálás nélkül) . . . . .	0.1—0.2 t
Szén (5000 kal. fűtőértékkel) . . . . .	2.4—3.0 t
Ebből gőz . . . . .	10—15 t
Elektromos energia . . . . .	350—450 KWó.

A timföldgyárak gőz- és energiaszükségletét általában ellennyomósos hőerőtelepek látják el és a gőzgépekben, vagy gőzturbinában már munkát végzett, ú. n. fáradt-gőz melegét az üzemben hasznosítják.

A középnyomású erőtelepeknél a Bayer timföldgyár gőz- és áramszükséglete nagyjából egyensúlyban van. A modern magasnyomású erőtelepeknél azonban a hőerőgépek hőkihasználása jelentősen jobb és így az üzemnek átadott gőzmennyiség a turbinán áthaladva több áramot termel, mint amennyi a timföldgyár szükséglete. Ezt a többletként mutatkozó energiamegnyiséget nevezik hulladékenergiának és energiaszakkembereink szerint a jövőben ez képezheti az olcsó magyar alumíniumgyártás alapját.

A Bayer-eljárás, amint fentebb is említettem, igen sok módosításon ment keresztül. Egyik igen érdekes és nagyjelentőségű kiegészítése az Egyesült Államokban a háború alatt alkalmazott, ú. n. kombinált eljárás, mely lehetővé tette igen magas, 10—18% SiO<sub>2</sub>-tartalmú bauxitok feldolgozását is aránylag csekély timföld- és nátronlúg-vesztés mellett. Ralph Brown találta fel azt az eljárást 1941-ben, melyet az ALCOA vegyészeti dolgozta ki és vezettek be üzemekben. A silány minőségű bauxitok feltárásiából eredő Bayer vörösiszapot mésszel és vízmentes szódával összeőrlik és magas hőfokon forgókemencében zsugorodásig égetik. A terméket vízzel kilúgozzák, amikor az iszapban megkötött nátron és timföld nagyrésze oldatba megy, ezt ismét visszavezetik a Bayer-eljárásba. A visszamaradó, ú. n. barnaiszap a kavasavat kalciumszilikát alakjában tartalmazza. A folyamat hasonlít az első-



nek tárgyalt Le Chatelier Löwig eljárásához, a különbség az, hogy bauxit helyett olyan vörösiszapot használnak fel nyersanyagul, melyből a timföld nagyrésztét a Bayer-eljárással már kivonták. Így kisebb mennyiségű anyagot kell a kiegészítésnél felmelegíteni, ami jelentékeny fűtőanyag megtakarítást jelent. Ilyen módon a Bayer-iszapban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  70—80%-a és a nátron 60—70%-a visszanyerhető, ami végeredményben azt jelenti, hogy a silány 10—18% kavasavat tartalmazó bauxitok Bayer-eljárással elérhető 70%-os kitermelése 85—90%-ra javítható. A vörösiszapban lévő nátron részben más módon is visszanyerhető Harry C. Peffer találmánya szerint. Bayer vörösiszapot oltoztással kezelve, a vízben oldhatatlan nátrium-aluminiumsilikát megbomlik, illetve a mész a nátrolithban helyet cserél a nátronnal. Az iszap leszűrése után kapott híg oldat besűrítve a Bayer-eljárásban újra felhasználható; ezzel az eljárással a vörösiszapban lévő timföld nem nyerhető vissza.

### c) Penniakoff-eljárás.

Ez az alkalikus eljárás alumíniumhidrát mellett más termékeket is állít elő. Bár jelentőségéből veszített a Bayer-eljárással szemben, a második világháború kezdetén egyes német üzemek ismét bevezették.

Pyritet, bauxitot és nátriumsulfátot forgókemencében összeolvasztva nátriumaluminát, kéndioxid és vasoxid keletkeznek.

$$1 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{ FeS}_2 + 11 \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 22 \text{ NaAlO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 15 \text{ SO}_2$$

A kéndioxidból Hargreaves-eljárás szerint konyhasóval nátriumsulfátot és sósavat állít elő, előbbi visszakerül a körfolyamatba, a sósav pedig más célokra értékesíthető. Az olvadék kilúgozása után nyert nátriumaluminátból szénsavval választja le az alumíniumhidrátot, hasonlóan a pyrogén-eljáráshoz.

A Penniakoff-eljárásnál sok nehézséget okozott az, hogy az olvadékban alkalivasszulfid képződött, mely az alumínátlúgban oldódva szennyezte a hidrátot, ezt a hibát egy későbbi szabadalom részben kiküszöbölte.

Sok szabadalom ismeretes, melyek bauxit feltárására a drága nátronlúg, vagy szóda helyett az olcsóbb nátriumsulfátot használják fel, de a különböző műszaki nehézségek és a rossz kitermelés miatt egyik eljárás sem tudott meghonosodni az iparban.

## 2. Kalciumaluminátos eljárások.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  földalkali fémekkel is képez vegyületeket, ezek oldhatósága azonban sokkal kisebb, mint az alkali-aluminátoké.

Az első szabadalmat ebben a tárgykörben a Löwig Testvérek jelentették be 1883-ban; eszerint bauxitot kalcium, stroncium, bárium, vagy magnéziumkarbonátokkal izzítva földalkali-aluminátok keletkeznek, melyek szóda, vagy nátriumsulfát-oldattal kezelve nátriumaluminátokká alakíthatók át és a leszűrt oldatból az alumíniumhidroxid szénsavval a már ismertetett módon leválasztható. A Löwig szabadalom óta ismeretessé vált számtalan kalciumaluminátos eljárás igen kevés kivétellel ezt a nyomot követi és csak egyes részletekben mutat eltérést. Ezért nem is térünk ki mindenik eljárásra annál is inkább, mert sokszor egyes, sőt

ugyanazon szerzőktől eredő egymást követő szabadalmak ellentmondanak egymásnak. Itt is ismeretesebbek száraz és nedves eljárások. Három eljárás ma is foglalkoztatja a timföldipart, ezért ezeket részletesen ismertetem.

a) J. Ch. Seailles eljárás. Az 1926-ban bejelentett első és több pótszabadalom szerint az előzetesen pörkölt bauxitot, vagy agyagot kalciumoxyddal és báriumoxyddal, vagy a kettő keverékével és  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és katalitikusan ható organikus vegyületek (benzolszulfonsav, szulforicinszolvolsav) jelenlétében 4—8 atü nyomáson autoklavban feltárja. A keletkezett nátriumaluminát oldatból a kavasavat kalciumalumináttal távolítja el, amellet a kavasav oldásának csökkentésére egyéb fogásokat is alkalmaz. 1938-ban Seailles új szabadalmat jelentett be, mely szerint a kalciumaluminátot vízben feloldja, majd ebből szénsavval leválasztja az alumíniumhidroxidot és a kalciumkarbonátot, ezt a csapadékot vizes szóda-oldattal, mész jelenlétében, esetleg nyomás alatt feltárja, az oldatot elválasztja a kalciumkarbonát csapadéktól és az oldatban lévő nátriumaluminátot szénsav bevezetéssel, vagy kikeveréssel bontja meg. 1946-ban bejelentett szabadalmában eljárását úgy módosítja, hogy a bauxitot autoklavban alkali-karbonát jelenlétében mésszel tárja fel és így olyan tisztaságú aluminátot kap, melyből szénsavval közvetlenül leválasztható az alumíniumhidrát.

### b) Dickerhoff eljárása.

Az ú. n. száraz eljárások közül dr. Dickerhoff szabadalmát ismertetem, melyet 1941-ben jelentett be. Az első leírásban kéndioxid, timföld és hidraulikus kötőanyag gyártását szabadalmazza gipszből, továbbá timföld és kavasavtartalmú nyersanyagokból oly módon, hogy a nyersanyagokat forgókemencében  $1400^\circ\text{C}$ -ra hevíti, a keletkező kéndioxidot kénsavval dolgozza fel, az égetett termékből vízzel kilúgozza a kalciumaluminátot, melyből timföldet választ le, a lúgzási maradékot pedig ismét kiegészítve hidraulikus kötőanyagot, cementet állít elő. Következő szabadalmában a kavasavnak a kalciumalumináttal együtt való feloldásának megakadályozását úgy javasolja, hogy a kilúgozásra használt híg alkalioldatban bizonyos mértékűleget alkalmaz. Egy további szabadalmában a kavasav feloldódását úgy javasolja elkerülni, hogy csak a kalciumaluminát feloldásához szükséges alkali mennyiséget használ, de alkali felesleget nem alkalmaz.

### c) Norsk aluminium Co eljárása.

Az 1943-ban bejelentett szabadalom szerint timföld-tartalmú nyersanyagokat mésszel redukciós pörkölésnek alávetve olyan összetételű kalciumaluminát olvadék állítható elő, mely lehűléskor könnyen porrá esik szét; szabadalmazza egyben a mésszaluminát kilúgozásának módját is.

A fentebb említett és a többi idevágó szabadalmak rámutatnak ezen eljárások nehézségeire is, melyek a következők:

A kalciumaluminát igen nehezen örölhető, üvegszerű anyag, ezért tökéletes kilúgozása rendkívül nehéz.

A kilúgozásnál az olvadék kavasavtartalmának egy része is oldatba megy és az alumíniumhidroxiddal együtt válik ki, ezért a timföldben



legjobb esetben is 0.1% körüli mennyiségig emelkedik, ami a Bayer timföldben lévő kovasav-mennyiségnek közel háromszorosa.

A kilúgzott oldatban a timföld mennyisége 5—10 gr/l között van, ami a gyártásnál igen nagy folyadékterfogatok alkalmazását teszi szükségessé.

A kitermelés ezekkel az eljárásokkal nem éri el a Bayer eljárás kitermelését.

A nyersanyag és mészfelmelegítése 1400 C°-ra nagy fűtőanyagszükséglettel jár.

Dickerhoff eljárásának még további hátránya az is, hogy a timföld melléktermékeként keletkező kénsav és cement elhelyezéséről is gondoskodni kell, illetve ezek piaci helyzete befolyásolja a timföldgyártás ütemét is.

### 3. Savas eljárások.

Ezek iránt az eljárások iránt elsősorban azokban az országokban nyilvánult meg nagy érdeklődés, melyek fejlett alumíniumipar mellett nem rendelkeznek kielégítő bauxit-előfordulások felett, ezért más timföldtartalmú ásványokat, elsősorban agyagokat igyekeznek felhasználni bauxit helyett. Ezeknél az eljárásoknál a kovasavtartalom nem okoz nehézségeket, viszont több-kevesebb vasoxiddal megoldatba, ezért elsősorban vasban szegény szilikátok és kovasavdús bauxitok feldolgozására alkalmasak, de felhasználják nyersanyagul a leucitot és az alunitot is. A feldolgozásra kerülő agyaggal szemben különleges követelmények vannak, ezért nem minden fajta agyag felel meg erre a célra. A feltárási ásványi savakat, kénsavat, sósavat, salétromsavat, vagy kénessavat használnak; gyengébb savakkal a feltárási igen nehézkes és nem kielégítő. A szilikáttartalmú anyagokat először hőkezelésnek vetik alá, vagyis 7—800 C° között pörkölik, amikor a szilikátban lévő kovasav savakban nehezen, az alumíniumoxiddal viszont könnyebben oldhatóvá válik. A pörkölt terméket melegítés mellett savval kezelik, a kovasavdús maradék leszűrése után a timföldtartalmú sót leválasztják és ebben a fázisban történik a vastól és egyéb szennyezésektől való elválasztás is. A sótakat vegyi, vagy termikus úton megbontják és ennek folyamán egy ú. n. nyers timföldet nyernek. A sók megbontásánál felszabaduló feltárási savat visszanyerik.

#### a) Kénsavas eljárások.

Ebbe a csoportba soroljuk azokat az eljárásokat, ahol a feltárást kénsavval, vagy ammonbiszulfáttal végzik.

Az alumíniumszulfát-gyárak gyakran használnak nyersanyagként vasszegény agyagokat is és érthető volt a gondolat, hogy az alumíniumszulfátból további kezeléssel timföldet állítsanak elő. A  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$  és  $V_2O_5$  szennyezéseket a savoldatból úgy távolítják el, hogy azt hosszú ideig keverik a feltárási maradékkal vagy agyagfelesleggel, az oldatban visszamaradt szennyezések nyomait pedig vácuumban való kristályosítással távolítják el. A tiszta alumíniumszulfátot 1100—1200 C°-on kalcinálják, amikor az megbomlik  $Al_2O_3$ -ra, továbbá  $SO_2$  és  $SO_3$ -ra, utóbbiakat a füstgázokból visszanyerik.

A Fokin-Rossel eljárás szerint a kénsavas feltárási után az alumíniumoxiddal megfelelő mennyiségű kénsavat ammonszulfát alakjában vonják ki az oldatból.

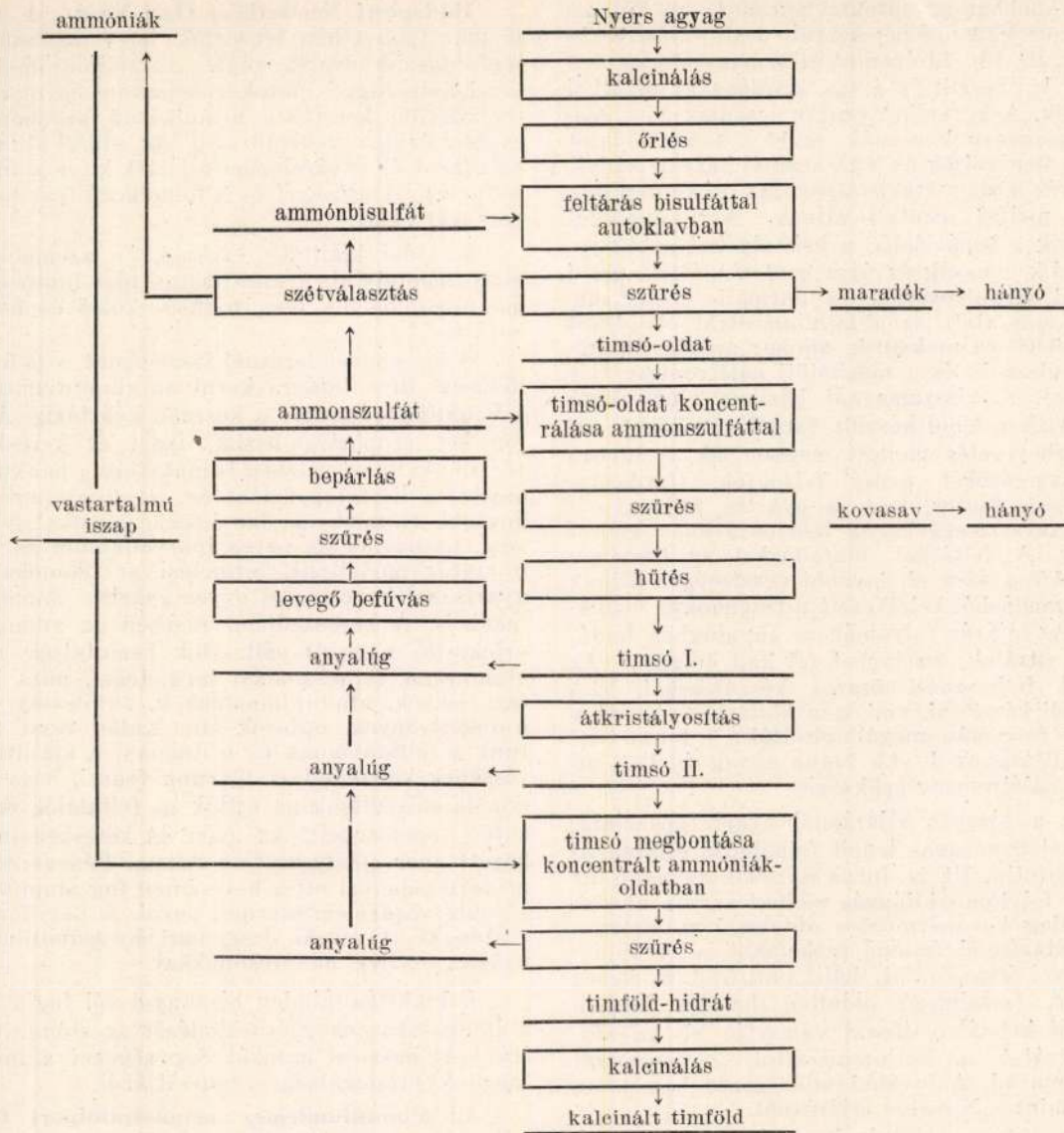
A Palmaer eljárás a vastalanítás megoldása miatt érdemes a megemlítésre, ugyanis a savoldatból a vasoxiddal elektrolitikus úton távolítja el mozgó higanykatód segítségével, az anód egy diaframmával körülvett ólomlemez.

M. Buchner ú. n. Alton eljárása a gyakorlatban is kivitelre került. Feltárási nem kénsavat, hanem ammonbiszulfátot használ. A kalcinált agyagot autoklavban ammonbiszulfátoldattal tárja fel és az oldatot a főként tiszta kovasavból álló csapadéktól szűréssel választja el. Feloldódik az alumíniumoxiddal nagy része, a vasoxiddal fele és a titándioxiddal egyharmada, továbbá kisebb mennyiségek a nyersanyag egyéb alkotórészeiből. Ezt az oldatot a még oldatban lévő kovasav leválasztása céljából ammonszulfát hozzáadása után koncentrálik és újra leszűrik, majd lehűtve kikristályosítják az ammoniumsót. Ismételt átkristályosítás után az ammoniumsóból koncentrált ammoniákoldattal választják ki az alumíniumhidrátot, melyet leszűrés után kalcinálnak. A timsókristályok anyalúgkait egyesítik, levegő befúvatással és ammoniákkal való kezeléssel leválasztják belőle a vasat, majd visszanyerik belőle az ammonszulfátot, ammonbiszulfátot és ammoniákat. Az eljárás tehát egy körfolyamatot képez az alábbi vázlat szerint, melynek folyamán az agyagban lévő timföldnek kb. 80%-a kinyerhető.

Az eljárásnál a legnagyobb nehézségeket az ammoniák visszanyerése okozza, mert az ammonszulfátot nem lehet veszteség nélkül ammonbiszulfáttá átalakítani, viszont 1%-os ammoniavesztéssel már kétséges a tesztelés gazdaságosságát. A másik tényező, mely erősen kedvezőtlenül befolyásolja a költségeket az, hogy a gyártási folyamán 1 tonna timföldre 25—35 m<sup>3</sup> vizet kell elpárologtatni. A háború alatt Amerikában a Columbia Metal Corp. Salem (Oreg) építtetett egy napi 50 tonna kapacitású timföldgyárat a Buchner eljárásra, mely 1945-ben készült el, de működéséről nincs értesülésünk.

Az alunitok feldolgozásával kapcsolatban megemlítjük az U. S. A.-ban kidolgozott ú. n. „kalunit” eljárást, mely a kénsavas eljárások csoportjába tartozik. Az alunit vízben nem oldható, természetes bázikus timsó, melynek összetétele:  $K_2SO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $4Al(OH)_3$  több-kevesebb kovasav és vasoxiddal, továbbá el nem bomlott ösközettel szennyezve. Az előzetesen kalcinált alunitot hígított meleg kénsavval kezelik, amikor vízben oldható alkaliszulfátok és alumíniumszulfát keletkeznek, melyek a kovasavtól teljesen elválaszthatók, a vasoxiddal viszont oldatba megy. Az elválasztás kristályosítás útján történik. A timsóképzéshez a jelenlévő káliumszulfát nem elégséges, ezt még külön pótolni kell. A nyert timsót átkristályosítással tisztítják és 200 C°-on autoklavban bontják meg, amikor oldhatatlan bázikus alumíniumszulfát és kénsavoldat keletkezik, a bázikus alumíniumszulfátot kalcinálva timföldet kapnak, a kemencegázokból pedig visszanyerik a kénsavat. A kalunit eljárásra a háború alatt az U. S. A.-ban Salt-Lake City-ben egy napi 35, majd napi 100 tonna timföld kapacitású gyárat építettek, de az üzem folyamán a termelés a tervezett kapacitásnak csak egy kis részét érte el. Állólag a nem bauxitból kiinduló timföldgyártó eljárások közül ez a legolcsóbb főleg azért, mert ennél a legkevesebb a gyártási folyamán képződő hulladék, illetve maradék mennyisége.





b) Sósavas eljárások.

Griesheim Elektron eljárása szerint az előzetesen kalcinált agyagot meleg sósavoldattal kezelik, majd hígítják és szűrik. A timföld és vasoxyd feloldódnak, a kovasav és a titán-oxyd a csapadékban maradnak. Az alumíniumhidroxid és a vas-hidroxid elválasztása több módon végezhető el, pl.: a vasoldathoz ammóniákat adnak, amikor az alumíniumhidroxid és vas-hidroxid leválnak és a csapadékot nátriumhidroxiddal kezelik, vagy a kloridkeveréket termikus úton bontják meg és az oxidokat nátronlúggal kezelik. Végezhető az elválasztás úgy is, hogy az alumíniumkloridot koncentrált sósavval kimoszják, amikor a vas-klorid oldatban marad. Más módja az elválasztásnak, hogy a kloridok oldatának bepárlásánál először az alumíniumklorid válik ki, melyet sósavval való mosás után termikus úton bontanak meg timföldre és sósavra. A csapadék ennél az eljárásnál sokkal jobban szűrhető, mint a kénsavas eljárásoknál, az alumíniumklorid alacsonyabb hőfokon bontható meg, mint az alumíniumszulfát, a feltárósav bomlásától nem kell tartani és az könnyen nyelethető el vízzel. Nagy hátránya azonban ennek az eljárás-

nak a sósav magas ára, a sósavgázok rendkívül agresszív hatása, ezért ennél az eljárásnál semmilyen fémkészülék nem alkalmazható.

A sósavas Blanc eljárás, mely leucitra is alkalmazható, hasonló az előbb tárgyalt Griesheim-Elektron eljáráshoz. Érdekessége az, hogy durva darabos agyagot használ és folytonos kilúgást alkalmaz, a darabos agyag a folyadékot könnyen áteresztí és így a feltárás maradéka a savval való kezelés után ugyanebben az edényben ki is mosható és így a szűrés elmarad.

A sósavas eljárásokkal kapcsolatban megemlítjük az isopropyl eljárást, amelynél az AlCl<sub>3</sub> és FeCl<sub>4</sub> savkeverékből az FeCl<sub>4</sub>-at isopropyl-éterrel távolítják el.

c) Salétromsavas eljárások.

Az ú. n. Nuvalon eljárást Buchner dolgozta ki, mert saját Aloton eljárását nehézkesnek találta. A Nuvalon eljárást a Vereinigte Aluminium Werke az 1940-es években műszakilag kivizsgálta és úgy találta, hogy az üzemileg kivihető. A kalcinált anyagot V2A acélból készült autoklavban 6–8 atü. nyomás mellett salétromsavval feltárják,



majd ugyanabban az autoklavban 50 C°-ra hűtik a keveréket és V2A acélból készült derítőtartányokba bocsátják, itt 12—14 órán át állni hagyják; ezalatt az anyag leülepszik és a vas kiválása az oldatból befejeződik. A keveréket ezután leszűrjük és a csapadékot alaposan kimossák, majd a tiszta oldatot 1.45 fs-ra bepárolják és V2A acélból készült kádakban keverés közben kikristályosítják az alumínium-nitrátot, melyet centrifugálnak. Az anyalúgot visszaviszik a bepárlásba, a kristályokat salétromsavval fedik, mossák és újra centrifugálják, majd 70 C°-nál megolvasztják és normális nyomáson, vagy vacuum alatt az alumínium-nitrát olvadékot lassan 140 C°-ra melegítik, amikor az alumínium-nitrát megbomlik és a megkötött salétromsav fele felszabadul. A visszamaradt bázikus alumínium-nitrátot V2A acélból készült forgókemencében 400 C°-on gőzbevezetés mellett megbontják, a távozó salétromsav-gőzöket pedig felfogják. Gazdasági okokból igen fontos, hogy a gyártás folyamán a salétromsavvesztéseket a lehetőségekhez képest elkerüljék. A feltárási maradékkal az üzemben lévő sav 1%-a vész el, további veszteségek állnak elő a savbomlásból keletkező nitrogén-oxid vegyületekkel. Az eljárás folyamán az anyalúgban feldúsulnak a nitrátok, amelyeket fel kell dolgozni. Az eljárásnál felhasznált összes készülékeket V2A acélból kell készíteni, ami igen költséges. Amint a kísérletek folyamán megállapították; 1 tonna timföld előállításához 4—4.5 tonna agyag és 12.3 m<sup>3</sup> (300 g/l) salétromsav szükséges.

Blanc a sósavas eljárásnál nyert tapasztalatait egy salétromsavas leucit feldolgozó eljárásnál is hasznosította. Itt is durva darabos agyagot tár fel és így folytonos kilúgzás mellett szűrés nélkül, gyakorlatilag kovasavmentes oldatot kap, hasznosítja a feltárásnál fejlődő reakcióhőt is. A 70 C° meleg alumínium-nitrátot, kálium-nitrátot és kevés vasnitrátot tartalmazó oldatból lehűtés közben frakcionált kristályosítással választja el az alumínium-nitrátot a kálium-nitráttól, a vasnitrát oldatban marad. A további feldolgozás hasonlóan történik, mint a Nuvalon eljárásnál.

Salétromsavas eljárások csak ott jöhetnek szóba, ahol salétromsav nagy mennyiségben olcsón áll rendelkezésre, tehát elsősorban olyan országokban, melyeknek vizierőtelepei vannak és így légsalétromgyártás lehetséges, továbbá, ahol nagy mennyiségű leucit fordul elő és így, mint értékes melléktermék kálisó is nyerhető.

(Folytatjuk)

## Hazai hírek

**Műkorundgyár avatása.** Az első magyar műkorundgyártás kísérleti üzemét július 12-én kezdték meg Dorogon, egy átépített, kisteljesítményű villamoskemencében. Az első kísérletek olyan szép eredménnyel végződtek, hogy egyhónapi próbaüzem után, augusztus 10-én már a kísérleti üzem termelő üzemévé lehetett felavatni.

Az avatás nagyon szép, bensőséges kis ünnepség keretében zajlott le a műkorundgyár telepén a 2 órás váltás alkalmával. Az avatáson a Nehézipari Miniszter, az Országos Tervhivatal, valamint a helyi Pártszervezet és Szakszervezet képviseltették magukat.

dr. G. T.

**Budapesti Nemzetközi Őszi Vásár.** A multban is már több ízben tervezték, hogy hazánk egyik legfontosabb nyersanyagát, az alumíniumot és az ezzel összefüggő iparokat összevont és reprezentatív kiállítás keretében bemutassuk, azonban mindezekig ez nem valósult meg. Az eddigi alumínium-kiállítások és vásárok nem fejezték ki az alumínium-termelés jelentőségét és a feldolgozó ipar hatalmas perspektíváját.

Az ideai kiállítás ezeknek a szempontoknak óhajt megfelelni. A kiállítás az ipar fontosságának megfelelő helyen lesz, hatáson külső és belső dekorálással.

A belső elrendezésnél főszempont a jó áttekinthetőség. Bemutatásra kerül az alumíniumtermelés a bauxitbányászattól a készáru gyártásig. A pavilon két csoportra oszlik, ipari és kereskedelmi részre. Az ipari részben bemutatjuk a bauxitbányászatot, a timföldgyártást és az alumínium feldolgozását, festmények, fényképek, gépalkatrészek révén. Láthatjuk az egyes iparvállalatok és bányák miniatűr modelljeit, termelési grafikonokat és a gyártással kapcsolatos egyes gyártási munkamene-tek is. A kereskedelmi részben az alumíniumot értékesítő nemzeti vállalatok bemutatják a nagy alumínium felhasználási területeket, mint háztartási cikkek, alumíniumablakok, fűtőtestek, alumíniumöntvények, bútorok stb. Külön részt biztosítunk a feltalálóknak és újítóknak. A kiállítás ezen részének költségeit is iparunk fedezi, hogy ily módon is elősegítsük az újítók és feltalálók érvényesülési lehetőségeit. Az ipari és kereskedelmi rész között nyer elhelyezést az Állami Pénzverde, mely modern gépeivel ott a helyszínen fog alumíniumból készült vásári emlékérmét verni. A pavillon park-részén kis tavacska lesz, partján alumínium csónakkal, esetleg motorcsónakkal.

A kiállítás minden bizonnyal fel fogja kelteni a látogatóközönség érdeklődését az alumíniumipar iránt és hasznos munkát fog végezni alumíniumiparunk propagálása szempontjából.

Mo

**Az alumíniumlemez magasépítőipari felhasználásáról.** Az M. K. 162. számában jelent meg az Országos Tervhivatal elnökének 100.015/1949. Á. G. számú rendelete, amely összefoglalja azokat az építési szerkezeti elemeket, amelyeknél csak alumíniumlemez szabad felhasználni. Ezek: keményhéjalású tetők, kislejtésű ragasztott fedések, mindennemű fémlemez tetőfedés, amely eddig horganyzott vaslemezről készült. E szerkezeti elemeknek munkálatai alumíniumszegeccsel szegezelve, vagy korcolva készíthetők. A rendelet továbbá a csatornákhöz felhasználható csatornakampókról, bitumenes fedőlemezekről is intézkedik. A rendelet kijátszó kiágást követnek el, amely pénzbüntetéssel és elzárással büntethető. A rendelet augusztus hó 12-én lép életbe.

Jy

## Külföldi hírek

**Ausztria:** Az áramhiány erősen akadályozza az alumíniumtermelést és így valószínűtlen, hogy az 1949-re tervezett 17.500 tonnát elérik. Előzőleg azt remélték, hogy a randshofeni üzem ez évben 12.000 tonnát fog termelni az 1948-as 10.000 tonnával szemben, a lenti üzem pedig 5500 tonnát a múlt évi 3300 tonnával szemben.



Indiában kb 250.000 tonnára becsülik a még fel nem tárt alumíniumérc mennyiségét. Főképpen bauxit és laterit lelhető, de diaspor és gibbsitról is tudnak. Feltárható bauxit (50%  $Al_2O_3$ ) főleg Bihar központi tartományban, Ghat-ban, Mysore-ban és Madras Salem részében van. A Kashmirban található nagymennyiségű érc diaspor típusú (70%  $Al_2O_3$ ) és a szokott módszerekkel timföldd né dolgozható fel.

Bauxitot — alumíniummá való feldolgozáson kívül még számos más ipari célra bányásznak ki: vegyi anyagok és cement gyártására, tűzálló anyagnak és petroleum finomításra. Az utóbbi időkhöz ez utóbbi célokra használnak főként bauxitot. Az évi termelés 10 és 20.000 tonna között volt. Metall Bulletin, jul. 19.

— Fné —

**A gazdasági helyzet alakulása az Egyesült Államokban.** A Novoje Vremja 21. számában A. Manukian érdekes cikket közöl az Egyesült Államok gazdasági helyzetének alakulásáról. Kifejti, hogy ez év eleje óta az összes tőkés országok gazdasági nehézségei megnövekedtek. Ez mindenekelőtt a kivitel elé tornyosuló akadályok fokozásában és a külföldi verseny kiéleződésében nyert kifejezést. A világgiazi árak iránya félreérthetetlenül süllyedő. Az ipari termelés állandóan csökken.

Az USA termelésének jelzőszáma a múlt esztendő októberétől a következőképpen alakult:

1935/39	100
1948 október	199
1949 március	181
1949 április	179

A tőkeberuházások a gyáripár különböző ágai-ban a múlt év negyedik negyedében 2320 millió dollár körül mozgottak. 1949 első negyedében 1940 millió, második negyedében pedig 1860 millió dollárra csökkentek.

A beruházások tehát az amerikai gyáripárban 9 hónap alatt 460 millió dollárral, azaz 20%-kal estek vissza.

Az építkezések száma is egyre csökken. 1948 májusában 99.400 új ház építését kezdték meg. 1949 februárban azonban csak 46.000-ét. Az USA minden részéből érkező hírek szerint, új házak iránt sem vevők, sem bérlők nem érdeklődnek. Ez a körülmény az 1929-33 közötti gazdasági válságra emlékeztet.

A megváltozott helyzetet különös világozásgal jellemzi, ha összehasonlítjuk az 1949 január és március közötti időszak statisztikai adatait a háború utáni csúcstermelés adataival:

a lakóház építése 50%-kal, a cipőgyártás 24%-kal;

a kőszéntermelés 16%-kal, a fakitermelés 22%-kal;

a textilgyártás 20%-kal, a gépgyártás 13%-kal csökkent.

A vasúti teherforgalom 13%-kal csökkent és minden jel arra vall, hogy a csökkenés folytatódik.

Válságjelek jelentkeznek már a belföldi kereskedelemben is. A gyáripár raktárkészleteinek értéke felülmúlta a 23 milliárd dollárt és állandóan emelkedik, jóllehet már ez az összeg is 100%-os növekedést jelent 1946 márciusához képest.

Az esedékes gazdasági válság közelj beköszönésének második előjele az amerikai kivitel 23%-os jelentős visszaesése is. A helyzetet súlyosbítja az,

hogy a kivitel csökkenése a Marshall-terv ellenére is folytatódik. A belföldi piac szűkülése és a kivitel csökkenése fokozza a túltermelést a szén, textil és egyéb iparágakban, valamint a mezőgazdaságban is.

A fizetésképtelenségek, a gazdasági válság eme elkerülhetetlen kísérő jelenségei is egyre szaporodnak. A fizetésképtelenséget bejelentett cégek száma 1948-ban, az 1947. évi 3476-ról, 5252-re szaporodott.

A munkanélküliség egyre nő. Idén januárban 700.000 munkás vesztette el kenyerét, februárban pedig további 550.000. A részleges munkanélküliekkel együtt a munkanélküliek száma 15 millió.

Az amerikai nép felkészülhet tehát a következő gazdasági válságra, melynek feltételei a háború befejezése óta már megérték.

— Fné —

## Könyvismertetés

**A könnyűfémek kohászata:** A. I. Beljaev. (Metallurgia Legkich Metallov.)

Tankönyv a Technikumok és tanegedlct a Műszaki Főiskolák részére. (Metallurgizdat, Moszkva—Leningrád. 1940.) 496. oldal.

A könyv részletesen tárgyalja az egész könnyűfémkohászatot. Súlypontját azonban az alumíniumkohászat és az ezzel kapcsolatos technológiai eljárások képezik.

A könyv főbb fejezetei:

Az alumíniumkohászat általános kérdései. Az alumínium tulajdonságai. Technológiájának rövid története és technikai felhasználása. Az alumínium ércei. Ezek lelőhelyei és minősége a Szovjetunióban és egyéb országokban.

A timföld gyártásáról szóló fejezetek külön-külön, nagy részletességgel tárgyalják a Bayer, a Pyrogén, a Pédersen és az alunit feldolgozásra szolgáló „Minerál” és Naumcsik—Labutin eljárást.

A Bayer-eljárással foglalkozó rész (46-tól 102. old.), leírja az eljárás egyes részletműveleteinek, mint bauxitelőkészítés, feltárás, vörösiszap-elválasztás, kikeverés, kalcináció, lúgvisszanyerés kérdéseit, úgy elméleti fizikó-kémiai, mint gyakorlati technológiai és készülék-technikai szempontból. Az elméleti fejezetekben számos grafikon és táblázat teszi az anyagot szemléletesé.

Az egyes változók, mint feltárási sebesség, timföld-kihozatal, lúgosztatétel, kikeverési sebesség,  $Na_2O/Al_2O_3$  modulus, hőmérséklet, oltóanyag mennyisége és minősége, változásai egymás függvényében, illetőleg ezek egymásra való hatása a gyakorlati célnak megfelelő nagy részletességgel szerepelni.

Rövid leírás ismerteti az urali, East-Saint Louis és Gardenei gyárak munkamódszerét.

A Pyrogén-eljárás leírása (103—145. oldal), hasonló részletességű. A különböző variánsok összefüggését mutató grafikonok és táblázatok mellett megtaláljuk a fontosabb fajlagos-számokra és a gyártásban szereplő anyagok- és féltermékekre vonatkozó adatokat.



A nefelyn pyrogén-eljárással való feldolgozását külön fejezet tárgyalja.

A fluoridokról szóló fejezet a kryolith, valamint alumínium és natrium-fluorid szintetikus előállítását tárgyalja, a technológiai kérdéseken túlmenően a termékek összetételére és a gyártást jellemző fajlagos-számokra vonatkozó adatok ismertetésével.

Az elektróda-gyártásról szóló rész (192—256. old.) az elektródák általános ismertetésével kezdődik. A könnyűfémkohászatban alkalmazott elektróda-féleségek minőségi követelményei, az elektróda nyersanyagok kérdése, majd az elektródák gyártásának technológiája következik, végül az elektróda-gyártás különböző műveletei: őrlés, osztályozás, kalcináció, keverés, sajtolás, égetés leírása. Érdekesek az elektróda égetéssel kapcsolatban az elektróda tulajdonságainak, mint mechanikai szilárdság, villamos vezetőképesség, porozitás, az égetés folyamán végbemenő változását feltűntető grafikonok. A grafit elektróda gyártását a könyv külön fejezetben tárgyalja, külön kitérve a grafitosodás elméletére és a gyártás gyakorlati kivitelére.

A könyv fő fejezete az alumíniumkohászattal foglalkozó rész. (257—417. old.)

Ennek fejezetei és pontjai cím szerint felsorolva:

A kryolith és timföld-olvadékok elektrolyzisének elmélete. Az eljárás elvi sémája. Az elektrolyt és tulajdonságai. Az elektrolyzís folyamatának alapvető fogalmi. Az elektrolyt alkotórészeinek bontási feszültsége. Az elektrolyzís reakció-mechanizmusa. Az elektródákön lejátszódó folyamatok. Különböző tényezők hatása az elektrolyzís menetére.

A kádszerkezet: A kádszerkezet-fejlődés története. A korszerű kádszerkezet. A kád hőenergia-és feszültségmérlege. A kád elhelyezése az üzemben.

Az alumínium elektrolytikus előállításának technológiája. A kád táplálása egyenárammal. A kád-indítás. A kád üzeme az indítás utáni időszakban. A kád üzeme és kiszolgálása normális termelés mellett.

Az elektrolyzís folyamatának technikai jellemzői. Az alumíniumtermelés segédüzemei. Ez a fejezet főleg kryolith regenerálással foglalkozik. Részletesen tárgyalja a kádsalakkból flotáció- és az anódgázokból gázmosás útján történő regenerálás módszerét.

Az alumíniumötvözetek előállítása.

Az alumínium elektrolytikus raffinálása.

Az alumínium elektrolyzís kérdéseit a könyv elméleti és gyakorlati oldalról igen részletesen tárgyalja.

Az elméleti összefüggések és a lejátszódó reakciók ismertetésén kívül, igen sok tényt számot közöl, mint például a hőenergia mérlegénél, a kád kapcsolófeszültségének részekre bontásánál, a szilárd és olvasztott kryolithtal való kádindítás összehasonlításánál, a salak flotációtermékek összetételénél, az áramhatásfok különböző tényezők függvényeként való ábrázolásánál, stb.

A nagyszámú grafikon és táblázat mellett a kemenceszerkezetre vonatkozó ábrák is szerepelnek, többek között egy 55.000 amperos kemence részletes metszete.

A könyv hátralévő része az elektrolytikus magnezium előállításával és röviden a beryllium, kalcium és alkáli fémek kohászatával foglalkozik.

A könyv a szerzőnek „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolyzisénel” című könyvével együtt az alumíniumkohászat elméleti és gyakorlati kérdéseiről teljes és átfogó képet ad és a szakirodalomban egyedülálló egységet képez. Magyar fordításban a könyvet rövidesen Kartársaink rendelkezésére bocsátjuk.

SzP

### FELHÍVÁS.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége központi ankétsorozatának a „Gyártási program és határidőzés” kérdéseivel foglalkozó ankétyjának anyaga, eredményei és tanulságai kiegészítve különböző kiadványtervezetekkel, broszúra alakjában megjelent. Korlátolt példányszámban kapható a Műszaki Könyvesboltban V., Szalay-utca 4. szám alatt.

### Sajtóhibák helyesbítése:

Emőd Gyula, az Alumínium f. évi 8. számában megjelent „Alumínium és alumínium ötvözetű lemezek gyártása” c. cikkében az alábbi hibákat kérjük helyesbíteni:

185. oldalon a 2. ábrán 1500° C helyett 500° C értendő és aláírandó „folytatás a 188. oldalon”.

Ugyanezen oldalon az első hasáb 11. sorában kiegyenlítjük helyett kiegyengetjük.

Ugyanezen hasáb utolsó sorában karcolatok helyett korcolhatók.

187. oldalon az első hasáb 4. bekezdésében  $\delta_s$ ,  $\delta_b$  helyett  $\sigma_s$ ,  $\sigma_b$ .

Ugyanezen oldal második hasábján az alsó dyagramm alá 6/b ábra írandó és a dyagrammon szereplő görbék közül az alsó  $\sigma$ , a középső  $\sigma_s$ , a felső  $\sigma_a$ .

A 188. oldalon a 7. ábra törlendő és ugyanezen felírás a felső ábrásor alá írandó. A felülről számított második és harmadik ábrásor a 2. ábra folytatása.

Ugyanezen oldal első hasábjában szereplő táblázatban, valamint a további szövegben a  $\delta_s$ ,  $\delta_b$  helyett  $\sigma_s$ ,  $\sigma_b$  írandó.

A táblázatban felül szereplő Hideg hengerlés, Hideg nyújtás helyett Hideghengerlés ill. Hidegnyújtás írandó közbenső elválasztás nélkül. Ugyanezen táblázatban a harmadik és ötödik oszlopban szereplő hideg alakítás helyett szilárdulás írandó.

A 189. oldal első hasábjának harmadik bekezdés első pontjában egyszerű helyett egyszeri értendő.

Ugyanezen oldal alján lévő táblázat Lehűtés c. oszlopában csak H<sub>2</sub>O szerepelhet, amíg a mellé írt hőmérsékletek az Élfektetés c. oszlopba tartoznak.

A 188. oldalon alul; hogy a  $\delta_b$  1 kg/mm<sup>2</sup> emelkedése a  $\delta_s$  a művelettel, helyett; hogy a  $\sigma_b$  1 kg/mm<sup>2</sup> emelkedése a  $\sigma_s$  3—4 kg/mm<sup>2</sup> emelkedésének felel meg.

### A L U M Í N I U M



# LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON: 125-432.

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cikkeket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

# »PAX«

kézi tűzoltókészülékek

kizárólagos forgalombahozója

Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe

Budapest, VII., Csányi-utca 9.

Telefonszám: 224-830, 224-839

Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő és kántelenítő berendezéseket

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia stb. üzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI

SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON: 292-855, 292-854

# THERMIT

CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SÁNDORNE

fehérfém öntődéje

Budapest, V., Kossuth

Lajos-tér 12-15. VI. 1.

Telefonszám: 121-328

## APOR LEÓ

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT

Budapest, V., Kresz Géza-utca 45

Telefon: 201-046

Képviseletek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos szűrőberendezések (elektrofilterek)

Meyerhofer G. m. b. H., Zürich „K” gázégő.

EREDETI BURGMANN

tömítések egyedárúsítása



*A város és falu  
dolgozóinak találkozója*

**A BUDAPESTI  
NEMZETKÖZI  
ŐSZI VÁSÁR**

**SZEPT. 16. - OKT. 2.**

**50%-OS UTAZÁSI KEDVEZMÉNY**



A

## **Tudományos Folyóiratkiadó NV.**

kiadásában jelennek meg:

Alumínium	Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés	Gyógyszerész Tudományi Értesítő
Bányászati és Kohászati Lapok	Magyar Textiltechnika	Iparegészségügy
Erdészeti Lapok	Mezőgazdaság és Ipar	Magyar Belorvosi Archivum
Elektrotechnika	MTESZ Értesítő	Magyar Kórház
Építőanyag	Papír és Nyomdatechnika	Magyar Mentésügy
Építés — Építészet	Többtermelés	Magyar Nőorvosok Lapja
Földtani Közlöny	Acta Urologica	Orvosok Lapja
Gép	Archivum Chirurgicum	Orvosi Hetilap
Hidrologiai Közlöny	A Gyógyszerész	Oto-Rhino-Laryngologia
Magyar Energiagazdaság	Bőrgyógyászati és Venerológiai Szemle	Pneumonologia Danubiana
Magyar Kémikusok Lapja	Fogorvosi Szemle	Radiologia Hungarica
Magyar Technika	Kísérleti Orvostudomány	Szemészet
	Honvédorvosi Közlemények	



Kiadóhivatal: Budapest, V., Szalay-utca 4

Telefonszám: 122-299, 310-135, \*125-288, 128-986

Egyszámlaszám: Magyar Nemzeti Bank 936.515

A **TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NV.** minden folyóiratával résztvesz  
*a Budapesti Nemzetközi Őszi Vásáron*



# ALUMINIUM

A MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET ALUMINIUM SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A MAGYAR ALUMINIUM ÉS KÖNNYŰFÉMKUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

Magyar Aluminium Kutató Intézet közleményei

10. szám.

## Könnnyűfémek korrozióvizsgálata

WALDHAUSER ILONA

620.191

### Резюме:

Krattкий очерк разных методов испытания коррозии легких металлов и оценка этих методов. В первой части статьи автор занимается различными исследованиями относительно действия погоды (атмосферное действие, действие морского ила), а также обычными лабораторными испытаниями (испытание Милиуса по измерению тепла и распространения, испытание нормальных абраумзальцов). Вторая часть статьи (которая будет опубликована в следующем номере нашего журнала) занимается нормализованными методами испытания коррозии, полным или переменным погружением, газо-коррозийным аппаратом Акимова и методом испытания прочности коррозии.

### Summary.

A short summary of the different corrosion-testing methods for light metals and the evaluation of the tests are given. In the first part the paper deals with the different weather-exposure tests (atmospheric, marine, soil) and the current laboratory tests, (thermic and volumetric Mylius tests and the standardised salt spray tests). The second part (appearing next issue) deals with the standardised methods for corrosion-testing by total and alternating immersion, the gas corrosion testing apparatus of Akimov and the stress corrosion testing methods.

### Zusammenfassung.

Es werden die gebräuchlichen Korrosionsprüfmethoden für Leichtmetallen und Auswertung der Prüfergebnisse kurz behandelt. Erwähnt werden die Naturversuche (der atmosphärische Bewitterungsversuch, der Tauch- und Wechseltauchversuch im Seewasser, und der Bodenversuch) und von den Laboratoriumsversuchen werden die thermische und die volumetrische Mylius-Probe, sowie die genormte Salzsprühprobe behandelt. Der in der nächsten Nummer erscheinende zweite Teil behandelt den Tauchversuch, den Tauchversuch im Rührgerät, den Wechseltauchversuch nach DIN und A. S. T. M. Standards, Akimov's Korrosionsprobe in Gasen und die Spannungskorrosions Versuche.

### I. rész.

Valamely fém vagy ötvözet korrozióállóságának meghatározása két okból is nehéz feladat. Először a gyakorlatban a korrodáló hatások a különleges környezet függvényében igen erősen változnak. Például sok fém, ill. ötvözet jól tűri a gyárvidék kormos, kénes leve-

gőjét, míg a sós tengeri levegő hatására igen gyorsan korrodál. Ezért a korrozióvizsgálatoknak a lehető legnagyobb megközelítésben kell utánozniuk a gyakorlati üzemi feltételeket. Az egyik típusú korrozióhatásból csak hozzávetőlegesen lehet következtetni az anyag viselkedésére más típusú behatásokkal szemben. Sokszor a környezet hőmérsékletének, a korrodáló közeg koncentrációjának, szellőzöttségének, pH értékének igen kis változása már befolyásolja az eredményt. Másodszor igen nehéz a különböző típusú laboratóriumi vizsgálatok eredményét összehasonlítani, mivel az egyikből is, a másikkól is nyert eredmények más és más mérőszámokban adódnak és ezen felül a vizsgálatokat különböző közegekben folytatják le. Kétféle típusú korrozióvizsgálatot ismerünk:

I. Természetben végzett korrozióvizsgálatok,

II. Laboratóriumi próbák.

Bármilyen módszerrel végezzük is el vizsgálatainkat, az eredmények közlésénél mindig meg kell adni a vizsgált anyag pontos kémiai összetételét, metallográfiai adatait, hőkezelésének módját és azon kívül a hideg alakítás (pl. hengerlés) fokát is. Laboratóriumi vizsgálatoknál állandó hőfoktartásról kell gondoskodni. A német szabványok 20°C-t, az amerikaiak 35+1° C-t írnak elő. Ha a vizsgálat nem folyik zárt edényben, vagy nincs más különleges, az üzemi viszonyoknak megfelelő, előírás a levegő relatív nedvességtartalma 70% legyen. A természetben végzett korrozióvizsgálatoknál a hőmérséklet, szélirány, levegő nedvességtartalmának változását kell közölni.

A korrozió mértékét különböző mérőszámmal adjuk meg.

A DIN 4851 szabvány szerint a felületi korroziót a következő mértékegységekben lehet kifejezni:

g/m<sup>2</sup>·nap, mint olyan érték, amely közvetlenül a vizsgálatokból adódik és mm/év, mint számított érték, ahol a próbatest megvékonyodását adjuk meg. Ez utóbbi főleg a szerkesztő számára értékes adat.

$$\left( \text{mm/év} = \frac{g}{m^2 \times \text{nap}} \cdot \frac{1}{0,365 \times \text{sűrűség}} \right)$$

Az A. S. T. M. 1949. évi szabványelőírásai szerint fenti adatokon kívül gödörkés és szem-



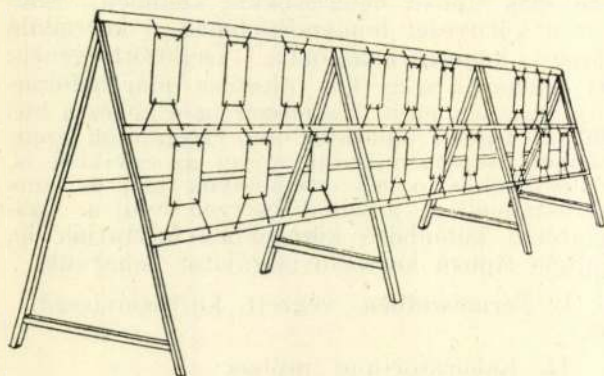
csöközi korrozio esetében mindig meg kell adni a szakító szilárdság és nyulás csökkenését az idő függvényében.

Gödörkés korrozióval meg kell ezen kívül adni a gödrök átlagmélységét is, melyet vagy kalibrált mérőmikroszkóppal, vagy mikromélységmérővel mérünk. Igen nagy számú gödörke esetében elegendő megadni a 10 legmélyebb gödöröske átlagmélységét. Mindezeknek az adatoknak megadása mellett is meg kell ejteni a próbadarab metallográfiai vizsgálatát is, mert az interkrisztallin és intrakrisztallin korrozióról csak ezek adnak tiszta képet.

### I. Természetben végzett korrozióvizsgálatok.

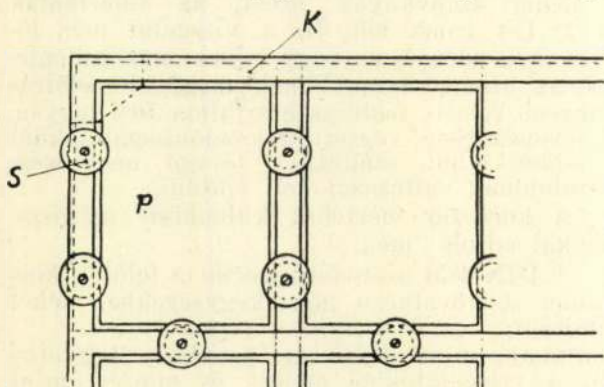
a) Ide tartoznak az éghajlati, tengervízi, árterületi és a talajpróbák.

Az éghajlati próbáknál a lehetőleg nagy felületű (150x100 mm) próbalemezeket impregnált fa vagy rozsdamentes acélkeretekre erősítjük és déli tájolással 45° hajlásszöggel állítjuk fel legalább 50 cm-nyire a föld felszínétől. Pelyen állványt mutat az 1. ábra, amelyben jól láthatók a lemezek szigetelő huzalokra való



1. ábra. Próbatestállvány éghajlati korrozióvizsgálathoz (Akimov)

felfüggesztése: figyelemre méltó, hogy ennél a felerősítésnél esővíz nem tud a lemezen összegyűlni, sem egyikről a másikra rácspegni. Egy másik, igen jól bevált felfüggesztési módot mutat a 2. ábra. Itt a *p* próbatestet *s* szigetelő csigák



2. ábra. Próbatestkeret szigetelő csigákkal. (Akimov)

közé van befogva úgy, hogy a *k* rozsdamentes acélkerettel nem tud érintkezni. Ennek a rendszernek az az előnye, hogy nem kell megfürni a próbatestet.

A tengeri próbánál szintén a 2. ábrához hasonló rendszerű kereteket használunk, ame-

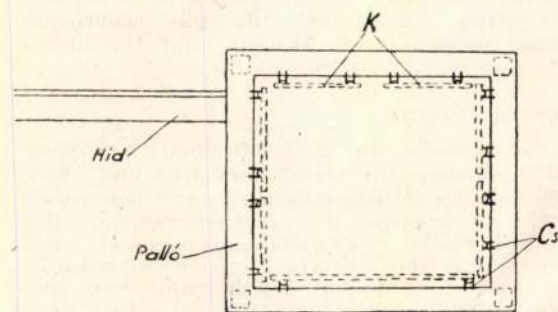
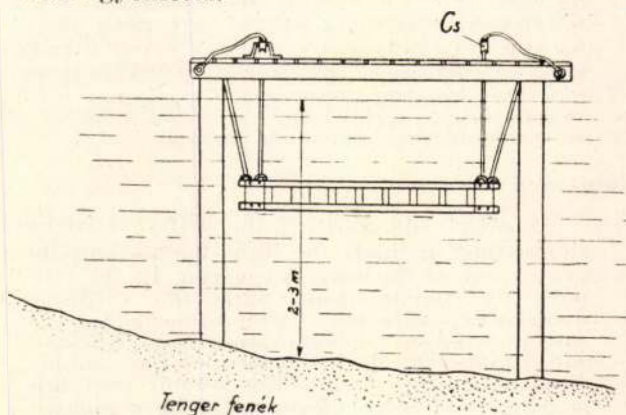
lyeket csigaszerkezet segítségével süllyesztünk 30–100 cm mélyre a legalacsonyabb vízállás alá. A 3. ábrán jól látható a cölöpökre épített Akimov szerkezet és a *Cs* csigákkal felhúzható *k* keretek. Tengeri próbáknál a könnyebb kezelhetőség miatt a keretekre csak egy sor próbatestet szokás felfüggeszteni.

Az árterületi próbáknál az éghajlati próbákhoz hasonló állványokat használnak, csak a kivitel erősebb.

A talajpróbákat háromféle módon szokás elhelyezni, vagy közvetlenül a felszín alá, vagy a talajvíz szintje alá és végül úgy, hogy a próbák félig a talajvízben, félig pedig a víz szintje fölé legyenek beásva.

A próbákat először hetenként, majd havonként kel ellenőrizni. Mérti kell súlyváltozás/idő  $\times$  felületét, esetleg a szakítószilárdság és nyulás változását, fel kell jegyezni a korroziós bevonat színét, minőségét, a tengeri próbáknál az esetleges organikus lerakódásokat, stb.

Valamennyi próbatestet egyszerűen kell kivenni, mivel az időjárás még hosszabb időn át sem egyenletes.



3. ábra. Próbatestállvány tengeri korrozióvizsgálathoz (Akimov)  
a) metszet, b) alaprajz.

A vizsgálatokat rendszerint különböző éghajlatok alatt (szárazföldi, tengeri, gyári, sivatagi, tropikus, és ezeknek kombinációja) azonos minőségű próbatestsorozatokkal egyszerre végzik. Pl. egy-egy sorozat duralumin, antikorródal, szinalumínium). Az összehasonlíthatóság miatt itt is célszerű, mint minden korrozióvizsgálathoz, valamely ismert viselkedésű anyagból készült próbatestsorozatot beiktatni.

A mechanikai vizsgálatokat az egyöntetűség kedvéért lehetőleg központi laboratóriumban végzzük. Egy-egy ilyen természetben vég-



## I. Táblázat.

Sajtoló alumíniumötvözetek szakító szilárdságának százalékos változása éghajlati korrozió következtében.

Korrozió idő-tartama (év)	Atlanti-óceán				Gyárvidék				Tropikus tenger				Tengerből			
	1	2	4	10	1	2	5	10	1	2	5	10	1	2	5	10
Ötvözet:																
Al-99 lágy . . . . .	-1	-2	-2	-7	-1	-1	-2	-4	0	0	-2	-1	-1	-2	-1	-3
Al-99 kemény . . . . .	-1	-3	0		0	-1	-2	-4	0	0	0	-1	0	-1	0	-4
Al-Mn lágy . . . . .	-2	-1	-1	-4	-1	-2	-2	-5	0	-1	-2	0	0	-2	-6	-5
Al-Mn kemény . . . . .	-1	-6	0		0	-2	-1	-4	0	0	0	0	-2	-1	-1	-3
Al-Cu-Mg nemes . . . . .	-9	-11	-13		-4	-4	-5	-8	-2	-3	-4	-1	-5	-4	-7	-6
Al-Mg 2.5 félkemény	-1	-1	-1		-1	-3	-2	-5								
Al-Mg-Si kemény	-3	-5	-8	-9	-4	-2	-6	-8								

zett korrozióvizsgálat hosszú időre terjed, (1–10 év), jó szervezethez és igen nagy számú próbatestet kíván. Pl. az A. S. T. M. korroziobizottságának 1933. évi jelentésében 6000 próbatestet szerepel, pedig a kísérlet csupán öt évig futott. Alumínium ötvözetre néhány jellegzetes adatot az I. táblázat tüntet fel.

## II. Laboratóriumi vizsgálatok.

A laboratóriumi próbák nem helyettesíthetik teljesen a hosszantartó éghajlati próbákat. Feladatuk egyrészt a gyors üzemi minőségi ellenőrzés (Pl. Mylius próba), másrészt segédeszköz a kutató kezében, valamely fém vagy ötvözet üzemi körülmények közt való előrelátható viselkedésének megítélésére. Az eredmények összehasonlíthatósága szempontjából feltétlenül szükség van a kísérleti körülmények pontos lerögzítésére. Ezért dolgoztak ki néhány szabványeljárást, amelyek bár nem utánozzák hűségesen az üzemi körülményeket, az eredményeket összehasonlíthatóvá teszik. Itt is, mint már fentebb említettük, célszerű ismert anyagot is a próbatestsorozatba beiktatni.

Könnyűfémek ismertebb korrozióvizsgáló szabványai:

D. I. N. 4850. Irányelvek fémek korrozióvizsgálatának keresztülviteléhez és kiértékeléséhez.

D. I. N. 4851. Fémek súly- és vastagságcsökkenésének mértékegységei.

D. I. N. 4853. Könnyűfémek vizsgálata tengeri éghajlat- és tengervízállásra.

D. I. N. 3210. Mázolófestékek, a rozsdafok megállapítása.

A. S. T. M. próbaszabvány B 117–44T. Módszer sópermet (köd) vizsgálatához.

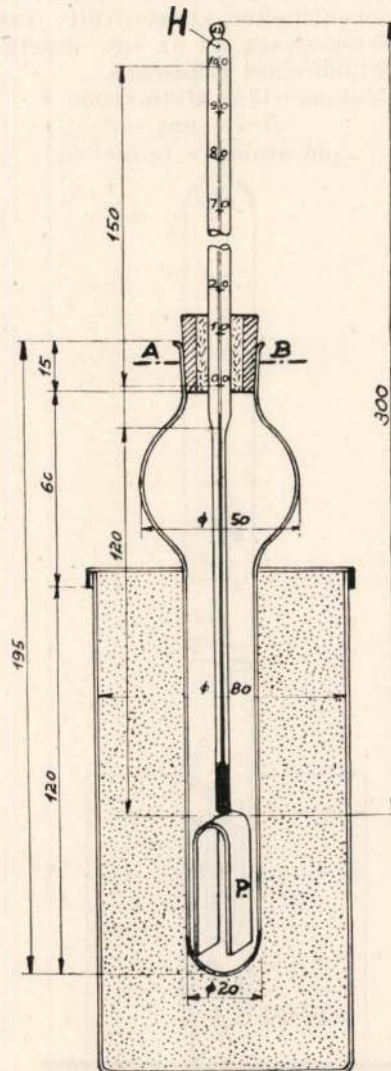
A. S. T. M. próbaszabvány B 192–44T. Nemesvasfémek időszakos folyadék alatti korrozióvizsgálatának módszere.

A. S. T. M. próbaszabvány B 185–43T. Nemesvasfémek folyadék alatti korrozióvizsgálatának módszere.

## a) Termikus Mylius próba.

A fentebb említett üzemi gyorsvizsgálatra 1922 óta használatos a termikus Mylius próba, amely bár nincs szabványosítva, mégis elterjedtségénél fogva és mivel jól körülhatárolható körülmények közt folyik le, összehason-

lítható eredményeket ad. Itt a pontosan 20 cm<sup>2</sup> felületű U alakúra hajlított P próbalemezt egy hőszigetelt, bőszájú, felül gömbbé szélesedő üvegcsőbe helyezük. (4. ábra.) Az edényben 20° C-os 10%-os sósav (100 cm<sup>3</sup> HCl/liter) van. A bemártás pillanatától kezdve a H hőmérőn percenként leolvassuk a korrozió következtében beálló hőmérsékletemelkedést. A korrozió



4. ábra. Termikus Mylius-készülék.



Mylius-féle mérőszáma a percenkénti átlagos hőmérsékletemelkedés, tehát

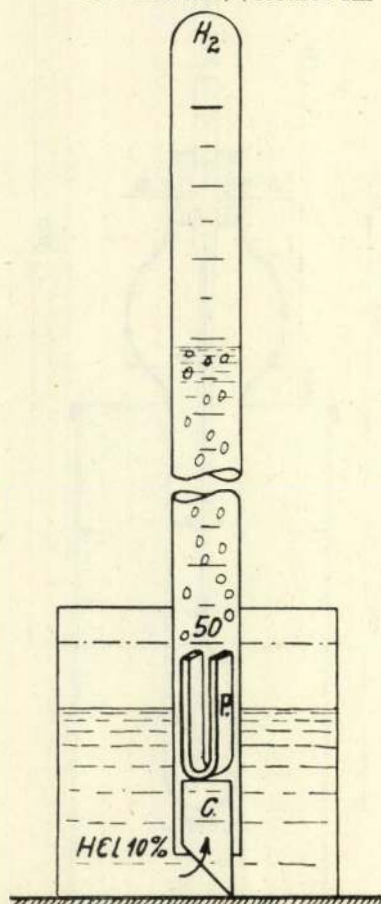
$$\text{Myliusszám} = \frac{\text{hőmérsékletemelkedés}}{\text{perc}}$$

Domony szerint jobb és áttekinthetőbb eredményt kapunk, ha a hőmérsékletet félpercenként leolvassa az idő függvényében diagramban tüntetjük fel. A próbatesteket mérés előtt zsirtalanítani kell, majd 10 percig 20%-os hideg nátriumlúgban pácolni, lekefélni és leöblíteni. Miután a próbatestet U alakúra összehajtottuk, 20 másodpercig pácoljuk 1%-os só-avban, öblítjük és megszáritjuk.

#### b) Volumetrikus Mylius próba.

Nagy tisztaságú szinalumíniumnál (99.99%) a hőmérsékletemelkedés túl csekély, ezért a korrozio következtében fejlődő hidrogén mennyiségét eudiometer segítségével volumetrikusan határozzák meg (5. ábra). Azért, hogy a sav könnyebben hozzáférhessen a P próbatesthez, ferdén lecsiszolt C üvegsőre helyezzük. Itt a próbatestek felülete 10 cm<sup>2</sup> és éppen úgy kell megtisztítani és előkészíteni, mint a termikus Mylius próbánál. A korrodáló folyadék lehet 10%-os sósav, koncentrált sósav, 10%-os nátronlúg, vagy esetleg hígított sósav, amelyhez néhány köbcentiméter koncentrált rézszulfátot adunk. Mértékegység az az idő, amely 50 cm<sup>3</sup> hidrogén fejlődéséhez szükséges.

$$\text{Volumetrikus Myliusszám} = \frac{H \text{ térfogat cm}^3}{\text{idő órában} \times \text{felület cm}^2}$$



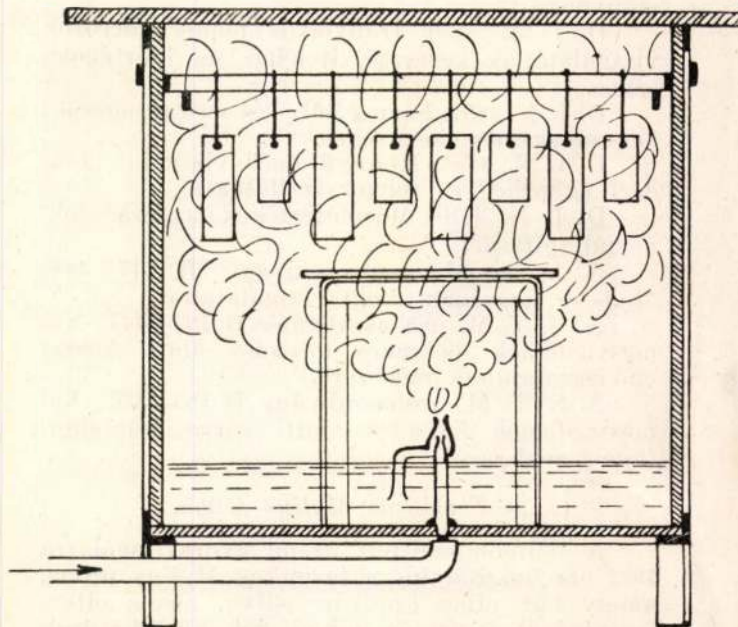
5. ábra. Volumetrikus Mylius-készülék.

#### c) Sópermet próba.

Tengeri éghajlat hatását sikerrel tanulmányozhatjuk a laboratóriumban a sópermet vagy ködpróbával, amelynek a végrehajtásához a DIN 4853 és az A. S. T. M. — B 117—44T próbaszabvány ad részletes utasítást. A próbatesteket rozsdamentes anyagból készült kamrában függesztjük fel, amelybe konyhasóoldatot permetezünk. A permetezéshez felhasznált süritett levegőt portalanítani és olajtól mentesíteni kell megfelelő szűrőberendezéssel. Az amerikai előírás erre a célra egy legalább 2 láb (60 cm) hosszú gyapjúval, excelsiorral, aszbeszttel vagy aktivált alumínáttal töltött tartályt ír elő. A permetet először egy üveglapnak irányítjuk, hogy a porlasztás tökéletesebb legyen és ne érjek közvetlenül túl nagy cseppek a próbadarabokat. Az ilyen módon keletkezett ködnek egyenletesen kell ellepnie a próbatesteket. Kondenzált oldatnak nem szabad az egyik próbatestről a másikra csepegnie. A szétpermetezett oldatot nem szabad újra felhasználni, sem a régi permetnek a tisztába keverednie.

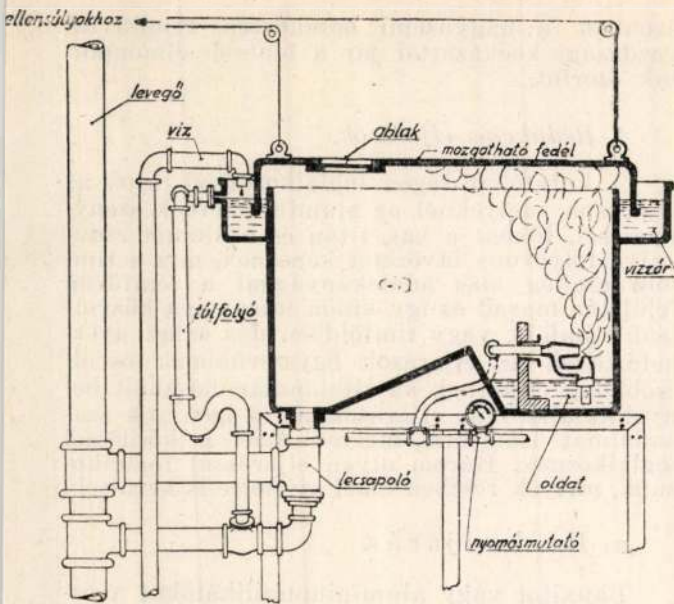
A DIN szabvány ennél a vizsgálatnál erősen eltér az amerikaiétól. A német kamra vázlatát a 6. ábra mutatja. A próbatesteket üvegkampókra vagy impregnált zsinogra kell függőlegesen felakasztani. A szétpermetezett folyadék összetétele 3% NaCl oldat, mennyisége pedig a kamra minden köbméterére napi 2 liter, amelyet legalkalmasabb időszakosan permetezni. (Pl. 2 óránként 15 percen át.) A keletkező ködnek olyan finomnak kell lennie, hogy az új permetezésig megmaradjon. A vizsgálatot 20° C-on kell lefolytatni.

Az amerikai kamra már elrendezésben is erősen különbözik a német típustól. (7. és 8. ábra.) A próbatesteket kb. 15°-os szögben kell a függőlegestől felfüggeszteni. A szétpermetezett oldat összetétele 20 ± 1 súlyrész NaCl és 80 súlyrész desztillált víz. Ennek az összetételnek 34—36° C-on 1.26—1.57 faj-súlyú oldat felel meg. A pH értéknek 6.5—7.2



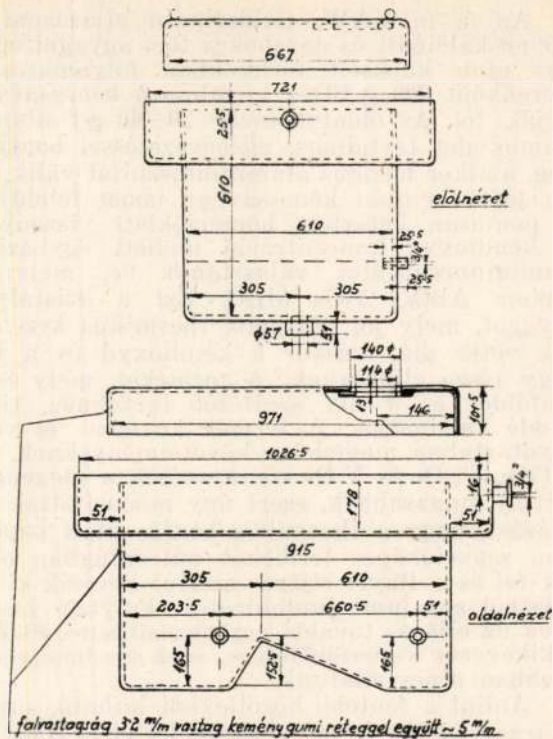
6. ábra. Német rendszerű ködkamra sópermet vizsgálathoz.





7. ábra. Amerikai rendszerű ködkamra sópermet vizsgálathoz (vázlat)

között kell maradnia. A kamra fenekét szögben képezzük ki, az első részébe töltjük az előkészített oldatot és helyezzük el a fűvókákat úgy, hogy a permetet a homlokfalnak irányítsák. Így megakadályozzuk a túl durva permet képződését. A próbatesteket megfelelő állványokra, a kamra hátsó felébe függesztjük fel. A kamra lejtős fenekén lefolyó van, ahol a kondenzált és a próbákról lecesepegő permet eltávolíthat anélkül, hogy a permetezendő oldatba belekerüljön. A permetet folyamatosan porlasztjuk a kamrába, kivételes esetekben megengedhető a napi 16 órás üzem is. A permet mennyiségének ellenőrzésére a ködkamrába legalább két ködgyűjtő tálkát kell elhelyezni, amelyekbe nem juthat a próbatestekről lecesepegő kondenzvíz. A 80 cm<sup>2</sup> vízszintes felületű ködgyűjtő tálkában óránként 0.5–3.0 cm<sup>3</sup> oldatnak kell összegyűlnie. A permetezéshez használt sűrített levegőt, tisztítás után vízgőzzel kell telíteni, hogy a kamra nedvességtartalma állandó legyen. Ugyanezt a célt szolgálja a kamra tetején lévő vízzár is. A vizsgálatot 35±1° C-on folytatjuk le, időtartama lehet 16, 24, 48, 96, 200, 240, 500.



8. ábra. Amerikai rendszerű ködkamra, a) keresztmetset, b) hosszmetset.

vaos 720 óra. Vizsgálat után a próbatestekről a sólerakódásokat langyos (max. 40° C-os) folyóvízzel mossuk le és azonnal szárítjuk. Ha szükséges, akkor a korrozios termékeket puha kefével lehet eltávolítani. Mélni kell a próbatestek súlysökkenését, szilárdsági adatainak változását az eredeti keresztmetszetre számítva, és el kell végezni a mikroszkópi vizsgálatot is.

**Összefoglalás.**

Szerző a könnyűfémek korroziovizsgálatához használatos különböző módszereket és a vizsgálatok kiértékelését ismerteti. A természetben végzett vizsgálatok közül tárgyalja az éghajlati, tengeri, árterületi és talajpróbat; a laboratóriumi próbák közül a termikus és volumetrikus Mylius-próbat és a szabványosított sópermet próbat ismerteti.

**Timföldgyártási eljárások**

BARTHA LAJOS okl. vegyész-mérnök

(Folytatás.)

Барта Лайош:

Процессы производства глинозема.

d) Feltárás kénessavval.

Ennek az eljárásnak különös érdekessége az, hogy ezt a Vereinigte Aluminium Werke teljesen kidolgozta és ipari termelésre alkalmas üzemeket is állított be arra az esetre, ha vala-

milyen ok folytán bauxitbehozatali lehetőségei megszűnnének, mely esetben a háborús német alumíniumipar főként erre az eljárásra támaszkodott volna. A régebbi kénessavas eljárások azért nem jártak a kívánt eredménnyel, mert egyrészt hig oldatokat használtak, másrészt a kovasavtartalmú maradék elválasztása és szűrése nagy nehézségekkel járt.



Az ú. n. VAW. Goldschmid eljárásnál a 800°-on kalcinált és darabokra tört agyagot egymás után kapcsolt tornyokban folyamatosan literenként 200 g  $\text{SO}_2$ -t tartalmazó kénessavval tártják fel. Az oldatot, mely 20–40 g/l alumíniumoxydot tartalmaz, gőzbevezetéssel bontják meg, amikor bázikus alumíniumszulfát válik ki. Ezt leszűrés után kénessavban ismét feloldják és pontosan betartott hőmérsékleti viszonyok és kéndioxyd koncentráció mellett egybázisú alumíniumszulfátot választanak le, melynek képlete  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Ezt a kristályos anyagot, mely jól szűrhető, thermikus kezelésnek vetik alá, amikor a kéndioxyd és a víz nagy része eltávoznak. A terméket, mely 82% timföldet és 3–6% szulfátot tartalmaz, timfölddé kalcinálják. A termék kovasav- és vasoxydtartalma megfelel a követelményeknek, de a  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  és  $\text{V}_2\text{O}_5$  szennyezések a megengedettnél magasabbak, ezért úgy módosították az eljárást, hogy a thermikus bontás után kapott igen reakcióképes terméket nátronlúgban oldják fel és a Bayer-eljárás szerint keverik ki az oldatból az alumíniumhidrátot. Folytak kísérletek az eljárás további egyszerűsítésére, főként a kikeverés kiküszöbölésére, ezek eredményéről azonban nincs adatunk.

Amint a fentebb közöltekből látható, savas eljárással lehet iparilag timföldet előállítani és ebben az irányban figyelemreméltó munkát is végeztek, de ezeknek az eljárásoknak csak ott van jelentősége, ahol gazdasági, vagy háborús okok, vagy pedig különleges adottságok (megfelelő nyersanyagelőfordulások, olcsó sav) ezt indokoltá teszik. Az eljárások használhatóságát és főként gazdaságosságát illetőleg igen eltérőek a vélemények és így még fejlett alumíniumiparral és egyéb adottságokkal rendelkező, de bauxitszegény országok sem tudták eddig elhatározni magukat egyik, vagy másik savas eljárás bevezetésére. Ennek fő oka elsősorban az, hogy az eljárások bonyolultak, a vastalanítás igen nehéz (itt esetleg érdeklődésre tarthat számot a nyersanyag előzetes vastalanítása, ami a Bayer-eljárásnál nem jelent különös előnyt), a körfolyamatban résztvevő folyadék mennyisége igen nagy, a kristályos féltermékek pedig igen alacsony az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma (pl. az ammoniumsóban 11.3%), ezért a kristályokban lévő egyéb szennyező anyagok mennyisége csak rendkívül alacsony lehet és %-ban kifejezve csak a harmadik tizedesben fordulhat elő. A nyersanyag- és vegyszerszükséglet pl. agyag feldolgozásánál hétszer annyi, mint a Bayer-eljárásnál. Igen lényeges és egyes eljárásoknál végzetes nehézséget jelent a készülékek kérdése, mert míg a Bayer- és a pyrogén-eljárásokat vaskészülékekben folytatják le, a savas eljárásoknál kivétel nélkül különleges saválló anyagokat kell alkalmazni a készülékek megszerkesztésénél, melyek ezért rendkívül drágák (pl. V2A acél, ólmozott, vagy zománcozott edények, stb.) és sok esetben az ipari méretű készülékek építésének a saválló anyag fizikai sajátosságai szabnak határt. A savak drágák, részben könnyen illóak, egyes eljárásoknál magas hőmérsékleten gázalakban alkalmazzák azokat és így a technikai veszteségek mellett az egészségre is igen ártalmasak. Mind e körülmények csak nagyüzemi kísérletekben volnának kipróbálhatók és kiküszöbölhetők,

azonban a nagyüzemi berendezés rendkívüli gazdasági kockázattal jár a fentebb elmondottak szerint.

#### 4. Redukciós eljárások.

A kutatókat régen foglalkoztatják azok az eljárások, melyeknél az alumíniumérczek szennyezései, főként a vas, titán és szilícium redukálva folyékony ötvözetet képeznek, míg a timföld esetleg más adalékanyaggal a fémfürdő felületén marad és így külön lecsapolva közvetlenül timföld, vagy timföldben dús salak nyerhető. Ezek az eljárások egyszerűbbnek és olcsóbbnak látszanak az általánosan használt bonyolult alkalikus eljárásoknál és igen sok szabadalmat ismerünk, melyek ezzel a kérdéssel foglalkoznak. Három olyan eljárással foglalkozunk, melyek részben ipari kivitelre is kerültek.

##### a) Hall-eljárás.

Bauxitot vagy alumíniumszilikátokat a redukcióhoz szükséges szénmennyiséggel elektromos kemencében összeolvastva, meglehetősen tiszta timföldsalak nyerhető, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  és  $\text{TiO}_2$  redukálódnak és hígfolyós ferroszilícium-ferrotitán olvadékot képeznek a kemence fenekén. Az eljárás a gyakorlatban nem volt használható, mert sok elektromos áramot igényel és az így nyert timföld  $\text{SiO}_2$  és  $\text{TiO}_2$  tartalma jóval magasabb volt a megengedettnél. Sok szabadalom kapcsolódik ehhez az eljárás-hoz, de kellő tisztaságú timföld egyikkel sem volt előállítható. Az így nyert korundszerű timföld igen nehezen aprítható és az elektrolízisnél a kriolitfürdőben nehezen oldódik fel. Ezzel, valamint a timföld tisztításával kapcsolatban Frary és Horsfield jelentettek be figyelemreméltó szabadalmakat (ALCOA).

##### b) Pedersen-eljárás.

Ez elvileg hasonló a Hall-eljáráshoz, de nem timföldet, hanem kalciumaluminát salakot, továbbá alacsony kén-tartalmú vasat állít elő; a salakot a kalciumaluminátos eljárásokból ismert módon dolgozza fel timfölddé. Pederson eljárása kivitelre is került és Norvégiában, Höyangerben 1928 óta működik egy üzem, mely azt az eljárást használja. Az USA is nagy figyelemmel kíséri Pedersen eljárását, mert az magas kovasavtartalmú bauxitok és szilikátok feldolgozására is alkalmas és kalciumaluminát salak, illetve timföld termelése mellett a bauxitban lévő vasoxyd is kinyerhető fémvas alakjában. A kohósításra kerülő vasérchez timföld-tartalmú anyagokat, pl. bauxitot adnak és így olyan salakot képeznek, melyben az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom 30–50%, a  $\text{SiO}_2$  5–10%, a CaO pedig kb. 40%, mely tehát lényegében  $\text{SiO}_2$ -vel szennyezett kalciumaluminát. Ez a salak a kén könnyebben megköti, mint a normális kohósalak és így olyan nyersvas állítható elő, melynek kén-tartalma 0.002 és 0.05% között van. A salakot őrlés után meleg szódaoldattal lúgozzák ki, amikor a kalciumaluminát nátriumalumináttá alakul át. A kilúgozást  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és NaOH keverékkel végzik, mert így kevesebb kovasav megy oldatba, mint tiszta  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -tal való kezelés mellett. A kalciumkarbonát csapadékról leszűrt



nátriumaluminát oldat még mindig tartalmaz kovasavat, melyet autoklavkezeléssel választanak le  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  jelenlétében. A nátriumaluminátoldat a már fentebb említett módon szén-sav bevezetésével bontható meg alumínium-hidroxydra és nátriumkarbonátra.

Az eljárás előnyei, hogy magas kovasavtartalmú bauxitok is felhasználhatók, a bauxitban lévő vasat értékes alacsony kéntartalmú nyersvas alakjában nyeri ki, nátronfelhasználása pedig csekély.

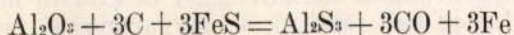
Hátránya, hogy az eljárás tüzelőanyag-, illetve energiaszükséglete magas, az alumínátoldatot külön eljárással kell kovasavtalanítani, igen híg oldatokat kell alkalmazni és ezért a körfolyamatban nagy folyadéktömegek mozgása szükséges, végül, hogy a timföld előállítása ugyanolyan bonyolult, mint bármelyik jelenleg alkalmazott eljárásnál.

### c) Hagglund-eljárás.

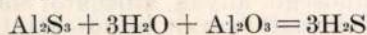
Ezt az eljárást ezelőtt 20 évvel szabadalmazták és szakköröknek néhány évig az volt a véleménye, hogy ezzel az eljárással a timföldipar sok nehéz kérdése oldódott meg. Sajnos, 1930 körül, az ipari méreteken történt megvalósításnál kiderült, hogy a remények túlzottak voltak és az ilyen eljárással nyert timföld a követelményeknek több okból nem felel meg.

Hagglund a Halvorsen-eljárást fejlesztette ki ama felismerés alapján, hogy az alumínium-szulfid olvadék saját súlyának ötszörös mennyiségét képes alumíniumoxydból oldatban tartani.

Bauxitot, szenet és pyritet elektromos kemencében olvasztanak össze, amikor ferroszili-ciumötvözet és salak keletkezik, mely utóbbi 20%  $\text{Al}_2\text{S}_3$ -ból és 80%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból áll.



Ezt a könnyen folyó salakot (op. 110 C° körül) a fémfüredőről lecsapolják, lehűlés után vízzel, vagy sósavval kezelik.



A keletkező kénhidrogént újra felhasználjuk bauxitkezelésre, a visszamaradó alumíniumoxyd és alumíniumhidroxyd keveréket meleg, híg kénsavval mossák a titánszulfid eltávolítása céljából és végül az alumíniumhidroxydot mechanikus úton választják el a timföldkristályoktól.

Az eljárást a Vereinigte Aluminium Werke kísérleti üzemében próbálták ki és a tapasztalatok alapján 1928-ban megkezdték egy üzem építését Olaszországban, Porto-Marghera-ban (Venece mellett), bízva abban, hogy a kísérleti üzemnél mutatkozott nehézségeket a gyártás folyamán leküzdik. A timföld magas  $\text{TiO}_2$  tartalmát (0,2% körül) bonyolult mosási és egyéb eljárásokkal sem sikerült csökkenteni. A közvetlenül nyert timföld korund-kristályokból áll, amely nagy fajsúlyánál fogva az alumínium elektrolízisnél a fürdő fenekére süllyed. Ezt a nehézséget úgy akarták kiküszöbölni, hogy a Hagglund timföldet Bayer timfölddel keverve vitték be az elektrolízisbe, de ez sem vezetett megfelelő eredményre, végül a gyárat többévi próbálkozás után lebontották.

Az akkori irodalomban megjelent nagyon kedvezőnek látszó előkalkulációban feltűnik a rendkívül nagy energiaszükséglet. Az Ullmann Enciklopädie der Technischen Chemie második kiadása szerint a Hagglund-eljárás energia- és fűtőanyagszükséglete 1000 kg timföldre 400 kg szén és koks, továbbá 6000 kWó elektromos energia, a Bayer-eljárásnál viszont az Ullmann ugyanezen a helyen 2000 kg szenet és 300 kWó elektromos energiát ad meg tonnánként.

A Hagglund-eljáráshoz hasonló eljárást szabadalmazott az I. G. Farbenindustrie, melynél bauxit helyett alumíniumfoszfátot alkalmaznak és melléktermékként foszfort állítanak elő.

A redukciós eljárások kapcsán megemlítem, hogy újabb irodalmi adatok szerint a Reynolds Metall Co. jelenleg azokat a redukciós eljárásokat tanulmányozza, amelyekkel fémalumínium közvetlenül az éreből állítható elő timföld közbejötté nélkül. Ha ezek a kísérletek eredményre vezetnek, az természetesen óriási jelentőségű volna az alumíniumiparra, de közelebbi adatok még erre vonatkozólag nem ismeretesek.

\*

Fentebb csak azokat az eljárásokat vázoltam, amelyek a gyakorlatban kivitelre kerültek, illetve annyira kidolgozottak, hogy gyakorlati kivitelre alkalmasnak látszanak. Ezenkívül még rendkívül nagy a timföldgyártást célzó szabadalmak száma, melyek a fenti eljárás-csoportok valamelyike szerint bauxitból, alumíniumszilikátokból, vagy más timföldtartalmú ásványokból indulnak ki. A most világszerte használatos Bayer-eljárás bevezetésének időpontjában megindult kutatómunka ma is meglehetősen szerteágazó és a mai napig sem vett fel határozott irányt. Ez érthető is, mert a kutatókat az eljárási kérdéseken kívül munkájukban a nyers- és segédanyagkérdések is befolyásolják, amelyek országonként változók.

Amikor az Egyesült Államokban a háborús termelési program 1941-ben az alumínium- és timföldipar kapacitásának megnégyesítését tette szükségessé, természetesen előtérbe került az a kérdés, hogy milyen eljárással állítsák elő ezt az óriási timföldmennyiséget. A legkiválóbb szakemberekből összeállított bizottság úgy döntött, hogy bár az arkanzasi bauxit a háborús timföldszükségletet magas kovasavtartalom mellett is csak mintegy 2 évre fedezi, mégis a Bayer-eljárással állítják elő a timföldet, számolva azzal is, hogy a gyártás gazdaságtalan lesz, mert rendelkezésre állottak a gyártásnál szükséges tapasztalatok és szakemberek és a kritikus helyzetben nem vállalhatták egy új eljárás kockázatát. A rosszminőségű bauxit miatt a vörösiszapban veszendőbe ment nagymennyiségű timföldet és marónátront visszanyerték ugyan a fentebb ismertetett kombinált eljárással, de annak gazdaságossága ma is kétséges, a cél azonban ezúttal az volt, hogy a rendelkezésre álló nyersanyagból minél több timföldet nyerjenek ki. Párhuzamosan ezzel a rendszabállyal a kormány több, napi 30–50 tonna timföld kapacitású kísérleti üzemet létesített a savas, kalciumaluminátos és más eljárásokra, hogy ne érje készületlenül az import esetleges megszűnése és az arkanzasi bauxit kimerülése



esetén más belföldi anyagokból fedezhesse timföldszükségletét. Ezek a kísérleti gyárak a háború után is üzemben maradtak még akkor is, amikor a Baton Rouge-i és más kombinált Bayer-eljárással működő gyárak a timföldszükséglet csökkenése következtében beszüntették üzemüket. Céljuk az, hogy alaposan kiismerjék azokat az eljárásokat, amelyek nem bauxitból állítanak elő timföldet és egy későbbi szükséglet esetén értékesíthessék a szerzett tapasztalatokat.

Láthatjuk, hogy a timföldgyártó eljárások kialakulását az elmúlt évtizedben nem a kereskedelmi és nyersanyag-helyzet, hanem a háborús szempontok irányították. A két legnagyobb timföldtermelő ország, az Egyesült Államok és Németország, bár bauxitban rendkívül szegények voltak és behozatalra szorultak, a Bayer-eljárásra alapították háborús timföldiparukat, de nagy energiával folytatták a kutatást elsősorban az alumíniumszilikátok, főként az agyag feldolgozása irányában. Ezek az országok viszont különösen az Egyesült Államok szénben, energiában és marónátronban igen gazdagok, tehát ellátottsági viszonyaik éppen fordítottak, mint Magyarorszáé, ahol Bauxit nagy mennyiségben és jó minőségben fordul elő, viszont szénben és energiában szegények vagyunk, marónátronban pedig behozatalra szorulunk. Nálunk tehát csak olyan új timföldgyártó eljárásról lehet szó, amely teljesen saját viszonyainkhoz igazodik. A Bayer-eljárás magas nátronszükséglete timföldiparunkat külföldi eredetű segédanyagokhoz is köti, aminek súlyos következményeit egy ideig erősen éreztük.

A savas eljárások fő előnye a velük járó sok nehézség mellett az, hogy alumíniumszilikátokat is fel lehet dolgozni timföldre. Hatalmas bauxitkincsünk mellett ez számunkra nem jelent előnyt. A kalciumaluminátos eljárásoknak a hőszükséglete általában nagyobb, mint a Bayer-eljárásé, mert a kalciumaluminát képzéséhez a bauxitot nagymennyiségű mésszel együtt zsugorodásig kell égetni 1400–1500°C-on, az alumínátoldat térfogata pedig az alacsony  $Al_2O_3$  koncentráció következtében igen magas, amellyel az eddigi adatok szerint a timföld tisztasága sem kielégítő. A redukációs eljárások igen jelentékeny fűtőanyag, illetve elektromos energiafogyasztással járnak. Ezt a hátrányt csak úgy lehetne kiegyenlíteni, ha a timföldön kívül a bauxitból a fémvasat is ki-termeljük. Erre legalkalmasabbnak Pedersen eljárása látszik, ahol a timföld szennyeződései kisebb méretűek az előkezelés (kohósítás) természetéből folyólag, mint a többi kalciumaluminátos eljárásoknál, nátronfogyasztásuk pedig igen csekély, ezzel egyben megoldódna a bauxit vastartalmának értékesítése is, ami számunkra nagy jelentőséggel bír. Amint fentebb már említettem: Norvégiában, Höyangerben, már hosszabb ideje működik egy üzem Pedersen-eljárás szerint, kielégítő eredménnyel. Hogy ez az eljárás mennyire alkalmazható a mi különleges viszonyainkra, azt termé-

szetesen csak beható és részletes tanulmányozás és a bauxitjainkkal lefolytatott kísérletek alapján lehetne eldönteni.

A következő években timföldtermelésünket, tekintettel a belföldi növekvő szükségletre, erősen fokoznunk kell. Timföldiparunk gyors átállásáról egy más eljárásra nem lehet szó, mert az egész termelésünket veszélyeztetné, amellyel a berendezés kicserélése, illetve átalakítása és a legmegfelelőbb készülékek kikísérletezése igen nagy befektetést és hosszadalmas, esetleg többéves munkát igényelne. Arra kell tehát törekednünk, hogy meglévő timföldüzemeinket a legnagyobb termelés mellett, a leggazdaságosabban használjuk ki és a marónátronfogyasztást a Bayer-eljárásnál a legkisebbre csökkentjük. A hazai timföldgyárakat tehát mindaddig, amíg az eljárási kérdések megoldódnak, a lehető legjobb minőségű bauxittal kell ellátni, másrészt mindegyik Bayer-üzemnél be kell vezetni a nátronvisszanyerést a vörösizapból. Ettől függetlenül azonnal meg kell kezdeni a kalciumaluminátos eljárások, elsősorban a Pedersen-eljárás beható tanulmányozását, ami valamelyik vaskohónak bevonásával nem jelentene különösebb nehézséget, mert fokozódó szükségletnél nem számíthatunk állandó jó minőségű bauxitokra, viszont a növekvő kovásvartalom egy bizonyos határon túl, még nátronvisszanyerés mellett is versenyképtelenné teheti timföldiparunkat.

A háborús timföldipar a Bayer-eljárás mellett döntött, de nem gazdasági, hanem háborús termelési szempontok alapján és ez a timföldipar fejlődését egy időre megmerevítette. A kutatómunkát ösztönözte a háborús szükséglet, de ez nem eredményezett olyan változást, ami gazdasági szempontból átütő jelentőségű lett volna. Timföldiparunk fejlesztése érdekében alapos készütséggel és kitartó munkával meg kell találnunk a magyarországi viszonyoknak legjobban megfelelő timföldgyártó eljárást, amellyel idegen eredetű segédanyag felhasználása nélkül, a Bayer-timfölddel egyenlő minőségű anyag állítható elő, függetlenül a felhasznált bauxit minőségétől, elsősorban kovásvartartalmától.

#### Irodalom.

- Ullmann: Enciklopädie der Technischen Chemie, II. kiadás.
- Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie, Al. Teil B. 35.
- Robert F. Gould: Alumina from low grade bauxite. Industrial & Engineering Chemistry, Sept. 1945. 800 P.
- Francis C. Frary: The Alumina problem in peace and war. Chemical and Engineering News, Volume 23. Nr. 15. — 1324 page, 1945. aug. 10.
- H. Ginsberg: Die Technische Tonerdegewinnung aus Aluminiumsilicaten auf sauerem wege. Aluminium Archiv Bd 39.
- Revue Internationale des produits Coloniaux. Paris, 1946. VII/VIII.
- The Metal Bulletin, 1946. XII. 3.
- N. F. Budgen: Aluminium and its Alloys. London, 1947.
- Szabadalmi leírások.



# A magnesium felhasználása és újabb termelési adatai

JAKOBY LASZLO

669.72

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИЯ И ДАННЫЕ ОБ ЕГО ПРОИЗВОДСТВЕ

инж. мет. Якоби Ласло

Die Verwendung und produktionszahlen von Magnesium. Dipl. Hüttening. Lad. Jakóby.

### I. TERMELESI ADATOK.

Mielőtt az Mg tulajdonképeni felhasználását részletesebben tárgyalnám, érdekesnek és célszerűnek gondolom a rendelkezésemre álló újabb statisztikai adatok alapján megvilágítani a Mg-nak a mai világgazdasági helyzetét.

Az „Aluminium“ 6. számában közöltem az Mg termelés adatait 1939-ig. Az azóta beszerzett újabb adatok az ott közölt becslési számokat igazolták. Az alábbi 1. sz. táblázatban ezt a termelést 1946-ig kiegészítve közlöm, míg a 2. sz. táblázatban ugyanezeket a termelési adatokat az aluminium termeléshez *viszonyítva* tüntetem fel.

A 2. sz. táblázatból igen érdekes következtetések vonhatók le. Mindenekelőtt megállapíthatjuk, hogy az 1938—1944-ig terjedő 9 esztendőben a világ Mg termelése a 18.000 t-ról 252.760 t-ra való kiugrással, *tizennégyszeresére* emelkedett. Ez a rendkívüli nagymérvű termelésemelkedés elsősorban a Mg alkalmazási lehetőségének fokozottabb felismerésében rejlik, másodsorban azonban hozzájárult az a háborús körülmény is, hogy a hadviselő államok nem tudták aluminiumtermelésüket tovább fokozni, ami viszont a Mg termelés fokozásával járt. Ez azonban semmit sem von le a Mg felhasználásának jelentőségéből, sőt éppen jelentősége súlyát emeli.

Az 1. sz. táblázatból látható, hogy az USA és Kanada termelésemelkedésével a német ipar már nem tudott lépést tartani, mert termelési részesedése az 1936. évi 67%-ról 1945-ben már 9%-ra, majd 1946-ban nullára csökkent. Vagyis ma nem termel Mg-t Németország. Ennélfogva világos, hogy az összes hadviselő államok, így elsősorban az USA-nak, termelését csökkentenie kellett, ami elsősorban a szükséglet, másrészt a tároló anyagmennyiségek miatt szükségyszerűen be is következett. Ma tehát az a helyzet, hogy az 1946-os kereken 12.000 tonnás, tehát már békés termelés az 1943. évi 253.760 tonnás háborús termelésnek mindössze kb. 5%-a, s az Al világtermeléshez viszonyítva mindössze 1.5%. Érdekes megemlíteni, hogy 1943. évben USA 183.000, Anglia 23.000, Svájc pedig 3.000 tonnát termelt.

Ha a 2. számú táblázatnak ezt a 1.5%-os számadatát kivizsgáljuk s ezt irányadónak fogadnánk el és a Mg-nak, különösen a szerkezeti Al bázisú Mg tartalmú ötvözetek terén, egyre emelkedő jelentőségét vesszük számításba, a Mg-nak az Al termeléshez viszonyított valószínű aránya a 4%, míg az 1.5%-ot még min-

dig csupán a meglévő készletek terhére írhatjuk. A 3. és 4. sz. táblázatok az *Al bázisú Mg tartalmú*, az 5. és 6. számúak a *Mg bázisú* könnyűfémötvözeteket tüntetik fel a Mg tartalom könnyen áttekinthető összeállításában.

Ezeknek a táblázatoknak a segítségével a Mg felhasználását az Al ipari felhasználásához arányított mértékben számítva, a következő szám adatokhoz jutunk:

Auto . . . . .	= 30.5 %
Vasút . . . . .	= 26.—%
Repülő . . . . .	= 9.5%
Egyéb közl. . . . .	= 0.5%
Acélipar . . . . .	= 10.2%
Szerkezeti ipar . . . . .	= 11.5%
Elektro ipar . . . . .	= 6.4%
Öntődei ipar . . . . .	= 3.4%
Edény ipar . . . . .	= —%
Gépépítő ipar . . . . .	= 2.—%
	100.—%

1. sz. táblázat.

Az Mg termelés 1936—1946-ig.

Év	To	Német	Német %
1936.	17.000	12.000	67
1937.	20.400	12.080	60
1938.	23.300	13.000	56
1939.	27.730	14.000	54
1940.	38.540	17.700	46
1941.	63.780	24.300	38
1942.	116.900	30.000	26
1943.	252.760	32.400	13
1944.	226.380	33.600	15
1945.	49.420*	4.230	9
1946.	11.920*	—	—

\*) jelölt adatok számított, illetve becsült értékek, a Szovjetunió termelése nélkül.

A táblázat adatai szerint 1943-ban a nyugati államok termelésének megoszlása az ő adataik szerint az alábbi volt:

USA . . . . .	183.000 t
Németország . . . . .	32.400 t
Anglia . . . . .	23.000 t
Svájc . . . . .	3.000 t
Olaszország . . . . .	2.000 t

Ezzel szemben ugyanezeknek az államoknak az Mg termelése 1946-ban a következőképpen alakulhatott:

USA . . . . .	3.000 t
Németország . . . . .	—
Anglia . . . . .	3.000 t
Svájc . . . . .	3.000 t
Olaszország . . . . .	2.400 t

A Szovjetunió termelése a becsülhető adatok alapján magasabb, mint bármelyik nyugati államé.



2. sz. táblázat.

## A Mg-termelés az Al-éhoz viszonyítva

Év	Al t	Mg t	Összesen	Mg %
1936.	365.000	17.000	383.000	4.7
1937.	491.300	20.400	511.700	4.0
1938.	580.000	23.300	603.300	3.90 <sub>2</sub>
1939.	666.000	27.730	693.730	4.00
1940.	802.000	38.400	840.500	4.60
1941.	1,245.200	63.780	1,308.989	4.87
1942.	1,820.000	116.900	1,936.900	6.90
1943.	1,946.000	252.760	2,198.260	11.50
1944.	1,700.000	226.380	1,926.380	11.2
1945.	887.000	49.420	936.000	5.3
1946.	750.000	11.920	761.920	1.5

A Szovjetunió az Mg iparának fejlesztésére rendkívül nagy súlyt helyez. Az öt éves terében ez a könnyűfémek terén igen erősen jut kifejezésre. Ezért a Szovjetunió termelése statisztikai vonatkozásban is messze felül múlja e táblázatnak adataira támaszkodva is, a nyugati államok Mg termelését.

## II. FELHASZNÁLÁS.

A felhasználást az ötvözetekkel kezdem, míg a színmagnezium a részletes taglalás során a végére kerül.

A Mg felhasználható:

1. Mint Mg ötvözet.
2. Mint ötvözőelem.
3. Mint színmagnezium.

1. A Mg-dús, tehát Mg-alapú ötvözeteket az ipar minden ágában alkalmazzák. Ezeket tüntetik fel az 5. 6. számú táblázatok.

2. a) Csak alumíniummal. Pl.: AlMg<sub>3</sub>.

b) Alumínium-ötvözetekkel: Ezeket tüntetik fel viszont a 3. 4. számú táblázatok. Pl.: AlSiMg, AlCuMg, AlMnMg, stb.

c) Nehézfémekkel. Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Sn.

A 2. pontban felsorolt Al-ötvözetek felhasználását nem tárgyalom, mert ezek tulajdonképpen Al-ötvözetek. Ezeknél az ötvözeteknél a

3. sz. táblázat.

## Mg tartalmú öntési Al-ötvözetek

<b>0.5 — 4 % Mg</b>	
1.5 % Mn és	1.5 % Si
$\sigma$ kg/mm <sup>2</sup> = 14—28	
$\lambda_{10}$ = 15 — 4 % részben hőkezelve	
Br 4/250/30 = 40—90	
<b>4 — 10 % Mg</b>	
1.5 % Mn és	1.5 % Si
$\sigma$ kg/mm <sup>2</sup> = 16—29	
$\lambda_{10}$ = 15— 2.5 %	
Br 5/250/30 = 50—95	
Homokba — kokillába részben hőkezelve	
S = 2.85—3.8 kg/dm <sup>3</sup>	

Mg-nak, mint ötvözőelemnek a szerepe úgy az öntött, mint az alakítható ötvözeteknél

1. A mechanikai tulajdonságok emelését,
2. A hőkezelhetőséget,
3. A nyúlási határ emelését,
4. A kémiai ellenállás növelését teszi lehetővé.

4. sz. táblázat.

Mg tartalmú alakítható Al-ötvözetek  
2—9% Mg

	$\sigma$ kg/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{100\%}$	Br
1. 2% Mg 1—2 Mn	K 16—24	25—15	50—60
	L 20—30	8—4	60—80
2. 2% Mg 0.5—0.9 Si	K 19—24	20—30	50—55
	L 22—26	10—22	55—65
3. 5% Mg 2.0 Mn, 1.0 Si	K 23—28	20—30	60—70
	L 25—32	10—20	70—85
4. 7% Mg 1.2 Zn	K 30—35	20—30	70—85
	L 34—38	10—20	80—90
5. 9% Mg 1.2 Zn	K 35—40	20—30	70—100
	L 38—42	10—20	95—110

K = kemény, L = lágy.  
S = 2.85—3.20 kg/dm<sup>3</sup>

## 1. Ötvözetek.

Úgy mennyiségileg, de különösen fémtechnológiai szempontból, a Mg-nak az alkalmazása a könnyűfémötvözeteknél rendkívül nagy jelentőségű. Függetlenül attól a többször hangoztatott megállapítástól, hogy az Al technológia Mg nélkül nem tudta volna elérni a fejlődés mai fokát, jelentősége az újabb kutatásokkal egyre növekszik, s egészen bizonyos, hogy e téren még igen jelentős eredmények várhatók. Itt csak a Mg-Al ötvözeteknél elérhető szövetszerkezet említtem meg pl. Zr-nal (I. a francia Gauthier, a szovjetorosz Presslegin stb. munkáit). Különösen a Be alkalmazása terén látzanak hatalmas lehetőségek, ahol már meglepően csekély (ezredszázalékos) Be tartalmak úgy öntéstechnikai, mint szilárdsági szempontból nem várt eredményeket adnak. Minthogy azonban a Be nagyobb mérvű alkalmazása viszont a Mg-Al ötvözeteknél pl. szövetszerkezetet is okoz, előtérbe kerültek a Zn tartalmú Mg ötvözetek, amelyeknél a Zn mint kristályosodási központ finom szövetszerkezetet alkot. Ennek közismert analógiája a sárgarezek finom szövete Fe tartalom esetén.

E felhasználás alatt a könnyűfémötvözetek azt a területét értem, ahol a Mg csak mint ötvöző alkatrész szerepel s ahol kizárólag az Al ötvözet mechanikai tulajdonságait emeli a Mg. Ezeket tüntetik fel a 3. és 4. sz. táblázatok, vagyis ezen a területen a Mg-nak ötvöző elemként való alkalmazását az ugyanezen táblázatból kivethető mechanikai értékek szabják meg.

Az 5. 6. számú táblázatokban összefoglalt Mg alapú ötvözetek felhasználását a továbbiakban a jelentősebb iparágak szerint csoportosítva tárgyalom.



5. sz. táblázat.

Öntési Mg-ötvözetek

I. Jel: ö Mg Al	II. Jel: ö Mg Al Zn	III. Jel: ö Mg Mn	IV. Jel: ö Mg Si
7—11% Al 0—0.5% Zn 0—0.5% Mn 89% Mg $\sigma = 16-29$ $\lambda_{10} = 8-1\%$ Br = 50—90 Sárga-kék Homok, kokilla Hőkezeletlen, homogenizált, edzett értékek Motorházak	2.5—6.5% Al 0.5—3.5% Zn 0—0.5% Mn 93.5% Mg $\sigma = 14-22$ $\lambda_{10} = 10-3\%$ Br = 40—60 Sárga-fekete Sárga-zöld Olajvezeték Gáz, folyadék Villamosság Optika	1.0—2.5% Mn 97.5% Mg $\sigma = 8-11$ $\lambda_{10} = 5-2\%$ Br = 35—40 Sárga-piros Korrozióellenálló Hegeszthető	0.5—2.0% Si 98.5% Mg $\sigma = 9-13$ $\lambda_{10} = 4-1\%$ Br = 40—50 Sárga-piros-fekete Könnyen önthető
S = 1.85—2.10 kg/dm <sup>3</sup> A színmegjelölés a raktári megkülönböztetést szolgálja			

6. sz. táblázat.

Alakítható Mg-ötvözetek

I. Jel: a Mg Al 3	II. Jel: a Mg Al 6	III. Jel: a Mg Al 9	IV. Jel: a Mg Zn	V. Jel: a Mg Mn	
2—4 Al 0—1.5 Zn 0—0.5 Mn ~ 96 Mg	6—7 Al 0—1.5 Zn 0—0.5 Mn ~ 93 Mg	8—11 Al 0—1.5 Zn 0—0.5 Mn ~ 89 Mg	— 4—5 Zn 0—0.2 Mn ~ 95 Mg	— 1—2.5 Mn ~ 97.5 Mg	
$\sigma = 24-29$ $\lambda_{10} = 18-8\%$ Br = 5—60 Sárga-fekete Nagyméretű kovácsdarabok Plakett stb.	$\sigma = 27-33$ $\lambda_{10} = 16-10\%$ Br = 60—65 Sárga-fehér- sárga Rúd, cső, profil	$\sigma = 28-37$ $\lambda_{10} = 12-6\%$ Br = 70—80 Sárga-kék Motortartók Légesavarok	$\sigma = 24-28$ $\lambda_{10} = 18-14\%$ Br = 50—60 Sárga-vörös-kék Irodaberende- zések	Lemezek $\sigma = 19-23$ $\lambda_{10} = 8-3\%$ Br = 38—45	Profilső $\sigma = 19-23$ $\lambda_{10} = 5-1.5\%$ Br = 40—50 Sárga-vörös Armatura
$\sigma =$ szak. szil. kg/mm <sup>2</sup> S = 1.82 kg/dm <sup>3</sup>					

A Mg ötvözetek alkalmazásának egyik fő előnye a *súlycsökkentés*, ami a járműtechnikában, tehát elsősorban az autó, vasút- és repülőgép iparban ma már le nem becsülhető s el nem hanyagolható jelentőségű kérdés. Míg a Mg tartalmú Al ötvözetek súlya 2.85—3.8 kg/dm<sup>3</sup>, addig a Mg bázisú könnyűfémötvözeteké: 1.82—1.85 vagyis  $\frac{2.85}{1.82} = 1.66$ , azaz 66%-kal, sőt  $\frac{3.80}{1.85} = 2$ ; vagyis 100%-kal könnyebbek, mint némely Al ötvözetek. Ez különösen az öntött alkatrészekre érvényes, ahol a számok a szerkezeti megoldások révén az Al ötvö-

zetekkel szemben csak 20—30%-osak. A számok acélöntéssel összehasonlítva egészen szembeötlők, mert pl. egy 364 kg súlyú acélautobuszkeréket, kiválóan bevált, 130 kg-os elektron öntésű kerékkel lehet helyettesíteni.

A Mg bázisú ötvözetek a legkülönbözőbb elnevezések alatt ismeretesek. A legrégebbi elnevezés az „elektron“. Ilyen néven jelölte az I. G. Farbenindustrie-ba beolvadt Chemische Fabrik Griesheim-Elektron cég azokat a 90% Mg-nál magasabb ötvözeteket, amelyekben 8—10% Al mellett a felhasználás céljának megfelelően még Cu, Zn és Mn is van. Mi célsze-



rűbbnek tartjuk a számadatos jelölést, mert különben, mint az Al-nál — az egyes különféle alapon való elnevezések igen nehezen jegyezhetők meg. Pl. az  $\delta$  Al Mg 9=9% Mg tartalmú öntési Al ötvözet és a Mg Al 3=3% Al tartalmú öntési Mg ötv., vagy  $\delta$  Mg Al3 Mn2 és  $\delta$  Mg Al5 Si 2, 2% mangán, illetve 2% Si-t tartalmazó ötvözet. Az alakítható ötvözeteknél pedig a Mg Al9 vagy a Mg Zn 4 jelzés alatt 9% Al, illetve 4% Zn tartalmú alakítható Mg ötvözetet értünk.

A 7. táblázatban külföldi elnevezések szerint állítottam össze az Mg ötvözeteket, ebben az  $a$  alakítható,  $\delta$  öntési ötvözetet jelent.

A 3. 4. táblázatba összefoglalt ötvözeteknek a jellemzőit a következőképpen foglalhatjuk össze:

a) Két alkotós ötvözetek, közepes és magasabb Mg tartalommal, esetleg Si és Mn alkotórészekkel is.

b) A hőkezeléssel nemesíthető alacsony Mg tartalmú Al-ötvözetek kevés Si tartalommal.

c) Az alakítható AlMg ötvözetek nagyobb Mn, Si esetleg Ni tartalommal.

d) Az AlSi ötvözetek, 1% Mg tartalomig, amelyek szobahőmérsékleten önedzők, vagy nagyobb hőmérsékletről megeresztve, nemesíthetők.

e) Azok az AlZn tartalmú ötvözetek, amelyek Mg hozzáötvozéssel a keletkezett MgZn<sub>2</sub> folytán hőkezeléssel nemesíthetők.

7. sz. táblázat.

Mg bázisú ötvözetek betűrendben részletezve.			
Airal	100	Svájc	a—Mg Al3
Airal	104	Svájc	a—Mg Mn2
Airal	107	Svájc	a—Mg Al6
Aviomag	K8	Svájc	a—Mg Al3
Aviomag	K3	Svájc	a—Mg Al6
Aviomag	K6	Svájc	a—Mg Al8
Aviomag	KM	Svájc	a—Mg Mn2
AM	240	USA	ö—Mg Al9
AM	265	USA	ö—Mg Al6
AM—33		USA	a—Mg Mn2
Am—52S		USA	a—Mg Al3
AM—C—	57A	USA	a—Mg Al6
AM—C—	58S	USA	a—Mg Al8
Dow	F	USA	a—Mg Al3
Dow	FS	USA	a—Mg Al3
Dow	G	USA	ö—Mg Al8
Dow	H	USA	ö—Mg Al6
Dow	J	USA	a—Mg Al6
Dow	M	USA	a—Mg Mn2
Dow	O	USA	a—Mg Al8
Dow	P	USA	ö—Mg Al9
Elektron	A4	Szovjet, Angol, Német	a—Mg Al3
Elektron	A8	Szovjet, Olasz, Svájc	ö—Mg Al9
Elektron	A8K	Szovjet, Olasz, Svájc	ö—Mg Al8
Elektron	AM503	Olasz	a—Mg Mn2
Elektron	AZM	Olasz	a—Mg Al6

Elektron	AZ31	Olasz	a—Mg Al3
Elektron	AZ91	Német	ö—Mg Al9
Elektron	AZ855	Olasz	a—Mg Al8
Elektron	AZG	Olasz	ö—Mg Al6
Elektron	AZM	Olasz	a—Mg Al6
F1		Francia	ö—Mg Al3
F3		Francia	a—Mg Al6
F4		Francia	ö—Mg Al9
Magnesal	W376	Német	a—Mg Al6
Magnesal	W380	Német	a—Mg Mn2
Magnesal	W383	Német	a—Mg Al3
Magnesal	W389	Német	a—Mg Al8
Magnedur	W380	Német	a—Mg Mn2
Magnedur	W383	Német	a—Mg Al3
Magnedur	W386	Német	a—Mg Al6
Magnedur	W389	Német	a—Mg Al8
Magnewin	3501	Német	a—Mg Mn2
Magnewin	3508	Német	ö—Mg Al9
Magnewin	3510	Német	a—Mg Al6
Magnewin	3512	Német	a—Mg Al3
Magnewin	3515	Német	a—Mg Al8
Magnuminium	133	Angol	a—Mg Mn2
Magnuminium	266	Angol	a—Mg Al6
Maxium	15	Svájc	a—Mg Mn2
Maxium	30	Svájc	a—Mg Al3
Maxium	55	Svájc	a—Mg Al6
Maxium	2D.	Svájc	a—Mg Al8
Maxium	2G.	Svájc	ö—Mg Al6
Maxium	2J.	Svájc	ö—Mg Al9
Maxium	2K	Svájc	ö—Mg Al9
Maxium	GP	Svájc	ö—Mg Al3
Maxium	77X	Svájc	ö—Mg Al9
Vollmag	15	Svájc	a—Mg Mn2
Vollmag	30	Svájc	a—Mg Al3
Vollmag	55	Svájc	a—Mg Al6
Vollmag	2D.	Svájc	a—Mg Al8
Vollmag	2G.	Svájc	ö—Mg Al6
Vollmag	2J.	Svájc	ö—Mg Al9
Vollmag	2S.	Svájc	ö—Mg Al6
Vollmag	GP	Svájc	ö—Mg Al3
Vollmag	77X	Svájc	ö—Mg Al9

Cikkemben nem foglalkozom az ötvözetek általában a Mg technológiájával. Itt csupán annyit jegyzek meg, hogy az ötvözetek öntése, alakítása, megmunkálása, illesztése és felületi kezelése már teljesen kiforrott ipari eljárásokkal könnyen lehetséges.

A felhasználás százalékos összeállításából láthatjuk, hogy a Mg-nak 66%-a az autó, vasút, repülő és egyéb közlekedési berendezések gyártásánál kerül felhasználásra, főleg öntvények és profilok formájában. Az öntvények előállításánál egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a gépi, tehát a fröces- és sajtolóöntéssel készült tömeggyártású alkatrészek, de mert ezek súlya ma még korlátozott, a homok és kokillaöntvények is.

A járműiparban, de különösen az autógyártásban a már egyszer említett alacsony fajtsúly játszik elsősorban szerepet. A járművek-



nek a súlycsökkentése nemcsak a motor és az erőátviteli berendezések súlycsökkentése révén érhető el, de a jármű árában is kifejezésre jut. Vagyis a jármű gazdaságossága a súlyától is függ.

Ma már, minthogy a Mg-ötvözeteknek más kiváló tulajdonságuk is vannak (pl. a futóképesség stb.) a jármű építésnél főleg a gépiöntésű, megmunkálást alig igénylő öntvényalkatrészek használata lép előtérbe. Nyugodtan megállapíthatjuk, hogy már alig találunk személygépkocsit, amelyben több alkatrész nem készült volna Mg-ötvözetből. Ilyen alkatrészek pl. az olajszivattyúház és fedelek, olajkamrák, karburátorok, indítómotorházak és fedelek, szíjtárcsák, gyújtónyergesek, ventilátorok, szárnykerekek, kábeltartók, tömítőgyűrűk, lámpatartók stb.

Ugyanígy a repülőgépmotor és sárkánykivitelénél a fékpofták, szelepházfedelek, összekötődarabok, ventilátorházak, motortartók, olajházak, zsírozók, navigációs műszerek, sőt egész motorházak is készültek Mg-ötvözetekből, ezenfelül sok belső berendezési tárgy. Támok, karfák, lábtartók, futókerekek, stb.

A vasúti járműveknél ütközőhüvelyeket készítettek pl. hydronaliumból. Azonfelül a vasúti személykocsik belső berendezésének számos alkatrésze készült és készülhet még Mg-ötvözetből. Podgyászhalótartók, fogantyúk, ülőhelyjelző berendezések stb. De készültek már sebességváltóházak, motorházak, olajhűtők a vasúti berendezéseknél is Mg-ötvözetekből.

Az iroda felszerelési ipart pedig majdnem teljes egészében magának hódította meg a Mg, különösen az írógépgyártás terén, ahol ma már az alapzatot, a oldalfalakat, a kocsivázat, a sapkákat, kisebb csapágyakat, az emelőket készítik Mg-ötvözetekből. Mondhatjuk, hogy ma már az újabb gyártmányú írógépeken a hengerek, vezetőlécetek, billentyűzetek s néhány csavaron kívül alig találunk nehézfém-ből készült alkatrészt. Valamennyije Al vagy Mg-ötvözetből készült. A számológépgyártásnál is újabbban teret kezdett hódítani, a gépkönyvelő berendezéseknek is igen sok alkatrésze Mg-ötvözetből készült.

A látszerész és fényképező-iparban részben a teljes alkatrészek már 1930 óta fröccsvagy sajtoltvaöntött Mg-ötvözetekből készültek. Nagyítók, távesővek, látésővek, fényképezőgépek, fényoszórók, nagyítóberendezések gyártásánál messzemenő alkalmazást talál a Mg.

A felhasználás nem jelentéktelen az elektroparban sem, ahol különösen a forgó alkatrészek készülhetnek Mg-ötvözetű sajtoltvaöntött öntvényekből (pl. a fűrómotorok). De más motorházak is, csapágyfedelek, alaplemezek, pólusházak, csapágyak, szíjtárcsák, csapágybakok, emelők gyártásainál is gyakorlatba veték már a Mg-ötvözeteket. Már 1935 óta üzemben vannak, illetve voltak 5–55 Le-s, 1400 perc/fordulatszámú elektromotorok, amelyek 20–35 százalékkal könnyebbek voltak, mint az öntöttvasházak motorok s amellet kifogástalanul működtek. A motorok felmelegedése általában 30–60° C, az ú. n. hőállómotoroknál sem több

100° C-nál. Vagyis a fellépő hőmérsékletek nem akadályai a könnyűfémek e téren való alkalmazásának, mert a Mg-alapú, v. Mg-dús ötvözetek szilárdsági értékei 150–180° C-ig nem változnak.

A távíró- és telefon-, valamint a rádiókészülékgyártás ugyancsak meg kell említenünk. A kondensatorszekrényektől kezdve a kapcsolószekrényig, kötélhárcsák, görgőtartók, dugótartók, dugóházak, alaplemezek, hordozható készülékhibák, fedelek, állványfejek, stb. oly alkatrészek, amelyek valamennyije gépöntésű Mg-ötvözetű darab lehet.

A különböző műszerek és készülékek iparban felemlíthetők a vasúti jegybélyegzőgépek, a portalanító, porszívó-gépek, taxaméterek, pénztárgépek, stb.

A felsorolt felhasználási területen részletezett alkatrészek legtöbbje gépi, tehát fröccsvagy sajtoltvaöntéssel készül. Az Mg-dús ötvözetű öntvények gépiöntéssel könnyebben állíthatók elő, mint a kimondottan Al-bázisú ötvözetűek. A gépöntésnél eddig a legjobban a Mg Al9 Zn 0.5 összetételű ötvözet vált be, amelynek a  $\sigma_{0,002} = 5 \text{ kg/mm}^2$ , a  $\sigma_{0,02} = 11 - 13 \text{ kg/mm}^2$ , a szakítószilárdság  $22 \text{ kg/mm}^2$ , a nyúlás pedig  $\lambda_{10-re} : 4 - 6\%$ . Ez az ötvözetcsoport meglehetősen erősen kitanulmányozott terület, bár a hozzáférhető irodalom inkább az ilyen ötvözetű homokba öntött öntvény metallografiai vizsgálatára szorítkozik.<sup>1</sup> A gépi nyomásos öntéssel előállított darabok súlya a fröccsöntésnél 0.5 gr-tól 3 kg-ig, a sajtoltvaöntött gépeknél 7 kg-ig terjed, ami már minimum 30 kg-os nehéztém-öntvénynek felel meg. A legnagyobb öntvény-méret 900 mm hosszúság, 800 mm szélesség és 300 mm magasság, azonban a legnagyobb felület, vagyis hosszúság és szélesség szorzata nem lehet 2400 cm<sup>2</sup>-nél több, vagyis a legnagyobb méretű daraboknak a 2400 cm<sup>2</sup> felület atatt kell lennie.

Végül az általános gépépítő ipart is, mint tekintélyes felhasználási területet, kell megemlítenünk. Találunk nyomda-, textil-, emelő-, szállító-, hordozható-, famegmunkáló-, varró-, csomagoló-, fűrész-, hegesztő- s más gépeket, amelyeknél számos alkatrész, mint alaplemez, motorház, szíjtárcsa, stb. ugyancsak Mg-ötvözetből készül. Az általános gépépítő iparban a gépöntésű darabok alkalmazása már nem annyira általános, mert e téren egyrészt nincs szó tömegtermelésről, másrészt a darabok nagyobbak is semminthogy gépöntéssel készülhetnének. Itt tehát főleg a homokbaöntés s az idomgyártmányok, lemezek, profilok jönnek tekintetbe. E téren is már az irodalmi adatok alapján bőséges tapasztalat áll rendelkezésünkre.

A nem kartonból készült menetjegyek nyomására külön nyomdai berendezések szolgálnak, ezek számos alkatrésze készül Mg-ötvözetből.

A textilgépeknél a forgó alkatrészek, az emeleteken elhelyezett gépek alaplemezei Mg-ötvözetből gyárthatók.

<sup>1</sup> Köster és Dullenkoff. Zt. Metallkunde 1936. — Saldan és Soboloff: Saldan—Koreneff: Ref. I. Inst. Met. Metal'urg. Abstrakt 1934. 417. 1.



Az emelő-, szállítóberendezéseknek a serlegeit készítették öntött vagy lemezes kivitelben Mg-ból.

A fagegmunkálásnál a gyorsfűró- és gyalúgépek, fűrészek igen sok alkatrésze Mg-ötvözetből készül.

A felhasználás területéből nem közlünk ábrákat, mert az azokon látható darabok külseje tekintetében az ábrákon alig árulnak el valamit is arra vonatkozólag vajjon Al- vagy Mg-ötvözetből készültek-e? Az egyes darabok az Al felhasználási területről pedig nagyobb-részt ismertek.

## 2. Magnesium a nehézfémekben.

### a) A vas és acélokban:

E felhasználásnak ma már kiterjedt irodalma van külföldön, az utóbbi időben már hazai irodalmunk is behatóan foglalkozik e kérdéssel.<sup>2</sup> E téren a Mg felhasználásának az lényege, hogy a Mg itt nemcsak, mint desoxydens szerepel, hanem mint ötvözőelemnek az öntöttvasnál, a legújabb kutatások szerint a szilárdsági tulajdonságok változtatása szempontjából is döntő jelentősége van. (Még 1939-ben ez a kérdés nem volt tisztázva.)<sup>3</sup> Az öntöttvasnak a mechanikai tulajdonsága ugyanis nagyrészt — az alapanyagtól eltekintve — az öntöttvas grafitelosztásától függ. Ha a grafit fészkes eloszlású: az öntöttvasnak szilárdsága nagyobb lesz. A grafitnak az öntöttvasban való ilyen kívánatos eloszlása pedig Mg hozzáötözéssel biztosítható. A kérdés ilyen vonatkozásban nálunk is igen nagy jelentőségű, mert amíg a lemezes grafitelosztású öntöttvasnak a szilárdsága 30 kg/mm<sup>2</sup>, a fészkes eloszlásúé 50—70 kg/mm<sup>2</sup>, ami nemesítéssel még 90—100 kg/mm<sup>2</sup>-re emelhető!

E téren még a közelmúltban a Mg-nak az öntöttvas fürdőbe való behozatalával voltak a fürdő nagy hőmérséklete miatt nehézségek, ma már ez a kérdés, nálunk is, megoldott eljárás.

### b) A nikkelben:

A színnikkel olvasztásánál a Mg-t, mint desoxydáló anyagot rendszeresen alkalmazzák, miután a desoxydáló fémek csoportjában az első helyen áll. (A képződési hő: MgO=144 kal, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:128 kal, SiO<sub>2</sub>:94 kal, MnO<sub>2</sub>:91 kal. stb.)

Ez a felhasználás azonban nem annyira jelentős, mert szükség esetén a Ni Al-mal és Mn-nal is desoxydálható. Ennél sokkal jelentősebb a NiC tartalmú ötvözeteknél való felhasználása, amelynél Mg hozzáötözéssel az ötvözet nagymértékű nemesítését, illetve a keménység és szilárdság növelését teszi lehetővé.<sup>4</sup>

Az alkalmazott optimálás mennyisége 0.8% Mg.

<sup>2</sup> L. Dr. Hajtó: Fészkes grafit az öntöttvasban. B. K. L. 1949. 10. sz. — Dr. Hajtó-Vargha: A calcium-alumínát salakkal gyártott nyersvas öntészeti felhasználása. B. K. L. 1948. 11. sz. — Donoko: Producing Nodular Graphite with Magnesium. Am. Foundryman. 1949. 30. 1. — Guertier: Z. Metallkde. 1927. 489. 1. stb.

<sup>3</sup> L. Beck: Magnesium und seine Legierungen. 1939. 478. 1.

<sup>4</sup> Kroll: Metallwirtschaft. 1932. 31. 1.

### c) A rézben:

A rézhez a vezetékanyag szilárdságának emelése céljából ötvözik hozzá a Mg-t. A Mg ugyanis a réz vezetőképességét ugyan csökkenti, de szilárdságát lényegesen emeli. Így pl. egy 56 ohmos, 42—45 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú réz-vezetékanyag ellenállása 0.8% Mg hozzáötözéssel ugyan 36 ohmra csökken, de szilárdsága 58—66 kg/mm<sup>2</sup>-re emelkedik. Az ilyen ú. n. „vezetékbronzok“ alkalmazása nagyszilárdságú vezeték előírásainál eléggé gyakran fordul elő. A 2—2, 8% Mg tartalma rezekek pedig igen ellenállóak a hőoxidációval szemben, ezért ezeket az ötvözeteket „tűzálló“ ötvözeteknek nevezzük.<sup>5</sup>

### d) A zinkben:

A Mg-nak akár a színzinkhez, akár a zink-ötvözetekhez való hozzáadására úgy a színfém, mint az ötvözetek mechanikai tulajdonságai nagymértékben emelkednek. Nagyobb mennyiségben már a zink-ötvözetek a törékenységgig ridegekké lesznek. Ezért pl. a zink offset nyomólemezeket 0.1—0.2% Mg tartalommal gyártják. (Burkhardt: Technologie der Zinklegierungen. Springer 1937. — Zinktaschenbuch 1944.)

### e) Az ólomban:

Ez a felhasználás gyakorlatilag az ólom-csapágyfémek alkalmazásánál jelentős. Már 0.5—0.8% Mg hozzáötözéssel a csapágyfém keménysége, de a többi mechanikai tulajdonságok is lényegesen fokozhatók. Ezt a kérdést főleg a Szovjetunió kohászai tanulmányozták. (N. S. Kurnakov, S. A. Pogodin, T. A. Vidusova. Ann. Inst. phys. chim. Leningrad 1933. 266. 1.) Az ilyen összetételű fehérfém csapágyak forgácsait azonban száraz helyen kell tárolni, mert nedvesen a hevertetés következtében keletkezett Mg<sub>2</sub>Pb kiválása folytán tűzveszélyesek.<sup>6</sup>

E felhasználás szigorú alapelve, hogy csakis tiszta színfémekből ötvözött ólomnál fehérfémeknél tanácsos alkalmazni, mert az ólom szennyezések az Mg-mal könnyen és hevesen bomló vegyületeket képeznek. Az ötvözetek tehát különösen nyirkos helyen, sokáig szintén nem tárolhatók.

### f) Az ónban:

A Mg-nak az ónnál való felhasználása terén értelmileg ugyanaz áll, mint amit az ólomnál mondottunk. Kisebb (2%-ig) Mg tartalmak emelik a szilárdságot és a keménységet, de csökkentik a korrozíós ellenállást. A keletkező MgSn nem bomlik olyan könnyen és hevesen, mint az ólomnál keletkezett Mg<sub>2</sub>Pb<sup>7</sup>.

## 3. A színmagnézium felhasználása.

a) A színfém legrégebbi felhasználása a pyrotechnikában van.

A Mg-nak megvan az a tulajdonsága, hogy ha a 650 C°-nál lévő olvadáspontja fölé hevítjük, meggyújtható és vakító fehér fényvel ég. (Pl. egy drb 72 kg-os Mg-drót fényerőmennyisége 10 kilogramm stearin-gyertyáéval azonos.)

<sup>5</sup> Fröhlich: Z. Metallkde. 1936. 372. 1. — Hessenbruch: Zunderfeste Legierungen. 1940. 107. 1.

<sup>6</sup> Kroll: Metallbearbeitung. 1937. 190. 1. — Hoffmann: Blei und Bleilegierungen. 1941. 41. 1.

<sup>7</sup> Jänecke: Kurtzgefasste Handbuch aller Legierungen. 1937.



E tulajdonságát már Bunsen mesterséges fényforrás előállítására használta fel. A felhasználásban drót, szalag és poralakban alkalmazzák. Ha a Mg-szalagot az egyik oldalán meggyújtjuk, vakító fehér fényvel ég. A keletkezett magnéziumoxidnak egy része fehér füst alakjában elszáll, egy másik része pedig a szalagon rajta marad. A könnyű gyújthatóság kedvéért a szalagokat megfelelő szélességben és vastagságban hozzák forgalomba. Ha állandó ilyen fényforrásra törekszünk, mesterséges Mg szalaglámpákat használunk. A szalag elégeésekor keletkező fény egy reflektornak gyújtópontjából szóródik szét. A szalagot óramű továbbítja előre.

A Mg-porot ugyancsak mesterséges fényforrás előállítására használják fel és vagy úgy égetik el, hogy egy más természetes fényforrás lángjába belefűjják, vagy úgy, hogy a port oxigént leadó sókkal keverik össze s így égetik el. Katonai célokra is alkalmazzák a Mg-t világító golyócskák alakjában. Alkalmazzák még tűzijátékoknál és világítórakétáknál.

Az Al és a Mg a tűzijátékoknál és világítórakétáknál a töltet világító fényét adja meg. A fényképezésnél használatos pillanatgököknek az anyaga ugyancsak Mg-por, amelyet egyenlő arányban kalium-permanganáttal stb. kevernek. A világítás mellett ennek a fénynek még fotokémiai hatása is van.

b) Ugyancsak régebbi alkalmazási módja a Mg-nak a robbanó-, robbanótechnikában, valamint a gyújtóbombáknak a gyártásánál, illetve az időzített bombagyújtóknál cérium-magnesium ötvözetek alakjában. A thermit hegesztésnél, illetve begyújtásnál is Mg-t alkalmaznak.

c) A termikus redukcióknál.

A Mg elégeésekor 300 kal szabadul fel, vagyis több mint az Al-nál. Önként adódott tehát az a gondolat, hogy a ritka-fémek oxidjainak termikus redukciójánál az Al helyett alkalmazzák.

A Mg-mal végzett termikus redukciók a ritkafémek oxydjainál igen hevesen folynak le.

Ezért a ritkafémek oxydjainak termikus redukciójánál inkább az Al-t, vagy MgAl keveréket használnak. Azonban a cloridok és a fluoridok redukciójánál sokkal kedvezőbbek a körülmények. Így állítottak elő poralakú *fémkrómot* Pokorny és Schneider crómcloridból (Német szab. 58.99987 (1931) és André Morette 99.3%-os fémvanadiumot H áramban vanadium-tetracloridból (C. J. 3400/1935). A Be és Ti termikus előállításánál is Mg-t használnak. (Ang. szab. 435744/1935. fr. szab. 789244/1935. és ném. szab. 421477). Végül az I. G. boracitból és vasoxydból állított elő Mg-mal borfémeket. (Német szab. 688365.)

d) A fémfűrdők desoxydációjánál.

A vas- és acélfűrdőknél már említettük a Mg-nak a fémfűrdőknél felhasználható desoxydáló hatását. Említettük a Ni-nél és ötvözetinél való ilyen célú felhasználását is. Beigazoltak, hogy a réz *raffinálásánál* is a legjobb eredményeket a Mg-mal lehet elérni.<sup>8</sup> A fém-magnesiumot minden ilyen célú felhasználásánál segédötvozet (előötvozet) formájában célszerű a fűrdőkbe bevinni.

Igyekeztem a Mg és ötvözeteinek felhasználásáról áttekinthető képet nyújtani oly formában, hogy beszámolóom egy pillanatra sem keltse azt a benyomást, mintha a Mg versenytársa akarna lenni az Al-nak. Ezért is használtam e kijelentést megszemélyesített alakban, hogy ez a megállapításom az olvasó részéről is kidomborítható legyen. Tény azonban az, hogy a Mg ércei aránytalanul nagyobb mennyiségben és egyenletesebb minőségben állnak rendelkezésünkre, amelyekből a könnyebben, most már középtermekek nélkül is, előállítható Mg-mal az Al technológiája még nagyobb mértékben fejleszthető. A Mg tehát gyakorlatilag korlátlanul állítható elő ott, ahol nincs energia-kérdés s ahol csupán csak a Mg előállítás nagyságrendjét s az ipar fejlettségét kell számításba venni.

<sup>8</sup> Metallkde 1925. 728. 1. és Glass. Ztg. 1926. 691. 1.

## Az alumínium forrasztása

DR. GEDEON TIHAMÉR

Régen az terjedt el a köztudatban, hogy az alumíniumot nem lehet forrasztani! Ez igaz, ha úgy akarjuk forrasztani, mint a horganyt, vagy a sárgarezet. Ezért van újabban annyi feltaláló és szabadalmat kérő, aki mind felfedezte az alumínium forrasztási módját...

Az alumíniumot pedig könnyű forrasztani, ha néhány szabályt betartunk. Először lényeges, hogy az alumínium felületén ne legyen

vastag oxidréteg, mely erősen összefüggő hárttyát képez, másodsor pedig a forrasztandó tárgy forrasztás előtt kellő'eg elő legyen melegítve.

A forrasztóanyag összetétele nem is olyan lényeges, bár az egyes feltalálók esküsznek az ő összetételükre.

Az ismert alumínium lágyforrasztók összetétele Zeerleder könyve szerint:



	I.	II.
Ón (Sn)	50—75 %	50—75 %
Horgany (Zn)	25—50 %	25—50 %
Réz (Cu)	0.5—1.5 %	2—3 %
Alumínium (Al)	2.5—10 %	0—0.5 %
Ólom (Pb)	0.5—1 %	
Olv. pont	230 C°—260 C°	

Az újabb és gyakran szabadalommal védett forrasztóanyagok is majdnem mind ez összetételi határok közé esnek.

Régebben azt tartották, hogy az alumínium csak a *kaparó eljárással* forrasztható. Ez azt jelenti, hogy az alumínium felületén a forrasztóanyag megolvadt, de nem tapadt a fémhez, mert az még nem volt elég meleg, tehát melegítés közben erős acélkefével addig dörzsölték a felületet, míg a forrasztóanyag hozzátapadt. Ennek az eljárásnak előnye, hogy kaparás közben a fémfelület oxidhártáját is széttroncsolják, tehát a forrasztóanyag a fémmel közvetlen érintkezésbe kerül, vele a felületen kissé ötvöződik és a forrasztás beáll.

Alumíniumforrasztáshoz forrasztóvizet (sósavas cinkkloridoldatot) nem használnak. Ennek használata kifejezetten káros, mert csak az oxidréteg vastagodását eredményezi, a forrasztást tehát megnehezíti. Feltaláltak különböző forrasztósókat is. Ezeknek a fő alkotórésze az alumíniumoxidot oldó anyag, tehát nátrium fluorid (NaF), alumínium fluorid (AlF<sub>3</sub>), kriolit (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>) és még más olyan anyag, ami ezeknek olvadáspontját csökkenti. Ezek a sók a fém felületén szétfolynak és az alumíniumoxid oldódása aránylag alacsony hőfokon bekövetkezik. Így a forrasztás könnyen elvégezhető. Hátránya ezeknek a sóknak, hogy ha a fém maradnak, rövid idő alatt erős korroziót idéznek elő. Forrasztás után a tárgyat tehát forróvízzel, kefével alaposan le kell mosni. Természetesen sok olyan bádogosmunkánál, melyet a szabadban — pl. tetőn — végeznek, ezt a mosást allig lehet megoldani. Forrasztáshoz használnak gyantát is. Ez is jó, de főlegesen úgy ez, mint bármilyen más forrasztósó alkalmazása.

Mint láttuk, az általában használt forrasztóanyagok rendszeren 50—75% ónt tartalmaznak, pedig tiszta ónnal a legjobb és legkönnyebb a forrasztás, de ez viszont a legdrágább. Alumíniumot tiszta ónnal is csak akkor lehet forrasztani, ha kellőleg előmelegítették. A forrasztóanyagok általában 230—260 C°-on olvadnak. Az alumíniumot pedig csak 300 C° fölé melegítve lehet jól forrasztani. Azért nehéz az alumínium forrasztása pákával, mert a rézpáka hőbősege (hőkapacitása) rendszeren kevés az alumínium szükséges felmelegítéséhez. Ugyanis az alumínium fajhője több mint kétszerese a réz fajhőjének (Al fajhő: 0.23, Cu fajhő: 0.095), tehát csak aránylag nagytömegű pákával lehet kis alumíniumtárgyakat forrasztani, vagy a pákát állandóan hővel kell táplálni, mint ahogy az a villamos, vagy gáz, illetve benzingáz fűtésű pákáknál a helyes megoldás. A páka helyett azonban sokkal egyszerűbb a forrasztás benzínlámpával. A for-

rasztást úgy végezzük, hogy a lámpával előzőleg alaposan átmelegítjük a tárgyat, majd ezután kezdjük a forrasztóanyagot hozzádörzsölni, mely így könnyen megolvad és ha összetétele jó, úgy szétfolynak az alumínium felületén, mint a víz és az egymásra lapult lemezeket elszakíthatatlanul összeköti. Az alumínium felületét rendszeren nem kell előkészíteni. Ha a fém felülete zsíros, vagy olajos volt, ez a hevítésnél leég. Ha láthatólag szennyes, festékes, vagy fehéres-szürkés az oxidrétegtől, akkor le kell tisztítani, vagy meg kell reszelni. Az alumíniumot így rézzel, sárgarézzel, horgannyal, vaslemezzel, ónozott lemezzel stb. össze lehet forrasztani.

Legújabbban az Alumíniumkutató Intézet kikísérletezett egy olyan forrasztási eljárást, melynek tömeggyártásban igen nagy jelentősége lesz. Ez az ultrahanggal rezgésben tartott villamos páka. A hallószervünk által még érzékelhető legmagasabb hangnál is nagyobb rezgésszámú (tehát már nem hallható hangrezgésű) páka az alumínium felületi oxidréteget szétrombolja, egyúttal a forrasztóanyag és alumínium között a szükséges ötvöződést is elősegíti. A páka hőszükségletét villamos fűtés adja. A készülék, mellyel az ultrahangrezgést előállítják, ma még meglehetősen terjedelmes, ezért egyelőre csak helyhez kötötten, üzemi forrasztásokra alkalmas (lásd: Bányászati és Kohászati Lapok Alumínium 1949 júliusi és augusztusi szám).

Az alumínium forrasztása tehát ma már nem tartozik a különleges feladatok közé. A forrasztás tartóssága azonban kétes. A legújabb 100.015/1949. A. G. sz. rendelet\* eltiltja az épületeken új bádogosmunkák készítésénél a horgany, vagy ónozott, illetve horganyzott vaslemez alkalmazását és az alumíniumot írja elő. *A rendelet tiltja a forrasztást s a korcolást és a szegecselést írja elő.*

A forrasztott alumíniumlemez eddigi tudásunk szerint a légköri viszonyokat nem állja. Tartós az alumíniumforrasztás, ha azt nedveségmentes belső — télen fűtött — helyiségben alkalmazzák. Tetőpárkányok, ereszesatornák azonban a forrasztás mellett az időjárás hatására korrodálódnak, átoxidálódnak (átlyukadnak). Ez volt az eddigi szörványos megfigyelés és ezt az alumínium és nehézfém (Sn, Cu, Pb stb.) tartalmú forrasztóanyag között fellépő villamos feszültségkülönbség (potenciálkülönbség) hatásával magyarázták. (Az Al és Sn között 1.40 Volt, az Al és Cu között 1.80 Volt a feszültségkülönbség). A forrasztás helyén nedvesség hatására galvánáram indul meg, mely az alumínium gyors oxidációját elősegíti. A forrasztás közelében az alumíniumon fehéres lepődék képződik (Alumíniumoxid — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), mely mindig nagyobbra és mélyebbre terjed, végül az egész lemez átrágódik és átszakad.

A feszültségsorozatban legkisebb az eltérés a horgany és az alumínium között (Al és Zn között 0.69 Volt a feszültségkülönbség). Ezért az alumíniumot horgannyal forrasztva korrozio nem lép fel. A tiszta horgany olvadáspontja 419 C°, tehát forrasztáshoz tisztán kevésbé alkalmas. Az olvadáspontját 360—370 C°-ra lehet

\* Magyar Közlöny 1949 augusztus 4.



azonban csökkenteni, ha 5% alumíniummal ötvözzük. Ezzel a forrasztóanyaggal (95% Zn + 5% Al) a postakísérleti állomás már évek óta kísérletezik és az ezzel forrasztott alumínium telefonhuzalokon semmi nyoma a korrózióknak. A horganyalapú forrasztóanyag, ha réz és vasmentes tiszta hutahorganyból, vagy villamosárammal leválasztott (katód) horganyból készült, könnyen folyik és jól tapad, tehát nem kásás. Az alumínium előmelegítése itt legalább 400 C° legyen, mert csak ekkor sikerül szépen és jól a forrasztás. Gyantát, forrasztósót alkalmazni nem kell.

Az alumínium forrasztását nagy előítélettel kell kezelni. Sohasem lehetünk elég biztosak afelel, hogy a forrasztott tárgy nem kerül-e nedves környezetbe. Ekkor pedig a korrózió lehetősége már fennáll, de nem bizonyos, hogy be is következik. Jó példa erre a Ganz Villamosági N. V. (II., Lövház-u. 39.) új 6 emeletes műhelyépületének tetőpárkánya, melyet a székesfehérvári alumíniumhengermű 99.5%-os tisztaságú alumíniumlemezével burkoltak. A lemezborítás és belső vízlevezető csatornázat mind korcolással van kötve, azonban a beton-

párkányból kiálló vascsonkok körüli alumínium hüvelyeket és a kb. 15×15 cm-es alátétlemezkét 40%-nál kevesebb önt tartalmazó forrasztóanyaggal erősítették a párkányborításhoz. A szerelést 1947 szeptemberében kezdték meg. Az alumínium forrasztása tehát közel két-éves és azóta is korróziómentes.

Ez a megfigyelés mindenestre meggondolásra késztet, hogy a régebbi irodalmi adatok közlései alapján maradjunk-e, vagy felülvizsgálat alá vegyük a legújabb tapasztalat szerint az alumíniumforrasztás korrózióját. A Ganz épületpárkány nagy tisztaságú alumíniumból készült. Vajjon a régebbi — főleg külföldi — megfigyelések is hasonló minőségű alumíniumra vonatkoznak?

Összefoglalva az eddigi adatokat, azt kell mondanunk, hogy a forrasztással való alumíniumkötések ügye még nem jutott nyugvópontra és sok rendszeres megfigyeléssel tisztázni kell a korrózió bekövetkezésének körülményeit. Ha ezt a munkát elvégeztük, akkor állíthatjuk majd megnyugtatóan, hogy adott körülményekhez milyen forrasztást alkalmazunk.

## Az őszi Nemzetközi Vásár alumínium-szemmel nézve

HARKANYI EDIT

669.72

A Nemzetközi Vásár a magyar népi demokrácia eredményeinek seregszemléje volt. Hároméves tervünk utolsó évének eredményeit mutatja be. A terv legfontosabb célkitűzése a nehézipar, közlekedés és mezőgazdaság helyreállítása és fejlesztése volt. Ebből következik, hogy a Vásár főleg az ezen a téren elért eredmények bemutatása.

A külföldi kiállítások közül a legmonumentálisabb a Szovjetunió kiállítása.

A Vásár megtekintésekor először a hatalmas szovjet ipar által felállított kiállítási csarnokba léptünk, ahol örömmel állapítottuk meg, hogy a nyersanyagban gazdag Szovjetunió iparában az alumínium milyen fontos szerepet játszik. Így — noha a Szovjetunió a világ egyik legnagyobb rézlefordulásával rendelkezik — a kiállításon közzétett távvezetékábelek és magasfeszültségű elektromos vezetékanyagok jelentékeny része sodrott acélalumíniumból, illetőleg alumíniumötvözetből készült.

A szovjet pavillonban kiállított közlekedési eszközök, autók, autobuszok, mind az alumínium térhódítását bizonyítják és dokumentumai annak, hogy a magyar ipar milyen helyes irányt követ akkor, amikor a könnyűfémek minél szélesebbkörű alkalmazását szorgalmazza.

Fejlődő szocialista mezőgazdasági iparunk joggal hivatkozhat a szovjet példára, amely

bemutatja, hogy az új mezőgazdasági gépek egyik fontos alapanyaga az alumínium (ásd 1. sz. képet). Láttunk alumíniumból készült fejgépet, halzsírszeparátort stb. Ezek a gépegyesek könnyű tisztántarthatóságukkal, tetszetős kivitelükkel mind az előbbi megállapítás helyességét igazolják.

A népi demokratikus államok pavillonjai kiállítási anyagukban az alumíniumból készült gépegyeseknek szintén igen fontos helyet biztosítottak.

1. kép.



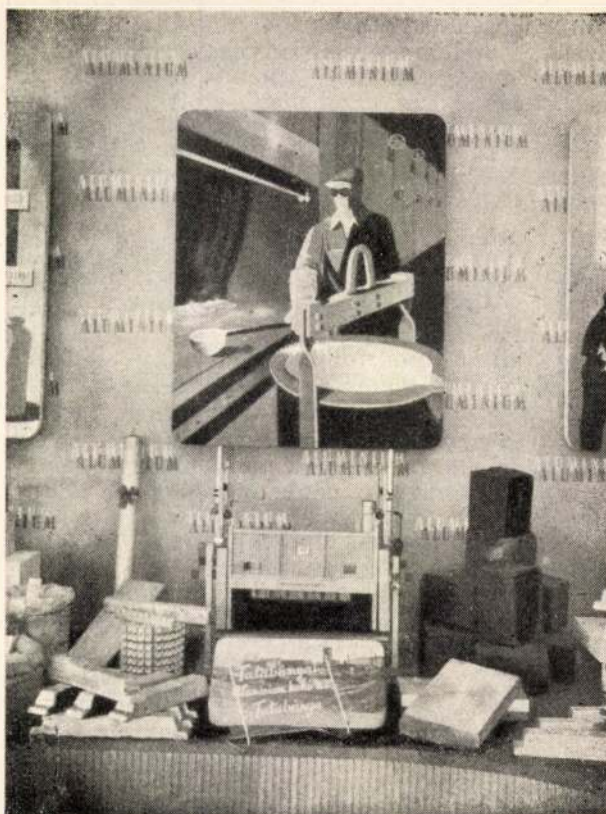


A cseh pavillonban igen ügyes, újszerű alumíniumból készült élelmiszeripari és háztartási gépeket láttunk, a lengyel kiállítási teremben is találtunk néhány ügyes könnyűfém szerkezetet.

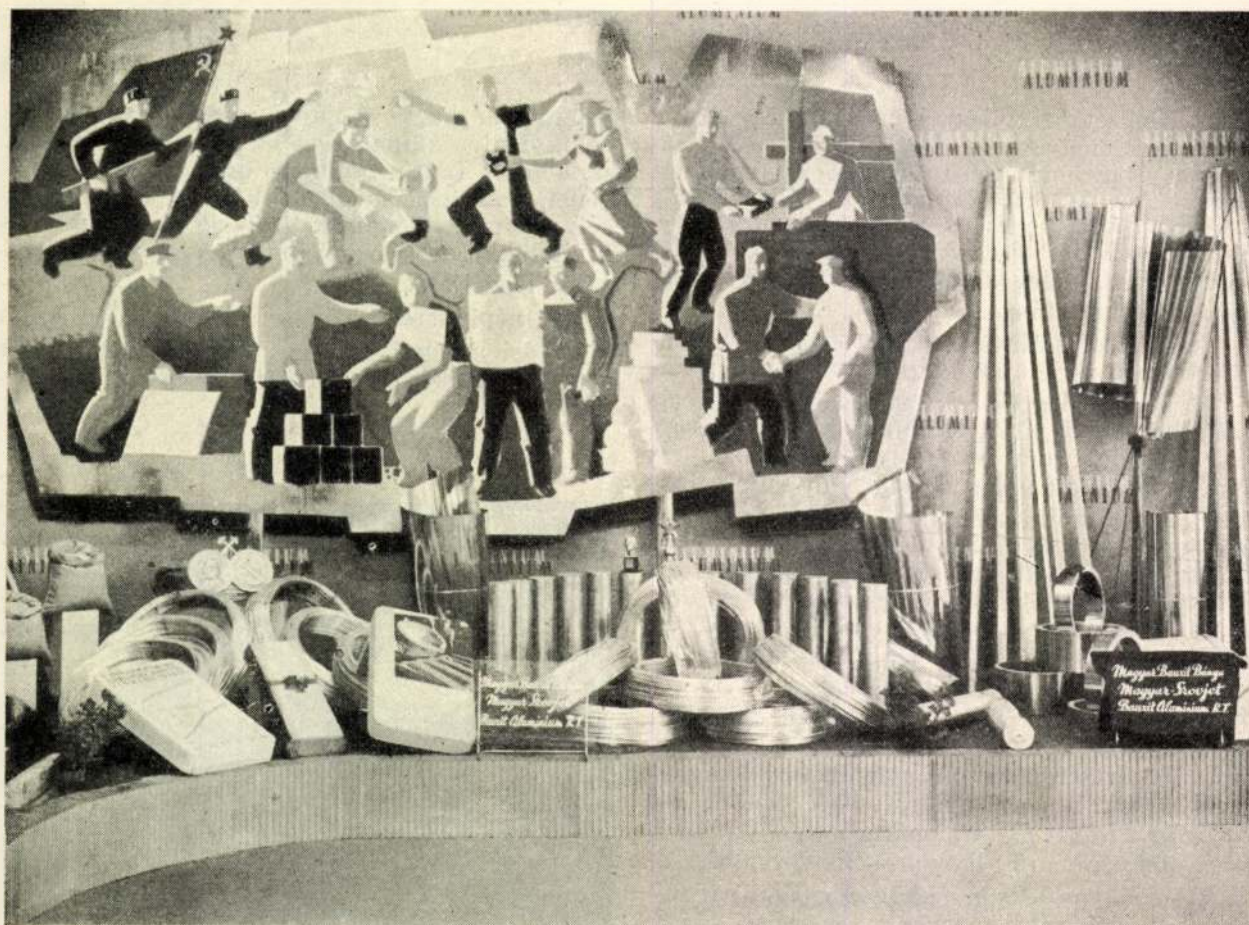
A magyar pavillonban, alumíniumlemezzel borított épületbe belépve, alumíniumcsillében látjuk a Magyar Bauxitbánya, Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. és az Alumíniumérc Bánya és Ipar Rt. bányáiban termelt különféle minőségű bauxitot. A magyaróvári timföldgyár igen ügyes modellje szemlélteti a timföld előállítását. A tatabányai Alumíniumkohó N. V. és a Magyar Bauxitbánya Rt. az alumíniumkohászatot és termékét, a tömbalumíniumot mutatja be (lásd 2. sz. képet). A hengerművek és présművek kiállításában kiváló minőségű lemezek, huzalok, fóliák stb. láthatók (lásd 3. sz. képet). A Dunavölgyi Timföldipar Rt. almásfüzitői modellje pedig érdekes képet ad alumíniumiparunk perspektívájáról az ötéves tervben.

A magyar építőipar és az ötéves terv szempontjából igen nagy jelentősége van az alumíniumból készült eresz- és lefolyócsatornáknak. A rohamosan meginduló építkezési ipar az alumíniumcsatornák alkalmazásával, melyek a horganybádogból készültek a legnagyobb mértékben pótolják, nagyméretű importot és ezáltal devizát takarít meg a magyar népgazdaságnak.

2. kép.



3. kép.





ból jövő feltárási lúgot hígítva és teljes egészében kézi kezelésű keretes szűrőpréseken szűrték. A szűrési nyomást nem szivattyúk szolgáltatották, hanem a hígító-keverőművek és a szűrők közötti 10 m-es természetes esés által jött létre. A töltésnek az autoklávban való elkészültétől a keverőművekbe való belépésig kereken 40 pernyi időre volt szüksége. Tehát kevés idő állt rendelkezésre ahhoz, hogy a már feltárt timföld az oldatból megint kiváljon.

Ezzel az elrendezéssel természetesen nem lehetett olyan termelési számokat elérni, amilyenekre egy modern timföldgyárban szükség van. Szükségszerűen sor került arra, hogy Dorr-készülékeket használjanak a lúg és a vörösiszap elválasztására. Mivel a vörösiszap ülepedése a Dorr-készülékben 24 óráig is eltart, kényszerítve voltak a molviszonyt 1.8-ra emelni, ha nem akartak túl nagy timföldvesztésekkel dolgozni.

Szekeres és Máriássy kartársak kísérleteiből mindenesetre egy igen érdekes tény állapítható meg. Amennyiben Magyarország valaha abba a helyzetbe jönne, hogy hirtelen nagyobb mennyiségű timföldre lenne szükség, mint amennyi a belföldi gyárak kapacitása, úgy dr. Helmut Siebert javaslatát lehetne kombinálni az ugyanebben a számban, Bartha igazgató tollából megjelent cikkben („Timföldgyártási eljárások“) a 210. oldalon említett kombinált Bayer-eljárással, melyet Amerikában a háború alatt használtak. Ezzel elérhető lenne, hogy a timföldprodukción a feltárási fokszámok lerontása nélkül emeljék. Normális időben azonban, amikor ennek kényszerítő szükségessége nem áll fenn, gazdasági okokból ez az eljárás nem ajánlatos.

Teljes tisztelettel

Dr techn. Suchanek János

## Hírek

**Szovjet műszaki és tudományos folyóirat- és könyvvasó az MTESz-ben.** Ez év őszén újfajta klubhelyiség nyílik meg az MTESz székházában: szovjet műszaki és tudományos folyóirat- és könyvvasó, ahol a szovjet napilapok, társadalomtudományi és általános érdekű folyóiratok mellett minden beszerezhető szovjet műszaki és tudományos folyóirat megtalálható. A műszaki és tudományos könyvállomány főleg egyetemi nivón mozgó tankönyvekből fog állni. Az olvasóterem vezetését oroszul tudó szakember fogja ellátni.

A magyar szakembereknek és különösen az alumíniumipar szakembereinek igen fontos, hogy behatóan ismerjék a Szovjetunióban folyó hatalmas tudományos munkát és elsajátítsák azokat a korszakalkotó vívmányokat, melyeket a szovjet kutatók, tudósok és technikusok értek. Lényeges tehát, hogy megismerjék a szovjet tudományos irodalmat, a tudományos folyóiratokat.

Magyarországra ma közel kétszáz különböző orosz nyelvű szakfolyóirat jár. A szakfolyóiratok között a legnagyobb helyet a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának kiadványai foglalják el, továbbá az egyes szakminisz-

tériumok is adnak ki a technika egyes szakait tárgyaló folyóiratokat. Ugyancsak nagy olvasótságnak örvendenek a Szovjetunióban az úgynevezett „népszerű“ tudományos folyóiratok is, melyek rendkívül alaposan, komoly tudományos módon tárgyalják a kérdéseket.

Az MTESz új olvasótermét hétköznaponként a késő esti órákban is, vasárnap pedig egész nap fogják nyitva tartani. Reméljük, hogy az alumíniumipar szakemberei is nagy számban látogatják majd az olvasótermet, hogy megismerkedjenek a magasabbrendű szocialista tudománnyal. D.

## Külföldi hírek.

**A golyócsapágyakat Oroszországban alkalmazták először a 18-ik században.** Leníngrádban a fémipari mérnökök értekezletet tartottak, amelyen Cseburkov, a moszkvai golyócsapágygyár főmérnöke az orosz technika történetének egy érdekes eseményét elevenítette fel. 1770-ben világszennzáció volt, hogy az oroszok Lahta faluból egy 90 ezer pud súlyú gránit tömböt el tudtak szállítani Peterburgba. (Ez lett I. Péter cár emlékművének talapzata.) Mind a mai napig megmaradtak azok a metszetek, amelyek a gránittömb szállítását örökítik meg. Ezeken a metszeteken most egy érdekes részlet ragadta meg a mérnökök figyelmét. Világosan látható, hogy a gránittömböt golyócsapággal ellátott kerekeken továbbították. Eddig általános volt az a nézet, hogy az első golyócsapágyakat Angliában és Németországban gyártották a múlt század végén. Most okmányyszerűen bebizonyosodott, hogy az első golyócsapágyakat Oroszországban alkalmazták a 18. században. (M. Sz. T.)

## Hírek a demokráciákból.

**Csehszlovákia** ipari termelése 1948-ban 10%-kal haladta meg az 1937-es színvonalat.

**A lengyel ipar** 51%-kal múlta felül az 1939-es átlagot.

**Romániában** 1949 első hat hónapjának termelése összehasonlítva az előző év azonos időszakának termelésével, azt mutatja, hogy az öntöttvas 64%-kal, az acél 33.2%-kal, a hengerelt áru termelése 18.2%-kal nőtt.

**Bulgáriában** 250%-kal több termelőeszközt és 150%-kal több tömegszükségleti cikket termeltek, mint 1939-ben. D.A.

## Lapszemle

**Anódtúlfeszültség vizsgálata kriolit-timföld-olvadékban.** Az anódtúlfeszültség mérésére külön készüléket konstruált Sz. Karpacsov, Sz. Rempel és E. Jordán. Ők nem az abszolút túlfeszültséget mérték, hanem a két anóda között, ahol az egyiknél  $A/dm^2 = konst.$ , a másiknál pedig az áramsűrűség függvényeként.

A méréseket ipari kriolittal szénanódák között végezték. A túlfeszültséget a következő egyenlet fejezi ki:

$$E = a \cdot b \cdot i \text{ g i, ahol } i = \text{áramsűrűség} \\ b \text{ kriolit esetében} = 0.84$$



Ehhez hasonló görbét kapunk, ha a kriolitban  $Al$  fémet oldunk, ilyenkor  $b = 0.756$ . Ebből látható, hogy az  $Al$  fém lényegében nem változtatja a túlfeszültséget.

Kriolit + timföld esetében a  $b$  értéke 0.82, amiből látszik, hogy a timföld nincs hatással a túlfeszültségre. Ha ugyanezt a kísérletsorozatot grafitanódával végezzük, akkor  $b = 0.35$ -nek adódik. Az oxidáló folyamatok elkerülésére  $Pt$  anódokkal dolgoztak, amikor is a  $b = 0.27$ .

Az elvégzett kísérletből az alábbiak következnek: Az  $Al$  elektrolízisnél az anódagáz 85 százaléka  $CO_2$  ami több mint a — ennél a hőmérsékletnél várható —  $CO-CO_2$  egyensúlyból kiszámítható  $CO_2$ . A  $CO_2$  keletkezésével járó depolarizáció csak 0.14 V-al emeli az anódafeszültséget, ami kevesebb, mint a tényleges. Ezért a  $CO_2$  keletkezésével nem magyarázható a túlfeszültség. Grafiton a kisebb porozitás miatt a túlfeszültség kisebb, mint a szénanódán, mert a valódi áramsűrűség kisebb.

(Zsurnal Fiziceszkoy Chimii 1949 4. szám. 442. oldal.)

**Bayer-eljárásnál fennmaradó vörösiszap felhasználása.** Olaszországban napi 10 tonna kapacitású kísérleti üzem létesült a Doldi-eljárás szerint. A vörösiszap lúgtartalmát különböző módszerekkel eltávolítják, így a fennmaradó vasoxidüledék festékeknek használható fel, míg ugyanakkor visszanyerik a timföldet és marólúgot.

**Alumíniumhíd Aberdeenben.** Az aberdeeni kikötő déli bejáratánál épülő híd alumíniumból és acélból készül. Alumíniumot a mozgatható részeknél használják fel súlycsökkentés céljából, a szilárd keret rész acélból lesz. Alumíniumot ilyen célra eddig csak egy ízben használtak fel, a sunderlandi kikötőben.

## Könyvismertetés

A. I. Bjeljajev:

**A bauxit kilúgozása és az alumíniumtoldat ki-keverése.** (Moszkva, 1944.)

A 44 oldalas kis könyv a bauxitfeldolgozó-irodalom nagyon értékes terméke. Összefoglaló, jó könyv, amelynek minden timföldgyári szakember igen nagy hasznát veheti. A kis könyvből megismerjük a Szovjetunióban alkalmazott Bayer-féle timföldgyártást és megállapíthatjuk, hogy a termelés sok munkafolyamatában egyszerűbb és szellemesebb módon termelnek, mint a mi timföldgyáraink. A könyv részletes ismertetése helyett talán legjobb lesz, ha a szovjet timföldgyártási eljárást és annak munkafolyamatait röviden ismertetjük.

A Bayer-feltáráshoz kétféle bauxitot alkalmaznak: az északuráli diaszpor-típusú (Szerovkornyéki) és a hidrargillit-típusú (Szokolovszkij melletti) bauxitot. A bányából a bauxit olykor 50–60 cm átmérőjű darabokban is érkezik és ezt először pofás törővel 12–20 cm-es darabokra aprítják. Utána Simons-féle kúpos zúzógéppel 3 cm-es darabokra törik. Ezután a bauxitot szárítás és kalcinálás nélkül sűrű lúggal elkeverik, majd golyósmalomba továbbítják. A be-

adagolás a malom üreges tengelyén keresztül történik és az alumínátlúgban szuszpendált bauxitelegyet a másik tengelyen át forgócsigával emelik ki. A nedves örlemény osztályozókészüléken megy át, ahol a durva szemcséket elkülönítik és azt a malomba visszavezetik.

A diaszpor-bauxitot 3% égetett mész hozzákeverésével együtt örlik, mert tapasztalatuk szerint a mész jelenléte a bauxit timföldtartalmának kioldását segíti elő. Az örlemény 70%-a 170-es szitán (MOSz 695, 0.09 sz.) megy át. Ez a finomság 75% timföldkitermelést biztosít.

A bauxit-alumínátlúg-elegyet fáradt gőzzel 95–100°C-ra melegítik. Amennyiben szükséges, a sűrű lúghoz itt adják hozzá a friss 40%-os marólúg-oldatot. Az elegyet azután 9.5 m magas, 2.3 m átmérőjű autoklávba szivattyúzzák. Az autokláv, eltérően a nálunk használt autoklávoktól, keverő nélküli. Az autoklávba fenékgig érő eső nyúlik és a gőzkivezetés az autokláv tetején, a boltozat legmagasabb pontján történik. A gőzkivezetés alatt vasból készült gömbszület van fölerősítve cseppfogónak. Az autokláv süvegét természetesen a szükséges ellenőrző műszerekkel, csapokkal, búvónyílással is felszerelik.

### A különböző bauxitok kilúgozási adatai:

	Északuráli diaszpor bauxit	Szokolovszkij hidrargillit bauxit
Kilúgozás hőmérséklete °C . . .	200–205	105
Kilúgozás atm. nyomás . . .	13	1
Kilúgozás időtartama óra . . .	3–3.5	1
$Na_2O$ -tartalom gr/l . . .	290–300	200–230
Natron-timföld aránya . . .	4.2–4.5	4.2–4.5
Folyékony és szilárd fázis aránya . . .	4 : 1	3 : 1

Az autokláv munkafolyamata a következő részekből tevődik össze:

Az autokláv töltése lúg-bauxit-eleggyel	10 perc
Az elegy előmelegítése fáradt gőzzel	50 „
A bauxit-lúgelegy főzése éles gőzzel	180 „
Az autokláv lefűvatása	20 „

Összesen: 4 óra 20 perc

Az autoklávban lévő elegy hőmérséklete beszivattyúzáskor 90–100° C között mozog. Melegítését az előző autokláv fáradt gőzével, mely kb. 13 atm. nyomású, kezdik meg. A gőzbevezetést úgy szabályozzák, hogy az autokláv káros rezgését, mely a gőz kondenzációja közben következik be, kiküszöböljék. A káros rezgés sok esetben a csőcsatlakozások és az autokláv támasztókarjainak rongálódását idézte elő. A fáradt gőzzel az autokláv elegytartalmának hőfokát 190 fokig emelik (9–10 atm.) és ekkor kapcsolják rá az éles gőzt (15 atm.). Éles gőzzel a hőfokot 205° C-ig emelik. Az autoklávból távozó 12–13 atm. fáradt gőzzel az utánakövetkező autoklávot fűtik fel.

A feltárási folyamat befejezése után az autoklávból, a fenékgig érő csövön át, az elegyet gözválasztó kazánba vezetik. Ez a kazán 4.7 méter magas, 2.2 m átmérőjű és úgy a teteje, mint az alja domború. Az autokláv alumínátlúg-vörösiszap-elegyét a kazán közepén vezetik



be és a tengelyvonalig érő csövön át lefelé irányítják, majd a kazánba helyezett bronztányérra lövelik. Ebben a kazánban heves gőzfejlődés indul meg. A gőzt a kazán tetején és a közel 100 fokra lehűlt elegyet a kazán alján vezetik el. Az autokláv lefúvatását úgy kell szabályozni, hogy ebben a gőzelválasztó edényben a nyomás 3 atm. legyen. Ezt a fáradt gőzt a vörösiszap mosására felhasználandó tiszta víz előmelegítésére használják fel. Az eltávozó vörösiszap-aluminátlóg-elegyet keverővel ellátott hígítótartályba vezetik és ott a vörösiszap mosásából származó híg lúggal felhígítják. A gőzelválasztóban az aluminátlúgnak mintegy 12 százaléka gőzalakban távozik. Ez a folyamat 20–25 percig tart.

A gőzelválasztóból az aluminátlóg-vörösiszap-elegyet a hígítótartályokba vezetik és itt 1:1.65 vagy 1:1.85 timföld-nátron arányra állítják be. Ez az edény szolgál az elegy esetleges felmelegítésére, hogy az ezután következő Dorr-ülepítőbe 90–95 fokos elegy kerüljön.

Erdekes újítása az orosz timföldiparnak, hogy a hidrargillit-típus bauxitot nem autoklávban, hanem ezekben a nyílt hígítótartályokban tárlják fel 100–105° C hőmérsékleten. Az oldási idő mindössze egy óra. Ezt a hidrargillitből kapott aluminátlúgot a továbbiakban egvütt kezelik a diaszporból nyert aluminátoldattal.

Az egyik timföldgyárban, melyben 30 autokláv van üzemben s hozzá 6 gőzelválasztó kazán tartozik, melyből 4 állandóan üzemben van, 1 tartalék és 1 pedig javítás alatt áll. Ugyanehhez az üzemhez 3 hígítótartály, 1 forraló, illetve melegítő és hidrargillites bauxitfeltáró, valamint 1 mosóvíztároló tartály tartozik.

A felhígított elegy a Dorr-ülepítőbe kerül. Ennek magassága 3.6 m, átmérője 16 m és négykarú, lapátos keverővel van felszerelve. A keverő 5 perc alatt végez egy fordulatot. A Dorr teljesítménye óránként 300 m<sup>3</sup> híg lóg ülepítése, melyből 60–80 m<sup>3</sup> sűrű vörösiszap távozik. Az ülepítő munkája akkor tökéletes, ha a tiszta oldat rétegvastagsága a felszínen 10–15 cm. A vörösiszap ülepedését rozsliszttel, vagy tóiszap hozzáadásával segítik elő. A Dorr-ba beömlő elegyben az aluminátlóg és vörösiszap aránya 2.5:1, vagy 3.5:1. A rozsliszttel hozzákeverése a vörösiszap súlyának 0.25%-a. A tiszta aluminátlúgnak a timföldtartalom 118–122 gr/l, hőfoka 90–95° C és lebegő szilárdanyag-mennyisége 1 gr/l-nél kevesebb. Ezért az aluminátlúgot, mielőtt a kikeverőbe kerül, minden esetben szűrőprézen szűrik. Egy autokláv feltárából 170 m<sup>3</sup> hígított elegyet kapunk.

A Dorr-ból távozó vörösiszapot lépcsőzetesen elhelyezett 56 db kis Dorr-on át az ellenáram elve szerint mossák. A legmagasabban álló mosó Dorr-ba tiszta meleg vizet engednek és a legalsó Dorr-ból 85° C-os 6–8 gr/l Na<sub>2</sub>O-tartalmú híg lóg távozik. (Ezt használják az autokláv sűrű lúgjának hígítására.)

A tisztára szűrt aluminátlúgot a kikeverőkbe vezetik. Ennek magassága 8 m, átmérője 8 m és ürtartalma 400 m<sup>3</sup>. Az egyes kikeverőket 20 cm-rel alacsonyabba állítják a másik mellé. 10 db kikeverőt kötnek össze egymással szivornyával, melynek hosszabbik szára a ma-

gasabban álló tartály alsó negyedéig nyúlik, míg a rövidebb szára az alacsonyabb tartály felső negyedétől szívja el az aluminátlúgot.

A kikeverési folyamat adatai:

Az aluminátlóg kezdeti hőmérséklete	49–50° C
Az aluminátlóg befejező hőmérséklete	35–38° C
A kikeverés időtartama	120 óra
A keverőkar fordulatszáma	8–10 ford./perc
Timföldtartalom kikeverés kezdetén	110–115 gr/l
Kikeverés kezdetén timföld-nátron arány	1:1.7
Kikeverés végén timföld-nátron arány	1:4.2
Az összes timföldtartalomból kikeverve	50%
Kikevert timföldből oltásra felhasználva	65%

Az összekapcsolt kikeverőtartályokban a szivornya a felső harmadban lebegő, finomszemcséjű timföldet emeli át a következő tartály alsó negyedébe. Így módon a kikevert timföldhidrát-szemcsék növekedése biztosítva van. A kikeverés kezdetén az oldat és a szilárd fázis aránya 6:1, míg a kikeverés végén ez az arány 4:1-re eszikken. A folyamatból kivont 35%-os timföldhidrát mennyiségét a vörösiszap mosásánál leírt módon kisebb méretű Dorr-sorozaton mossák. Az utolsó mosóból a timföldhidrátot forró vízzel elegyítve Wolf-féle vákuumszűrőkre viszik. A leszűrt timföldhidrátot az izzítás megkezdéséig tárolják. A timföld izzítását a szokásos kemencékben végzik.

A kikevert 125 gr/l Na<sub>2</sub>O-t tartalmazó híg aluminátlúgot 300 gr/l-re párolják le. Ezt a sűrű lúgot újabb bauxithoz használják fel.

Amint a fenti, rövid kivonathól látjuk, Bjelajev könyve nagyon sok értékes adattal járul hozzá timföldgyártási ismereteinkhez.

*Dr. Gedeon Tihamér*

**Alumínium-kézikönyv.** Budapest, 1949. A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása. Szerkesztette: dr Geleji Sándor. Írták: a felsorolt előadók.

A kitünő kiállítású, közel 700 oldalas munka a Mérnöki Továbbképző Intézet 1948. évi alumínium-tanfolyamának anyagát foglalja össze abban a sorrendben, ahogyan a felkutatott értelem kibányászott bauxitjából előállított timföld elektrolízisével nyert alumínium laboratóriumi és gyakorlati ellenőrzés mellett az öntödéken, hengerműveken, sajtolókon és húzókon át a készáruraktárakba kerül. Ezt az utat a könyv 14 fejezetben írja le, s a munka terjedelmének a felét veszi igénybe. Ezeket a fejezeteket dr Vendel Miklós, Ajtay Zoltán Endre, dr Gedeon Tihamér, Széki János, dr Verő József, Széki Pálma, Réti Pál, Mika József, dr Romwalter Alfréd, Köves Elemér, dr Verő József, Solti Márton és dr Geleji Sándor írták.

A XV–XVIII. fejezetek az alumínium hegesztésével, forgácsolásával, szegecselésével és felületi kezelésével foglalkoznak. E részeknek a szerzői dr Gillemot László, Lettner Ferenc, Köves Elemér és dr Prosz János.

A XIX–XXV. fejezetek az alumínium felhasználását tárgyalják a vasúti és közúti járművekben, a repülőgépgyártásban, a tartószerkezetekben, a szabadvezetéképítésben, a villamosgépekben, transzformátorokban és készülékekben, az élelmiszer- és kémiai iparban. Ezek



a fejezetek sorrendben Füzessey Béla, Winkler Dezső, Rácz Elemér, dr. Feimer László, Deniflée Sándor, Mándi Andor, Gohér Mihály és Domony András előadásait ölelik fel.

A XXVI. fejezet irányelveket ad az alumínium felhasználásakor a gépszerkesztők részére. Ez a rész Székely János munkája. A XXVII. fejezet a magyar alumínium-szabványokat ismerteti, amely Domony András összeállítására.

Az utolsó, XXVIII. fejezetben Holluby Zoltán, az alumíniumipar ártényezőit és gazdasági vonatkozásait fejtegeti.

A munkát — a mű terjedelméhez képest rövid — név- és tárgymutató fejezi be.

Ilyen mű mindig mérföldjelző egy ország műszaki irodalmának fejlődésében. Attól eltekintve, hogy a munka nagy hiányt pótol, igen nagy jelentősége is van a kimondottan hazai alumíniumiparunk további fejlődésében. Ezért elfogadható, ha a művel valamivel hosszasan foglalkozunk.

Mielőtt a könyv tényleges méltatását megkezdénem, szükséges tisztáznunk a magyar értelmezésű *kézikönyv* elnevezés fogalmát. Kézikönyv alatt nálunk olyan zsebkönyvet „is” értenek, amelyben bő irodalmi utalásokkal röviden minden benne van, ami a tárgyat képező iparágban felmerülhet. A kézikönyvben valójában, lehetőleg kapcsolódó sorrendben, azonban ugyancsak minden, az iparágat érdeklő kérdést meg kell találnunk, de viszont részletesebben, bő irodalmi utalásokkal, bővebb ábraanyaggal. (Ilyen értelmezésben pl. Engelhardt munkája, amely a technikai elektrokémiát tárgyalja, klasszikus „Kézikönyv”, vagy a most megjelent dr. Buzágh Aladár „Kolloidika” című munkája, amely alcímében „A kolloidkémia és kolloidfizika *kézikönyve*”.)

Ebben az értelmezésben az előttünk fekvő mű nem kézikönyv, hanem kiszakított fejezetek bőséges gyűjteménye, amely ebben a formában is most már nélkülözhetetlen, s valóban ott kell lennie minden szakember íróasztalán, a „keze ügyében”. Arra, hogy a könyv címűl mégis ezt választották: a könyv szerkesztője nyilván hosszas megfontolás után szánta magát rá. Ilyen hatalmas anyagnak elméleti és gyakorlati értékű kézikönyv formájában való tökéletes feldolgozása ilyen rövid idő alatt nem is lehetséges, vagy ha részben sikerül is, az csak kollektív alapon, hatalmas szellemi erőlkövéssel, elméleti és gyakorlati felkészültséggel lehetséges. Így született meg ez a mű is, amelynek megjelenését csak elismeréssel, a szakember őszintén tudatos örömeivel üdvözölhetjük.

A mű, miután 25 szakember munkája, nem egyszerű, de az ilyen szakmunkáknál ez nem is lényeges. Az első 14 fejezetben találunk azonos tárgyköröket, amelyek jobban és jól feldolgozottak, a szerző egyéniségének, elméleti és gyakorlati tudásának megfelelően különböző megvilágításúak, mert a tárgykört talán más szempontból akarták részletezni.

Vannak fejezetek, amelyek kimagaslóan erős felkészültséggel, a legszigorúbb kritikát kibíróan tárgyalják a megválasztott tárgyköröket, van azonban olyan is, amelynél a könyvben többet várnánk, mint amennyi abból a tárgyból a továbbképző előadáson elhangzott. Többet szeretünk volna pl. a nemesítés elméletéről s általában a nemesíthető ötvözetekről a könyvben találni. Ez valószínűleg nyomdatechnikai szempontból is még lehetséges lett volna.

Az irodalmi hivatkozások némelyikénél valószínűleg nem voltak hozzáférhetőek a legújabb közlések, mert a háború utáni irodalomról egyáltalában nem tesznek említést. Egynél viszont hiányzik a megemlítése annak az elismert szakkönyvnek, amelyből a fejezet írója az egyes részeket lefordította s ábráit közölte. Ennek a felemlítése ugyanis csak emelte volna pedig az egyébként kitűnő fejezet értékét.

A röviden összeállított név- és tárgymutató erősen megnehezíti a nagy munka alkalmi használatát. Nagyban emelné a könyv értékét, ha a tárgymutató utólagos, kimerítő feldolgozásban, némi térítés ellenében pótolható volna. Nem szabad elfelejtenünk a mű célját!

A munka kiállítása elsőrangú; kitűnő, fényes famentes papíron, gondos szedéssel, rendkívül kevés sajtóhibával készült. Az ábrák — igen kevés kivételtől eltekintve, az egyik nagytóval sem olvasható — kifogástalanok. Jó vonalvezetésűek, világosak, érthetőek. A metallográfiai képek — bár nem egységes alakúak, ami nem a szerzők hibája — ugyancsak elsőrendűek, élesek, s valamennyije élénken kidomborítja a szövet lényegét.

A munka a hároméves terv egyik megvalósított célkitűzése. Megjelenését a Mérnöki Továbbképző Intézet, a szerkesztő, a szerzők munkája, anyagi szempontból az Iparügyi Minisztérium hozzájárulása tette lehetővé.

Grafikai nyomdai szempontból az Egyetemi Nyomda N. V.-ot illeti elismerés. A munka a Mérnöki Továbbképző Intézetnél kapható (Műegyetem). Ára 100.— forint.

Jy.

### Hibaigazítás

Az „Alumínium” 8-ik számában megjelent „Nagyméretű könnyűfémöntvények formázása és azok öntéséről” című cikkben több értelemzavaró sajtóhiba eszszott be.

180. oldal: 3. ábra alá a 8. ábra alatti szöveg való. (A 3. ábra rajza ügylátszik elveszett, mert az nincs közölve.)

181. oldal: 7. ábra alatt *Rárágásnak*... helyett *rávágásnak*...

U. o. 8. ábra felirata helytelen. A 8. ábra helyes szövege: Nagyméretű, 16 hengeres forgattyúház Silumin gamma ötvözetből öntve. Súlya 430 kg. A 8. ábra alatti szövegben az ábra utalás „8. ábrán vázolt...” helyett „a 3. ábrán vázolt...” a helyes szöveg.

182. oldal: A 2. hasáb utolsóelőtti sorában 2,5—5 mm helyett a helyes szöveg „2,5—5-szöröse legyen”.

### ALUMINIUM

Felelős kiadó: a Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat vezérig. — Felelős szerkesztő: Heimrich József. — Szerkesztőség: IX., Lónyay-utca 41. Telefon: 189—483. Kiadóhivatal: Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, V., Szalay-u. 4. Telefon: 122—299, 112—674, 122—681, 312—545. — Magyar Nemzeti Bank. Egyzámlaszám: 936515.

Budapesti Szakra Nyomda Nemzeti Vállalat, Conti-u. 4. — Felelős nyomdavezető: Radnóti Károly.



A TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT

*új telefonszámai:*

112-674, 112-681, 312-545

# THERMIT

## CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SANDORNE  
fehérfém öntődéje  
Budapest, V., Kossuth  
Lajos-tér 12-15. VI. 1.  
Telefonszám: 121-328

# LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON: 125-432

Szállítja a bányászati és kohászati összes műszaki üzemszükségleti cikket és a Dräger-féle gyártmányokat, valamint a Total-rendszerű összes típusú tűzoltókészüléket.

# »PAX«

kézi tűzoltókészülékek

kizárólagos forgalombahozója

Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe

Budapest, VII., Csányi-utca 9.

Telefonszám: 224-830, 224-839

Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő és kéntelenítő berendezéseket

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia stb. tüzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

## APOR LEÓ

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT

Budapest, V., Kresz Géza-utca 45.

Telefon: 201-046

Képviseletek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos szűrőberendezések (elektrofilterek)

Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázégő.

EREDETI BURGMANN  
tömítések egyedárúsítása

# Bamert

BÁNYAGÉPEK ÉS MECHANIKAI

SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK GYÁRA RT.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96. TELEFON: 292-855, 292-854



A

# Tudományos Folyóiratkiadó NV.

kiadásában megjelenő folyóiratok

## **Műszaki és Természet- tudományi folyóiratok**

Aluminium  
Bányászati és Kohászati Lapok  
Elektrótechnika  
Építőanyag  
Erdészeti Lapok  
Építés-Építészet  
Földtani Közlöny  
Gép  
Hidrológiai Közlöny  
Magyar Energiagazdaság  
Magyar Kémikusok Lapja  
Magyar Közlekedés Mély-  
és Vízépítés  
Magyar Technika  
Magyar Textiltechnika  
Mezőgazdaság és Ipar  
MTESz Értesítő  
Papír- és Nyomdatechnika  
Többtermelés  
Középiskolai Matematikai  
Lapok

Matematikai Lapok  
Magyar Műszaki Szemle  
(négy idegen nyelven)  
Cukoripar  
Tejgazdaság  
17 drb magyarnyelvű Műszaki  
referáló lap  
Agrártudomány

## **Orvostudományi folyóiratok**

A Gyógyszerész  
Magyar Sebészet  
Gyógyszertudományi Értesítő  
Bőrgyógyászati és Vene-  
rológiai Szemle  
Fogorvosi Szemle  
Honvédorvosi Közlemények  
Kísérletes Orvostudomány  
Magyar Belorvosi Archivum  
Nőorvosok Lapja  
Orvosi Hetilap  
Radiológia Hungarica  
Szemészet

Szovjet Orvostudományi  
Beszámoló  
Egészségügyi Dolgozó  
Népegészségügy  
Magyar Állatorvosok Lapja

## **Társadalomtudományi folyóiratok**

Antiquitas Hungarica  
Archeológiai Értesítő  
Levéltári Közlemények  
Századok  
Magyar Nyelv  
Magyar Nyelvőr  
Nyelvtudományi Közlemények  
Etudes Slaves  
Irodalomtörténet  
Ethnographia Népélet  
Folia Ethnographia  
Néprajzi Múzeum Értesítő  
Magyar Nemzeti Bibliográfia  
Antiquitas  
Művészettörténeti Értesítő

★

Kiadóhivatal: Budapest, V., Szalay-utca 4. • Telefon: 122-299, 112-674, 112-681, 312-545, 128-986

Egyszámlaszám: Magyar Nemzeti Bank 936.515



# ALUMINIUM

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

Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

II. szám.

## Új módszer alumínát-lúgok elemzésére

LÁSZLÓ ANTAL műegyetemi adjunktus

НОВЫЙ МЕТОД ДЛЯ АНАЛИЗА АЛЮМИНАТНОГО РАСТВОРА.

Антал Ласло

343, 545

### Содержание:

1. Стáтья содержит описание теории метода титрования турбидиметрическим способом. Сущность метода: хорошо выбранная металлическая соль небольшого количества служит показателем. Эти металлические соли гидролизуются при определенном  $P_H$  и раствор становится мутным. Мы заметим, с помощью пригодного освещения, это смущение чистого раствора. 2. Автор применил турбидиметрический метод на анализ алюминатного раствора. Разработанный метод пригоден для определения алюмината и едкого натрия в алюминатных растворах, содержащих едкий натрий, карбонат натрия и алюминат. При титровании алюминатного раствора с кислотой, до первого смущения ( $P_H = 10,5 - 11$ ), выделится  $Al(OH)_3$ , что покажет количество свободного едкого натрия. После этого он добавляет лишнюю кислоту. Лишнее количество кислоты определяется титрованием в присутствии соли Fe. Соль Fe гидролизуется при  $P_H = 3,5$ , раствор становится мутным, что покажет количество кислоты равное алюминату в растворе. 3. Автор предлагает для определения карбоната: выделить с кислотой карбонат натрия алюминатного раствора и измерить емкость газа.

### SUMMARY

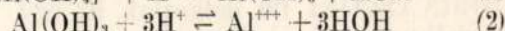
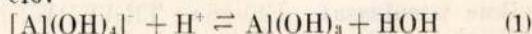
1. The author deals with a general theory of a turbidimetric method for the titration of solutions. The essential of this method: he uses a little quantity of heavy metal salts as an indicator. This salts hydrolise at a determined  $P_H$ , getting the solution disturbed, and this point can be observed by a suitable illumination. The standard apparatus of Hungarian Institute for Aluminium Research is described.

The acknowledged turbidimetric method is applied for the analyse of industrial aluminate bases. The described method is available in solutions containing: free NaOH, Na-aluminate and  $Na_2CO_3$ , for the determination of free NaOH and Na-aluminate. The alealic solution is titrated with  $\frac{1}{2}n$  or  $1 \times n$  acid, till the precipitate appears ( $Al(OH)_3$  by the  $P_H = 10,5 - 11$ ). By this point the solution will be disturbed and indicates, that the free NaOH came to an end. After, an excess of acid is added, till the precipitate is dissolved, and now follows the back-titration of this excess in the presence of a  $Fe^{+++}$  salt-indicator. The  $Fe^{+++}$  salt hydrolises at a  $P_H = 3,5$ , and the solution is getting again

disturbed, indicating the acid volume, which is equivalent with the aluminium. The accuracy of the method is  $\pm 1\%$ . The time required for the analysis of a sample is 3 minutes, if carbonate is absent. When carbonate present, 5-6 minutes.

3. For the determination of carbonate content of the aluminate solution, other process is suggested. An excess amount of acid is added to the base sample and it sets free carbon dioxide. The  $CO_2$  is determined by a volumetric method. The apparatus for this process is also described.

Alumínát lúgok gyors és pontos elemzése ipari szempontból is fontos feladat. De minden alumínium-só elemzésénél — lényegét tekintve — ugyanazok a problémák állnak elő, mint az alumínát lúgoknál. Így érthető, hogy sokan foglalkoztak ezzel a kérdéssel és számos eljárást dolgoztak ki, vagy módosítottak. Valamennyi eljárásnál fontos szerepet játszik az alumínium-hidroxid amfoter jellege és az a tény, hogy az alumínium, vagy az alumíniumhidroxid főlös alkálilúgban oldódik. Ezt az oldatot nevezzük alumínát lúgnak. Mai felfogásunk szerint\* ebben az oldatban az alumínium komplex hydroxo-sókat képez. Pl.  $Na[Al(OH)_4]$  nátriumhydroxo-alumínát. Alumínát oldatban a  $[H^+]$ -től függően a következő egyensúlyi reakciók állnak elő:



Ezek az egyensúlyok jellemzik az alumíniumhidroxid amfoter tulajdonságait is. Hogy az alumínát lúgok elemzésénél előálló nehézségeket jobban áttekinthessük, az alábbiakban az eddigi módszerek rövid összefoglalását és részben TH. EDER (1) nyomán kritikáját adjuk.

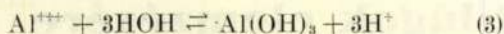
1. **Direkt titrálás savval.** Az alumínát lúg-hoz ismert mennyiségű főlös savat adunk. Ezt a savat oldatot azután lúggal titráljuk. Egy aliquot részben addig titrálunk lúggal, míg a jelenlévő összes  $Al^{+++}$  mint hidroxid leválik. Ez az érték megfelel az „összes sav” értékének.

\* Ezt a feltevést a megfelelő Ca- és Sr-sóknál:  $Ca_3[Al(OH)_6]_2$  és  $Sr_3[Al(OH)_6]_2$  esetében E. Brandenberger röntgen-felvételekkel igazolta.



Ehhez a titráláshoz olyan indikátor jó, melynek átesapási pontja  $P_H$  7–9 között van. Én 14 szerzőt találtam, akik a megfelelő indikátor kiválasztásával foglalkoztak.

Egy másik aliquot részben szintén lúggal titrálunk, de csak  $P_H=3-4$  értékig, vagyis csak a fölös savat határozzuk meg. A két titrálás különbségéből számítjuk az Al tartalmat. Ezen második titrálás végpontjának észlelésére 28 szerző ajánl különböző indikátorokat, vagy indikátor keverékeket. Itt ugyanis az a helyzet, hogy az átesapási pont közelében megindul az Al só hidrolízise:



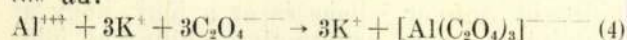
Ez a folyamat savat termel és ezért bizonytalanabbá teszi az átesapás észlelését.

**2. F. Beilstein és Th. Grosset módszere. (2)** Ez a régi módszer a gyakorlatban már nem használatos, csak a teljesség kedvéért említjük meg. A kénsavassá tett Al-só oldathoz fölös ammónszulfátot és alkoholt ad. A nehezen oldható ammóniumsó kiválik, ezt leszűri és a szűredékben lévő fölös savat titrálja. Ez a módszer Al-ra magas értéket ad.

**3. W. N. Iwanow, H. Zschokke és L. Hauselmann módszere. (3)** Alumínium só oldathoz melegen ( $80^\circ$ ) kálium-ferrocianidot ad és az Al-ferrocianid leválik. A csapadékot szűri és a szűredékben lévő fölös savat titrálja. Alumíniumra alacsony értéket ad.

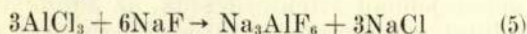
**4. T. J. Craig fluoridos módszere. (4)** A savas Al-só oldathoz káliumfluorid oldatot ad, a keletkező  $K_3AlF_6$  csapadék alapján leválik. Nem szűr, hanem a fölös savat fenolftalein indikátor jelenlétében mindjárt titrálja. Ezt az eljárást CRAIG óta többen (5) módosították. Ez a gyakorlatban legjobban bevált és leginkább elterjedt módszer. Ebben a csoportban külön kiemeljük TANANAJEW (6) eljárását.

**5. F. Feigl és G. Krauss oxalátos módszere. (7)** A gyengén savas Al-só oldathoz alkálioxalátot ad:



Így az alumíniumot K-Al-oxalát alakjában leköti és a szabad savat jodometrikanus meghatározza. Az utóbbi időben ezt az eljárást is több kutató (8) módosította. Kevésbé pontos, mint a fluoridos módszer és általában alumíniumra magas értékeket ad.

**6. Alumínium meghatározása potenciometrikus titrálással.** Először TRAEDWELL és BERNASCONI (9) dolgoztak ki egy potenciometrikus módszert. Ennek lényege: síma platina kivezetésű  $Fe^{+++}/Fe^{++}$  redoxrendszer az indikátor elektród. Az alumínium tartalmú oldatot NaF-al titrálja:



A NaF az összes alumíniumot leköti. Az első csepp fölös NaF hatására komplex  $FeF_6^{---}$  ion képződik és ennek hatására a redox-rendszer potenciálja ugrásszerűen változik. A módszer kivétel — szemben az előbbiekkal — eléggé nehézkes és egy Al-meghatározás kb. 40 percet vesz igénybe. Azóta ezt az eljárást is többen módosították. (10)

Legújabbán A. H. BUSHEY (11) kidolgozott egy potenciometrikus módszert, melynél

direkt titrált lúggal, illetőleg savval. Ez a módszer lényegét tekintve  $P_H$  mérésre van visszavezetve.

A különböző módszerek e rövid ismertetése alapján a nehézségeket a következőkben foglalhatjuk össze:

(1) és (2) egyenletekben ismertetett egyenlőségi reakciókat minden esetben tekintetbe kell venni. Minden esetben (kivétel a potenciometrikus módszer) két titrálást kell végezni: egyet az összes sav, egyet a fölös sav meghatározására. Az összes sav meghatározásánál az Al-sók hidrolízise miatt az indikátor nem ad éles színátmenetet, ezenfelül a kapott érték függvénye lesz az oldat töménységének, hőfokának, a jelen lévő anionok minőségének (Cl,  $SO_4$  stb.) is. A fölös sav meghatározásánál a hidrolízis okozta hiba a fluoridos módszernél nincs meg, mert az alumíniumot lekötötték. A hidrolízis okozta nehézségekre legjobban az a körülmény világít rá, hogy egészen a mai napig a kutatók az indikátorok egész sorát próbálták ki és — mint láttuk az eljárások módosítása és javítása állandó téma.

A másik általános jellegű hibát az okozza, hogy a titrálás folyamán kiesapódó alumínium-hidroxid kolloid természetű és az oldatban lévő ionokat adszorbeálja. Ez szintén hibát okoz a titrálás végpontjának az észlelésénél.

Az említett hibák még csak növekednek, ha tekintetbe vesszük, hogy az ipari alumínát lúgoknak vöröses-barna színük is van.

Jelen dolgozatnak célja egy egyszerű, gyors és pontos eljárás kidolgozása elsősorban ipari alumínát lúgok elemzésére, mely lehetővé teszi:

1. a fölös nátriumhidroxid,
2. az alumínát,
3. a mellette lévő nátriumkarbonát,

meghatározását.

Ez a módszer az eddigiektől teljesen eltérő alapelvekből indul ki. A lefolyó reakciók végpontjának megállapítására nem színes indikátort használ, hanem magát a lefolyó vegyületet használja fel erre a célra. Ha ugyanis fölös lúgot tartalmazó alumínát oldatot savval titrálunk, akkor a sav először a jelenlévő lúgot fogyasztja el. Mihelyt a szabad lúg elfogyott, az első csepp sav hatására megindul az (1) reakció és pelyhes alakban kezd kiválni az alumíniumhidroxid. Az addig színes, de tiszta oldat zavaros lesz. Ezt a zavarodást megfelelő világításnál szabad szemmel is nagyon jól lehet észlelni. Az (1) reakció kezdetéig fogyasztott savmennyiség mértéke a fölöslegben lévő nátriumhidroxidnak. Ez a pont — tehát a zavarodás kezdete — A. H. BUSHEY (12) mérése szerint  $P_H=10.5-11$  között van.

További sav adagolásra az (1) folyamat teljesen lejártszódik és rögtön utána kezdődik a (2) reakció. A (2) reakció végén az oldat ismét kitisztul. Az (1) folyamat kezdetétől a (2) végéig adagolt savmennyiség mértéke az oldat alumínát tartalmának. A baj azonban ott van, hogy a (2) reakció végét — vagyis az oldat kitisztulást — nem lehet olyan élesen és jól észlelni, mint az (1) reakció kezdetét. Ennek okait itt most nem kívánom részletezni, mert céltól nagyon eltérítene és meghaladná ezen dolgozat kereteit. De ez a jelenség indította

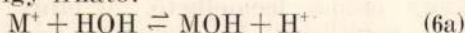


meg azokat a kísérleteket, melyek végül is az itt vázolt turbidimetrikus módszer általánosításához vezettek.

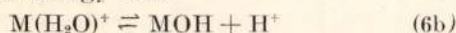
Ezen általánosítás a következő tényeken alapszik:

1. Az alkáli- és alkáliföldfémek hidroxidjait kivéve, valamennyi fém hidroxidja semleges, vagy gyengén savas közegben oldhatatlan. Ezek a hidroxidok pelyhes alakban válnak ki, tehát megfelelő világítás mellett a zavarodás nagyon jól észlelhető.

2. Ha az előző pontban említett fémek ionjaiból kis mennyiséget teszünk vizes oldatba, akkor azok az oldat  $[H^+]$ -től függően hidrolizálnak. Jelölje  $M$  általánosan a fémet, akkor ez a folyamat így írható:



Mai felfogásunk szerint a fém-ionok vizes oldatban mint ionhidrátok vannak jelen. Ezek szerint helyesebb így írni:



Pl. az Al és Fe ionok 6 molekula vizet tartanak kötésben:  $Al(H_2O)_6^{+++}$  és  $Fe(H_2O)_6^{+++}$ . Lényeges az, hogy — ha a hőfokot állandóan tartjuk, — akkor az oldathoz kis mennyiségben adagolt fémionok indikálják az oldat  $[H^+]$ -ját ( $P_H$ -ját), mert ettől függően egyszer mint ionok vannak jelen és ekkor tiszta az oldat, máskor hidrolizálnak és ekkor zavaros az oldat.

A lejátszódó folyamatok elméleti fejtegetéséhez induljunk ki a (6a) reakcióból és írjuk fel erre tömeghatás törvényét:

$$\frac{[MOH] \cdot [H^+]}{[M^+] \cdot [HOH]} = K \quad (7a)$$

Tekintettel arra, hogy  $[HOH]$  gyakorlatilag állandónak vehető, írhatjuk:

$$\frac{[MOH] [H^+]}{[M^+]} = K_{Hydr.} \quad (7b)$$

Ahol  $K_{Hydr.}$  a hidrolízis állandóját jelenti.\* A keletkezett gyenge lúgra áll:



Ennek alapján:

$$K_{lúg} = \frac{[OH^-] \cdot [M^+]}{[MOH]}$$

Ebből fejezzük ki a  $[MOH]$ -t, tegyük be a (7b)-be és megkapjuk:

$$K_{Hydr.} = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{K_{lúg}} \quad (9)$$

Tekintettel arra, hogy  $[OH^-] \cdot [H^+] = K_w = 10^{-14}$  (22° C-on), írhatjuk:

$$K_{Hydr.} = \frac{K_w}{K_{lúg}} \quad (10)$$

Az átesapási pontot akkor értük el, ha a hozzáadott kis mennyiségű indikátorként szereplő fémsónak a fele hidrolizált. Ekkor fennáll a következő egyenlőség:

$$[M^+] = [MOH] = [H^+] \quad (11)$$

Ennek alapján (7b) a következő alakra egyszerűsödik:

$$[H^+] = K_{Hydr.} = \frac{K_w}{K_{lúg}} \quad (12)$$

Vezessük be a következő rövidítéseket:

$$P_H = -\log [H^+], \quad P_{K_{Hydr.}} = -\log K_{Hydr.}$$

$$P_{K_{lúg}} = -\log K_{lúg}$$

és akkor a (12) egyenletből megkapjuk az átcsapási pont  $P_H$ -ját:

$$P_H = P_{K_{Hydr.}} = 14 - P_{K_{lúg}} \quad (13)$$

Pl. VOOD (13) mérése szerint  $Zn(OH)_2$  esetében a  $K_{lúg} = 1,5 \cdot 10^{-9}$ . Ennek negatív logaritmus:  $9 - 0,18 = 8,82$ . Ezt az értéket levonjuk 14-ből és az átcsapási pont  $P_H$ -jának kapjuk: 5,2.

Az eddigiekből láttuk, hogy minden  $[M^+]$  ill.  $[MOH]$  értéknek egy pontosan definiálható  $P_H$  felel meg. Most vizsgáljuk a fordított esetet. E célból fejezzük ki (7b)-ből a  $[H^+]$ -t:

$$[H^+] = K_{Hydr.} \frac{[M^+]}{[MOH]} \quad (14)$$

(14) alapján látjuk, hogy egy adott  $[H^+]$ -hoz meghatározott  $\frac{[M^+]}{[MOH]}$  viszony, azaz meghatározott zavarosság tartozik. Tehát elvileg, ha érzékeny nefelométerrel mérnénk, akkor minden  $[H^+]$  értékhez tartozó zavarosságot meg tudnánk mérni és a nehezen oldható MOH töménységének, illetve zavarosságának mérése alapján a  $P_H$  pontosan meghatározható lenne.

Itt azonban titráláshoz akarjuk a leírt jelenséget felhasználni és nefelométer helyett szabad szemmel — de megfelelő világítás mellett — akarjuk megfigyelni azt az állapotot, amikor az indikátor átcsapást jelez. Szemünk azonban csak akkor tudja a tiszta (vagy csak egészen gyengén zavaros) oldat megváltozását észlelni, ha  $\frac{[M^+]}{[MOH]}$  értéke kb.  $= \frac{1}{10} = 0,1$ . Más szóval, ha indikátorként az oldathoz adott kis mennyiségű só nagyobb része már hidrolizált. Ez a gyakorlatban azt eredményezi, hogy az átcsapási pont elméletileg ugyan kiszámítható, de a valóságban nem egy  $P_H$  pontot észlelünk, hanem csak ú. n. átcsapási területről beszélhetünk, ugyanúgy, mint a színes indikátoroknál. (E fogalom alatt két  $[H^+]$  határt értünk, amelyen belül észleljük az átcsapást.) Az átmeneti határok tehát kb.:

$$[H^+] = K_{Hydr.} \quad \text{azaz} \quad P_H = P_{K_{Hydr.}} \quad (15)$$

$$[H^+] = K_{Hydr.} \cdot 0,1 \quad \text{azaz} \quad P_H = P_{K_{Hydr.}} + 1 \quad (16)$$

Ezek alapján összehasonlíthatunk egy turbidimetrikus indikátor sorozatot (lásd I. táblázat.)

I. Táblázat

$P_H$	Kation
2—3	Ti <sup>+++</sup> Sn <sup>++++</sup> , Zr <sup>++++</sup>
3—4	Th <sup>++++</sup> Fe <sup>+++</sup>
4—5	Al <sup>+++</sup> , UO <sup>++</sup> , Cr <sup>+++</sup>
5—6	Be <sup>++</sup> , Cu <sup>++</sup> Zn <sup>++</sup>
6—7	Te <sup>+++</sup> , Pb <sup>++</sup>
7—8	Cd <sup>++</sup> , Co <sup>++</sup> , Ni <sup>++</sup> , Ca <sup>++</sup>
8—9	Hg <sup>++</sup> , Mn <sup>++</sup>
kb. 11	Mg <sup>++</sup>

\*Szabatosan és helyesen a töménységek helyett mindentől aktivitásokat kellene írni.



A táblázat alapján kiválasztott indikátor annál érzékenyebb, mennél közelebb esik az átesapási intervalluma a meghatározandó folyamat végpontjához. A táblázatból is látható, hogy az indikátor képen használandó fémsó jóságának másik kritériuma, hogy a kiválasztott fémnek erős sav anionjával képezett sóját használjuk, mint pl.  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  stb. (vas-oxalát már nem jó!) és ebből az indikátor sóból keveset tegyünk az oldatba, mert hiszen ő maga is savasan hidrolizál és így lúgot fogyaszt. Az indikátor hibája annál nagyobb, mennél kisebb a kezdeti oldat töménysége és mennél inkább felhígul az oldat a titrálás folyamán. Ezért lehetőleg tömény oldatban titráljunk és normál, vagy legalább 1/2 normál oldattal.

Az elmondottak alapján látható, hogy a turbidimetrikus módszer pH indikálásra általánosítható és mint ilyen elvileg éppen úgy használhatjuk térfogatossághatározásoknál és pH mérésre, mint a színes indikátorokat. Ennek ellenére a gyakorlati alkalmazásuk jóval korlátozottabb lehet, mert színes indikátorokkal dolgozni kényelmesebb és idegen ionok sokszor használhatatlanná teszik a zavarosságon alapuló indikátorok reakcióját. A módszer előnyeit a gyakorlatban főleg akkor használhatjuk, ha az oldatunk színes és emiatt közönséges indikátort nem tudunk használni. Előfordulnak olyan esetek is, amikor nincs megfelelő színes indikátor (ez éppen az itt tárgyalt alumínát lúg esete), vagy valamely ion meghatározására nincs megfelelő térfogatossághatározás. Ilyen esetekben alkalmazhatjuk a turbidimetrikus módszereket.

Ezek alapján könnyen megtaláljuk a megfelelő indikátort az alumínát lúg elemzés (2) reakciójának végpontjára. Legegyszerűbben a következőképpen járunk el: az alumínát lúgban a szabad nátriumhidroxidot titráljuk savval, amíg a zavarodás jelentkezik. Mint már láttuk, ez jelzi azt, hogy az (1) reakció megindult és az eddig fogyasztott savmennyiség mértéke a szabad lúgnak. Ezután tovább adagolunk ismert mennyiségű feles savat, míg a csapadék ismét feloldódott. Ekkor túljutottunk a (2) reakció végpontján. Most egy csepp  $\text{FeCl}_3$  oldatot és kevés KCNS-ot adunk az oldathoz és az általunk adagolt fölös savat lúggal visszaitráljuk. Mint az I. táblázatból láthatjuk  $\text{pH}=4,0$  értéket kellene indikálni, mert ez a (2) reakció végpontja. A hozzáadott  $\text{FeCl}_3$  indikátor közvetlenül előtte hidrolizál, vagyis leválik egy kevés ferrihidroxid. Ugyanekkor a ferrirodanidtól vörös színű oldatunk a sárgába esap át, mert az oldatból elvontuk a  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokat. Az így kapott lúgfogyasztást levonjuk az adagolt fölös sav mennyiségéből és megkapjuk az alumínáttal egyenértékű sav cem.-ének számát. A számítás az (1) és (2) reakció alapján végezzük. Ezek szerint 1 g.-mol alumínatra 4 g.-egyenértéknyi sav fogy.

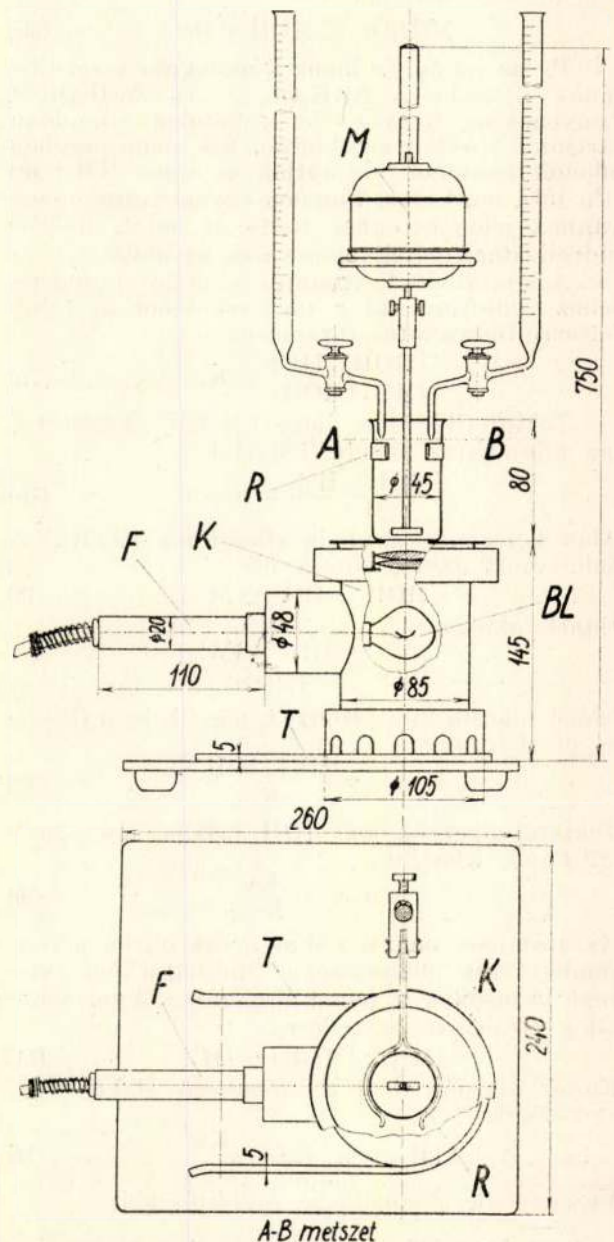
Mintán elvileg ismertettük az elemzést, most rátérünk a készülék leírására és a gyakorlati kivitel részletezésére.

A készülék megszerkesztésénél az a szempont vezetett, hogy az összeállítás egyszerű legyen és nehezen beszerezhető, vagy drága

alkatrészeket ne tartalmazzon. Az egész összeállítás azt a célt szolgálja, hogy egy oldatban keletkező csapadék a keletkezés pillanatában látható legyen.

A titrálásokat egy 100 cem-es főzőpohárban végezzük, állandó keverés közben. Erre a főzőpohárba alulról párhuzamos fénysugárnyalábót vetítünk. Az elemzést sötét helyiségben végezzük és így oldalról nézve a poharat, az alulról jövő fénynyalábban nagyon jól lehet észlelni a keletkező csapadékot.

A készülék vázlatát az I. sz. ábrán láthatjuk. A fényforrás egy 35 w-os bilux égő (BL), melyet egy hengeralakú házzal veszünk körül (K). Az egész ház az oldalt lévő F fogóval megfogható és az alaplapon elcsúsztatható, vagy oman leemelhető. A bilux égő fényét két, egyenként 15 dioptriás pápaszem-lencse gyűjti össze és vetíti alulról a pohárba. A len-



1. ábra.



csék egy állítható keretbe vannak foglalva. A pohár a K lapon, mint asztalkán nyugszik és R rugó erősíti a Bunsen-árványhoz. Ugyan- csak erre a Bunsen-állványra fogjuk fel az M motoros keverőt és a két bürettát. Maga a keverő fekete üvegből készül, hogy forgása közben a fény sugarban ne okozzon felvillanásokat. Jelentősen megjavítjuk a keverő fényelnyelését azért, hogy felületét fluorhidrogénnel megmaratjuk. Az oldat felszínéről szemünkbe visszavert fénynyalábót pedig egy kb. 2 cm széles és 7 cm hosszú fekete papíresikkal tesszük ártalmatlanná, melyet az R rugóval a pohárhoz szorítunk.

A pohárba bemérjük a titrálandó folyadékot, megindítjuk a motoros keverőt, bekapcsoljuk a fényforrást és kezdhetjük a titrálast. Miután az elemzést befejeztük, a poharat 1–2 mm-rel fölfebb emeljük és az F fogónál fogva, a K házat oldalt kihúzzuk. Az AB metszet felül- nézetben mutatja a készüléket. Ezen jól lát- ható, hogy egy T terelő-lemez vezetést bizto- sít a K keret számára és így a fényforrás min- dig pontosan a helyére állítható.

Ezek alapján nátriumhidroxid és alumínát egymásmelletti elemzése a következőképpen tör- ténik:

Az elemzésre kerülő oldatból annyit mé- rünk be a pohárba, hogy a várható,  $Al_2O_3$  tartalom 10 és 100 mg közé essék. Ez tímföld gyári lúgoknál 1 esetleg 2 ccm. (Ha 1 ccm-t mérünk be és kezdetben ezt a kis térfogatot nehezen tudjuk keverni, akkor még 1–2 ccm desztillált vizet adunk hozzá.) Ezután még egy csepp fluoresceint adunk a titrálandó oldathoz. Ezzel azt érzük el, hogy az átesapást még élesebbé tesszük, mert az átesapási pon- ton leváló kevés alumíniumhidroxid adszor- beálja a fluoresceint és így az addig fluoresz- káló tiszta oldat gyengén zavaros lesz. Tehát eddig a pontig titrálunk  $1/2 n$ , vagy  $1 \times n$  sav- val. Ez a fogvasztás megfelel a szabad nátron- lúgnak. Természetesen a titrálás kezdetétől egészen az elemzés végéig a motoros keverőt állandóan járattuk. Amint a kezdeti lúg kon- centráció a sav adagolásakor csökken, a le- hulló savesepek környékén helyileg észle- lünk  $Al(OH)_3$  kiválásokat, de ezek a keverés hatására gyorsan eltűnnek. Ebből látjuk, hogy már közeledünk az átesapási ponthoz. Ettől fogva cseppenként és lassan adagoljuk a savat hogy ki tudjuk keresni azt a pontot, ami- kor egy csepp mérőoldat hatására beáll a tar- tós zavarosodás. Ez a zavarosodás állandó és a keverés hatására nem tűnik el.

Miután a szabad lúgot így megtitráltuk — állandó keverés közben — ugyanabból a büret- tából ismert mennyiségű fölös savat adunk az oldatba. Ügyeljünk arra, hogy ez a fölösleg minimális legyen és csak addig adjunk savat, míg a csapadék ismét feloldódott és az oldat kitisztult. Most tesszünk az oldathoz 10%-os  $FeCl_3$  oldatból egy cseppet (többet nem!) és félig telített KCNS oldatból kb. 0,5 ccm-et. Ekkor az oldatnak élénk vörös színűnek kell lenni. (Ha az oldat színtelen lenne, akkor ez azt jelenti, hogy redukáló anyagok vannak jelen és egy- két csepp  $H_2O_2$ -al oxidálunk.) Most a fölös sa- vat  $1/2 n$ , vagy  $1 \times n$  lúggal visszatitráljuk. Ad-

dig adagoljuk a lúgot, míg a vörös színű oldat éppen a sárgába csap át és gyenge zavarosodás észlelhető. Az itt elfogyasztott lúg cem-einek számát levonjuk az általunk az első zavarosodás után adagolt sav értékéből. Az így kapott  $1 \times n$  sav-érték egyenértékű az (1) és (2) reakció alapján az oldat alumínát tartalmával. A szá- mítás  $Al_2O_3$ -ra a következő:

$$\begin{array}{l} Al_2O_3\text{-ra kell} \dots\dots\dots 8 \text{ g egye} \text{értéknyi sav} \\ 102 \text{ g-ra kell} \dots\dots\dots 8000 \text{ ccm } n \text{ H}_2\text{SO}_4 \\ \underline{x \dots\dots\dots 1 \text{ ccm } n \text{ H}_2\text{SO}_4} \\ x = \frac{102}{8000} = 0,01275 \text{ g } Al_2O_3 \end{array}$$

Tehát 1,0 ccm.  $n \text{ H}_2\text{SO}_4$  megfelel 0,01275 g.  $Al_2O_3$ -nak.

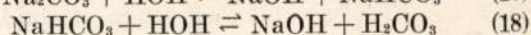
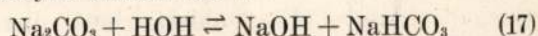
A módszer ellenőrzésére két kísérletsoroza- tot végeztem. 1. A rendelkezésemre álló leg- tisztább alumíniumdrótból analitikai mérleg- len mértem egy darabot és karbonátmentes  $n$  nátronlúgban feloldottam. Kihűlés után 1000 ccm-es normál-lombikba mostam át és jelig töltöttem. Ezt használtam a továbbiakban, mint ismert alumínát tartalmú törzs-oldatot. A törzs-oldat egy aliquot részéből végeztem elem- zéseket. (Az eredményekből néhány a II. sz. táblázatban látható.) Természetesen az  $Al$ -drót kis mennyiségű szennyezését levontam.

2. Alumínát lúgokból gravimetrikusan meghatároztam az  $Al_2O_3$  tartalmat. Ugyanezen lúgok azonos térfogatából turbidimetrikusan meghatároztam az alumínát tartalmat. Az eredmények egy része a II. sz. táblázatban található.

II. táblázat

Sorszám	Bemért $Al_2O_3$ mg	Talált $Al_2O_3$ mg	Ellenőrzés
1	27,4	28,0	Bemért Al drót lúgban oldva
2	27,4	27,5	Bemért Al drót lúgban oldva
3	27,4	27,7	Bemért Al drót lúgban oldva
4	54,8	55,1	Bemért Al drót lúgban oldva
5	54,8	54,7	Bemért Al drót lúgban oldva
6	50,1	50,3	Gravimetrikus $Al_2O_3$ meghat.
7	44,6	45,0	Gravimetrikus $Al_2O_3$ meghat.
8	40,1	40,0	Gravimetrikus $Al_2O_3$ meghat.

A helyzet lényegesen nehezebb, ha az alu- minát lúg szódát is tartalmaz. A nátriumkar- bonát vizes oldatában a következő hidrolitikus egyensúlyok állnak elő :



Ezek alapján nyilvánvaló, hogy a leírt elemzést a szóda jelenléte zavarja. Az előbb ismertetett kísérletsorozatban használt tiszta  $NaOH$ -alumínát lúghoz ismert mennyiségű szódát tettem és megpróbáltam az elemzést el- végezni. Ekkor a szabad nátriumhidroxid tar- talom a valódi értéknél kisebbnek adódott, míg az alminát jóval nagyobbak. De a hidroliti-



kus bomlás miatt a kísérletekből semmiféle mennyiségi következtetést nem lehet levonni.

Szóda tartalmú ipari lúgok esetében (17), (18)-ra való tekintettel az elemzést a következőképpen végezzük:

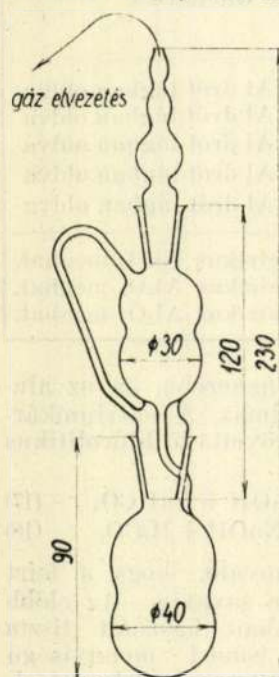
Bemérünk 2 cm. alumínát lúgot. Ehhez annyi sósavat adunk, hogy az oldatban még egy kevés szabad lúg maradjon. Ezután hozzáadunk 2 cm. 10%-os  $BaCl_2$  oldatot és az egészet 10,0 cm-re egészítjük ki. A kicsapódott  $BaCO_3$  csapadékot lecentrifugáljuk és az oldat tisztájából aliquot részt kiveszünk. Ebben már szóda nincsen és ennek az oldatnak az elemzését a leírt módon végezzük. A  $BaCl_2$  hozzáadása előtt azért kellett a lúgosságot letompítani, hogy a  $Ba(OH)_2$  ne tudjon kiválni. Természetesen a centrifugálás előtt hozzáadott savat a szabad lúg megállapításánál számításba kell venni.

A leírt módszerekkel a szabad nátronlúg és alumínát meghatározása 3 percet vesz igénybe, ha szóda nincs jelen. Ha szódát is tartalmaz az alumínát lúg, akkor az elemzés időtartama kb. 5–6 perc. Az eredmények  $\pm 1\%$ -ra pontosak.

Az alumínát lúg szóda tartalmának meghatározását teljesen külön bemérésből végezzük. Ennek az eljárásnak az elve: a bemért alumínát lúgból — alkalmas készülékben — savval megbontjuk a karbonátot és a felszabaduló széndioxidot rögtön gázbürettában fogjuk fel és térfogatosan mérjük.

A meghatározásra szolgáló készülék a Műegyetem Elektrokémiai Intézetében kidolgozott típus.\* Ennek a vázlatát a 2. sz. ábrán láthatjuk. Az alsó edénybe bemérünk a jelenlévő karbonát mennyisége szerint 5,0, illetőleg 10,0 cm. alumínát lúgot. Mint a rajzból láthatjuk, a felső edény szerkezete olyan, hogy a csi-

szolat megfelelő elforgatásával a felső edényben tárolt savat le tudjuk engedni az alumínát lúghoz. A felső edénybe 1,4 fs.-u kénsavat tegyünk. Ennek a töménysége a legmegfelelőbb és így a széndioxid felszabadulása nem túl heves. A közbörsítésnél elegendő hő fejlődik ahhoz, hogy a széndioxidot gyorsan kiűzze. Célszerű a gáz felszabadulását elősegíteni azzal, hogy a keveréket összerázzuk. Az oldalt levő közlekedő cső arra szolgál, hogy az esetleges hirtelen gázfelszabadulás folytán az alsó edényben ne állhasson elő túlnyomás. Miután az összes gázt nívóedénnyel



2. ábra.

\* A készülék rajzát Lányi prof. úr engedélyével adom közre.

ellátott bürettában felfogtuk, gondoskodunk a gáznak egyenletes lehűtéséről és a leolvasott széndioxid ccm-inek számából kiszámítjuk a lúg karbonáttartalmát.

Ez a dolgozat a M. Alumínium Kutató Intézetben készült. Ezúton is hálás köszönetemet fejezem ki dr. Lányi Béla, műgy. ny. r. tanár úrnak, az Intézet h. igazgatójának szíves támogatásáért.

## ÖSSZEFOGLALÁS.

1. A szerző ismerteti egy általános érvényű turbidimetrikus titrálási módszer elméletét. A módszer lényege: célszerűen kiválasztott kis mennyiségű fémsót használ indikátornak. Ezek a fémsók meghatározott  $P_H$ -nál hidrolizálnak és ekkor az oldat zavaros lesz. A tiszta oldatnak ezt a megzavarodását észleljük, megfelelő világítás mellett. Leírja a Magyar Alumínium és Könnyűfém Ipari Kutató Intézet standard készülékének összeállítását.

2. Az ismertetett turbidimetrikus módszer alkalmazza ipari alumínát lúgok elemzésére. A kidolgozott eljárás alkalmas szabad nátriumhidroxid, nátriumalumínát és nátriumkarbonát tartalmú oldatokban a nátronlúg és alumínát meghatározására. A lúgos oldatot savval titrálja kezdődő zavarodásig ( $P_H = 10,5 - 11$ ). Ezen a ponton az  $Al(OH)_3$  kezd kiválni és jelzi, hogy a szabad lúg elfogyott. Ezután fölös mennyiségű savat tesz hozzá. A sav fölöslegét  $Fe^{+++}$  só indikátor jelenlétében visszatitrálja. A  $Fe^{+++}$  só kb.  $P_H = 3,5$ -nél hidrolizál, amikor az oldat ismét zavaros lesz és jelzi azt a savmennyiséget, mely az oldatban lévő alumíniummal egyenértékű.

3. Alumínát lúgok szóda tartalmának meghatározására külön eljárást ajánl. A bemért lúgból fölös sav adagolásával felszabadítja a széndioxidot és ezt térfogatosan méri.

## IRODALOM:

1. TH. EDER: Z. anal. Chem. 111, 399, (1940).
2. F. BEILSTEIN és TH. GROSSET: Z. anal. Chem. 29, 73, (1890).
3. W. N. IWANOW: Chem. Ztg. 37, 814, (1913). H. ZSCHOKKE és L. HAUSELMANN: Chem. Ztg. 46, 302, (1922).
4. T. J. CRAIG: J. Soc. chem. Ind. 30, 184, (1911).
5. L. A. CONGDON és A. CARTAR: Chem. News 128, 98, (1924). W. SCOTT: J. Ind., Eng. Chem. 7, 1059, (1915). L. J. SNYDER: Ind., Eng. Anal. Ed. 17, 37, (1945). M. N. HALE: Ind. Eng. Anal. Ed. 18, 568, (1946). R. P. GRAHAM: Ind. Eng. Anal. Ed. 18, 472, (1946).
6. I. W. TANANAJEW és SCH. TALIPOW: Bull. Acad. Sci. U. R. S. S. Ser. chim. (1938) Nr. 2, 547. I. TANANAJEW és M. J. LEVINA: Zavodskaya Lab. 11, 804, (1945).
7. F. FEIGL és G. KRAUSS: Ber. 58, 398, (1925).
8. F. L. HAHN és E. HARTLEB: Z. anal. Chem. 71, 225, (1927). M. K. BACHMUTOWA: Leichtmet. 3, 37, (1934). N. I. TSCHERWJAKOW és E. N. DEUTSCHMANN: Betriebslab. 4, 508, (1935). A. K. BABKO: Betriebslab. 4, 898, (1935).
9. W. D. TREADWELL és E. BERNASCONI: Helv. chim. Acta. 13, 500, (1930).
10. M. A. TAZAJAN: Betriebslab. (1939) 273. V. F. STEFANOVSKY és V. D. SVIRENKO: Betriebslab. 9, 1151 (1940).
11. A. H. BUSHEY: Anal. Chem. 20, 169, (1948).
12. A. H. BUSHEY: Loc. cit.
13. WOOD: J. Chem. Soc. 97, 889, (1910).



# A könnyűfémek forrasztásának fejlődése 1944-től 1949-ig.

NAGY FERENC

669.71

Надь Ференц

РАЗВИТИЕ ПАЯНИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ  
ОТ 1944 ДО 1949.

Doc. F. Nagy:

Die Entwicklung des Leichtmetall-Löten  
v. 1944—1949.

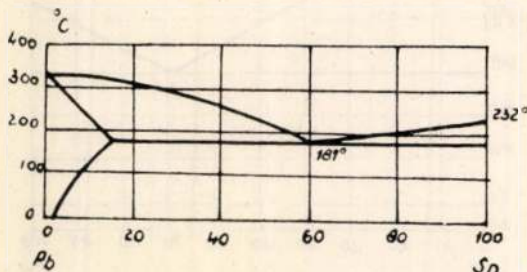
Az alumínium és ötvözeteinek forrasztással való kötőmódja az utóbbi években igen erős fejlődést mutat. A hozzáférhető irodalmak közül főleg az angol irodalom az, amely igen élénken foglalkozik ezzel a kérdéssel. Az esetleges későbbi könnyű szétbontási lehetőségeket számításba véve az összes kötési formák, peremezés, ékelés, csavarozás, szegecselés, keményforrasztás, láng, elektromos-ív, ellenállás, elektromos pont és vonalhegesztések közül a legkényelmesebb és sok esetben a legmegfelelőbb kötési forma a megfelelően alkalmazott lágyforrasztás.

A jó lágyforrasztással szemben az a követelmény, hogy az alapanyaggal jól definiált kötést adjon (diffúzió), az alapanyag szilárdsági tulajdonságait, korrozio ellenálló képességeit károsan ne befolyásolja és lehetőleg alacsony legyen a forrasztás hőmérséklete azért is, hogy a forrasztásnak esetleges szétbontása minden anyagi deformáció nélkül mehessen végbe.

Célom ismertetni a könnyűfémforrasztás eddigi forrasztó ötvözeteit állapotábrák és összetételek alapján. A különböző forrasztási eljárásokat, azoknak előnyeit és hibáit. A könnyűfémforrasztásoknál alkalmazott oxidoldószerket, majd a forrasztások nyomán fellépő esetleges korrozioakat, a forrasztóanyagok szilárdsági értékeit és végül az oxidoldószerket nélküli, a tökéletes forrasztás felé haladó új lehetőséget, az ultraszónikus forrasztást.

## Forrasztó ötvözetek.

A nehéz fémek forrasztó ötvözeteit legnagyobb részben az ón-ólmó ötvözeteik alkotják, ahol kis mennyiségben antimon és egész kivételes esetekben cadmium is szerepel. A szokásos összetétel 25–90% óntartalom között változik. A kötést (a diffúziós kapcsolatot) az ón létesíti, míg az ólom csak az úgynevezett vívője, elősegítője a forrasztásnak. A forrasztási



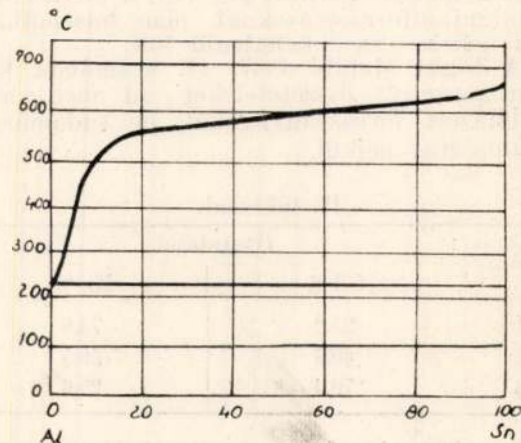
1. ábra.

hőmérséklet az óntartalomtól függ, minél több az óntartalom egészen 63%-ig, (ahol eutektikum van az ötvözethez 181°C-on), annál alacsonyabb hőmérsékleten ömlik meg az ötvözet. Az ötvözet hőmérséklete tehát 181–249°C között az összetételnek megfelelően az óntartalom szerint változtatható.

A felhasznált ón rendszerint nem tiszta, antimon is tartalmaz. A német irodalom szerint (amit azután az angolok igazoltak) az antimon tartalom nem lehet több, mint az óntartalom 7%-a, vagyis, amíg azt oldani képes. Nagyobb antimon tartalom rideggé teszi a forraszt, a szilárdságot növeli a nyulás rovására és a forraszt folyékonyságát is lassúbbá teszi.

A forrasztási technika szempontjai között fennáll a nehézfémek és könnyűfémek, valamint ötvözeteik között az a lényeges különbség, hogy a könnyűfémek igen hajlamosak kémiai összetétel képezni a forrasztóanyaggal és egy sűrű, kémiai ellenálló oxidréteget képeznek, mely hátráltatja a forrasztási lehetőségeket. (Löten und Lote von Dr. Ing. E. Lüder.)

A könnyűfémforrasztásokra alkalmazott forrasztóanyagok Sn—Cd, Zn—Cd, Sn—Zn—Cd ötvözeteik. Az előbbi fejezetben tárgyalt ón-ólmó diffúziós kötési forma nem felel meg a könnyűfémek forrasztásánál, mert az alumínium és ötvözeteinél az ón nem oldódik az alumíniumban, hanem csupán eutektikus keveréket képez.



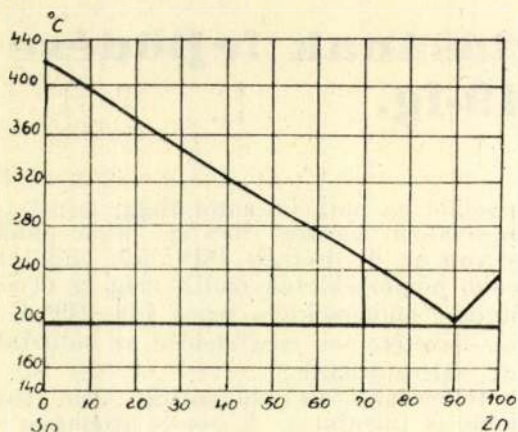
2. ábra.

Az alumínium és ón állapotábra szerint 99.42% ón és 0.58% alumíniumnál van eutektikum, a hozzátartozó 229°C, ezt az ötvözetet azonban körülményes előállítani.

Hasonlóképpen nem oldódik az ón-horgany sem itt az autektikum 90.5% Sn és 9.5% Zn-nél van 197°C-on.

Az elvégzett kísérletek összetételét az I. táblázat foglalja össze. (Light Metals 1947. II.)





3. ábra.

I. táblázat.

Szám	Összetétel	
	Sn %	Zn %
1	97.5	2.5
2	79.2	20.8
3	70.0	30.0
4	55.0	45.0
5	33.0	67.0
6	30.0	70.0

Az alumínium és ólomnak az eutektikuma 0,025% alumíniumtartalomnál és 326°C-nál van. Szilárdan nem oldják egymást. Folyékonyan 1100°C-on is csak 1%-os oldatot képeznek. (Light Metals 1947. I.) M. Hansen szerint is 326°C-on van az eutektikum, és az oldást 660°C-on adja meg.

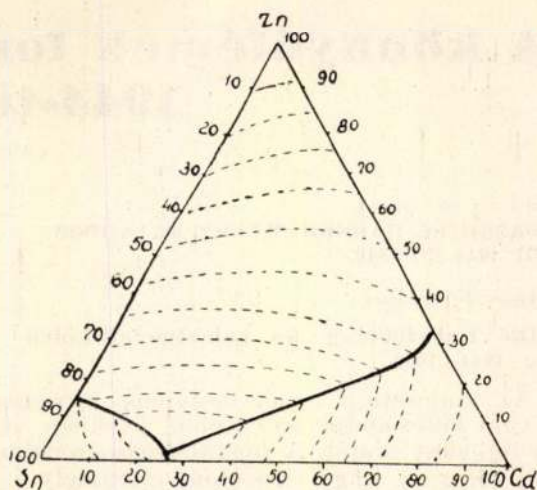
A gyakorlat igazolása szerint a forrasztó-ón az alumíniumforrasztásoknál nem használható, mert nehezen és tökéletlenül köt.

A Light Metals 1947. II. számában kadmium-horgany összetételeket ad meg, mint alkalmazott forrasztóanyagokat, de tudományos alátámasztás nélkül.

II. táblázat.

Szám	Összetétel	
	Cd %	Zn %
1	25.2	74.8
2	40.5	59.5
3	70.4	29.6

Az alumíniumforrasztásoknál újabban gyakori az ón-horgany-cadmium ternér ötvözetek alkalmazása. Ezek egymás között eutektikumot alkotnak, de alumíniummal szilárd fázisban egyik sem oldódik. Az alumíniumban a kadmium csak részben diffundál be, míg a horgany  $Al_2Zn_3$  vegyületet alkot, amely 256–443°C között stabil. Az ón alacsonyabb olvadási pontot biztosít, míg a horgany-kadmium (270°C) elektrokémiaiilag közelebb áll az alumíniumhoz, tehát a három fém, ón-horgany-kadmium együtt jó tulajdonságokkal rendelkezik, mert elektrokémiaiilag az alumíniumhoz közel áll és az ón-

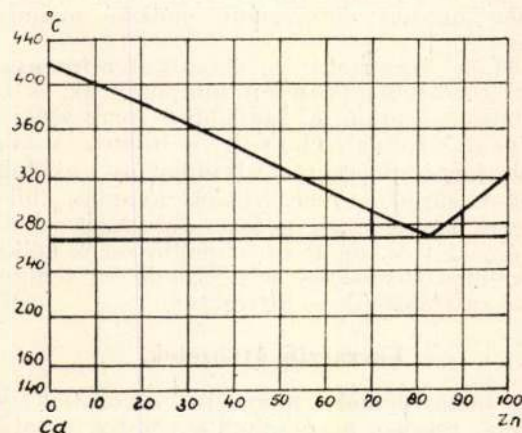


4. ábra.

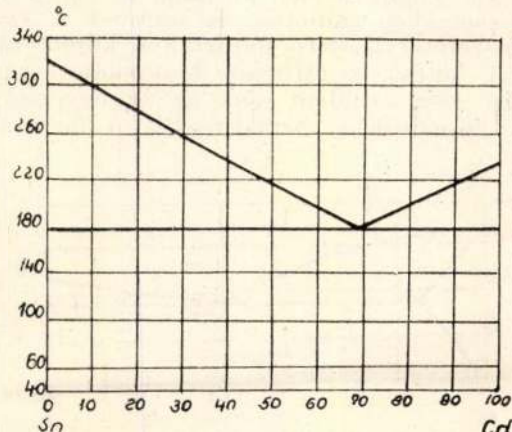
horgany ötvözetben pedig a horgany állítólag javítja a korrózió ellenállási tulajdonságokat. (Light Metals 1947. I.)

Az Sn-Zn-Cd-ötvözet eutektikus összetétele 24,9% Cd, 73% Sn, 2,1% Zn-nél van.

A három alkotós állapotábrát szétbontva látjuk, hogy a Zn-Cd és a Sn-Cd is alkot külön-külön egy-egy eutektikumot, mégpedig 17,7% Zn (27%), 82,3% Cd (73) mellett 270°C-on, illetve 68,9% Sn (67,6), 31,1% Cd (32,4) mellett 177°C-on. A zárójel nélküli adatok a L. M. 1947. I.-ből valók. Ez a cikk hivatkozik P. Lorenz és D. Plumbridge, Zeitschrift der Anorganischen



5. és 6. ábra.





Chemie 1913/83/228. számára. A zárójelben lévő összetételek dr Hansen könyvéből.

A Light Metals 1947. II. számában bőségesen tárgyalja az eddig alkalmazott könnyűfémforrasztásokat. Ez a szám hivatkozik La Saldatura Dell' Alluminio e Delle Sue Leghe (Insti-

tuto Sperimentale Dei Metalli Leggeri, Milano, 1940-ben megjelent olasz cikkre, mely cikk számos forrasztóötvetet adott meg. Ezeket az ötvözeteket legnagyobbbrészt Svájcban és Németországban kísérletezték ki. A táblázatban 51-féle forrasztóanyag van összefoglalva.

III. táblázat.

Szám	Ö s s z e t t é t e l						Egyéb %
	Sn %	Zn %	Al %	Pb %	Cu %	Bi %	
1	—	30.0	5.0	—	—	—	Cd — 65.0
2	89.0	—	—	—	—	—	Cd — 11.0
3	46.0	27.0	—	9.0	—	—	Cd — 18.0
4	40.0	25.0	15.0	—	—	—	Cd — 20.0
5	78.0	8.0	9.0	—	—	—	Cd — 5.0
6	62.0	12.0	4.0	8.0	5.0	5.0	Cd — 4.0
7	60.0	25.0	2.0	—	10.0	—	Cd — 3.0
8	74.0	21.0	—	5.0	—	—	—
9	49.1	20.3	—	30.6	—	—	—
10	36.0	20.0	—	44.0	—	—	—
11	30.0	64.0	—	6.0	—	—	—
12	25.0	50.0	—	25.0	—	—	—
13	23.0	65.0	—	12.0	—	—	—
14	66.9	32.4	—	0.7	—	—	—
15	54.0	45.5	—	0.5	—	—	—
16	62.0	37.0	1.0	—	—	—	—
17	34.0	65.0	1.0	—	—	—	—
18	71.0	26.0	2.8	—	—	—	—
19	76.0	21.0	3.0	—	—	—	—
20	71.5	25.0	2.0	—	—	—	Phosphor Ón — 1.5
21	70.0	16.0	10.0	—	—	—	Phosphor Ón — 4.0
22	63.0	31.0	3.0	—	—	—	Phosphor Ón — 3.0
23	81.0	9.0	5.0	—	—	—	Phosphor Ón — 5.0
24	87.0	8.0	5.0	—	—	—	—
25	78.3	19.0	2.4	0.3	—	—	—
26	45.5	45.5	4.5	4.5	—	—	—
27	73.0	21.0	—	5.0	—	—	Phosphor Ón — 1.0
28	62.5	12.5	6.3	12.5	—	—	Phosphor Ón — 6.2
29	63.0	35.0	0.3	—	1.7	—	—
30	55.0	33.0	11.0	—	1.0	—	—
31	55.0	23.0	12.0	—	5.0	—	Ag — 5.0
32	46.0	23.0	15.0	—	8.0	—	Ag — 8.0
33	46.0	50.0	—	1.0	3.0	—	—
34	65.6	12.2	1.0	17.4	3.4	—	Phosphor Ón — 0.4
35	62.0	15.0	11.0	8.0	3.0	—	Sb — 1.0
36	49.0	50.0	0.1	1.0	0.2	—	Sb — 0.7
37	68.0	18.0	13.0	1.0	3.0	—	Sb — 2.0
38	63.0	18.0	13.0	1.0	3.0	—	Sb — 2.0
39	61.6	15.2	11.2	8.3	2.5	—	Sb — 1.2
40	72.3	22.5	—	0.5	1.0	—	Sb — 0.2, Ag — 3.5
41	60.0	8.0	4.0	12.0	4.0	—	Ag — 12
42	48.6	50.2	—	—	0.2	—	Sb — 1.0
43	69.4	30.0	—	—	0.4	—	Sb — 0.2
44	96.6	2.3	0.3	—	—	0.4	Phosphor Ón — 0.4
45	67.6	16.9	1.4	—	—	2.8	Phosphor Ón — 11.3
46	95.0	—	—	—	—	5.0	—
47	86.0	—	—	—	—	14.0	—
48	36.0	—	—	—	—	64.0	—
49	75.3	—	5.9	18.8	—	—	—
50	60.0	—	30.0	—	—	—	Sb — 10.0
51	82.0	—	11.0	—	—	—	Ni — 5.0 Mn — 2.0

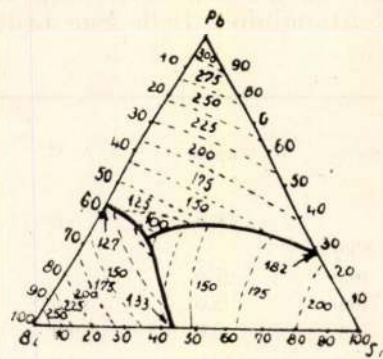


Látjuk, hogy az eddig alkalmazott forraszósszetételek mellett, vagy az egyes alkotók helyett más alkotókat, mégpedig Al, Pb, Cd, Sb, Bi, P, Ni, Mn, As, Si-t téve, más és más tulajdonságokkal rendelkező forraszanyagokat nyerhetünk.

A svájci és olaszországi kísérletek (Light Metals 1946. IX.) idézett cikke szerint  $Al_2Zn_3$  ad egy kisebb stabilitást, mások az ónt részesítik előnyben, mert jó folyékonysággal rendelkezik és alacsony az olvadáspontja, ismét mások a Zn-ötveteket, bár az olvadási pontjuk nagyobb. Az ónnak aluminiumhoz való ötvözése növeli a szilárdságot, de rontja az oldást. Réz esetében 3.5% Cu növeli a keménységet, de korróziót okoz. A Mn, Sb—Bi szintén keményíti a forraszt. A Bi nem vegyül az aluminiummal, de az Sn—Bi alacsony olvadási ponton  $137^\circ C$ -on eutektikumot alkot. A P az Sn-el is desoxidálólágg hat (PSn), de ha bentmarad a kötésben, gyengíti a kötés szilárdságát. Az Fe csökkenti a kötés korrózióellenállását és a forrasz folyékonyságát. Általában a többalkotós ötvözetektől idegenkedünk. A fenti fémsorozatoknak tudományos kiértékelése még nincs teljesen tisztázva. Miatán azonban ezeknek a fémeknek legtöbbjét különböző országokban szabadalmaztatták, ezeket a szabadalmakat is közli a fenti lap.

Az előbb tárgyalt három-alkotós állapotábráknál (Sn—Cd—Bi) a három alkotó két-két alkotóként alkot eutektikus ötvözeteket, míg a Cd—Bi-nál csak eutektikus hőfokon oldást, az Sn—Cd és Sn—Bi-nál, két szilárd fázisban, egymástól eltérő allotrop módosulatot figyelhetünk meg.

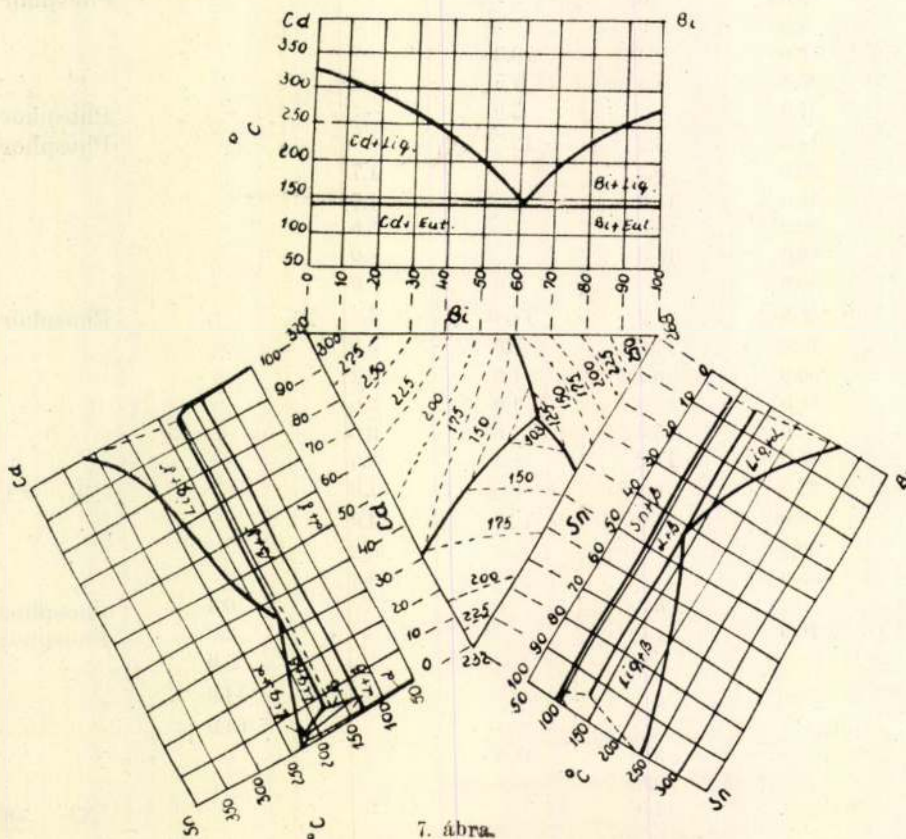
Az Sn—Pb—Bi forraszótvözet szintén háromalkotós állapotábrát alkot, melynek eutektikus összetétele 52.4% Bi-nál, 32% Pb és 15.6% Sn-nál van.



8. ábra.

### Aluminiumforrasztási eljárások.

Az aluminum lágyforrasztásánál minden esetben gondoskodni kell az alapfelület fém-tisztaságáról, tehát a keletkező fénoxidok megfelelő oldásáról és eltávolításáról. Ezenkívül lényeges az alapanyag összetételéhez idomuló aluminiumforrasz, amely diffúziót biztosít az alapanyaggal. A forrasz olvadáspontja a forrasztóanyagok káros felmelegedésének elkerülése miatt lehetőleg  $200-450^\circ C$  közé essék. Az alacsony  $200^\circ C$  alatti olvadási ponttal rendelkező forraszótvözet értéktelen, mert a könnyű fémeknél a csekély diffúzióra való képességük



7. ábra.



miatt jó kötés — jó diffúzió csak 250°C fölött van.

A forrasztási eljárások időbeli sorrendje a következőképpen alakult ki:

1. Dörzsölő forrasztás.
2. Dörzsölő forrasztás oxidoldó anyaggal.
3. Dörzsölő forrasztás a forrasztóanyagba adagolt kemény kristallitok ötvözésével.
4. Reakciós forrasztás.

### 1. Dörzsölő forrasztás.

Az összeforrasztandó alapanyagokat a megömlesztett ón hővezetésének csökkentése miatt minden esetben elő kell melegíteni. Az összeforrasztandó fémeket drótkéfével fémtisztára kell kefélni. Az összeforrasztandó fémfelületekre meleg állapotban rádörzsölik a megömlesztett állapotban odavitt forrasztóanyagot. A forrasztási hő hatására keletkező oxidhártyát a forrasztóanyag alatti dörzsölés távolítja el. A két összeforrasztandó anyag ilyen előkészítés után egymásra helyezve 300–450°C-on összenyomva forrasztható. Az így előre alapozott felületek összeforrasztása sok körülményt igényel és nem tökéletes, azonfelül még nehézkes is.

### 2. Dörzsölő eljárás oxidoldóanyaggal.

Az alumínium és forrasztóanyag oxidjait — az alkálihaloidokat (fluorid, klorid, bromid, stb.) — tartalmazó oxidoldószerrel oldják. A forrasztási hőfokra előmelegített forrasztási helyen a forrasztósavval feloldjuk az oxidokat s az egyidejűleg odavitt forrasztóanyagot bedörzsöljük az alapfelületbe.

Egy másik lehetőség, ha az alumíniumot a forrasztás előtt hígított sósavba, vagy sósav és salétromsav keverékébe mártjuk. Lemosás és szárítás után az oxidoktól megszabadított felületeket az újabb oxidációtól stearinos bevonattal védik. Forrasztáskor *gyantabázisú oxidoldósót használunk, ezt nem kell lemosni.* Az így előkészített alapanyagot a forrasztás hőfokára melegítve a forrasztóanyag a stearinos anyag alatt jó kötés ad.

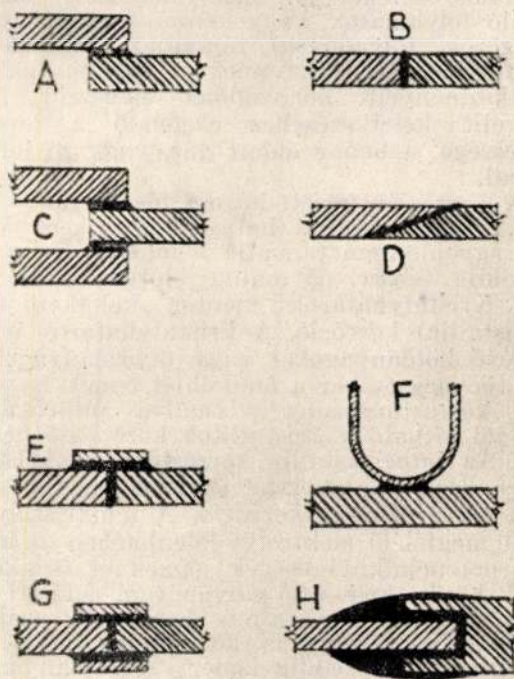
### 3. Dörzsölő forrasztás a forrasztóanyagba adagolt kemény kristallitok ötvözésével.

Oxidoldósó nélküli dörzsölő eljárásnál Sb—Zn-ötvözethez kevés Pb-ot adunk. Az ötvözetből egyenletes eloszlású kemény kristályok válnak ki a felületen (elméletileg). A két felület összedörzsölésekor a kemény kristályok ledörzsölik az oxidokat. (Nincs igazolva.) Az ólom adagolása Sb—Zn eutektikumának 197°C hőfokát 177°C-ra csökkenti és a kenhetőséget növeli.

### 4. Reakciós forrasztás.

A reakciós forrasztás új eljárás. Sn, Zn, Pb és Cd-ből kloridokat képeznek, ezt a keveréket rákenik a forrasztandó felületekre és forrasztólámpával 250°C-ra melegítik. Ezen a hőfokon az alumínium kémiai reakcióba lép és a kloridokat alumíniumkloriddá köti le. A felszabaduló fémek az alumíniumfelülettel ötvözetet alkotnak. Jól ellenőrizhető folyamat. A képződött alumíniumkloridot a korrózió miatt gondosan le kell mosni, mert ha a forrasztás alatt az Al—Cl<sub>3</sub> nem párolgott el, akkor a levegőnedvesség hatására korrodál.

Célszerű, hogy a forrasztóanyag egy hőközből (cca 50°C) kásás maradjon. Tehát az ötvözetek eutektikus pontjától jobbra vagy balra kell eltérnie. Ez az eltérés a Sn—Zn-ötvözet esetében, ha az óntartalmat erősen csökkentjük, az olvadási pont túlmagasra megy, amely bár jobb és gyorsabb kötséget ad az alumíniumnál, de veszélyes a keletkező interkristallin korrózió miatt. Az eutektikus összetételtől kissé eltérő ötvözet gyorsforrasztóanyagot ad, míg a jobban eltérő egy lassúbb, de jobb, tökéletesebb forrasztást. A forrasztás függ a kötés módjától is.



9. ábra.

Egy különleges forrasztóanyagot William Martin ad meg, azonban ezt meglehetősen képtelenül kell fogadni. Összetétel 83% ón, 14% horgany, 0,225% foszfor, 1,275% réz, 1,5% alumínium. A Cu növeli az ötvözet szakítószilárdságát és emeli az ötvözet olvadáspontját. A P-nak desoxidáló hatása van. (Metal Industry 1948. július.)

A forrasztóanyag plasztikus állapotban marad és mivel ebben az állapotban meglehetősen nagy hőfokhatárok között dermed, jól el lehet kenni és jól lehet dolgozni vele, fluxra nincs szükség a foszfornak állítólagos desoxidáló hatása miatt.

Az ötvözet 260°C-nál lágyul és könnyen munkálható, 300°C-on kefével, vagy pengével, vagy hasonló szerszámmal. Plasztikus állapotban igen alkalmas lyuk töltésére vagy vertikális kötésekre a beírások szerint. Tengervíz nem támadja meg és így tengerészeti használatra is alkalmas. Az ötvözetet a réz olvasztásával készítik majd rendre hozzáadják az Al.



Zn, Sn, P-t, végül desoxidensképpen a foszfort az olvadáshoz.

### Oxidoldószerek.

Az oxidoldószereknek számtalan fajtája van. Az alkáli haloidokat (fluorid, klorid, bromid, stb.) tartalmazó oxidoldószerektől kiindulva egészen a legújabb Aluminium Solder Corp. által (1947) forgalomba hozott Alsoco-ig (New-York). Az oxidoldószereknek a hátránya egyrészt a nehezen kezelhetőség, másrészt a forrasztás után a visszamaradt oxidoldónyomok káros hatása. A leg gondosabb eltávolítás mellett is korrózióveszély léphet fel.

### Az alumínium korróziója.

A fémeket, így az alumíniumot és az alumíniumötvözeteket is bizonyos külső légkör oxidáló folyamatok, vagy kémiai anyagok (gázok, gőzök, folyadékok) támadják. Ez roncsolási folyamattal jár, ennek a folyamatnak a következményeit korróciónak nevezzük. Az elektrolit keletkezéséhez elegendő a levegő nedvessége, a benne oldott gáz, vagy só tartalommal.

A korróziók között három főeset van:

1. Tisztán kémiai hatásra jelentkező korrózió egyenletesen támadja a felületet — a fémef oldja (sósav, nátronlúg klórgáz, stb.).

2. Kristályhatárok mentén keletkező (interkristallin) korrózió. A kristályhatárok mentén lévő kötőanyagokat vagy ötvözőanyagokat támadja meg és bár a fémfelület épnek látszik, de a keresztmetszetet vizsgálva mikroszkóp alatt jól látható a kristallitok közé való behatolás. Az interkristallin korrózió a fémkristallitok kohéziós kapcsolatát szakítja meg.

3. *Elektrolitikus korrózió.* A fémkristályok között megfelelő elektrolyt jelenlétében (a felületen potenciálkülönbségek lépnek fel és a kristályok között keletkező galvánáram a fémef oldatba viszi. Az alumínium forrasztás azáltal hajlamos elektrolitikus korrózióra, mivel az alumínium és az eddig ismert forrasztóanyagok között igen jelentős potenciálkülönbségek lépnek fel.

A forrasznak és a forrasztott anyagnak a nehéz fémeknél átlag 0.25 V potenciálkülönbség felel meg. A rézmentes alumínium ötvözeteknél ez a feszültség 0.2 Volt. A réztartalmú ötvözeteknél 0.4 Volt-ra emelkedik. Gyakorlatban csak azok a forrasztóanyagok jöhetnek számításba, amelyeknél a forrasztott és a forrasztóanyag közötti potenciálkülönbség 0.4-nél kisebb.

Különösen a tiszta könnyűfémeknél a felületi oxidáció vagyis az elsődleges behatásokra keletkező oxydhártya eléggé védi a fémef a további korróziótól. Azonban ez az oxydhártya csak 0.2 mikron vastagságú és így nem nyújt tökéletes védelmet a további behatások ellen.

### Az elért szilárdsági eredmények.

Tekintve, hogy a forrasztóanyagok tökéletes alkalmazásánál a forrasztóanyag vastagsága az egész forrasztott keresztmetszetnek igen kis hányada, érthetővé válik hogy mennyire befolyásolja a jó, vagy rossz forrasztás a forrasztófém szilárdsági tulajdonságaitól eltekintve, a forrasztás szilárdsági adatait. Számtalan mérést végeztek idevonatkozóan, (természetesen, ha

tompaforrasztás, úgy szakítószilárdságról, ha átlapolt, úgy nyírószilárdságról van mindig szó). Az adatok minden esetben esakis arra az egy forrasztószetételre érvényesek, még pedig bizonyos hőmérsékleti határok között, mert pl. a normális Pb—Sn forrasztók 100°C-nál részben, 150°C-nál pedig teljesen elvesztik szilárdságukat. A Light Metals 1947. II. a jó alumíniumforrasztó szakítószilárdságát 6.9 kg/mm<sup>2</sup> adja meg. A forrasztóanyagok átlag szakítószilárdsága 4.7 kg/mm<sup>2</sup>-től 5.9 kg/mm<sup>2</sup>-ig, nyírószilárdság pedig 3.5 kg/mm<sup>2</sup>-től 4.8 kg/mm<sup>2</sup>-ig változik. A kadmium tartalom a szakítószilárdság értékét 12 kg/mm<sup>2</sup>-ig emeli. A sópermetpróbák alumíniumnak alumíniummal való kötéseknél ezek szakítószilárdságát 3—8.6%-kal csökkentették az alumíniumnak rézzel való kötésénél pedig 19.8—58.3%-kal.

Vibrációs igénybevételnek a forrasztó jobban áll ellen, mint a forrasztott fém. Ezek az adatok az Aluminium Solder Corp. mérései. (Light Metals 1947. II.)

Mint hogy a követelmények a könnyűfémeknél nagyok (porozitás, felületi durvaság, hőmérséklet, nedvesség, kénes, sós, savanyú atmoszféra, piszok, por, stb.) meglehetősen körültekintést igényel az alumíniumforrasztás. Mivel az oxidoldószerek fokozott korrózióveszéllyel járnak, a jövőben jól járható útnak látszik az oxidoldószerek kötés nélkül való alkalmazása. A jó forrasztás irányelve, oly forrasztóanyagok előállítása, ill. alkalmazása, amelyek az alapanyagba jól diffundálnak és megfelelő szilárdsági tulajdonságok mellett korróziómentes forrasztást adnak. Mindenkor meg kell vizsgálnunk a forrasztás lehetőségeit s megfelelő adottság mellett tehát mellőzzük az oxidoldások alkalmazását. Ezzel a nehézkes kaparó és dörzsölő eljárásokat is elkerülhetjük.

Ezeknek az igényeknek a kielégítésére a valószínű legmegfelelőbb és a legjárhatóbb út az ultraszónikus (hanggal való) forrasztás, ahol az ultrahang az alapfém és a forrasztásnál keletkező oxidokat felszaggatva, minden különleges beavatkozás (oxidoldó szerek) nélkül is tökéletes kötetést ad.

### IRODALOM.

1. M. Hansen: Aufbau der Zweistofflegierungen. J. Springer, Berlin, 1936.
2. M. Bosshard: Sunisold und Agacin Lötpaste. Sowie neue Lötmittel zum Weichlöten von Al- und Al-Legierungen. Aluminium 1935. VI.
3. Dr. Ing. O. Fischer: Vorgänge und Festigkeit beim Hartlöten, Berlin, 1939.
4. A. Z. Mample: An Engineering Approach to Soldering Tin-Lead Alloys. Metals & Alloys 21 (1945), 702—707 és 1000—1006 old.
5. Metallic Joining of Light Alloys 10 (1947), 20—32, 103—108, 111—120, 203—209, 214—223 old.
6. An Aluminium Solder that Requires No Flux. Materials & Methods 25 (1947) V., 81—82 old.
7. J. J. Speretto: Metal Progress 54, (1948), 546—584 old.
8. R. J. Jaffe, E. J. Minarcik és B. W. Gouser: Low Temperature Solders. Metal Progress 54, (1948), 943—884.
9. William Martin: Aluminium Solder. Brit. Pat. 601, 029. Ismertetés: Metal Industry 73 (1948), (1948), 90 old.
10. Frank W. Thomas és Eli Simon: Soldering Aluminium Alloys. Electronics 1948. VI., 90—92 old.



# Könnyűfémlémezek alakítása

EMÖD GYULA

669.71

Емёд Дьюла:

## Формирование листов из легкого металла.

Труд теоретически и практически кратко резюмирует те технические условия, которые в интересах производства необходимо учитывать при изгибании листов из алюминия и сплавов алюминия на глубокое и натяжное растяжение и растяжение путем резины.

Gy. Emöd:

## The forming capacities of light metal plates.

This study is summing up in brief under a theoretic as well as practical aspect technical viewpoints which in the interest of production must be kept in mind in the event of bending, deep drawing, stretching and rubber rolling of aluminium and aluminium alloy plates.

Az Al és ötvözeteiből készült lemezek felhasználása mind nagyobb tért hódít és az import anyagból készült lemezeket mindinkább kiszorítják. Az Al-nak, különösen pedig ötvözeteinek előnyös tulajdonságait ma már az egész világon felismerték és az egy főre eső felhasználás még olyan országokban is erősen emelkedik, ahol nyersanyaggal nem rendelkeznek. Ha ez így van, akkor nálunk még fokozotabb mértékben kell áttérnünk az Al felhasználására, mivel közismert tény, hogy a legkiválóbb Al-ércel nagymennyiségben rendelkezünk.

Ma még sokan idegenkednek az Al alkalmazásától, aminek okát főleg abban látom, hogy feldolgozóink nem eléggé ismerik ezt a fémét és a feldolgozása terén sem rendelkeznek kellő gyakorlattal.

Rövid tanulmányomban szeretnék rámutatni azokra a szempontokra, amelyeket a hajlításnál, mélyhúzásnál, nyújtóhúzásnál és gumihúzásnál figyelembe kell venni.

### Lemezajlítás.

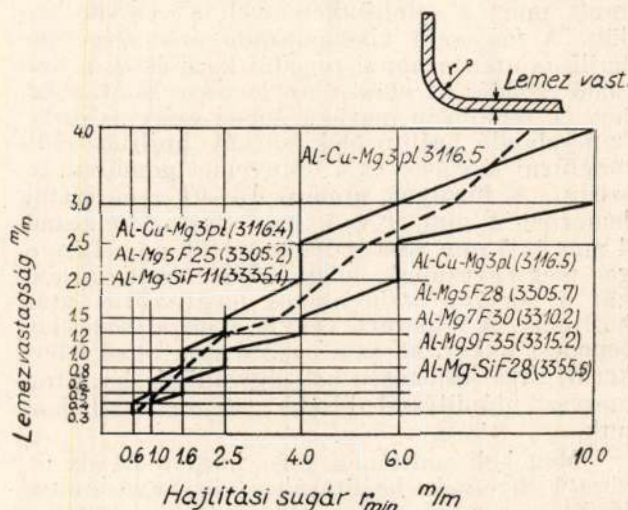
A legegyszerűbb és legáltalánosabban használt művelet a lemezek hajlítása. A hajlíthatóság függ az ötvözettől, a megmunkálási állapottól és a lemez vastagsától. Nem mindegy, hogy egy hengerkemény vagy lágyított, illetve nemesített lemezt hajlítunk. Arra is figyelemmel kell lennünk, hogy a vékonyabb lemezt mindenkor kisebb sugárral lehet meghajlítani mint ugyanolyan állapotú és összetételű vastagabb lemezt.

Az 1. ábrán képlekenyen alakítható ötvözet-típusok hajlítási sugarát olvashatjuk le. A lemezek állapotaira vonatkozólag a Bányászati és Kohászati Lapok és az Aluminium c. folyóirat 9. számában „Mélyhúzó Al és Al ötvözetű lemezek gyártása” c. tanulmányomban a következőket közöltem:

- Ö = öntött állapot,
- 1 = lágy állapot,
- 2 = lágyított és egyengetett,
- 3 = nemesített, nemesítés után 2 órán belül,
- 4 = nemesített és elfektetett,

- 5 = nemesített, elfektetett és egyengetett,
- 6 = a 4-es állapotú lemez hidegen után-hengerelve és egyengetve,
- 7 = félkemény,
- 8 = hengerkemény,
- 9 = nemesített és kb. 16°-on megeresztett.

Nézzük tovább az 1. sz. diagrammot és radgadjuk ki az Al-Cu-Mg3 pl ötvözetet 5-ös állapotban 1.2 mm vastagságnál, amikor kisebb hajlítási sugárként a diagrammról 2.5 mm olvasható le. A diagramm szerint a különböző ötvözeteknek és állapotoknak, valamint és más vastagságnak különböző hajlítási sugarak felelnek meg, amire a rendelésnél figyelemmel kell lenni és, különösen korcolás esetében, előre ki kell kötnünk.



1. ábra.

Az egyik reklamáció alkalmával, amikor félnemes Al-Mg-Si ötvözetet akartak korcolni, azt tapasztalták, hogy az erős áthajlítást a lemez nem bírja és eltörik. A lemez szilárdsági értékei a félnemes állapotnak teljesen megfeleltek és a vastagságnak, valamint az állapotnak megfelelő hajlítási sugárral is feldolgozhatóak voltak, azonban a korcolásra nem váltak be. Az ezzel kapcsolatos kísérletek alapján arra a megállapításra jutottam, hogy az Al-Mg-Si ötvözetű lemezek szilárdsága és nyúlása magasabb edzési hőmérsékleten, azaz 520–530° C-on megeresztés nélkül is az előírt min. érték felett tarthatók, azonban a lemez korcolásra ez esetben nem alkalmas, mivel erős hajlításnál reped. Ha korcolásra alkalmas anyagot akarunk, akkor a nemesítési hőmérsékletet 490–500° C-ra kell beállítanunk, szokás szerint vízben leedzenünk, amivel a szakító szilárdság kb. 20 kg/mm<sup>2</sup>-re esik vissza, a nyúlás viszont ez esetben is 20% körül marad.

Az egyszerűbb és nagysugarú hajlításoknál hengerlészosz-, illetve keresztiránya nem okoz észrevehető különbséget. Az élesebb szögű haj-



lítást, különösen pedig korcolásnál, kerülni kell s a hajlító él pedig lehetőleg a hengerlés irányára merőleges legyen. Helyes az, ha a rendelő a korcolhatóságot külön köti ki, mert ez esetben a hengerész a hideg hengerlést hossz- és keresztirányban kiegyenlíti.

A könnyű fémek általában eléggé törésre hajlamosak és így nagyon érzékenyek bevágás, karcolás iránt, amit igazol az is, hogy a törés, repedés, sőt a korrózió is ilyen helyekről indul ki és innen halad tovább. Arra kell tehát törekednünk, hogy a repedésnek és karcolásnak minden lehetőségét kiküszöböljük. Erre azonban nemcsak a hengerésznek kell ügyelnie azzal, hogy karcmentes árut készít, hanem a szállító és a feldolgozó is kezelje karcmentesen a lemezt. Több esetben előfordult, hogy a feldolgozás helyére viszakerült lemezt, amit a hengerből karcmentesen szállítottunk el, a feldolgozó raktárában egészen siralmas állapotban telekarcoltan találtuk.

A továbbiakban ügyelnünk kell arra, hogy vágáshoz éles és jól vágó szerszámot használjunk, mert a selejtünket ezzel is csökkenthetjük. A vágásnál visszamaradó erős felperemhajlítás után azonnal repedni kezd és ez a kezdődő repedés az egészséges lemezre is áttérjedhet. A repülőgép iparban éppen ezért az összekapcsolandó hajlító élek sarkát hajlítás előtt megfúrni szokásos és a felperemet gondosan leszedni. A fúrólyuk átmérő 0,3–0,4 mm vastag lemeznél 2 mm, 0,8–1 mm vastag lemeznél 4 mm és 5 mm vastag lemeznél 1,0 mm. Lényeges megjegyeznünk, hogy a kimetszett darabokat a sorjától való alapos megtisztítás után hajlítjuk. A felperem, vagyis a sorja, nem okoz repedést akkor, ha az a hajlító szög belső felére kerül. Erre különösen kell ügyelnünk ha a formarészt utánütéssel kisebb sugárra kell hoznunk.

Meg kell említenem még, hogy a Al-Mg ötvözetű lemezek hajlításához örvényárammal fűtött peremező padot alkalmaznak, amely a hajlítópofák zárásánál a hajlítás helyét felmelegíti és ezzel a repedésmentes hajlítást biztosítja.

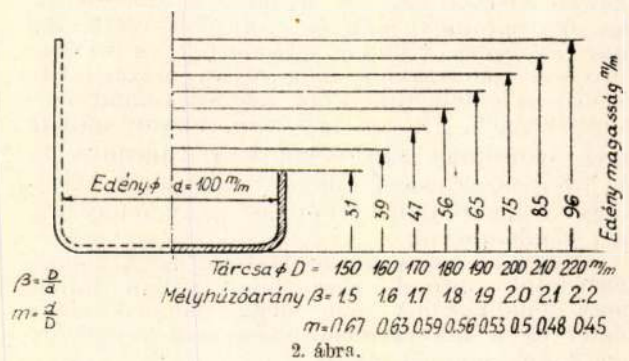
### Mélyhúzás.

A könnyű lemezek felhasználásának egyik legfontosabb területe az üreges testek készítése. Ez történhet mélyhúzással, mélynyomással, gumihúzással, formarahúzással. Tágabb értelemben ide vehetnénk a hideg fröccs-sajtolást is, mely eljárással szintén lemezből készítenek üreges testet, ez azonban már a kovácsolás körébe tartozik. (Ez utóbbival kapcsolatban bővebb tanulmány a Bányászati és Kohászati lapok és az Alumínium c. folyóirat 2., ill. 3. számában található.)

Nézzük először is a mélynyomást, amelyet külön cím alatt a mélyhúzástól elválasztva nem tárgyalok, mivel alapanyaga ugyanaz, mint a mélyhúzásé, csupán az üreg kialakítása történik esztergapedon, forgó mozgással és legtöbbször kézi erővel. Erre legfeljebb azt lehetne megjegyezni, hogy itt a szerszám legömbölyítés nem annyira kényes, mint a mélyhúzásnál. Nagy gyakorlatlaltal bíró szakember egészen különleges mintájú, kőralakú formákat tud kihozni. Kevésbé gyakorlott feldolgozónak aján-

latos nagyobb legömbölyítéseket alkalmazni a szerszámon.

Mélyhúzásra alkalmas anyag mélyhúzhatóságának megállapítása Erichsen próbával történik, de legbiztosabb a hajlító próba. Szokás a többszöri mélyhúzhatóság megállapítására az ékpróba alkalmazása. (Ez utóbbinak lényege az, hogy a kész lemezből ékalakú szakítópróbát veszünk és a végéből leszakítunk egy darabkát, majd ismét nemesítjük és szakítjuk. Ezt az eljárást többször ismétljük mindaddig, amíg a szakítás helyén durva kristályok nem jelentkeznek. Al-Cu-Mg<sub>3</sub> nemesített ötvözetnél előírás volt, hogy háromszori szakítás után a szakítás helyén finom kristályoknak kell maradniuk.) A mélyhúzhatóságának ma szakkörökben és az újabb irodalomban két különböző fogását alkalmazzák, és pedig vagy a tárcsa és edényátmérő arányát, amely 1-nél mindig nagyobb, vagy pedig annak fordítottját, vagyis az edényátmérőnek aránya a tárcsa átmérőhöz, amely viszont mindig tört szám. Ez szabványosítva nincsen. Mindkét arányszámot az alábbi kísérletek adják, amelyek alapján a mélyhúzóarány fogásait kevésbé gyakorlott feldolgozó is meg tudja állapítani. Vegyünk példának egy kerek perem nélküli lábas húzását



$$\text{Fenti ábrán } \beta = \frac{D}{d}$$

ahol D = tárcsaátmérő  
d = edényátmérő

ennek reciprokja  $m = \frac{d}{D}$

Ha a húzóarány pl. = 1,5, ill. 0,67, vagyis a tárcsaátmérő 150 mm, az edényátmérő pedig 100 mm, akkor ránc és repedésmentesen 31 mm magas edényt lehet húzni.

Nézzünk egy másik anyagot, amelynél a húzó arány 2,2, ill. 0,45, akkor a max. tárcsaátmérő 220 mm, az edény belső átmérője marad 100 mm és a max. ránc és repedésmentes edénymagasság 96 mm.

Láttuk a lemez hajlításánál, hogy a különböző állapotú és összetételű ötvözetek más és más hajlítási sugárral dolgozhatók fel helyesen. Ugyanez vonatkozik a mélyhúzásra is. Az egyébként kifogástalan tárcsákból meg nem felelő szerszámmal csak selejtet gyárthatunk, de helyes legömbölyítési sugárral az anyag kifogástalanul mélyhúzható. Erre nézve gyakorlatból kell megemlítenem egy példát. Az Al-Mg-Si ötvözetből 6 mm vastag és 470 mm átmérőjű tárcsákat készítettünk lágy állapotban. Ezekből a tárcsákból 200 mm átmérőjű és 500 mm magas edényt kellett húzni. Az első tételek



oldalt kiszakadtak. A szakadt darabok megvizsgálása az első pillanatban hengerlési hibára mutatott, mivel ezek a lemezek csak egyirányú hengerlést kaptak. Így hát természetes volt, hogy a további próbákat keresztirányban hengerelt anyaggal végezték de közben a szerszám legömbölyítési sugarát is megnagyobbították. Most az anyag jó volt, de jó lett az az anyag is, amit előzőleg féltettek, mint hengerlési hibásat. Ebből most már nyilvánvalóvá vált, hogy tisztán csak a legömbölyítési sugáron múlott az anyag felhasználhatósága. Ugyanezt igazolja az is, hogy készítettünk 680 mm átmérőjű 4,3 mm vastag, az előbbinek megfelelő ötvözetű és állapotú anyagot, amelyből 300 mm átmérőjű és ugyancsak 500 mm magas edényt húztunk és ennél, bár csak hosszirányú volt hengerelve, mégsem mutatkozott a húzott falon repedés. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a tisztán hosszirányú hengerléssel ugyanúgy mélyhúzható az anyag, mint a keresztirányú hengerléssel, de azt jelenti viszont, hogy a legömbölyítési sugárnak milyen nagy szerepe van a mélyhúzásnál.

A legömbölyítési sugár megválasztására szolgáljon támpontul Katzmarek diagramja.

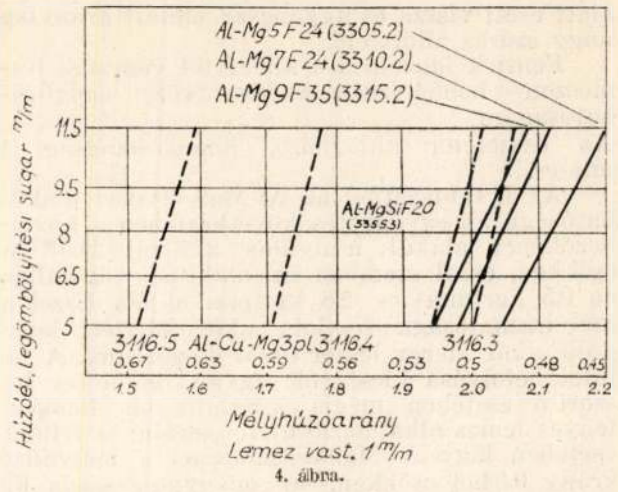
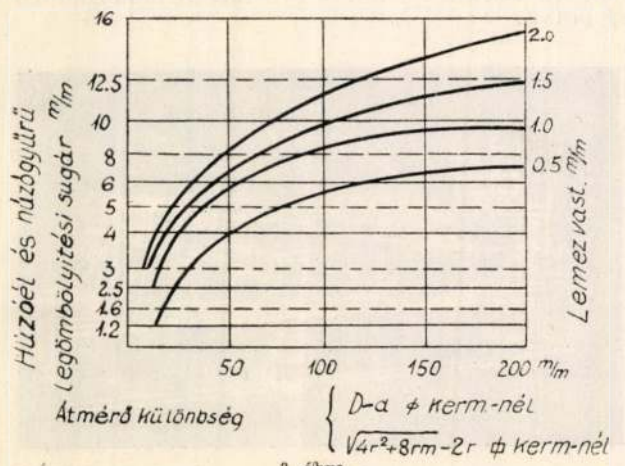
A 3. sz. diagrammon Katzmarek 10%-kal magasabb értéket ad, mint ami célszerű. A diagramm szerint a legömbölyítési sugár az alkotandó darab nagyságától függ. Az átmérő különbségre két értéket látunk, amelyek közül D—d hengeres testre, míg

$\sqrt{4r^2 + 8r \cdot m} - 2r$  keresztmetszetű testre vonatkozik.

Itt r = a köpeny legömbölyítési sugara  
 m = a köpeny magassága (edénymagasság)  
 a tárcsaátmérő D =  $\sqrt{d^2 + 4dm}$   
 edényátmérő = d

Pl. az 1 mm-es lemezből 2-s mélyhúzóarány mellett egy 100 mm belső átmérőjű edényt akarunk húzni, akkor a 2. ábrából a tárcsaátmérő 200 mm, tehát D—d = 200—100 = 100, így a 3. ábrából az 1 mm-es lemez diagrammján a 100-as D—d-nek r = 8 mm szerszám- és húzóárány legömbölyítése felel meg. Fentieknél kisebb sugárral is dolgozhatunk, azonban fennáll a nagyobb selejtképződés lehetősége.

A 4. ábra a különböző Al ötvözetek mélyhúzó arányát adja és a megfelelő húzóéleket.



illetve legömbölyítési sugarakat. A diagrammon különböző Al ötvözetek 1 mm vastag lemezeire vonatkozó értékeket kapjuk. A sajtológép a kísérletnél nyomólevegős leszorítóval dolgozott, az edény belső átmérője 100 mm volt.

A gyakorlatban a legömbölyítési sugár nem változik, ha a szerszámhézag 1.2 vagy 1.4-szerese a lemezvastagságnak. Ha a 4. ábrából a gyorsan keményedő Al-Mg9-es ötvözetet vesszük 2-s állapotban, akkor r = 5 mm legömbölyítési sugárnak 1.93, illetve 0.52 húzóarány, azaz 67 mm edénymagasság felel meg. A 11.5 mm sugár mellett a húzóarány 2.1, ill. 0.48, ami 85 mm-es edénymagasságnak felel meg.

Nézzük a továbbiakban, hogy az anyag állapota milyen befolyással van a mélyhúzhatóságra? Az Al-Cu-Mg3 ötvözetnél pl. 3-as állapotban r = 5 mm-nél a húzóarány 2, ill. 0,5 az edénymagasság 75 mm. Ugyanezen ötvözetnél 4-es állapotban a húzóarány 1.7, ill. 0.59, azaz ilyen állapotban csak 47 mm magas edény húzható. 5-ös állapotban pedig a húzóarány 1, 52, ill. 0.65, aminek már csak 33 mm magas edény felel meg. Ha legömbölyítési sugarat növeljük természetesen nő a mélyhúzhatósági arány is.

Az előbbi példában a mélyhúzhatósági arány 1.7-ről 1.52-re az egyengetés befolyása

I. TABLAZAT,

Egyengetés és lemezfelület befolyása a mélyhúzó arányra.

Anyag	Szilárdsági értékek			Mély húzhatóság β					
	Repülő jelzés	Allapot	σ <sub>s</sub>	σ <sub>B</sub>	δ <sub>0.2</sub>	Merev leszorító			
						Sűr. lev. leszorító	Merev leszorító		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al-Mg5 F <sub>24</sub>	3305.1	1	12,7	27,2	26,3	2,05	2,02	1,89	2,01
	3305.2	2	14,9	27,8	22,8	2,01	2,00	1,90	1,96
			+2,2	+0,6	-3,5	-0,04	-0,02	+0,01	-0,05
Al-Mg7 F <sub>30</sub>	3310.1	1	17,5	33,7	27,9	2,09	1,94	1,90	2,96
	3310.2	2	19,5	34,2	25,5	1,95	1,92	1,88	2,00
			+2,0	+0,5	-2,4	-0,14	-0,02	-0,02	-0,06
Al-Mg9 F <sub>35</sub>	3315.1	1	20,5	37,1	27,2	1,96	1,88	1,86	1,93
	3315.2	2	23,3	37,6	24,5	1,75	1,48	1,55	1,59
			-2,8	-0,5	-2,7	-0,21	-0,40	-0,31	-0,34



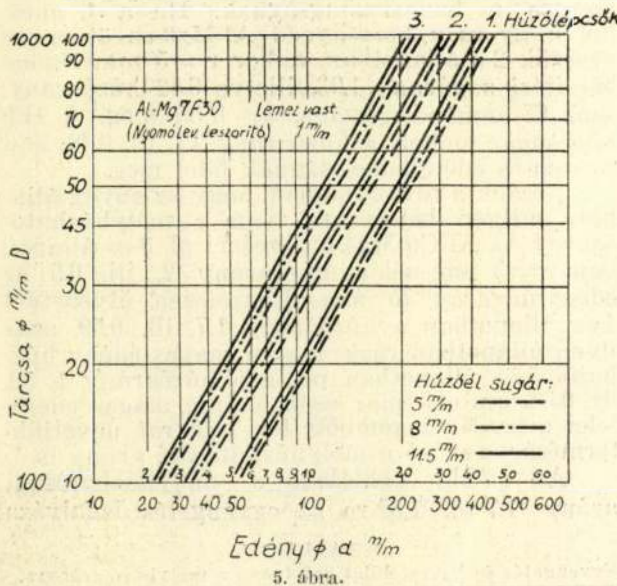
alatt esett vissza és ugyancsak emiatt aránylag nagy szórás állott elő.

Fentiek igazolására kísérletet végeztek terméshézagok keménységű Al-Mg ötvözet mélyhúzóhatóságára.

Az összetétel különböző, lemezvastagság 1 mm-es.

Az I. táblázatból az Al-Mg9 ötvözet alakíthatósága az egyenetlés következtében a következőképpen alakul; a nyúlás 27%-ról 24,5%-ra csökken, ezzel szemben az alakítási ellenállás  $\sigma_B$  0,5 kgr/mm<sup>2</sup> és 2,8 kgr/mm<sup>2</sup>-el nő. Ezzel a mélyhúzóhatósága romlott, akár sűrített levegőjű, akár merev leszorítóval dolgoztunk. A felület befolyása kicsi volt ugyan, de merev leszorító esetében mégis ajánlatosabb hengerfényes lemez alkalmazása. Hengerfényes felület esetében lágy Al-Mg9-es lemeznél a mélyhúzó arány 0,34-el csökken, az edénymagassága 67 mm-ről 37 mm-re esik. A gyakorlatban általában az a nézet alakult ki, hogy a mélyhúzó arány max. szórása  $\pm 0,05$  lehet. Egyelőre kisebb szórás nem szavatolható.

A különböző ötvözetek formálhatósága, valamint a szerszám alakja és a darab kiképzésére és elkészítésére az 5. ábra nyújt támpontot.



Edény  $\phi$  a mm  
5. ábra.

Al-Mg7 ötvözet, 1 mm-es 2-s állapotban. Mélyhúzás vizsgálata az edényátmérő és tárcsaátmérő arányában.

A mélyhúzó érték az első ütésre mérhető. Az értéket a további ütésekre kísérletileg egyenesen 1,4, ill. 0,7 mm-ben állapították meg.

Az Al ötvözetek mélyhúzása hidegen történik, míg a Mg-Al ötvözetek 1 mm-es lemezből hidegen csak 4 mm-re húzhatók és 300° C-on már 12 mm-re.

A nemesíthető Al ötvözetek nemesítéssel biztosítható előnyeiket két módon érhetjük el. Az egyik, amely szerint lágy anyagból indulunk ki, az utolsó húzás előtt nemesítjük és azonnal készre húzzuk. A másik mód, amikor lágyítva teljesen készre húzzuk és a kész darabot nemesítjük. Az első esetben a magas szilárdság feltétlenül biztosítható, mivel nemesítés után a hidegalakítás előnyös. A második esetben a magas szilárdság csak úgy biztosítható, ha a nemesítés után elfektetjük, vagy megeresztjük.

### Nyújtóhúzás, vagy formárahúzás.

A formárahúzó eljárást vaslemez kialakítására a személy és teherkocsik, valamint autobuszoknál már régebben alkalmazták. Az utóbbi időben repülőgép burkolásának kialakítására Al ötvözetet alkalmaznak. Mind nagyobb tért hódít az Al és ötvözeteinek burkolóanyagként való felhasználása szárazföldi járművek karosszériájának kialakításánál is.

Az eljárásnak nagyobb területen való elterjedéséhez nemcsak az eljárás ismerete szükséges, de az újabban mind nagyobb tért hódító Al és ötvözeteiből készült lemezekkel való bánásmódot is meg kell ismerni. Külföldi repülőgépgyárakban erre vonatkozóan kísérletek folytak, amiről később lesz szó. Nálunk még a karosszéria gyártása sem került olyan mértékben bevezetésre, mint az szükséges volna.

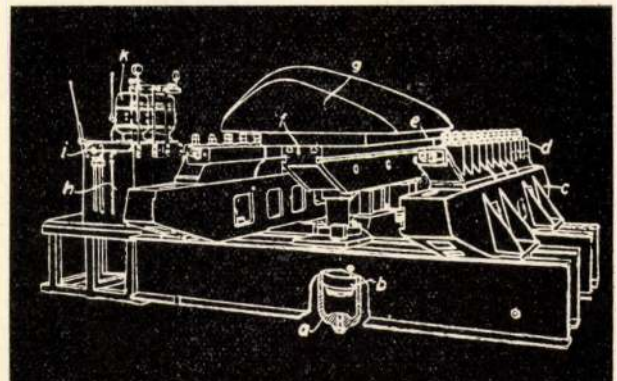
Az első részben ismerjük meg az eljárást és a különböző formárahúzó gépeket, majd pedig az Al és ötvözeteivel végzett kísérletekről számolunk be.

Az eljárás a régi időabló kézi formázás helyettesítésére szolgál, amikor is nagy darabokat gépi erővel gazdaságosan formálhatunk. Aránylag csekély gépi befektetéssel a munkakerő megtakarítása szerfelett nagy. A gyártási időt is erősen megrövidíti, mert a régi, több órás munkát pár perc alatt el lehet végezni. A gépkezelést emellett betanított munkások végezhetik.

Ennek az eljárásnak további előnye, hogy a formaszerszám házilag fából készíthető, amelynek költsége a normális acél húzószerszámnak csak egy kis töredéke. Ilyen fából készült szerszám az alak változtatása esetén könnyűszerrel átalakítható.

Lényegében az eljárás a mechanikus és hidraulikus húzó sajtóktól abban különbözik, hogy azoknál a lemezt egy matrica nyíláson át tűske segítségével nyomják, addig ezen eljárásnál egy formára húzzák.

A 6. ábra egy formárahúzó sajtó elvi vázlatát mutatja f) asztal b) dugattyú ül, amely a) hengerben lévő folyadék nyomására felfelé elmozdítható. A gép alapja erős T tartóból áll, melyek az alaphoz illesztettek és ezeken az asztal mindkét oldalán keresztartók vannak felerősítve. A keresztartókból d) csavarorsók nyúlnak ki. Ezekhez vannak erősítve a lemezbefogó e) pofák.



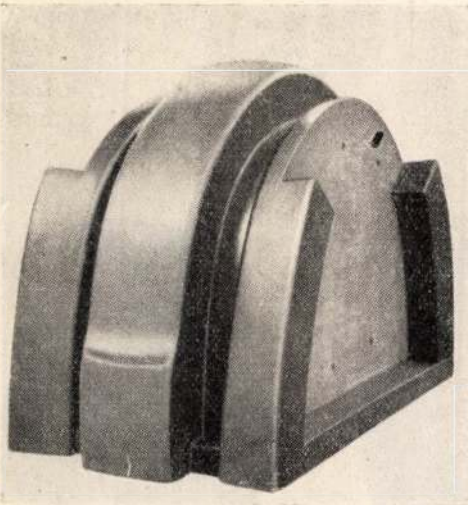
6. ábra.



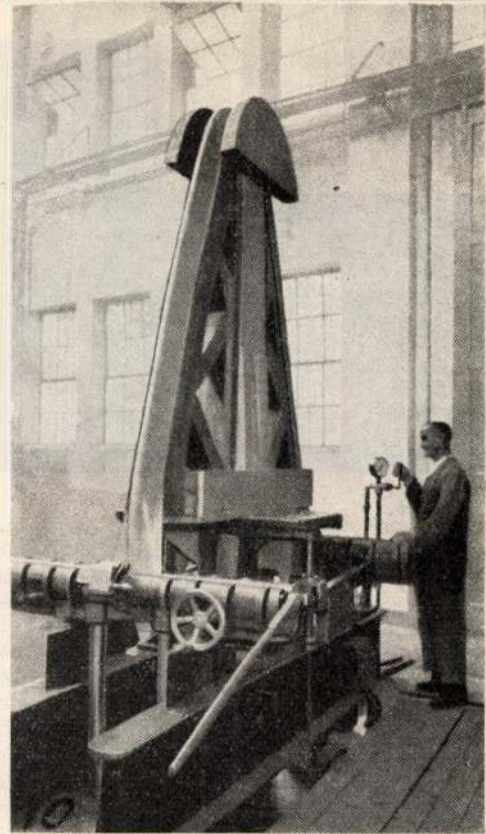
Az előállítandó forma kiképzésére szolgál az asztalra erősített szerszám az ú. n. tőke. Egy ilyen tőkét ábrázol a 7. ábra.

A munkamenet a következő: A beizrott lemezt, mint azt a 8. ábrán látjuk, a bélyegzőre fektetjük és a befogó pofákba a két végét befogják. Most a *h*) pumpát (lásd 5. ábrát) bekapcsolják és az *i*) szabályozó segítségével a dugattyút, ill. a tőkét felfelé nyomják. Ezáltal a lemez nyúlik és a szerszám alakját kényszerül felvenni.

Ha a megfelelő formát elértük, akkor az asztalemelkedést leállítjuk. Az asztal max. emelkedését egy bizonyos határon önműködő szeleppel szabályozzuk.



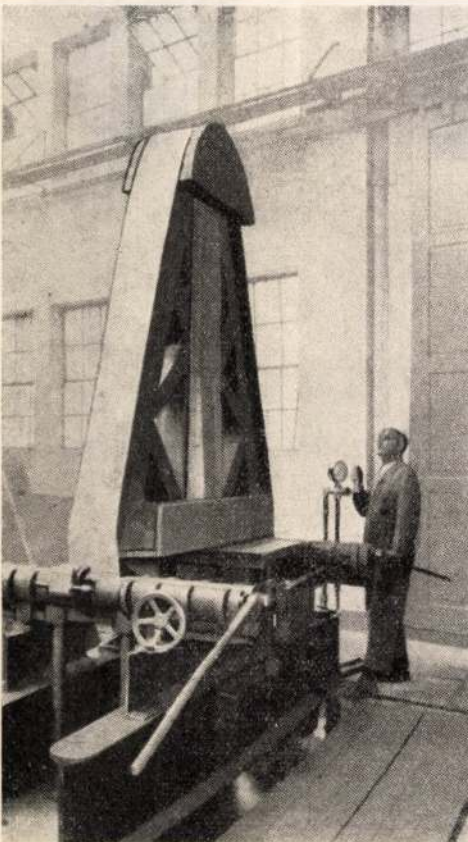
7. ábra.



9. ábra.

Ezzel az eljárással kis csúcsmagasságú darabokat egymás mellett kettesével is gyárthatunk. Ily módon szimmetrikus részeket, mint pl. egy kocsis hátsó fele, egy munkamenettel gyárthatunk, amelynek további előnye a befogási hulladék csökkentése és két szerszám helyett egy szerszámkölségterhelés. A szimmetrikus daraboknál e módon csupán hulladékcsökkentést érhetünk el.

A 10. ábrán néhány formárahúzott lemez kialakítását látjuk.

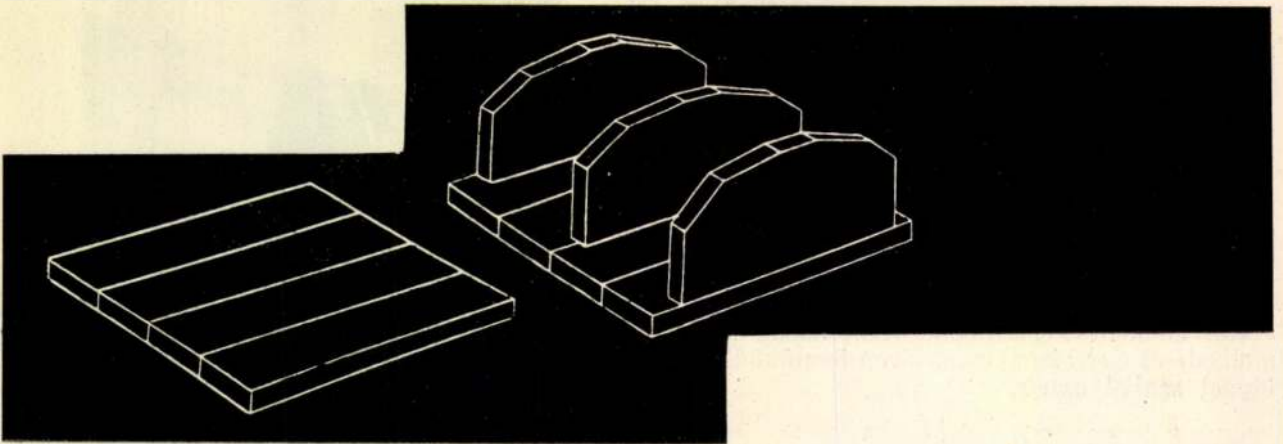


8. ábra.



10. ábra.





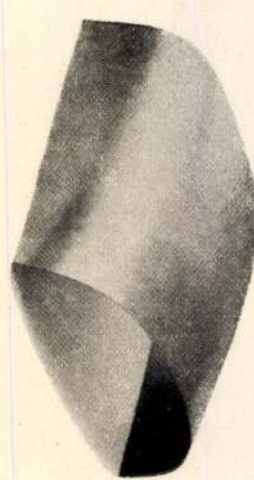
11. ábra.

A 11., 12., 13. ábrák egy egyszerű faminta elkészítési módját ábrázolják. A 11. ábra az alapkeret, a 12. ábra az alapkeretre erősített homloklécek, a 13. a kész faminta, mellyel teljesen nemes formájú a kész húzott lemez. A szerszám anyaga és kiképzése olyan legyen, hogy a fellépő nyomást feltétlenül bírja. Erre a célra vörösfenyőt, sajtolt fát, vagy műanyagot szoktak használni. De alkalmas keményfa is. A kész szerszámot le kell simítani és polírozni, hogy a surlódási ellenállást minimálisra csökkentsük.

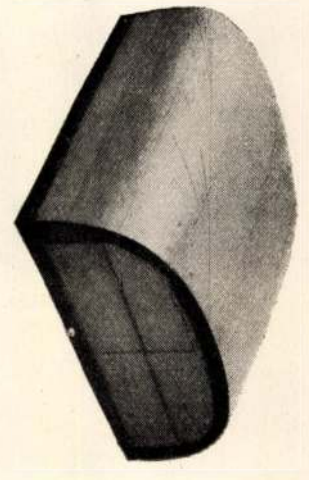
A kézzel való utánalakítás különleges formák esetében, könnyűszerrel végezhető a kifejlesztett lemezen.

A 14. ábra egy húzógépet mutat be üzemben. Ha a famintának hosszú élettartamot akarunk biztosítani, akkor az éles és erősen igénybevett részeket vassal fedjük be. Hosszú élettartamot biztosíthatunk akkor is, ha az első húzott lemezt a szerszámon rajtahagyjuk és rászegeljük. Természetesen itt is alkalmazhatunk fém szerszámokat. Ez esetben azonban teljesen elegendő, ha öntöttvasból készítjük, amikor is csekély utánmunkálással és felesiszolással még mindig olcsóbb szerszámot kapunk, mint a normál húzó szerszám.

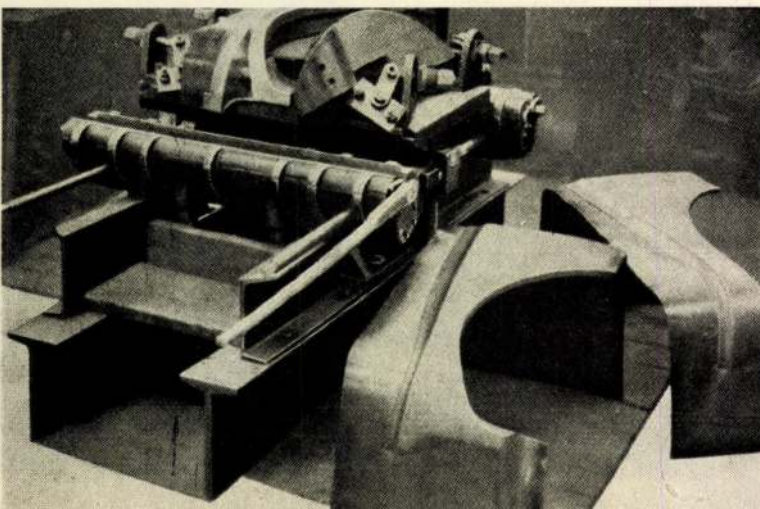
A 15. ábra faszerszámokat ábrázol fém betéttel.



12. ábra.

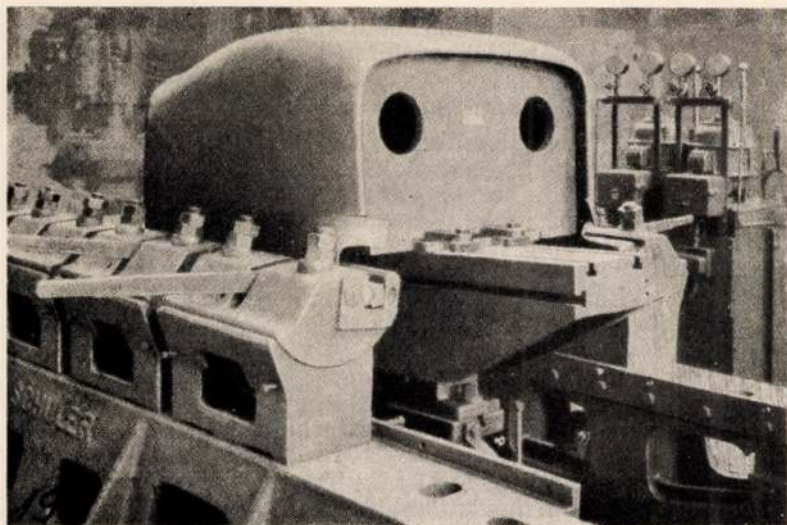


13. ábra.

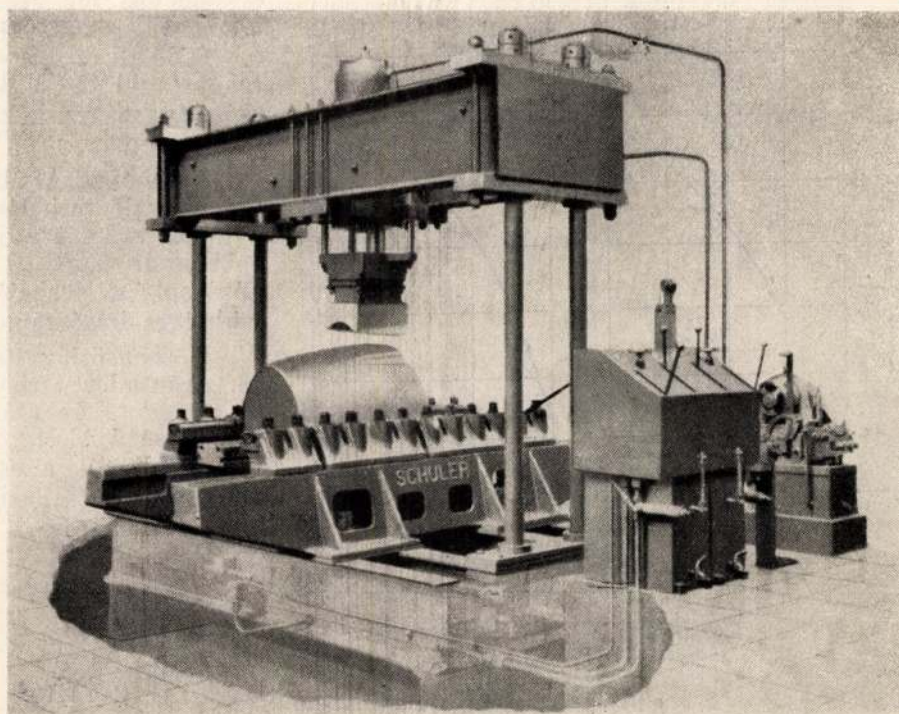


14. ábra.





15. ábra.

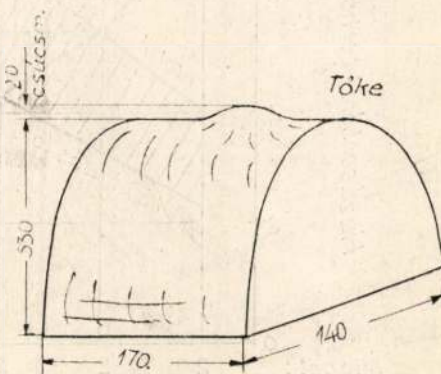


16. ábra.

A 16. ábra egy modern ellennyomóval ellátott formárahúzó gépet mutat, amelynek segítségével a kézi utánalakítás helyett is gépi erővel dolgozhatunk.

A formahúzó gépek a jó alakíthatóság véghezvitelére hidraulikus sajtók elvén alapulnak. Az ilyen hidraulikus sajtó főbb adatai a következők:

- max. nyomás 40—150 t
- asztal emelési magasság 180—400 mm
- dugattyú átmérő 150—300 mm
- asztallap méret; mellső szélesség 200—570 mm
- hátsó szélesség 200—650 mm
- hossz 400—2500 mm
- befogó pofa (oldalanként 1—8 drb.)
- max. befogási távolság 500—2500 mm
- min. befogási távolság 900—820 mm



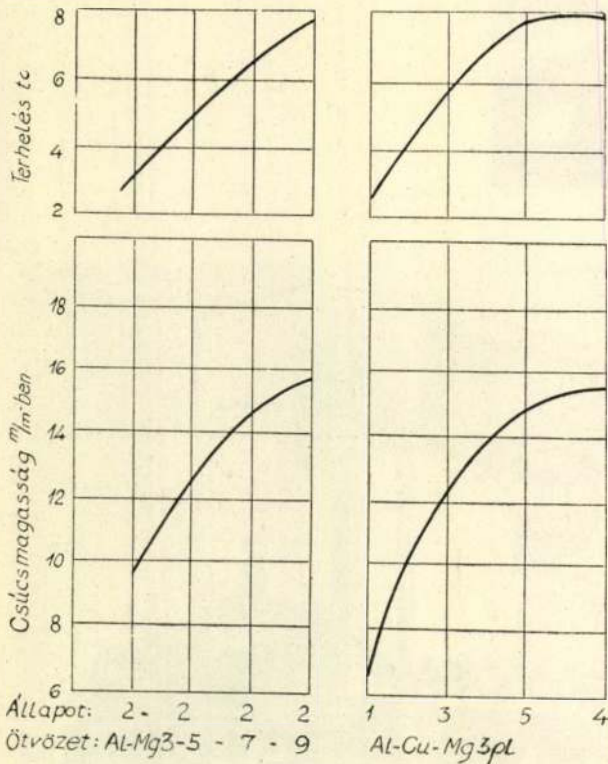
17. ábra.



erőszükséglet 3,5—7 HP  
 motor fordulatszám 1,000—1 500 f/p  
 dugattyús szám lehet 1 vagy 2 és külön szivattyúval szabályozható.

Most pedig nézzük az egyik külföldi nagy repülőgépgyár laboratóriumában végzett kísérleteket. E kísérleteket Al ötvözetekkel végezték és az anyag viselkedését figyelték meg.

A kísérleteknél a 16. ábrán látható formára húztak különböző anyagú és állapotú 1 mm-es lemezt egy húzással, kiszakadásig.



18. ábra.

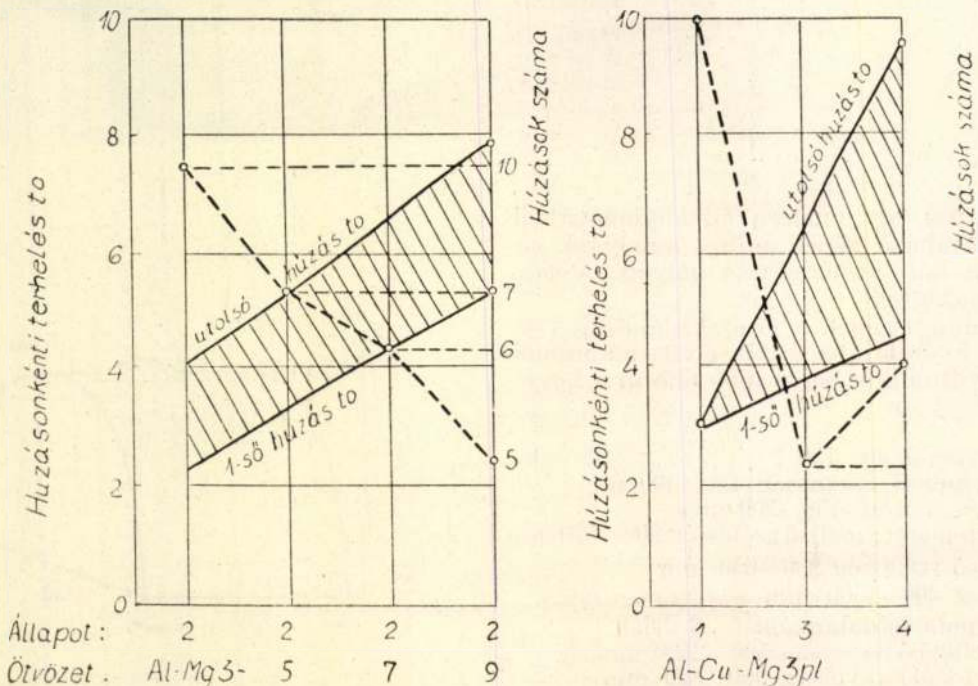
A max. elérhető csúcsmagasságnál a terhelés mértékét mérték. (A csúcsmagasság a boltozat magassága, azaz a csúcsban elérhető legnagyobb alakítás.)

A 18. ábrán négy diagramot látunk, amelyek egyikének abszcisszáján Al-Mg ötvözetek 2-es állapotban vannak feltüntetve, míg az ordinátán a csúcsmagasság és terhelés szerepel. Hasonló a helyzet a jobboldali ábrán is, ahol viszont az abszcissza az Al-Cu-Mg3 ötvözet különböző állapotban van feltüntetve, az ordinátán pedig a csúcsmagasság és a terhelés. A baloldali ábrán az Al-Mg9 ötvözet mutatja a legnagyobb csúcsmagasságot, de itt a terhelés 8 t. Az Al-Mg3-as ötvözet esetében a csúcsmagasság csak 9 mm, a terhelés pedig 3 t. A jobboldali ábrán az Al-Cu-Mg3 pl. ötvözet 4-es állapotban mutatja a legnagyobb csúcsmagasságot 15 mm-t. Terhelés 8 t. Az 5-ös állapot, bár lényegesen magasabb szilárdságú, mint a 4-es, de alacsonyabb csúcsmagasság érhető el, ami az egyenetlési fok szerint erős szórást mutat és így tisztán az egyenetlésre vezethető vissza.

Érdekes megfigyelni, hogy az 1-es állapotú, tehát lágy Al-Cu-Mg3 pl. ötvözet csak 7 mm csúcsmagasságra húzható és ez alatt 3 t terhelést vesz fel.

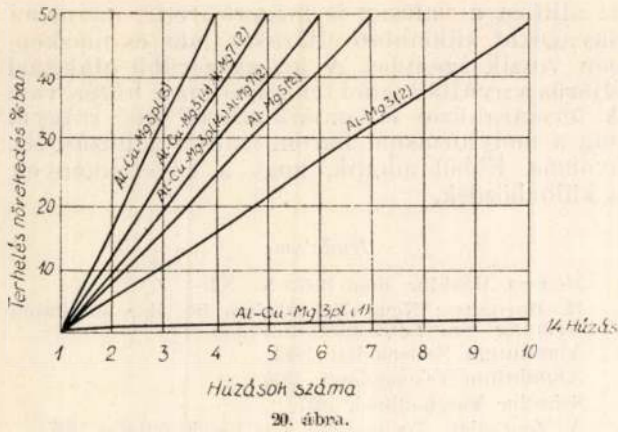
A 19. ábra Al-Mg ötvözetek különböző állapotban való terhelését mutatja húzásonként és a húzás számát adja a teljes felfekvéshez. A jobboldali ábra itt is Al-Cu-Mg3 pl. ötvözet húzásonkénti terhelését és a teljes felfekvéshez szükséges húzószámot mutatja.

Közbenő lágyítást úgy iktatunk be, hogy a 18. ábrán adott terhelés 90%-ára vesszük igénybe az anyagot és utána lágyítunk. Az eredeti keménységű Al-Mg ötvözeteknél a Mg tartalommal emelkedik a csúcsmagasság, de ugyanakkor az anyag szilárdságával növekszik a szükséges terhelés is.



19. ábra.





20. ábra.

Érdekes, hogy az Al-Mg9-es ötvözet 2-es állapotban formára húzásra jobb, mint pl. az Al-Cu-Mg3 ötvözet 4-es állapotban. A 25-ös ábráról leolvasható, hogy pl. az Al-Cu-Mg3 ötvözet 1-es állapotban 14 húzással, 3-as állapotban 4 húzással, 4-es állapotban 6 húzással alakítható teljes felfekvéshez.

Üzemi próbákkal minden formához a húzó sajtóra egy táblázatot készíthetünk és minden állapotnak megfelelően a terhelést előírhatjuk. De, természetesen, a sajtón megbízható nyomásmérőnek is kell lennie. A 20. ábra különböző összetételű és 1 mm-es lemezzel végzett kísérletek diagramjai a húzási szám és a terhelésnövekedés függvényében.

**Gumihúzás.**

Az utóbbi évtizedben mind több szó esik egy újabb eljárásról, aminek a repülőgép iparban és a karosszériagyártásban van jelentősége. Al, ill. Al ötvözetű lemezek formálását keménygumi szerszámmal végzik. Ez esetben természetesen csak kisebb domborításról lehet szó. Az egyik angol folyóirat hírt közöl erről az eljárásról, mint, amit a háború alatt az angol repülőgépgyártásnál már sikeresen alkalmaztak is. A lap szerint a szerszám felső része kemény gumiból készül, az alsó része pedig acélből és ügyelni kell arra, hogy az acél szerszám a pozitív formát képviselje, azaz domború mintával rendelkezék és a gumi pedig a negatív mintát adja, azaz a forma domborulatai legyenek a gumi felőli oldalon. (Modern Machine shop 1947. X.)

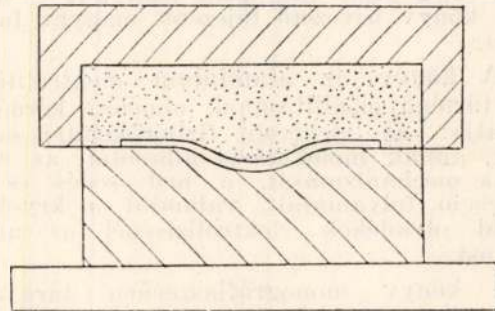
II. Táblázat.

Anyag	Formálhatóság		
	Rep. előír.	Állapot	Nyúlás %
Al 99.5	3000.1	1	42
Al-Cu-Mg3 pl	3116.2	2	32
Al-Cu-Mg3 pl	3116.3	3	25
Al-Cu-Mg3 pl	3116.4	4	27
Al-Cu-Mg3 pl	3116.5	5	25
Al-Mg <sup>5</sup>	3305.2	2	36
Al-Mg <sup>7</sup>	3310.2	2	36
Al-Mg <sup>9</sup>	3315.2	2	36

Ugyanerről az eljárásról olvastunk az Aluminium Zeitschrift 1943-as évfolyamában, ahol a Junkers repülőgépgyárnak kísérleteit közlik, amelyet Al-Cu-Mg3 ötvözetrel végeztek. (II. Táblázat)

A 21. ábra egy gumihúzó szerszámot ábrázol és egy táblázatot, amelyen különböző állapotú anyagok vannak feltüntetve és azoknak nyúlása. A kísérlet minden esetben 1 mm vastag lemezzel történt. A tárcsa átmérője 200 mm, a specifikus nyomás pedig 300 kgr/cm<sup>2</sup>. A kísérletek szerint a legjobban az Al-Cu-Mg3 pl 2-es állapotú ötvözet vált be és második helyen ugyanezen ötvözetnek 4-es állapota áll.

Hangsúlyozzuk, hogy csak egyes lemezekkel végeztek kísérletet, nagy szilárdságú anyagokkal még nem. A Junkers gyár kísérleteinél a szerszám felső része domború volt és kemény gumiból készült. Az alsó rész Mg ötvény, vagy pedig ragasztott fa volt. Az Mg ötvényből készült alsó szerszám költségesebb, mint a ragasztott, ill. keményfa, azonban Mg ötvénnyel 5.000 darabnak a mélyhúzása volt lehetséges, míg ragasztott, ill. keményfával csak 1.000 db. húzható. A gazdaságosság elbírálásánál mindenesetre figyelembe kell venni, hogy először is a gumihúzó szerszámmal a drága acél szerszám készítését kerüljük el, mivel a felső szerszám könnyen kialakítható kemény gumiból készül és az alsó szerszámot pedig ugyancsak könnyen önthető fémből vagy fából készíthetjük. Az Mg és keményfából készült alsó szerszám gazdaságossága nagyrésztben függ at-



21. ábra.

tól, hogy milyen darabszámot kell legyártanunk. Az Mg ötvény drágább előállítási költsége bizonyára megtérül a nagyobb darabszámmal. A gumihúzás még bizonyára sok érdekeset rejt magában és ezúton szeretném felhívni a figyelmét azoknak, akik lemez formálásával foglalkoznak.

III. Táblázat.

Anyag	Értékelés					
	Repülő előírás	Állapot	Hajlítás	Gumi húzás	Nyújtó húzás	Mélyhúzás
Al-Cu-Mg3 pl	3116.1	2	1	1	4	2
	3116.3	3	2	2	1	1
	3116.4	4	3	3	2	3
	3116.5	5	4	4	3	4



### Összefoglalás.

A fent felsorolt eljárások összehasonlításával szeretném összefoglalni tanulmányomban közölteket. Ez ugyan kissé nehéz feladat, mert az anyagok alakíthatóságát nagyon nehéz egy értéksorozatba besorolni.

A III. táblázat szerint a hajlításhoz összehasonlítási alapul vesszük a min. hajlítósugarat, a gumihúzáshoz a még elérhető felületi nyúlást, a formárahúzáshoz a csúcsmagasságot és a mélyhúzáshoz a mélyhúzó arányt. Az anyag Al-Cu-Mg<sub>3</sub> pl. 2, 3, 4, 5 állapotban, a lemezevastagság 1 mm az értékelési sorrend 1-4-ig történik. A táblázat szerint ugyanolyan anyagnál az értékelésben soha ugyanolyan helyzet nem áll be a különböző alakításoknál. Ezt

az állítást a valóság is megerősítette, mivel az anyagokat különböző eljárások más és másképpen veszik igénybe. A legegyszerűbb alakítási eljárás a nyújtás, ahol tengelyirányú húzás van. A fermárahúzás és gumihúzással két irányú, míg a mélyhúzáshoz három irányú a húzás, ill. nyomás. Ebből adódik, hogy a követelmények is különbözőek.

### Irodalom:

- Modern Mashine shop 1947. X., XI.  
H. Hornauer: Neue Erkenntnisse bei der spanlosen Verformung von Leichtmetallblechen  
Aluminium Zeitschrift 1943.  
Aluminium Taschenbuch 1940.  
Schuller Taschenbuch 1937.  
A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle 1947.

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

Ismertetés prof. dr. A. J. Bjelajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből.<sup>1</sup>

A könyv felülről mindazon fontosabb elméleti kérdések tárgyalását, amelyek az alumínium kohászatban úgy elméleti, mint gyakorlati szempontból elsőrendű fontosságúak.

A könyv tartalmát illetőleg — melyben a szerző főleg saját kutatásait ismerteti — idézzük a könyv bevezető fejezetét magyar fordításban.

„A könyv az alumínium elektrolitikus úton történő előállításának elméleti kérdéseit tárgyalja: az elektrolit fizikai-kémiai sajátosságait, annak molekuláris állapotát, az elektrolízis mechanizmusát, a nedvesedés és az abszorbeáló folyamatait, valamint a kryolith-timföld olvadékok elektrolízisének az anód-effektust.

A könyv monográfiászerűen tárgyalja ezenkívül az oxidok szerepét a kryolith-fürdőben. A könyv az alumínium-ipar tudományos és mérnök-technikai munkásainak, valamint tankönyvként a könnyűfémek elektrometalurgiájának területén magukat szakosítani óhajtó felsőbb kurzusú tanulóinak van szánva.”

E folyóirat keretében kívánjuk folytatólagosan ismertetni a könyv főfejezeteit.

### Az oxidok viselkedése a kryolith-fürdőben.

E fejezet a kryolith — oxid rendszerek bonyolult kérdéseit tárgyalja, melyek kettős érdeklődésre tarthatnak számot. Egyrészt megismerjük e kérdés fizikai-kémiai jelenségeinek a lényegét, másrészt gyakorlati jelentőségük van a kryolith-fürdőben való közvetlen alumínium-ötvetet előállításánál.

Az oxidok (nem számítva magát a timföldet) a kryolith-fürdőbe bekerülhetnek az alap-

anyagokkal, melyeknek mennyisége közelítőleg állandó és jelenlétükkel mindig számolnunk kell és másodszor olyanokkal, amelyeket külön szándékosan adagolunk az elektrolitba.

Az első csoportbeliekhez tartoznak a kovaföld, vas, titán, kalcium, magnézium, bárium, nátrium, kálium és vanádium, melyek a timföldben, a fluoridban és az anódhamuban fordulhatnak elő. A második csoportba soroltak a különböző nehézfémek oxidjai, melyek az alumínium-fémel ötvözeteket alkotnak.

Az alumínium fürdőben két folyékony fázis alakul ki, az egyik a kryolith-timföld olvadék sósfázisa, a másik a megolvadt alumínium fémfázisa. Az oxidok viselkedésének kérdését kétféle módon tárgyalhatjuk: egyrészt fizikai-kémiai, másrészt elektrokémiai szempontból.

Az oxidok hatása a sósfázisra az olvadék oldási hőfokában, sűrűségében, elektromos vezetőképességében stb. nyilvánul meg. Másrészt a nehézfémek oxidjai, melyek a fémfázissal kerülnek érintkezésbe, megfelelő alumínótermikus reakciók létrejöttét eredményezhetik, melyek mint a katodon, mint pedig az elektrolitban dispergált alumíniummal (fémkód) jöhetnek létre. Elektrokémiai szempontból fontos a bontás-feszültség megállapítása, különösen az ötvözetek közvetlen fürdőben való előállításakor.

A legfontosabb oxidok sajátosságait és azok hatását a kryolith olvadékokra kísérletileg határozták meg azokat táblázatokba és diagramokba foglalták össze.

Az 1. sz. táblázat ismerteti a számbajövő fontosabb oxidok sűrűségét, olvadási hőmérsékletét és képződési-hőjét. (Lásd 1. sz. táblázat.)

A 2. számú táblázat és az 1. sz. ábra szemlélteti az oxidok olvadékonyságát olvasztott 1000° C-on.

<sup>1</sup> A könyv 1947. évben Moszkvában jelent meg az Allami Tudományos Technikai Kiadó kiadásában 183. oldal terjedelemben.



1. sz. tábla.

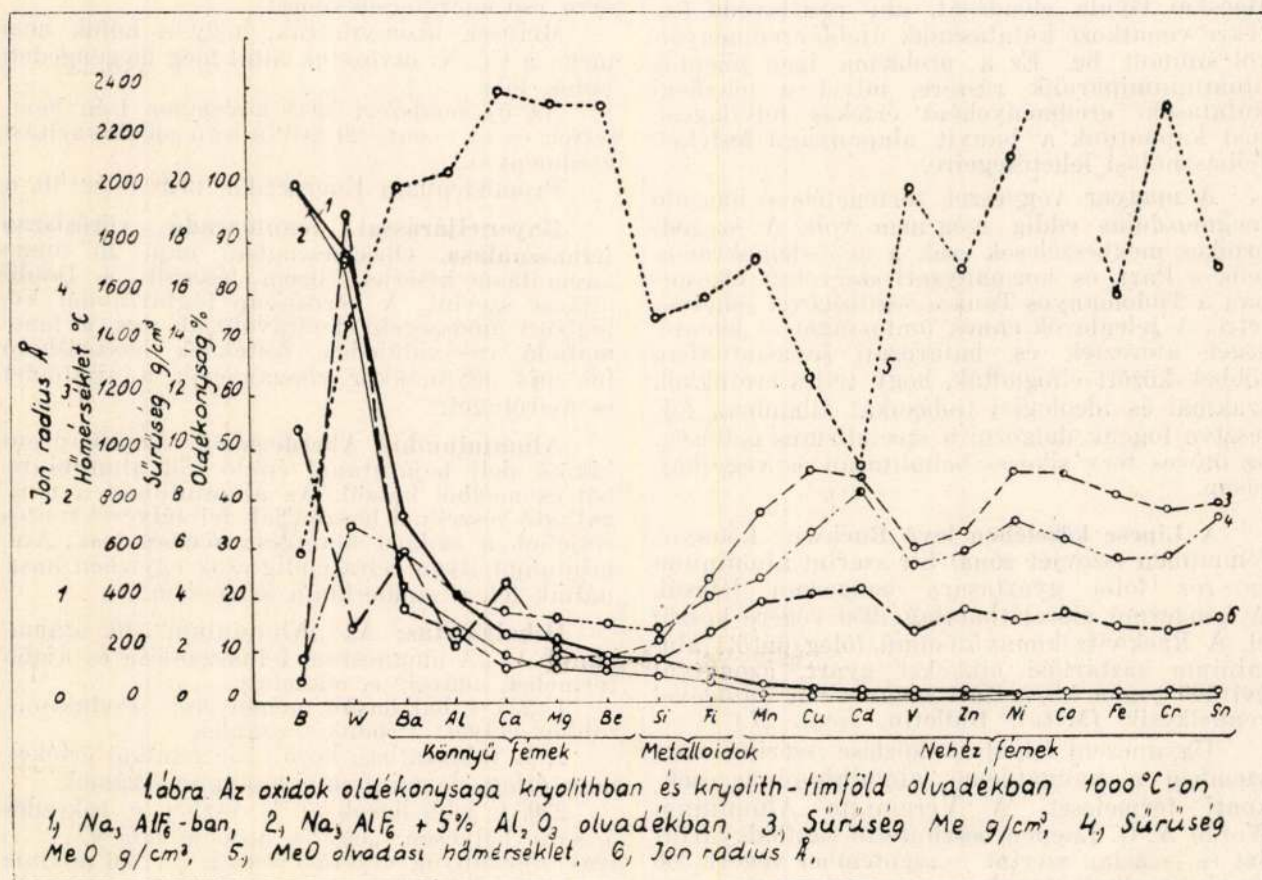
Oxidok	Sűrűség 20°-nál gr/cm <sup>3</sup>	Olvadási hőmérsék- let C <sup>o</sup>	Az oxidok képződési hője elemeiből 20°- Kal/mol
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,96	2050	402,9
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,84	577	282,1
BaO	5,72	~ 2000	133,0
BeO	3,06	2500	147,0
CaO	3,2—3,4	2572	152,0
CdO	8,15	900	65,2
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	6,07	(disszocial)	193,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,21	2275	289,0
CuO	6,40	1396	37,8
		(disszocial)	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,1—5,2	1565	198,5
K <sub>2</sub> O	2,32	izzáson	86,8
MgO	3,2—3,7	> 2500	145,8
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	4,3—4,9	1705	345,0
NiO	6,83	2090	58,9
SiO <sub>2</sub>	2,65	1470	208,0
SnO <sub>2</sub>	6,75	1650	137,0
TiO <sub>2</sub>	3,84—4,26	1562	225,0
ZnO	5,42	1650	83,1
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,87	1970	302,0
WO <sub>3</sub>	6,84	1473	194,9

A oxidok olvadákonysága olvasztott kryolithban és a kryolith-timföld olvadékban 1000°-on.

2. sz. tábla.

Oxidok	Oldhatóság kryolithban %-ban	Oldhatóság a Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> +5% <sup>10</sup> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> olvadékban %-osan
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	korlátlanul	korlátlanul
WO <sub>3</sub>	87,72	86,14
BaO	35,75	22,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,77	—
CaO	13,42	8,46
MgO	11,65	7,02
BeO	8,95	6,43
SiO <sub>2</sub>	8,82	—
TiO <sub>2</sub>	4,87	4,15
Mn <sup>2</sup> O <sub>4</sub>	2,19	1,22
CuO	1,13	0,68
CdO	0,98	0,26
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,95	0,21
ZnO	0,61	0,004
NiO	0,32	0,180
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,24	0,140
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18	0,003
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	0,050
SuN <sub>2</sub>	0,08	0,010

1. sz. ábra.



(Folytatás a következő számban.)



## HÍREK

**A Magyar Kémikusok Egyesülete I. Vándorgyűlése.** A Magyar Kémikusok Egyesülete 1949 november 18—20-ig Szegeden tartotta I. vándorgyűlését, melyen az ország minden részéről kb. 500 vegyész jelent meg. A vándorgyűlés előadásait a következő négy szakosztályban tartották meg:

Szerves kémiai szakosztály,

Fizikai kémia, kolloidika, Analitikai szakosztály,

Ásványolaj és szervesetlen kémiai szakosztály.

Biokémiai és gyógyszervegyészeti szakosztály.

A három napon át tartó megbeszéléseken közel 100 előadás megtartására került sor, melyeknek értékes anyaga megvilágította, hogy a felszabadulás óta vegyészeti iparunkban és kutatásunkban komoly fellendülés tapasztalható.

Az előadásokon tárgyalt kérdésekben sok értékes eredeti munka eredményeiről számoltak be az iparban és a kutatóintézetekben dolgozó kémikusok, a hozzászólások és viták folyamán pedig a tapasztalatcsere terén olyan eredmények adódtak, melyek a vegyészeti öt éves tervnek megindításánál azonnali felhasználásra nyerhetnek.

Az anorganikus szakosztályban érdekes kohászati tárgyú előadások is hangzottak el, melyeket Dr. Lányi Béla, Szakál Pál és Dobos György kartársak tartottak. Ugyanezen szakosztályon belül igen nagy érdeklődés kísérte Bácskai Gyula előadását, aki rozsdavédő festékre vonatkozó kutatásának újabb eredményeiről számolt be. Ez a probléma igen jelentős alumíniumiparunk részére, mivel a jelenlegi kutatások eredményeként értékes felvilágosítást kaphatunk a bauxit alapanyagú festékek felhasználási lehetőségeire.

A magyar vegyészeti történetében hasonló megmozdulás eddig még nem volt. A szegedi értékes megbeszélések csak a népi demokráciában, a Párt és kormányzati szerveink, elsősorban a Tudományos Tanács segítségével jöhettek létre. A jelenlévők ennek fontosságát és jelentőségét átértékelték és határozati javaslatukban többek között elfogadták, hogy teljes erejükkel, szakmai és ideológiai tudásukat állandóan fejlesztve fognak dolgozni a szocializmus építésén, az öt éves terv sikeres beindításán és végrehajtásán.

**A Lipcse közelében lévő Rackwitz könnyűféműben (szovjet zóna) hír szerint alumínium és réz fólia gyártására hengermű létesül.** A hengermű előreláthatólag 1950 végére készül el. A Rackwitz könnyűfémű főleg öntött alumínium háztartási cikkek gyárt, azonkívül évi 500 tonna kapacitási magnézium öntődével rendelkezik. (Metall Bulletin, szept. 27.)

Ugyanezen folyóirat közlése szerint ezzel szemben a nyugatnémet alumíniumipar eszköenti termelését. A Vereingte Aluminium Werke A. G. Lünen beszüntette tímföldgyártását és — a lap szerint — szeptember végére 500 munkást elbocsátanak.

**Elektromos energiafogyasztás csökkentése elektromos ellenállás kemencékben teljesítményük növelése útján.** (Kosztanjan és Lurje.) Valamely elektromos ellenállás kemence hatásfoka annál jobb, fajlagos fogyasztása pedig annál kisebb, minél nagyobb a teljesítőképessége.

Szabványos kamrás kemencék teljesítménye, melyeket a Szovjetunió elektromos ipara tanulmányozott és fejlesztett ki, jelentősen növelhető névleges teljesítményük növelésével, amire, tekintettel a kemencék belső kamraméreteire, nyilván mód kínálkozik.

Budrin (Szverdlovski ipari intézet) tapasztalati képlete szerint

$P = 100 V^0,6$  ahol  $P$  = kemence teljesítménye kw-ban

$V$  = kamra hasznos térfogata  $m^3$ -ben.

Ennek alapján az Elektromos Ipari Minisztérium által gyártott kamrás kemencék teljesítménye 35—60%-kal növelhető.

Ez a következő módon érhető el:

- a meglévő fűtőtest megrövidítése,
- a ki nem használt részekbe pótfűtőtestek beépítése,
- a meglévő fűtőtest kicserélése nagyobb fűtőfelületűre, a fajlagos melegedés állandó értékben tartásával.

A szerzők részletesen tárgyalják az egyes módszerek előnyeit és hátrányait. Diagrammok kapesán bizonyítják a teljesítmény növekedését 50%-ig és a fajlagos fogyasztás csökkenését 25,2%-ig, nem számítva a felfűtési időt és az arra eső energiaesökkenést.

Mérések bizonyították, hogy a hőfok nem megy a Cr. Ni ötvözetek által még megengedett hőfok fölé.

Az új rendszert 1948 november 1-én bevezették és ez évente 20 millió kw megtakarítást eredményez.

Promislenaja Energetika, 1949. 8. sz. 10. o.

**Bayer-eljárással fennmaradó vörösiszap felhasználása.** Olaszországban napi 10 tonna kapacitású kísérleti üzem létesült a Doldi-eljárás szerint. A vörösiszap lúgtartalmát különböző módszerekkel eltávolítják, így a fennmaradó vasoxidüledék festékek használható fel, míg ugyanakkor visszanyerik a tímföldet és marólúgot.

**Alumíniumhid Aberdeenben.** Az aberdeeni kikötő déli bejáratánál épülő hid alumíniumból és acélból készül. Az alumíniumot a mozgatható részeken használják fel súlycsökkentés céljából, a szilárd keretrész acélból lesz. Alumíniumot ilyen célra eddig csak egy ízben használtak fel, a sunderlandi kikötőben.

**Hibaigazítás:** Az „Alumínium“ 10. számában J. L. „A magnésium felhasználása és újabb termelési adatai“ c. cikkéhez.

1. 225. l. bal hasáb: német cím: produktionszahlen helyett Produktionszahlen.

2. A táblázatban közölt mechanikai értékek nem *átlag*, de minimum-maximum számok.

230. l. jobb hasáb e) A részben c. bekezdés 5. sora helyesen: „egy 56 m/Ohm  $mm^2 \cdot s$ , ..... rézvezetékanyag vezetőképessége .... 36 m/Ohm  $mm^2$ -re esik.“

## ALUMINIUM



A  
**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ N. V.**  
KIADÁSÁBAN JELENNEK MEG:

**ÜSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI FOLYÓIRATOK:**

Agrártudomány	Magyar Kémikusok Lapja
Alumínium	Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés
Bányászati és Kohászati Lapok	Magyar Technika
Cukoripar	Magyar Textiltechnika
Elektrotechnika	Mezőgazdaság és Ipar
Erdészeti Lapok	MTEsz. Értesítő
Építőanyag	Papír és Nyomdatechnika
Építés-Építészet	Többtermelés
Földtani Közlöny	Magyar Műszaki Szemle
Gép	(orosz, német, francia, angol nyelven)
Hidrológiai Közlöny	Matematikai Lapok
Magyar Energiagazdaság	Középiskolai Matematikai Lapok

**TÁRSADALOMTUDOMÁNYI FOLYÓIRATOK:**

Antiquitas Hungarica	Művészettörténeti Értesítő
Archeológiai Értesítő	Magyar Pedagógia
Ethnografia-Népelet	Nyelvtudományi Közlemények
Folia Ethnographia	Levéltári Közlemények
Irodalomtörténet	Prometheus
Jogtudományi Közlöny	Slavistika
Magyar Nyelv	Etudes Slaves
Magyar Nyelvőr	Századok
Magyar Nemzeti Bibliográfia	

**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ N. V.**

BUDAPEST, V., SZALAY-U. 4. • TELEFON: 312-545, 112-674, 112-681, 122-299.

Egyszámlaszám: Magyar Nemzeti Bank 936.515.



# THERMIT

CSAPÁGYFÉM

minden csapágyhoz

RAJNA SÁNDORNE  
fehérfém öntődéje  
Budapest, V., Kossuth  
Lajos-tér 12-15. VI. 1.  
Telefonszám: 121-328

# »PAX«

kézi tűzoltókészülékek

kizárólagos forgalombahozója

Cső és Szerelvény Értékesítő NV. H. telepe

Budapest, VII., Csányi-utca 9.

Telefonszám: 224-830, 224-839

## APOR LEÓ

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT

Budapest, V., Kresz Géza-utca 45.

Telefon: 201-046

Képviseltek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos  
szűrőberendezések (elektrofilterek)

Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázégő.

**EREDETI BURGMANN**  
tömítések egyedárusítása

## LIGETI ÉS BÍRÓ

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON: 125-432

Szállítja a bányászati és kohászati  
összes műszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.

Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kénytelenítő berendezéseket

tervez és szállít a vas-, tüveg-, kerámia  
stb. tüzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

## Koller Károly

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

# Bamert

BÁNYAGÉPGYÁR N. V.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96.

TELEFON: 292-855, 292-854.

A TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT

*Telefonszámai:*

Telefonközpont: 112-674, 112-681, 312-545

Előfizetés: 122-299



# ALUMINIUM

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

## Magyar Alumínium Kutató Intézet közleményei

12. szám.

### Az alumínium felhasználás újabb útjai

DR GILLEMOT LÁSZLÓ

Dr. Gillemot László:

#### Новые направления в применении алюминия.

V связи с тем, что Венгрия вынуждена ввозить цветные металлы из-за границы, а алюминий является полностью отечественным сырьем, необходимо стремиться заменить цветные металлы как можно в большем количестве алюминием в тех областях, где это имеет значительные технические преимущества. Для замены стали алюминием самое большое преимущество означает легкость алюминия. Значит, у алюминия имеется значительная роль в транспорте при поделении металлических конструкций. Вместо применяемых сейчас конструкций нужны специальные алюминиевые конструкции. В химической и пищевой промышленности необходимо ввести алюминий в больших количествах (консервные банки, химические аппараты). В области замены цветных металлов алюминий будет иметь особенно большую роль в замене желтой меди и бронзы. Такое же положение имеется и с другими металлами, ибо до определенной степени можно представить в некоторых местах замену свинца алюминием. Для осуществления в сего этого необходимо ввести довольно много новых технологических процессов, далее, необходимо осуществить новые конструкции. Алюминиевый Научно-Исследовательский Институт работает над этими двумя проблемами и эта статья также содержит краткое содержание этих вопросов.

#### Dr László Gillemot: New ways in the use of aluminium.

Considering that Hungary is bound to import coloured metals, and that otherwise the raw-material for aluminium is entirely home produced, we should replace coloured metals and steel as far as possible with aluminium, in case when considerable technical advantages are involved. The greatest advantage in the substitution of steel by aluminium lies in the small weight. Replacing iron constructions, it has, therefore, a significant role to play in transport. — Instead of the constructions now in use, special aluminium constructions are needed. In the chemical and food-industry the use of aluminium must be increased (tins, aluminium apparatuses), for replacing coloured metals and aluminium can substitute brass and bronze too. Conditions are similar in the case of the other metals as well, because even the substitution of lead by aluminium may be imagined in certain cases. All this necessitates the introduction of many a new technological procedure and setting up of, further new constructions. The Aluminium Research Institute proceeds in these two directions and the present article contains also a short summing-up of these questions.

A magyar népgazdaságnak egyik döntő fontosságú kérdése az alumíniumnak belföldön való felhasználása. Tekintettel arra, hogy a nálunk termelt alumínium ára a világpiaci árnál szükségképpen magasabb, exportunkat az éppen szükséges mértékig kell csökkentenünk az által, hogy az alumíniumot a lehetőség határain belül észszerűen és gazdaságosan belföldön használjuk fel.

Ha megvizsgáljuk az alumíniumgyártás menetét, akkor látható, hogy a tömbalumínium árának igen jelentékeny részét teszi ki az elektrolízishez szükséges villamosáram költsége, ami már egymagában is megszabja a magyar alumínium árát. A gazdaságos alumíniumgyártáshoz olcsó energiára volna szükség; amelyet hazai viszonyok között a világpiaci árakkal versenyképes áron nem tudunk termelni. Bár ez súlyos nehézséget okoz, alumínium termelésünket mégis fejlesztenünk kell, mert Magyarország fémkincsei között vitathatatlanul a bauxit áll első helyen és ezt a tényezőt semmi esetre sem szabad figyelmen kívül hagyni.

Az alumínium elektrolízisének az áramköltségen kívül még befolyást gyakorolnak az árképződésre a segédanyagok, kryolith, anódmassza, stb. Kryolithból behozatalra vagyunk utalva, az anódmasszának hazai nyersanyagokból való előállítása pedig most folyik. Bár a kísérletek pozitív eredménnyel fognak zárulni, mégis a hazai nyersanyagforrásokat figyelembevéve, a hazai anyagokból előállított anódmassza nem lesz olcsóbb, mint a külföldi, ennek folytán azt lehet mondani, hogy az elektrolízisnél számottevő árcsökkenést csak üzemünk racionalizálásával tudunk elérni, de döntő jelentőségű árváltozást egyelőre nem lehet remélni.

Kedvezőbben áll a helyzet a timföldgyártásnál, ahol a mai Bayer-féle eljárás részleteinek tökéletesítésével, de legfőképpen a timföldgyártás melléktermékeinek észszerű felhasználásával a timföld áránál döntő jelentőségű csökkenés lehet majd elérni.

A timföldgyártás melléktermékeinek, a vörösiszapnak és a vanádiumiszapnak feldolgozását a Alumínium Kutató Intézet eddigi működése során már megoldotta és ezeknek az eredményeknek ipari megvalósításával jelentős csökkenés várható majd a timföld árában és ezzel együtt természetesen a tömbalumínium árában. A kutatás eredményeit és az iparban elérhető racionalizálások eredményeit egybe-



vetve, az ötéves terv végére elérhetjük azt, hogy a magyar alumínium ára a világpiaci árat eléri, de legalább is azt erősen megközelíti.

Az alumíniumipar gazdaságossá tételének másik útja, amelynek azonban az árcsökkentési politikával párhuzamosan kell haladnia, az alumíniumnak széleskörű belföldi felhasználása. Itt népgazdasági szempontból a döntő kérdés az, hogy az alumíniumot vagy ott használjuk fel, ahol külföldről importált színes fémeket tudunk vele pótolni, vagy pedig azokon a területeken, ahol ugyan nem import fém helyett használjuk, de alkalmazása egyéb gazdasági előnyökkel is jár. Az alumínium árának várható csökkenésével természetesen bővül az a terület, ahol az alkalmazása rentábilis, ennek folytán a két irányzatnak, az árcsökkentési politikának és az export csökkentésének egymással párhuzamosan kell haladnia.

Az alumínium széleskörű belföldi felhasználása azonban nemcsak azt jelenti, hogy meg kell találnunk az alkalmazás rentábilis területeit, hanem egyúttal tovább kell fejleszteni az alumínium technológiáját ahhoz, hogy ezeken az új területeken is észszerűen legyen alkalmazható. Ennek folytán az Alumínium Kutató Intézet munkájának három súlypontja: a timföldgyártás melléktermékeinek hasznosítása révén, árcsökkentést elérni, továbbfejleszteni az alumínium technológiáját és felkutatni azokat a területeket, ahol az alumínium alkalmazása észszerű, ezeken a területeken a szükséges konstrukciókat kidolgozni és az iparba bevezetni. Ez a program természetesen csak a kutatók, az ipar és a kereskedelem szoros együttműködésével oldható meg és vihető keresztül, azonban pénzben kifejezhető népgazdasági jelentősége oly nagy, hogy a feladatot mindenképpen meg kell oldani. Az eddigi kísérleti eredményekre támaszkodva már kialakulnak a jövő lehetőségei, úgy, hogy ha nem is egyik napról a másikra, de az ötéves terv során a kettős feladatot, a hazai alumínium világpiaci árra való csökkentését és a termelés belföldi felhasználását meg lehet oldani.

Az egyes területeket sorra véve, acél helyett alumínium nyilvánvalóan csak ott használható fel, ahol az alumínium speciális sajátosságai, elsősorban kis fajsúlya, döntő fontossággal bírnak. Ilyen pl. a járműépítési technika.

Járművek szempontjából teljesen külön kell választani a közúti közlekedést, a vasúti üzemet és a hajózást.

A villamos, az autobusz és a gyorsvasútnál, ahol a menetidőnek igen tekintélyes részét megállás, fékezés és indítás teszi ki, nagy jelentőséggel bír a jármű önsúlyának csökkentése az így elérhető nagyobb gyorsulások és lassítások miatt. A jármű önsúlyával együtt csökken a motor beruházási költsége és természetesen a vontatási költség is. Az Alumínium Kutató Intézet elkészítette az első teljesen könnyűfém épült villamoskocsik terveit és ezek alapján már a vontatás rentabilitására is következtetéseket lehet levonni. A mai alu-



1. ábra. Könnyűfém karosszériával készült autobusz.

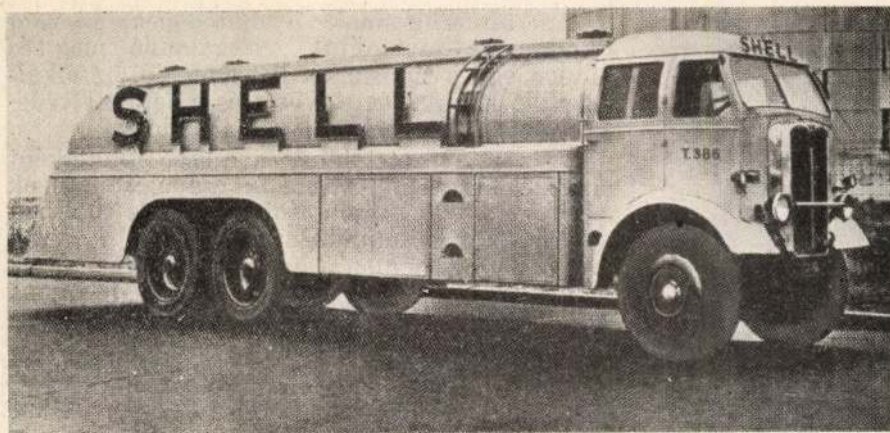
minium árak mellett és a mai áramárak figyelembevételével durva közelítésben azt lehet mondani, hogy villamoskocsi teljesen alumíniumötvözetből készített kivitelben a vontatási költségeknél akkor is megtakarítást eredményez, ha a viszonylag nagyobb beruházási költségeket is figyelembe vesszük. Ez a vontatási költségekben mutatkozó megtakarítás természetesen annál nagyobb lesz, minél inkább csökkenthető az alumínium ára és minél jobban kifejleszthető a gyártás technológiája. Az első könnyűfém épült közúti villamoskocsinál, bár korszerű szerkezeti elvek szerint héjszerkezetű kivitelben készül, azonban a kötések szegecselésre vannak tervezve.

A járműtechnika továbbfejlesztése szempontjából alapvető fontosságú volna a hegesztéstechnika további kifejlesztése és pedig egyfelől a ponthegesztés, másfelől pedig a védőgázos hegesztési módszerek (Heliarc, Argonarc) minél szélesebbkörű bevezetése a járműépítésbe. Ez irányban is folynak kísérleteink, úgy, hogy joggal remélhetjük, hogy a már ma is



2. ábra. Szegecselte könnyűfémprofilokból készült alváz és könnyűfém felépítmény.





3. ábra. Könnyűfém-  
készült olajtartálykocsik.

rentábilisnak mutakozó könnyűfém közötti járművek rentabilitása az alumínium áresökkenés és a hegesztési technológia további fejlődése révén még nőni fog.

Az autóbuszok építésében külföldön már messzemenő tapasztalatok vannak, amire példaképpen egy norvég autóbust mutatunk be. 1. ábra. Ezen a vonalon hazánkban is igen szép fejlődés volt, mert a legutóbbi autóbuszokat hazai gyáraink is, az az alvázról eltekintve, teljes alumíniumszerkezetű kivitelben gyártották le és ezek az eddigi tapasztalatok szerint kitűnően beváltak. Itt a következő lépés az alváznak alumíniumra való átszerkesztése volna, amely azonban a ponthegesztés bevezetését hazai gyáraink is, az alvázról eltekintve, tel-

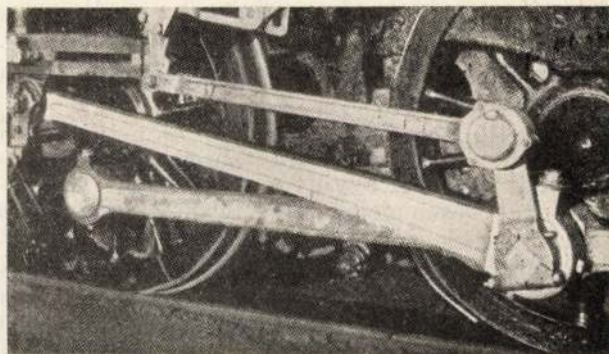
Külföldön széles körben alkalmazzák az alumínium ötvözeteket teherautókon is, amire egy példát a 2. ábra mutat.

A vasúti üzemből közúti közlekedéshez képest viszonylag alacsony vontatási költségek miatt az alumínium alkalmazása sokkal kevésbé gazdaságos és a gazdaságosság kérdése még ma is vita tárgyát képezi. Ha pusztán a vontatási költségeket vesszük figyelembe, akkor a teljes könnyűfém-épített kocsik a mai alumínium árak mellett nem versenyképesek az acélszerkezetű kocsikkal, azonban itt megfontolandó szempont volna a felépítmény jóval kisebb szilárdsági igénybevétele. A teljesen könnyűfémszerkezetű kocsiknak vasúti üzembe való bevezetésénél még számos műszaki akadály mutatkozik, ezek azonban nem elháríthatatlanok. A ma kialakult gyakorlat szerint vasúti üzemből a könnyűfém-építés még csak egyes különleges célokra lehet alkalmazni, amire két példát a 3. és 4. ábra mutat. A 3. ábra egy tartálykocsi fényképe, a 4. ábra pedig egy kísérleti célokra könnyűfém hajtókarral ellátott lokomotív fényképét mutatja.

Igen előnyösen és kiterjedten alkalmazható a könnyűfém a hajóépítésben, amire az 5. ábrán bemutatott külföldi példán kívül a magyar ipar eddigi eredményeit is felhozhatjuk. Pl. az 1949. évi Nemzetközi Őszi Vásáron bemutatott könnyűfém kajak és motorcsónak.

Már itt megemlítendő az, hogy a könnyűfém szerkezetek bevezetése a legtöbb helyen az eddigi megszokott építési formát teljesen meg kell, hogy változtassa. Az alumínium alkalmazásának legjobban megfelelő forma a héjszerkezetek felhasználása. A jövőben is tehát járműtechnikai konstrukcióknál a héjszerkezetek minél szélesebb körű alkalmazására kell törekednünk, mert csak így érhető el olyan mérvű súlycsökkentés, ami az alumíniumot az acéllal valóban versenyképesé teszi.

Sokkal kevésbé látszik ma még rentábilisnak az alumínium alkalmazása vasszerkezetek helyett. Az első lépések ebben az irányban is megtörténtek a Szabadszállásra tervezett alumíniumhíd megszerkesztésével és a szegecseles technológia kidolgozásával. A gazdasági számítások azt mutatták, hogy az alumínium kis súlya, de a vasénál jóval magasabb ára miatt alumínium szerkezetű híd csak 100 m fesztávolság felett rentábilis. Azonban ilyen fesztávolságú hidak építéséhez a tapasztalatok még hiányoznak, továbbá iparunk sem képes az ehhez szükséges profilokat legyártani. A most épülő kis fesztávolságú híd tehát csak kísérleti jellegű, de egyáltalában nem gazdaságos. A híd-szerkezetekben való alkalmazás gazdaságosságához egyrészt az alumínium árának csökkenése, másrészt a technológiának és a konstrukciónak további fejlődése szükséges. Valószínű, hogy a könnyűfém sajátosságainak megfelelően új



4. ábra. Kovácsolt, nemesített könnyűfém-ötvözetből (Al-Cu-Ni-Mg) készült mozdony hajtókar.





5. ábra. Korrozióálló alumínium-ötvözetből készült motóresónak.

szerkesztési formák fognak kialakulni és a jövő fejlődés iránya itt is a hegesztés felé kell, hogy vezessen, azonban ma még kétségtelenül távol vagyunk attól, hogy a kérdést gazdaságilag is megoldottnak tekinthessük. Igen tág alkalmazási területe lesz azonban az alumíniumnak hid provizóriumok készítésénél, úgy, hogy kísérleteink, melyeknek egy része szolgálja a távol jövőben építendő állandó hidak ügyét, egyúttal a provizóriumok fejlesztését is célozzák.

Egyéb vasszerkezeteknél a helyzet lényegileg ugyan ez. Ma, gazdasági szempontból csak néhány területen, pl. a távvezeték oszlopoknál látszik az alumínium bevezetése gazdaságosnak.

A színes fémek közül legnagyobb mennyiséget a réz képviseli. A tiszta vörösréz legfőbb alkalmazási területei a villamosipar, a hűtőgépek és a lokomotív tüzszekrények. Az utóbbi terület fejlődési aránya már hosszú idő óta inkább az acél alkalmazása felé vezet, úgy, hogy az alumínium bevezetése szempontjából az előző kettőt érdemes közelebbről vizsgálni. A villamosiparban távvezetéknek már jóformán kizárólag acél alumínium, vagy ötvözött alumíniumhuzalokat használnak és így a távvezeték probléma nagyrészt megoldottnak tekinthető.

A belső vezetékek alumíniumra való átállításánál még vannak nehézségek, ahol a sok nehézség közül itt csak a forrasztás problémáját emeljük ki. Ezek a nehézségek korántsem megoldhatatlanok.

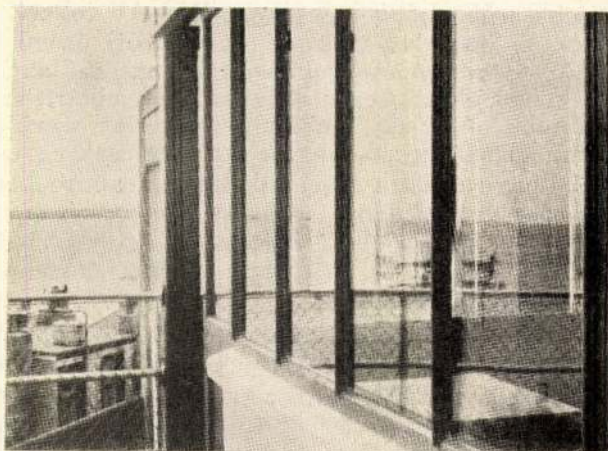
A villamosgépek közül azok, amelyeknél a rosszabb vezetőképességű alumínium a gép méreteit és evvel együtt a szilárdsági igénybevételeket erősen megnövelné, természetesen szóba sem jöhetnek. Ezzel szemben a kisebb transzformátorok és villamosgépek alumínium tekercseléssel készülhetnek és ilyen módon igen nagy rézmennyiség volna megtakarítható. Ezt a kérdést már a Magyar Elektrotechnikai Intézet kiadásában megjelent C 188 számú magyar szabványfüzet is részleteiben ismertette.

Az alumíniumnak a hűtőgépeknél való alkalmazása esetenként vizsgálendő meg és minden egyes típusnál a konstrukció, az alkalmazandó könnyűfém ötvözet és a felületi védelem kérdése külön-külön tisztázandó.

A réz ötvözetek közül a csúszó felületként használt bronzok, továbbá a csapágy bronzok már régebbi tapasztalataink szerint is 90%-ban helyettesíthetők alumíniummal. Ezen a téren az alumínium-magnézium-zink-antimón ötvözésű magyar gyártmányú „Durexal G” ötvözettel széleskörű ipari tapasztalatokat szerezünk, melyeknek eredménye az volt, hogy néhány kivételes területtől eltekintve (pl. Diesel motor csapágyak, a bronzperselyek, csúszó felületek, kisebb igénybevételű fogaskerekek) könnyűfémekből készíthetők.

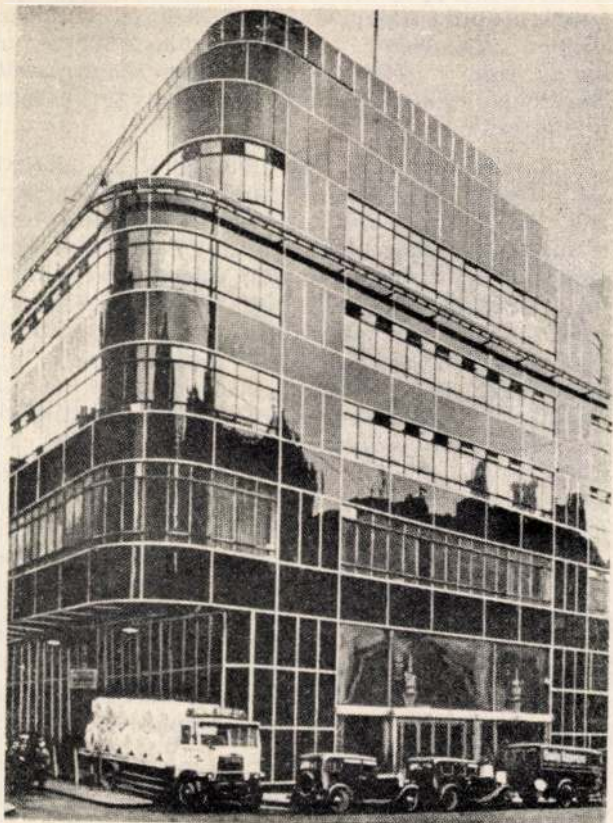
Olyan területeken, ahol a bronzokat korrozióállóság szempontjából alkalmazzák, esetenként kell vizsgálni az alumíniummal való kicserélhetőséget és így erre általános irányelvet adni igen nehéz. Elég kedvező a helyzet a sárgarezek helyettesítésével, ahol a mélyhúzó sárgarezek helyett széles területeken lehet az alumíniumot megfelelő ötvözéssel alkalmazni.

A horgany felhasználásának legfontosabb területe a bádogos iparban van az épületeknél. A horganyzott lemezek helyett korrozióállóság szempontjából az alumíniumlemez 99,5%-os tisztaságban minden további nélkül megfelel. Nehézségeket okozott az alumínium forrasztása, amely helyett kiterjedten alkalmazzák a korrólást. Ma már a forrasztás is megoldott problémának tekinthető. Az alumínium forrasztásának ugyanis legnagyobb nehézsége az alumínium felületén képződő oxidhártya. Ezt az oxidhártát mechanikai, vagy kémiai úton lehet eltávolítani. A kémiai eljárások általában a korrozióvesztés miatt a gyakorlatból kizorultak és legjobban bevált eddig az ún. n. kaparó eljárás, amelyik egyszerűen abból áll, hogy a forrasztó pákával a forrasztandó felületet a fémfürdő alatt addig dörzsölik, amíg az oxidhártya legnagyobb részt onnan eltávolítva nincsen. Ez természetesen a forrasztást végző egyén kezűességétől és alaposágától függ és



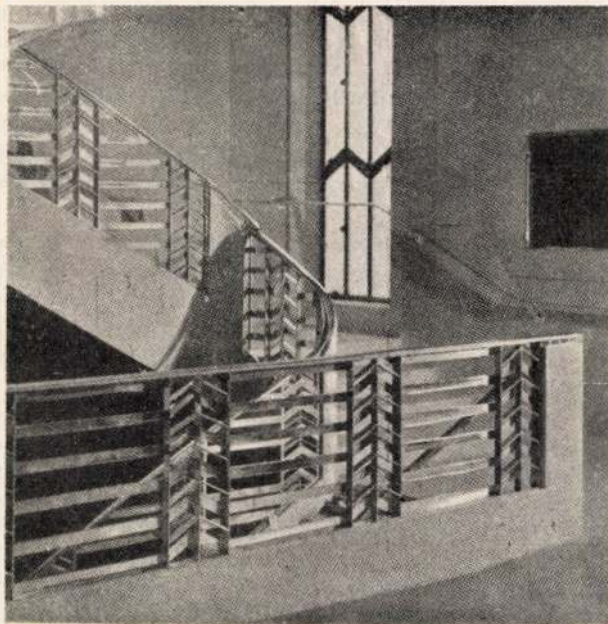
6. ábra. Könnyűfém-ötvözetből készült ablakkeret.



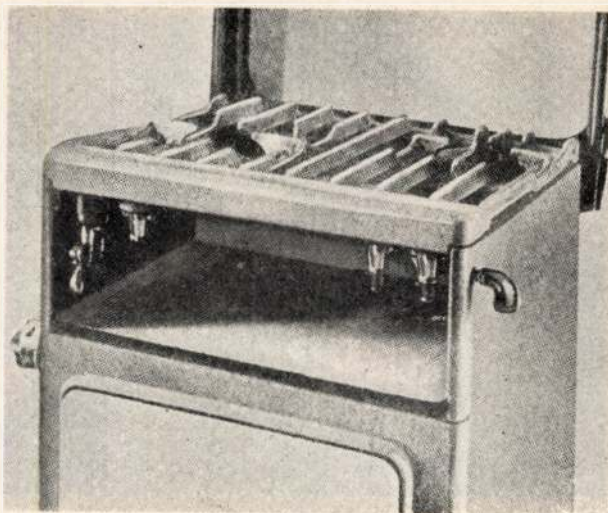


7. ábra. „Daily Express“ háza alumínium-ötvözet lemezburkolattal.

ezért a forrasztások szilárdsági szempontból erős szórást mutatnak. A kötés ugyanis csak helyi jellegű lesz és csak ott keletkezik, ahol a felületről a kaparás segítségével az oxidhártát eltávolították.



8. ábra. Polírozott és eloxált könnyűfém-ből készült lépcsőházi korlát.

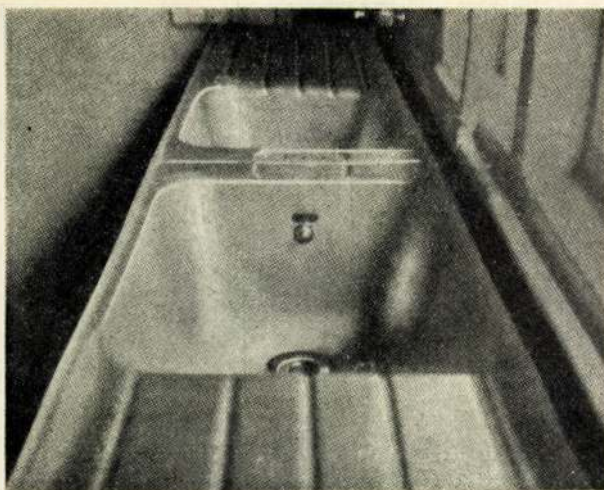


9. ábra. Gáztűzhely. (Az égők, főzőlap alumínium-ötvövény, burkolat könnyűfémlemezek és profilok.)

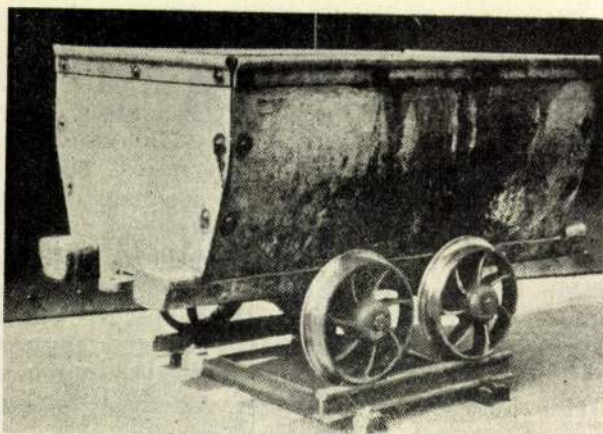
A feladat legkorszerűbb megoldását az ultrazónikus forrasztás jelenti. Az eljárást a Magyar Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet dolgozta ki és a laboratóriumi kísérleti eredmények eddig teljes sikerrel zárultak. Az eljárás lényege az, hogy a forrasztó pákát ultrazónikus rezgésben tartják, mi által az oxidhártát felbontja és kifogástalan forrasztást hoz létre. Az ilyen módon készített forrasztásoknál kísérleteink szerint a korrozio is kevésbé veszélyes, mert a forrasztás teljesen tömör és így a korrodáló közeg nem tud a forrasztásba behatolni. Az eddigi tapasztalatok szerint forrasztó anyagnak igen jól megfelel egy Cd-Zn forrasz. A ma használatos forrasztó anyagok elektrolitikus potenciálja általában nem egyezik az alumínium potenciáljával. Korrozio veszély tehát mindenképpen fennáll, azonban ez a legkisebb az ultrazónikus forrasztási eljárás és Zn bázisú forrasztó anyagok használata esetében. A kérdés mindenesetre annyira előrehaladott állapotban van, hogy a horganyzott lemezeknek alumíniummal való cseréje ma már kivihető. Az ultrazónikus forrasztás gyakorlati alkalmazásához még hátra van egy, az ipar igényeihez illeszkedő hordozható készülék megszerkesztése, azonban valószínű, hogy ezt a feladatot még az idei évben sikerül megoldani.

Nehezebb feladatot jelent az ón pótlása, ahol a fogyasztási területet három főcsoportra lehetne felbontani. Ezek a csapágyfémek, forrasztó anyagok és a konzervdobozok. A csapágyfémeknél az ón bázisú ú. n. fehérfémek alumíniummal való pótlása tisztán csapágyzási szempontból aránylag egyszerűen megoldható feladat és erre vonatkozóan a külföldön már ismert és pótanyagként használt csapágyfémeken kívül belföldön is kidolgoztunk megfelelő összetételű ötvözeteket. Ezeknek az ötvözeteknek a siklási sajátságai elérik az ónbázisú





10. ábra. Alumínium-ötvözetből készült mosogató.



11. ábra. Könnyűfém-ötvözetből készült bányacsille (1945 óta használatban).

ötvözetek sajátosságait, azonban, mivel az alumínium olvadáspontját semmiféle ötvözéssel sem lehet az önbázisú csapágyfém olvadáspontjának közelébe hozni, alkalmazásuk azzal a kellemetlenséggel jár, hogy míg az önbázisú ötvözetek egyszerűen és könnyen ömlesztethetők, az alumínium csapágyfémeknél mind azokat az öntészeti szabályokat be kell tartani, amely általában alumínium ötvözeteknél szokásosak. Így ezeket csak olyan műhely tudja alkalmazni, amely alumínium öntészetre szakszerűen be van rendezve. A másik hátrány, ami ugyancsak a magas olvadáspontból következik, hogy csapágy olvadás esetén az alumínium csapágy kiolvadása csak olyan hőmérsékleten következik be, amely a tengelyanyag szempontjából már káros és rendszerint a tengely is kilágyl. Mindezek a nehézségek azt jelentik, hogy a férfémek helyett alumíniumot alkalmazni csak szükség esetén szabad. Igen nehéz az ön pótlása a forrasztóanyagoknál is és itt az önnel való takarékoság csak abban jelentkezhet, hogy a horganylemezek helyett beveze-

tendő alumíniumlemez forrasztásához szükségképpen előnyösebb a horganybázisú forrasztóanyag, míg a korábban használt horganyzott lemezeket önbázisú forrasztó anyaggal kellett forrasztani.

A konzervdoboz szempontjából a feladat több részre bontható. Vannak olyan élelmiszerek, amelyeknek minden további nélkül alumíniumdobozolásban használhatók. Egyes élelmiszereknél a fő probléma nem annyira az alumínium felületi védelme, mint inkább a konzerv megfelelő elkészítése inhibitorok alkalmazásával, vagy pedig a zárás technológiájának fejlesztésével, pl. vacuum zárással. Azoknál az élelmiszereknél, amelyek az eddig említett módszerekkel nem csomagolhatók alumíniumba, az alumínium felületi védelméről kell gondoskodni, amely vagy felületi oxidáció, vagy lakkozás, vagy pedig fémes bevonatnak az alkalmazása. Ezek az inkább példaképpen felsorolt utak azt mutatják, hogy minden egyes élelmiszer alumíniumdobozba való csomagolásánál egyenként kell a kérdést kikísérletezni, ami azt jelenti, hogy a már meglévő eredményeken felül több évi munkára van szükség, amíg a konzervipar területének legnagyobb részéről az önt ki lehet szorítani.

Az élelmiszeripar egyéb ágaiban ötvözött acélok, réz, vagy egyéb külföldről importált anyagok helyett számos területen lehet még az alumíniumot felhasználni. Itt is és a mezőgazdasági iparban is rendszeres munkára van szükség ahhoz, hogy az alumínium alkalmazási területeit pontosan meg lehessen találni és ki lehessen próbálni.

Egészen külön terület és nem annyira a színes fémek pótlására vonatkozik az alumínium alkalmazása az építészetben és a háztartásban. Itt példaképpen csak az alumíniumból készült ablakkeretek képét mutatom be, 6. ábra, továbbá a „Daily Express“ házának fényképét. 7. ábra. Az alumínium alkalmazását egy lépcsőházban mutatja a 8. ábra. Ugyancsak előnyösen alkalmazható üvegtetőkhöz vaszerkezet helyett az alumínium. A háztartási alkalmazások közül egy gáztűzhely képét, továbbá egy alumíniumból készült mosogató képét mutatja a 9., illetve 10. ábra.

Nagyon előnyösen használható éppen könnyűségénél fogva az alumínium a bányászatban, ahol a szállítóeszközöknél jelentős megtakarítást lehet az önsúlyban elérni. A 11. ábra egy alumíniumból készült csillát mutat be.

Természetesen igen messze vezetne az alumíniumnak minden egyes területen való alkalmazhatóságát felsorolni, azonban kétségtelen tény, hogy nemzetgazdasági szempontból még fel nem tárt területeket sorra meg kell vizsgálni és ahol csak lehet, színes fém helyett az alumínium alkalmazását előtérbe hozni, természetesen mindig a műszaki és gazdasági szempontok figyelembevételével.



# Könnyűfémek alkalmazása járóműveknél

BARANSZKY-JÓB IMRE.

Имре Барански Йоб:

**Применение легких металлов при средствах передвижениях.**

Стремления и способы для уменьшения собственного веса при средствах передвижениях. Облегчения достижимые посредством применения легких металлов. Выбор наиболее выгодного легко-металлического материала и его характеры. Технологические и структурные трудности и способы их удаления. Важность сварки. Осмотр экономичности уменьшения веса, достигнутого посредством применения легкого металла, с точки зрения стойкости и производительности средства движения, принимая во внимание расход буксировки

**Employment of Lightmetals on Vehicles.**

By Imre BBaránszky—Jób, M. E.

## Summary.

The weight ratio of vehicles is influenced by several factors, such as safety, solidity and comfort. Efforts to reduce dead weight. The possible lightest construction of the working structure is greatly facilitated by the employment of lightmetals of high strength. Experiences obtained in foreign countries during the last 26 years gave good results on carriages, cars and busses as well as on wagons. — From lightmetal alloys of high strength produced in Hungary we choose for the working parts materials of dural type for the lining elements those of anticorrosion type. In contrary to steel one must calculate larger volume of lightmetal on account of strength and technological difficulties. The ways of eliminating these difficulties. Because of the applied volumal surplus the reduction of weight is not a simple change of specific gravity. The importance of indirect reduction of weight. — The question of lucrativity. The surplus expense of 1000 kgs weightsaving starting from three kinds of lightmetal price. The obtained weightreduction and the surplus of purchase price in a unit consisting of an eight — wheel electrical motorcar and trailer. The limits of rentability: annual covered kilometers or lightmetal-price belonging to varying costs of electrical traction. — Possibility of solving special transport problems by employing of lightmetals.

**Verwendung von Leichtmetallen für Eisenbahnfahrzeuge von Imre Baránszky—Jób, Dipl.-Ing.**

## Inhaltsübersicht.

Das spezifische Eigengewicht der Fahrzeuge wird von mehreren Faktoren, wie von Sicherheits-, Festigkeits- und Bequemlichkeits-, Gesichtspunkten beeinflusst. Bestre-

ben nach Verminderung des Eigengewichtes. Das Bauen des Tragwerkes aus womöglich geringstem Gewichte wird durch Verwendung hochfester Leichtmetalle in hohen Grade erleichtert. Die auf etwa 26 Jahre zurückblickenden ausländischen Ausführungen gaben gute Erfahrungen so bei den Personenwagen, Kraftwagen und Autobussen, wie bei den Lastwagen. Aus den in Ungarn erzeugten hochfesten Leichtmetall-Legierungen wählen wir für die Tragteile einen Werkstoff von Dural-Type und für die Verschaltungselemente einen von Anticorrosion-Type. Es wird gegenüber den Stahlraum-inhalt ein grösserer Leichtmetallraum-inhalt wegen Festigkeits- und technologischen Schwierigkeiten gewählt. Die Massnahmen zu beseitigen diese Schwierigkeiten. Infolge der Rauminhaltvermehrung ist die Gewichtsersparnis kein einfacher Wechsel der spezifischen Gewichte. Die Bedeutung der mittelbaren Gewichtsersparnis. Die Frage der Wirtschaftlichkeit. Die Mehrkosten einer Gewichtsersparnis von 1000 kg, ausgegangen aus drei verschiedenen Leichtmetalleinheitspreisen. Die erreichbare Gewichtsersparnis und die entstandenen Bezugsmehrkosten bei einer aus einem vierachsigen elektrischen Motor- und Beiwagen zusammengesetzten Einheit. Die Grenzfälle der Rentabilität: die zu verschiedenen Traktionstromkosten gehörige jährlich zurückgelegte Kilometeranzahl bzw. Leichtmetalleinheitspreis. Möglichkeit der Lösung besonderer Verkehrsaufgaben mittels Verwendung der Leichtmetalle.

A különböző múlt évi, idej és most folyó előadások, tanfolyamok az aluminium és könnyűfémek, ezek ötvözetének vegyi fizikai, szilárd-sági, technológiai és egyéb tulajdonságait igen bőveesen és rendkívül sok szempontból tárgyalták. A könnyűfémek fontosabb tulajdonságait az olvasók részéről ismertnek tételezve fel, tanulmányom tárgyát egészen szűk körre, a könnyűfémeknek a járóműveknél való alkalmazásánál felmerülő problémákra szorítom. Sőt, a kört tovább szűkítve, ez alkalommal nem foglalkozom a belső berendezésnél, a vereteknél, a belső burkolatnál stb. használt aluminiummal és könnyűfémekkel, hanem kizárólag a tartó szerkezet kérdéseivel

A járóművek önsúlyának, helyesebben mondván a szállítandó hasznos teher egységére vonatkoztatott, tehát fajlagos önsúlyának értékelése igen sok és különféle tényezőtől függ. Kétségteljesen a járóműtervező egyik helyes és követendő célja az önsúlynak, a fajlagos önsúlynak a csökkentése. Ha a járóművek, de első sorban a sínre járó szállító eszközöknek



a történetére röviden visszatekintünk, látjuk, hogy ez a törekvés nem tudott mindig kifejezésre jutni és a különböző időkben fellépő követelményeknek megfelelően ez nem is róható fel hibául. A járóművek a növekvő sebesség, a nagyobb biztonság és a személyszállító járműveknél a fokozott kényelem miatt mindig nehezebbek lettek, és pedig nemcsak absolute hanem relative is. Erre igen jó példa a személykocsik fejlődése. Körülbelül 100 évvel ezelőtt az I. oszt. személykocsik ülőhelyenkinti súlya 230 kg volt, ugyanez az érték a II. osztálynál 155 kg, a III. oszt.-nál 120 kg volt, pedig egy kocsiban 24, 40 illetve 50 utas volt mindössze. A már említett szempontok — nagyobb sebesség, nagyobb biztonság, nagyobb kényelem, — érvényrejutása következtében kb. 50 évvel ezelőtt egy négytengelyű faszekevényű II. oszt. személykocsinál egy ülőhelyre 450—550 kg, majd később a teljes vasvázás szegecselt szerkezet bevezetésekor 700, sőt 825 kg jutott — az egy kocsiban levő ülőhelyek számától is függően.<sup>1</sup> 1935 táján a hegesztés általánosabb bevezetésével ez a fajlagos önsúly 650 kg-ra, a nagyobb szilárdságú acél alkalmazásával 550 kg-ra esett. (1. ábra) Az autók, autóbuszok és nem kevésbé a repülőgépek erős versenye a vasutakat további erőfeszítésre ösztönözte. A fokozódó kényelem és biztonság mellett mindinkább kisebb önsúlyra törekedtek. Ehhez járult a gyors és kényelmes közlekedés megvalósítása a motorkocsik, sinautóbuszok révén, aminek megint egyik előfeltétele volt a könnyű kocsiszerkezet. A nagyszilárdságú, esetleg ötvözött acél és az ívhegesztés együttes alkalmazása, a mérnöki elméleti számítási módszerek következetes alkalmazása, minden szerkezeti elemnél az ülőhelyenkinti önsúlyt a kényelem bizonyos fokú feláldozásával közvetlenül a háború előtt kb. 450 kg-ra csökkentette.

Az 1. ábrán levő diagramm azt mutatja, hogy a fajlagos kocsisúly erősen függ személykocsinál a kényelemtől, jelen esetben a kocsiban, illetve a szakaszokban levő ülőhelyek számától. Hogy ezt világosan lássuk, éppen azért választottam II. oszt. kocsit példának. Ha pedig hozzávesszük az egyéb berendezések változatos lehetőségeit pl. a fűtésnél: gőzfűtés, villamos fűtés, légfűtés, szellőzés, légjavítás, hőszigetelés, stb., akkor látjuk, hogy az önsúly és a fajlagos önsúly is számtalan tényező függvénye.

A probléma teljes megvilágítására a 2. ábrán néhány gyorsvasúti motorkocsi önsúlyát és 1 m<sup>2</sup>-re eső súlyát mutatom be. Az ábra ismét jól szemlélteti, hogy mennyi minden tényezőtől függhet egy járómű súlya vagy fajlagos súlya, ha az ugyanolyan hosszú vagy az ugyanakkora alapterületű kocsi súlya vagy négyzetméterenkinti súlya ilyen nagy szórást mutat. Még tarkább képet kapnánk, ha a hosszegységre vonatkoztatott súlyt is feltüntetnénk. Ha pedig az egy utasra eső súlyt keresnénk, akkor szóba jöhetne többféle változat: csak az egy ülőhelyre vonatkoztatva, vagy az összes férőhelyre, ekkor is négyzetméterenkint 4 vagy 5, esetleg 7 álló utast véve fel, stb.

<sup>1</sup> Ebben az időben pl. Amerikában egy hálókocsi utasonkinti súlya 2000 kg. volt.

Ennek a problémának összes vonatkozásait ez alkalommal nem akarom tárgyalni, de bevezetőbe rá kellett mutatnom egyrészt a fejlődési folyamatra, másrészt arra, hogy az önsúly, főképp a fajlagos önsúly nemcsak szerkezeti kérdés. Sőt a biztonság és az előírások minimális betartása mellett is a kényelemmel, a kocsi várható élettartamával erősen összefügg.

Lényegében azonban, mint már említettem, a kialakult kényelmi, szilárdsági illetve biztonsági állapot megtartása mellett a törekvés a lehető legkisebb önsúly elérése a vontatási költségek csökkentése és a hasznos súly növelése érdekében. Tehát minél nagyobb a törekvés a fokozottabb kényelem és biztonság irányában, annál nagyobbak kell lennie a törekvésnek, hogy a tartó szerkezet minél könnyebb legyen. A biztonságból és a dolgozók fokozottabb kényelméből nem szabad engedni, mert a legfőbb érték az ember, tehát csak a tartó szerkezetben takaríthatjuk meg a súlyt.

Ezeknek a szempontoknak a helyes felismeréseket jelent meg a járóműépítés terén mint általában használható új anyag a nagyszilárdságú könnyűfém. A repülőgépgyártás és a légi úton való közlekedés mint a szárazföldi és vízi utazásnak versenytársa lépett fel, de éppen a könnyűfémek technológiájának kifejlesztése révén olyan eszközök adták a földön, vagy a vízen közlekedő járműveknek, mellyel a közlekedési eszközök korszerűsítése eredményesen megtörténhetik. Szó sem lehet természetesen arról, hogy a repülés közlekedéstechnikai jelentőségét csökkentették, de az összes helyi jellegű közlekedésben és mindenütt, ahol a nehézségi erővel szemben kell munkát kifejteni, vagy a tömegek gyakori felgyorsításáról van szó, vagy ahol általában nagyok a vontatás üzemköltségei, az alumíniumnak és a könnyűfémeknek az alkalmazási lehetőségét meg kell vizsgálni.

Különösen áll ez a hazai viszonyokra. Egyik fontos természeti kincsünkben, a bauxitban benne van az alumínium, csak felszínre kell hozni, ki kell termelni belőle és amilyen mértékben csak lehet, íthón kell felhasználunk. Iparunk felszabadulás utáni fejlettségének köszönhető hogy rendelkezésre állnak a nagyszilárdságú alumíniumötvözetek és ezáltal a járóműépítésben komoly felhasználási lehetőségek nyíltak.

A könnyűfémeknek a járóműveknél való alkalmazása aránylag hosszú múltra tekint vissza. Utalok az alumíniummal kapcsolatban elhangzott előadásokra, megjelent cikkekre, könyvekre és itt csak rámutatok arra, hogy a 100 éves vasút, az 50 éves autó, autóbusz utolsó 25 évében, tehát életük jelentős részében már bőséges alkalommal és sokféle kivitelben használták fel — és általában a legjobb tapasztalatokkal — a könnyűfémeket. A szórványos alkalmazásoktól eltérően csak azokra a példákra hivatkozom ahol a kocsiszerkezet egy nagyobb egysége — az egész szekrény, vagy az alváz és a szekrény, esetleg a teljes kocsi — könnyűfémből készült. Az I. táblázat foglalja össze ezeket az érdekesebb adatokat, de csak az 1940. előtti időből, mert ettől kezdve a könnyűfémek, mint járóműépítési szerkezeti anyagok általánosan elterjedtek.



Üzembe- helyezés éve	Az üzem jellege	A könnyűfém alkalmazása	Az üzembe- vétel helye	Megjegyzés
1904	Gyorsvasút	belső berendezés	New-York	300 koci
1905	Gyorsvasút	belső berendezés	Chicago	200 koci
1905	Nagyvasút	külső burkolat	Manila	15 koci
1923	Gyorsvasút	teljes koci	Chicago	súlymegtakar. 3 <sup>o</sup> t
1925	Gyorsvasút	teljes koci	Chicago	240 koci. 18 m 3 t. k.f., 27 <sup>o</sup> → 17 <sup>o</sup> t
1926	Közúti vill.	teljes koci	Chicago	120 koci
1926	Közúti vill.	teljes koci	Detroit	
1926	Gyorsvasút	teljes koci	Pennsylv.	20 m koci, 9 t. k. f.
1926	Közúti vill.	alváz és szekr.	Cleveland	49 ülőhely 19 <sup>o</sup> → 13 <sup>7</sup> t
1928	Közúti vill.	teljes koci	St. Louis	60 ülőhely 14 <sup>5</sup> t
1928	Motorkocsi	teljes koci	Halberts.-Blanken.	55 ülőhely 18 <sup>2</sup> → 10 t
1929	Autobusz	teljes koci	Oslo	teljesen önhordószerkezet
1930	Nagyv. sz. k.	teljes koci	34 vasútv. Am.	súlymegt.: 1 <sup>2</sup> —13 t. 7—42%
1930	Nagyv. sz. k.	teljes koci	6 vasútv. Fr. o.	súlymegt.: 4—8 <sup>5</sup> t. 8—15 <sup>0/0</sup>
1930	Gyorsvasút	teljes koci	Berlin	18 m., m. k.: 31 <sup>3</sup> t. pótk. 20 <sup>8</sup> t.
1930	Autobusz	szekrény	D. R.-post	súlymegt.: 1000 kg 33%
1930	Elővárosi sz. k.	nagyrészt	Páris	300 db.
1931	[Motorkocsi]	teljes koci	Indiana	14 m 100 LE. 25 t.
1931	Motorkocsi	teljes koci	Cie. Ch. F. Midi	61 ülőhely 6 <sup>5</sup> t. (Pauline I.)
1932	Emeletes sz. k.	teljes koci	New-York	120 ülőhely 32 <sup>5</sup> t.
1932	Gyors mot. k.	teljes koci	Cie. Ch. F. Midi	55 ülőhely 9 t. (Pauline II.)
1932	Autobusz	szekrény	Svájc	30 ülőhely karr.: 2 <sup>1</sup> t.
1933	Nagyv. sz. k.	teljes koci	Amerika	50 ülőhely + bar. 22 <sup>8</sup> m, 33 <sup>5</sup> t.
1935	Elöv. csuklós	teljes koci	Paris	súlymegt. 37 <sup>5</sup> %, k. f. 17 t.
1937	Nagyv. sz. k.	teljes koci	Ausztrália	59 ülőhely, 17 <sup>5</sup> m 17 t.
1937	Vill. mot. k	teljes koci	Oslo	46 ülőhely, 13 t.
1939	Trambus	szekrény	Német o.	59 ülőhely, karr.: 2 <sup>5</sup> t.
1939	Gy. v. csuklós	teljes koci	Észak-Am.	84 ülőhely, 24 <sup>4</sup> m 34 <sup>5</sup> t.

Rövidítések: Gy. v. = gyorsvasút, Nagyv. = nagyvasút, sz. k. = személykocsi, m. k. = motorkocsi, k. f. = könnyűfém, súlymegt. = súlymegtakarítás, karr. = karosszéria, 27<sup>o</sup> → 17<sup>o</sup> t. = az acélszerk. koci súlya: 27<sup>o</sup> t., a könnyűfémszerk. kocsié: 17<sup>o</sup> t.

I. táblázat. Külföldi könnyűfémszerkezetű kocsik 1923—1939.

A táblázatban feltüntetett különböző járóművekkel az akkori járóműtechnikai irodalom bőségesen foglalkozott. De hazánkban is többen ismertették ezeket és sok ábrát, képet is mutattak be ezekről. Ezért itt ez alkalommal helynyerés végett a járóművek bemutatását mellőzöm.

Röviden egy-két érdekesebb szempontra azonban rámutatok: A belső berendezésnél kiterjedten 1904—1905-ben kezdtek használni 300, illetve 200 gyorsvasúti kocsinál. Nagyvasútnál először 1905-ben jelent meg az alumínium, mint külső burkolat, éspedig a manilai vasútnál, ahol a természet miatt a meleg vidékeken szokásos faburkolat helyett alkalmaztak alumíniumlemezeket. Nevezetesebb azonban az 1923-i kezdeményezés, ahol egy teljes gyorsvasúti kocsi építettek könnyűfémből és 3,5 t súlymegtakarítást értek el. Az 1925. évben már a megrendelt 260 motorkocsi közül 240 gyorsvasúti kocsi gyártottak könnyűfémszerkezettel és kb. 37% súlymegtakarítást értek el. Érdekes az 1929. évben üzembehelyezett osloai autóbusz. Az 1930. év már igen számos vasútnál talál könnyűfémkocsikat. A súlymegtakarításnál jellemző, hogy az általában igen nehéz építésű amerikai kocsinál egész 42%-ig is felment ez az

érték, míg az európai építési módot követő francia vasutaknál ez az érték csak 15% körül mozog. Nevezetes az 1932. évi newyorki emeletes koci, melynél az egy ülőhelyre eső súly mindössze 270 kg. Figyelemre méltó, hogy milyen óvatosnak kell lennünk a könnyűfém révén való súlymegtakarításnál: az 1931. évi „Pauline I.” 61 ülőhellyel 6,5 t volt, de az 1932. évi „Pauline II.” valószínűleg a tapasztalatok alapján az 55 ülőhely ellenére is 9 t lett. Az ausztráliai nagyvasúti II. oszt. személykocsi ülőhelyenkénti önsúlya 280 kg (lásd I. ábrát). Végül említésre méltó az 1937. évi osloai villamos motorkocsi, mely 46 ülőhelye ellenére csak 13 t.

Mindezzel csak arra akartam rámutatni, hogy bár Magyarországon újdonság erejével fog hatni egy teljesen alumíniumból, illetve alumíniumötvözetből készült járómű, addig külföldön ez a szerkezet elég szép multra hivatkozhat. Az újabb idők legérdekesebb adata az eredményekre talán az, hogy a londoni földalatti vasút 90 drb teljesen könnyűfémből készült motorkocsit rendelt meg. Ezeknél a kocsioknál 670 tonna acél helyett 420 tonna könnyűfém kerül beépítésre.



Nemesak személyszállító járműveknél alkalmaznak azonban bőségesen könnyűfémeket, hanem *teherkocsinál* is. Itt egyrészt különböző korróziós vagy egyenesen kémiai behatások megelőzése végett készülnek a kocsik alumíniumötvözetekből, másrészt a hasznos teher növelése érdekében is. Az előbbire szép példa a *szénszállító kocsik* esete, ahol beigazolódott, hogy a könnyűfémszekrény különösen kénes szeneknél sokkal jobban állt ellent az idők folyamán, mint a vas. Egy ilyen vagonat mutat be a 3. ábra.<sup>2</sup> A kocsik önsúlya 6060 kg, a hasznos teher 26.000 kg. Ennél a kocsinál a keréktárcsa is alumíniumötvözet és az egész kocsi acélból csupán a kerékabroncs, a tengely, a rugók, a kapcsolókészülék, a féktuskó és néhány csapszeg készült. Ezek a kocsik 1944 óta vannak üzemben külföldön a legjobb tapasztalatokkal. A káros kémiai hatások meggátlása végett alumíniumból épülő tartánykocsik a szakemberek előtt eléggé ismertek. Ilyenek mostanában is épültek hazánkban. A második szempontra is van kivitelezett példa. A 4. ábra<sup>2</sup> egy *önürítő kocsit* mutat be, melynek a Diamond-rendszerű forgóváza is könnyűfémből készült. Önsúlya 14.9 tonna, hasznos köbtartalma 85 m<sup>3</sup>, hordképessége 65 tonna. Egyébként ezt megelőzte még 1932-ben egy 17.6 tonna önsúlyú 77.5 tonna hasznos terhelésű hasonló kocsit.

Az ezekhez a járművekhez felhasznált anyag rendkívül sokféle volt és az újabb szerkezeteknél is mindig újabb nyomokon haladnak a ter-

<sup>2</sup> Revue de l'Aluminium 1948.

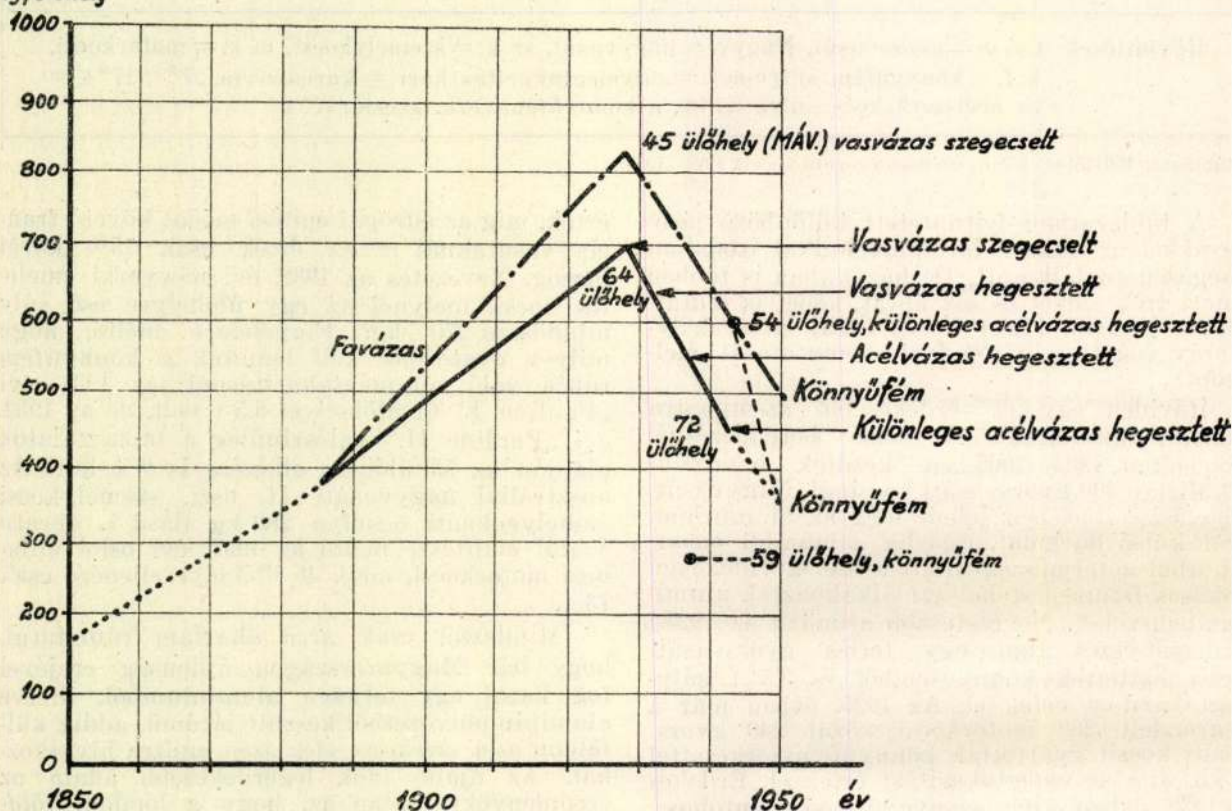
vezők. Ennek magyarázata, hogy a világon kb. 450 féle az iparban használt alumíniumötvözet került nyilvánosságra. Hazánkban is 5 gyár tizenkilencféle alapötvözetet és ennek sokféle változatát gyártja.

Természetesen, ha további vizsgálódásaink során keressük azt az anyagot, mely céljainknak legjobban megfelel, csakis a *hazai anyagok* közül választhatunk. Szerencsére a rendelkezésre álló anyagféleségek a legtöbb igényt kielégítik. Ezeket bőven ismertetik és részletesen foglalkoznak velük a szakkönyvek és folyóiratok. Én itt csak az emlékezet felfrissítésére állítottam össze egy inkább *sématiszus táblázatot*. (II. Táblázat.) Ebben öt jellemző csoportba foglaltam az ötvözeteket. A táblázatban minden fontosabb szilárdsági adat megvan. A kifáradási határnál fontos tudni, hogy a könnyűfémeknél ez az érték rendkívül függ a kísérleti terhelésváltozások számától és ezek növekedésével erősen csökken. A korrózióval kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy e tekintetben legérzékenyebbek az önszilárduló ötvözetek és legellenállóbbak a nem nemesíthető (Hydronalium) féleségek.

Látjuk, hogy *szilárdsági* tekintetben általában a normális szerkezeti acélokkal egyenértékűek és első pillanatra úgy látszik, hogy azokat teljesen helyettesíthetik. Hogy ez az első benyomás némi kiigazításra szorul, arról a későbbiekben lesz szó.

A mi különleges szempontjainkból kiindulva olyan anyagot kell keresnünk, melynek a nagy

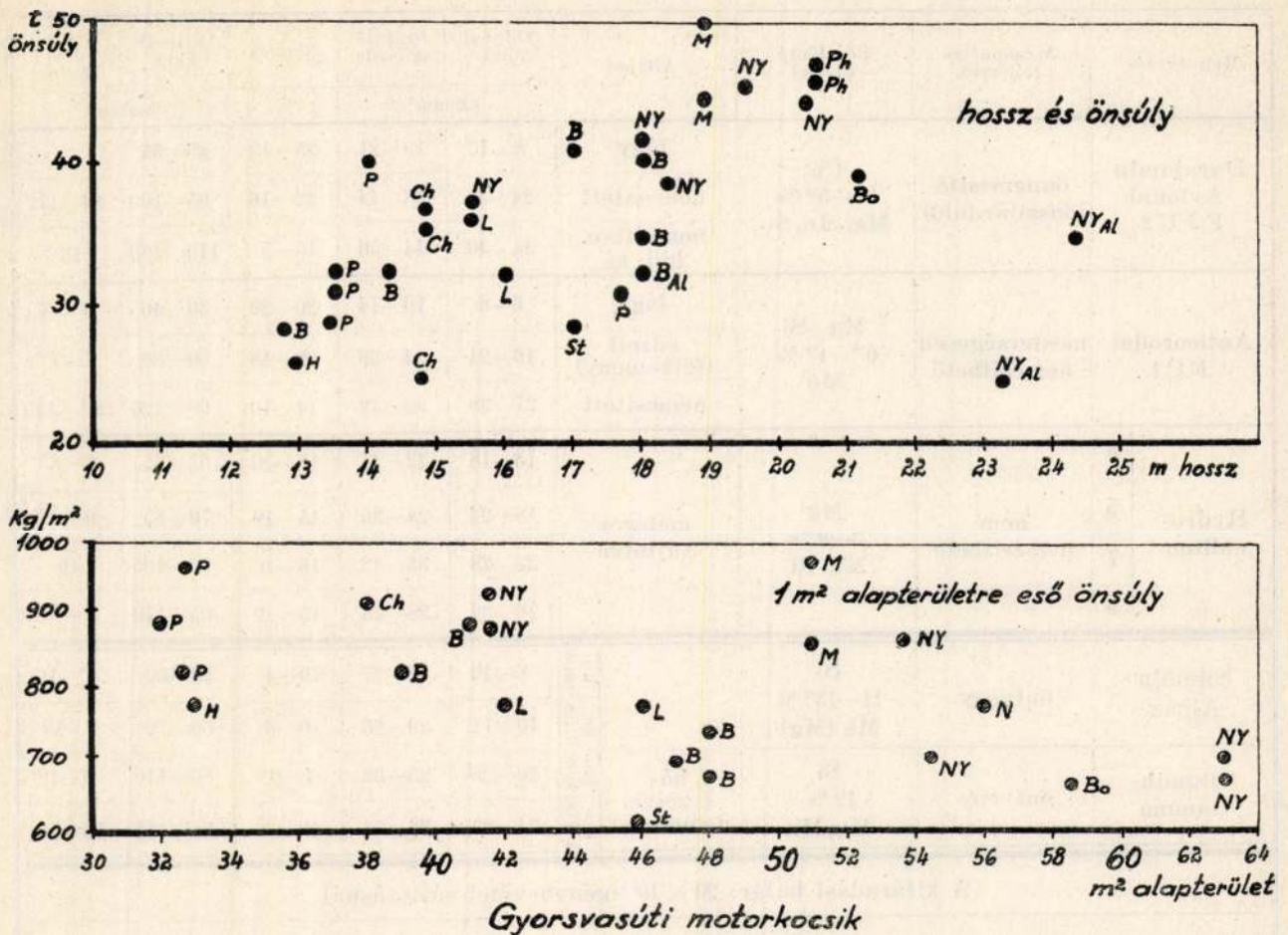
Kg/ülöhely



## II. oszt. 4-teng. személykocsi ülöhelyenkénti súlyának változása

1. ábra. II. oszt. 4-teng. személykocsi ülöhelyenkénti önsúlyának változása.





2. ábra. Gyorsvasúti motorkocsik önsúlyai.

szilárdság mellett a *kifáradási határa* elég magasan van. A járóművekben ugyanis sok rezgésszerű, pulzáló, általában dinamikus hatásokból eredő igénybevétel van. Ebből a szempontból a durál-jellegű nagyszilárdságú könnyűfém a legbiztosabb, mert ennek 20 millió ismételt igénybevételnél a kifáradási határa 14–17,7 kg/mm<sup>2</sup> körül van, míg az anticorrodálé 7–12 kg/mm<sup>2</sup>, a hydronáliumtípusé kb 6–10 kg/mm<sup>2</sup>.

Ha a járómű szerkezetét korszerű szilárdsági számítással méretezzük, akkor a kísérleti kifáradási határnak kb. a felég felmehetünk mint *megengedett húzó és hajlító igénybevétel*. Ennek 700 kg/cm<sup>2</sup> körüli értékével a normális hengerelt acél hasonló feszültségénél vagyunk.

Minthogy ez az anyag érzékenyebb a korrózióra, mint az antikorródál-csoport, ezért a *külső burkolatot*, ezek tartó részeit és hasonlókat az antikorródálnak megfelelő FCI anyagból vesszük. Az irodalomban ajánlják, hogy a két-féle anyag közé valamilyen szigetelő festést, pl. zinkchromátot vagy bitumenes kenést alkalmazunk.

A már bemutatott két nagyteljesítményű teherkocsi (3. és 4. ábrák) szekrényrésze Hydronáliumból készült, mint a korrózióknak legjobban ellenálló anyagból, míg az alváz és általában a tartórészek duráljellegű anyagból.

A szegecsenyaggal és a szegecseléssel kapcsolatban utalok az ezzel foglalkozó szakiroda-

lomra és előadásokra. A helyszűke miatt e helyütt csak annyit jegyzek meg, hogy legalkalmasabbnak látszik az önszilárduló csoportból venni. Ha megfelelő hőkezelő kemencék állnak a műhely rendelkezésére, akkor az a feltétel, hogy hőkezelés után 2–3 órán belül be kell venni a szegecset, nem okoz különösebb gondot a műhelynek. Ha pedig kellő méretű hűtőszekrény áll rendelkezésre, akkor ez a gond teljesen kiküszöbölhető. A mesterségesen szilárdítható anyag érthetően nem jöhet szóba. A hydronálium csoporthoz tartozó anyagnál csak egy hátrány van, hogy nagyobb szegecs átmérő esetén az elszegecselés nagyon nagy erőt kíván és így csak igen nehezen vihető keresztül.

Egyébként a főképp szegecsekre érvényes  $\sigma_B : \tau : \sigma_P = 1 : 0,66 : 1,5$  arány alapján, figyelembe véve a dinamikus hatásokat, a megengedett nyírófeszültség kb. 470 kg/cm<sup>2</sup>, a palástnyomás pedig kb. 1000 kg/cm<sup>2</sup> lehet.

Ügylátszik tehát, mintha ugyanolyan keresztmetszetű, köbtartalmú, vagy keresztmetszeti tényezőjű, illetve inerciájú nagyszilárdságú könnyűfém teljesen pótolná az acélt. Sajnos, vannak olyan tényezők, amelyek miatt nagyobb köbtartalmú könnyűfém szükséges, mint acél. Ezek a nehézségek egyrészt szilárdsági, másrészt technológiai természetűek. Kiküszöbölésük lépésről-lépésre haladhat csak előre, illetve a mai ismereteink mellett az alábbiak szerint történhetik:



Megnevezés	A csoportra jellemző	Fő alkotó elemei	Állapot	Folyási határ	Szakító szilárds.	Nyúlás	Brinell kem.	Kifáradási határ	
				kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	
Duralumin Avional F J U 2	önnemesítő (önszilárduló)	Cu 3 <sup>5</sup> –5 <sup>5</sup> % Mg, Mn, Si.	lágú	8–10	19–21	25–18	45–55	—	
			nemesített	24–30	38–44	22–16	95–100	14–17 <sup>7</sup>	
			nemesítve, hid. m.	34–40	44–50	15–5	110–150	16 <sup>4</sup>	
Anticorodal F C 1	mesterségesen nemesíthető	Mg–Si 0 <sup>3</sup> –1 <sup>1</sup> % Mn	lágú	6–8	10–14	30–20	30–40	6 <sup>5</sup> –7	
			edzett (félkemény)	16–21	24–30	22–18	60–80	7–7 <sup>5</sup>	
			nemesített	27–38	32–42	14–10	90–120	10 <sup>8</sup> –11 <sup>2</sup>	
Hydro- nallium	nem nemesíthető	Mg 3–9 % Mn, Si	melegen sajtolva	3	13–18	22–27	18–10	55–65	6–6 <sup>5</sup>
				5	18–24	28–35	15–10	70–85	6–6 <sup>5</sup>
				7	22–28	35–42	15–10	90–105	10
				9	26–32	38–46	15–10	95–110	—
Silumin Alpax	öntvény	Si 11–13 <sup>5</sup> % Mn (Mg)	—	hő- ke- ze- lve, nemesítve	8–10	18–27	10–4	50–60	5 <sup>5</sup> –10
				hő- ke- ze- lve, nemesítve	10–11	20–26	10–3	50–70	7–10
Silumin- Gamma	öntvény	Si 12 % Mg, Mn	hő- ke- ze- lve, nemesítve	hő- ke- ze- lve, nemesítve	20–28	25–32	4–0 <sup>5</sup>	80–110	9–12
				hő- ke- ze- lve, nemesítve	24–30	26–34	2–0 <sup>5</sup>	85–115	10–12

A kifáradási határ:  $20 \times 10^6$  igénybevétel-változásnál

$$\sigma_B : \tau : \sigma_P = 1:0'66:1'5$$

## II. táblázat. Alumíniumöntvények jellemző adatai.

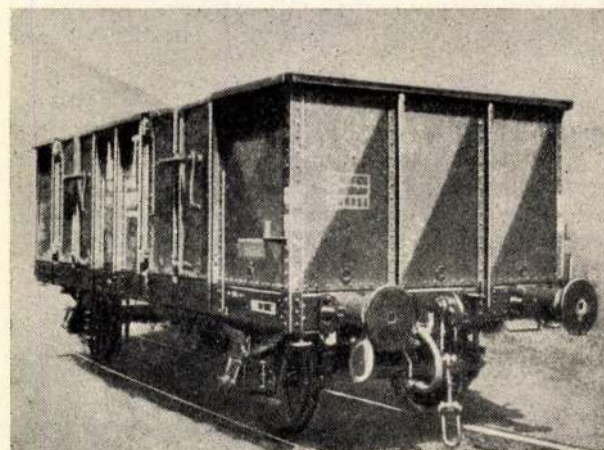
1. Az alumínium és az alumíniumöntvények rugalmassági tényezője kb. egyharmad része az acélnek. Az előbbi ugyanis kb. 700.000 kg/cm<sup>2</sup>, az utóbbi kb. 2,100 000 kg/cm<sup>2</sup>. Ha tehát azt akarom, hogy a szerkezet behajlása, deformációja az acélével legyen egyenlő, háromszor akkora inerciára van szükség. Ez természetesen nem jelenti egyúttal a keresztmetszet, vagy köbtartalom háromszorosát is, mert egyéb lehetőségek is rendelkezésre állnak. Pl. a tartómagasság növelése, szekrényes tartók kiképzése, héjszerkezet alkalmazása, stb. Ezekkel a konstrukciós megoldásokkal majd más alkalommal fogunk bővebben foglalkozni. De mindenestre nagy előnyt jelentenek a könnyűfémeknél a sajtolás révén olcsón előállítható, úgyszólván tetszőleges szelvényű tartók. Az 5. ábra egy gyorsvasúti kocsinál alkalmazott különféle, a legcélszerűbb anyagelosztással készült sajtoló tartókat mutat be. Ennek kivihetősége mellett szól a szerszámok aránylag egyszerű volta. Ezeket a profilokat ugyanis nem hengerlik, hanem sajtolják a még meleg folyós anyagból. Egy ilyen szerszám ára 600–1500 Ft között van, tehát már kisebb sorozat gyártásnál is kifizetődik.

2. A rovas-érzékenység (Kerbwirkung) miatt sokszor nagyobb biztonsággal kell megválasztani a méreteket. Ez azzal függ össze,

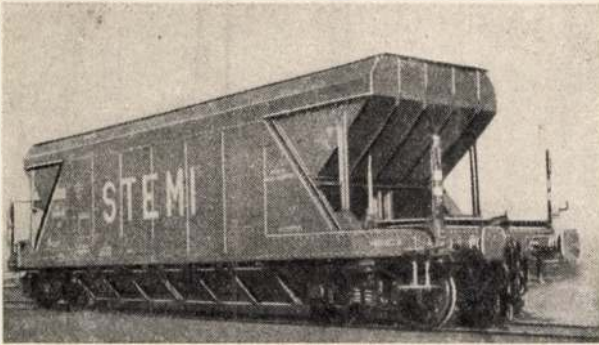
hogy a bemetszett próbatestekkel végzett kísérletek (Charpy próba) azt mutatták, hogy a próbatestek töréséhez tartozó fajlagos ütőmunka alumíniumöntvény ötvözeteknél 0,2–1 mkg/cm<sup>2</sup>, sajtoló szelvényeknél 2–4 mkg/cm<sup>2</sup>. Tehát 1,5–5-ször kisebb, mint a folytacélnál.

A rovasérzékenység következtében különösen a kifáradási határ csökken rohamosan. Ez a szempont a járómű szerkezeteknél igen

3. ábra. Szénszállító könnyűfémteherkocsi.





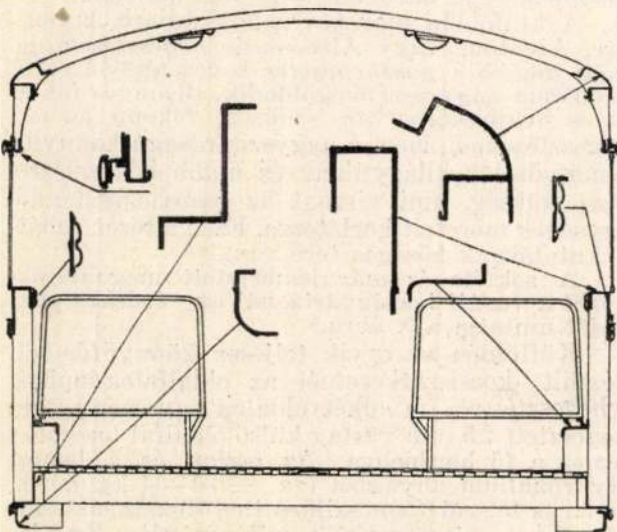


4. ábra. Könnyűfémből készült önürítő teherkocsi.

fontos. Nemesak a járóművek rendeltetésével összefüggő felerősítési, esztétikai szempontok miatt szükséges keresztmetszetváltozások, furatok, csavarmenetek adnak alkalmat rováshatások kifejlődésére, hanem a szegecskötéseknél is keletkezhetnek ilyenek.

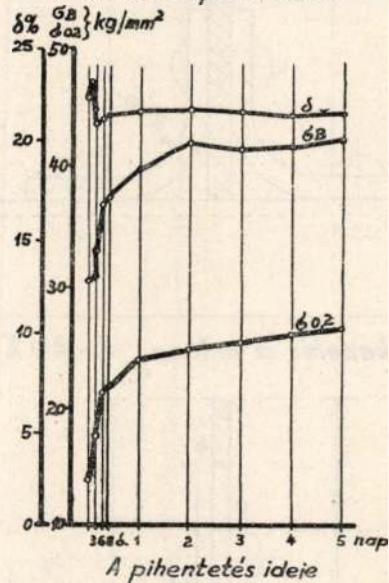
Ennek kiküszöbölésére egyrészt a szerkezetek részleteiben kikeresendő lehetőségek, a kötéseknel is lassú átmenetek, másrészt a felületek, furatok megmunkálási simasága, illetve megfelelő éles bemetszés nélküli csavarmenetek alkalmazása adnak módot. Ez utóbbiak kidolgozása az Alumínium Kutató Intézet programjában van. Nem lehet elmúlasztani, hogy az anyag rovasérzékenységére való tekintettel innen is fel ne hívjuk a figyelmet arra, hogy pl. a munkadarabok kirajzolásánál nem szabad rajztűt, vagy pontozót alkalmazni, hanem puha íront kell használni.

3. A keresztmetszetek növelését okozhatják a hőkezelési szempontok is. A II. Táblázatból világosan látszik, hogy hőkezeléssel milyen nagymértékben javíthatók a könnyűfém ötvözetek szilárdsági tulajdonságai. A szakítószilárdság kb. a kétszeresére, a folyási határ kb. a háromszorosára nő meg. De rá kell mutatnom ennek a változásnak különleges természetére is. A 6. ábra szerint a hőkezelés után a durálanyagok 2–3 órán



5. ábra. Különleges sajtolt könnyűfémszelvények egy gyorsvasúti motorkocsinál.

Al-Cu-Mg ötvözet.  
Nemesítve és szobahőmérsékleten pihentetve



6. ábra. Önszilárduló alumíniumötvözet szilárdsági értékeinek változása nemesítés után szobahőmérsékleten pihentetve.

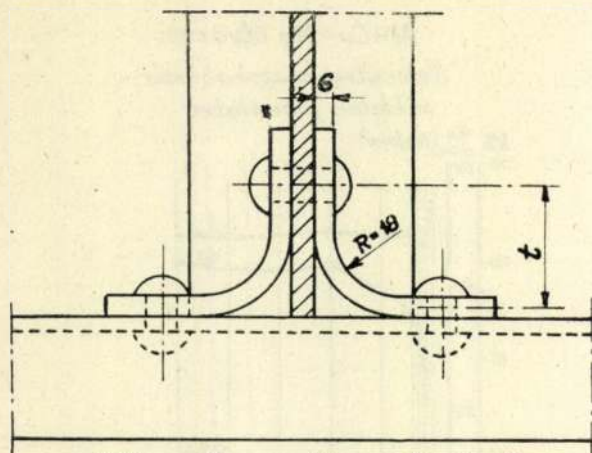
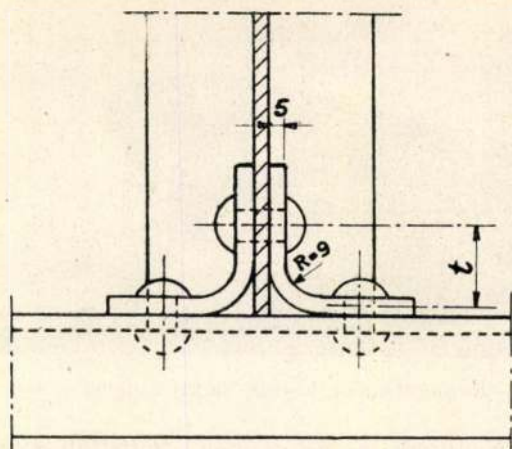
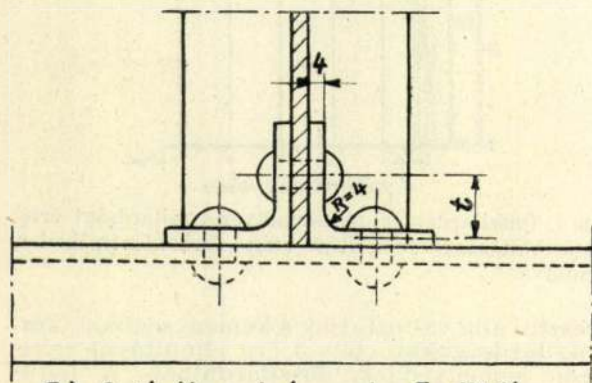
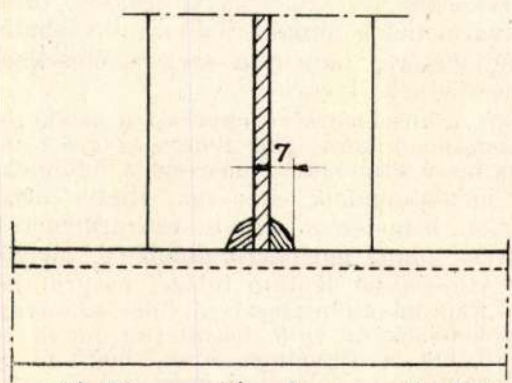
keresztül alig változtatják a keménységüket (szakítószilárdságukat). Kb. 3 óra elmúltával rohamosan keményednek, önszilárdulnak. A hajlítási, vagy hasonló megmunkálásnak tehát a 3 órán belül kell megtörténnie. A hőkezelés után a pihentetés révén már keménnyé lett ötvözetek a megmunkálásnál okoznak ugyanis kisebb-nagyobb nehézségeket. Így pl. a lemezek, vagy tartók hajlítása nagyobb sugáron történhet csak meg. A lágy állapotban lemezeknél a belső sugár a lemez vastagságával, vagy annak 1.5-szörösével lehet egyenlő, de kemény állapotban ez az érték 3–4-szeresre nő fel.

Ennek a kérdésnek világossá tételére egy egészen egyszerű szerkezeti részletet mutat a 7. ábra. Amit ez a leegyszerűsített példa mutat, az érvényes elvileg az egész szerkezetre. A lényeg ugyanaz, csak a formák és a dimenziók változnak. A sarokkötésben az egyéb igénybevételek mellett *t*-karral torziós igénybevétel is keletkezik. Ez a kar elsősorban a hajlítási sugárral és az anyagvastagsággal nő, illetve a nagyobb hajlítási sugár miatt megnőtt torziós nyomaték miatt vastagabb anyag kell. Az *a*) változat a csak a müben hőkezelt, tehát kemény állapotban, nagy sugárral hajlított darabot, a *b*) a hajlítás után is hőkezelt kötést, a *c*) a sajtolt, de csak a müben hőkezelt kivitt mutatja. A teljesség kedvéért az ábra *d*) változata a hegesztéssel való megerősítést is bemutatja, amire még visszatérünk. A szükséges keresztmetszetek egymáshoz való viszonyát az ábrán láthatjuk és a következtetést levonhatjuk.

Az ebből származó hátrány kiküszöbölésére két mód van:

a) A hajlítandó darabokat *lágy állapotban hajlítjuk meg és aztán hőkezeljük*. Így elérjük a lágy állapotban előírt kis hajlítási sugarat,



a.) Hőkezelés a műben.  $F = 100\%$ b.) Hőkezelés a munkahelyen is.  $F = 67\%$ c.) Sajtolt szelvényvel  $F = 50\%$   
(*hőkezelés csak a műben*)d.) Hegesztéssel  $F = 5\%$   
(*utólagos hőkezelés is*)

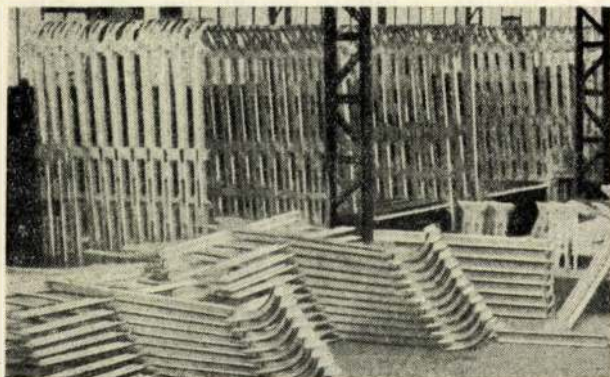
7. ábra. Különböző technológiai eljárással készült tartóbekötések.

de utólag megkapjuk a kívánt nagy szilárdságot. (7. ábra b.) Célszerű tehát a *feldolgozó munkahelyen hőkezelő kemence* alkalmazása. Ez egyszerű elektromos kemence, elektromos úton való automatikus hőfokszabályozással.

b) *Sajtolt profilok* alkalmazása, mely a hajlítást feleslegessé teszi és így a műből kikerülő anyag semmi újabb hőkezelést nem igényel. (7. ábra c.)

Ez az utóbbi eljárás egyébként is előnyös, mert gazdaságos anyagkihasználást tesz lehetővé. A már bemutatott 5. ábrán kívül szép példa erre a 8. ábrán látható és autbuszok szé-

8. ábra. Előregyártott autbuszalkatrészek.



riagyártásához előgyártott profilok, tartórészek alkalmazása.

4. A könnyűfém elemek *összeerősítése* is okoz némi súlytöbbletet. A megfelelő nagyszilárdságú hegesztőberendezés hiányában egyelőre *szegecselt szerkezetet* kell alkalmazni. Ezért a szegecslyuk okozta keresztmetszet gyengítés miatt nagyobb keresztmetszet kell, továbbá csomólemezek, sarokkötések, stb. kellenek.

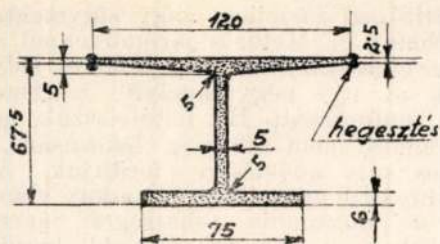
A külföldön már bevezetett Heliarc, Argonarc, Arcatom, vagy Aircomatic *hegesztések*, de még inkább a *ponthegeztés* bevezetésével ez a probléma nagyrészt megoldódik. Bizonyos fokig itt is óvatosságra van szükség, főképp az ívhegesztéseknél, mert a nagyszilárdságú könnyűfémötvözetek kilágyulnak és újabb hőkezelésre van szükség, ami viszont az összehegesztendő egységek méreteit korlátozza. Ezen a téren tehát a kutatásnak bőséges tere van.

A sokféle és már ismertetett megoldások közül a vasúti kocsigyártásnál egy érdekes példáját mutatja a 9. ábra.<sup>3</sup>

Külföldön az egyik teljesen könnyűfémből készült kocsiszerkezetnél az oldalfaloszlophoz ívhegesztéssel (mindkét oldalon egyszerre) felhegesztett 2.5 mm vastag külső oldalfal burkolólemez a fő hordóelem. Az oszlop és a lemez Hydronalium anyagból ( $\sigma_B = 30-34 \text{ kg/mm}^2$ ), ha ki is lágyul (nem szilárdítható!) kalapálással kb. 80%-ra visszanyeri a szilárdságát. Egyéb-

<sup>3</sup> Revue de l'Alumínium 1949.

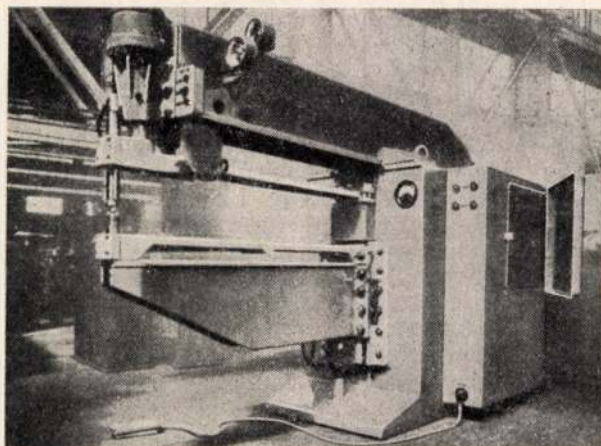




9. ábra. Vasúti személykocsi oldalfaloszlopa hozzáhegesztett burkolólemezzel.

ként az oszlop alakja olyan, hogy egyrésze ki is lágyulhat. (Az oszlop 2—2 ablak között az ülések szimmetria síkjában van.)

A ponthegesztésnél a kilygúlással kapcsolatos nagyobb hátrány nincs meg. Olyan gép segítségével, amit a 10. ábra<sup>4</sup> is feltüntet, egész



10. ábra. Ponthegesztőgép. 650 kVA.

autobusz- vagy vagonoldalfalakat (oszlopokat, merevítőket, betéteket, burkolólemezt) lehet összehegeszteni. Mindkét hegesztési módnál gondolni kell arra, hogy az éles bemetszésekhez hasonló jelenségekkel kell számolnunk a keskeny hőzóna miatt keletkező ugrásszerű keménységi átmenetek miatt.

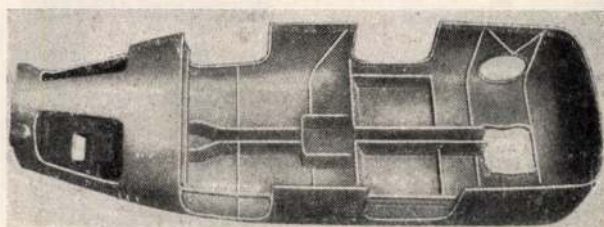
Bizonyos elemeknél az összeerősítésre használhatjuk a *mélyhűtési eljárást*. Ez a melegen való felhúzásnak a reciprok eljárása. Nem a furattal ellátott tárgyat melegítjük fel, hanem a furatba illő alkatrészt hűtjük le kb. mínusz 70—160°C-ra. A tárgy összehúzódik, a megfelelő toleranciával elkészített furatba téve újra visszanyeri a normális hőfoknak megfelelő méretét és így egy szoros illesztést ad. Ennek az eljárásnak az előnye a meleg eljárással szemben, hogy nem kell attól félni, hogy a hőkezelés következtében az alumíniumötvözet szilárdsági értékei megváltoznak. (Kikísérletezése az Alumínium Kutató Intézetben most van folyamatban.)

Megemlítem ehelyütt a hazánkban még kevésbé ismert *Araldit kötést* is. Ez egy műgyanta-féleség, mely alumínium és ötvözetek összeragasztására szolgál. Az anyag 120°C-on megolvastandó, a lapok, profilok átlapolva egyszerűen összeszorítandók és a kötés 160—

190°C alatt keményítendő. Az átlapolás szélességével elérhető, hogy a lapirányú nyíróerő az alumíniumötvözet szilárdságával legyen egyenlő. Pl. egy 1 mm vastag antikorródál anyagnál, melynek szakítószilárdsága 33 kg/mm<sup>2</sup>, 20 mm átlapolásnál már a kötés szilárdsága egyenlő a lemezével. Ez a kötési mód főképp a belső berendezéseknél használható.

Egy egyszerű felerősítő mód, amely főképp autobuszoknál szokásos a *burkoló lemezeknek hornyokba való beillesztése*. Természetesen zörögés ellen a horony nemezzel, vagy posztóval van bélelve.

Ezeket a nehézségeket is sok vonatkozásban kiküszöböli az 1. és 3. alatt említett előre-sajtolt és sokféle feladatot kielégítő szelvények alkalmazása. Sőt éppen az automobiliparban az *öntés* siet segítségére. A 11. ábra<sup>5</sup> egy teljes autochassist és szekrény alsórészét mutat egy



11. ábra. Egy darabként öntött autóalváz és szekrény-alsórész.

darabból kiöntve. Ez által a szegecselés és a hegesztés okozta nehézségek egy csapásra megszűnnek. Ugyanerre példa egy autójárat szerkezete is, melyet a 12. ábrán<sup>6</sup> láthatunk. A teljes ajtó súlya 6 kg.

5. A tervezőnek figyelembe kell venni még a *korrózió* lehetőségét is. Az ezzel kapcsolatos félelem azonban túlzott. Jól megválasztott anyag, megfelelő védő bevonás, vagy a különböző anyagból készült elemek kellő elszigetelése megnyugtató biztonságot ad.

6. Nem szabad megfélekednünk arról, hogy *helyi jellegű felületi nyomásoknak* a könnyűfémek nehezen állnak ellent. Ezért a íelfekvő felületek növelésével, az alátét tárcsák vastagításával kell számolnunk.

7. A nagy *hőtágulási együttható* (24.10<sup>-6</sup> cm/cm C°) csak kombinált szerkezeteknél okoz gondot. Így pl. alumíniumötvözetből készülő vasúti görgős csapágytoknál a tőrészek észszerű megválasztása a nehézséget ezen a téren is kiküszöböli.

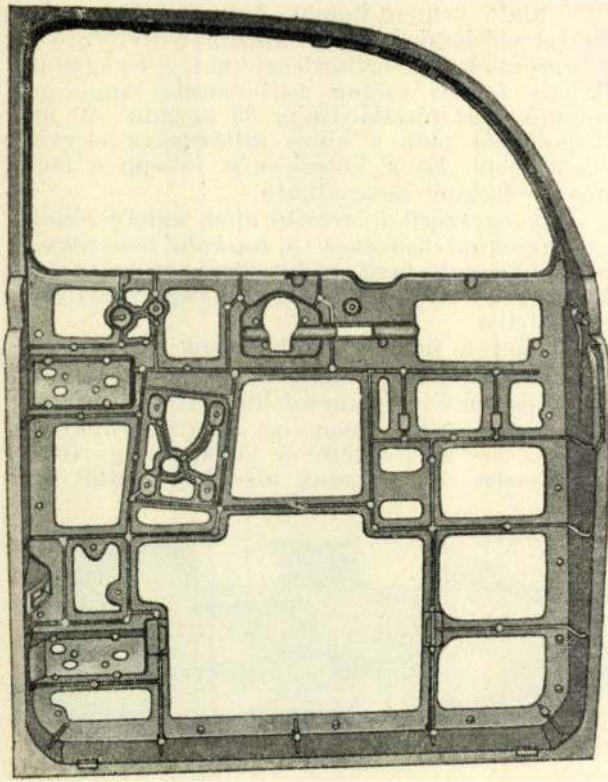
Bár láttuk, hogy a nehézségek nagyrészt kiküszöbölhetők, mégis a fentiekből világos, hogy *bizonyos százalékkal meg kell növelni a beépített tartó köbtartalmát* az acélszerkezettel szemben és nem lehet a súlycsökkentés értékét egyszerű fajtsúly átszámítással elintézni. Aszerint, amint nagyobb köbtartalom-többséggel kell számolni, csökken az acélszerkezettel szemben megtakarítható súly. A 13. ábra egy járómű acélszerkezetének könnyűfémrel való helyettesítése esetén a köbtartalom-többlet függvényében magában a szerkezetben elérhető súlycsökkentés adja százalékokban.

<sup>5</sup> Budgen: Aluminium and its alloys 1947.

<sup>6</sup> Materia's and Methods 1949.

<sup>4</sup> Zeerleder: Technologie des Leichtmetalls 1947.





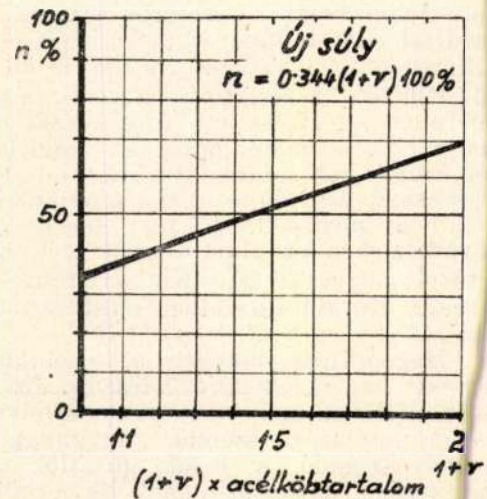
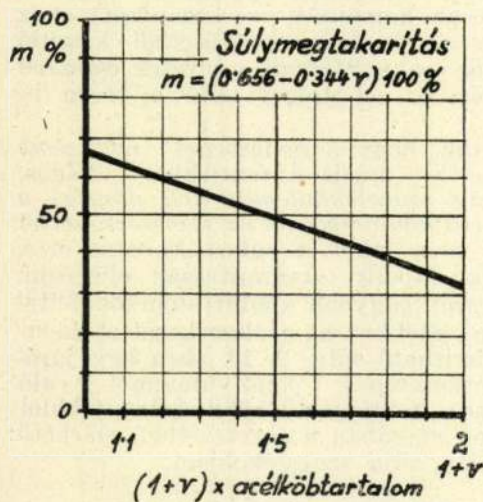
12. ábra. Egy darabban öntött autóajtó.

Ha az egész járműsúlyra számítjuk a súlymegtakarítást, kétségkívül kisebb százalékot kapunk, mert *több szerkezeti elem* van, amely a kohászat és a technológia mai fejlettsége mellett *nem helyettesíthető* alumíniummal. Ilyen: a vasúti kerék futórésze, az abroncs, tengelyek, rugók, fogaskerekek, nagy kopásnak kitett alkatrészek, stb. Viszont javítja ezt a százalékot a *közvetett súlymegtakarítás*. Ez az érték egyáltalán nem elhanyagolható. A kocsialvázalán és szekrényében elért néhány tonnás súlycsökkenés a jármű hordószerkezetében azonnal érezhető hatását, mert a statikus terhelés csökkenése éppen itt a dinamikus hatások csökkentését is jelenti és rugóban, tengelyben,

ezek csatlakozó részeiben nagy súlymegtakarítások érhetőek el. Motoros járműveknél a hajtógépekben takaríthatunk meg tetemes súlyokat. Vegyünk pl. egy négytengelyű, négymotoros villamos motorkocsit. Ha feltételezzük, hogy a súlycsökkenést nem sebesség fokozására, vagy a hasznos súly növelésére fordítjuk, hanem már a korszerű gyorsításra és adott viszonyok mellett a maximális sebességre méretezett motorokkal és a leggazdaságosabb kocsimérettel számoltunk eleve, akkor a kocsi rész súlycsökkentése a motorikus berendezés teljesítményének csökkentését vonja maga után. Tudjuk ugyanis, hogy a hasonló járműveknél a motorok méretezésének az alapja a gyorsítás, esetleg a fékezés teljesítménye. Két olyan tényező, mely a jármű tömegével függ össze és így a tömegek csökkentésével majdnem arányosan csökkenthető a motorteljesítmény is. Egy 18 m hosszú, 50 ülőhelyes, kb. 35000 kg motorkocsi önsúlyából könnyűfém alkalmazása révén első lépésben kb. 4500 kg súly takarítható meg. Az eredetileg tervezett teljesítményből kb. 8.3 LE jut tonnánként a terhelt kocsisúlyra. Ha 45 tonnával könnyebb a kocsit, akkor  $45 \times 8.3 = 38$  LE-vel máris kisebb teljesítmény elegendő. A motorsúly, stb. csökkentéséből eredő további 500 kg-nak megfelelő újabb 4.15 LE teljesítménycsökkenés helyett — minthogy nem vehetünk a teljesítménycsökkenést egészen arányosan — csak 2 LE-t veszünk, akkor a teljesítmény megtakarítás  $38 + 2 = 40$  LE körül mozog. A szóban forgó átszellőztető motor LE-ként kb. 12.5 kg, tehát  $12.5 \times 40 = 500$  kg újabb súly takarítható meg, mint közvetett súlycsökkenés csak a motoroknál.

Ezek a súlycsökkenések azután bőséges kárpótlást nyújtanak a már végkép tovább nem csökkenthető alkatrészsúlyok súlycsökkentési százalékot rontó hatásáért.

Ezeknek a kérdéseknek a tárgyalása felveti a *gazdaságosság kérdését* is. Ennek vizsgálata három alapvető tényezőtől indul ki. 1. Műszaki szempont: Milyen többlet-köb tartalmat kell beépítenünk az acéllal szemben? 2. Az anyagban rejlő kereskedelmi szempont: Mi a könnyűfémötvözetek ára és mi az elmaradó anyagok ára? 3. Egyéb műszaki és keres



13. ábra. Súlymegtakarítás könnyűfém alkalmazása révén.

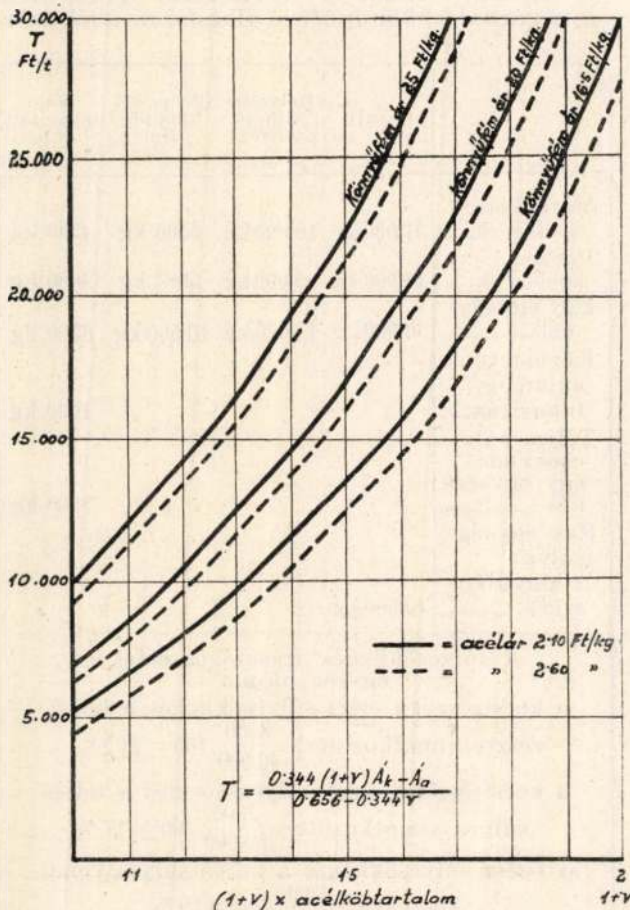


kedelmi szempont: Mi a fajlagos vontatási költség?

Jelen tanulmány keretében helyszűke miatt a levezetés részleteit elhagyva, gyakorlati példákból kiindulva, általános síkra vettem vissza a kérdést.

A súlymegtakarítást és az elmaradó anyag értékelését nem a régi, kb. 20 év előtti alumínium-propaganda értékeivel veszem. Akkor ugyanis a régi súlyos konstrukciókat hasonlították össze az alumínium alkalmazásával könnyített kocikkal. Kihagyták azt a fejlődési fokot, amelyet az I. ábra leszálló ága jellemez. Vizsgálódásainkban tehát már a korszerű, „könnyű építési mód”-dal épült kocsi az összehasonlítás alapjai. Így bizonyos köbvertett nagyszilárdságú alumíniumötvözetből, tehát kb. 45%-kal lehet könnyíteni a tartószerkezetet. (13. ábra.) Ez az érték a már említett hőkezelési berendezések, hegesztés bevezetése stb. révén javulni fog, tehát a kérdés az alumínium javára a jövőben kedvezőbben fog alakulni.

Az alumíniumötvözet árában, különösen hazánkban a kutatás révén, az eddig kárba vesztett alkotók feltárásával szintén javulás várható. Minden remény megvan arra, hogy a hazai viszonylatban a most számítási alapul vett egységárak lényegesen csökkenjenek.



1 tonna szerkezeti súlymegtakarítás többletköltsége

14. ábra. Könnyűfém alkalmazása révén elért 1 tonna szerkezeti súlymegtakarítás többletköltsége.

Hiszen az 1932 körüli időben a nagyszilárdságú alumíniumötvözet ára az acélénak kb. 18-szorosa volt, míg most ez a szorzószám kb. csak 10.

A vizsgálódás hengerelt, illetve sajtolat könnyűfémeknek háromféle átlagos árával, 16.50, 20, 25 Ft/kg és kétféle acéllal, 2.10 és 2.60 Ft/kg számol.

A 14. számú diagram mutatja, hogy 1000 kg súlymegtakarítás mibe kerül aszerint, hogy mennyivel nagyobb könnyűfém-köbverttartalom kerül beépítésre, mint amekkora acél-köbverttartalom volt a tartószerkezetben.

Látjuk, hogy milyen fontos a beépített többletköbverttartalom szerepe. A görbék elég meredek ahhoz, hogy a köbverttartalomtényező kis változásával is elég nagy többletköltség-változást jelentsenek. Pl. ha az „1+V” tényező 1.6-ról 1.5-re csökken, a 25 Ft/kg-os egységárnál az 1000 kg-os súlymegtakarítás többletköltsége 27.000 Ft-ról 23.000 Ft-ra esik le. Ezért igen fontos a gyártó műhely korszerű berendezése: hőkezelő kemence (v. ö. a 6. és 7. ábrák tanulmányaival) és a hegesztőberendezésekből könnyűfémekhez tervezett ponthegeztőgép. Ebben a diagramban a közvetett súlymegtakarítások nincsenek figyelembe véve, valamint nincs a súlynyereség, vagy a többletköltség a járómű teljes súlyára, illetve teljes árára vonatkoztatva. De láttuk, hogy a közvetett súlymegtakarítás igen tekintélyes és természetesen jelentős az ebből származó költségmegtakarítás is. Vizsgálódásunk tehát akkor lesz helyes, ha egy konkrét példán ezeket a szempontokat is figyelembe véve haladunk tovább.

Induljunk ki egy négytengelyű, négymotoros, helyi közlekedés céljait szolgáló és korszerű acélszerkezetű elektromos mótorkocsiból, valamint a hozzátartozó pótkocsiból. A számértékeket a III. táblázat mutatja. A súlymegtakarítás tehát 20% körül mozog.

A többletköltségnél a már említett háromféle könnyűfémárral számolok. Az elmaradó acél árát 2.30 Ft/kg-nak, a közvetett súlymegtakarítás révén elmaradó anyagok túlnyomó része motorikus berendezés és így 40 Ft/kg árral számolhatók. A levezetést a IV. számú táblázat mutatja. A munkabért ugyanakkorának veszem fel könnyűfém esetében mint az acélnál, mert feltételezem, hogy az előbb említett korszerű berendezések, mint hőkezelő kemence, hegesztőgépek stb. rendelkezésre állnak. Ezáltal a számítás biztonságát növelem. Ebben az esetben ugyanis a könnyűfémek megmunkálási, kezelési, szállítási, rozsdavédelmi költségei sokkal kisebbek lesznek, mint az acélé. Egvégként a többletköltség a teljes beszerzési költségnek 8–15%-a.

A táblázatban látható aránylag nagy számértékek miatt azonnal felmerül a rentabilitás kérdése is. Ennek a kérdésnek vizsgálata nem csupán a tőkés társadalomban fontos. Hiszen azt kell vizsgálni, hogy a szocialista termelésben a legésszerűbben termelt és így a tényleges költségek által terhelt könnyűfém mennyiség beépítése esetén vajjon a járómű teljesíti-e azt a köteletségét, hogy az értékesebb anyag révén a többletköltség visszajut a társadalomnak, tehát a termelés egyik oldalán befektetett többlet a termelés másik oldalán, ez alkalommal a közlekedési szektorban, visszatérül. Így



## Beszerzési többletköltség egységenként:

Beépített könnyűfém	10.500 kg à 16 <sup>50</sup>	173.250 Ft à 20.-	210.000 Ft à 25.-	262.500 Ft
Elmaradó acél	19.000 kg à 2 <sup>30</sup>	43.700 Ft	43.700 Ft	43.700 Ft
Többletköltség a szerkezeti anyagnál		129.550 Ft	166.300 Ft	218.800 Ft
Közvetett súlymegtakarításból (mot. stb.) 1000 kg à 40.-		40.000 Ft	40.000 Ft	40.000 Ft
Teljes beszerzési többletköltség		89.550 Ft	126.300 Ft	178.800 Ft

A gazdaságosság kiszámításához használt összefüggés:

$$M \cdot K \cdot e = T_i \cdot t + j \cdot T_i \cdot t = (1 + j) T_i \cdot t$$

*M* = egy járműegységénél megtakarított súly tonnákban  
*K* = az egy egység által megtett évi kilométer  
*e* = az áramköltség tonnakilométerenként  
*T<sub>i</sub>* = a járműegységénkénti beszerzési többletköltség Ft-ban a különböző könnyűfém egységárak mellett  
*t* = amortizációs tényező, 5% kamatláb mellett 25 évre: 0'07095 ≈ 0'071  
*j* = járműtartalékolás 10%

Tehát esetünkben: 9<sup>5</sup> · *K* · *e* = 1<sup>1</sup> · 0'071 · *T<sub>i</sub>*

III. táblázat. Könnyűfémek alkalmazásával elért súlymegtakarítás 4-teng. villamos motor- és pótkocsinál.

a IV. táblázat képletében szereplő „amortizációs tényező” a termelékenységi fogalom egy alakja.

A rentabilitás kérdését többféle szempontból lehet vizsgálni. Én a legegyszerűbb és legáttekinthetőbb szempontot veszem fel, hogy a kérdés a maga tisztaságában álljon előttünk és oldódjék meg:

*A megtakarított súly kisebb vontatási költséget jelent. Adott tonnakilométerenkénti áramköltség mellett keresem azt az évi km-számot, melynek elérése szükséges, hogy a beszerzési többletköltség éppen kifizetődjék. Ez a határeset.* Ha ennél több az évi tényleges km-szám, akkor vagy áramköltség-megtakarítás, tehát effektív haszontöbblet áll elő, vagy egyéb előnyök származhatnak a könnyűfém alkalmazásánál.

Számításomban két fontos elhanyagolás van. Nevezetesen a 25 évi használat után a kocsikba beépített könnyűfémanyag komoly, a mai értékkel 34.000—50.000 Ft összeget tesz ki, mely a kocsik kiselejtezésekor visszatérül. Ezzel is számolva, a gazdaságosság a könnyűfém-szerkezet javára nőne. A másik elhanyagolás, hogy a kisebb súlyok miatt kisebb lesz a pálya fenntartási költsége, az áramfogyasztás csökkenésével együtt kisebb keresztmetszetű áramvezeték, kisebb alállomás, sőt végső következtetésben kisebb centrálé is elegendő. Ezek mind további *rejtett tartalékok*, melyek a könnyűfém alkalmazását még jobban indokolják.

A IV. táblázatban levő függvény alapján a 15. ábra diagramjait kapjuk. Mint említettem, *e görbék azt a határesetet mutatják*, amikor egy adott könnyűfém egységár mellett bizonyos tkm-kinti áramköltség esetén a leolvasható évi km megtételekor a könnyűfém kiterjedtebb alkalmazása, révén elért *súlycsökkenés éppen gazdaságos*. Ha az évi km szám vagy a tkm-kinti áramköltség nő, „haszon” jelentkezik. Ha ezek az értékek együtt csökkennének, „ráfizetés” keletkezik. A fennálló viszonyok mellett feltétlenül „haszon”-nal számolhatunk.

De érdemes a kérdést a másik szempontból is megvizsgálni. Adott körülmények között

*milyen könnyűfém-ár gazdaságos még*, ha a fenti kocsikat vizsgálva, a könnyűfém-köbttartalom-többlet 60% az acéllal szemben. Erre a 16. diagramm ad feleletet. Ennek egyenesei adott évi km szám mellett azokat a határeseteket mutatják, melyek bizonyos tkm-kinti áramköltség esetén a leolvasható könnyűfém egységárnál a könnyűfém alkalmazásából szár-

	Önsúly	Helyettesíthető acélszerk.	Beépített könnyűfém	Megtakarított súly
Motorkocsi acélszerk. ....	31.500 kg	10.000 kg	5500 kg	4500 kg
Pótkocsi acélszerk. ....	18.500 kg	9.000 kg	5000 kg	4000 kg
Egy egység-nél.....	50.000 kg	19.000 kg	10.500 kg	8500 kg
Közvetett súlymegtakarítás.....				1000 kg
Teljes súlycsökkenés egy egység-nél.....				9500 kg
Egy egység súlya könnyűfém-szerk. ....	40.500 kg			

A súlycsökkenés százalékos értékei egységenként:

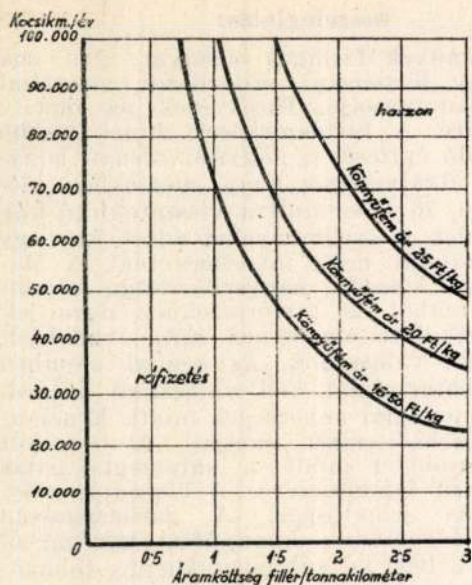
a kocsirészben elért súlycsökkenés a kocsirészre vonatkoztatva  $\frac{8500}{40.000} \cdot 100 = 21,2\%$

a kocsirészben elért súlycsökkenés a teljes súlyra vonatkoztatva  $\frac{8500}{50.000} \cdot 100 = 17\%$

az egész súlycsökkenés a teljes súlyra vonatkoztatva  $\frac{9500}{50.000} \cdot 100 = 19\%$

IV. táblázat. A könnyűfémek alkalmazása révén elért súlymegtakarítás beszerzési többletköltsége.





**Évi gazdaságos km-szám a tkm-kinti áramköltség függvényében**

15. ábra. Évi gazdaságos km szám a tkm-kénti áramköltség függvényében.

mazó súlycsökkenés éppen gazdaságos. Ha az áramköltség nő, vagy állandó marad, de a könnyűfémár csökken, „haszon” keletkezik. Ha a tkm-kinti áramköltség csökken, vagy a könnyűfémár nő „ráfizetés” jelentkezik.

Mint hogy az alumínium termelési költségének egyik legfőbb tényezője az elektromos

áram, hazai viszonylatban biztosra vehető, hogy ha a vontatási áramköltség csökken, akkor az alumíniumot termelő áram értéke is kisebb lesz. Ez azt jelenti, hogy csökkenő vontatási költség mellett csökken az alumínium ára, tehát várható, hogy a rentabilitási egyenleg nem változik.

Ennél a diagramnál a kb. 8 Ft/kg könnyűfém egységár érdekes abból a szempontból, hogy ennél az egységárnál az évi km számtól függetlenül, elenyésző kis vontatási áramköltség mellett is még gazdaságos a könnyűfém alkalmazása révén elért súlycsökkentés. Ennél a könnyűfémárnál ugyanis a könnyűfém szerkezet annak ellenére, hogy a kb. 45%-os szerkezeti súlymegtakarítás megvan, az acéllal szemben nem jelent többletköltséget, ha az említett motoros járművekről van szó, amelyeknél a gépberendezés súlya és ára is csökken.

A fenti nyilvánvalóan gazdasági előnyökhöz járul még az acélnak más, csak az acélt felhasználni tudó területeken való bőségesebb használati lehetősége, továbbá a fának minél kisebb mértékben való felhasználása. Ezek a nemzetgazdasági előnyök talán numerikusan nem mutathatók ki egyszerű eszközökkel, de szintén amellett szólnak, hogy a könnyűfém kiterjedtebb alkalmazásának kérdését érdemes tanulmányozni. Különösen nekünk, magyaroknak a probléma mélyére kell hatolni, hogy gyakorlati tapasztalatok révén a könnyűfém észszerű felhasználását előmozdítsuk.

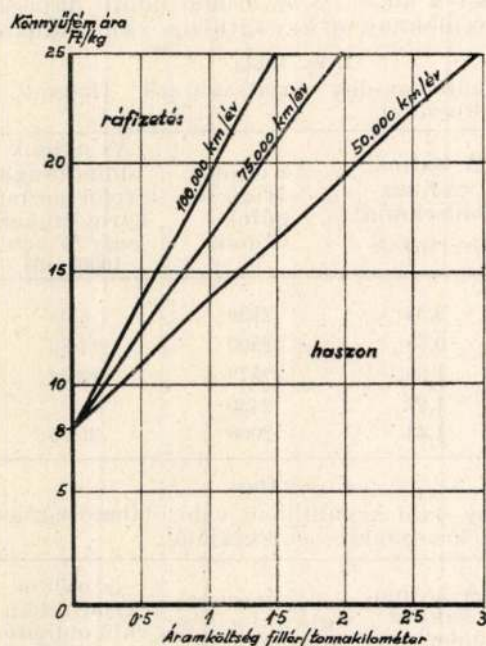
A fenti műszaki és gazdasági szempontokhoz hozzá kell vennünk azokat a különleges közlekedési feladatokat, melyek megoldásához a könnyűfém minden más szerkezettel, vagy anyaggal szemben versenyképes és ahol alkalmazása úgyszólván gazdasági vizsgálat nélkül indokolt.

Ilyenek: 1. ahol általában a nehézségi erő ellen kell dolgozni, 2. ahol nagy intenzitású és nagyobb igényű közlekedési szükséglet áll fenn, 3. kis hordképességű pályán a forgalom meaduzzad, 4. kémiai anyagok káros hatását kell kiküszöbölni stb.

Ilyen eset lehet, ha pl. meglevő villamos motorokcsiszüzem forgalma erősen megnő és a kocsik, illetve ezek motorjainak kicserélése nélkül kell pótkocsiszüzemre áttérni, amire konkrét eset van.

A főbbi részletkérdést a helyszűke miatt ez alkalommal nem tárgyalom.

Bejelenthetem azonban, hogy a könnyűfémnek a közlekedés különleges problémáinak megoldására alkalmas voltát felismerve, az Alumínium Kutató Intézet megbízást kapott a BSZKRT-tól próbaképpen egy teljesen alumíniumból, illetve ennek ötvözetéből gyártandó közúti vasúti járómű meatervezésére. Az indító ok egyrészt az említett különleges adottság, másrészt a könnyűfémeknek a közlekedési eszközöknél való hazai kipróbálás szándéka volt. Az Intézet tervezőosztálya az itt leírtak alapján végzi munkáját, mely a befejezéshez közeledik. Remélem, hogy a kocsik elkészültekor mód fog nyílni arra, hogy az érleklődő szakörök ennek a hazánkban első ilyen nagyobb-szabású próbálkozásának részleteiről — mind tervezési, mind technológiai szempontból tájékoztatást kapjanak



**Gazdaságos könnyűfém-egységár a tkm-kinti áramköltség függvényében**

16. ábra. Gazdaságos könnyűfémegységár a tkm-kénti áramköltség függvényében.



## FELHASZNÁLT IRODALMI FORRÁSOK:

- Alumínium (magyar) 1949.  
 Alumínium (német) 1941, 1943, 1944.  
 Alumínium in Service 1949.  
 Bulletin de l'Office Central du Rail et de la Route, 1932.  
 Économie et Technique des Transports, 1949.  
 L'Allègement dans les Transports, 1932, 1933.  
 Leichtmetall, 1928.  
 Materials and Methods, 1949.  
 Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1932.  
 Railway Age, 1931.  
 Revue de l'Aluminium, 1947, 1948, 1949.  
 Revue Générale des Chemins de Fer, 1931, 1934, 1936.  
 Schweizerische Bauzeitung, 1932.  
 Verkehrstechnik, 1927, 1928, 1930, 1931, 1932, 1937, 1939, 1940.  
 Waggon- und Lokomotivbau, 1930, 1931.  
 Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1938, 1942.  
 Zeitschrift für Metallkunde, 1931.  
 Aluminium Industrie-Aktiengesellschaft (AIAG, Schweiz) 1945-46-47. évi prospektusai.  
 Budgen, N. F.: Aluminium and its Alloys, 1947.  
 Dudley, L.: Light Metals in Structural Engineering, 1947.  
 Geleji Sándor dr. szerk.: Alumínium-Kézikönyv, 1949.  
 Főkép: Deniflée, dr Feimer, Füzesséry, dr Gillemot, Köves, Székely, Winkler tanulmányai.  
 Zeerleder, A.: Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen, 1943.  
 Zeerleder, A.: Technologie der Leichtmetalle, 1947.

## Összefoglalás:

A járóművek fajlagos önsúlyát igen sok tényező, így biztonsági, szilárdsági, kényelmi szempont befolyásolja. Törekvések az önsúly csökkentésére. A tartószerkezet minél kisebb súlyban való építését a nagyszilárdságú könnyűfémek alkalmazása nagy mértékben elősegíti. A kb. 26 éves multra visszatekintő külföldi kivitelek jó eredményeket adtak épp úgy személykocsiknál, mint teherkocsiknál. A Magyarországon készülő nagyszilárdságú alumíniumötvözetekből a tartószerekhez dural-jellegű, a burkolati elemekhez anticorrosional-jellegű anyagot választunk. Az acéllal szemben nagyobb köbtartalmat kell választani szilárdsági és technológiai nehézségek miatt. E nehézségek kiküszöbölésének módjai. A beépített köbtartalomtöbblet miatt a súlymegtakarítás nem egyszerű fajsúly-csere. A közvetett súlymegtakarítás jelentősége. A gazdaságosság kérdése. Háromféle könnyűfém-egységárból kiindulva az 1000 kg súlymegtakarítás többletköltsége. Egy négyteng. vill. motor- és pótkocsiból álló egységénél elérhető súlymegtakarítás és a beszerzési többletköltség. A rentabilitás határesetei: különféle vontatási áramköltséghez tartozó évi kilométerszám vagy könnyűfémegységár. Különleges közlekedési feladatok megoldásának lehetősége könnyűfémek alkalmazása révén.

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

Ismertetés prof. dr. A. J. Bjellajev: „Fizikai és kémiai folyamatok az alumínium elektrolízisének” című könyvéből. (Folytatás)

A kísérlet tárgyát képező oxidokat, mint a táblázatból és az ábrából láthatjuk, oldhatósági szempontból két csoportra oszthatjuk; mégpedig könnyűfém- és nehézfémoxidokra. Az első csoportba tartozók oldhatósága elég magas, a második csoportba tartozóké igen alacsony. Timföld jelenléte jelentős mértékben csökkenti másféle oxidok egyidejű oldhatóságát, mely tény igen szemléltetően megfigyelhető a nehézfémek nehezen oldódó oxidjaival végzett kísérleteknél. A kryolith-timföld olvadékban (a tiszta kryolith olvadékkal összehasonlítva) ezek az oxidok rendkívül gyorsan kiválnak, így az olvadék megdermedése után az edény alján tömött vékony színes réteget alkotnak.

Megfigyelve az oxidok kryolith-olvadékban való oldhatósági adatait, láthatjuk, hogy ez szoros kapcsolatban van az oxidok belső szerkezetével, vagyis a rácsok geometriai jellemzőjével. Az ionok rádiuszának növekedésével növekszik a vegyületek oldhatósága is.

A 3. és 4. számú táblázatból látható az is, hogy a rácsenergia nagyobbodásával hogyan csökken az oldhatóság. Ez természetesen nem mindig csak a rácsenergiától függ, hanem az oldószernek és a rács elemeknek kémiai kölcsönhatásától is, ami azután nagyon bonyo-

lulttá teszi a képet és ez utóbbi döntő hatással van az oxidoknak a kryolithban való oldható-

3. sz. tábla.

Könnnyűfémoxidok sajátosságainak függése a kation rádiuszától.

Oxidok	A kation rádiusz Goldschmidt szerint Å	Az oxidok olvadási hőfoka C°-ban	Az oxidok oldhatósága a felolvasztott kryolithban súly %-ban 1000°-nál
BeO	0,34	2500	8,95
MgO	0,78	< 2500	11,65
CaO	1,06	2572	13,42
SrO	1,27	2430	—
BaO	1,43	2000	35,75

4. sz. tábla.

Néhány oxid kryolithban való oldhatóságának függése a kristályrács energiájától.

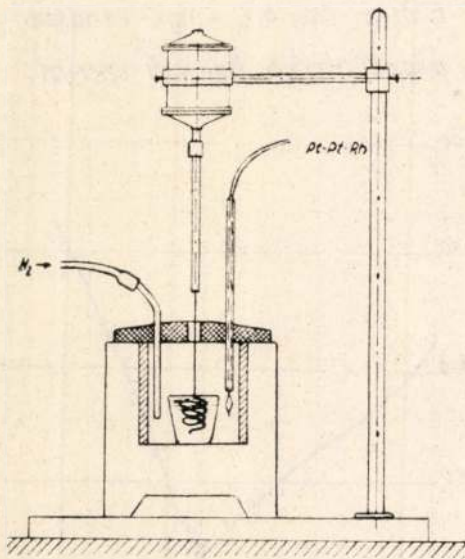
Oxidok	A kation sugara Goldschmidt szerint Å	U rácsenergia kaloria/gr molekulan-ként	Az oxidok kryolithban való oldhatósága 1000°-nál súly %-ban
CaO	1,06	645	13,5
MgO	0,78	731	11,0
NiO	0,78	731	0,3



ságára. A 2. számú táblázatból következik az is, hogy különleges oldhatósággal rendelkeznek az olvadt kryolithban az alkali-, és alkali-földfémek, tehát azok, amelyeket magas kémiai aktivitás jellemez, vagyis olyanok, melyek az oldóanyaggal könnyen képesek kölcsönhatásra. Ezzel szemben a nehézfémek oxidjai kevésbé aktív anyagok és ezért nehezebben oldódnak a kryolithban.

Ezekután a szerző a kryolith-oxyd rendszer állapot diagrammjaival tárgyalja a kryolithban jól oldódó következő oxidokra vonatkozólag:  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $BeO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $BaO$ ,  $B_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $WO_3$ .

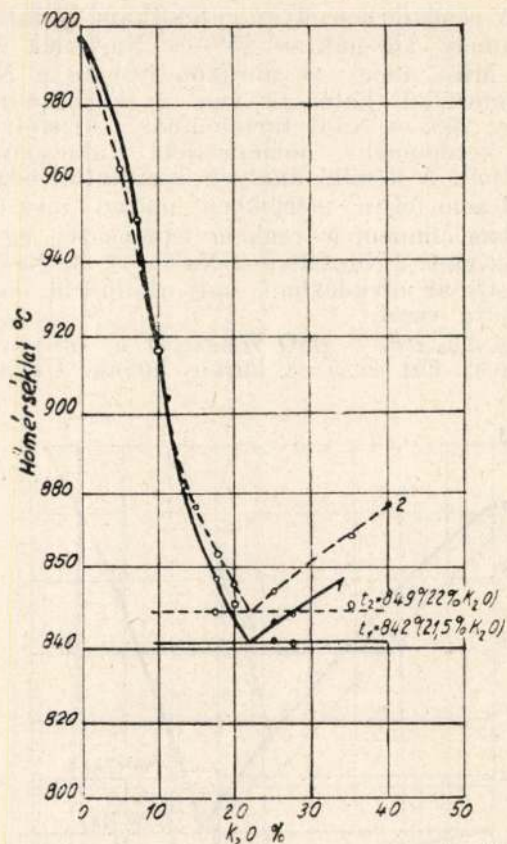
Ezeknek a rendszereknek a tanulmányozásánál a szokásos termikus módszert alkalmazták, felvéve a lehülési hőmérséklet és idő görbét. A 2. számú ábra az e célra használatos készüléket ábrázolja.



2. ábra. Kísérleti készülék az állapot diagrammok felvételére.

Az összes esetekben grönlandi kryolithot alkalmaztak. A  $Na_3AlF_6-K_2O$  rendszer tanulmányozásánál a  $K_2O$ -ot  $K_2CO_3$  alakban alkalmazták. A diagrammot a 3. számú ábra mutatja.

A rendszerben az eutektikum 21.5%  $K_2O$ -nál és 842°C-on van. 28%-os  $K_2O$ -nál az olvadék kristályosodási hőfoka még igen messze van a kryolith-fürdő üzemi hőmérsékletétől. Ily módon a  $K_2O$  magas oldhatósággal rendelkezik. Annak a kérdésnek megvilágítására, hogy a kálium a kryolith-timföld olvadékból milyen vegyület formájában van jelen, a  $Na_3AlF_6-K_2O$  állapot diagrammját egyensúlyi egyenletének jobb oldalából kiindulva vették fel:  $2 Na_3AlF_6 + 3 K_2O \rightleftharpoons 6 NaF + 6 KF + Al_2O_3$  feltételezve, hogy a  $K_2O$  KF-t és  $Al_2O_3$  képződés mellett teljes mértékben reagál a kryolithtal. Ez a görbe is látható a 3. sz. ábrán. Amint látjuk a két görbe majdnem teljesen egybe esik, amelyből következik, hogy a  $K_2O$  KF-t képezve, gyakorlatilag teljes mértékben reagál a kryolithtal, vagyis az egyensúlyi reakció teljes mértékben eltolódik a jobb oldalra. Nagyobb  $K_2O$  koncentrációnál

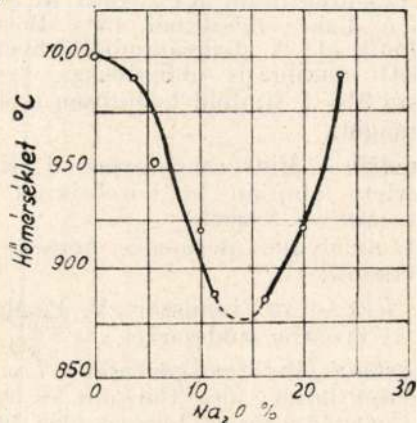


3. ábra.  $Na_3AlF_6-K_2O$  rendszer ábrája

- 1, Kiindulás  $Na_3AlF_6 + K_2O$  keverékből
- 2, Kiindulás a  $2Na_3AlF_6 + 3K_2O \rightleftharpoons 6NaF + 6KF + Al_2O_3$  jobb oldalából.

van ugyan kis eltérés, a két diagramm nem fedi jól egymást, amikor a kryolith és  $K_2O$  közötti kölcsönhatás nem megy teljesen végbe. A timfölddel azonban nem nagy mennyiségű  $K_2O$  kerül a kryolith-fürdőbe és éppen ezért a  $K_2O$  teljes egészében KF-é alakul át.

A  $Na_3AlF_6-Na_2O$  rendszert K. P. Batasev kísérletezte ki. A 4. sz. ábra a kristályosodásnak kezdetének hőfok-koncentráció függvényét ábrázolja.

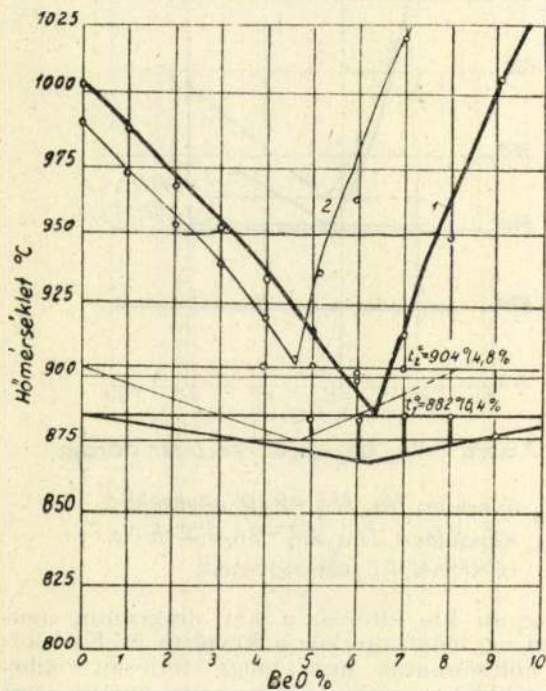


4. ábra.  $Na_3AlF_6-Na_2O$  rendszer állapot diagrammja Batasev szerint.



A rendszerben olyan eutektikum mutatható ki, amely 870°-nak és 15%-os Na<sub>2</sub>O-nak felel meg. Mint ahogy az ábrákon látható a Na<sub>2</sub>O nagymértékű hatással van a kryolith-olvadékra; 23%-os Na<sub>2</sub>O tartalomnál a kristályosodás kezdetének hőmérséklete alacsonyabb 1000°-nál. A kémiai analysis kimutatta, hogy a Na<sub>2</sub>O nem teljes mértékben marad meg oxid alakban, hanem a reakció egyensúlyi egyenlete szerint:  $2 Na_3AlF_6 + 3 Na_2O = 12 NaF + Al_2O_3$  az olvadékokban nátriumfluorid kialakulására vezet.

A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — BeO rendszert a szerző dolgozta ki. Ezt az 5. sz. ábrán látjuk. Ugyanitt



5. ábra A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> állapot ábrája. 1, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + BeO, 2, (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> + 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - BeO

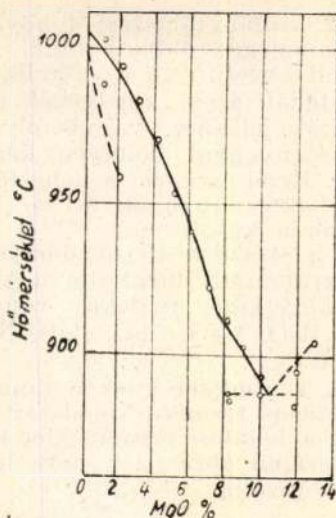
adja a Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — BeO — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszert is 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al. Az eutektikum 6.4% BeO és 882°-nál van, míg a 3-as rendszerénél 4.8% BeO-ra és 904°-ra tolódik el. A diagrammból következik, hogy a BeO maximális oldhatósága kryolithban 1000°-on 9%. A timföld jelentősen csökkenti az oldhatóságot.

A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — MgO rendszerben J. K. Bjerrant kísérlete alapján az eutektikum 10.4% MgO-nál és 890°-on fekszik.

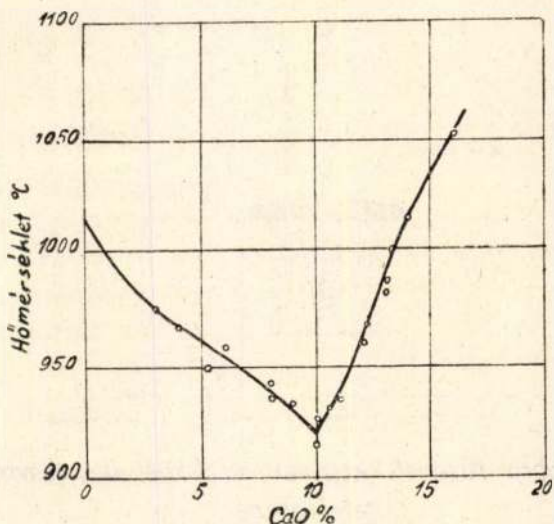
A MgO az olvadék dermedési hőmérsékletét erősen csökkenti.

A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — CaO rendszert V. P. Masovec kísérletezte ki vizuális módszerrel.

A diagramm likvidusz görbét a 7. sz. ábra adja. Az eutektikum 10% CaO-nál és 920°-nál fekszik. A CaO oldhatósági határpontja 1000°-on 13.5%. Timföld az oldhatóságát csak jelentéktelenül csökkenti például 1000°-nál és 3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jelenlétében 13%, 6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál 11% és 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál 5.6% CaO oldódik.



6. ábra. Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> - MgO rendszer állapot ábrája Berendt szerint.



7. ábra. Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> - CaO rendszer állapot ábrája Masovec szerint.

Masovec arra a következtetésre jutott, hogy a CaO és kryolith között a következő egyensúly állapítható meg:  $3 CaO + 2 Na_3AlF_6 = 3 CaF_2 + Al_2O_3 + 6 NaF$ .

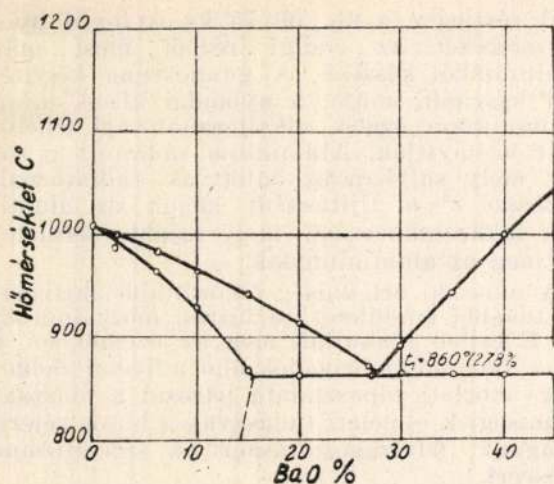
A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — BaO rendszert a szerző kísérletezte ki.

A diagramm eutektikum előtti részét a szilárd oldatok területének létezése jellemzi. Az eutektikum 27.8% BaO-nál és 860°-nál van. Maximális oldhatóság 1000°-on 40.1% BaO.

A Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszert szintén a szerző kísérletezte ki.

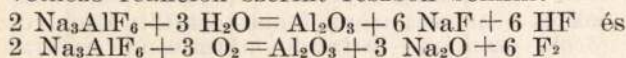
A diagramm a Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kettős és a Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> — B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) hármas rendszeren tünteti fel. Mindkét komponens feloldódik a másikban bármely arányban. Az eutektikum 79%-os B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 495°-nál van. 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jelenléte az olvadékokban, a diagramm karakterisztikájára alig mutat változást a binér rendszerrel szemben. Az eutektikum 77%-os B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál 509°-on van.



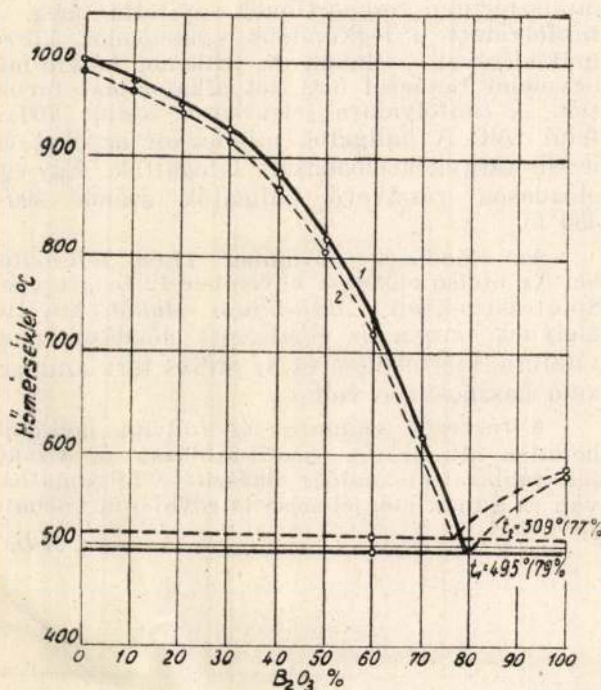


8. ábra.  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ - $\text{BaO}$  rendszer állapot ábrája.

A  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  rendszert, tekintettel ennek óriási technikai jelentőségére, már többen átvizsgálták, azonban az egyes szerzők adatai között jelentékeny eltérések vannak. Masovec ez eltérések alapfokát abban látja, hogy az olvadt kryolith „elfajul”, azaz a levegő nedvességével és oxigénjével való érintkezéskor a következő reakciók szerint bomlik:



Az az időköz, amely a kryolith megolvadásához és a timföldnek abba való beolvadásához, valamint a lehülési görbének a felvételéhez szük-

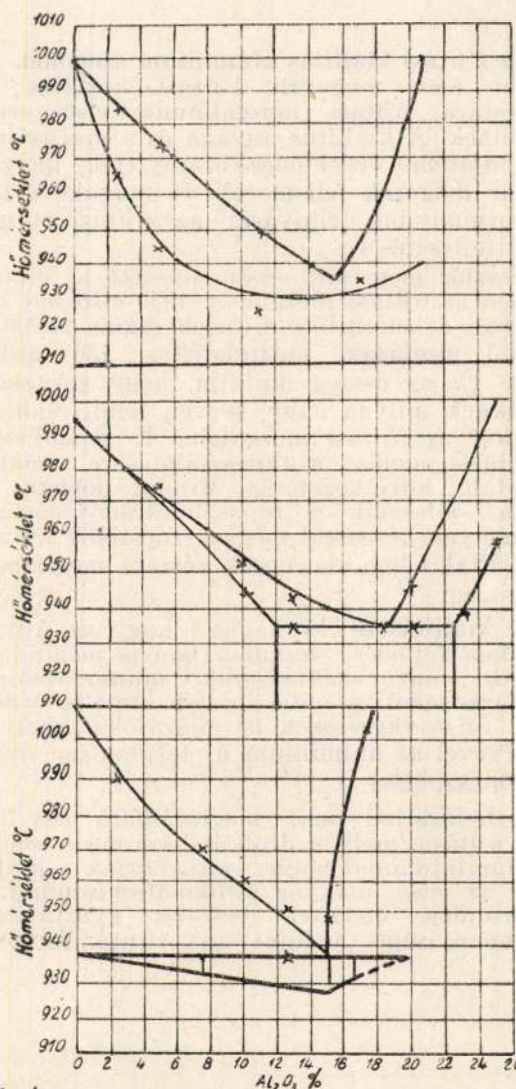


9. ábra.  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ - $\text{B}_2\text{O}_3$  állapot ábrája

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

séges, elégséges ahhoz, hogy a kryolith jelentős rész különösen, ha még az olvadék túl is van hevítve, eltomoljon. A kutatók e körülményeket nem vették tekintetbe, vagyis ténylegesen nem azzal az olvadék állománnyal dolgoztak amivel számoltak; az olvadékok több timföldet és még szabad NaF-ot is tartalmaztak. Összehasonlítás céljából három állapotdiagrammot ismertetünk, melyeket Fedotjev és Ilinszkij (a) Roush és M'jake (b) és Lundin (c) állítottak fel. Meg kell említenünk, hogy Lundin a diagrammját az olvadéknak a levegővel való érintkezés teljes kizárása mellett állapította meg, miáltal a diagrammja a legmegbízhatóbb a jelenleg ismert állapotdiagrammok között.

Az „a” diagrammban az eutektikum hányzik s a kettős görbe szilárd oldatok területét jelzi. Az olvadás minimális hőfoka  $935^\circ$ , mely 15.5%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak felel meg. Az olvadékok kristályosodása 20%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mellett  $1000^\circ$ -nál van. A „b” diagrammban a szilárd oldatok területe korlátozva van és az eutektikum 18.5%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nál  $935^\circ$  hőmérsékletnél alakul ki. Lundin



10. ábra.  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  állapot ábrái. 1, Fedotjev és Iljinszkij szerint. 2, Roush és Mijake szerint, 3, Lundin szerint.



A diagrammokról azt látjuk, hogy a  $TiO_2$  csak kis mértékben csökkenti a kryolith olva-diagrammja „c” nem mutat szilárd oldatok létezésére és éppen ebben áll annak elvi eltérése az előbb említett két diagrammtól. Az eutektikum  $14.8\% Al_2O_3$ -nál és  $938^\circ$ -nál van.  $1000^\circ$ -on Lundin szerint a megolvadt kryolithban csak  $16\% Al_2O_3$  oldódik, míg Fedotiev és Ilinszkij-nél (a)  $21\%$ . A kryolith és timföld egyszerű eutektikus jellegét alátámasztják a kristály-optikai vizsgálatok, melyek a dneprovsvki alumíniumgyár központi laboratóriumában készültek. A komponensek megőrzik saját optikai karakterisztikájukat. A látómezőt a kryolith kristályok foglalják el szegélyezve kryolith és timföld eutektikummal; melyben új optikai képződményt még nem figyelték meg. Ismerteti:

Ürmösy László  
okl. kohómérnök

(Folytatjuk.)

## Hazai hírek

**Az Újítási kiállítás alumínium szemmel.** Az október 8-án megnyílt Újítási kiállítás bő kincsesára újítási mozgalmunk első eredményeinek. A kiállítás anyaga és a megnyílvánult hatalmas érdeklődés bizonyítja, hogy a magyar dolgozók felismerték és magukévé tették kormányunk felhívását az újítási mozgalom kifejlesztésére.

Nézzük meg, mit eredményezett az elmúlt félévben az újítási mozgalom. 1949 első hat hónapjában a benyújtott újítások száma 23.000, a várható gazdasági megtakarítás 130 millió forint. Ez az összeg mutatja, hogy gazdasági életünknek milyen nagy, terven felüli lendületet adott az újítási mozgalom. E mennyiségi fellendülés mellett a tapasztalatesere vonalán is fordulat következett be. Mindig jobban és jobban szélesedik a tapasztalatesere mozgalom, melyen keresztül megsokszorozódik az újítások által népgazdaságunk részére megtakarított összeg.

A kiállításból kiviláglik, hogy az újítási mozgalom fejlődése szakmánkban is megindult. Vannak már szaktársaink, munkatársaink, akik fáradságot és munkát nem kímélve kidolgoztak új szerkezeteket, új eljárásokat, melyek segítségével az alumínium új területeken nyerhet felhasználást.

A bejáratnál már megtalálható egy bányász újítása, mely a drótkötél-korong bőrbetéteit alumíniummal helyettesíti. Látjuk a kiállításon az első magyar sziliko-alumíniumot, a műkorundot, melynek belföldi gyártásával nagymennyiségű valutát takarítunk meg. A

textil részlegén a kb. 70–75 kg-os textil nyomóhengereket az eddigi rézből most már alumíniumból készítik. A gumbiszma készítésénél használt sámfá, a nyomdai klisék mind az alumínium széles alkalmazhatósági lehetőségeit bizonyítják. Alumínium radiatort is látunk, mely súlyban az öntöttvas radiatornak mindössze  $8\%$ -a. Újításként látjuk az alumínium lakkzománcozást, mely újabb területet nyit meg az alumíniumnak.

A műszaki értelmiség fokozottabb aktivizálása további lendületet ad újítási mozgalmunknak. E célból alakultak meg az üzemekben a vegyes (komplex) brigádok, ahol a fizikai dolgozók gyakorlati tapasztalata párosul a műszaki értelmiségiek elméleti tudásával, a közös célért, országunk felvirágoztatásáért, a szocializmus építéséért.

Pöcze József.

**Alumínium Szaktanfolyam az Állami Tervező Intézetek és a nehézipar tervezői részére.** Az alumínium felhasználás fejlesztése érdekében szükségessé vált, hogy az alumínium tulajdonságait, megmunkálási lehetőségeit a nehéziparban és az építőiparban dolgozó tervezőink számára ismertessük.

Ez a felismerés vezette az Alumíniumipari és Kereskedelmi Propaganda Bizottságot, amikor megindított tanfolyamsorozatai közé felvette az Állami Tervező Intézetekben dolgozók és a nehéziparban foglalkoztatott konstruktorok számára tartandó alumínium szaktanfolyam megindítását.

A tanfolyam október 13-án kezdődött és azt Zsófinyecz Mihály nehézipari miniszter képviselőjében Osztrovszki György, nehézipari minisztériumi csoportfőnök nyitotta meg. A tanfolyamot a legkiválóbb szakelődők közreműködésével — élükön dr. Gillemot László műegyetemi tanárral heti két alkalommal tartották. A tanfolyamra jelentkezők száma 700-on felül volt. A hallgatók mindenkor az őket érdeklő tárgykör előadásait látogatták. Egy-egy előadáson résztvevő hallgatók száma 400–450 fő.

Az előadások november 11-én fejeződtek be. Az utolsó előadást november 12-én a csepeli Sportesernőknél *Alumínium Ankét* követte, melynek tárgya az elhangzott előadások megvitatása, kiértékelése és az ötéves terv számára való hasznosítása volt.

A tervezők számára úgyszólván nélkülözhetetlen alumínium profil-táblázat (a Czákó-féle táblázattal analóg) elkészítése folyamatban van és annak megjelenése is rövidesen várható.

M-li.

## ALUMINIUM

Felélős szerkesztő: Heinrich József. — Felélős 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: 122–674, 112–681, 312–545. Előfizetés: 122–299. — Magyar Nemzeti Bank. Egyszámúszám: 936515.

Budapesti Szikra Nyomda N. V. i. sz. telepe: Conti-u. 4. — Felölös nyomdavezető: Radnóti Károly.



A TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ NEMZETI VÁLLALAT

*Telefonszámai:*

**Telefonközpont: 112-674, 112-681, 312-545**

**Előfizetés: 122-299**

**Gázgenerátorokat, gáztisztító, gáztüzelő  
és kéntelenítő berendezéseket**

tervez és szállít a vas-, üveg-, kerámia  
stb. tüzemek kemencéihez és gőzkazánokhoz

**Koller Károly**

gépész- és kohómérnöki iroda

Budapest, II., Nyúl-utca 4. Telefon: 161-177

**THERMIT**  
**CSAPÁGYFÉM**

minden csapágyhoz

RAJNA SÁNDORNE  
fehérfém öntődéje  
Budapest, V., Kossuth  
Lajos-tér 12-16. VI. 1.  
Telefonszám: 121-328

**Bamert**

BÁNYAGÉPGYÁR N. V.

ÚJPEST, BAROSS-U. 92-96.  
TELEFON: 292-855, 292-854.

**LIGETI ÉS BÍRÓ**

BUDAPEST, V., ÁRPÁD-U. 10.

TELEFON: 125-432

Szállítja a bányászati és kohászati  
összes műszaki üzemszükségleti cik-  
keket és a Dräger-féle gyártmányo-  
kat, valamint a Total-rendszerű  
összes típusú tűzoltókészüléket.

**APOR LEÓ**

FÉM ÉS MŰSZAKI VÁLLALAT  
Budapest, V., Kresz Géza-utca 45.  
Telefon: 201-046

Képviseletek:

Elex A.-G., Zürich: elektromos  
szűrőberendezések (elektrofilterek)  
Meyerhofer G. m. b. H., Zürich  
„K” gázegő.

**EREDETI BURGMANN**  
tömítések egyedárusítása

**»PAX«**

**kézi tűzoltókészülékek**

kizárólagos forgalombahozója

Cső és Szerelvény Értékesítő NY. H. telepe  
Budapest, VII., Csányi-utca 9.  
Telefonszám: 224-830, 224-839



A  
**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ N. V.**  
KIADÁSÁBAN JELENNEK MEG:

**MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI FOLYÓIRATOK:**

Agrártudomány	Magyar Kémikusok Lapja
Alumínium	Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés
Bányászati és Kohászati Lapok	Magyar Technika
Cukoripar	Magyar Textiltechnika
Elektrotechnika	Mezőgazdaság és Ipar
Erdészeti Lapok	MTESz. Értesítő
Építőanyag	Papír és Nyomdatechnika
Építés-Építészet	Többtermelés
Földtani Közlöny	Magyar Műszaki Szemle
Gép	(orosz, német, francia, angol nyelven)
Hidrológiai Közlöny	Matematikai Lapok
Magyar Energiagazdaság	Középiskolai Matematikai Lapok

**TÁRSADALOMTUDOMÁNYI FOLYÓIRATOK:**

Antiquitas Hungarica	Művészettörténeti Értesítő
Archeológiai Értesítő	Magyar Pedagógia
Ethnografia-Népélet	Nyelvtudományi Közlemények
Folia Ethnographia	Levéltári Közlemények
Irodalomtörténet	Prometheus
Jogtudományi Közlöny	Slavistika
Magyar Nyelv	Etudes Slaves
Magyar Nyelvőr	Századok
Magyar Nemzeti Bibliográfia	

**TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATKIADÓ N. V.**

BUDAPEST, V., SZALAY-U. 4. • TELEFON: 312-545, 112-674, 112-681, 122-299.

Egyszámú szám: Magyar Nemzeti Bank 936.515.