

MAGYAR  
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

III. KÖTET 1. SZÁM

SZERKESZTI  
HEVESI GYULA



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
BUDAPEST, 1952

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI  
HEVESI GYULA

III. KÖTET I. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG : BUDAPEST, V., GÉZA-UTCA 2.  
KIADÓHIVATAL : BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY-UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők :

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei  
Budapest, V., Géza-u. 2.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt ötven különlenyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 20 forint, külföldi címre 30 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 04-878-111-48), külföldi megrendelések a «Kultúra» Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VIII., Rákóczi-út 5. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 45-790-057-50-032) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az

*Acta Technica*

című idegennyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol, vagy francia nyelven jelennek meg lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül oroszul. Cikkeket magyar, vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni :

*Acta Technica* szerkesztősége, Budapest, V., Géza-utca 2.

MAGYAR  
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

II. KÖTET 1—4. SZÁM

SZERKESZTI  
HEVESI GYULA



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
BUDAPEST, 1952

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI  
HEVESI GYULA

II. KÖTET 1—4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG : BUDAPEST, V., GÉZA-UTCA 2.  
KIADÓHIVATAL : BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY-UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők :

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei  
Budapest, V., Géza-u. 2.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt ötven különnyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 20 forint, külföldi címre 30 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 04-878-111-48), külföldi megrendelések a »KULTÚRA« Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VIII., Rákóczi-út 5. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 45-790-057-50-032) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az

**Acta Technica**

című idegennyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol vagy francia nyelven jelennek meg lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül oroszul. Cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni :

Acta Technica szerkesztősége, Budapest, V., Géza-utca 2.

## TARTALOMJEGYZÉK

### II. kötet 1—4. szám

<i>Almássy György és Varga László</i> : Repülőgépek laboratóriumi rezgetési vizsgálata (2—3)	305
<i>Biró Ferenc</i> : A termelés néhány időszerű kérdése marxista megvilágításban	(1) 25
<i>Blahó Miklós</i> : Felhajtóerő és ellenállásmérések kis Reynolds-számnál	(2—3) 325
<i>Bogárdi János</i> : Folyócsatornázásainkkal kapcsolatos hordalékproblémák	(4) 467
Hozzászólások :	
<i>Szilágyi Gyula</i>	476
<i>Papp Ferenc</i>	477
<i>Károlyi Zoltán</i>	480
<i>Frantisek Grossmann</i>	481
<i>Maurer Gyula</i>	482
<i>Finály Lajos</i>	483
<i>Serf Egyed</i>	483
<i>Ócsvár Rezső</i>	484
<i>Bogárdi János válasza</i>	484
<i>Diebold Károly</i> : Mikrofotografálás tekerescsfilme és kisfilmre	(1) 181
<i>L. A. Eliava</i> : A Tisza-csatornázás legfontosabb hidrológiai problémái	(4) 415
Hozzászólások :	
<i>Németh Endre</i>	429
<i>Vitális Sándor</i>	430
<i>Süsmeghy József</i>	431
<i>Ottó Dub</i>	433
<i>Aujeszky László</i>	434
<i>Mosonyi Emil</i>	435
<i>Horusitzky Ferenc</i>	437
<i>Szilágyi Gyula</i>	437
<i>Pop Radu</i>	438
<i>Scherf Emil</i>	438
<i>Hevesi Gyula</i>	438
<i>L. A. Eliava válasza</i>	439
<i>Fáy Csaba</i> : Nagy vízszállítás mérése szívószájon	(2—3) 391
<i>Forbáth Róbert</i> : A nagyolvasztósalak száraz szemcsézése	(2—3) 363
<i>Geleji Sándor</i> : A drót- és rúd húzás több problémájának elméleti és kísérleti adatokkal való megvilágítása	(2—3) 227
<i>Geleji Sándor</i> : A kovácsolással kapcsolatos ütközési jelenségek tartama és határfoka	(1) 85
<i>Gruber József</i> : Szárnylapátos vízgépeknél alkalmazható szárnymetszetek szerkesztése	(1) 71
<i>Horváth Zoltán</i> : Beszámoló a recski nyersércvel végzett pörkölési és rézlugzási kísérletekről	(1) 45
A kritika és az alkotó viták kifejlesztéséért a műszaki tudományok terén	(1) 3
<i>Lászlóffy Woldemár</i> : Az árvíz- és jégviszonyok összefüggése a folyócsatornázási tervekkel	(4) 441

Hozzászólások :	
Kéri Menyhért .....	458
Otto Dub .....	460
Pop Radu .....	461
Maurer Gyula .....	462
Serf Egved .....	462
Katona István .....	463
Németh Endre .....	463
Ócsvár Rezső .....	464
Szilágyi Gyula .....	464
Filep Lajos .....	464
Mosonyi Emil .....	465
Lászlóffy Woldemár válasza .....	465
<i>Litvai Elemér</i> : Hangsebességű beszívó, szélcsatornák .....	(2—3) 339
<i>Mihailich Győző</i> : Hazai cementek zsugorodásának, gőzölésének, valamint a beton és a beleágyazott acélhuzal közti felületi kötésnek vizsgálata .....	(1) 159
<i>Méhes Kálmán és Csókás János</i> : A bauxitban lévő rádióaktív elemek meghatározásáról .....	(2—3) 271
<i>Mosonyi Emil</i> : A dunai vízerőhasznosítás hidrológiája .....	(4) 489
Hozzászólások :	
L. A. Eliava .....	510
Vendl Aladár .....	511
Otto Dub .....	515
Frantisek Grossmann .....	517
Bartos István .....	517
Heller László .....	519
Széchy Károly .....	520
Pattantyus A. Géza .....	522
Thuránszki Miklós .....	523
Mosonyi Emil válasza .....	524
<i>Rákossy Béla</i> : A hozzáfolyási magasság csökkentésének lehetőségei melegvizet szállító turbinaszivattyúknál .....	(2—3) 293
<i>Rázsó Imre</i> : Szántóföldön lefolyó gördülési jelenségek és mezőgazdasági vonatkozásaik .....	(1) 7
<i>Szőnyi Gábor</i> : Fémek hőokoza tágulásának 1% pontosságú mérése .....	(2—3) 275
<i>Vajta Miklós</i> : Szabadvezetékű anyagok kilágyulása tartós meleg hatására .....	(1) 201
<i>Verő József</i> : Ötvözetek szolidusának meghatározása dilatométerrel .....	(2—3) 255
<i>Vidéky Emil</i> : Korszerű, nagysebességű és nagyterhelésű bolygóművek tervezése .....	(1) 103

#### KÖNYVSZEMLE :

<i>Hazay István és Tarczy-Hornoch Antal</i> : A Gauss—Krüger-koordináták számítása. Regőczy Emiltől .....	(2—3) 406
<i>M. N. Letosnyev</i> : Mezőgazdasági gépek elmélete, számítása és szerkesztése. Rázsó Imrétől .....	(2—3) 405
<i>Oltay Károly</i> : A budapesti invardrótmérés és tanulságai. Hazay Istvántól .....	(1) 222
<i>M. A. Pavlov</i> : A nyersvas kohászata. Cotel Ernőtől .....	(2—3) 405
<i>Póczy Mihály</i> : A vasúti felépítmény számítása .....	(1) 220
A szinesfémek felyártmányainak technológiája. Szerkesztő: Dr. Geleji Sándor .....	(2—3) 408
<i>Tokody L. és Dudichné Vendl Mária</i> : Magyarország meteoritgyűjteményei. Sztróka Kálmán Imrétől .....	(2—3) 407
<i>Vadász Elemér</i> : Bauxitföldtan. Székyné Fuchs Vilmától .....	(2—3) 407
<i>Zilahy Márton</i> : Szálas anyagok nyújtásának elmélete. Gangli Boldizsártól .....	(1) 221

# BESZÁMOLÓ A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK 1951. ÉVI MUNKÁJÁRÓL

HEVESI GYULA lev. tag

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA 1951. DECEMBER 9—15-ÉN MEGTARTOTT NAGYGYŰLÉSE ALKALMÁBÓL A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁN ELHANGZOTT BEVEZETŐ ELŐADÁSOK ÉS HOZZÁSZÓLÁSOK.

figyelembe vesszük eddigi fennállásának ezt a rövid tartamát, úgy kétségtelenül megállapíthatjuk, hogy az a fejlődés, amelyet ezalatt a rövid idő alatt a technikai tudományok haladása és általában egész műszaki tudományos életünk terén elértünk, nem tekinthető jelentéktelennek.

Az elnöki megnyitó már rámutatott arra az elmaradottságra, amelyet a műszaki tudományok terén örökségül hagytak reánk a régi kapitalista Magyarország urai. Akadémiánk újjászervezését és egyben a műszaki osztály megalakulását azonban már megelőzte a Tudományos Tanács munkája, amely népi demokráciánk óriási segítségével széleskörű tevékenységet fejtett ki a tudományos kutatás feltételeinek megteremtésére; megindította a tudományos intézetek egész hálózatának kiépítését, lényegesen megjavította a tudományos káderek anyagi helyzetét és munkaviszonyait. Így tehát már nem volt egészen üres és előkészítetlen az a terület, amelyen tudományos szervező munkánkat megkezdhattuk. Mindazonáltal a Műszaki Osztály munkájának első éve, amelyről alkalmam volt a múlt évi nagygyűlésen beszámolni, még nagymértékben szervezési periódus volt, amelyet még a helyes szervezési és munkamódszerek keresése és kialakulatlan volta jellemezett. Ez év folyamán műszaki osztályunk munkája jelentősen megszilárdult, és kiszélesedett és hatalmasan fejlődött maga a műszaki kutatás is. Nem mondhatjuk azonban, hogy tudományfejlesztésünk szervezési periódusa a technika terén már teljesen lezárult volna. Ezt csak akkor és annyiban fogjuk elmondhatni, amikor és amennyiben elsajátítottuk nagy példaképünknek, a szovjet tudománynak Lenin és Sztálin által megalapozott munkamódszereit. Ennek elsajátítása nélkülözhetetlenül szükséges ahhoz, hogy műszaki tudományaink fejlődésükben ne csak lépést tartsanak a szocialista építés ütemével, de annak élenjáró úttörőivé is váljanak.

Mikor ebből a szempontból, vagyis a szovjet tudományhoz való minőségi közeledés szempontjából tesszük osztályunk munkáját vizsgálat tárgyává, úgy ezt távolról sem csak azért tesszük, mert a Szovjetuniónak és a szovjet nép mérhetetlen baráti segítségének köszönhetjük szabadságunkat és ezzel együtt a magyar tudomány mai korlátlan fejlődési lehetőségét is. De indokoltá

teszi ezt elsősorban az, hogy a népet szolgáló és a dialektikus materializmus szilárd talaján fejlődő szovjet tudomány fő sajátosságai: az elmélet és gyakorlat egységét biztosító tervszerűség, a népgazdasággal való kapcsolat, kollektív jelleg és bátor, semmiféle féttist nem ismerő kritikai szellem a szocialista tudománynak általános érvényű törvényszerűségeit fejezik ki, amelyek éppen úgy, mint a szocialista népgazdaság építésének sok más egyéb törvényszerűsége, egyformán érvényesek a szocializmust építő minden ország számára, függetlenül azok külön nemzeti sajátosságaitól, illetve könnyen alkalmazhatóan azokhoz. Érthető, hogy ezek a törvényszerűségek először és a legteljesebben éppen a Szovjetunióban érvényesülhettek; ott történhetett meg tudományos felfedezésük és lerögzítésük, éppúgy, mint helyességük »kísérleti«, azaz történelmi igazolása. A szovjet tudománynak ma már világszerte elismert szerepe a szocializmus építésében, a német fasizmus megdöntésében, a Hitler nyomán világuralomra törekvő amerikai imperializmus háborús törekvéseinek fékezésében, valamint a kommunizmus bámulatraméltó, nagyszerű építkezéseinek sikeres megindulása is, azok a tények, amelyek megdönthetetlenül bizonyítják a lenini-sztálini tudományelmélet helyességét. Ezért indokolt az, hogy munkánkat és eredményeinket a szovjet tudomány mértékegységeivel mérjük, annak a színvonalához viszonyítsuk.

Az elmélet és gyakorlat egysége, ami műszaki téren a kutatásnak a népgazdasággal és a termeléssel való kapcsolatát jelenti, mindenekelőtt a kutatás tematikai tervezésében jut kifejezésre.

Ami a kutatás tervszerűségét illeti, úgy ebből a szempontból igen nagy jelentőségűnek kell tekintenünk ötéves tudományos kutatási tervünk kidolgozását, amely teljes egészében felemelt népgazdasági tervünk végrehajtását és bizonyos fokig már a következő ötéves tudományos terv alapjainak előkészítését is szolgálja. Ennek a tervnek a kidolgozására akadémiai bizottságaink igen nagy, lelkiismeretes és minden elismerésre méltó munkát fordítottak, országunk mintegy 300 legkiválóbb szakemberének részvételével. Jelentősége nemcsak abban áll, hogy megteremtette egész további tudományfejlesztési munkánk alapját és meghatározta annak fő irányait. Emellett a terv felderítette tudományos kutatásunk eddig elhanyagolt, de feltétlenül fejlesztendő területeit, s nagymértékben elősegíti az egész országban folyó tudományos munka koordinálását és tudósaink céltudatos kollektív együttműködését is. Ez a közvetlen népgazdasági és tudományos jelentősége a tervnek. Nem kevésbé lényeges közvetett jelentősége azonban az, hogy ez a tervezési munka sok mindenre megtanított valamennyiünket. Első iskolája volt ez számunkra a tudományfejlesztés nagyszabású tervezésének, ami mindenki számára vitán felül állóvá tette a tudomány tervezésének lehetőségét és szükségességét. Nyilvánvalóvá tette azt a fölényt is, amelyet a tervszerűség a szocialista tudománynak biztosít, szemben a kapitalista országok tudományának »szabad kutatásnak« nevezett anarchiájával és ugyanakkor egyoldalúságával, korlátozottságaival, és az



imperializmus kultúra- és tudományellenes háborús céljainak szolgálatába állításával.

Természetes, hogy ezt az első nagy tervezési munkát nem tekinthetjük tökéletesnek, főleg azért sem, mert ahhoz, hogy egyes nagyhorderejű és bonyolult témák végrehajtását időbelileg is többé-kevésbé helyesen tudjuk felbecsülni, még sok tapasztalatra és gyakorlatra van szükségünk. A terv elsősorban az alapot adja meg ahhoz, hogy kutatási rendszerünket helyesen építsük ki, tudományos kádereinkkel helyesen gazdálkodjunk és megfelelően szervezzük úgy a káderek kiképzését, mint a kutatás anyagi feltételeinek, elsősorban műszerekkel és laboratóriumi felszereléssel való jövőbeni ellátásának biztosítását.

A kutatási és a népgazdasági terv közötti tematikai összefüggés azonban még távolról sem fejezi ki a tudomány és a termelés kapcsolatának a teljességét. Ahhoz, hogy a tudomány eredményei kellően érvényesüljenek a termelésben és hogy a kutatás is hasznosítsa a dolgozó tömegek számtalan tapasztalatát, szükséges, hogy ez a kapcsolat ne csak a tervezésben, de a terv végrehajtásában is fennálljon. Ezen a téren még nehezen jutunk előre; nem mondhatjuk, hogy már megtaláltuk volna a termeléssel való kapcsolat helyes formáit. A szovjet tudomány gyakorlata itt is kiváló példákat szolgáltat számunkra, azonban ezek közvetlen alkalmazásánál tekintetbe kell vennünk, hogy mi még nem állunk a szocialista építésnek olyan magas fokán, hogy üzemünk műszaki kultúrájuk emelése érdekében maguk is keressék a tudománnyal való kapcsolatokat, mint ahogy az a Szovjetunióban már régóta általánossá vált. Ezért feladatunk nehezebb, sok türelmet, helyi viszonyaink gondos figyelembevételét igényli. Már a tavalyi nagygyűlés alkalmával beszámoltunk azokról a konferenciákról, amelyeket az Akadémia egyes bizottságai a Hofherr-gyárban, az Egyesült Izzóban, a Diósgyőri MÁVAG-ban tartottak. Ezek a konferenciák kiindulásául szolgáltak ez üzemekkel való állandó jellegű kapcsolatnak. Ez összeköttetés fenntartása ez év folyamán adott is bizonyos eredményeket; például a Hofherr-gyárban az öntési eljárás tökéletesítését a gyakori hengerfejrepedések kiküszöbölésével, ugyanitt bevezették az anódmechanikus köszörülést, javították az izzófejes traktormotorok konstrukcióját, ami 5–6%-os tüzelőanyagmegtakarításra vezetett. Az Egyesült Izzó alkalmazta a szikraforgácsolást csillámlukasztó szerszámok fűrására, Diósgyőrben előbbrejutottak a levegőbefúvásos acélgyártásra irányuló kísérletek. Az akadémiai bizottságok kezdeményezései azonban rendkívül nehezen voltak realizálhatók az üzemekben, főleg vállalatvezetőink passzív magatartása miatt, akik a terv teljesítésének mindennapi feladatai mellett még nem tudják eléggé értékelni a tudomány segítségének jelentőségét. Az iparral való kapcsolat e formája az akadémiai munka elkerülhetetlen elaprózódásához vezethetett volna és ezért nem is terjesztettük ki további üzemekre. Más utakat igyekeztünk keresni ahhoz, hogy az egyébként feltétlenül szükséges közvetlen kapcsolatunk a termeléssel meglegyen. Bevontuk egyes bizottságaink munkájába olyan üzemek műszaki vezetőit, amelyek

közvetlenül érdekelve vannak e bizottságok programjában szereplő fontos műszaki tudományos feladatok megoldásában. Így például fémipari bizottságunk szorosan együttműködik timföld- és alumíniumgyáraink szakembereivel és velük együtt dolgoz ki fontos technológiai, energetikai, kohászati feladatokat, nem egy ízben helyszíni kiszállásokkal segítve elő az üzemi kísérletek helyes irányítását. Elektrotechnikai Bizottságunk több kutatást indított meg a Ganz Villamossági Gyár kérésére és igen jó kezdeményezésének látszik az elektrotechnikai üzemek főmérnökeivel lefolytatott tanácskozása, amely a tudomány és a termelés közötti tapasztalatcsere új formáit és lehetőségét hozta felszínre és a kutatás számára is adott új feladatokat. Még jobb és talán a legcélravezetőbb kezdeményezésnek kell tekintenünk az R. M. Művek tudományos kollégiumának e napokban történt megalakulását. Ebben a kollégiumban a gyár vezérigazgatójával az élén, az Akadémia, a Műszaki Egyetem és a gyár vezető műszaki és tudományos erői vesznek részt. Ez a kollégium fogja megvitatni és előbbrevinni, a gyár fejlesztésével kapcsolatos alapvető feladatokat, amelyek legtöbbször országos jelentőségű és más rokonszakmájú üzemeket is érint. Szervezete teljesen megfelel a szovjet üzemekben kitűnően bevált üzemi tudományos tanácsoknak. Tapasztalataink e kollégium működésével kapcsolatban még nincsenek, de tekintve, hogy a gyár vezetői maguk is nagy lelkesedéssel és örömmel fogadták e kezdeményezést és igen sokat várnak tőle, minden reményünk megvan rá, hogy nagyon hasznos lesz úgy a termelés, mint műszaki kutatás fejlesztése szempontjából is.

Ipari kutatóintézetek kapcsolata a termeléssel elég szoros. Ezek az intézetek rendkívüli szolgálatokat tesznek és tettek eddig is üzemeinknek, nemcsak új, korszerű technológiai eljárások kidolgozásával, de mindennapi termelési nehézségeik leküzdésében való segítséggel is.

Örömmel kell megállapítanunk azt is, hogy ebben a munkában nagy mértékben kiveszik részüket műegyetemi tanszékeink, amelyek nemcsak számtalan olyan mérést és anyagvizsgálatot végeznek el üzemeink számára, amelyeket azok laboratóriumi eszközök vagy szakemberek híján maguk nem tudnának elvégezni, de szerkesztési, vagy kutatási megbízások teljesítése útján is nagy segítséget nyújtanak az iparnak. Hogy csak egynéhány példát említsek a sok közül: a Mezőgazdasági Géptani Tanszék ipari megbízás alapján részt vett a kéveköto aratógépek rizs-aratásra való átszerkesztésében, a hazai gyártmányú kombájnok vizsgálatában, kidolgozta a nádatarás gépesítését; A Vegyipari Gépek Tanszéke együttműködve a Vízgépek és az Általános Kémiai Tanszékkel, rendkívül fontos és a baráti államok szempontjából is nagyjelentőségű módszert dolgozott ki a zsizsikkár elleni védekezésre; a Gőzgépek és Hűtőgépek Tanszéke kutató munkájával nagymértékben hozzájárult a csepeli Diesel-motorok tökéletesítéséhez; az Épületgépészeti Tanszék kidolgozta az épület-határoló szerkezetek gazdaságos méretezési elveit és résztvett úgyszólván összes nagyobb ipari létesítményeink fűtési szellőztetési és víz-ellátási feladatainak megoldásában.

Ilyen és számos ehhez hasonló pozitív eredmények ellenére is kutatóintézeteinknek és tanszékeinknek az iparral való kapcsolatát még távolról sem tekinthetjük kielégítőnek. Eltekintve néhány kivételtől, amelyek közül különösen kiemelkedik pl. a veszprémi egyetemnek a vegyészkongresszuson ismertetett gyakorlata; ez a kapcsolat a megrendelő és a kivitelező kapcsolata, de még nem a tudomány és a termelés dolgozóinak az a szocialista együttműködése, amely annyira jellemző a szovjet tudomány és ipar kapcsolatára. Csak a tudomány és a termelés dolgozóinak tényleges együttműködése a kutatási feladatok végrehajtásában biztosíthatja a tudományos és ipari káderek egészséges fejlődését, a tudományos eredmények és termelési tapasztalatok rendszeres kicserélését, a kutatómunka eredményeinek gyors realizálását. Erre kell a jövőben törekednünk.

*A kritika és önkritika*, a tudományos vitaszellem, egy következő fő jellemzője a szovjet és általában a szocialista tudománynak. Ez nemcsak a régi Akadémián, de egész előbbi tudományos életünkben is úgyszólván teljesen ismeretlen fogalom volt. Ezért nem is csodálkozhatunk azon, hogy a tudományos kritikai szellem és önbírálat új viszonyaink között is még nehezen van kialakulóban. Egészséges kezdetei azonban máris mutatkoznak és tudományos dolgozóink egyre inkább kezdik felismerni, hogy a kritika és önkritika a fejlődésnek milyen hatalmas tényezője a tudomány terén is. A kritikai szellem felélesztése tekintetében igen eredményesnek mutatkozott akadémiai könyv- és folyóiratkiadásunk közleményeinek többoldalú lektorálása, különösen azután, hogy leküzdöttük egyes lektorok törekvését nevük titokban tartására. Igaz, hogy még mindig vannak szerzőink, akik a munkájukra vonatkozó bírálatot hajlandók személyes sértésként felfogni és nem ritkán kellett ilyen természetű nézeteltérések tisztázását akadémiai bizottságok, vagy éppen az osztályvezetőség elé is vinni. Mindig sikerült azonban a vitát tárgyilagos elvi síkra terelni és ebből haszna volt úgy a szerzőnek, mint a tudománynak, és emelkedett egyben kiadványaink tudományos színvonala is. A kritikai szellem fejlesztését szolgálták az akadémiai bizottságok rendszeres beszámolóí munkájukról az osztályvezetőség előtt. Ezeknél a beszámolóknál bizottságaink igen komoly bírálatban részesültek, ami hozzájárult munkájuk megjavításához és egyes esetekben fontos tudományos és műszaki kérdések tisztázásához is.

Egyes lektori véleményekkel kapcsolatos viták néha szélesebb területre is áttérjednek. Így történt például Egyed kartárs »Izosztázia« c. cikkével és előadásával, amelyeknek bírálata komolyabb félreértésekre vezetett geológiai és geofizikai bizottságaink között, amelyeket azonban szintén sikerült tárgyilagosan és a vita alapját képező tudományos szempontok helyes tisztázásával kiküszöbölni. Ebben az esetben is beigazolódott a kritika fontossága és haszna, amely végeredményben e két fontos bizottságunk további jobb együttműködéséhez vezetett. Több országos jelentőségű kérdés tárgyalásánál, mint aminők voltak például: alapszengazdálkodásunk elvi kérdései, a traktorgyártás követendő irányai, vízi-energiáink kihasználásával és különösen a tiszai erőművekkel

kapcsolatos kérdések, valamint egyes más témáknál is, szintén már észrevehetően érezte hatását az osztályunkon és műszaki tudományaink területén csírájában már kialakulóban lévő kritikai szellem.

Hangsúlyozom, a kritikai szellem kialakulásának még csak a kezdetéről beszélhetünk, mert a kritika még elég ritka, bátortalan, nem elég határozott és sokszor ahelyett, hogy leküzdené a hiúsági, személyi érzékenységi szempontok érvényesülését, még mindig túl sok tekintettel van rájuk. A kritikai szellem hiányosságára vall az is, hogy ezidén megtartott 17 felolvasó ülésünk közül mindössze 5—6 olyan volt, amelyet behatóbb elvi vita is követett volna. A kritikai és önkritikai szellem további fejlesztését, harcoss elvi sikra való emelését (nemcsak hazai tudományos munkánk területén, de az imperializmus szolgálatában álló nyugati tudomány és áltudomány kozmopolita behatásaival szemben is) Műszaki Osztályunk és minden egyes bizottságunk állandó fontos feladatának kell tekintenünk.

*A tudományos kutatómunka kollektív jellege* egy harmadik fő jellegzetesége a szovjet tudománynak, amelynek a jelentőségére Volfkovicsszovjet akadémikus a legutóbbi vegyészkongresszuson különösen felhívta a figyelmünket. Nagy jelentőségű, bonyolult, sokszor különböző szakterületekre leágazó feladatokat a népgazdaság által megkövetelt lehető legrövidebb határidőkre csak a legjobban hozzáértő tudományos dolgozók együttes erőfeszítésével, a rendelkezésre álló eszközök legészszzerűbb kihasználásával lehet elérni. Vonatkozik ez azonban a nagyobbzsabású elméleti kutatásra is. A tudományos terv koordinálása csak az első lépést jelenti ehhez a kollektivitáshoz. Ezzel még csak párhuzamos munkák, vagy hiányterületek kiküszöbölését érjük el. Szükség van emellett tényleges együttműködésre is a kutatási feladatok megoldásában; az intézetek rendszeres tapasztalatcseréjére a maguk szakterületén és olyan kutató kollektívákra, amelyeknek minden egyes tagja egy közös terv alapján és egymással állandó kontaktusban törekszik a kitűzött cél felé.

Ezen a téren már nagyobbszámú biztató és eredményes kezdeményezésről beszélhetünk. Ilyenek például a Villamosipari Kutató Intézet által létrehozott kutatóbrigádok új szigetelőanyagok kidolgozására, ilyenek a vanádium előállításával és a timföld-technológiával foglalkozó bizottságaink, nemrég létrehozott bizottságaink a duktilis fémtitán és a bentonit-technológia kidolgozására és több más hasonló alakulatunk is. Az ilyen bizottságok minden tagja maga is közvetlenül részt vesz a kutatásban, olykor az egész rendelkezésére álló tudományos apparátussal és a bizottsági ülések csak a munka koordinálására, az eredmények kiértékelésére és a további feladatok kitűzésére szolgálnak. Ilyen természetű bizottságokat kell a jövőben minél nagyobb számban létrehozunk minden alapvetően fontos tudományos feladat megoldására.

Az elmélet és gyakorlat egysége, kritika és önkritika, tervszerűség és kollektivitás, mindezek már lényeges elemei a dialektikus materializmus tudatos alkalmazásának a kutatás terén. Egyes konkrét, nagyjelentőségű kérdések

megvitatásában is felmerültek már törekvések, hogy a vitás nézetek helyességét, vagy helytelenségét a dialektikus materializmus szemszögéből nézve bírálják felül. Tapasztaltuk ezt például az alapszenekkel, az energiagazdálkodással, a geológiának a műszaki tudományokhoz való viszonyával kapcsolatos vitákban. Ezek azonban még csak sporadikus és nem nagyon biztos talajon mozgó kísérletek voltak, és Akadémiánknak minden segítséget meg kell adnia ahhoz, hogy tudósaink és tudományos dolgozóink a dialektikus materializmus világnézetét és módszereit minél mélyebben megismerjék és elsajátítsák.

Attérek ezeketán a Műszaki Osztály munkájának egyes további fontosabb területeire. A Műszaki Osztály feladataihoz tartozik a műszaki kutatás országos elvi irányítása, a kutatómunka legfelsőbb ellenőrzése, a tudományos kérdések és ugyanígy műszaki tudományos irodalmunk fejlesztése is, a baráti államokkal való tudományos kapcsolatok ápolása, a szovjet tudomány eredményeinek minél messzebbmenő felhasználásával is. Ezen kívül igen fontos feladatunk az is, hogy a népgazdaság szempontjából döntő jelentőségű kérdésekben tudományos vélemény-adással és javaslatokkal segítsük kormányzati szerveink munkáját. Mindezt a tevékenységet az Osztály túlnyomórészt állandó szakbizottságain keresztül fejtí ki. Jelenleg 16 fő- és 22 ugyancsak állandó jellegű akadémiai albizottságunk van, mintegy 400 taggal, amelyek a maguk szakterületén az ország legjobb tudományos és műszaki erőit egyesítik. Ha van is még elég hiányosság e bizottságok munkájában, mégis meg kell állapítanunk azt, hogy eredményeinket elsősorban e bizottságok lelkiismeretes, az ország előtti nagy felelősségnek teljes tudatában végzett munkájának köszönhetjük.

Ezért kötelességemnek teszek eleget, amikor e helyről bizottsági tagjainknak odaadó és nem csekély megterhelést jelentő munkájáért az Akadémia nevében köszönetet mondok.

Osztályunk műszaki és tudományos aktivája ez évben lényegesen bővült és a jövőben még inkább bővülni fog a műszaki és tudományos egyesületekben szervezett akadémiai szakbizottságok létesítése révén. Ezek a bizottságok egyes szűkebb szakterületeken készítik elő és részben végre is hajtják az Akadémiára háruló feladatokat. Ez nemcsak megkönnyíti állandó bizottságaink munkáját, de minőségileg is emeli, mert ily módon sokkal behatóbban és nagyobb felelősséggel tudunk egy-egy szűkebb szakterület problémáival foglalkozni. Kétségtelen kihatással lesz ez az egyesületi munka tudományos színvonalának emelésére is, mert e szakbizottságokon keresztül módunkban lesz az egyesületek társadalmi tudományos munkáját ötéves tudományos kutatási tervünkkel összehangolni és annak végrehajtására mozgósítani műszaki értelmiségünk széles rétegeit. Ily módon az egyesületek, amelyeknek tagjai túlnyomórészt az iparban dolgozó értelmiségiek közül kerülnek ki, az Akadémiával való közvetlen kapcsolatukban a tudomány és a termelés jó összekötő láncszemeivé válnak.

Ami a tudományos kutatás elvi irányítását illeti, az elsősorban a kutatási tervek felülvizsgálásában és koordinálásában nyilatkozik meg, ami vonatkozik úgy az ipari, mint az egyetemi és műegyetemi intézetekre. Ez a munka tapasztalataink felhalmozódása alapján javul és egyre inkább hozzájárul kutatási lehetőségeink legésszerűbb felhasználásához. Számos esetben visznek be bizottságaink jelentős módosításokat még az ipari intézetek terveibe is, és a tématervek tárgyalása sok tudományos kérdés tisztázását is elősegíti. A kutatás elvi irányítása azonban nem csupán a tervek felülvizsgálása és koordinálása útján történt, de kifejezésre jutott a terv végrehajtásának ellenőrzésében is. A Műszaki Osztály közvetlen ellenőrzése alá mintegy 80 műegyetemi és egyetemi tanszék kutatómunkája tartozik, amelyek közül 56 részesült ezidén jelentős anyagi támogatásban az Akadémia részéről. Egyesek e tekintetben annyira megerősödtek, mint például a budapesti Vízgépészeti Tanszék, a Vegyipészeti Tanszék, a soproni Geodéziai és Geofizikai Tanszékek és több más is, hogy már a legközelebbi években önálló kutató intézetekké alakulhatnak. 15 nagy ipari intézet országos jelentőségű, úgynevezett akadémiai témái tartoznak még Osztályunk felügyelete alá. Bizottságaink ezidén nem csupán írott jelentéseik és vezetőik beszámolóí alapján foglalkoztak ez intézetek és tanszékek munkájával, de rendszeres helyszíni kiszállásokkal, közvetlen tanácsaikkal, a hiányosságok kiküszöbölését elősegítő operatív intézkedésekkel is hozzájárultak munkájuk eredményességéhez. Több mint 70 ilyen helyszíni ellenőrzést folytattak le. Különösen ki kell emelnem Geodéziai-, Geofizikai-, Földtani és Hidrológiai Bizottságaink ezirányú munkáját, melyek keretében legkiválóbb tudósaink rendszeresen látogatták az ország különböző helyein folyó méréseket és kutatásokat, lényegesen hozzájárulva azok eredményességéhez.

Az országos népgazdasági jelentőségű kérdések közül, amelyekkel bizottságaink behatóan foglalkoztak, kiemelkednek egyebek között a következők: geológiai és geofizikai kutatás fejlesztése és módszereinek tökéletesítése; szénkészleteink reális meghatározása és alapszéngazdálkodásunk elvi kérdései; színesfém-bányászatunk lehetőségei és feladatai; a villamos energia-termelés és gazdálkodás kérdései a 10 éves villamosítási tervvel kapcsolatban; a kohászati tűzálló anyagok kérdése; a bauxit-alumínium iparral kapcsolatos geológiai, bányászati, technológiai és energetikai kérdések; elektrotechnikai és egyéb helyettesítő anyagok; fém-titán előállítás; az ipari automatizálás fő irányainak és legközelebbi feladatainak meghatározása és más hasonló kérdések.

Az Osztály tudományos munkájához szorosan hozzátartoznak a nyilvános rendezvények, felolvasó- és vita-ülések, konferenciák, kongresszusok. Míg tavaly mindössze 7 felolvasó-ülésünk volt, ezidén már eddig 17 felolvasó-, köztük 4 vitaülést rendeztünk. Ezek túlnyomórészt magas színvonalú, legújabb tudományos eredményeinket ismertető előadások voltak, amelyek legtöbbjét az Actákban is közölhattük.

Az ez évben tervezett 4 kongresszus közül csupán a Hidrológiai Kongresszust tartottuk meg, miután a többi most fog az akadémiai nagyhéten lefolyni. Hidrológiai konferenciánkat igen eredményesnek tekinthetjük. A vitában az előadásokkal fellépő és a vitában résztvevő hazai, csehszlovák és román szakemberek, de különösen a kongresszus főelőadója, Eliava szovjet mérnök nagymértékben hozzájárultak víz- és energia-gazdálkodásunk egyes vitás kérdéseinek teljes tisztázásához és világos programot adtak a további tudományos munka számára.

Ugyancsak az Osztály fontos tudományos tevékenységéhez tartozik a tudományos irodalom megteremtése és kiadása. E téren is lényegesen előbbre jutottunk a tavalyi helyzethez képest. Míg tavaly mindössze 2 könyvünk jelent meg, folyóirataink pedig, az Osztályközlemények és a külföldi terjesztésre szánt Acta Technica nem jutottak túl az előkészítés stádiumán, addig ezidén 26 jelentős tudományos művet adtunk nyomdába és folyóirataink is rendszeresen megjelennek. A könyvek közül 18 eredeti mű hazai szerzőktől, 8 pedig fontos szovjet munkák fordítása. Sajnos, a könyvek egy része, bár valamennyi kézirat elkészült, részben a szerzők, részben a nyomda késedelme folytán csak a jövő év elején jelenik meg. Kiadványaink száma ennél nagyobb is lehetett volna, ha tudósaink egy részének nem kellett volna ezidén is még egyetemi tankönyvek sürgős elkészítésével foglalkoznia, amelyek kiadását azonban szintén komoly és nagyjelentőségű eredménynek kell tekintenünk. Különösen ki kell emelnünk az Osztályközlemények és az Acták rendszeres megjelenését. Az a tény, hogy az Actákban, amelyeket igyekszünk a világ minden tudományos intézményéhez eljuttatni, eddig mintegy 60, a tudományos haladás nemzetközi színvonalát megütdő közlemény jelent meg és van részben sajtó alatt, az egész világ előtt tanúságot tesz hazai műszaki tudományos életünk fellendüléséről, azokról a lehetőségekről, amelyeket számára népi demokráciánk megteremtett.

Az osztály foglalkozott a műszaki szótárak kérdésével is, amelyek igen fontos eszközei a külföldi tudományos irodalom tanulmányozásának. Megjelent a magyar-orosz nagy műszaki szótár, valamint az angol-magyar műszaki szótár és munkálatok folynak a német és a népi demokráciák műszaki szókincsének feldolgozására és kiadására is. Előkészülőben van egy magyar műszaki értelmező szótár, amelynek célja egyben a magyar műszaki szóhasználat egységesítése és magyarosítása is.

Lényegesen fokoztuk ezidén a tudományos káderutánpótlásra és kádereink fejlesztésére irányuló munkát. Ez Akadémiánk egyik központi feladata, amelyre népi demokráciánk bőkezűen bocsájt hatalmas anyagi eszközöket rendelkezésünkre. Jelentősen kiterjesztettük és meg is javítottuk az akadémiai ösztöndíjak rendszerét, amelynek célja a tudományos kutatómunkára alkalmas fiatal tehetségek felderítése, tudományos fejlődésük elősegítése. Míg tavaly a Műszaki Osztály keretében mindössze 45 ösztöndíjasunk volt, ezek is csaknem

kizárólag az egyetemek dolgozói közül, addig ezidén 156 ösztöndíjat adtunk ki, mintegy félmillió forint összegben, és ezek közül 91 jutott az iparban dolgozóknak. Minden ösztöndíjhoz konzulenszt jelöltünk ki és egyeseket műszerrel, irodalommal és egyéb módon is segítettünk. Bizottságaink figyelemmel kísérik ösztöndíjasaink munkáját és időközönként meghallgatják beszámolóikat, ahol tanácsot, bírálatot és buzdítást kapnak további munkájukhoz. Ilyen módon nem kiszámú kiváló fiatal tehetséget sikerült felderítenünk, akiknek egy részét máris az aspirantúrára irányítottuk, a többieknek pedig segíteni fogunk abban, hogy a jövőben kutatóintézeteinkben, vagy laboratóriumainkban hivatás-szerűen foglalkozhassanak tudományos munkával. Felemlítésre méltó, hogy több, mint 30 olyan dolgozatot kaptunk ösztöndíjasainktól, amelyek egy-némelyike az Acták nemzetközi színvonalát is kielégíti, a többiek pedig a különböző tudományos folyóiratainkban jelennek meg. Ilyen kiváló dolgozatokat küldtek be például Marton Vilmos gépészmérnök a Ganz Vagon és Gépgyárból, Makádi András gépészmérnök a Láng gépgyárból, Porubszki Jenő vegyész az Egyesült Izzótól, Csepiga-Papp Zoltán kohómérnök az R. M. Művekből, Puch József technikus Ózdról és többen mások, akiknek tudományos előrehaladását továbbra is elő fogjuk segíteni.

Felhasználom ezt az alkalmat arra is, hogy köszönetet mondjak azoknak a tudósainknak, akik önzetlen készséggel, társadalmi munkában vállalták ösztöndíjasaink konzultálását, és kérem ezirányú további szíves közreműködésüket is.

Lényegesen kiszélesítettük ez évben az aspirantúra intézményét, amely tudományos káderutánpótlásunknak a Szovjetunió példájából átvett főformája. Míg tavaly mindössze 12 műszaki aspiránsunk volt, ezidén a 490 jelentkező közül 113-at vehettünk fel, köztük 53-at rendes, 60-at távaspiránsnak. Sajnálatlaltal kell azonban megállapítanunk, hogy az iparból felvett aspiránsok jelentékeny részének egyes vállalatvezetőink mindezideig nem tették lehetővé tanulmányaik megkezdését, hivatkozva a termelésben való nélkülözhetetlenségükre. Nem érthetünk egyet vállalatvezetőink ilyen argumentálásával, mert a tudományos káderek képzése szocialista építésünk zavartalan fejlődésének egyik elengedhetetlen feltétele. Azzal, hogy fiatal, tehetséges kádereink egy — viszonylag még a mai nagy káderhiány mellett is igen kis százalékát visszatartják a tudományos munkától, Rákosi elvtárs szavaival élve, jövőnket eszik meg, hazai szocialista tudományunk jövőjét. Ezért nyomatékosan kell e helyről felhívunk az érdekelt vállalatvezetőket, hogy e tekintetben is vegyék figyelembe a jövő nagy érdekeit és tegyék lehetővé aspiránsaink kiképzését. Minisztériumaink megkönnyíthetnék ezt, ha a valóban nehezen nélkülözhetőket iparágon belüli áthelyezés útján helyettesítenék.

Az aspirantúrára és az ösztöndíjasokon kívül úgyszólván valamennyi bizottságunk behatóan foglalkozott a mérnök-képzés kérdéseivel és erre vonatkozóan mintegy 15 javaslatot tett a Közoktatásügyi-, és más illetékes minisz-



tériumoknak új tanszékek és tagozatok szervezésére, valamint a tantervekre vonatkozóan, amelyeket megfelelően figyelembe is vettek.

Műszaki kádereképzésünk rendkívüli fontossága szükségessé teszi, hogy Osztályunk a jövőben is segítse műszaki felső-oktatásunk színvonalának emelését. Foglalkoznunk kell gyakorló mérnökeink tudományos továbbképzésével is, aminek egy igen jó és észszerű módját alkalmazza most a Mérnöki Továbbképző Intézet azzal, hogy a nagygyűlésünk idejére szünetelteti előadásait és ehelyett kötelezi hallgatóit az akadémiai előadások látogatására. A jövőben az Intézet felolvasó- és vitaüléseinket hasonló módon rendszeresen be fogja iktatni tantervébe.

Behatóan foglalkoznunk kellett a kutatómunka műszaki materiális feltételeinek javításával is. Különösen vonatkozik ez műszerellátásunk kérdéseire ami ma kétségkívül kutatómunkánk fejlesztésének legszűkebb keresztmetszete. Bár egyetemeink és kutatóintézeteink műszer-parkja óriási mértékben emelkedett nemcsak a multhoz képest, amihez nem is hasonlítható, de a legutóbbi évekhez képest is, mégis komoly nehézségeink vannak ezen a téren. Ezért az utóbbi hónapokban újra helyreállítottuk műszerbizottságunkat, amely még tavaly megszüntette működését, miután funkcióit más állami szervek vették át. Ez a bizottság több fontos javaslatot dolgozott ki és vitt máris előbbre a megvalósulás felé. Ezek közül a leglényegesebb az, hogy meg kell teremtenünk egyetemeink és kutatóintézeteink szocialista együttműködését a műszerhasználat terén, hogy kölcsönösen lehetővé tegyünk mérések és kísérletek lefolytatását mindazon kutatók számára, akik a szükséges műszerrel közvetlenül nem rendelkeznek. Ezt a célt fogja elősegíteni a már készülöben lévő országos műszer-kataszter. Előkészítjük egy országos mérés-technikai és műszer-kölcsönző intézmény létesülését, amelyben a legértékesebb bonyolult műszerek megfelelő szakszeméllyel állnak a kutatók rendelkezésére, standard műszereket pedig kölcsönözni is fog. Előbbre vitte a bizottság az egyedi műszerek gyártásának kérdését is, úgy állami, mint szövetkezeti vonalon, valamint egy központi üvegtechnikai laboratórium és üvegfúvó iskola létesítését, amely előreláthatóan egy-két hónapon belül már működni is fog. Reméljük, hogy ezek a kezdeményezések lényegesen megjavítják a műszerrel való ellátást és hozzájárulnak ahhoz, hogy intézeteink kutatási feladataikat teljesíteni tudják.

Hangsúlyoznom kell azonban, hogy intézeteink vezetőitől és kutatóinktól is sokkal több kezdeményezést és ötletességet kell várnunk a hiányzó műszerek helyettesítésére, akár azok helyi előállításával, akár magának a kutatási módszernek az adott kísérleti lehetőségekhez alkalmazkodó megváltoztatásával. Számos példát lehetne felhozni rá, hogy ez megfelelő kezdeményezés mellett igen gyakran sikerülhet. Tárczy-Hornoch akadémikus kartársunk például egy egészen kis műhely és egy-két jó mechanikus segítségével olyan precíziós műszereket állít elő kísérleti céljaira, amelyek a Zeiss-gyár minőségét is felülműlják. A Geofizikai Intézet elkészített saját erejéből olyan 24 csatornás

szeizmikus mérőkocsit, aminőt milliós valutakiadás árán is alig tudnánk külföldről beszerezni. Winter Ernő kartársunknak egy 2000 fokos hőmérsékletet adó Hereus-kemencére lett volna szüksége egy kristályosítási kísérlethez. Ennek a beszerzése jelentős valuta-költségen kívül legalább egy félévre eltolta volna a munkát. A drága külföldi kemencét Winter kartársunk pótolta egy egyszerű izzólámpával, amelybe izzószálként egy megfelelően méretezett wolfram-spirált szerelt úgy, hogy az égetőcsónakot az olvasztandó anyaggal elhelyezhette benne. Az egyszerű és olcsó készülék műszakilag is megfelelőbbnek bizonyult az eredetileg szükségesnek tartott kemencénél.

Számos ilyen példát lehetne még felhozni, annak bizonyítására, hogy ha egy egységes újjítózsellem a kutatás terén is érvényesülni fog, úgy ez nemcsak lényegesen enyhítheti a műszerhiányt, de olyan új, egyszerű, elegáns megoldásokra vezethet, hogy ezt a hiányt sok esetben a tudomány szempontjából még hasznosnak is fogjuk tekinthetni.

Osztályunk munkájának egész területén, mint már többször is hangsúlyoztuk, egyik legfontosabb feladatunknak tekintettük nemcsak a szovjet tudomány módszereinek, de kész és számunkra hozzáférhető eredményeinek is felhasználását, aminek bő forrásául szolgál a szovjet tudományos irodalom és nem kevésbé az ittjárt szovjet tudósok, delegációk, itt dolgozó szakemberek segítsége. Az Osztály részéről a szovjet irodalom felhasználását azzal is igyekeztünk intenzívebbé tenni, hogy minden kiadványunkban, a folyóiratokban és könyvekben egyaránt, megkívánjuk a szerzőktől a szovjet irodalom felhasználását és ugyanígy a kutatási témák előzetes dokumentációs feldolgozásában is. Örvendetesen állapíthatjuk meg, hogy erre ma már igen kell tudományos dolgozóinkat különösen rábeszélni, miután saját tapasztalatukból is eléggé meggyőződtek arról, hogy a szovjet tudományos és műszaki irodalom felhasználása mennyire megkönnyíti és megtermékenyíti munkájukat. Alig van kutatómunkánk egész területén olyan jelentős eredmény, amelynek létrehozásában sokszor döntő módon is ne lenne része a szovjet tudományos irodalom felhasználásának. Sokkal inkább panaszokat hallani afelől, hogy a szovjet irodalom nem eléggé hozzáférhető és nem jön be elég rendszeresen az országba. E téren sikerült úgy a Horizonton, mint az Akadémiai Könyvtáron és moszkvai külképviseletünkön keresztül lényeges javulást elérni, azonban az igény a szovjet irodalom termékeire olyan nagy, hogy kétségkívül még tovább is javítanunk kell a szovjet irodalommal való ellátásunk eddigi rendszerét.

Ezidén is számos kiváló szovjet tudóst és szakembert üdvözölhattünk Műszaki Osztályunkon, akik előadásaikkal és tanácsaikkal, tapasztalataik közvetlen átadásával segítették munkánkat. Előadást tartottak a Műszaki Osztályon Logvinyenko mérnök a bányászat gépesítéséről, Broszkonyev és Ivanov mérnökök az építéstudományról és Romanov szovjet sztahanovista ugyanacsak az építés területéről. Különösen nagyjelentőségű volt Nikityin akadémikus látogatása, aki két előadást is tartott nálunk, s tanácsaival jelen-

tősen elősegítette villamos hegesztési technikánk fejlesztését. Dubinyin akadémikussal — aki a vegyész-kongresszussal kapcsolatban másodszor látogatta meg Akadémiánkat — a szovjet tudományos kutatási módszerekről és tudomány-szervezésről tartottunk megbeszéléseket. Amoszov szovjet sztahanovista kohászaink előtt ismertette munkamódszerét és üzemünkben szerzett tapasztalatait. Az itt dolgozó szovjet szakemberek közül különösen Eliava mérnök fejtett ki rendkívül értékes tevékenységet hidrológiai bizottságunkban és mint a hidrológiai konferencia egyik főelőadója, döntő módon elősegítette a szóban lévő vitás kérdések tisztázását. A Gépészeti Bizottság munkájában Nalcsán és Ofcserenko professzorok vesznek tevékenyen részt.

Az Osztály törekedett a tudományos kapcsolatokat a többi baráti állammal is fejleszteni. A Német Demokratikus Köztársaság műszer-kiállítása alkalmából 4 tudományos előadást rendeztünk, amelyek igen nagy érdeklődést váltottak ki. Az ittjárt tudósokkal és szakemberekkel továbbra is fennáll a kapcsolat. Delegációt küldtünk a lipcsei vásárra és a freibergeri bányászati és kohászati kongresszusra; csehszlovák és román delegátusok vettek részt a hidrológiai konferencián; Cebertowitz lengyel akadémikus igen nagyjelentőségű előadást tartott talajszilárdítási módszeréről. Mindez azt mutatja, hogy igen nagy lehetőségei vannak a baráti országokkal való tudományos együttműködésnek, amelynek további elmélyítésére és szélesítésére mindenképpen törekedni fogunk.

A szocialista tudománynak a néppel való kapcsolatát nemcsak az jellemzi, hogy szolgálja a népet, de az is, hogy igyekszik a népi tömegeket közelebb hozni a tudományhoz, elősegíteni kulturális felemelkedését a tudományos haladás színvonalához. Ezért a tudomány népszerűsítése, a legújabb kutatási eredmények propagandája, szintén szorosan hozzátartozik az Akadémia feladatköréhez. A tudomány népszerűsítése közvetlenül elsősorban a Magyar Természettudományi Társulat feladata és ennek keretében az Osztálynak számos rendes és levelezőtagja, mint Rázsó Imre, Vadász Elemér, Gillemot László, Kovács István, Szádeczky-Kardoss Elemér tagtársaink segítették előadásaikkal és cikkeikkel e társulatot feladata teljesítésében. Meg kell azonban állapítanunk, hogy ez a munka Osztályunk részéről nem volt elég rendszeres és szervezett és a jövőben sokkal nagyobb súlyt kell erre is helyeznünk. E tekintetben is követnünk kell a szovjet tudósok példáját, akik tudományos eredményeik széleskörű népszerűsítését éppúgy feladatuknak és hivatásukhoz tartozónak tekintik, mint azoknak a szaklapokban és könyvkiadványokban való közzétételét.

Visszapillantva a Műszaki Osztály ezidei tevékenységére, azt hiszem, joggal állapíthatjuk meg, hogy Osztályunk a műszaki tudományok fejlesztése terén jó úton halad előre és hogy egyre inkább meg fog felelni annak a határtalan segítségnek és bizalomnak, amelyben kormányzatunk és a Magyar Dolgozók Pártja munkájában részesíti.

Hálával kell még megemlékezni itt népi demokráciánk legutóbbi fontos intézkedéseiről, amelyek hivatva vannak arra, hogy a tudományos munkát hazánkban még könnyebbé, szabadabbá, virágzóbbá tegyék. Gondolok itt elsősorban a tudományos fokozatokkal kapcsolatos rendeletre, amely hazánkban a tudományos munkának nemcsak anyagi, de erkölcsileg is legmagasabb megbecsülését fejezi ki. Tudósainkról való mélyeséges és szeretetteljes gondoskodásról tesz tanúságot a vezető tudósaink tehermentesítésére irányuló rendelkezés is. Törekednünk kell arra, hogy ennek a rendeletnek nemcsak a betűi, de a szelleme is érvényesüljön minden vezető intézményünkénél, amely tudósaink munkáját igénybe veszi és a rendelet végrehajtásának minden lehetséges eszközzel való biztosítását Műszaki Osztályunk vezetősége egyik legfontosabb feladatának kell, hogy tekintse.

A Tudományos Tanács alakuló ülésén mondotta Gerő Ernő elvtárs: »Teljesen új alapokra akarjuk és fogjuk helyezni a magyar tudományos kutatást és ezzel olyan perspektívát nyitunk tudósaink előtt, amilyenre régen álmunkban sem mertek volna gondolni.« Ma, alig 3 évvel e beszéd elhangzása után megállapíthatjuk, hogy a Magyar Dolgozók Pártja, mint mindig, ezúttal is beváltotta az ország előtt adott szavát. E rövid idő alatt nemcsak létrejöttek, a magyar tudományos kutatás és különösen a műszaki kutatás új alapjai, de ezeken az alapokon már nagyszabású fejlődés is megindult, amelynek jelentős eredményeit látjuk úgy a tudomány, mint a népgazdaság területén. Az is bizonyos, hogy nem egy olyan tudósunk ül ma itt ebben a teremben, aki már most olyan körülmények között folytathatja, kutatómunkáját, aminőkre régen álmában sem mert volna gondolni.

Kétségtelen, hogy az ilyen rohamos fejlődés igen sok átmeneti nehézséggel is jár, de bizonyos az is, hogy azzal az áldozatkész erőfeszítéssel, amellyel tudományos dolgozóink ez új alapok lerakását elősegítették, ezeket rövidesen le fogjuk küzdeni és Gerő elvtárs szavai a tudomány minden művelőjére nézve valósággá válnak.

Feladatunk, becsületbeli kötelességünk az, hogy a Műszaki Osztály is beváltsa a hozzá fűzött várakozásokat, megfeleljen azoknak a követelményeknek, amelyeket az ország népe joggal támaszt vele szemben, és a nehézségek leküzdésével, a hibák kijavításával, a pozitív alkotó munka fokozásával műszaki tudományainkat a szocializmus építésének, hazánk szabadsága és függetlensége megvédésének biztos támaszává, fejlődésünk hatalmas hajtóerejévé fejlessze.

# A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK ÖTÉVES KUTATÁSI TERVE ÉS AZ EZZEL KAPCSOLATOS FELADATOK

OSZTROVSZKI GYÖRGY lev. tag

Pártunk II. Kongresszusa ez év februárjában — mint ismeretes — foglalkozott öt éves tervünk célkitűzéseivel és jelentős mértékben felemelte azokat. Azok a hatalmas feladatok, amelyeket ez a felemelt gazdasági terv elénk állít, megszabják a tudományos kutatómunka számára is azokat a súlypontokat, amelyekre kutatóinknak fokozott figyelmet kell fordítaniok. Amellett azonban, hogy Pártunk II. Kongresszusa a gazdasági terv célkitűzésein keresztül a kutatás fő irányvonalait is megszabta, az országunkban folyó tudományos kutatással még külön is foglalkozott és műszaki fejlesztésünk legdöntőbb politikai és gazdasági célkitűzései alapján a tudományos kutatás fejlesztésének fő szempontjait is megadta.

Ezek a fő szempontok a következők :

Tervünk két súlyponti célkitűzése közül a termelékenység fokozása és nyersanyagbázisunk kiszélesítése terén, eddig mind az ipari, mind a távlati kutatás folyamán aránytalanul kevesebbet foglalkoztunk a termelékenység technikai eszközökkel való fokozása, a gépesítés, automatizálás kérdéseivel. Legnagyobb új kutató intézeteink túlnyomórészt a nyersanyagbázis kiszélesítését szolgálják annyira, hogy mindezekig megfelelő kutató intézettel a gépesítés, gépgyártás fejlesztése céljaira nem is rendelkezünk. Ezért ezt a hiányosságot az öt éves terv hátralévő időszakában pótolnunk kell.

Ötéves tervünk során meg kell szüntetnünk tudományos kutatásunknak azt a kapitalistáktól átvett beállítottságát is, amely a tudományos kutatómunkát elsősorban a mezőgazdaság vonalára terelte és a kutatómunkában is biztosítani kell az egyes népgazdasági ágak közötti helyes arányok kialakulását.

A tudományos kutatásnak a Szovjetunióban alkalmazott 3 fokozatát kell kiépíteni : a távlati (akadémiai, egyetemi), iparági és üzemi kutató intézetek rendszerét. Megfontolandó, hogy Magyarország méretei és kutató káderei számát tekintve, helyileg és szervezetenként az akadémiai és iparági kutatást egyes területeken átmenetileg közös intézetben folytassuk, az intézetben belül szervezeti tagozódással elkülönítve. Mindenképpen ki kell építeni az üzemi kutató laboratóriumok rendszerét, hogy a tervteljesítéssel kapcsolatos és kisebb jelentőségű kutatómunka, valamint a kutatási eredmények üzemelésének

munkája az iparági intézetekről ezekre az üzemi kutató laboratóriumokra terhelődjék.

Ellentétben a kapitalista Magyarországgal, biztosítani kell azt, hogy nemzeti jövedelmünknek legalább mintegy fél %-át fordítsuk állandóan a tudományos kutatásra, jövő feladataink megoldására. Ügyelni kell arra, hogy kutató intézeteink beruházásai döntő súllyal a műszerek, kísérleti gépek és gépi berendezések irányában történjenek és ne — a jelenlegi (Kongresszus előtti) állapotnak megfelelően — a hatalmas arányú építkezések felé.

Egyik legfontosabb tennivalónk, hogy a tudományos munka megjavítása érdekében tudományos kutató kádereink felkészültségét nagymértékben fokozzuk. Ez vonatkozik mind a szakmai, mind pedig a marxista-leninista ideológiai továbbképzésre. A kutató intézeteinkben foglalkoztatott káderek politikai és műszaki elméleti képzettségének jelenlegi színvonalával az ötéves tervben reájuk háruló feladatok megoldása nem lenne biztosítható.

Meg kell szüntetnünk a tudományos kutatás öncélúságának még fellelhető nyomait és biztosítanunk kell a műszaki fejlesztési terveken keresztül, hogy kutatóink az ötéves tervben reájuk háruló feladatok és a technikai fejlesztés soron következő legdöntőbb célkitűzései felé forduljanak. Ezért fokoznunk kell a tudományos kutatás tervszerűségét és biztosítanunk kell, hogy az elért eredmények felhasználása valóban megtörténjék.

Ezek — a tudományos kutatásunk fejlesztését meghatározó — fő szempontokon kívül a Pártunk II. Kongresszusa által kitűzött és az országgyűlés által törvénybe iktatott kibővített ötéves tervünk rendkívül nagyszámú, sokoldalú és szerteágazó probléma megoldását tételezi fel és követeli meg a magyar műszaki tudományos kutatástól. Népgazdasági tervünknek jóformán minden mondatá összefüggésben van a kutatómunkával, amikor új gyártmányok meghonosítását, új technológia bevezetését, a termelékenység növelését stb. írja elő. Gerő elvtárs a Vasipari és Fémipari Kutató Intézet megnyitása alkalmával mondotta:

»A felemelt ötéves terv hatalmas céljait lehetetlen megoldani a tudomány és a tudomány dolgozóinak, a tudományos kutatóknak aktív, alkotó teremtő együttműködése nélkül.«

Ahhoz, hogy műszaki tudományaink az előttünk álló feladatoknak megfeleljenek, kutatómunkánknak nemcsak tematikailag, de ütemében is alkalmazkodnia kell a népgazdasági terv határidőhöz kötött követelményeihez, sőt meg is kell előznie a gazdasági haladást, elő kell készítenie a talajt a következő ötéves terv számára. Mindezt csakis a szocialista tervszerűségnek és munkafegyelemnek a tudományos kutatás terén való messzemenő érvényesítésével biztosíthatjuk, mint ahogy azt a szovjet tudomány előttünk lévő példája mutatja.

Ezért dolgozta ki a Magyar Tudományos Akadémia a Párt által jóváhagyott ötéves terv legfőbb műszaki feladatainak számbavételével a tudományos

kutatás öt éves tervét. Ebben a hatalmas munkában mintegy 250—300 szakember vett részt különböző akadémiai bizottságok keretében. A tudományos kutatás öt éves terve nemcsak a szocialista építés soronlévő feladatait, a szocialista iparosítást, a mezőgazdaság szocialista átszervezését és a kultúrforradalmat tartja szem előtt, hanem részben előkészíti a kutatás területén a következő öt éves tervet is és biztosítja a tudományos kutatás folyamatos emelkedését.

Öt éves műszaki tudományos tervünk alapvető szempontjai a következők :

A termelésnek alapanyagokkal való biztosítása, a nyersanyagbázis kiszélesítése, hiányanyagok helyettesítése, új anyagok kidolgozása és bevezetése útján.

Az energiabázis kiszélesítése és az energia takarékosabb felhasználása.

A munkaerő takarékosabb felhasználása a termelékenység növelése és a minőség emelése útján.

A műszaki tudományok elméleti alapjainak kiszélesítése, összhangban a népgazdaság fejlődési irányzatával.

A Szovjetunióval és a népi demokráciákkal való együttműködés kiszélesítése.

A sztahanóvista módszerek figyelembevétele és továbbfejlesztése. A feladatok összegegyeztetése a reálisan rendelkezésre álló lehetőségekkel.

Tudományos tervünk egyik legfontosabb kérdése nyersanyagbázisunk kiszélesítése. Ennek a feladatnak a szolgálatába állítottuk a geodéziai kutatókat is. Ezen belül el kell készíteni Magyarország új, korszerű, felsőrendű háromszögelési és szintezési hálózatát, a Szovjetunióban és a népi demokráciákban is alkalmazott Gauss-Krüger-féle nemzetközi vetületi rendszerre való áttéréssel. Ennek elvégzése fontos hazánk pontos földrajzi és geológiai térképezése szempontjából és alapja a geofizikai célkutatásoknak. E munkálatok kapcsán ki kell fejleszteni a korszerű hosszmerési módszereket az elektromágneses hullámok és a fényinterferencia segítségével. A főfeladat ebben a vonatkozásban az asztrogeodéziai hálózat, valamint az elsőrendű szintezési hálózat kifejlesztése és kiegyenlítése, tekintettel az alappontok időközi mozgására. Ezekből az adatokból következtetni tudunk országunk tektonikájára és vízrajzi viszonyaira, sőt ezeknek jövőbeni változásaira is. Geofizikusaink feladata, hogy a Szovjetunióban az ásványi anyagok felkutatására már alkalmazott és Tárczy-Hornoch professzor és munkaközössége által javasolt geofizikai módszereket hazai viszonylatban is alkalmazzák. Fejleszteni kell a gravitációs, geoszeizmikus, földmágnességi és geoelektromos méréseket, mind a föld felett, mind a föld alatt, valamint a karsztvízkutatás és bauxitkutatás különleges geofizikai módszereit. Az öt éves terv során egységes rendszerbe kell foglalni a gravitációs és mágneses méréseket és el kell készíteni Magyarország első- és másodrendű gravitációs és földmágneses alaphálózatait.

Földtani kutatásunk egyik főfeladata Magyarország rendszeres földtani térképezése, a nyersanyagkutatás vizsgálatainak kiszélesítése, és országos ásványkataszter elkészítése.

Az olaj- és gázkutatás terén döntő feladat: a geofizikai módszerek alapján szénhidrogénre valószínű területek mélyfúrásokkal történő feltárása. Széninkkel kapcsolatban elsősorban kőszénbázisunk kiszélesítésével összefüggő bányaföldtani vizsgálatokat kell végezni, amelyek kőszeneink technológiai szempontból értékes részeinek minőségi és mennyiségi meghatározására is kiterjedjenek.

Ötéves népgazdasági tervünk a szénbányászat termelésének kétszeresére való emelését írja elő. E feladat meghatározza a szénbányászat területén előtűnk álló tudományos feladatokat is. Bányauzemeink részére ki kell dolgozni a tömegtermelésre alkalmas leggazdaságosabb fejtési rendszereket és a hozzájuk tartozó nagyteljesítményű folyamatos szállítást biztosító szállítási rendszereket és módszereket, amelyek a gépi jövesztésre és rakodásra való áttérés sikerét a jövőben biztosítani fogják.

Ezzel kapcsolatban ki kell dolgozni nagy teherbírású, gyorsan be- és kiépíthető biztosító szerkezeteket (acéltámok, csuklós gerendák, mozgó ácsolati rendszerek), a szakaszosan hosszabbítható, de folyamatosan szállító nagyteljesítményű szállítóberendezéseket.

A magyar bányászat sajátos és nem egy esetben a külföldi bányászathoz viszonyítva nehéz földtani viszonyainak megfelelően tovább kell fejleszteni kőzetmozgás elméleteinket és ezzel kapcsolatosan ténylegesen rá kell térnünk a kőzetmechanikai jelenségek laboratóriumi vizsgálatára.

A bányák gépesítése terén fokozottabb erővel kell folytatni, de főleg helyesen kiértékelni eddigi bányagépkísérleteinket, amelyek 4 kombájnnal, 3 rakodóval, 1 fúrókocsi-típusra vonatkoznak. A kísérleti eredmények alapján meg kell tervezni és ki kell alakítani azokat a legmegfelelőbb bányagéptípusokat, amelyek a későbbi évek folyamán sorozatban gyárthatók és üzembehelyezhetőek lesznek. A termeléssel kapcsolatosan még fokozottabb mértékben kell küzdeni a bányászatot veszélyeztető elemi erőkkel, elsősorban a karsztvízveszéllyel. A mind nagyobb mélység felé törő magyar szénbányászatnak nemcsak a karsztvízveszély fokozódásával, hanem ezen túlmenően, még fiatal barna-szeneinkben is, a metánképződés növekedésével kell számolnia. Ezek nyilvánvalóan nem érhetik meglepetésszerűen szakembereinket, éppen ezért kutató intézeteink feladatai között komoly helyet foglalnak el a bányászatot veszélyeztető elemi erőkkel folytatott küzdelem elhárítási módjai.

A gépesítés természetesen magával hozza bányavillamosítási tervünk és eddigi bányavillamosítási politikánk nagyütemű továbbfejlesztését is. Rá kell térnünk a magasfeszültségnek minél nagyobb mértékben a munkahelyek közelében való vezetésére. Fokozatosan háttérbe kell szorítani a csekély gazdaságosságú sűrített levegőt, sujtólégbiztos elektromos gépek és berendezések üzembeállításával.



A mennyiségi követelmények kielégítése mellett mind nagyobb mértékben lép előtérbe szeneink — főleg fekete — szeneinkkel szemben támasztott minőségi követelmény. A hazai kokszyártás az eddiginél fejlettebb szénelőkészítési módokat igényel, melyeknek gyakorlati alkalmazására már az első 5 éves tervben sor kerül.

A bauxitbányászat fejlesztése terén a kutatások széleskörű továbbfolytatása mellett rá kell térnünk a bauxitbányászat gépesítésére is. Tovább kell tehát folytatni a fejtőgépeknek a mélyművelésű bauxitbányákban való további alkalmazását, hogy a termelési önköltség a bányagépek üzembehelyezésével fokozatosan még kedvezőbben alakuljon.

A szénbányászatunkhoz hasonlóan meg kell oldani a vízbetörés-veszélyes bauxit-telepeink fejtési kérdéseit is.

A kohósításra nem alkalmas bauxitok részére pedig egyéb ipari felhasználást kell találni.

Ércbányászatunkban általában törekednünk kell hazai érceink — elsősorban a vasérc — legnagyobb mérvű felhasználására.

Ennek érdekében vasérc-előkészítő műveket kell létesítenünk, hogy megfelelően feldúsított nyersvasércel tudjuk ellátni kohóinkat.

Színesfémiparunknak nyersanyaggal való ellátása érdekében a kutató-soknak még fokozottabb mértékű kiterjesztésén kívül elsősorban ólom és cink-érceinkkel kapcsolatban ugyancsak az előkészítő művek létesítésére kell törekednünk.

Ércbányászatunk fejlesztésével párhuzamosan tovább kell haladnunk iparilag hasznosítható egyéb ásványaink termelésének fokozása terén is.

Az alig néhány éves mültra visszatekintő magyar vegyesásványbányászat eddig elért kutatási eredményei alapján máris számos új, eddig csak import útján fedezhető nyersanyagot adott népgazdaságunknak. A kutatások várható eredményei alapján még több újabb ásványi anyag előfordulásra számíthatunk, tehát legfontosabb célunk az egész ország területének a vegyesásványbányászat szempontjából való rendszeres kutatása és az ásványkincsek számbavétele.

A már megindított feltérési munkákon belül a gipszbányászat körül mutatkozó nehézségeket le kell küzdenünk és meg kell találnunk a módját annak is, hogy talkum, bentonit, fullerföld, barit és egyéb ásványi anyagok bányászata ne csak az import kiküszöbölését, hanem exportlehetőségeket is biztosítson. Fel kell tehát hagynunk a vegyesásványbányászat eddig folytatott kezdetleges művelési módjával és rá kell térni ezen a téren is a nagyüzemi jellegű termelésre és a minőségi előkészítésre.

Az új ötéves terv eredményeként hazánk a vas- és az acél országává, ipari országgá, a gépek országává válik — mondotta kongresszusi beszédében Gerő elvtárs.

Vaskohászati kutatásainknak irányt kell venni részben alapanyagbázisunk kiszélesítésére, részben meglévő termelőberendezéseink termelékenységének

fokozására. Rá kell térnünk eddigi hasznosítatlan érceink feldolgozására, különösen a rudabányai sziderit felhasználására.

A Vasipari Kutató Intézet az előkutatásokat elvégezte, megállapította, hogy pörköléssel és mágneses szeparálással az érc vastartalma duplájára fel-dúsítható. A megépítendő ércelőkészítő berendezés tervezéséhez és beindításához szükség van a kohászati kutatók további tevékenységére. — Ki kell dolgozni vasdús bauxitjaink vaskohászati felhasználásának módszereit.

Meg kell honosítani Magyarországon a ferroötvözetek gyártását. Szük-ségünk van ferromangán affinéra, a ferroszilíciumgyártás kibővítésére, kalcium-szilícium, ferrotitán, ferrovanádium gyártásának kutatásaira.

Az energetikai iparágak által felvetett anyagtechnológiai kérdéseket is tovább kell kutatni, így a magas melegfolyási határral bíró ötvözetacélok előállítását erőműveink számára és a kis wáttvesztességű lemezanyagokét villamos gépeinkhez. Elő kell állítanunk az erős- és gyengeáramú elektrotechnikai iparunk számára szükséges különleges acélfajtákat is. Így pl. mágnesesen lágy anyagokat, hőálló huzalanyagokat és különleges fizikai tulajdonságú acélötvözeteket.

Martin-kemencéink termelékenységének fokozása érdekében meg kell valósítani a tudományos hógazdálkodást a Martin-kemencéknél, a tűzálló-anyagkutatásoknak irányt kell venni arra, hogy fokozzák a tűzálló anyag minőségét és ezáltal a kemencék élettartamát.

Az oxigénes dúsítás érdekében kísérleteket kell végezni elektrokemencékben is, ezen kemencefajták termelékenységének fokozása, az áramfogyasztás és az elektródafogyasztás csökkentése érdekében.

Kutatóinknak segítséget kell nyújtani a gyorshengerlés és gyorshúzás kérdésének minél szélesebb körben való elterjesztése érdekében, melynek segítségével emelni fogjuk tudni hengerműveink termelési kapacitását.

Az elmúlt évben megkezdjük kutatásainkat a pormetallurgia terén is, melynek sikerei biztatóak, különösen pormetallurgiai előállított önkénő-csapágyak, gépalkatrészek, mágnesanyagok és ellenállási anyagok terén. Ezen a téren a legnagyobb erővel kell folytatni a kutatásokat, annak érdekében, hogy a metallurgiának ezt az új ágát mielőbb ipari méretekben is megvalósíthassuk.

Gépgyártásunk egyik legfontosabb alapanyaga az öntöttvas. Ezen a vonalon a technológia fejlődése kutatások révén megindult. Kutatóinknak foglalkozniuk kell ezzel kapcsolatban azzal, hogy a Szovjetuniótól átvett tapasztalatok alapján minél szélesebb körben megoldják az acélöntvények, bronz-öntvények temperöntvények modifikált öntvényével való helyettesítését.

Tovább kell fejleszteni a Millmann, Vasziljenkó, Grigorjev, Vilsovics szovjet kutatók munkája nyomán elért eredményeket a gömbszemcsés grafitú modifikált öntések terén.

Kutatóink munkája eredményeképpen feltártuk Európa egyik legnagyobb bentonit előfordulását, melynek révén öntődeink rátérhettek a szintétikus nyershomok formázására. Kutatóink most azelőtt az újabb feladat előtt állnak, hogy az alkalmazás nehézségeit győzzék le.

Kutatóinknak a legnagyobb erővel kell folytatni a nagykeménységű Compound kéreghengerek hazai gyártását célzó munkáikat annak érdekében, hogy az importot ezen a téren mielőbb megszüntethessük. Kutatásokkal kell elősegíteni új szerszámgéptípusok méretezési módszerének kidolgozását, különösen a nehézszerszámgépek területén. A gyorsforgácsolás új kutatási problémákat vet fel, a szerszámgépek rezgésének vizsgálata terén. Szerszámgép-gyártásunk korszerűsítése érdekében kutatásokat kell végezni a szerszámgépek automatikus hidraulikus és elektronikus vezérlése terén.

Ki kell dolgozni a Szovjetunióban már elterjedt új forgácsolási eljárásokat, mint pl. a forgóképes esztergálást, a melegforgácsolást. Az elmúlt évben kutatásaink eredményre vezettek az anódmechanikus köszörülés vonalán. Ezt ki kell terjeszteni egyéb köszörülő eljárásokra, mint pl. hengeres, síkalakú felületek, fogaskerek és menetek köszörülésére.

Ki kell dolgozni a nagyteljesítményű keményfémszerszámokkal ellátott marás technológiáját. Új keményfémszerszámokat kell bevezetni a szerszámfelület keményítésére elektromos bevonatokkal és a szerszámok élettartamának javítására mélyhűtéssel. Ki kell terjeszteni és ipari megvalósítás színvonalára kell hozni a szikra-forgácsolást.

Népgazdaságunknak szüksége van új szerszámgéptípusok mellett új motorokra, szivattyúkra, bányagépekre, mezőgazdasági gépekre, szállítóberendezésekre, járművekre. Mindez széles területet nyújt a kutatómunka számára a gépészet területén is.

Hegesztési technológiánk is komoly fejlődésnek indult Nyikitin szovjet professzor legutóbbi látogatása alkalmával adott tanácsok alapján. Be kell vezetni a Vasipari Kutató Intézet által kidolgozott új hegesztőporokat a fedettívbe automatikus hegesztés terén. Az automatikus hegesztést általában az ipari alkalmazás színvonalára kell hozni. Kutatóinknak segítséget kell nyújtani az argonarc hegesztésének bevezetésénél, továbbá a Nyikitin-féle öntőhegesztés mielőbbi megvalósítása érdekében.

Kutatóinknak meg kell oldani mielőbb az öntöttvas hegesztését és ehhez olyan hegesztőpálcát kell kidolgozni, amely lehetővé teszi az öntöttvas hegesztés utáni megmunkálását és ennek révén az öntődei selejt csökkenését.

Fémkohászatunk súlyponti kérdése a bauxit-alumíniumkérdés. Ezen a téren alumíniumszakértőink részére, továbbá a Fémkutató Intézet részére nagy segítséget nyújtottak Bjeljajev és Bajmakov magyarul is megjelent könyvei.

Tisztáznunk kell az alacsony modulusu bauxitok feltárásának és a folyamatos timföldgyártás megvalósítása lehetőségeinek kérdését és foglalkoznunk kell a különböző melléktermékek gazdaságos felhasználásával.

Részben a nyersanyagbázis, részben az energiabázis kiszélesítését szolgálják azok a feladatok, amelyek a hidrológiai kutatások keretében kerülnek megoldásra.

Vízi energiánk lehető legnagyobb mérvű kihasználására kell törekednünk, s ezért messzemenően fejleszteni kell a hidrológiai kutatást. El kell készíteni országunk vízgazdálkodási tervét, különös tekintettel a Duna és Tisza vízi energiájának felhasználására.

Folyóvizeink energiájának kihasználását össze kell kapcsolni az öntözés az ipari és ivóvízellátás és a közlekedés követelményeinek kielégítésével. Meg kell határozni rendelkezésünkre álló vízkészleteinket és a vízgazdálkodás módszereit.

Részletesen meg kell állapítani folyóink és az azokat kísérő talajvíz összefüggéseit.

Vízi műtárgyaink gazdaságos megépítése érdekében hidraulikai tanulmányokat és kísérleteket kell eszközölni és pedig a vízierőművek áramlás-tani kérdéseivel, a duzzasztóművekkel, valamint energiacsillapítási és egyéb különleges hidraulikai feladatokkal kapcsolatban. Szükséges a hidrotechnikai modell-kísérletezés módszereinek nagyarányú fejlesztése.

Kalorikus energiatermelésünk döntő kérdése a tüzelés-kutatás. Különböző minőségű szeneink eltüzelésére alkalmas korszerű tüzelési módszereket kell kifejleszteni, elsősorban pneumatikus és mechanikus szóró-tüzeléseket és a részben már megvalósított porszén-póttüzelést (kelenföldi kísérletek). Tüzelőberendezéseinket tökéletesítenünk kell, különös tekintettel a különböző minőségű és salakolvadási tulajdonságú szeneinkre. Meg kell oldani azokat a problémákat, amelyek a hulladékenergiák, elsősorban a füstgázok melegének hasznosításával kapcsolatosak.

Szénalapú hőerőműveink telepítési kérdésénél a hűtő- és tápvíz kérdése különösen a vízszegény szénvidékeken rendkívüli nehézségeket okoz, ezért foglalkoznunk kell behatóbban a levegőkondenzációs rendszerrel.

Bár energiatermelésünk legnagyobbbrészt kalórikus erőműveken alapul, nem szabad megfeledkezünk a helyi jelentőségű energiaforrások, a kisvizek és a szélergia fokozott kihasználásáról, aminek nagy jelentősége van a mezőgazdaság szocialista átalakításában.

Időszerűvé vált az is, hogy foglalkozni kezdjünk az energiafajták célszerű kombinációinak kérdésével, elsősorban a kalórikus és vízierőművek együttműködésével, valamint a mindinkább súlyosodó csúcshelyzet enyhítésével.

Az 1954-re 6 milliárd kwó-ban megállapított villamos energiatermelés biztosítása az együttműködő hálózatok teljesítményének növelésével és az erőművek országos együttműködésével kapcsolatos kérdések tudományos vizsgálatát teszik szükségessé. A megépítés alatt álló hálózati kisminta segítségével tanulmányozni fogjuk a kooperációs hálózat stabilitási, üzemzavar- és biztonsági kérdéseit. Az együttműködő hálózat kiépítésével egyre inkább előtérbe kerül a helyes védelem kialakításának feladata, hogy az egyes hibahelyeket az épen maradó rendszertől szelektíven le tudjuk választani és a hibát szűk területre korlátozni.

Központi kérdéssé kell tennünk az egységteljesítmények növelése mellett a nagyobb feszültségre való áttérés előfeltételeinek biztosítását és meg kell kezdenünk a 200 kV-os távvezetékek és készülékek hazai előállításával kapcsolatos tudományos munkát.

A villamosenergia-szolgáltatás, illetőleg fogyasztás kérdése döntően függ az e célra alkalmazott gépek és készülékek korszerű megoldási lehetőségeitől. A hazai szerkezeti anyagok mind nagyobb mérvű alkalmazása ezért elsőrendű feladata az erősáramú villamos iparnak. Külön ki kell emelni ezek közül a villamos gépek szigetelésére szolgáló anyagok kérdését. Népgazdaságilag fontos kérdés az elektrotechnikai iparban alkalmazott szinesfémek helyettesítése alumíniummal, ill. ötvözeteivel. Az ipar növekvő szükségletének kielégítése érdekében vizsgálat tárgyává kell tennünk a legcélszerűbb villamos hajtások és szabványozások kifejlesztését. Az utóbbi időben előtérbe került a kábelek kérdése, különösen azoknak hazai anyagokból történő előállítására.

A nagyszámú erősáramú gép- és készülékprobléma megoldásához sok millió forintos beruházással létrehozuk egyik legnagyobb kutató intézetünket, a Villamosipari Kutató Intézetet.

Erősen fejlődő elektrokémiai iparunk, továbbá a vontatás és gépipar szükségleteinek fedezésére kutatásunknak foglalkoznia kell a nagyteljesítményű lég- és folyadékűtéses áramirányítókkal.

A gépészeti kutatások eredményeképpen nagymértékben fejlődni kell a vegyipari gépgyártásnak és lehetővé fog válni az eddig külföldről behozott vegyipari gépek és készülékek hazai gyártása. A tudományosan kidolgozott szerkesztési és méretezési eljárások alapján a drága és különleges nyersanyagok felhasználásának csökkentése is elérhető.

Fontos feladata öt éves tudományos tervünknek, hogy megvesse az automatizálás tudományos alapjait és kidolgozza a széleskörű automatizáláshoz szükséges alapelemeket. Az automatizálási feladatokat elsősorban a kohászatban, hőtechnikában, bányászatban, szerszámgépiparban és a vegyiparban kell előkészíteni. Szocialista építésünk során egyre fontosabbá válik a termelési folyamatok automatizálása. Ezen a téren erősen elmaradtunk, hiszen a kapitalista Magyarországon nem volt kifizetődő és nem is volt lehetséges az automatizálás.

Ennek eredményeképpen jelenleg alig vannak káderek, akik ehhez a kérdéshez értenek és első öt éves tervünk egyik fontos feladata, hogy az automatizálás tárgyi és személyi előfeltételeit biztosítsa.

Az automatizálás terén törekednünk kell arra, hogy hazai viszonyainknak megfelelően megteremtjük az automatika alapelemeit és alapvető automatikai rendszereket fejlesszünk ki. Ebben a munkában is döntő mértékben a Szovjet-unió kidolgozott eredményeire támaszkodunk.

A műszaki kutatásnak természetesen közre kell működnie az előttünk álló központi feladat, a mezőgazdaság szocialista átszervezésének munkájában. Mezőgazdasági gépgyártásunk tökéletesítése és a gyártott gépek fajtáinak kiválasztása döntő jelentőségű feladat mezőgazdaságunk szocialista átalakításában.

Kutatómunkánk tervezésénél feltétlenül figyelembe kellett vennünk az export szempontjait is. Rákosi elvtárs a Központi Vezetőség legutóbbi ülésén tartott beszédében is rámutatott arra, hogy exportunkban egyre nagyobb szerepet kell játszaniok az ipari termékeknek, különösen a nagy munkaigényes cikkeknek.

Az export-igények igen komoly követelményeket állítanak a műszaki kutatás elé, elsősorban a finommechanika, a gépipar, híradástechnika stb. területén.

Építőiparunk termelési feladatai mennyiségileg messze túlhaladják a többi iparág feladatait, ezzel szemben úgy technikájában, mint gazdasági és műszaki tervezésében mögötte van a gyáriparnak.

Ennek az elmaradottságnak felszámolása, az építőiparnak minél nagyobb mértékben gyárüzemszerű termelésre való átállítása és ezzel együtt termelékenységének növelése, az építkezések költségének erőteljes csökkentése a tudományos kutatás egyik legfontosabb feladata.

Az új építési eljárások új igényeket támasztanak építőanyagainkkal szemben és ezért új építőanyagokat kell előállítanunk, ill. a régieket alkalmassá kell tennünk az új eljárásokkal való felhasználásra. Az építőipari felhasználás különböző módozatait kielégítő cementfajtákat kell kikísérleteznünk; fokoznunk kell a könnyű építőanyagok kutatását és be kell vezetnünk a műanyagfelhasználást az építőipar területén is. A nagyipari szervezés elősegítésére új korszerű szerkezeteket kell kidolgozniok tervező építészeinknek, elsősorban az előfeszített vasbetonszerkezeteket, melyek jelentős vasmegetakarítást eredményeznek és előregyártott szerkezeteket, melyekkel a munka termelékenysége is nagy mértékben nő és az építőipar szezonjellege megszüntethető, elősegítve az építőipar nagyüzemi termelési módjának kialakulását (Inota, Sztálinváros stb.). Az új követelményeknek megfelelően korszerű és egyszerű méretezési módszereket kell kidolgoznunk, melyek az anyagok jobb kihasználását ered-

ményezik. Végül egyik fontos feladata az új szervezési módszerek és a gépesítés tudományos kérdéseinek vizsgálata.

Különösen fontos feladat tudományos munkánk során a földalatti gyorsvasút építkezés-problémáinak megoldása, mely komplex kérdés igénybeveszi jóformán valamennyi tudományágunk munkásait.

Az életszínvonal szakadatlan emelését, a fogyasztási cikkek bőséges termelését igyekszik elősegíteni a könnyűipari kutatás. Ezek a kérdések szintén megfelelő súllyal szerepelnek kutatási tervünkben, egy-egy egész sor kutató intézetünk foglalkozik feladataink megoldásával a textil, papír, nyomda, bőr, fa, stb. iparok területén.

A tudományos kutatási terv célja nemcsak öt éves tervünk szükségleteinek közvetlen kielégítése, de a további fejlődés előkészítése is. Távlati tematikánk és a tudományos elméleti alap kiszélesítésére irányuló kutatások körébe tartozik pl.: a különböző alumínium-ötvezetek diagrammjainak és kristályosodási folyamatainak vizsgálata, a fémek képlékeny alakításánál fellépő jelenségek elméleti vizsgálata, a bányászatban a szállószénpor keletkezésének megakadályozását célzó módszerek kidolgozása, a karsztvíz-veszély leküzdésére irányuló különböző kutatások, a tároló kőzetek réteg-térképeinek elkészítése, optikai feszültség-mérési módszerek kidolgozása stb.

Tudományos tervünk azonban nemcsak feladatokat ír elő számunkra, hanem a legteljesebb mértékben lehetővé is teszi azoknak végrehajtását. A felemelt öt éves terv 1700 millió Ft-ot irányoz elő tudományos kutatásunk céljaira. Az elmúlt években kutató-intézetek egész sorát létesítettük és öt éves tervünk idején fel kívánjuk állítani az Akadémiai Antibiotikum Intézetet, a Vízépítési Kutató Intézetet, Áramlástani Kutató Intézetet. Fejleszteni fogjuk továbbá meglévő kutató intézeteinket is és ennek során új épületeket kapnak: a Műszeripari Kutató Intézet, a Geofizikai Kutató Intézet, a Gyógyszeripari Kutató Intézet, valamint a Hőtechnikai Kutató Intézet és a Központi Fizikai Kutató Intézet. Csak a kiemelt nagyobb intézeteinkben közel 5000 személy dolgozik, beleértve ide mintegy 2000 tudományos kutatót. Kiemelt nagyobb intézeteinken kívül azonban még számos egyetemi és főiskolai és mezőgazdasági intézetben folyik kutatómunka, úgyhogy a kutató tevékenységben foglalkoztatottak száma ma már jelentős. Az öt éves tudományos terv feladatainak elvégzéséhez azonban a jelenleginél is több kádert kell foglalkoztatnunk, úgyhogy komolyan kell gazdálkodnunk a rendelkezésre álló tudományos munkaerővel. Intézeteink vezetői jól teszik, ha minél több közép-kádert és kellő számú kisebb képzettségű segéderőt (laboránsokat, rajzolókat, szakmunkásokat, stb.) kapcsolnak be a kutató intézetek munkájába.

Fokozni kell a szakmai továbbképzést az intézeteken belül is, nemcsak a főiskolákat végzett kádereknél, hanem minden szinten.

A kutató tevékenység ma már nem szorítkozik csupán akadémiai és ipari kutató intézetekre, valamint egyetemi tanszékekre; kívánatos, hogy üzemünk folytassanak önálló kutatómunkákat, melyek közvetlenül összefüggnek a gyártás mindennapi kérdéseivel. Kell, hogy üzemünk a belső műszaki fejlesztés terén ilyen kutatásokat végezzenek, nemcsak azért, mert ezzel kutatási kapacitásunk nagy mértékben nőhet, hanem mert ezáltal az üzemi műszaki munka színvonalasabbá válik és megmenekül az ellaposodástól. Számos gyártmányfejlesztési kutatást könnyebb elvégezni üzemen belül, mint a kutató intézetben, ezenkívül ez a munka is hozzájárul a fiatal műszaki káderek fejlesztéséhez.

Ilyen irányú üzemi kutatómunka folyt — a példa kedvéért megemlítem — az Elektronikus Mérőműszerek Gyárában új műszerfajták kifejlesztésére. A Magyar Rézhengerművek helyesen elvállalta, hogy kidolgozza a manométer gyártásban használt minőségi Bourdoncsövek új gyártási technológiáját és ezzel tehermentesíti a Fémkutató Intézetet és a Hőtechnikai Kutató Intézetet.

Az ötéves tudományos terv feladatai szorosan összefüggnek népgazdasági tervünk döntő feladataival. Kutatásaink kezdik meghozni az eredményeket.

Ma már azonban mindinkább nem az a kérdés, hogy kutatásunk nyújt-e eredményeket, hanem hogy elért eredményeinket sikerül-e hasznosítanunk, eljutnak-e azok az üzemekbe, egyszerűen, hogy gyakorlattá válik-e a tudomány! Szükséges, hogy ne csak kutatási tervünk legyen, de realizálási terveket is dolgozzunk ki a jövőben, amelyek végrehajtásával biztosítanunk kell kutatási eredményeink gyakorlatbavételét.

Ebből következik, hogy ki kell mélyíteni a kapcsolatot a tudományos kutatás és a termelés között. Érdemes ezen a téren is a szovjet tudomány példájából tanulni. Topcsijev szovjet akadémikus ezt mondja erről:

»A tudomány maga is új arculatot ölt a szovjet rendszer viszonyai között. Az elmélet és a gyakorlat, a tudomány és a termelés szerves egységében rejlik az élenjáró szovjet tudomány egyik leglényegesebb vonása. A tudomány és a termelés dolgozóinak együttműködése — a technikai haladás törvénye. Az elmélet és a gyakorlat egységének sztálini tanítása a szovjet társadalmi rend alapelveiből következik, mert e társadalmi rendben a szellemi és fizikai munka közötti különbség mindjobban elmosódik. A gyakorlat és az elmélet közötti elszakíthatatlan kapcsolat kiapadhatatlan forrása a tudomány és a termelés előrehaladásának. Csak a szocializmus viszonyai között lehet az elmélet és a gyakorlat kapcsolatát teljes mértékben megvalósítani.«

Kutatóinknak üzemi kapcsolataik terén még súlyos hiányosságok vannak, bár tagadhatatlan, hogy itt már észrevehető bizonyos haladás. Különösképpen elő kell segíteni komplex kutató-brigádok kialakulását, üzemi emberek, műszaki értelmiségiek és fizikai dolgozók bevonásával. Egy speciális metallurgiai prob-



lémát sikeresen oldott így meg nálunk egy kutatókból, üzemi mérnökökből, munkásokból, olvasztárokból és sztahanovistákból alakult csoport és hozzátehetjük, tekintélyes szakemberek kezdeti ellenvéleményével merészen szembeállva.

Elért sikereink elegendők arra, hogy eloszlassák a korábban itt-ott fennálló oknélküli kételkedést a hazai eredményekkel szemben. Feladatainknak javarésze még előttünk áll. A tudományos kutatás öt éves terve hatalmas perspektívát nyitott meg előttünk. Ez a terv teszi lehetővé, hogy feladatainkat nemcsak részleteiben, de összefüggő egészében is szemlélhessük. A tudományos kutatási terv először állít bennünket így összefonódó, komplex kutatási feladatok elé, melyek nemcsak fontosságukkal, de terjedelmükkel is messze maguk mögött hagyják azokat a tudományos erőfeszítéseket, amelyeket eddig Magyarországon kifejtettek.

A műszaki tudományok e vázlatosan ismertetett öt éves tervének végrehajtására, e hatalmas feladat megoldására szívesen veti latba egész tudását és képességét e tudományos terület minden magyar tudósa, minden kutatója. Nem kétséges, hogy ez a nagy és lelkes munka sikerrel fog járni: a terv teljesítéséhez, sőt túlteljesítéséhez is fog vezetni.

Ez a siker annál nagyobb, annál hatványozottabb lesz, minél erőteljesebben támaszkodunk az élenjáró szovjet tudomány eredményeire, amelyeknek felhasználása kutatómunkánk során máris kezdi megteremni a maga gyümölcseit. Az orosz nyelv megtanulásától kezdve a szovjet szakirodalom alapos tanulmányozásáig és a kutatómunkában kiindulópontul való felhasználásáig mindent el kell követnünk, hogy az ilyen tapasztalatok tudományos kutatásunk egész területén általánossá váljanak.

A terv teljesítésének hathatós előmozdítója az az együttműködés, amely a baráti országok kutatóival kezd kialakulni és egyre intenzívebbé válik.

Gondoskodnunk kell arról, hogy az ezzel kapcsolatos külföldi tanulmányutak tanulságait minden érdekelt kutató megismerje és hasznosítani tudja.

Tudományos tervünk végrehajtása érdekében gondoskodnunk kell arról is, hogy tudósaink, kutatóink kivétel nélkül megismerjék a marxizmus-leninizmus világnézetét és dialektikus módszerét, megfogadva Rákosi Mátyásnak, a magyar nép szeretett vezérének szavait:

»A szocializmus építésének bizonyos fokán túl minden értelmiségi munka minősége úgy nő és úgy hatványozódik meg, ahogy benne a marxizmus-leninizmus elmélete érvényre jut és megvalósul.«

Az öt éves tudományos terv teljesítésének fontos feltételeként és egész tudományos jövőnk biztosítása érdekében feltétlenül szükség van arra, hogy a fiatal kutatók nagyszámú gárdáját erejükhez mérten, de számukra mégis komoly erőpróbát jelentő feladatokkal bízzuk meg.

A mi feladatunk az ötéves terv ránk eső konkrét kutatási problémáinak megoldásán túlmenően az, hogy tervünk végrehajtásának e felsorolt feltételeit és egyéb feltételeit megfelelően alkalmazzuk és egész kutatógárdánk által való alkalmazását megszervezzük.

Ötéves tudományos tervünk, hasonlóan népgazdasági tervünkhöz, megfeszített terv, amelynek végrehajtása megköveteli összes tudományos intézményeink és kutatóink lelkes, kezdeményező munkáját, szoros együttműködését, találékonyságát a nehézségek leküzdésében, a szovjet tudomány eredményeinek és lenini-sztálini módszereinek minél messzebbmenő elsajátítása útján.

Tudományos dolgozóink abban a biztos tudatban foghatnak e nagy terv megvalósításához, hogy a Magyar Dolgozók Pártja és népi demokráciánk kormánya a legnagyobb áldozatkészséggel fogja munkájuk sikerét továbbra is elősegíteni.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

HEVESI GYULA lev. tag

OSZTROVSZKI GYÖRGY lev. tag

előadásaihoz.

VADÁSZ ELEMÉR rendes tag hozzászólása.

A Magyar Tudományos Akadémia újjászervezésének első évében, muft év folyamán, a földtan helyzete még rendezetlen volt. Multévi nagygyűlésünkön ezt a kérdést is előbbrevittük s ezidőszerint a Műszaki Osztály kebelében rendszeresen működhetünk. Bár ez a megoldás Akadémiánk szerveződésében véglegesnek nem tekinthető, mégis határozott fejlődést jelentett, ami ezévi munkánkat nagy mértékben elősegítette és eredményessé tette. Köszönettel tartozunk ezért az Osztályvezetőségnek és a Titkárságnak, amely a Műszaki Osztályhoz tartozó tudományok különlegességeit az akadémiai munka célkitűzéseinek egységén belül mindenkor tekintetbe veszi és megértően támogatja.

Népi demokráciánk a földtant a népgazdaság élvonalbeli tudományává tette. Ezt tudományos munkánk nálunk soha nem tapasztalt mértékű anyagi lehetőségének megteremtésével, kutatóeszközökkel, műszerekkel és laboratóriumi cikkekkel való ellátásán kívül, szakembereink anyagi gondoktól való mentesítésével, munkateljesítményük pénzbeli jutalmazásával és egyéb megtisztelő kitüntetésekkel biztosítja és támogatja. Mindebből éreznünk kell és napról-napra fokozottabban érezzük is, hogy munkánkban nem elszigetelten, magunkra hagyatva állunk s végzett munkánk nem magunk szórakozására vagy legfeljebb egészen szűk szakkörök számára készül, hanem része, nélkülözhetetlen követelménye a nagy egésznek, az állandó fejlődésben levő szocializmusnak, a szocialista országépítésnek. A földtani tudományoknak ilyen hatalmas kilátásaihoz mindannyiunknak hozzáidomulnunk, hozzáfejlődnünk kell, elsősorban megfelelő megértéssel és a követendő példakereséssel. A szocialista fejlődés megértésére a marxizmus-leninizmus ismerete vezet, aminek elsajátításában az egyszerű szándékon már túljutottunk s gyakorlatilag előbbrejutni törekszünk. A példakövetésben a szovjet geológia mindent egységben kivizsgáló komplex-módszereit követjük, annál is inkább, mert országunk földtani viszonyaiban a Szovjetunió területének földtanával nagyon sok közös vonást találunk. Az ebben az évben itt járt szovjet szaktársainkkal való közvetlen tapasztalatátadásban is volt részünk, amit főként olajkutatásunk átszervezésében már eredményesen értékesítettünk is. Javult a szovjet szakirodalom hozzáférhetősége s abból nem annyira előttünk szakmailag ismeretlen tudományos megállapításokat, mint inkább a módszerek és főként a dialektikus materializmus alkalmazását hasznosítjuk.

Mult évi nagygyűlésünkön általánosságban megállapítottuk a földtan teendőit a tervgazdálkodás tekintetében, ötéves tervünk nyersanyagkutatási kívánalmai szerint. Az ott felmerült kívánalmak a különböző intézményekben és üzemekben folyó kutatások összehangolásáról a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium Földtani Főosztályának létesítésével szervezetenleg megoldásra jutnak. Az Akadémiai Földtani Bizottság a Földtani Főosztállyal személyi

és tárgyi vonatkozásban a legteljesebb együttműködéssel irányítja és ellenőrzi földtani kutatásainkat s ezzel az elmélet és gyakorlat szerves egységét biztosítja.

Lényeges haladást tettünk az Akadémia részéről támogatott, sőt alapjában véve lehetővé tett tudományos kutatások tervszerűségének javítása terén. Szakembereink legnagyobb része már nem áll értetlenül, vagy ellenkezéssel a tudományos munkaterv egységesítésével szemben és a legnagyobb megértéssel törekszik az össz munka kereteinek a népgazdasági igények szerint való kitöltésére. Mindamellett nem hallgathatom el itt, hogy még sok kívánnivalónk van hátra ezen a téren. Akadémiai földtani munkatervünkben még sok az egyéni terv, sokszor egymást többszörösen fedő munkakörrel. Ennek egyik oka az egyes tudományok határterületeinek az érdekelt akadémiai osztályok közötti rendezetlenségéből, másrészt egyes tudományágaknak Akadémiánkon nem képviselt voltában kereshető. Ezeket a hibákat további szervezési munkával törekedünk javítani. Mostani ülészakunkon módunkban van ötéves tervmunkánk első évének figyelemreméltó tudományos eredményeiről és azok jelentős gyakorlati kihatásairól is beszámolni. Vonatkozik ez elsősorban olajkutatásunknak kartársaink, különösen Kertai György részéről egységes tudományos alapon végzett átszervezésére, amit *Petrov* szovjet geofizikus graviméteres adatainknak eddig hiányzott egységesítésének nagy összesítő munkát jelentő elvégzésével és *Kucev* geológus professzor alapos támogatásával végeztek. Kész eredményekül megemlíthetem még a magyarországi közteradiológiai vizsgálatok, bauxitvizsgálatok, a mangánképződés és a geokémia terén tett új tudományos megállapításokat, amelyek további lehetőségeket nyitnak tervkutatásaink számára.

Bár mindezek az eredmények tudományos tervkészítésünk javulását egyik-másik esetben már befejezett munkákkal szemléltetik, mégis eddigi tervünk teljes egészében országos ötéves tervünk előírta keretekben, nagyon sok hosszabb időre szóló munkakeretet ad. Hiányoznak belőle a meghatározott idő alatt elvégzett munkaegységek vagy munkarészelek s így nem tudjuk kiértékelni az elvégzett feladatokat. Minden tervfeladatunk, a Szovjetunió példáján, az ország mindenre kiterjedő teljes földtani kivizsgálását tartja szem előtt, hogy a megismerések alapján a nyersanyagok legjobb felhasználását elősegítse. Arra kell törekednünk, hogy a jövőben évi tervek szerint is megjelöljük az elvégzendő feladatot vagy munkarészleget. Súlyos hiánya még földtani tervünknek a munkaközösségek lazasága, körülhatárolhatatlan volta, különösen pedig azokon belül az egyéni munkateljesítmény s azzal járó egyéni felelősség hiánya. Ezeket a tapasztalatlanságból eredő hiányokat és hibákat a szovjet tapasztalatok megismerésével mielőbb kiküszöböljük.

Tudományos munkánk általános irányelvűül jelöltük meg a földtani tudományos anyag feldolgozását és eredményeinek közreadását. Ebben a tekintetben évtizedes hiányt kell pótolnunk s a szovjet módszerek bevezetésével jóformán mindent előről kell kezdenünk. Ilyen irányban is már sok kezdeményezés történt, akadémiai támogatással szerzett műszerekkel bauxit-, agyag- és ércvizsgálatok új módszerekkel rendszeressé váltak. Alföldi kutatásainkban a külső munkák korszerű üledékközvetlen laboratóriumi anyagvizsgálatokkal haladnak együtt s ezzel az eredményeket nemcsak gyorsítják, hanem lényegesen javítják is.

A tudományos anyagfeldolgozás tekintetében kimagasló eredmény az Állami Földtani Intézet nyolc évtizedes hatalmas, de félvszázad óta rendezetlen

gyűjteményanyagának korszerű újjarendezése, tudományos nyilvántartásba vétele és ezzel kapcsolatban népünk számára hasonló célú minden külföldi gyűjteményt messze felülmúló földtani múzeum megvalósulása. A múzeumkérdés elsőrendű akadémiai tudományos feladat. Népünk kulturális fejlődését és érdeklődését elősegítő földtani múzeum megismertet a Föld ásványos nyersanyagaival és a földtani kutatások érdemleges eredményeivel. Tudományos anyagfeldolgozásunk is ezzel az anyagrendezéssel jut először anyagaink teljes áttekintéséhez és a feldolgozási terv elkészítéséhez. Az Állami Földtani Intézet gyűjteményének ilyen rendezése *Tasnádi Kubacska* András kartársunknak eddig kellően seholsem méltányolt, méltán sztahanovista-teljesítménynek minősülő munkája, felbecsülhetetlen tudományos értékeket tesz hozzáférhetővé a szomszédos népi demokráciák nagyfokú érdeklődését is kielégítő módon. Az ezzel kapcsolatos tudományos gyűjtések pedig számos pusztulásra szánt, vagy veszendővé váló értéket mentettek meg felülmúlhatatlan céltudatos múzeumrendezési érzékkel kulturális népvagyonunk közkinccsévé tették azokat.

Ezt az eddig csak burkoltan szereplő anyagfeldolgozási múzeumi gyűjtő-és rendezési munkát földtani akadémiai munkatervünk elsőrendű nyílt feladatává minősítjük s annak további menetét a legmesszebbmenően elő kell segítenünk.

A múzeumi kérdés akadémiai jellegével kapcsolatban fel kell hívunk az Osztály figyelmét a hazai műszaki tudományok történeti múzeumának szükséges létesítésére is. A történeti adatok megindult kutatásával a szétszórtan található műszaktörténeti tárgyak összesítésével is foglalkoznunk kell. Nem szükséges itt részletezni az ilyen önálló műszaki múzeum nagy nevelő és serkentő hatását, csak utalnunk kell itt is a Szovjetunió példájára, ahol az ötéves tervben és az oktatásban mindenütt nyomatékosan szerepelnek a tudománytörténeti követelmények.

Óriásira növekedett tudományos feladataink teljesítésében, a nagy anyagi lehetőségek kormányzati biztosítása mellett is, a minden vonalon észlelhető szakemberhiány akadályoz bennünket, oktatásban és kutatómunkában egyaránt. Népi demokráciánk mindenre kiterjedő figyelme az »aspirantúra« intézmény múltévi megindításával és folyó évi megnövelésével a jövő fejlődésének új utat nyitott. Egy év tapasztalatai nem elegendők az aspirantúra kérdés megítélésére, szükségessége és jelentősége nem kétséges. Nem alakult még ki eléggé az aspiránsok tanulmányi rendje s különösen szakmai munkájának színvonalmértéke. Az eddig jelentkezettek és felvettek sokrétű kategóriába sorolhatók. Az aspiránsvezető szerepköre pontosabb körvonalazást igényel. Az aspirantúra adminisztrációja nagyon sok rendeznivalót kíván.

Az aspirantúra jövőt javító intézménye mellett a jelen tudományos kutatásában fokozni kell az akadémiai kutató-ösztöndíj intézményét. Ebben a vonatkozásban jelentős haladás volt, hogy a múltban adott szociális jellegű tudományos segély helyett fiatal kutatókat, az akadémiai bizottságok részéről ellenőrzött, meghatározott tárgykörű munkáját meghatározott időre szóló összeggel támogatjuk.

Tudományos termvmunkánk fokozására nagyjelentőségű az akadémiai ösztöndíjnak most megvalósult kibővítése, hogy ne csak fiatal kezdők bizonytalan értékű munkáját támogassuk, hanem minden más, a termvmunkába beilleszthető tudományos munkát, amennyiben az más oldalról külön anyagi juttatásban nem részesült, záros határidőre terjedően, segélyben vagy akadémiai ösztöndíjban részesíthessünk.

Jövőbeli tudományos fejlődésünk jelentős eseménye a geológus-szak hallgatóinak megkétszereződése, a mérnökgeológusi szak felemelt létszámú újjászervezése, a geofizikus-mérnöki és egyetemi geofizikusi szakok létesítése. Ezzel kapcsolatban az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara geofizikai tanszéket kapott. Újabb jele ez népi demokráciánk tudományt pártoló és elősegítő politikájának. Ez egyszerűs mind az oktatói létszám megnövelését teszi szükségessé, ami kormányzatunknál teljes megértésre talál, egyedüli akadálya a megfelelő káderhiány. Az Akadémia támogatását kell kérnünk abban az irányban, hogy a gyakorlatban működő néhány kiváló szaktársunkat egyetemi oktatásunkba bevonhassuk. Erre vonatkozólag nemsokára konkrét személyi javaslatot is teszünk.

Végül jövőt munkáló akadémiai működésünk eredményeként megemlíthetem, hogy kormányzatunk új földtan-földrajzi szakképzést is életre hívott. Ez is oktatói kötelezettségünk nagymértékű megnövelésével kutatói tevékenységünk átmeneti csökkentésére vezethet. A megnövekedett oktatással kapcsolatban reá kell mutatnunk a szegedi egyetemi földtani tanszék immár három éve tartó ellátatlanságának visszaszűntét, ami az ottani professzornak a szegedi oktatás alóli felmentésével és más egyetemen való foglalkoztatásával történik. A szegedi egyetem nem nélkülözheti oda kinevezett földtan-professzorát, aki jelenlegi indokolatlan hontalanságában sem rendes oktatói-nevelői, még kevésbé tudományos munkát végezni nem tud.

Népi demokráciánk és Kormányzatunk felé nagy hálával tartozunk tudományos munkánk támogatásáért, amelynek egyik nagyjelentőségű állomását a tudományos alkotó szabadságra vonatkozó legutóbbi rendelet is jelzi.

Talán kelletlenül hosszabbra nyult módon törekedtem felvázolni azt a fejlődést, amit a földtan terén a szocialista kultúrforradalom hatása hozott. Számszerű adatokra nincs szükség, mert a múlt jobbjára jelentéktelen, elszigetelten álló negatív vagy öncélú értékei mellett, mai történéseink eddig nem tapasztalt, valóban forradalmi változásokat szemléltetnek. Minden törekvésünk arra irányul, hogy a Magyar Tudományos Akadémiának tudományos forradalmi kultúrkereteit műszaki fejlődésünk elősegítésével népgazdaságunk érdekében minél tökéletesebben kitöltsük. Munkánkat szabad alkotószellemű elvi vitákkal, hiányosságaink bátor feltárásával, az egyéni »én« háttérbeszorításával javítjuk. Egyes kartársaink konzervativizmusát az elavult hagyományok bátor felszámolásával feloldjuk, a kozmopolitizmusnak imitt-amott felmerülő megnyilvánulásait leküzdjük, mert Népköztársaságunk tudománypártolása tudományos munkánk értékében való optimista hitünket nagyra növeli.

TÁRCZY-HORNOCH ANTAL rendes tag hozzászólása.

Hevesi akadémikus osztálytitkár beszámolója a Műszaki Tudományok Osztályának 1951. évi munkájáról és Osztrovszki akadémikus tájékoztatója az Osztály tudományos feladatáról az öt éves terv keretében világosan megmutatja a Tudományos Akadémia, ezen belül pedig a Műszaki Tudományok Osztályának fontos útmutató és irányító szerepét a műszaki tudományok fejlesztése terén hazánkban. Az élénk társulató hatalmas és impozáns kép sokoldalú és szerteágazó; nehéz lenne ezért számomra minden részéhez szakszerűen hozzászólani. Ha azonban mondanivalómat a geodézia és geofizika területére korlátozom, talán sikerül egy-két részletet egy kissé színesebbé tennem.

A geodézia terén Magyarország a háborús cselekmények következtében elvesztette a készülőben volt új felsőrendű háromszögelési és a szintezési hálózata mérési eredményeinek legnagyobb részét, úgy, hogy a valóságban mindent előlről kellett kezdeni. De a vetületi rendszerek terén is zűrzavar uralkodott, mert a múlt század hatvanas éveiben alkalmazásba vett stereografikus rendszer mellé 1908-ban a ferdetengelyű hengervetületeket is bevezették. Viszont napjainkban már nyilvánvaló, hogy a világkoordinátarendszer gyanánt egyedül alkalmas Gauss-Krüger koordinátarendszer bevezetése hazánkban tovább el nem odázható. A geodézia terén munkálatba vett problémák ezen alapvető feladatok körül mozognak, mert egész népgazdaságunknak igen nagy érdeke, hogy minél hamarabb egységes rendszerekben kifejezett térképekhez és az újszólván minden mérnöki tervezéshez szükséges egységes koordinátákhoz jusson. A felsőgeodézia terén folyó vizsgálatok egy részéről az Akadémia tavalyi ünnepi hetén tartott előadásban már beszámoltam. Most tehát kiegészítőleg az 1951-ben végzett néhány fontosabb kutatásról szeretnék röviden megemlékezni.

Az országos felsőrendű háromszögelési hálózatnak az eddig szokásos módszerekkel való befejezése egy-két évtizedet, s költségekben sok milliót vesz igénybe. Ezért nagy jelentőségű Regöczy Emilnek az a terve, amellyel harmadrendű hálózatok méréséből azzal a számítási módszerrel, amelyet Hazayval együtt a kontinentális hálózatok kiegyenlítésére javasoltunk, vezeti le az elsőrendű hálózatot. A Geodéziai és Geofizikai Bizottság kibővített ülésén a javaslatot alaposan megvitatta és bevezetendőnek tartotta. Magáról a javasolt módszerről Regöczy Emil az ünnepi héten számol be, s ezért itt csupán azt említjük meg, hogy ezáltal az elsőrendű hálózatot már néhány éven belül és lényegesen, mintegy 13 millió Ft-tal kisebb költséggel létrehozhatjuk.

A Gauss-Krüger koordináták bevezetése különböző olyan táblázatokat és leegyszerűsített átszámításokat tesz szükségessé, amelyek a pontosság csökkentése nélkül tömegmunkák végzésére alkalmasak. Az erre vonatkozó vizsgálatok és táblázatok Hazay Istvánnal együttesen végzett munkánkban az Akadémiai Könyvkiadónál megjelenés előtt állnak. E vizsgálatokhoz kapcsolódnak Hazay Istvánnak a jelen ünnepi héten szereplő azok a vizsgálatai, amelyeknél az ellipszoid méreteinek megváltoztatása mellett lehet az egyik sávból a másik sávra áttérni. Befejezés előtt állanak Homoródinak az ellipszoidnak legmegfelelőbb elhelyezésére vonatkozó vizsgálatai is, amelyet a geodéziai albizottság kiegészített ülés keretében óhajt még megvitatni. Ennek a problémának helyes megoldását segíti elő Renner Jánosnak az ünnepi héten elhangzó előadása a függővonal elhajlásról is.

Mint fontos eredményről kell megemlékeznünk az Országos Tervhivatal elnökének 11 930/1951. sz. rendeletéről az országos alapszint kötelező használatáról, mely a magasságmérések egységes alapszintjét írja elő, s így a műszaki tervezéseknél a különböző alapszintek okozta tévedések lehetőségét kiküszöböli.

Az izosztázia terén fel kell említenünk Scheffer Viktornak ugyancsak az ünnepi héten szereplő munkáját, amelyben különböző európai szintezések eredményeinek kritikai feldolgozásával az izosztázia elméletének pontosan megfelelő vertikális mozgásokat számszerűleg is sikerült kimutatnia.

Az alkalmazott és alsó geodézia körében még megemlítjük az alagutak kitűzésére szolgáló irányrögzítő készülék és az egyszerű és ismétlő teodolitokat szögszorzórendszerűvé átalakító szögszorzó műszertalp elkészültét, amelyeket a soproni Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék műhelyében a tervek alapján Bummer Antal állított elő.

Az idő rövidege szab határt, hogy több más eredményes munkáról külön is megemlékezzünk.

A geofizika terén 1951. évben is a hasznosítható ásványi anyagok kutatását célzó alkalmazott geofizika tudományos problémái álltak az előtérben. A lehetőséghez képest azonban a távolabbi célkitűzésű feladatok sem lettek elhanyagolva.

Ez utóbbiak közül első helyen említendő az országos gravitációs alappont hálózatnak az elkészítése, amely egyszersmind a felső geodéziának is fontos problémája. Magyarország, mint az Eötvös-inga hazája, kétségtelenül a gravitációs tekintetben legjobban felmért országok közé tartozik. Annál inkább volt zavaró, hogy az egyes vidékek gravitációs értékei egyes helyileg felvett kiindulópontokra vonatkoztak, s így a gravitációs értékek terén hasonló zavar mutatkozott, mint az egységes alapszint bevezetése előtt a magasságok tekintetében. Hogy milyen nehézséget jelent ez a csatlakozó részekben, nem kell külön kiemelni. Az egységes gravitációs alapponthálózat lehetővé teszi már most az összes eddigi méréseknek egységes rendszerbe való foglalását. Az elsőrendű alappont-hálózat mérését az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Oszlaczki Szilárd vezetése mellett, az Akadémiai Geodéziai-Geofizikai Bizottság részletesen kidolgozott szempontjai szerint befejezte, s rövidesen sor kerül szabatos kiegyenlítésére, amelynek módszerét a Bizottság ugyancsak megállapította. Külön probléma a gravitációs alappont-hálózzal kapcsolatban a Hold és Nap változó hatásának tekintetbevétele a gravitációs értékeknél, más szóval a gravitációs variáció meghatározása. Nézetünk szerint a pontok definiált gravitációs értéke legcélszerűbben az az érték, amelynél a Hold és Nap éppen a horizontban van; erre a helyzetre lennének átszámítandók a Hold és Nap más helyzete mellett mért értékek.

Régen érzett mulasztást pótolunk akkor is, amikor 1951-ben befejeztük új országos mágneses mérésünket. A volt osztrák-magyar monarchiában 1850. és 1890 táján voltak kiterjedt mágneses mérések. A mágneses elemek változása törvényszerűségeinek meghatározása céljából az új mérések már 1930. körül nálunk is esedékesek lettek volna. Ha rajtunk kívül álló okokból húsz évi késéssel történik is az új mérés, örvendetes, hogy a méréseket az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet elvégezte. A különböző időből származó mérésekből a változás törvényszerűségeinek levezetése nem könnyű feladat, már csak azért sem, mert a régebbi adatok nem mindig megbízhatóak. A számítások elvégzésére az Acta Technicában a soproni Geofizikai Munkaközösségnek megjelenés előtt álló vizsgálata tartalmaz szempontokat, de figyelemreméltó Barta Györgynek az ünnepi hét előadásában szereplő — az a következtetése is, hogy a mágneses elemek változásában egy 44 éves szuperponált periódus mutatkozik.

Az alkalmazott geofizikára áttérve a mélyfúrás geofizikával kapcsolatban meg kell említenünk a »jet shooting« hazai kísérletezését, ami Kántás Károly érdeme. Az eljárásnak az üzemek részére való átadása már folyamatban van. Gazdasági jelentőségét a következő néhány adat szemléltesse. Az eddigi golyós perforátorokat külföldről kellett behozni darabonként kb. 40 000—50 000 valutaforintért, ugyancsak külföldről kellett vásárolni a hozzávaló tölteteket is. A jet shooting-perforátort — beleértve a tölteteket is — idehaza és csupa hazai anyagból lehet elkészíteni, darabonként 2000—3000 Ft-os árban. Míg a golyós perforátornál max. 20 mm acélfal átütése volt lehetséges, az újnál 110 mm-é. Minthogy az újfajta perforálás nagyobb csatornát nyit meg, mert mélyebbre hatol a rétegbe, kb. 20% termelési többlettel is lehet számolni.



De jobban kíméli az új módszer a bélésöveket is, mert az első és utolsó lövés között mindössze 0,2 millsec telik el a régi 50 millsec -mal szemben. Így Kántás-nak sikerült egy év alatt oda eljutni, ahol a több évvel régebbi külföldi kutatás áll.

Meg kell még emlékeznünk a soproni Geofizikai Munkaközösségnek hasznosítható ásványi anyagok felkutatását célzó módszerek kidolgozására irányuló munkájáról. A geoelektromos módszerekkel való bauxit-kutatás első kísérleteiről Kántás Károly, a munkaközösség tagja az Akadémia tavalyi ünnepi hetén röviden beszámolt. Az 1951. év folyamán a szóbanforgó geoelektromos módszer már a célkutatás szolgálatába került és ehhez a munkaközösség műszer és személyi segítséget nyújtott. További módszer gyanánt 1951-ben a munkaközösség kísérleteket végzett arra nézve, nem lehetne-e a gravitációs módszert is a bauxit-kutatás szolgálatába állítani. A végzett kísérleti mérések feldolgozása még folyamatban van, de az eddigiekből úgy látszik, hogy a laza takarórteggel a triasz reliefje jól kimutatható. A vizsgálatok 1952-ben még folytatódna k

Hozzászólásomban a geofizikai műszertechnika eredményeképpen be kell számolnom arról, hogy a Geofizikai Intézet műhelyében korszerű szeizmikus berendezés készült. A műszereszkészítésben különösebben közreműködő kartársaink vizsgálataikról az ünnepi hét keretében maguk számolnak be.

Ennyit dióhéjban az 1951. évről.

A következő évek tudományos feladatai csatlakoznak az eddigiekhez, s kibővülnek a hatalmas mértékben fejlődő és új utakat kereső műszertechnika okozta problémákkal.

Minden szakember előtt, aki a geodézia rohamos fejlődését figyelemmel kíséri, világos, hogy a geodézia sorsdöntő átalakulás előtt áll. A fényinterferenciával és elektromágneses hullámokkal történő hossz mérés, a ködben való mérés az elektromos szemmel, más oldalról fenyegeti megsemmisítéssel a háromszögelések régi klasszikus módjait. A kéregmozgások a magassági adatoknál is az időhöz kötöttséget teszik szükségessé. Ha a geodéziát a multban bizonyos joggal alkalmazott matematikának lehetett tekinteni, még több joggal lehet majd a jövőben műszaki jellegű alkalmazott fizikának felfogni, s a geodézia és geofizika a multban is már elmosódott határvonalai még jobban eltűnnek. A geodéziának tehát már a közeljövőben még erősebb fizikai alapokon kell felépülnie.

De a geofizika terén nem kevésbé rohamos fejlődés előtt állunk. Az alkalmazott geofizikában az egyes kutató módszerek fénykorát néha csak években, s nem évtizedekben fejezhetjük ki. És ha most pillanatnyilag a hasznosítható ásványi anyagok felkutatása terén a szeizmikus módszer a legkedveltebb, a tellurikus áramokkal való kutatásnak a perspektívája már kezd kibontakozni, nem is beszélve a rádióaktív kutatás különböző lehetőségeiről. De a hasznosítható ásványi anyagokat kutató geofizika mellett most kezdenek csak fejlődésnek indulni a hidrológia, a mélyépítés, az építészet, sőt a gépészet szolgálatában álló geofizikai ágak. Az időszabta korlátok miatt most még ezek vázlatos ismertetésére sem térhetünk ki, s megelégszünk annak a megállapításával, hogy a lehetőségek széles skáláját egyelőre még fel sem tudjuk mérni.

Kétségtelenül a legmegfelelőbb időpontban vette tervbe az Akadémia javaslatára a Népgazdasági Tanács egy Akadémiai Geodéziai-Geofizikai Tudományos Kutató Intézet felállítását. Ha az időszerűség tekintetében nem is lehet vita, felmerül mégis a kérdés, képes lesz-e eleget tenni hivatásának ez az intézet,

s ki fogja-e tudni venni részét akadémiai intézethez méltóan a tudomány előbbreviteléből és fejlesztéséből. A jelen beszámolóban közölt eredmények alapján bízhatóan látjuk a helyzetet. Hogy pedig kis nemzet milyen előkelő helyet érhet el tudományunkban, csak Finnországra kell hivatkoznunk. Harminc évvel ezelőtt még a finn geodéziáról és geofizikáról semmit sem tudtunk. A híres orosz pulkovoii intézetben nevelkedett és 1917-ben hazakerült Ilmari Bonsdorff szervezte ezt meg, a kiváló munkatársak egész sorát nevelte fel, akik szellemében dolgoztak tovább. Így a Balti Geodéziai Bizottságban az ugyancsak pulkovoii iskolából kikerült szovjetorosz Kraszovszkij után a finnek munkálatai voltak a legjelentősebbek, s eredményeképpen a Nemzetközi Geodéziai Szövetség izosztáziai intézete is a finnekhez került.

De tudatában kell lennünk annak is, hogy az általános problémák mellett — amelyeknek megoldásában résztvenni megtiszteltetés — vannak különlegesen magyar problémák, s e speciális magyar problémáink megoldása elsősorban a mi kötelességünk. És ilyen is akad, mégpedig nagy számban. Ez a tudat hasson át mindnyájunkat, amikor a következő év kutatási tervébe kezdünk és ennek szellemében igyekszik a Geodéziai-Geofizikai Bizottság továbbra is dolgozni!

Dr. GELEJI SÁNDOR levelezőtag hozzászólása.

Hevesi Gyula előadásával kapcsolatban a műszaki egyetemeken folyó tudományos kutatómunka jelentőségéről és szükségességéről akarok beszélni.

Míg azelőtt a természettudományos kutatás majdnem kizárólag az egyetemek laboratóriumaiban folyt, a technika viharos fejlődése az utolsó évtizedekben szükségessé tette az önálló ipari kutatóintézetek felállítását. Ezek az ipari kutatóintézetek igen áldásos hatással voltak az ipar fejlődésére és időnként a főiskolai laboratóriumokat messze maguk mögött hagyták. Ennek kapcsán gyakran felvetődött széles körökben az a kérdés, hogy a fejlődés ilyen állapota mellett célszerű-e a műszaki egyetemi laboratóriumokat nagyobb anyagi eszközökkel támogatni, hiszen az egyetemi tanárnak amúgy is elegendő dolga van a tanítással, úgysem lehet egyidejűleg eredményes kutató is. Az ilyen felfogás azonban teljesen félreérti a műszaki egyetemek feladatát, célját és lényegét. Amellett ezt a felfogást a technikai főiskolák fejlődése is egyértelműleg megcáfolja.

A műszaki egyetemek, tudvalevőleg, a magasabb ipariskolákból fejlődtek ki. Eredetileg csak azt a célt szolgálták, hogy az ipari pályára készülő fiatalembereket a műszaki természettudományok egyes fejezeteibe bevezessék. Hamarosan kiderült azonban, hogy ez nem elegendő a mérnökképzés szempontjából. Szükségesnek mutatkozott az előadásoknak laboratóriumi gyakorlatokkal való kiegészítése. De a fejlődésnek ez a szakasza sem felelt meg sokáig a követelményeknek. A technika rohamos haladása hamarosan nyilvánvalóvá tette, hogy nem elegendő, ha a hallgatót csak a már biztosnak ismert alapokra tanítják meg, hanem fontos, hogy pillantását a jövőbe, a technikai fejlődés legközelebbi céljai felé is irányítsák. Így születtek a múlt század végén a technikai főiskolák mellett a különböző kutató laboratóriumok. Ezekben a laboratóriumokban alkalom nyílt és nyílik arra, hogy a hallgatók a technika továbbfejlesztésében közreműködhessenek. A fiatal mérnöknek már az egyetemen fel kell készülnie arra, hogy majd a gyakorlatban a technika által feladott problémákkal eredményesen tudjon foglalkozni. Már az egyetemi hallgatóban fel kell ébrednie annak

a törekvésnek, hogy a technika fejlődésén munkálkodni akarjon. Ezt a törekvést addig kell a technikusokban felkelteni, míg a fiatalok, frissek és felvevőképesek. A leendő mérnököknek már a főiskolán a tudományos technikai kutatás légkörében kell élniük.

A tudományos technikának, azaz annak a technikának, amely át van itatva tudományos szellemmel és fel van fegyverezve tudományos munkamódszerekkel, amely a mesteremberi tapasztalattal és ügyességgel szemben magasabb elméleti alapon nyugvó síkban mozog, ennek a tudományos technikának kiindulását a műszaki egyetemeken kell megtalálnia. Ezért kell a műszaki egyetemeket mindinkább abba a helyzetbe hozni, hogy a technika nagy feladatainak megoldásánál a legelső vonalban, mint vezetők működhessenek.

A műszaki főiskoláknak a feladatuk, hogy a műszaki utánpótlást a tudományos kutatás módszereibe és gondolkozási módjába bevezessék. Az ő feladatuk, hogy az új kutatási eredményeket tudományos taniokká dolgozzák ki, az új kísérleti eredményeket és megismeréseket leegyszerűsítsék és széles műszaki rétegek számára hozzáférhetővé tegyék.

Sokan azt a nézetet vallják, hogy a kutatás nem való az egyetemekre, hanem csak különleges, erre a célra alapított intézetekbe. Arra hivatkoznak, hogy valaki lehet kitűnő tudós kutató anélkül, hogy tehetsége volna a tanításra. Az ilyen tudós egy tisztán kutatással foglalkozó intézetben értékes munkát végezhet, mint tanár azonban csődöt mondana. Ez feltétlenül igaz, azonban nem igaz az ellenkezője. Sikeres tanár elképzelhetetlen, aki legalább tudományának egy kis területén ne működne mint kutató. Csak a kutatás az az eszköz, amely egy tudománnyal foglalkozó embert állandóan kapcsolatban tart az élő jellel és megóv a megmerevedéstől és ellaposodástól. Ha a műszaki főiskolák feladatukat be akarják tölteni, akkor kell, hogy a tanításnak és kutatásnak közös otthonai legyenek. Az egyetemi tanárnak kutatónak és tanítónak kell lennie egy személyben. Ahhoz, hogy a tanárok ezt a nehéz kettős feladatot be tudják tölteni, szükséges tudományos szempontból való, gondos kiválasztásuk. Gondoskodni kell tehát arról, hogy a tanárság tudományos nivója minél magasabb legyen, és hogy azok a műszaki emberek, akik a gyakorlatban beváltak és akiknek megvan a képességük a tudományok művelésére és a tanításra, a műszaki egyetemekre kerüljenek. Természetesen fontos, hogy a műszaki tudományok tanárai a gyakorlattól se szakadjanak el. Mindig megfigyelhetjük, hogy a diákok mennyire vonzódnak az olyan tanárhoz, aki a gyakorlatból jött és a gyakorlattal szoros kapcsolatban marad és milyen szívesen vezetetik magukat általa.

Bár a magyar főiskolai kutatás a múltban mostoha körülmények között, csekély anyagi eszközökkel dolgozott, mégis számos jelentős gyakorlati és gyakorlati szempontból fontos elméleti eredmény született egyetemünkön. Magyar egyetemen született meg Jedlik Ányos dinamója, Eötvös Lóránd ingája, Schenek és Farbaky akkumulátora, Bánki Donáth turbinája, Cséti Ottó geodéziai műszerei stb. stb. A műszaki gyakorlat szempontjából nagy horderejű elméleti kutatások közül meg kell említenem Rejtő József munkáját, aki az elméleti mechanikai technológia egyik úttörője volt, korát erősen megelőzve, meg kell említenem újra Bánki Donáthot, aki a gázmotorok, gőzturbinák, vízturbinák elmélete terén végzett igen nagy jelentőségű tudományos kutatást. Nálunk született meg a hengerlen első gyakorlatilag használható elmélete, amelynek megalkotói Hermann Miksa és Láng Károly egyetemi tanárok voltak. A technikai tudományok fejlesztésében alapvető működésével kimagaslott Kherndl Anta a grafosztatika világhírű művelője. — A névsort még folytathatnám, azonban

már ezeknek a tudományos eredményeknek felsorolásakor is feltűnik, hogy tudósaink munkássága mennyivel inkább elméleti vonalon, mint a laboratóriumi kutatás síkján mozgott. Ennek magyarázata elsősorban a magyar tudományos kutatás multbeli rossz anyagi körülményeiben keresendő. Anyagiak hiányában tudósaink főleg csak a tudományos kutatás legolcsóbb módját művelhették, az elméleti kutatást. Nem ok nélkül volt mindig sok ragyogó matematikusunk és kevés fizikusunk. A fizika és a technikai tudományok műveléséhez jól felszerelt laboratórium is kell, amilyen, sajnos, nem igen volt Magyarországon. Azonban ne essünk abba a tévedésbe se, hogy a kutatáshoz elegendő egy jól felszerelt laboratórium. Ahhoz tehetség és rátermettség, mélyen élő kutatási szenvedély, szellemi önállóság és elegendő idő szükséges.

A technikai főiskolák hallgatóságának tervszerű bevezetése a kutatásba egy rendkívüli jelentőségű kérdést old meg: a tehetségek kiválasztását és fejlesztését. Iparunknak mindinkább szüksége van nagyszámú különösen jól képzett fiatalemberre, akik képesek az új feladatok megoldásán teremőleg közreműködni. A műszaki egyetemek egyik főkötelessége a tehetséges fiatalok felismerése, kiválasztása és fejlesztése, de azonkívül továbbképzésük előmozdítása is. Csak ritkán lehet a szokványos kiképzéssel az elmélyült tudásnak és képességnek a kutatáshoz szükséges mértékét kifejleszteni. Ez gondos, odazó és hosszadalmas foglalkozást igényel. Jó kiképzési módnak mutatkozik az, hogy tehetséges hallgatók tanulmányaik befejezése után egy ideig tovább képezzék magukat erre alkalmas tanárok mellett; ezt a célt szolgálja az aspirantúra intézménye.

Nem kétséges, hogy műszaki egyetemeink egyik legfontosabb feladatának kell tekintenünk a tudósképzést és a tudományos kutatás komoly művelését.

A tudományos kutatásnak nincsenek határai. De a tudománynak és a kutatásnak szeretetét, megbecsülését és művelésének akaratát csak akkor mélyíthetjük el egyetemi ifjúságunkban, ha műszaki egyetemeink nemcsak ismereteket közvetítenek, de a tudományos kutatás otthonává is lesznek.

**TARJÁN REZSŐ** (Automatizálási Bizottság) hozzászólása.

Az Automatizálási Állandó Bizottságot az Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Vezetősége 1950. október 28-i határozatával hozta létre; működését december 18-án kezdte meg.

Kezdetől fogva tisztában volt azzal a kiemelkedően fontos szereppel, amely hazánk szocialista építése során az automatizálásra hárul. Röviden kifejezve: az automatizálás a termelés leghaladottabb, legmagasabb termelékenységű technikája, amely a dolgozóról már nemcsak a közvetlen testi erőfeszítés terhét veszi le, hanem, különösen komplex alakjában, az önköltség radikális csökkentése és a munkaerők egyidejű jelentékeny felszabeditása mellett a termelés technológiai folyamatát olyan mértékben gyorsítja, ugyanakkor pedig a minőséget olyan mértékben javítja, hogy joggal sorolhatjuk a technika legfontosabb ágai közé. A Szovjet Enciklopédia az automatizálásról szólva, a következőket írja: »az automatizálás elősegíti a szellemi és a fizikai munka közötti különbség megszűntetését, biztosítja a termelőerők hatalmas növekedését és így a kommunizmus technikájának egyik legfontosabb tényezőjévé válik...« De az imperialisták háborús készülődésének időszakában beszélni kell arról is, hogy az automatizálás igen nagy mértékben járulhat hozzá a nép hadseregének közvetett és közvetlen erősítéséhez és ezzel a szocialista építéshez szükséges béke és biztonság növeléséhez.

Ugyanakkor, amikor a Bizottság tisztában volt az Akadémia kezdeményezésének rendkívüli fontosságával, szembe kellett nézni a ténnyel is, hogy Magyarországon az autcmatizálással, mint *technika önálló ágával* eddig nem foglalkoztak; még kevésbé volt szó *az automatikáról, mint tudományról*. Így a Bizottság munkaterületének egyik döntő jellegzetessége az volt, hogy — a többi Akadémiai Bizottság munkájától eltérően — korábbi hazai kezdeményezésre nem tudott támaszkodni. Ez nem jelenti azt, hogy Magyarországon ne lettek volna, vagy ne lennének most is automatikus berendezések. De a működő automatikus berendezéseket a Horthy-fasizmus alatt jóformán kivétel nélkül külföldről importálták; legjobb esetben nyugati minták licencia<sup>1</sup> alapján történő mechanikus utángyártásai voltak. Ennek egyik következménye az volt, hogy — noha már korábban is rendelkezünk bizonyos műszeriparral — az automatizálás egyik alapját képező és az automatika céljaira alkalmas műszerek gyártását elfojtották, másrészt pedig az autcmatikával foglalkozó, vagy ahhoz értő káderek rendkívül kevesen vannak. Gyakorlati tudásukat csak egy-egy részterületen szerezhették meg — ha éppen sikerült ilyen üzemben munkát kapniok, — elméleti képzettségüket pedig legtöbbször tőkés munkaadók akarata ellenére tudták csak fejleszteni. És ami a legfontosabb: a szovjet tudománytól, amelyik az automatika terén kezdettől fogva messze megelőzte a tőkés országokat, a felszabadulásig teljesen el voltunk zárva.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy az autcmatizálás szempontjából a helyzet a fejlett kapitalista országokban sem volt sokkal jobb, sőt ma sem az. *A népgazdaság egészére kiterjedő, a termelő erőket rendszeresen és tudatosan fejlesztő automatizálás a tőkés termelés viszonyai között, annak belső ellentétei következtében lehetetlen.*

Ez a tézis csak látszólag meglepő. Sztálin elvtárs a történelmi és dialektikus materializmusról szólva a következőket mondja:

»... a termelés változása és fejlődése mindig a termelő erők változásával és fejlődésével kezdődik, mindenekelőtt a termelőeszközök változásával és fejlődésével. A termelő erők tehát a termelésnek legmozgékonyabb, legforradalmibb elemei. Először megváltoznak és fejlődnek a társadalom termelő erői és csak azután, ezektől a változásoktól függően és azoknak megfelelően változnak az emberek termelési viszonyai, gazdasági viszonyai.«<sup>1</sup>

A mi kérdésünkre alkalmazva, ebből két dolog következik. Az első, hogy minden társadalmi formának meg van a rá nézve jellemző technikája. A másik: az új társadalmi forma technikájának a fejlődése megkezdődik ugyan már a korábbi társadalmi formában, de teljes egészében csak a neki megfelelő, vele összhangban levő termelési viszonyok között bontakozhat ki.

A kapitalizmus halódó, imperialista szakaszát az jellemzi, hogy születnek ugyan egyes nagy tudományos és technikai eredmények, az új technika csírái, de az üzemek és egész gazdasági szektorok egymásközi viszonyában meglévő anarchia lehetetlenné teszi a leghaladottabb, legmagasabb termelékenységű termelési technika teljes kifejlődését. Éppen ezért nem véletlen, hanem történelmi szükségszerűség, hogy az imperializmusban a termelés technikai fejlődése is egyre nagyobb mértékben meginog. A haladó technikai kezdeményezések már nem a kapitalizmus talaján, hanem a kapitalista társadalom ellentéteitől mentes, szocialista társadalomban bontakoznak ki teljes egészükben.

<sup>1</sup> Párttörténet. Szikra, 1949. 101. old.

Az előbb elmondottak igazak az automatikára, mint a termelés legfejlettebb technikájára vonatkozóan is. A kapitalista fejlődés a technika terén lényegében véve alig jut túl a gépesítésen. Ezen mit sem változtatott az a körülmény, hogy *egyes* üzemekben, vagy *egyes* termelési ágakban — elsősorban a könnyűiparban és hadiiparban — esetleg nagyon bonyolult és magasfokú automatikák működnek. Ellenkezőleg: az a tény, hogy a legfejlettebb technikát jelentő automatika a kapitalizmus viszonyai között *csak részlegesen, nem pedig általánosan* terjed el, éppen azt bizonyítja, hogy az automatizálás, amely rendkívül szorosan összefügg a villamosítással, ugyanúgy nem fejlődhet ki a kapitalizmus anarchiájában, mint ahogy a villamosítás is igazán csak a Szovjetunióban fejlődött és fejlődik ki. Világos ennek az oka is. Az automatizálás hajtóereje az imperializmus viszonyai között a monopóliumok harca. Ezzel szemben a szocialista, vagy éppen a kommunista építés viszonyai között a termelő erők fejlődése alapvetően tervszerű.

Itt hangsúlyozni kell, hogy a tervszerűség ebben az összefüggésben nem egyszerűen csak a szó általánosan használt értelmében vett tervgazdálkodást jelenti. *A szocialista tervszerűség döntő mértékben tartalmazza a tudatos elemet is.* Ez annyit jelent, hogy a szocialista építés viszonyai között a tudomány és a technika fejlődése nem spontán történik, hanem *tudatosan* a társadalom gazdasági alapjainak, ezen belül pedig elsősorban a termelő erőknek a fejlesztésére irányul. A tudatos tervszerűség már a tervek tematikájában megnyilvánul. A tudományos munka és a technikai fejlesztés homlokterében a népgazdaság legfontosabb területei állanak. Ezekre a területekre koncentrálják az anyagi erőket és a kádereket is. A tervgazdálkodás formális része ezeket a tudatos erőfeszítéseket szervezi és foglalja egységes keretbe.

A szocialista tervgazdálkodásban megnyilvánuló tudatosság klasszikus gyakorlati példája, ahogy a Bolsevik Párt és Sztálin elvtárs az egymást követő ötéves tervek során a Szovjet Állam figyelmét az egyes soron levő feladatokra irányítja: előbb a szocialista iparosítás előfeltételeinek — ideértve a technikai és tudományos előfeltételeket is — majd magának a szocialista nehéziparnak, később pedig a szocialista mezőgazdaságnak a kialakítására; napjainkban pedig megint csak Sztálin elvtárs és a Párt az, amely a kommunizmus nagy építkezéseit tűzte feladatként a szovjet nép — köztük a tudományos dolgozók — elé is. Hazánk felszabadulás utáni történetének sincs egyetlen momentuma sem, ahol Pártunk és Rákosi elvtárs kezdeményezéseiben ne lehetne a szocialista tudatos elem kezdeményező, vezető, szervező szerepét kimutatni. Akadémiánk újjászervezése, benne a Műszaki Osztállyal, amely először szerepel az Akadémia 125 éves történetében — magának az automatika kérdésének a felvetése, az Automatizálási Főbizottság létrejötte is a Párt kezdeményezésének, a szocialista tudatos elemnek a terméke.

Hogy az automatizálás jelentőségét, tudatos fejlesztését már a szocialista építés korai szakaszán példával is illusztráljam, szeretnék néhány adatot elmondani az automatizálás szovjetunióbeli történetéből:<sup>2</sup>

1932-ben a Technikai-Fizikai Intezettől leválasztottak egy különleges csoportot, amelyből A. A. Csernisev akadémikus vezetése alatt megalapították a Távvezérlés Tudományos Kutatóintézetét. 1933-ban a leningrádi Elektrotechnikai Intézetben (ez a mi Műszaki Egyetemünk villamosmérnöki karának felel meg) automatikai tanszéket létesítenek Domanszkij vezetésével, akinek

<sup>2</sup> Forrás: *Domanszkij*: Bevezetés az automatikába és telemechanikába.

könyve 1952. első negyedévében az Akadémia kiadásában magyarul is megjelenik. Ugyancsak 1932-ben a Tudományos Akadémia G. M. Krzsizsanovszkij akadémikus elnöklete alatt bizottságot szervezett, amely 1934. elejéig 14 iparági ösztövségi konferenciát hívott össze az automatizálás kérdéseiben. 1934 nyarán ez a bizottság állandó bizottsággá alakult, amelynek keretén belül 18 alosztály működött. 1935. májusában Goszplannal karöltve már össze tudták hívni az első Összövetségi Konferenciát az automatizálás és távvezérlés kérdéseiben. A bizottság 1936-ban megkezdi a most is megjelenő Automatika és Telemechanika c. folyóirat kiadását, amely egyesíti a gyakorlati kérdések tárgyalását a legmagasabb elméleti színvonalal. 1938-ban a bizottságot átszervezik és működését most már a Népbiztosok tanácsának rendelete alapján folytatja az Akadémia elnöksége mellett, majd 1939. elején a bizottságból megalakítják a ma is fennálló Akadémiai Automatikai és Távvezérlési Intézetet. A Szovjetunióban — és hozzátehetjük: csak a Szovjetunióban — napjainkban az automatikát mint önálló tudományt, most már szakosítva több mint tíz főiskolán tanítják. A szovjet automatikai tudományos dolgozók között pedig számos Sztálin-díjas tudós van.

Az előbb elmondottak alapján a Főbizottság előtt világos volt, hogy működésének első évében elsősorban az automatizálás magyarországi kifejlődésének előfeltételeit kell megteremteni. Ebből adódtak azok a súlyponti feladatok, amelyeket az Osztályvezetőség a Főbizottság elé tűzött.

A legfontosabb teendő a műszaki fejlesztési terv automatizálási feladatainak feltárása volt. Ez alkotta a bizottság munkájának zömét. Az 1950. december 18-án tartott első üléstől kezdve a Főbizottság e beszámolóig összesen 12 ülést tartott, amelyen a népgazdaság automatizálásra már megérett, vagy megérezően levő legfontosabb területeinek problémáit vitatta meg. Így a napirenden szerepeltek a távmérés, bányászat, kohászat, gépipar, nehéz vegyipar és a közlekedés automatizálási problémái. Ennek a rendszerező munkának az értékét az bizonyítja legjobban, hogy a K. G. M. által létrehívott Operatív Automatizálási Bizottság ennek alapján kezdte meg és folytatja ma is munkáját.

A Főbizottság tisztában volt azzal, hogy az akadémiai színvonal nem jelentheti a gyakorlattól való elszakadást, sőt: feltételezi a gyakorlattal való legszorosabb kapcsolatot. Éppen ezért igyekeztünk a kérdéseket ott, ahol erre szükség volt, vagy lehetőség kínálkozott, helyszíni kiszállásokkal tisztázni. Így pl. a bányászati referátum megvitatása után a Főbizottság kiszállt a dorogi X-es aknába és a tárnában, a fejtőgép mellett, a gépet kezelő bányászok bevonásával tartott ülést. A tárnában megszületett és a gép tökéletesítését célzó javaslatok azóta a megvalósulás stádiumában vannak. Kiszálltunk a Lőrinci Hengerműbe is, ahol a hengerlés automatizálásának előkészítésére kísérleteket végeztünk a ténylegesen fellépő nyomások időbeni lefolyásának a vizsgálatára. Ezek a vizsgálatok a nagygyűlés után a Rákosi-kombinát hengerművében folytatódni fognak.

Az automatikai kézikönyv kérdése szerencsés megoldást talált Domanszkij: Bevezetés az Automatikába és Telemechanikába c. könyvének lefordításával, amely 1952. első negyedében fog megjelenni. Ezenkívül elkészítettük az automatikai könyvkiadás öt éves tervét is. Már említettem, hogy az automatika terén a szovjet tudomány kezdettől fogva jóval a nyugati államok előtt járt. Könyvkiadási tervünk is döntő mértékben a szovjet tudomány eredményeire és irodalmára támaszkodik; 1954-re pedig már hazai szerzők munkáinak kiadását is tervbe tudtuk venni. Összeállítottuk az automatika régebbi szovjet irodal-

mának bibliografiáját, amelyet a METESZ-en keresztül fogunk műszaki értelmiségünk rendelkezésére bocsátani.

A káderképzés terén egyelőre a Műszaki Egyetemen javasoltuk automatikai tanszék létesítését; erre idén nem kerülhetett sor. Átmeneti megoldásként most dolgozzuk ki a javaslatot a K. M. felé az automatika elemeinek az egyes szaktárgyak tantervébe való beillesztésére. Az Akadémiai Intézet felállítására előreláthatólag első öt éves tervünk végén kerülhet sor. Addig is — a káderképzést megindítandó — 1951. elején öt ösztöndíjast állítottunk munkába és a most megindult évfolyamban sikerült három aspiránst is beállítani.

A Főbizottság munkájának eredményeiről beszámolva, beszélni kell munkánk hiányosságairól is. Itt elsősorban, a fegyelem hiányát kell említeni. Az ülések munkafegyelme laza volt, időnként tudománytalan, liberális tárgyalási hang uralkodott. Ezen túlmenően: időnként egyes referátumokban, vagy a vitában opportunistá, lehetőségeinket lebecsülő álláspont nyilvánult meg, elsősorban a hazai gyártást illetően. Sok esetben indokolatlanul hangzottak el olyan megjegyzések, mint »nem érdemes itthon gyártani«, »hozzuk be külföldről« (értsd: Nyugatról), ami arra utal, hogy nem láttuk mindig világosan, hogy a feladat nem egyszerűen csak a hazai tudományos kutatás elindítása, hanem egyszersmind a maga lábán megállni tudó ipar megteremtésének az elősegítése is. Mindezek ellen nem folytattunk eléggé következetes harcot; ezen a téren is még sok tennivaló áll előttünk.

Átérve a Főbizottság előtt álló feladatokra, meg kell állapítani, hogy a tájékozódás és az első kezdeményező lépések megtételének szakasza lényegében véget ért. Most át kell térni az egyes kérdések érdemi tárgyalására; ugyanakkor pedig az ülések tudományos színvonalát jelentékeny mértékben emelni kell. A káderképzésen és a tudományos irodalom megteremtésén kívül, amely változatlanul a mindennapi munkánk alapja marad, a Főbizottság működése az O. V. határozata értelmében három súlyponti területre fog koncentrálni, ezek

a) *hőtechnikai folyamatok komplex automatizálási kérdései.* Minthogy hazánk energiabázisa elsősorban a szén, a hőtechnika automatizálása útján elért látszólag jelentéktelen megtakarítás is százmilliókat jelenthet fejlődő népgazdaságunknak. Ebből a feladatból folyik a másik kérdéscsoport is, nevezetesen

b) *a mérés-technika,* elsősorban a távmérés módszereinek kritikai vizsgálata és javítása, különös tekintettel a mérési pontosságra, mérési sebességre, valamint az egyre nagyobb tért hódító elektromos mérési módszerekre. A harmadik kérdéscsoport

c) *a mechanikus mozgásokat automatikusan másoló,* kis és nagyteljesítményű, egy- vagy többváltozós szervorendszerek stabilitásának, pontosságának és működési sebességének tudományos kérdései. Ezeknek a kérdéseknek a feldolgozása a gépipar automatizálásának feladatai részére fontos, de nagyfontosságú a honvédelem szempontjából is.

Ezeknek a kérdéseknek a feldolgozására a METESZ-el karöltve szakmai albizottságokat fogunk létrehozni. Az albizottságok feladata lesz a kérdéseket, vagy azok főbb részeit monográfiák alakjában feldolgozni, amelyeket a Főbizottság megvitát és ha erre alkalmasak, az osztály plénuma elé fog terjeszteni, illetve az Akadémia kiadványaiban megjelentetni.

Összefoglalva: az Automatizálási Bizottság munkáját az elmúlt évben az jellemezte, hogy tett egy sor kezdeményező lépést. Ez — visszafelé nézve — lehet, hogy nem kevés. De mi előre nézünk és semmiképpen sem lehetünk



az eddigi eredményekkel megelegedve. Munkánk hiányosságainak jelentékeny része abból ered, hogy nem tudtuk a marxizmus-leninizmus tanításait, a Szovjetunió tapasztalatait szakmai területünkön eléggé következetesen érvényesíteni. Ennek következtében nem láttuk eléggé világosan, hogy az automatizálás nem egyszerűen csak egy új tudományág Magyarországon való meghonosítását jelenti, hanem szerves része a szocialista építésnek. Az új technika, amelynek elsajátítását Sztálin elvtárs feladatul tűzte a bolsevikok elé, lényeges alkotó elemként magában foglalja az automatizálást is. Semmi kétség, hogy ha a Főbizottság a marxizmus-leninizmus tanításait, Sztálin elvtárs tanításait szakmai gyakorlatában is következetesen keresztül fogja vinni, akkor jövő évi munkája, Pártunk segítségével most már konkrét eredményeket fog hozni.

VALKÓ ENDRE (M. T. E. Sz.) hozzászólása.

Hevesi elvtárs referátumában megemlítette az Akadémia és a tudományos egyesületek örvendetes módon erősödő kapcsolatait. Ehhez a kérdéshez szeretnék néhány szót hozzáfűzni.

23 műszaki és tudományos egyesületünk, illetve ezeknek összefogó szerve, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, az alapszabályok szövege szerint, a M. Tudományos Akadémia irányítása alatt áll. És mindjárt hozzá kell tenni, hogy ennek ellenére, még ennek az évnek az elején is, jóformán semmi kapcsolat nem volt az Akadémia és a MTESZ között, ha nem számítjuk az alkalmi együttműködést egyes tudományos konferenciák rendezése alkalmából, vagy azt, hogy az egyesületek az Akadémia költségvetéséhez tartoztak, amivel szükségszerűen együtt járt bizonyos, pusztán adminisztratív, ill. pénzügyi ellenőrzés. Lényegbeli szervezeti kapcsolat nem volt, mert nem lehet ilyenek tekinteni azt a személyi kapcsolatot, amely abból állt, hogy a Akadémia egyes vezető funkcionáriusai, akadémikusok, vagy bizottsági tagok részt vettek az egyesületek, vagy a MTESZ vezetésében, vagy az egyesületek tudományos tevékenységében. Ezekről az elvtársaktól sokszor kaptunk értékes tanácsokat és segítséget. De az egyesületek tudományos munkája mondhatni teljesen független volt az Akadémián folyó munkától és meg kell mondani, hogy igen gyakran lehetett olyan hangokat hallani az egyesületekben, hogy az alapszabályokban lefektetett kapcsolat amúgy is csak papíron létezik, tehát helyes volna azt teljesen, vagyis de jure is felszámolni.

Az ilyen nézeteket alátámasztani látszott az a tény, hogy tudományos egyesületeinknek, elsősorban műszaki és ipari egyesületeinknek életében az elmúlt időszakban túlnyomórészt olyan természetű problémák állottak előtérben, amelyeknek megoldásában nem is várhattunk túl sok segítséget az Akadémiától. Nem akarok magyarázatul hosszas fejtegetésekbe bocsátkozni, csupán röviden utalok ezekre a problémákra.

Ismeretes, hogy az egyesületek munkájában az utóbbi időben igen komoly fejlődés tapasztalható. Az elmúlt évben pl. közel kétszeresére emelkedett nem csupán a formális tagok száma, de az aktív tagok száma is, ami megnyilvánult az előadásokon résztvevők számának, valamint a munkabizottságok tevékenységének ugyanilyen mérvű növekedésében. Komolyan javult az egyesületi munka tervszerűsége. Ami műszaki egyesületeink fejlődésében mindezek mellett a jelentős eredmények mellett sem kielégítő, főleg abban a körülményben rejlik, hogy az egyesületek még mindig túlnyomórészt központi hivatalok, mint a Tervhivatal, a minisztériumok, a tervezőirodák, kutatóintézetek, a

főiskolák dolgozói felé orientálódnak — aktív tagságunk többségében ezekből kerül ki — míg az üzemekkel sokkal gyengébb a kapcsolatuk. Ilyen körülmények között természetes, hogy az egyesületek vezetését legelső sorban olyan kérdések foglalkoztatják, mint pl., hogy hogyan tudjuk az üzemi szakembereket jobban bevonni az egyesületekbe, hogy tudunk az üzemekben, ill. az üzem mellett olyan egyesületi életet létrehozni, amilyeneket ma már nemcsak a Szovjetunióban, de több népi demokratikus országban, így Romániában és Lengyelországban is, látunk. Hogyan építsünk ki élő, egészséges együttműködést a szakszervezetekkel?

Ezek jórészt szervezési kérdések és be kell vallanunk, hogy mikor a szervezési problémákkal vagyunk elfoglalva, könnyen hajlamosakká válunk arra, hogy elfelejtsük, hogy az egyesület, ill. a MTESZ nemcsak a műszaki értemiség társadalmi szervezete, tehát tömegszervezet, hanem *tudományos* szerv is, amelynek feladata, többek között, hogy széles rétegek tudományos társadalmi munkáját összefogja, szervezze és mint ilyen, természetszerűen nem dolgozhat függetlenül a magyar tudományos élet fő irányítójától, szervezőjétől a Tudományos Akadémiától. Különösen nem, amikor hatalmas lehetőség kínálkozik arra, hogy az egyesületek segítségével a szakemberek széles rétegeit mozgósítsuk társadalmi munkára, az Akadémia által kitűzött műszaki tudományos feladatok megoldására.

Hevesi elvtárs volt az, aki az Akadémián és egyben a MTESZ-nek vezetésében betöltött funkciójában legkorábban ismerte fel, hogy ha az eddig csak papíron meglevő, pusztán formális kapcsolatot szervezetté, élővé tesszük, nagy segítséget fog jelenteni egyrészt az Akadémiának feladatai elvégzésében, másrészt jelentékenyen hozzá fog járulni az egyesületi munka megjavításához. Ezt az élő kapcsolatot legfőképpen két úton kíséreltük megteremteni. Az egyik az, hogy rendszeresítettük, hogy az egyesületek félénként beszámolnak munkájukról az Akadémia illetékes szakbizottsága előtt, ill. a bizottság megvitatja az egyesület munkatervét. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy ez helyes kezdeményezés, amelyből eredmények fognak születni. Hangsúlyozom, hogy fognak, mert eddig még mindig csak a kezdeti lépéseknél tartunk. Ebben bizonyos szervezési hibák is közrejátszanak, így pl. a Textilipari Egyesület beszámolóját fél év óta állandóan el kellett halasztani és az még máig sem volt meg.

De ahol meg is volt a beszámoló, ott is elég kevés konkrét irányítást kaptak az egyesületek. Ennek különféle oka van, de ezek is mind kiküszöbölhetők. A legkomolyabb ezek közül az, hogy félénként egy ülés — mégha valóban meg is tartják félénként — akkor is kevés az egyesület problémáinak az átbeszélésére.

Az első megbeszéléstől nem is várhatjuk még, hogy teljesen kialakuljanak a segítség és irányítás jó munkamódszerei. Azonkívül, az akadémiai bizottsághoz ne forduljunk az egyesület szervezési és egyéb általános vonatkozású kérdéseivel, mert ezekkel foglalkozni nem ezeknek a bizottságoknak a feladata.

Az akadémiai bizottság feladata hozzászólni az egyesület tematikai tervének összeállításához, feladatokat adni az egyesület munkabizottságai számára, bírálat, tanáccsal és minden egyéb módon segíteni a munkabizottságok munkáját. Ha így fogjuk fel az egyesületek akadémiai beszámolóinak célját, azt hiszem, előbbre jutunk.

Ami azt illeti, hogy az akadémiai bizottságban gyakran majdnem *teljes egészében* ugyanazok a személyek ülnek, mint az egyesület elnökségében, ezt

ilyen szempontból nem tarthatjuk szerencsésnek és ez is figyelmeztet bennünket arra, hogy helyes lesz friss erővel kibővíteni az egyesületek vezetőségeit.

Másrészt az is biztos, hogy az ilyen személyi összefonódás révén — még az eddigi laza kapcsolat mellett is — eljutottak az Akadémián kialakult szempontok az egyesületbe.

Különösen hasznos volt ez a nem ipari egyesületeknél, amelyeknek a konkrét irányítása a MTESZ egyik leggyengébb oldala és még megoldandó feladata. Javaslatunk mindezek alapján az, hogy a jövőben valamivel gyakrabban évente legalább háromszor vitassák meg a bizottságok az egyesületek munkáját és az ülésen elsősorban az egyesület műszaki tudományos munkájával és ne szervezési, vagy hasonló kérdésekkel foglalkozzanak.

Egy másik kezdeményezés az Akadémia és a tudományos egyesületek közötti kapcsolat szorosabbra fűzésére ugyancsak az Akadémia Műszaki Osztályától indult ki. E szerint az akadémiai bizottságok a MTESZ keretében, de akadémiai feladatok ellátására, albizottságokat létesítenek, egy-egy akadémiai bizottsági tag vezetésével. Mi ezt a kezdeményezést örömmel fogadtuk és az a véleményünk, hogy ha ezt széles területen megvalósítjuk, ez komoly segítséget fog jelenteni mind az Akadémiának mind, pedig a tudományos egyesületeknek. Egyelőre a Gépipari Tudományos Egyesület keretében alakult hat ilyen bizottság, amelyek a kutatóintézetek munkájának felülvizsgálatával, az aspiránsok munkájának figyelemmel kísérésével, az egyesületi munkabizottságokkal is foglalkoznak.

Mindez persze még nem nagyon sok, ahhoz képest, amit meg kell valósítanunk.

Ilyen albizottságok pl. a gépiparon kívül, másutt még nem működnek.

Mégis azt hiszem, bátran elmondhatjuk, hogy az Akadémiának, különösen az Akadémia Műszaki Osztályának és a MTESZ egyesületeinek a viszonyában az elmúlt évben határozott *fordulat* történt. Csak most kezdjük látni azokat a lehetőségeket, amelyek ezáltal megnyílnak előttünk. Így pl. ebben az évben már bizonyos mértékben bevonták az egyesületeket a tudományos kutatási terv bírálatába. A jövőben úgy gondolom, arra kell törekednünk, hogy már a terv elkészítésében lehetőség szerint minél nagyobb mértékben vegyenek részt az egyesületek aktívái és ezen túlmenően, az Akadémia munkájának minél nagyobb területén kerüljön sor az egyes kérdéseknek az egyesületek nyilvánossága előtt való megvitatására.

Mindent egybevetve, az Akadémia és a MTESZ együttműködésének kiépítésében jó úton járunk és nem kétséges, hogy ez a kapcsolat komoly tényezője lesz műszaki tudományos életünk fejlődésének.

DUZS JÁNOS (Csepeli Autógyár) hozzászólása.

Műszaki Tanácsunk örömmel üdvözölte az Akadémia Nagygyűlését, megvitatta a közel 170 előadásból a 83 műszaki előadás tárgyát és úgy határozott, hogy hála annak az örömmel üdvözölhető nyilvánosságnak, amelyet az Akadémia biztosít, elküldi tagjait, hogy az autógyártással kapcsolatos problémákhoz hozzászóljanak.

Gyárunk egészen fiatal gyár, alig két éves. Feladataink az ötéves terv keretében igen komolyak és megoldásukhoz fel kívánjuk használni a szovjet

irodalmat és a Szovjetunióból itt járt delegáció által átadott élenjáró szovjet tapasztalatokat.

Két kérdéshez szólok hozzá. Egyik, amelyet Hevesi elvtárs a vállalatok és a vállalatok vezetőinek az Akadémiával szemben való passzív viselkedéséről felvetett; a másik Osztrovszki elvtárs előadásához kapcsolódik, a kutató munkának beiktatása a tervezésbe a műszaki fejlesztési tervekben keresztül. Mi ezt szovjet módszerek alkalmazásával akarjuk megvalósítani, melyeknek lényege, hogy biztosítják mindazokat a kutatásokat, amelyek hozzájárulnak a gyári feladatok megvalósításához. Ehhez a tudomány és a gyakorlat legközvetlenebb együttműködése szükséges. Terveink megvalósítása szépen halad. Jelenlegi tervünkhöz 2000 javaslatot adtak be dolgozóink, melyekből műszaki értelmiségi dolgozóink mindegyikére egy-egy javaslat esik. Ebből látható, hogy tervünk teljesítése érdekében műszaki értelmiségi dolgozóink szorosan együttműködnek fizikai dolgozóinkkal. Nem sikerült azonban még eddig megfelelő kapcsolatot teremtenünk a tudomány erőivel. Nálunk tíz témabrigád dolgozik. Főfeladataik a minőség fejlesztése, a konstrukció javítása és az anyagok jobb kihasználása. Ezeknek a témáknak a kidolgozásában 60 szakemberünk és sztahanovistánk vesz részt.

A gyár vezetősége és Műszaki Tanácsa nevében javasolom, lépünk alkotó együttműködésbe ezen a téren. Kérjük az Akadémia Műszaki Tudományok Osztályát, hogy kutató intézetein és egyéb szervein keresztül dolgozzon velünk együtt és erősítse a tudomány és termelés együttműködését.

Itt megemlítem, hogy a Kaliber-gyár a Szovjetunióban több mint 100 tudományos dolgozót vont be a kutató intézetekből munkájába és így fejlődött sztahanovista gyárrá. Ezen a példán szeretnénk mi is elindulni és kérjük az Akadémia Műszaki osztályt, legyen segítségünkre, hogy biztosítsuk a termelésnek és a tudománynak, az elméletnek és a gyakorlatnak együttműködését. Mi a magunk részéről messzemenő támogatást kívánunk nyújtani és viszont messzemenő támogatást kérünk.

SZILÁGYI JÓZSEF (Hofherr-gyár) hozzászólása.

Mint a Hofherr-gyár műszaki értelmiségi dolgozója tolmácsolom a Hofherr-gyár dolgozóinak, sztahanovistáinak, vállalatvezetőjének és műszaki értelmiségének üzenetét a Nagygyűléshez. Az előttem szóló kartárs programja szorosan összeesik az enyémmel, mivel ő a Csepeli Autógyár fájdalmait tolmácsolta. A múlt évi Nagygyűlésen én igyekeztem ezt a göröngyös utat kiegyengetni, vagyis a tudományt az iparral összekapcsolni, amire feltétlenül szükség van. A Hofherr-tractorgyárban a tractorgyártás területén sok olyan probléma merült fel, amelyet az ottani laboratóriumi felszereléssel megoldani nem lehet. Ekkor jöttek a tudomány emberei, akik kellő előrelátással kézbe vették az ügyet és megoldást találtak a hiányok megszüntetésére. A jövőben az üzemek és tudományos kutatók közötti kapcsolatot feltétlenül jobban ki kell szélesíteni. Nem szabad az üzemeket magukra hagyni, ha azok valamilyen problémájukat nem tudják megoldani.

A Műszaki Egyetem problémáira kitérve, üdvözlöm azt a határozatot, amelyet a kutatás kérdésének megoldása tárgyában javaslat formájában a múlt évben a minisztériumok elé terjesztettünk. E szerint gyakorlati laboratóriumokat kell felállítani, hogy a Műszaki Egyetemeken ne csak elméleti szakembereket

képezzenek ki, hanem már ott megismerjék az üzem minden részét. Tapasztaltuk, hogy a vizsgákon és szigorlatokon jó eredményt felmutató hallgatók a gyakorlat hiánya miatt tájékozatlanok voltak. A Kormánynak igen hasznos intézkedése, hogy a kutató munkát támogatásába vette és ezt a tényt örömmel üdvözöljük.

Ha végignézzük a technika mai állását, látjuk, hogy az a felszabadulás óta igen nagy mértékben haladt előre azért, mert a kutatómunka támogatásra talált. Régen a kutatóknak kilincselniök kellett és azzal utasították őket vissza, hogy csak akkor beszélhetnek javaslatokról, ha valamelyik gyár programjába veszi munkájukat. De hogy vehetett volna programjába egy gyár egy még meg sem ért elgondolást? Ma ezek a kérdések főleg a Szovjetunió tapasztalatai alapján megértésre találnak. Nem kis részben a tudományos kutatás felvirágzásának köszönhető az a nagy siker és technikai haladás, amelyet a Szovjetunió elért. Ezen az alapon kell nekünk is tovább mennünk és támogatnunk a tudományos kutatást.

## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Hevesi Gyula</i> lev. tag :	Beszámoló a Műszaki Tudományok Osztályának 1951. évi munkájáról .....	1
<i>Osztrovszki György</i> lev. tag :	A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának ötéves kutatási terve és az ezzel kapcsolatos feladatok .....	17
Hozzászólások <i>Hevesi Gyula</i> és <i>Osztrovszki György</i> előadásaihoz :		
<i>Vadász Elemér</i> rendes tag .....		29
<i>Tárczy-Hornoch Antal</i> rendes tag .....		32
<i>Geleji Sándor</i> lev. tag .....		36
<i>Tarján Rezső</i> .....		38
<i>Valkó Endre</i> .....		43
<i>Duzs János</i> .....		45
<i>Szilágyi József</i> .....		46



*Ára: 6.— Ft.*

3

---

Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21.) Felelős: Mestyán János

Akadémiai nyomda, Gerlóczy-utca 2. — 16715/52 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc



MAGYAR  
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

III. KÖTET 2—4. SZÁM

SZERKESZTI  
HEVESI GYULA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
1951 DECEMBER 9—15-ÉN MEGTARTOTT NAGYGYŰLÉSÉN  
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYA  
VASKOHÁSZATI ÉS FÉMBIZOTTSÁGA  
RENDEZÉSÉBEN TARTOTT ELŐADÁSSOROZAT ANYAGA



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
BUDAPEST, 1952

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK  
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

HEVESI GYULA

III. KÖTET 2—4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST, V., NÁDOR-UTCA 12.  
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY-UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei  
Budapest, V., Nádor-u. 12.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt ötven különlenyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 20 forint, külföldi címre 30 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 04-878-111-48), külföldi megrendelések a »Kultúra« Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VIII., Rákóczi-út 5. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 45-790-057-50-032) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az

Acta Technica

című idegennyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol, vagy francia nyelven jelennek meg lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül oroszul. Cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni:

Acta Technica szerkesztősége, Budapest, V., Nádor-utca 12.

# KOMBINÁLT ACÉLGYÁRTÁS

ZSÁK VIKTOR

## A) Egyszakaszos Martinacél-eljárások

Ismeretes, hogy a Martin-kemence betétje nyersvas és ócskavas. Éppen az ócskavas felhasználásának lehetősége tette a Martin-kemencét úgyszólván univerzális acélgyártó kemencévé s magyarázza annak nagy elterjedését.

Bázisos Martin-kemencében a nyersvas-ócskavas viszonya tág határok között változhatik. A nyersvas minimális mennyisége a betétben kb. 30%. A nyersvashányad elméletileg 100% is lehet, de gyakorlati tapasztalat azt mutatta, hogy álló kemencében egy szakaszos eljárásnál kedvező betétviszonyok között 60% az a felső határ, amelynél az adag elkészítése a minőség veszélyeztetése nélkül gazdaságosan lehetséges.

*Dichmann* [1] szerint közepes Martin-kemencében 100 kg betétre 2,5–3 kg oxigén megy át  $FeO$  alakjában a fürdőbe, amely abban oldódik. Ha a fürdőben nincsenek olyan elemek, amelyeket az oldott  $FeO$  oxidálhat, akkor az acél vöröstörését okozná. A fürdőben tehát bizonyos redukáló elemeknek kell jelen lenniök, mint amilyen a nyersvasban levő karbon, mangán, szilícium és foszfor. Számításokkal könnyen ki lehet mutatni, hogy az acélnyersvas ismert összetételénél a 100 kg betétre eső 2,5–3 kg oxigén káros hatásának kivédésére 100 kg betétben 30–35 kg nyersvasra van szükség.

Az ócskavashiány azonban kényszeríti a Martin-műveket a minimálisnál nagyobb mennyiségű nyersvas adagolására. Ekkor azonban a láng oxidáló hatása nem elegendő a nyersvasban levő elemek oxidálására, frissítésére, hanem azt ki kell egészíteni. Erre a célra oxigént vasérc alakjában adagolunk s így fejlődött ki a nyersvas-érceljárás. *Zamorujev* [2] szerint a nyersvas-érceljárást *J. M. Gorjainov* 1893-ban Jekaterinoszlavban dolgozta ki. Az ércadagolás következménye azonban a salak mennyiségének szaporodása, amely akkora lehet, hogy avval megbírkózni alig lehet. A salak mennyiségét leginkább befolyásolja a betét szilícium- és foszfortartalma, a szilárd betétre tapadt földes rész kavasvtartalma, a kemence falazatából leolvadt rész kavasvtartalma, legfőképpen azonban a frissítésre használt érc s egyéb hozagok kavasvtartalma. Azért fontos ezek kavasvmentessége.

A bázisos Martin-kemencében a szilíciumot, illetőleg a kavasavat legalább dikalcium-szilikat,  $2 CaO \cdot SiO_2$  alakban kell lekötni, melynek bazicitása

$$\frac{CaO}{SiO_2} = 1,9.$$

Hogy azonban kellő foszfortalanítást elérhessünk s emellett a mangán visszaredukálása is kielégítő legyen, a salak házicitásának, a  $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$  viszonyának 2,2 körül kell lennie.

Ebből adódik, hogy ha

1 kg  $\text{SiO}_2$  elsalakul, képződik ..... 3,2 kg salak  
1 kg Si elsalakul, képződik ..... 6,85 kg «

A foszfor elsalakítása tetrakalcium-foszfát,  $4 \text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$  alakban történik, tehát ha

1 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  elsalakul, képződik..... 2,6 kg salak  
1 kg P elsalakul, képződik ..... 6,0 kg «

A foszfor legfőképpen a betét és a frissítőérc foszfortartalmából adódik. Nézzük egy példán, milyen lesz a salak képződése.

Vegyük a hazai kohók gyártotta acélnyersvasat, melynek átlagos összetétele :

	C	Mn	Si	P
Az acélfürdőben a dezoxidáció előtt legyen .....	3,5 %	2,3%	0,6%	0,25%
Kifrissítendő 100 kg nyersvasból .....	0,1%	0,3%	—	—
	3,4 kg	2,0 kg	0,6 kg	0,25 kg

Az ócskavas átlagos foszfortartalmát vehetjük 0,06%-nak. A hozagok, s így a salak kiszámításánál általában véve felvesszük, hogy a szilíciumot és foszfort teljesen el kell távolítani.

Ha 50%-os nyersvasbetéttel dolgozunk, a szükséges érc mennyisége s a képződő salak mennyisége a következő :

	C	Mn	Si	P
50 kg nyersvasból kifrissítendő.....	1,7 kg	1,0 kg	0,3 kg	0,125 kg
50 kg ócskvasból « .....	—	—	—	0,030 «
100 kg betétből kifrissítendő .....	1,7 kg	1,0 kg	0,3 kg	0,155 kg

Ehhez szükséges oxigénmennyiség :

a) 1,7 kg C-hez	$1,7 \times 1,33 =$	2,56 kg
b) 1,0 kg Mn-hez	$1,0 \times 0,30 =$	0,30 «
c) 0,3 kg Si-hez	$0,3 \times 1,14 =$	0,34 «
d) 0,155 kg P-hez	$0,155 \times 1,29 =$	0,20 «
Összes oxigénszükséglet 100 kg betéthez .....		3,10 kg
A láng oxidáló hatásából kapunk. ....		2,50 kg-ot
Hiányzó oxigénmennyiség, amelyet érccel kell pótolni		0,60 kg.

A frissítéshez rendelkezésünkre áll a következő érc :

$\text{SiO}_2$ 15,1%	$\text{F}_2\text{O}_3$ 78,5%	FeO 1,14%	MnO 0,24%
$\text{Al}_2\text{O}_3$ 1,00%	CaO 0,30%	MgO 0,15%	$\text{P}_2\text{O}_5$ 0,12%

100 kg érccben levő oxigén mennyisége a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és FeO-ból 23,80 kg.

A szükséges ércmennyiség 0,60 kg oxigénhez, vagyis 100 kg betéthez 2,5 kg. 100 kg betétre eső salak:

a) 50 kg nyersvasból és 50 kg ócskvasból:		
0,3 kg Si-ből képződik $0,3 \times 6,85 = \dots$	2,06 kg szilikátsalak	
0,155 kg P-ből « $0,155 \times 6 = \dots$	0,93 « foszfátsalak	
b) 2,5 kg ércből:		
0,38 kg $\text{SiO}_2$ -ből $0,38 \times 3,2 = \dots$	1,22 « szilikátsalak	
0,003 kg $\text{P}_2\text{O}_5$ -ből $0,003 \times 2,6 = \dots$	0,01 « foszfátsalak	
0,03 kg $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ből $\dots$	0,03 « $\text{Al}_2\text{O}_3$	
c) A boltozat és falazathól Dichmann (1) szerint		
100 kg betétre leolvad		
0,45 kg $\text{SiO}_2$ s ebből adódik $0,45 \times 3,2 = \dots$	1,44 « szilikátsalak	
d) A fenékvitató anyagokból Dichmann (1) szerint		
a salakba kerül 100 kg betétre $\dots$	1,50 «	
Összesen: $\dots$	7,19 kg salakképző	
e) A végsalokban még 26%-nyi fémoxid		
(FeO + MnO) van, vagyis a fenti salakmennyiséget		
még ezzel kell növelni s ez $\dots$	2,53 kg FeO + MnO	
Összes képződött salak	9,72 kg,	

vagyis kereken 10%-ra rúg, ami a gyakorlati értékekkel jól egyezik.

Hasonló számítást végezve 80%-os nyersvasbetét példájára, a szükséges ércmennyiség 100 kg betétre 10,— kg s a képződött salakmennyiség 16,84 kg, vagyis kereken 17%.

Ha azonban a frissítésre nem az említett kovasavas ércet, hanem egy kovasavban szegény mágnesvasércet veszünk a következő összetétellel:

$\text{SiO}_2$	2,8%	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	69,2	FeO	26,0%	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,6%
CaO	0,5%	MgO	0,5%	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,24%		

akkor a frissítésre szükséges ércmennyiség 100 kg betétre 9,1 kg, ellenben a képződő salak mennyisége 11,42 kg, kereken 11,5% vagyis kb. annyi, mint 50%-os nyersvasbetét és nagy kovasavtartalmú frissítő érc használatánál. Ebből is kitűnik, hogy milyen nagy fontossága van kis kovasavtartalmú ércek használatának.

A kapott eredményeket az 1. táblázat áttekinthetően mutatja.

A táblázatból elsősorban kivehető, hogy a salak összetételének a felét szilikátvegyületek alkotják, 48,5, 56,7, 48,8%, tehát a betét szilícium, illetőleg kovasavtartalma van arra legnagyobb befolyással.

Látható továbbá az érc befolyása a salak mennyiségére. Így 80%-os nyersvasbetét és szilikátos érc használatánál a salak mennyiségét elsősorban az érc, illetőleg annak kovasavtartalma befolyásolja, 29,4%, míg kovasavban szegény érceknél az ércből adódó salakmennyiség a salak összes mennyiségének csak 8,2%-ra rúg.

A számításokban felvettem, hogy a salak egyszerű vegyületek keveréke. Ez persze nem egészen így van. Pontosabb közettani vizsgálatok a bázisos

I. TÁBLÁZAT  
Áttekintés a salakmennyiségekről s azok összetételéről

Nyersvashányad a betétben	50%		80%		80%		
Frissítő érc minősége.....	Szilikátos		Szilikátos		Szilikátszegény		
Salakmennyiség 100 kg betétre	9,72 kg		16,84 kg		11,42 kg		
Súly kg-ban és % .....	kg	%	kg	%	kg	%	
A salak összetétele	Szilikátsalak .....	4,72	48,5	9,55	56,7	5,56	48,8
	Foszfátsalak .....	0,94	9,7	1,29	7,6	1,31	11,3
	Fémoxidok .....	2,56	26,4	4,50	26,7	3,05	26,7
	Fenekanyag .....	1,50	15,4	1,50	9,0	1,50	13,0
	Összesen .....	9,72	100,0	16,84	100,0	11,42	100,0
A salak származása	Betétből .....	2,99	30,8	4,55	27,0	4,55	39,8
	Ércből .....	1,26	12,9	4,95	29,4	0,93	8,2
	FeO + MnO.....	2,53	26,1	4,40	26,1	3,00	26,2
	Falazatból és fenékből .	2,94	30,2	2,94	17,5	2,94	25,8
	Összesen .....	9,72	100,0	16,84	100,0	11,42	100,0

salak sokkal bonyolultabb összetételére mutatnak, de a salak technológiai tanulmányozására a felsorolt adatok általában véve megfelelnek, annál is inkább, mivel elsősorban összehasonlító számításokról van szó s az így számított salakmennyiségek általában véve a gyakorlati tapasztalatokkal igen jól egyeznek.

A salak mennyiségének kiszámításánál nem vettem figyelembe a mészke, illetőleg az égetett mész kovasavtartalmát, pedig ennek a kovasavnak elsalakitására további mészre van szükség, ami szükségképpen emeli a salak mennyiségét.

Hazai mészköveink azonban igen tiszták, kovasavtartalmuk minimális, tehát a mészkő kovasavtartalmát elhanyagolhatjuk. Ha persze a mészkőben több kovasav van, akkor azt is számításba kell venni.

A táblázatból tehát kivehető, hogy a nyersvashányad növekedésével tetemesen növekszik a salak mennyisége, különösen akkor, ha szilikátos érceket kell frissítésre használni.

Mi a hátránya a nagy salakmennyiségnek?

A Martin-kemence termelőképességét igen kedvezőtlenül befolyásolja a képződött salakmennyiség. A kemence teljesítményét nemcsak a termelt acél mennyisége, hanem a képződött salak mennyisége után is kell megítélni. A salak képzéséhez és megfelelő hőfokon tartásához tetemes melegre van szükség, mellyel több acélt lehetne olvasztani. A salak befolyása a hőfogyasztásra kettős.

Először maga is hőt köt meg. Egy kg salak hőtartalma  $1600^{\circ}$ -nál kb. 500 kcal, ugyanakkor egy kg acélé kereken 350 kcal, tehát egy kg salak hőtartalma annyi, mint másfél kg acélé.

Másodszor a folyékony salak, mivel fajsúlya kisebb, mint a folyékony acélé, a fürdő felszínén helyezkedik el és mint hőszigetelő akadályozza a melegnek a fürdőbe hatolását.

*Mindezeket figyelembevéve állíthatjuk s a gyakorlat is igazolja, hogy minden tonnával kevesebb salakmennyiség nem másfél, hanem két és fél tonna többlet acéltermelést jelent.*

Ez nagyon fontos megállapítás, mert hiszen az egyes acélgyártási eljárások, amelyeket tárgyalni fogok, mind azt a célt tűzik maguk elé, hogy a frissítés egyes szakaszaiban képződött salakokat, melyek sokszor ellentétes hatásúak, egymástól elkülönítsék, ily módon a kohászati folyamatokat egyszerűsítsék s a hőátadást a Martin-kemencében megkönnyítsék. A kohászati folyamatokat tehát több szakaszban végzik s így keletkeztek a »duplex«- esetleg még a »triplex«- eljárások.

A duplex-eljárások bevezetésének indító oka az ócskavashiány, melynek következtében a Martin-művek nagyobb nyersvashányaddal kényszerülnek dolgozni, tehát függetlenítik magukat az ócskavastól.

Különös fontossága van ezen ténynek akkor, ha tiszta karbonacélokat kell készíteni. Az ötvözött acélok mind nagyobb elterjedésével mind több ötvözött hulladék kerül az ócskavasba s így az acélkemencébe és ezáltal nem kívánatos ötvözők az acélba. Az ércből redukált nyersvas biztosítja az ötvözőktől mentességet.

## B) A duplex-eljárások fajtái

Jelen előadásomban csak azokkal a duplex-eljárásokkal kívánok foglalkozni, amelyeknél az acél végkikészítése Martin-kemencében történik. A Martin-kemence nálunk tömegacél gyártására még mindig az egyedüli számba jöhető kemence s az ócskavashiány ennél a legnagyobb probléma. Az elektroacél

mennyisége nagyságrendileg messze elmarad a Martin-acél mögött, az acél-öntődei kis villanykemencék duplex-eljárással való üzeme pedig nem jöhet számításba.

Ennélfogva a következő duplex-eljárásokkal fogok foglalkozni:

1. Savanyú konverter — bázisos Martin-kemence.
2. Bázisos konverter — bázisos Martin-kemence.
3. Bázisos előfrissítő Martin-kemence — bázisos kikészítő Martin-kemence.
4. Bázisos előolvasztó Martin-kemence — savanyú Martin-kemence.

### 1. Savanyú konverter — bázisos Martin-kemence [3]

A konverter kétségtelenül a legeszményibb és legklasszikusabb frissítő készülék. A frissítés percek alatt a befűjtatott levegő oxigénjével közvetlenül vagy közvetve történik, a frissítő anyag gázalakú, semmiféle olyan anyagokat nem visz magával, amelyek salakot képezhetnek. *Erre nyomatékkaal kell rámutatni.*

Savanyú szélfrissítésnél, a Bessemerezésnél, a fűtést a nyersvas szilícium-tartalma végzi, s ezért a nyersvasban 1,5—1,6% szilíciumnak kell lennie. Ha a szilíciumtartalom kisebb, akkor oxigénnel dúsított levegővel fűjtatunk. A kisebb szilíciumtartalmú nyersvas olcsóbb, oxigéndúsítással kevesebb nitrogén is kerül az acélba, de megdrágítja az eljárást az oxigén ára.

Mivel savanyú szélfrissítésnél a foszfort elsalakítani nem lehet, azért duplex-eljáráshoz olyan nyersvas a legalkalmasabb, amelyben a foszfortartalom nem nagyobb 0,20%-nál, ha t. i. álló Martin-kemencében készítünk ki. Nagyobb foszfortartalomnál a kikészítésre buktatható Martin-kemencét kell használni.

A Bessemer-konverterben először a szilícium és mangán ég ki savanyú salak képződésével. A konverterben a sok savanyú salak nem zavar, mert a a fűtés belülről történik, sőt a salaktakaró megakadályozza a hősugárzást kifelé. Az így fűjtatott, szilíciummentes acélt dugósüstbe buktatjuk s átöntjük a bázisos Martin-kemencébe, ügyelve, hogy a savanyú salakból ne kerüljön semmi a kemencébe. Így megszabadultunk a képződött kovasavtól, amely tudvalevőleg a bázisos kemencében a legtöbb salakot adja.

A bázisos Martin-kemencében ezután a szilíciummentes fürdő foszfortalanítása könnyen megy és mivel, mint látni fogjuk, karbont keveset kell kifrisíteni, kevés érc hozzáadása szükséges s ennél fogva a salakmennyiség minimális.

A lefűjtatott duplex-fém karbontartalma szerint többféle eljárás fejlődött ki.

Hogy a Martin-kemencében megfelelő frissítési időt kapjunk, kívánatos, hogy a Martin-kemencében a betét átlagos karbontartalma kb. 0,6—0,8% legyen. Ezt úgy érjük el, hogy a konverterben az adagot kb. 0,15—0,20% karbontartalomig fűjtatjuk s azután átöntjük a Martin-kemencébe, melybe előbb meszet és ércet adagoltunk. Utána a keverőből a betét 10—20%-ra rúgó szilíciumban szegény nyersvasat adagolunk.



Nem vitás, hogy metallurgiai szempontból ez az eljárás lenne a leghelyesebb, de két, egymástól független nyersvasmanipulációt kíván, mégpedig a lefuvatásra szánt szilíciumos nyersvasét és a karbonizálásra szükséges szilícium és lehetőleg foszformentes nyersvasét. Ez azt jelenti, hogy kétfajta nyersvasat kell termelni s két egymástól független keverőt kell az acélműben üzemben tartani. Előnye, hogy a készkemence betétjének csak kb. 80%-át kell a konverteren átengedni, tehát a konverterezési költségek valamivel kisebbek, mint a később említendő eljárásoknál.

Adagolhatnánk szilárd nyersvasat is a Martin-kemencébe, akkor nem kell külön keverőt üzemben tartani. A szilárd nyersvas beolvadása azonban időbe és pénzbe kerül s az adag valamivel elnyúlik. Így dolgoztak annak idején Witkowitzon.

Ha szilíciumban szegény acélnyersvas nem áll külön rendelkezésre, akkor úgy járnak el, hogy a lágyra fújtatott duplex-féni beöntése után vagy közben egy-két Bessemer-adagnál csak a szilíciumot fújtatják ki s a kb. 2—3% korbont tartalmazó duplex-fémet az ú. n. »kickertet« öntik be nyersvas helyett a Martin-kemencébe.

A reakciók igen hamar és erőteljesen megindulnak, a foszfortalanítás gyorsan megtörténik s a dekarbonizációnak 0,25—0,30% C/óra sebességénél 80—100 tonnás kemencében az adag 2—4 óra alatt kész. Az adag kikészítése normálisan történik.

Másik eljárás szerint az összes konverteradagokat csak kb. 0,60—0,80% korbontartalomig fújják le s ezt öntik át a Martin-kemencébe, nyersvasat nem adnak hozzá. Az eljárás egyszerűbb, de az egész betétet a konverteren kell átvezetni, tehát hozzá jönnek a konverterezés költségei.

Az adag dezoxidációjára folyékony tükrös-vasat vagy ferromangánt használnak.

Nagyobb foszfortartalmú nyersvasnál inkább buktatható Martin-kemencét használnak a kikészítésre, mert ebben a foszfordús salakot el lehet távolítani s ennél fogva a dezoxidációt a foszfor visszaredukálásának veszélye nélkül lehet végezni.

A buktatható kemencében vagy adagonként vagy pedig a Talbot-eljáráshoz hasonlóan folytatólagosan dolgozunk.

Adagonkénti kikészítésnél az összetételt pontosabban lehet betartani, ami fontos változó minőségénél. Folytatólagos üzemnél a termelés valamivel nagyobb és kisebbek a kemencejavítási költségek, mert a kemencét hetenként csak egyszer ürítik ki teljesen fenékjavítás végett.

Vizsgáljuk meg, milyenek a salakviszonyok a duplex-eljárásnál a Martin-kemencében. Feltesszük, hogy a már említett acélnyersvasat kell konverter — Martin-eljárással feldolgozni. Az itt lényegtelen, hogy a konverterezés keresztülvitele érdekében a nyersvasban a szilíciumot nagyobbra tartjuk,

vagy pedig oxigéndusítással fujjuk le. A szilícium mindenképen a konverter salakjában marad,

Tegyük fel, hogy a második, egyszerűbb eljárással dolgozunk, amikor az egész nyersvasmennyiséget kb. 0,7% karbontartalomra fujtatjuk. A duplexfém összetétele lesz:

	C = 0,7%,	Mn = 0,30%	P = 0,25%	Si = nyomokban
100 kg folyékony betétben tehát van.....	0,7 kg	0,30 kg	0,25 kg	
Az acélban legyen a dezoxidáció előtt .....	0,1 «	0,30 «	— «	
Kifrissítendő 100 kg betétből .....	0,6 «	— «	0,25 «	
Ennek oxigénszükséglete :				
a) 0,6 kg C-hez kell $0,6 \times 1,33 =$ .....		0,80 kg		
b) 0,25 kg P-hez kell $0,25 \times 1,26 =$ .....		0,32 «		
Összes oxigénszükséglet a frissítéshez .....		1,12 kg		

Mivel a Martin-kemencében csak folyékony betéttel dolgozunk, a furdót azonnal salaktakaró borítja, másrészt az adagtartam csak kb. egyharmada egy normális adagnak, ezért felvehetjük, hogy a láng oxidáló hatása is csak kb.  $\frac{1}{3}$ -a a normálisnak, vagyis 100 kg betétre kb. 0,8 kg oxigén adódik át belőle. Ércel kell tehát pótolni  $1,12 - 0,8 = 0,32$  kg-ot.

100 kg szilikátos érchen van 23,8 kg oxigén, 0,32 kg oxigén pótlására kell 1,35 kg érc.

100 kg betétre eső salak mennyisége a Martin-kemencében :

a) A betétből :		
0,25 kg P-ből $0,25 \times 6$ .....	1,50 kg foszfátsalak	
b) 1,35 « ércből :		
0,21 « SiO <sub>2</sub> -ből $0,21 \times 3,2$ .....	0,67 « szilikátsalak	
0,002 « P-ből $0,002 \times 2,6$ .....	0,01 « foszfátsalak	
0,02 « Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ből .....	0,02 «	
c) A kemence falazatból, mint előbb .....	1,44 « szilikátsalak	
d) Fenékvajító anyagokból mint előbb .....	1,50 «	
Összesen .....	5,14 kg salakképző.	
Az ilyen salakban, megfigyelések szerint, csak kb. 20% fénoxid van, ez kitesz .....	1,30 « FeO + MnO	
Összes salak .....	6,44 kg	

Látható, hogy a Martin-kemence salakja, jöllehet 100%-ban nyersvasat dolgozunk fel a két készülékben, nem több, sőt kevesebb, mint egyszakaszos eljárásnál 50% nyersvas adagolásánál. A felhasznált érc mennyisége, valamint a salak mennyisége egyezik az üzemi adatokkal.

## 2. Bázisos konverter — bázisos Martin-kemence

Thomas-konverter — bázisos Martin-kemence kapcsolásának feltételei egészen mások, mint a Bessemer-konverter — bázisos Martin-kemence kombinációjának.

Thomas-konverterben a hőtermelő elem a foszfor. Thomas-acél kereskedelmi acél és sín gyártására nagyon alkalmas s ahol a nyersanyag tekintetében a feltételek a Thomas-eljáráshoz megvannak, ott az a leggazdaságosabb.

Thomas-acélnak minőségi szempontból két nagy hiányossága van. A Thomas-acél u. i. egyrészt nitrogénben a legdúsabb acél, másrészt a konverterben a foszfort nem fújtatjuk 0,04% alá, mert akkor nagyon bázisos, mészdús salak kell, s a salak foszforsavtartalma nem ütné meg a Thomas-salaktól megkövetelt azt a minimumot, ami a műtrágya gyártásához kell.

Szélfrissítő eljárásnál nincsen kimondottan kikészítő szakasz. A hőmérséklet irányítása igen nagy gondot kíván, s ha a hőtermelő elem kiégett, akkor az adagot a befagyás veszélye miatt le kell csapolni. Nem lehet a konverterben ötvözni, ami pedig lényeges követelmény a minőségi acélgyártásnál.

Mivel azonban hidegen hengerelt vagy hidegen húzott acélban igen fontos a kicsi nitrogéntartalom, másrészt az ötvözött acélok gyártásának mindnagyobb fontossága van, ezért a Thomas-konverterben fújtatott acélt bázisos Martin-kemencébe öntik át és abban minőségi acélra dolgozzák fel s ha szükséges, ötvözik.

Thomas-acélművek az utóbbi években nem kíméltek fáradságot kis foszfor- és nitrogéntartalmú acél előállítására érdekében és biztató eredményeket értek is el.

A duplex-eljárás lefolyása a következő :

A Thomas-konverterben a nyersvasat levegővel, illetőleg ha a foszfortartalom nem elegendő, oxigéndúsítással fújtatják. Utánfúvatással a foszfortartalmat csak 0,10—0,15%-ig távolítják el, hogy megrövidítsék az utánfúvatási szakaszt, mert a legtöbb nitrogén ebben a szakaszban kerül az acélba.

A foszforos salak leöntése után a duplexfémét az üstben kokszporral, vagy foszforszegény folyékony acélnyerssvassal kb. 0,6—0,8% karbontartalomra felkarbonizálják és a dugón át öntik a bázisos Martin-kemencébe, amelyben azt a már említett módon kikészítik.

A Martin-kemencében a salak mennyisége a betétnek 8—10%-a s nehézséget nem okoz, mivel kovasav a betétben nincsen.

### *Üzemi eredmények*

A Martin-kemencében az említett eljárásoknál a hőfogyasztás 0,50—0,60 · 10<sup>6</sup> kcal/tonna acél.

A Martin-kemencék teljesítménye a kemence nagyságától függően 20—30 t/óra.

Az acél minősége teljesen megegyezik a normális 50%-os nyersvashányaddal készített Martin-acél minőségével. Ha a konverterben a fújtatás megfelelő, akkor a Martin-acélban a nitrogéntartalmat könnyen 0,01% alatt lehet tartani.

### *Kilátások az ócskavas ellátásra*

Ismeretes, hogy a hengerdei hulladék az öntecsből átlagban 30%. Evvel a 30%-al 50%-os nyersvasbetétnél a szükséges termelés 60%-át lehet Martin-

kemencében elkészíteni. Maradna tehát még 40% öntecshiány, amit azután 100% nyersvasból duplexeljárással lehetne előállítani.

Ha tehát az öntecsszükségletnek csak a 40%-át termeljük duplex-eljárással, akkor a Martin-műnek elegendő ócskavas állana 50%-os nyersvasbetéttel dolgozó kemencéi rendelkezésére, amely arány tudvalevőleg folyékony nyersvasbetétnél a legkedvezőbb eredményeket adja.

### *Szemponatok az előfrissítő rendszer kiválasztásánál*

Annak eldöntésére, hogy az előfrissítéshez a savanyú vagy bázisos szélfrissítést vegyük, elsősorban a nyersvas foszfortartalma a mérvadó.

Ha a nyersvas foszfortartalma max. 0,5%, akkor a savanyú eljárás, ha pedig a foszfortartalom 1% felett van, akkor a bázisos eljárás jöhet számításba. Ha a nyersvas szilícium- illetve foszfortartalma a szélfrissítésre nem elég, mindkét esetben oxigéndúsítással kell fűjtatni.

Azonos körülmények között tekintetbe kell venni, hogy a savanyú eljárás üzeme olcsóbb, mert kifalazásra az olcsóbb szilikatéglát alkalmazzák, nincsen szükség a drága dolomitmasszára s annak elég körülményes előkészítő berendezéseire. A fűjtatási idő a bázisos eljárással szemben rövidebb, mert az utánfűjtatási idő elmarad, tehát a konverter többet termel. Ezért van, hogy duplex-eljárásnál, egyes eseteket nem tekintve leginkább a savanyú szélfrissítő eljárást alkalmazzák.

### *3. Bázisos előfrissítő Martin-kemence — bázisos kikészítő Martin-kemence*

Láttuk az előbbieken, hogy a konverterben a nyersvas frissítése igen gyorsan történik meg, azonban úgy a savanyú, mint a bázisos szélfrissítés határozott összetételű nyersvasat kíván, mert különben a szükséges hőtermelést biztosítani nem tudjuk. Ha tehát olyan nyersvasat kell feldolgozni, amely sem a Bessemer-, sem a Thomas-eljárásra nem alkalmas, s oxigénnel való fűjtatás valamilyen okból nem jöhet számításba, akkor a nyersvas előfrissítésére buktatható Martin-kemencét, kikészítésre pedig álló vagy buktatható Martin-kemencét alkalmazunk.

Előfrissítő kemencének 200—250 tonnás buktatható Martin-kemencét vesznek. Ezt fokozatosan megtöltik nyersvassal és a nyersvas minden beöntése után meszet és ércet adagolnak. A kemencében a szilícium teljesen, a karbon és foszfor pedig részben oxidálódik. A képződött salakot azután lebuktatják. Így megszabadulunk a további kohászati folyamatokat erősen hátráltató kova-savtartalmú salaktól, amely az adagok végkikészítését legjobban gátolja. További előnye a buktatható Martin-kemencének, hogy az előfrissítést folytató-

lagosan végezhetjük, a kemencét legfeljebb a hét végén egyszer ürítjük ki, a kemence fenéke nincsen úgy igénybevéve s csak a salakzónát kell naponta javítani.

Az előfrissítő kemencébe rendszeren csak nyersvasat öntünk át a keverőből, esetleg még 10% hulladékot is adagolunk. Az átöntött duplex-fém összetétele 1—1,5% karbon, 0,3% mangán, foszfor a nyersvas foszfortartalmának megfelelően 0,1—0,2%. Az átöntést lehetőleg akkor kell végezni, ha a mangán visszaredukálása megkezdődött.

A kikészítés történhet adagonként vagy folytatólagosan. Adagonkénti kikészítéshez álló vagy buktatható kemencét használunk, míg a folytatólagos kikészítés a Talbot-eljáráshoz hasonlóan csak buktatható kemencében történhet.

Adagonként készítünk ki mindakkor, amikor minőségi acélt kell gyártani, mert adagonként az összetétel pontosabban betartható. Ha a kikészítést buktatható kemencében végezzük, akkor a salak kezelését teljesen kezünkben tudjuk tartani. Ily módon nem csak ötvözetlen, hanem még gyengén ötvözött acélt is lehet az elektroacélt igen megközelítő minőségben gyártani.

Folytatólagos kikészítés alkalmazható, ha inkább kereskedelmi acélt kell gyártani, mert ilyen eljárásnál a végkikészítést és a dezoxidációt az üstben kell végezni.

Adagonkénti kikészítésnél a kemence fenékre berakjuk a szükséges meszet és az érc kb.  $\frac{2}{3}$  részét s utána még az esetleg rendelkezésre álló ócskavasat 10—20%-ban. A jól fűtött kemencébe azután az előfrissítő kemencéből dugós üstön át beadjuk az átmeneti fémét. A reakciók hamarosan megindulnak, a fürdő erős forrásba jön s utána az adagot normálisan kikészítjük.

Nagy előnye minden buktatható kemencével működő eljárásnak, hogy a betét s így a nyersvas foszfortartalma nagyobb lehet, mint álló kemencében, éppen a foszfortalanítást gátló és már említett tényezők kiküszöbölése következtében. A kohók nagyobb mennyiségű Martin-salakat kohósíthatnak, amely tudvalevőleg mangántartalmánál fogva értékes s az olvasztóban a drágább mangánércet lehet így megtakarítani.

Üzemtechnikai előnye a buktatható Martin-kemencének, hogy a darúk megengedett legnagyobb teherbírása nem köti az öntendő adag nagyságát, mert a buktatható kemencéből az adagot tetszőleges számú üstbe oszthatjuk el.

A fejlődés végső foka mindenütt, ahol változó mennyiségű és változó összetételű nagyobb foszfortartalmú nyersvasat kell minőségi acélra feldolgozni, a buktatható 200—250 tonnás előfrissítő Martin-kemence, mely keverőből kapja betétjét s a duplexfémét buktatható kikészítő kemencéknek adja tovább. A buktatható kikészítő kemencék befogadóképessége kb. fele az előfrissítő kemencének.

A hőfogyasztás 1 tonna acélra a két kemencét egybevéve kb. 1—1,5  $10^6$  kalória attól függően, hogy mennyi ócskavasat adagolunk a kemencébe.

#### 4. Bázisos Martin-kemence — savanyú Martin-kemence

Kétségtelen, hogy a savanyú acélkemencének vannak bizonyos előnyei a bázisos kemencével szemben. Így elsősorban a salak végezte autodezoxidáció, másrészt a kemence falzatából redukált szilícium gáztalanító hatása. Savanyú acél ebből kifolyólag mindig jobban van dezoxidálva, gáztalanítva és megnyugtatva. Ebből adódik, hogy savanyú acélnak gyakran jobbak a mechanikai tulajdonságai, ami különösen mutatkozik keresztirányban vett próbáknál. Savanyú acélnál a hossz- és keresztirányban kivett próbák között nincsen olyan nagy különbség, mint bázisos acélnál.

Ezenfelül ismeretes, hogy savanyú acél az u. n. pelyhességre kevésbé hajlamos, ami különösen bizonyos króm- és krómnikkel acéloknál feltűnő.

Evvel szemben savanyú kemencében nem lehet foszfortalanítani és kén-teleníteni, tehát a savanyú acélkemence drága, foszfor- és kénmentes nyersanyagokat, mint pl. faszenes nyersvasat és tiszta acélhulladékot, gyakran pedig még különlegesen előkészített kis foszfor- és kéntartalmú acél-félgyártmányt kíván.

Ebből született az a gondolat, hogy a bázisos és a savanyú kemence célszerű kapcsolásával mindkét kemence előnyeit ki kell használni.

A bázisos kemencében végezzük a beolvasztást, foszfortalanítást és kén-telenítést s utána végkikészítésre az acélt savanyú kemencébe dugós üsttel átöntjük.

Zamorujev [2] »Acélgártás« című könyvében ennek nagy jelentőséget tulajdonít és megjegyzi, hogy a duplex-eljárással termelt savanyú acél rendszerint valamivel jobb minőségű, mint az ugyanolyan összetételű és rendeltetésű szilárd betétből gyártott acél.

#### Összefoglalás

Az előbbieken ismertettem azokat a Martin-kemence-duplex-eljárásokat, melyek nálunk esetleg számba jöhetnek.

A kérdés eldöntése, hogy melyik duplex-eljárást válasszuk, igen nagy körültekintést és alapos megfontolást követel. Két tényező van erre leginkább befolyással, még pedig egyrészt a rendelkezésre álló nyersvas szilícium- és foszfortartalma, másrészt a gyártandó acél mennyisége és minősége. A legtöbb duplex-eljárás akkor jöhet számításba, ha a feldolgozandó nyersvas mennyisége a betét 50%-át meghaladja.

Kétségtelen, hogy minden duplex-eljárás drágább berendezéseket kíván, mint az egyszerű ócskavas-nyersvas-eljárás, a közvetlen költségek is sokszor nagyobbak, de evvel szemben van az aránylag kevés egységgel való nagy termelés lehetősége, ami azután az általános költségek kisebbedésében mutatkozik.

Duplex-eljárás kiválasztására bizonyos mértékben befolyással vannak a beruházási költségek, illetve a meglevő berendezések, valamint a kívánt termelés nagysága.

Új acélművet úgy kell telepíteni, hogy abban a különböző acélgyártási eljárások bármikor keresztülvihetők legyenek, mert ezek az eljárások igen rugalmasak mind a rendelkezésre álló nyersanyagok, mind a kívánt minőségek ingadozásával szemben.

#### I R O D A L O M

1. *C. Dichmann*: Der basische Herdofenprozess.
2. *V. M. Zamorujev*: Acélgyártás.
3. *H. B. Emerick & S. Feigenbaum*: The Duplex Process for Manufacture of Basic Open Hearth Steel. Blast Furnace and Steel Plant, 1942, 521.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

VÉCSEY BÉLA

Felszólalásomban csak a »Kombinált acélgártási eljárás« bevezetésének fontosságára óhajtok én is rámutatni, de nemcsak az ócskavas-hiány pótlása szempontjából.

Nem vitás, hogy *valamelyik* duplex acélgártási eljárás alkalmazását főleg az ócskavas hiánya indokolja. Az sem kétséges, hogy a mind nehezebben beszerezhető ócskavasat legcélszerűbben az úgynevezett »folyékony ócskavassal«, vagyis az előfrissített nyersvasal lehet pótolni. Ez azonban csak az *egyik* indító ok. Azt is hangsúlyozom, hogy hazai viszonyaink között nem bármelyik kombinált acélgártási eljárás bevezetése lenne a legcélszerűbb megoldás.

Valamely eljárás a vas- és acélgártás sorrendjébe csak a rendelkezésre álló összes anyag-, energia- és üzemi viszonyok mérlegelése alapján illeszthető be célszerűen. Mérlegelni kell mindazokat a lehetőségeket, amelyekkel az adott viszonyok között a termelést gazdaságosan fokozhatjuk és a minőséget megjavíthatjuk.

Általánosan ismert tény, hogy a Siemens—Martin kemence fajlagos termelése 30—35% nyersvas betétnél optimális. Az előadásban is hallottuk, hogy a nyersvas növelésével szükségképpen növekedő salak mennyisége csökkenti a kemence fajlagos teljesítőképességét.

Diósgyőr a hiányzó ócskavas egy részét — körülbelül a felét — a közeljövőben folyékony ócskavassal pótolhatja, az ott épülő buktatható Siemens—Martin pesttel. Az előadásban felsorolt duplex-eljárások közül ott a harmadikat, a bázisos előfrissítő Martin-pest és a bázisos kikészítő Martin-kemence kombinációját valósítják meg. Az ottani acélműben ez mindenestre a termelés mennyiségi és minőségi javulását fogja eredményezni. Ez valóban *egyike* azoknak a lehetőségeknek, amivel a fenyegető ócskavas hiányt célszerűen és gazdaságosan pótolni lehet.

Van azonban más lehetőség is, amelyet nem hagyhatunk figyelmen kívül, ez a szélfrittés bevezetése. Ezzel sem mondok újat, mert a legkiválóbb magyar kohászokból álló munkabizottság egyértelműen ezt a megoldást javasolta. Itt csak a két szélfrittési eljárás közötti választás, tudniillik a savas vagy bázisos konverter körül támadt a bizottság tagjai között némi nézeteltérés. Ezt a véleménykülönbséget a Vasipari Kutató Intézetnek a közelmúltban Diósgyőrről végzett kísérlete oszlatta el.

A kísérlet céljára vágányon szállítható, kb. 1 tonna befogadóképességű kis konverter állott rendelkezésünkre. Ezt az azóta már lebontott törpekohó öntőcsarnokába lehetett betolni. A konverterben a törpekohóban kalcium-aluminát salakkal termelt úgynevezett bauxit-nyersvasat frissítettünk. A törpekohónak sürgőssé vált lebontása miatt csupán két kísérletsorozatot tudtunk elvégezni. Először savas, úgynevezett szilikon-masszával, másodsor dolomittal béleltük ki a konvertert.

A frissítendő nyersvasat a kohóból csatornán keresztül közvetlenül a konverterbe csapoltuk és így a nyersvas mennyisége csak becsléssel volt megállapítható. A konvertert minden kísérlet előtt koksztüzeléssel fűtöttük. Bár a koksztüzelés folyamán a konverter falának hőfoka 1400 C°-t is elért, a kokszhamú



kikaparásakor erősen lehűlt, úgy, hogy a nyersvas belecspolásakor a konverter nem volt melegebb 800 C°-nál. A nyersvas hőfoka a konverterbe csapoláskor 1400—1460 C° között változott.

Az adagok fűjtatási ideje átlag 20—22 perc volt. A karbon 3—4 perc múlva kezdett égni. Az első adagnál a következőket észleltük.

Nyersvas összetétele :

C .....	4,63 %	S .....	0,016 %
Si .....	0,77 %	Ti .....	0,16 %
Mn .....	1,40 %	Al .....	0,01 %
P .....	0,064 %		

Csapolási hőfok : 1420 C°, a konverter hőfoka 800 C°.

Megtöltés után 2 perc múlva kezdtek a fűjtatást 0,2 at nyomással. A fővés 4 perc múlva indult meg, ekkor a nyomás 0,3 at-ra emelkedett. A tényleges fűjtatás 21 percig tartott. A konverterben 0,5% FeMn-nal, az üstben 0,5% FeSi-mal és 0,1% Al-mal dezoxidáltunk. Csapolási hőfok : 1620 C°. Az acél összetétele :

C .....	0,16 %	S .....	0,02 %
Si .....	0,46 %	Cu .....	0,28 %
Mn .....	0,20 %	Ni .....	0,05 %
P .....	0,077 %		

A salak összetétele :

SiO <sub>2</sub> .....	55,14 %	FeO .....	15,05 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,50 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,69 %
MnO .....	14,72 %	TiO <sub>2</sub> .....	0,80 %

Az acélt lemezbugává kovácsoltuk, majd 4—1,6 mm vastag lemezekké hengereltük. A kovácsolt anyagból vett próbák szilárdsági értékei hőkezelés nélkül :

		<i>Hosszirányú próba</i>	<i>Keresztirányú próba</i>
Szakító szilárdság	kg/mm <sup>2</sup>	48,7	51,—
Folyási határ	kg/mm <sup>2</sup>	35,1	36,9
Kontrakció	%	50,2	57,7
Nyúlás	%	27,5	26,2
Útómunka	mkg/cm <sup>2</sup>	12,5	13,2

Az acél szövete a mikroszkópi vizsgálat szerint rendkívül finom szemcsés, a záródmányok mennyisége sem haladja meg a közepes minőségű Martin-acélt.

A hosszirányú próbán szakítás után repedés mutatkozott.

Hideghajlítási kísérletnél teljes áthajlításkor a próba nem repedt. A hengerlést 1000—750 C° hőfokon végeztük, a lemez felülete teljesen kifogástalan volt. A savas frissítési kísérleteket be kellett fejezni, hogy a konvertert dolomit béléssel láthassuk el, mert a következő kísérletsorozatnál a nyersvas P-tartalmának elsalakitását kellett megkísérelni.

Az idő rövidsége miatt a bázisos konverterben csak két adagot fújtathattunk. A nyersvas összetétele:

$C$	$= 4,2 - 4,13 \%$	$P$	$= 0,13 - 0,09 \%$
$Si$	$= 0,49 - 0,38 \%$	$S$	$= 0,013 - 0,015 \%$
$Mn$	$= 0,5 - 0,56 \%$	$Ti$	$= 0,2 - 0,18 \%$

1% FeMn és 3% égetett mész adagolással a fújtatás szabályszerűen símán folyt le. Az egyik adagot 0,18% karbonig, a másikat 0,09%-ig frissítettük. A második acéladag összetétele:

$C$	$= 0,09 \%$	$P$	$= 0,01 \%$
$Si$	$= 0,01 \%$	$S$	$= 0,08 \%$
$Mn$	$= 0,07 \%$		

A  $P$ -elsalakitás tehát nagymértékben sikerült. A salak 0,47%  $P$ -t tartalmazott. Az acél kéntartalma a konverterben visszamaradt kokszhamutól növekedett meg. Ezzel a kísérlettel beigazolódtott, hogy a bauxit-nyersvas kevés  $Si$ ,  $Mn$  és  $P$ -tartalommal is alkalmas a bázisos szélfriessítésre. A kísérleteket tovább folytatni nem lehetett, mert a törpekohót sürgősen le kellett bontani.

Szélfriessítési kísérleteinket így egyelőre kénytelenek voltunk beszüntetni. Noha csak kevés adat áll rendelkezésünkre, mégis igazoltnak tekinthetjük azt a feltevésünket, hogy a nagy karbontartalmú és igen forró bauxit-nyersvasból savas konverterben a szokásosnál jóval kevesebb szilícium tartalommal, bázisoskonverterben pedig az általában használt Thomas-nyersvas tizedrésnyi foszfortartalmával is normális idő alatt jóminőségű acél készíthető.

Ennek az eredménynek hazai szempontból is nagy jelentősége van. Dunántúli bauxit-telepeinken nagy tömegben fordul elő olyan vasdús bauxit, amely timföld gyártásra nem alkalmas, de kalciumaluminát salak képzésére a nagyolvasztóban aránylag nagy vastartalmú hozag-anyagként használható fel. A törpekohóban évekig folytatott üzem igazolta, hogy a kalciumaluminát salakkal termelt u. n. bauxit-nyersvas kéntartalma ezred-százalékokig lecsorítható. Így a 4—5% ként tartalmazó piritpörk kohósításánál 0,003% ként tartalmazó és minden esetben rendkívül forró, közel 1500° hőmérsékletű nyersvasat is termeltünk.

A nyersvas foszfortartalma főleg a kohósításra használt koksz foszfortartalmától függ. Van ugyan kevés foszfort is tartalmazó bauxit is és ha ezt kohósítjuk, akkor a nyersvas valamivel több  $P$ -t tartalmaz, mint amennyit kísérleteinknél találtunk, ez azonban a bázisos konverterben még előnyt is jelent.

Kísérleteink szerint a bauxit-nyersvas bázisos konverterben gyakorlati értelemben kén- és foszformentes acéllá frissíthető anélkül, hogy  $P$ -tartalmát importált foszfátokkal kellene dúsítani. Ilyen acélt kereskedelmi áru hengerlésére közvetlenül is fel lehet használni. Finomításuk céljából legtöbb esetben nem lesz szükség a duplex eljárásra. Ötvözött vagy nemes acél előállítására pedig célszerűen az elektro-acélműben kell evvel az előfrissített acéllal a duplex eljárást bevezetni. Meg vagyok arról is győződve, hogy a szélfriessítésnek oly sokszor emlegetett az a hátránya, hogy az acél nitrogén tartalmát nem kívánt mértékben növeli, itt nem veszélyes. Arra kell gondolnunk ugyanis, hogy a bauxit nyersvas mindig tartalmaz annyi titánt, amennyi az acél nitrogéntartalmát folyékony állapotában megköti és elsalakosítja. A törpekohó lebontása miatt ennek igazolására kísérleteinket még el sem tudtuk kezdeni.

Mondottam, hogy valamely eljárás bevezetésénél az összes rendelkezésre álló anyag-, energia- és üzemi viszonyokat kell mérlegelni. Vas- és acélgyártásunk jövő kialakításában tehát tekintetbe kell vennünk azt is, hogy csak kevés kokszolható szenünk van és mind vasércben, mind kohókokszban tekintélyes behozatalra szorulunk. Ez a körülmény parancsolóan írja elő azt, hogy minden rendelkezésünkre álló vastartalmú nyersanyagot, tehát a vörös iszapot, a vasdús bauxitot és a szegény savas vasérceinket is felhasználjuk. E mellett igyekeznünk kell a nyersvasgyártás hőenergia-szükségletét is legalább részben hazai anyagokkal fedezni.

Csak röviden vázolólok azt az utat, amelyet — véleményem szerint — vas-termelésünkénél követnünk kellene. Az importált vasérc vasban szegényebb aprószemű részét vörös iszappal, vasdús bauxittal és piritpörkkel keverve, a Krupp-féle görgető vagy hömpölygető eljárással (Rennverfahren) kellene 92—94% vastartalmú koncentrátummá átalakítani. Ehhez a hazai barnaszenünkből termelhető apró kokszt kiválóan alkalmas. Jelentékeny mennyiségű kohókoksztot takaríthatunk meg ezzel.

A hömpölygető eljárással termelt vaskoncentrátum a nagyolvasztó vaskihozatalát lényegesen növeli és emellett termelését 30—40%-kal is fokozhatja. Az így termelhető kénben szegény nyersvasat bázisos konverterben frissítve részben közvetlen hengerlésre, részben kén- és foszformentes »folyékony ócskavasként« duplex-eljáráshoz lehet felhasználni.

Végül nem hagyhatom említés nélkül, hogy dr. Bereczky Endre, a cementkérdés tudós művelője, a napokban fordult Intézetünkhöz azzal, hogy igen fontos lenne a törpekohó újbóli felépítése, mert tervei szerint az abban termelhető kalciumaluminát salakkal szeretné a cementgyártáshoz használt szilikát-salakat javítani. Célja az, hogy a szilikátsalak  $Al_2O_3$  tartalmát 16—18%-ra és a  $CaO$  tartalmát 42—45%-ra növelje, a  $SiO_2$  tartalmát pedig 28—30%-ra csökkentse.

Ehhez csak azt a megjegyzést fűzöm, hogy a bauxit-nyersvas kohósításánál adódó kalciumaluminát salak, megőrölve minden további nélkül, magában is kiváló cementként használható fel, nem is szólva arról, hogy ez timföldgyártására is felhasználható.

#### WILHELM TIBOR

Vaskohászatunk egyik legégetőbb problémája az ócskavashiány. Ezért örömmel üdvözlöm Zsák Viktor kollégám előadását, amelyben ismertette azokat a kombinált acélgyártási eljárásokat, amelyek a kérdés megoldásánál számbajöhetnek.

Mivel nagy, tehát 50% feletti nyersvasbetétnél főleg a salak nagy mennyisége okozza az acélgyártó számára a főnehézséget, ezért igen tanulságosnak tartom, hogy az előadásban külön helyet kapott a salakviszonyok, illetőleg a viszonylagos salakmennyiségek tárgyalása. Az előadás első salakszámításával kapcsolatban megemlítem, hogy *Dichmann* adata, amely szerint 100 kg betétre 2,5—3 kg oxigén megy át  $FeO$ -n keresztül a fűrdőbe a láng oxidáló hatása következtében, nem felel meg az acélgyártás jelenlegi fejlődési állapotának. *Dichmann* ezt az adatot körülbelül 30 évvel ezelőtt közölte és adata a klasszikus Siemens-Martin kemencére és a klasszikusan lassú beolvadás utáni dekarbonizációra vonatkozott. Ma Magyarországon szép számmal találunk nagy olvasztóteljesítményű März-, félventuri tűzfejű és olajtüzeléses Martin-kemencéket. Gyakorlati tapasztalat, hogy ezeknél a kemencéknél a rövidebb beolvadási

idő és a korszerű tüzeléstechnikai irányítás és ellenőrzés következtében a betét kevésbé oxidálódik, mint a régi típusú Martin-kemencékben. Ugyanezen kemencék melegebb járata megengedi, hogy viszonylag kisebb karbon-tartalomnál meg lehessen kezdeni az érc adagolását. Tehát az acélgyártás jelenlegi állása szerint a 2,5—3 kg oxigén/100 kg betét kissé túlzott értéknek tekinthető. Ezenkívül különbséget kell tenni szilárd és folyékony nyersvasal dolgozó kemencék között, mivel nyilvánvaló, hogy — egyéb körülményeket azonosnak feltételezve — szilárd nyersvas használatánál a betét oxidációja nagyobb. Ha az említett tényezők tükrében vizsgáljuk a magyarországi Martin-acélgyártást, akkor a következőket látjuk: Csepelen, olajtüzelésű Martin-kemencéknél már 25—28% nyersvasbetétnél használnak beolvadás után frissítő ércet, illetőleg forraszsalakot. Diósgyőrben 40%-os nyersvasbetétnél az előadásban 50%-os nyersvasbetétre számított 2,5 kg érc/100 kg értéknél jóval többet használnak, az adagok elkészítése az oxigén ellenőrzése szempontjából ennek ellenére teljesen kielégítőnek mondható. Ózdon 50—55%-os nyersvasbetétnél az ócskavasbetéthez nagymennyiségű revét adnak, a nyersvasüstben a keverőbe való beöntés előtt kohó szállópor segítségével és magában a lapos fenekű keverőben előfrissítenek és még ezek után is igen nagy mennyiségű frissítő ércet, vagy revét használnak fel a Martin-kemencékben az adag kikészítésénél.

A közölt tények még inkább alátámasztják annak szükségességét, hogy a kombinált acélgyártási eljárásokkal behatóbban foglalkozzunk.

Az előadásban alkalmazott salakszámítási módszerben kifogásolható, hogy amikor Magyarországon jelenleg csak teljesen bázisos felsőrészrel megépített Martin-kemence található, akkor a boltzatból és falazatból származó salak szilikátsalaknak minősíttessék. *Dichmann* idejében az akkoriban általánosan alkalmazott szilikaboltzatok és a salakzóna felett szilikatéglával falazott oldalfalagnál a számítási módszer nyilvánvalóan helytálló volt. Mivel a salakszámítások elsősorban a salak mennyiségére vonatkoznak, ez a kis különbség természetesen nem befolyásolja az összehasonlító számítások értékét.

A salak mennyiségének problémáját a gyakorlatban még egy feladat nehezíti meg. Jelenleg igen nagy mennyiségben kell kicsiny, max. 0,030% S-tartalmú acélt Martin-kemencében gyártani. Az S-tartalom csökkentése Martin kemencében lassú, körülményes és drága folyamat. Ha a tüzelőanyag nagy az S-tartalma, vagy a salak nem eléggé bázisos, akkor igen gyakran növekszik az acélfüldő S-tartalma. *Steiner* közölte táblázat szerint az acélfüldő S-tartalmát csak akkor lehet 0,040-ről 0,029%-ra csökkenteni, ha a salak  $\text{CaO/SiO}_2$  értéke 3,1-ről 3,9-re emelkedik. Az előadásban közölt számítás 2,2-es  $\text{CaO/SiO}_2$  arányt vesz fel, amellyel megfelelő foszfortalanítás mellett kielégítő Mn redukciót lehet elérni. A leírt összsalak  $\text{CaO/SiO}_2$  értéke azonban ennél jóval nagyobb, a  $\text{P}_2\text{O}_5$ -hoz kötött CaO mennyisége miatt, amit a számítás külön vett tekintetbe. A leírt példában a salak összes  $\text{CaO/SiO}_2$  értéke 2,8-nak adódik. A kéntelenítés követelménye olyan nagy salakmennyiségeket kíván meg még kis kéntartalmú tüzelőanyagoknál is, hogy — különlegesen kis S-tartalmú nyersvas felhasználását nem tekintve — még közepes, tehát 45—55%-os nyersvasbetéttel sem lehet max. 0,030% S-tartalmú acélt egylépcsős módszerrel gyártani.

Tehát külön ki kell emelni a kombinált acélgyártási eljárások jelentőségét a kis S-tartalmú acélok gyártása szempontjából. Ugyanis ezeknél az eljárásoknál az előadó által világosan ismerttetett okok következtében kis mennyiségű salak mellett is nagy bazicitású salakokkal lehet dolgozni. Semmi esetre sem szabad megfedkezünk arról, hogy kis mennyiségű salaknál a S eltávolítása csak

nagyobb bazicitásnál sikerül, mivel a salak kéntartalmának viszonya a fürdő kéntartalmához a kén eltávolításánál igen fontos. Kis mennyiségű salaknál a salak kéntartalma nagyobb, mint nagy mennyiségű salaknál, ha feltételezzük, hogy a betét kéntartalma és a fürdő kéntartalma mindkét esetben — kis és nagy salakmennyiségénél — azonos. Tehát a kisebb salakmennyiség a bazicitás emelését követeli meg. *Chipman* szerint, ha 0,030% S-tartalmú acélt akarunk gyártani, a salakban a S-tartalom csak akkor mehet 0,2%-ra, ha a salak bázisos és savas alkotórészei molekulakonzentrációjának aránya 2,16.

Nehéz feladat annak végleges eldöntése, hogy Magyarországon milyen kombinált acélglyártási módszert vezessünk be. Azonban igen időszerűnek és szükségsszerűnek látszik, hogy ezután az előadás után haladéktalanul nagy üzemi kísérletek induljanak meg a fontos és sürgető kérdés eldöntésére.

*Irodalom:* Earnshaw-Cook, Open-Hearth Steel Making.

#### TETMAJER ALFRÉD

Az előadás a magyar vaskohászat és a vaskohászati termelés válságos szektorába vezetett bennünket, a tömegacélglyártás területére.

A tudomány vonalán foglalkozott a tömegacélglyártás kérdéseivel, nyilván avval a célkitűzéssel, hogy a gyakorlat emberei a tudományos elvi exponálás megvilágításában biztos tájékozódást szerezzenek a jövő feladatai tekintetében.

Ezek a feladatok igen nehezek, megoldásuk nem kevésbé az. Nem kisebb dologról van ugyanis szó, mint a nehézipar legfontosabb kiindulási termékének, az acélnak tömeggyártási rendszerét alapvetően megváltoztatni.

Zsák professzorral együtt jóegynéhányan látjuk és tudjuk, hogy a magyar tömegacélglyártásnak mai rendszere elöregedett, megkorhadt, mégpedig azért, mert a műszaki és gazdasági fejlődés a multtól lényegesen különböző és fokozott követelményeket támaszt a tömegacélglyártás tervszerűsége, termelékenysége, gazdaságossága és az acél minősége tekintetében és ugyanakkor igen hosszú látra gyökeresen megváltoztatja a glyártás anyagi adottságait.

Annak következtében, hogy a glyártás anyagi adottságai változtak meg, nevezetesen, hogy most és a jövőben még inkább, sokkal több nyersvasból és sokkal kevesebb acélhulladékból kell glyártani a tömegacélt, kényszerűen vált rosszabbá a nálunk használatban levő Martin-féle acélglyártó eljárás miatt az acélglyártás tervszerűsége, termelékenysége, gazdaságossága és maga az acél minősége is.

Az előadás meggyőző metallurgiai érveléssel mutatott rá, hogy minél nagyobb bizonyos határon túl a Martin-kemencében feldolgozott nyersvas-hányad, annál kevésbé tartható kézben a glyártás. A gyakorlatban ez annyit jelent, hogy az acélglyártó sokszor nem képes egy-egy acélminőséget arra az időre előállítani, amint azt a hengerművek tervszerű üzemenete megköveteli. Sajnálatos termelési hiány, sajnálatos tervszerűtlen hengerelt áruglyártás ennek a következménye és természetesen magának a tervszerű glyártásnak csorbítása.

A túl nagy nyersvas-hányad a Martin-kemence betétjében meghosszabbítja az acéladag glyártási időtartamát és csökkenti a termelékenységet. Ez a termelékenység csökkenés minden üzemi szakember előtt ismert nem kívánatos járuléka az ilyen Martin-acél-termelési módszernek.

A túl nagy nyersvas-hányad csökkenti azonban a Martin-acélglyártás gazdaságosságát is. Szükségsszerűen nagyobb a hőenergiafogyasztás, vagyis

a gyártás több szénbe kerül. Továbbá minél nagyobb a nyersvashányad, annál több különleges minőségű, igen drága és csak valutával beszerezhető külföldi vasércre van szükség. És ami nagyon fontos, a mi nyersanyagszegénységünkben: minél nagyobb a kemencebetétben a nyersvashányad, annál nagyobb az effektív veszteség színvasban is. Ezt számításaim világosan mutatják. Az effektív veszteségi többlet a magyar acélgyártási volumen mellett nem lekicsinylendő mennyiség, mert több tízezer tonna nagyságrendű. Bizonyos, hogy a Martin-acélgyártás gazdaságosságát a nagy nyersvashányad a betétben jelentősen rontja.

Végül a nagy nyersvashányad a Martin-kemence betétjében csendesen rejtőző, de esküdt ellensége a minőségi acélgyártásnak. Az okokra Zsák professzor találóan rámutatott. Minden szakember tapasztalta, mennyire bizonytalan a jó minőség elérése olyan acéllal, amelyet a gyártás során egy vastag salaktakaró borít, amely kézben nehezen tartható metallurgiai kölcsönhatásokat végez az acélfürdővel, ahová mi magunk viszünk be mesterségesen jelentős mennyiségű oxydot. A magyar szenékből előállított, kénben dús generátorgáz minőségrontó hatása is legyen a teljesség kedvéért megemlítve, ami hatványozva érvényesül, ha nagy nyersvashányaddal dolgozik a Martin-kemence, mert hiszen a nyersvassal tetemes mennyiségű kén is kerül a kemencébe.

Összefoglalólag az adódik, hogy a túlnagy nyersvashányad nem való a Martin-féle acélgyártási folyamatba, mert rontja a gyártás tervszerűségét, rontja a termelékenységet, rontja a gazdaságosságot és rontja az acél minőségét.

Ha lehet is ügyeskedő tüneti kezeléssel a bajokat csökkenteni, ez alapján nem változtat a tényen, hogy a műszaki szemlélet mai szintjéről ítélve a túl nagy nyersvashányaddal dolgozó Martin-acélgyártás kohászatilag idétlen eljárás volt és marad is.

Előbb, vagy utóbb, de a magyar nép gazdaságának érdekében inkább minél előbb, el kell indulnunk azon az úton, amelyet Zsák professzor tudományos fejtegetése is megnyit:

Magyarországon be kell vezetni a legkorszerűbb konverter-acélgyártást és azt helyesen kell kombinálni korszerű buktatható laposfenekű kemenceüzemmel.

Az ilyen gyártási mód nagy rugalmassága mellett egyaránt biztosítja a tervszerű gyártást, a fokozott termelékenységet, a jobb gazdaságosságot és a kis selejttel járó minőségi termelést.

#### FORBÁTH RÓBERT

Az előadás acélgyártásunk leglényegesebb problémáját tárta fel, t. i., hogy acéltermelésünk alapanyaghelyzete egyre inkább a nyersvas felé tolódik el és egyre kevésbé rendelkezünk megfelelő mennyiségű, még kevésbé megfelelő minőségű ócskavassal és frissítőércel. Az ócskavas viszonylagos csökkenő tendenciája éppen a szocialista gazdaság egyik törvénye, hiszen a berendezéseket elpusztító válságok hiányoznak a szocializmusban, a nép vagyonának gondos megőrzése pedig meghosszabbítja a vasból készült berendezési tárgyak élettartamát. A fejlődő technológiai eljárások pedig a hulladékok mennyiségét csökkentik és így egyre kevésbé számolhatunk az előadó említette 30%-os visszatérő hulladékkal is. Tudjuk, hogy jóminőségű, tehát kis kavasavtartalmú frissítőércekből is aligha számolhatunk avval a mennyiséggel, amit az országos nyersvas-arány a nyersvas-érc eljárás üzeméhez megkívánna. Úgy mennyiségi, mint minőségi megfontolások alapján elkerülhetetlen tehát, hogy olyan acél-

gyártási módot is vezessünk be, amelyik alkalmas ennek a veszélyes helyzetnek a kiküszöbölésére.

Az előadó salakszámításai hazai viszonylatban még kedvezőtlenebbek, különösen gázfűtésű kemencéinknél. Fűtőgázaink közismerten nagy kéntartalma a 2,2-es bázisosságnál még nagyobb bázisosságot kíván, továbbá 80%-os nyersvasbetétnél nem igen jövünk ki a 10%-os ércadagolással, hanem az annál még több kell. *Bading* szerint is 20 kg-mal kell számolni 100 kg folyékony betétre. Ezek mind csak növelik a salak mennyiségét, tehát kalóriafogyasztást és a vasvesztéget egyaránt, ezzel is alátámasztva a fejtegetés helyességét.

Az egyes duplex-eljárások összehasonlításánál teljesen egyetértek az előadóval, hogy a savanyú szélfrissítéssel kombinált Martin-eljárás, bizonyos feltételek mellett, rendkívül kedvező. Az egyik ilyen feltétel, amit az előadó megállapítja, a 0,20%-nál kisebb foszfortartalom a nyersvasban. Jelenlegi ércünk és kocsunk minősége azonban csak igen ritkán adja ezt az értéket és ezért a foszfortalanítás, mint most is, álló kemencéinkre nagy munkát ró. Ha pedig martinsalakjaink nagyobb mérvű felhasználását is szem előtt kívánjuk tartani, akkor egyre inkább előtérbe nyomul a buktatható kemence szükségessége, aminek tudvalevőleg igen nagyok a beruházási költségei.

Nem tudok egyetérteni avval a megállapítással, hogy a bázisos szélfrissítéssel, tehát a Thomas-eljárással termelt acél tartalmazná a legtöbb nitrogént. Elméletileg természetesen a szélfrissítéssel a bázisos eljárásnál vannak a nitrogénfelvétél legnagyobb lehetőségei. A gyakorlatban azonban a fejlettebb Thomas-művek éppen úgy 0,010—0,015% közti nitrogéntartalommal dolgoznak, mint a legjobb Bessemer-művek. Ez csak a normális, minden különösebb fogást mellőző eljárásokra vonatkozik. Ma már azonban az utolsó évek nagyüzem-szerű kísérletei alapján éppen a Thomas-eljárással tömegesen állítanak elő olyan acélt, amelyikben a nitrogéntartalom alig haladja meg a Siemens—Martin-kemencében gyártott acélét és ezek a javított eljárások alig költségesebbek vagy körülményesebbek a normális Thomas-eljárásnál. Éppen ezért a 0,010% alatti  $N_2$ -tartalom eléréséhez nincs is szükség a Siemens—Martin kemencében való utókezelésre.

A tűzálló bélés tekintetében sem lehet egyértelműen a szilikatégla javára eldönteni a kérdést. Bár a szilikatégla ára valóban olcsóbb a döngölt dolomit-masszájánál, annak 1 t acélra eső fogyasztása kb. kétszerese vagy esetleg több a dolomithoz viszonyítva és így használat közben ez a költségtétel kiegyenlítődik.

Mindemellett a régebbi telepítésű duplex-acélművek jórésze a savanyú szélfrissítéssel termelt félgyártmányra támaszkodik. Hogy az újabb létesítményeknél egyre inkább Thomas-, vagy Thomas-eljárással kombinált acélművekről olvashatunk, annak oka az összefüggések mélyebb megismerésében és az utóbbi évek sikeres kísérleteiben rejlik. Nagyon kevés acélmű gyárt tisztára minőségi acélt, tehát olyan acélt, amelyiknél a Thomas-acél 0,04% körüli foszfortartalma és 0,010% körüli  $N_2$ -tartalma bajokat okozhatna. Ezért az ilyen nem túligényes minőséget közvetlenül konverterből készítik ki és evvel igen nagy gazdasági előnyök érhetők el. Duplex-eljáráshoz csak a nagy követelményű minőségi acél kerül.

Nemrégiben még alapkövetelmény volt, hogy a bázisos szélfrissítéshez a nyersvas legalább 1,7% foszfort tartalmazzon. Ma már teljes biztonsággal lehet oxigéndúsítású fúvólevegő nélkül és kisebb foszfortartalmú, sőt Martin-nyersvashoz hasonló összetételű nyersvasat bázisos konverterben frissíteni. Utalok a Linzben végzett kísérletekre, a turbókemence tapasztalataira, de

*Visnyovszky* kartárrsal végzett, sajnos kisszámú saját kísérleteinkre is, ahol normális Martin-nyersvasat bázisos béléssel kitűnően lehetett frissíteni. Ennek feltétele csupán fizikailag elég meleg nyersvas és olyan fúvatási elrendezés, amelynél a karbon legnagyobb részében közvetlenül  $\text{CO}_2$ -vé ég el és így biztosítja, hogy a hőmérték végig pozitív marad.

A normális Thomas-eljárás is biztosítható és igen gazdaságos, ha érc-elegyünket a nagyolvasztóban Martin-salakkal és nyersfoszfáttal dúsítjuk. Az így kapott Thomas-salak-műtrágya igen olcsó és mezőgazdaságunk műtrágya-szükségletét jórészt kielégítené.

Az elmondottak alapján a duplex-eljárás kérdéséhez csak részben mernék pozitívan állástfoglalni. Igen, használjunk ott duplex-eljárást, ahol a legkényesebb minőségi követelményeket kell kielégíteni. De általánosságban gazdaságosabbnak látom, ha kereskedelmi acéljainkat közvetlenül bázisos konverterben állítjuk elő és az így megtakarított ócskavassal megjavítjuk Martin-kemencéink betétarányát. Ez a kemencék mennyiségi és minőségi mutatóit egyaránt emelni fogja, különösen, ha a fűtőgáz kétkérdését meg tudjuk oldani. A bázisos eljárás mellett pedig azért foglalok állást, mert egyrészt szemben a savanyú eljárással a rendelkezésre álló nyersvasból közvetlenül biztosít kész acélt, másrészt a műszaki fejlődés sokkal több lehetőséget tartalmazza, mint a savanyú.

Összefoglalva tehát: népgazdasági célkitűzéseink legcélszerűbb megoldását olyan acélmű biztosítaná, amelyik bázisos szélfrissítésen alapul, termelésének nagyobb részét, pl. 60%-át közvetlenül konverterből állítja elő, míg a többi mint féltermék kerülne Siemens—Martin-kemencébe duplexezés céljából. Ez az egység elég rugalmas volna minden termelési igény kielégítésére, beruházási költségeiben jóval kisebb egy azonos kapacitású buktatható kemencékkel bíró Martin-műnél és termelési költségei az elvégzett számítások szerint rendkívül előnyösek.

#### KERPELY KÁLMÁN

A konverter eljáráshoz, nem is annyira a savas Bessemer, hanem a bázisos Thomas-eljáráshoz szeretnék néhány kiegészítő megjegyzést fűzni.

Ha már konverter eljárás szükségességéről beszélünk, hazai viszonylatban inkább a bázisos konverterezésnek látnám szükségességét, egyrészt az acél minőségével szemben (S, P) támasztott mind nagyobb követelmények folytán, másrészt a bázisos tüzálló bélés kérdésének figyelembevételével is.

Megfelelő minőségű kvarcitokkal tudtommal nem rendelkezünk, ellenben dolomit korlátlan mennyiségben és minőségben áll rendelkezésünkre. Már pedig a bélés tartóssága szempontjából, ami igen lényeges úgy a teljesítmény, mint az önköltség tekintetében, meg kell vizsgálni a kérdést.

A Martin-eljárás feltétele, hogy az ócskavas olcsóbb legyen, mint a nyersvas, és főleg elegendő mennyiség álljon rendelkezésre. Nem mindegy, hogy milyen az ócskavas/nyersvas aránya a Martin-kemencékben. Amilyen mértékben növekszik a konverter acél termelés, olyan mértékben lehet növelni a Martin-kemencében az ócskavas arányát adott mennyiségű ócskavasra vonatkoztatva, ami megfelel az öntecs átlagos költségcsökkentésének. Mert ha például világviszonylatban az 57% ócskavas betét 50%-ra csökkenne, ez azt jelentené, hogy az öntecs valamivel több, mint 3%-kal megráguina.

Az utóbbi években többször hallottuk, hogy kis P-tartalmú Martin-nyersvasat nagy mangántartalommal jó eredménnyel fúvattak. Ennek azonban csak akkor van előnye, — a Martin-eljárással szemben — ha az utóbbi 50/50%



aránnyal dolgozik. Vagyis a bázisos konverter üzem öntecs költségei kb. megfelelnek egy modern Martin-üzem öntecs költségeinek, ha az 50% ócskavas arányban dolgozik, és ha az ócskavas ára a nyersvas árának kb.  $\frac{2}{3}$ -a; ha az ócskavas ára kisebb, akkor a Martin-üzem a gazdaságosabb. A másik lehetőség, ha az ócskavas készlet kicsi, és a Martin-kemencék nagy nyersvas hányaddal kényszerülnek dolgozni, akkor a kereskedelmi acélokat bázisos konverterrel lehetne előállítani. Ha pedig a körülmények nem kedveznek, a bázisos eljárásnak, akkor, miután kb. 30%-ra tehető a kereskedelmi termelés, ezt Martin-nyersvas felhasználásával kb. azonos költséggel lehetne fúvatni. Viszont, ha növelni kell az ércre és nyersvasra alapozott acélgyártási kapacitást, akkor a nyersvas feldolgozására ajánlatos a konverter eljárás, mivel a nagy nyersvasfogyasztás ellenére a termelt acél egész mennyiségének költségei tonnánként valószínűleg nem fognak a jelenlegivel szemben változni. Ehhez azonban szükséges a nyersvas *állandó* összetételének és hőmérsékletének biztosítása, mert ez az alfája és omegája az egész konverter eljárásnak, úgy savas, mint bázisos konverteracél gyártásnál.

Figyelemmel kell lenni a Martin-nyersvasnak konverterben való fúvatásánál a hőviszonyokra is. Kerek számokban pl. 4% C, 0,7% Si, 2% Mn és 0,1% P tartalmú Martin-vas fúvatásánál felszabadul a levegővel való fúvatásnál 311 kal, oxigénnel való fúvatásnál kb. 495 kal. Ugyanígy számítva bázisos Bessemer nyersvasnál kb. 518 C° hőfokemelkedést, savanyú Bessemerezé-nél 504° hőfokemelkedést kapunk, ha a fejlődő gázok csak az első oxidációs fokig égnek, ki, ami a tényleges gyakorlatnak csak részben felel meg. Tehát a közönséges nyersvas fúvatásánál a hőegyensúly igen kritikus, és csak nagyon meleg Martin-vasat lehet könnyen fúvatni.

Viszont oxigénnel való fúvatásnál az elméleti hőfokemelkedés ugyanolyan nagyságrendű, mint a normális konverter eljárásoknál. Oxigénnel való fúvatásnál a levegő-fúvatással szemben tényleg 100—150°-al magasabb hőmérsékletet értek el, és jobb minőségű, kb. 0,005% nitrogén tartalmú terméket is kaptak.

Körülbelül négy évvel ezelőtt javasoltam, hogy a konvertert nagyfrekvenciás elektromos kemencével egy egységben kombináljuk, mert így valószínűleg igen jó minőségű acél állítható elő, és így elektromos úton juttatható be a fémfürdőbe a szükséges további hőmennyiség, amit kb. 70 kWó/t áramfogyasztás bőven fedezne. Abban az időben az ócskavas kérdés még nem volt olyan égető, mint ma, így javaslatom nem talált kedvező fogadtatásra. Nemrégén viszont egy külföldi szaklaphóból arról értesültem, hogy a konverter jövő fejlődési iránya az indukciós kemencével való kombináció egy egységben, aminek nagy kilátásai vannak, úgy a minőségi tömeggyártás, mint a gazdaságosság szempontjából.

Az indukciós hevítés sokatigérő eljárásnak látszik Martin-nyersvas és olyan nyersvas fúvatásánál, — gondlok itt a bauxitnyersvasra, — amelyek hőfejlesztő alkotókban szegények, ha ilyenekből akarunk közönséges konverter acélokkal egyenlő olcsóságú kereskedelmi acélt előállítani. Ily módon nemcsak kis nitrogéntartalmú acélt lehet előállítani kb. a Martin-acél önköltségi árán, de még olcsóbban is, mint az oxigénnel fúvatott acélt. Másrészt a fúvatás után lehet ugyanabban a konverterben elektromos raffinálást, ötvözést, stb. is végezni, és így az elektroacélét elérő minőséget is gyártani, lényegesen olcsóbban, és nagyobb mennyiségben, mint a mai szokásos eljárásokkal. Különösen hazai viszonylatban szükségesnek tartottam erre a lehetőségre rámutatni, és az Akadémián keresztül javasolni, hogy a Kohóipari Tervező Iroda a bizo-

nyára nem könnyen megoldható szerkezeti kivitel kérdésével, és az illetékes hatóságok ezen még újszerű eljárás minél előbbi kísérleti kivitelezésével foglalkozzanak.

Azonfelül, hogy megtakarítható egy nagy oxigén-fejlesztő telep sokmilliósi beruházása, a kombinált konverter beruházási költségei lényegesen kisebbek, mint az ugyanolyan teljesítőképességű Martin-üzemé, kevesebb helyet foglal el, gyorsabban felépíthető és jobb minőségű acélt gyárthatna, mint a jelenlegi Martin-kemencék, tekintve, hogy indukciós hevítésű konverterben egy eljárásban állítható elő a fúvatás és finomítás, mi által elkerülhetők azok a hő- és időveszteségek, amelyek az acélnak egyik kemencéből a másikba való átöntésénél fellépnek.

Még egy körülményre kell a figyelmet felhívnom. Az indukciós hevítésű konverterben Martin-nyersvas fúvatásakor elsalakult MnO folyamatos termelése megoldható kell, hogy legyen, és az így kinyerhető ferromangán mennyisége a nyersvas kb. 2% Mn tartalmánál kb. 10—12 kg fémmangánra, vagy tonnánként 13—15 kg FeMn-re becsülhető öntecs, amiáltal az üzem ferromangán szükséglete  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ -re csökkenthető lenne.

#### SZÜCS ENDRE

A Martin-eljárás eredeti alakjában szinte válságban van. Minden Martin-kemencénél a konstrukciós adottságoktól, szabályozhatóságától és az alkalmazott tüzelőanyagtól függően adott nyersvasösszetétel és ócskavasminőség mellett adott az a nyersvas-hányad, amely a nyersvas/ócskavas arviszonyát figyelmen kívül hagyva, a leggazdaságosabb termeléssel együtt a legjobb minőséget is biztosítja. E mellett a nyersvas arány mellett keletkező salak mennyiségileg éppen elegendő, hogy az acélgyártásnál feladatát betöltsse, a szennyezők oxidjait oldatban tartsa, a gyártás későbbi szakaszában pedig a fürdőt a felesleges oxidációtól védje. Ugyanakkor hátrányai, mint pl. a szigetelő hatás és nagy hőtartalom, amelyek a kikészítést késleltetik, még nagyobb nehézséget nem okoznak. Ha lényegesen nagyobb, vagy kisebb feldolgozási arányt választunk, a tényezők valamelyikénél a mennyiségi, sőt legtöbbször a minőségi termelés tekintetében is hátrány mutatkozik. Általában mondhatjuk, hogy ma világszerte sokkal kevesebb ócskavas áll rendelkezésre, mint amennyi kellene. Az előadó kimutatta, hogy különösen nálunk rendelkezésre álló nagy kovasav tartalmú frissítő érceknél a nagytömegű salaktól a gyártás első szakaszában meg kell szabadulni.

A salak eltávolítására álló Martin-kemencéből a Szovjetunióban fejlett módszert dolgoztak ki. Ez az úgynevezett »termikus lökással« végrehajtott felhaboztatás. A módszer lényege, hogy a viszonylag alacsony hőmérsékletű fürdőre egyszerre nagymennyiségű ércet adagolnak és 5—7 perc múlva a tüzelést kikapcsolják, mire a salak rendszerint a hirtelen reakció következtében olyan erősen felhabzik, hogy felesleges mennyisége külső beavatkozás nélkül távozik el a kemencéből az előre megnyitott gáton keresztül. Diósgyőrben folytattunk kísérleteket a felhaboztatással való salak eltávolítására, ez azonban csak ritkán sikerült, ami azt bizonyítja, hogy az eljárás minden részlete nem ismeretes előttünk. Ezért az eljárás részletes tanulmányozása lenne kívánatos, tekintettel annak különleges fontosságára. A kísérletek folyamán csak akkor sikerült a salakot felhaboztatással eltávolítani, ha a fürdőbe jó sok ércet adagoltunk és mangánban elszegényítettük, illetve a betét volt mangánszegény. Ilyenkor a felhabzott salak 20—30% FeO-t tartalmazott. Az eljárást különösen hazai

vonatkozásban nagyon megnehezíti, hogy nagy vas- és mangánvesztéssel jár, ami valószínűleg a Szovjetunióban sem lehet másképpen, mert hiszen az ércelés után néhány perccel kezdődik a salak leeresztése. A Szovjetunióban ennek valószínűleg nincs olyan jelentősége, mivel jóminőségű frissítőérc korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre és a fémoxidokban dús salakot valószínűleg nagyolvasztóban újra feldolgozzák.

Ha a salak eltávolítását a fáradságos kézierővel végezzük, vagy legcél- szerűbben buktatható kemencét alkalmazunk, 15—20% FeO tartalomnál lehetséges a salak eltávolítása, ami lényeges frissítőérc megtakarítást jelent. Ez a gondolat vezetett bennünket a diósgyőri 180 tonnás buktatható kemence tervezésénél. A buktatható kemence alkalmazásánál akár ugyanabban a kemencében végezzük az acélgyártás két főperiódusát, akár duplex módon másik savas, vagy bázisos álló kemencébe öntjük át, a nyersvas változása a legkedvezőbb aránnyal szemben csak az acél előállítási költségét és mennyiségi termelést befolyásolja, a minőséget nem.

Említette az előadó a duplexirozásnak azt a módját, amikor Thomas-konvertert járatnak parallel bázisos Martin-kemencével.

A közelmúltban volt alkalmam ilyen üzemet részletesen megismerni. A savasboltzatú Martin-kemencébe 5—10% szilárd nyersvasat, 15—20% főleg saját visszatérő hulladékot és 70—85% előfűjtatott Thomas-vasat öntöttek be, amelynek átlagos összetétele a következő :

karbon .....	0,3 —0,8 %
mangán .....	0,15—0,25%
foszfor .....	0,03—0,08%
kén .....	0,04—0,06%

A 70—80 tonna betéttel járó kemencéből kevert gáztüzelésnél 3—4,5 óránként csapoltak 1—1 adagot, tehát a teljesítmény óriási és ugyanakkor a gyártott acél minősége kifogástalan és a legkényesebb célra mint pl. a kazánlemez céljára is megfelel. Az 5 darab 30 tonnás konverterrel felszerelt Thomas-mű főleg készárura jár és a mindenkori minőségi kívánalmaknak megfelelően szolgáltat csak félterményt a Martin-acélmű számára. Thomas-acélból közvetlenül kényes gyártmányokat mint pl. csőanyagot is előállítottak. Hazai viszonyaink között a szélfrissítéses Martin duplex-eljárás savas konverter és bázisos Martin-kemence alakjában jöhet elsősorban — véleményem szerint — számításba. Mivel a meglévő üzeinkben konverterek felállítása nehézkes és egyelőre sok ellenkezésre talál, kívánatos volna egy közbeeső lehetőség részletes megvizsgálása. Bukató művel ellátott nyersvas kocsira szerelt üstöt — pl. a diósgyőri u. n. »Demag« üstöt — kellene úgy kiképezni, hogy levegő, illetve Diósgyőrben rendelkezésre álló oxigénben dús levegő befújására legyen alkalmas. Az üst függőleges helyzetében a befúvó nyílások a nyersvas szintje fölött legyenek. A kicsapódó salak és füst felfogására, illetve elvezetésére az üstöt a konverter ismert felső-részéhez hasonlóan külön leszerelhető toldattal kellene ellátni. A fúvatás befejezése után az üsttoldatot leemelve a mozdony most már az acéllá fűjtatott nyersvasat a Martin-műbe szállíthatja és az adagoló oldalról a kemencébe öntheti közvetlenül vagy másik üstbe való átöntés után.

Kb.  $\frac{3}{4}$  évvel ezelőtt Diósgyőrben két alkalommal végeztünk kísérletet az eljárás kipróbálására. Egyik alkalommal levegővel, másik alkalommal pedig tiszta oxigénnel. A félhüvelykes csövön befűjtatott kismennyiségű levegő

természetesen  $\frac{1}{2}$  órán keresztül sem változtatta meg lényegesen a 30 tonna nyersvas összetételét, azonban a helyi felmelegedés azt bizonyítja, hogy az eljárás alkalmazható és részletes kísérletezésre ajánlatos. A két előzetes kísérletezés is azt igazolta, hogy az üst fölé helyezendő toldalék elkerülhetetlen. A megoldás kétségtelenül kényszermegoldás, de a lehetősége mindjárt nem látszik olyan lehetetlennek, ha nézzük a Diósgyőrben nagyon szellemesen a salaküstkocsira szerelt 1 tonnás kiskonvertert, amellyel teljesen üzemszerűen számos kísérletet végeztünk és a konverternek különleges felállítási alakja semmi nehézséget nem okozott. Evvel az eljárással és a tervbevett 180 tonnás buktatható kemencével az egész diósgyőri Martin-acélművet duplex eljárásra lehetne beállítani és egy kemencében sem kellene több nyersvasat feldolgozni, mint ami a legkedvezőbb feldolgozási aránynak megfelel, ugyanakkor számos probléma — mint a salakeltávolítás, adagolás, részben a gáz kéntartalma — magától megoldódna.

### RÉPÁSI GELLÉRT

Az előadás az acélipar legfontosabb kérdéseinek egyikével foglalkozik. Már az Acélművek ezévi munkájára rányomta bélyegét az ócskavas hiánnyal folytatott küzdelem. Ma már mindannyiunk előtt világos, hogy a következő években az eddigi gyártási technológiát nem tarthatjuk fenn. Ezért különösen Diósgyőrben, ahol eddig csak nyersvas-ócskavas eljárással dolgoztak, az előtt a feladat előtt állunk, hogy kidolgozzuk a nagy nyersvashányaddal való gyártás technológiáját. Az előadás éppen ezért jelent az üzemek dolgozóinak nagy segítséget és támogatást.

Az előadás a nagy nyersvas hányaddal folyó munka döntő nehézségét a salak mennyisége elleni küzdelemben jelöli meg. A szóbajöhető eljárások közül Diósgyőrben hárommal kell számolni.

1. 60—65% nyersvas felhasználása duplex-eljárás nélkül álló Martin-kemencékben,

2. 60—65% nyersvas felhasználása duplex-eljárással és pedig bázisos buktatható kemence kombinációja álló bázisos Martin-kemencével és

3. álló bázisos Martin-kemence kombinációja álló bázisos Martin-kemencével.

Az első kérdés, hogy lehetséges-e ilyen mennyiségű nyersvasat normális salakmennyiséggel feldolgozni.

A salak mennyiségét befolyásoló tényezők:

1. Nyersvas mennyisége,

2. nyersvas összetétele,

3. hulladék minősége,

4. a boltozat és a falazat, valamint a fenékjavító anyagokból felmárt, feloldott részek.

A 3. és 4. általánosságban minden acélgyártási eljárásnál állandónak vehető, míg változtatni a nyersvas összetételét lehet.

Felvetődik a kérdés, mekkora az a salakmennyiség, amely a kétszakaszos eljárásokat szükségessé teszi.

Ez a határ legyen a normális nyersvas-ócskavas eljárásnál keletkező közepes salakmennyiség. A mai hulladékviszonyok mellett generátorgáz tüzelésű SM-kemencékben 1% Si és 2,5% Mn-tartalmú 0,2% P nyersvas adja a normális beolvadást érc használata nélkül.

A keletkező salakmennyiség :

1. 35 kg nyersvas és 65 kg ócskavasból :

$$\text{Si} = 0,35 \cdot 1 + 0,65 \cdot 0,1 = 0,4 \dots 0,4 \cdot 6,85 = 2,74 \text{ kg szilikát salak}$$

$$\text{P} = 0,34 \cdot 0,2 = 0,07 \dots 0,07 \cdot 6 = 0,42 \text{ kg foszfát salak}$$

2. A boltozat és falazatból leolvadó  $\text{SiO}_2 = 0,45 \text{ kg}$  (ez bázisos kemencénél kevesebb) és ebből  $0,45 \cdot 3,2 = 1,44 \text{ kg}$  szilikát salak.

3. A fenékjavító anyagokból : 1,5 kg

ez összesen : 6,1 kg.

Beolvadáskor 30% fémoxiddal számolhatunk, így a salak fémmennyisége  $8,7 \text{ kg} = 8,7\%$  kereken 9%.

Mennyi nyersvasat tudunk feldolgozni 9% salak mellett kovasavban szegény érceknél.

3%-nál kisebb  $\text{SiO}_2$  tartalmú érceknél visszafelé kiszámítható a nyersvas Si és P tartalma, mert a salak mennyiségét befolyásoló tényezők közül a nyersvas mennyiségén és összetételén kívül a többi állandónak vehető, azaz ércből és a nyersvas Si és P tartalmából képződő szilikát és foszfát salak mennyisége nem lehet több 3,16 kg-nál.

Ha olyan mágnesevárc áll rendelkezésre, amelynek  $\text{O}_2$ -tartalma 26,7%, a következő kép adódik.

Számíthatjuk 60% (0,4% Si, 2% Mn, 0,2% P-tartalmú) nyersvashoz szükséges  $\text{O}_2$  mennyiségét 100 kg betétre.

$$\text{C} \quad 2,1 \cdot 1,33 = 2,79$$

$$\text{Mn} \quad 1,2 \cdot 0,30 = 0,36$$

$$\text{P} \quad 0,12 \cdot 1,29 = 0,15$$

$$\text{Si} \quad 0,24 \cdot 1,14 = 0,27$$

3,57 kg  $\text{O}_2$ /100 kg betét.

A lángból kapunk 2,5 kg- $\text{O}_2$ -t.

Szükséges érc  $\text{O}_2$ :  $3,57 - 2,5 = 1,07 \text{ kg}$

A szükséges érc :  $\frac{1,07}{2,67} \cdot 100 = 4 \text{ kg}$  (100 kg betét)

A salak mennyisége pedig :

$$\text{nyersvasból Si} = 0,24 \cdot 6,85 = 1,64 \text{ kg szilikátsalak}$$

$$\text{P} = 0,12 \cdot 6 = 0,72 \text{ kg foszfátsalak}$$

$$4 \text{ kg ércből SiO}_2 = 4 \cdot 0,28 \cdot 3,2 = 0,36 \text{ kg szilikátsalak}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 4 \cdot 0,0024 \cdot 6 = 0,06 \text{ kg foszfátsalak}$$

$$\text{falazat és boltozatból} \quad 1,44 \text{ kg szilikát-salak}$$

$$\text{fenékből} \quad 1,5 \text{ kg salak}$$

5,72

30% fémoxiddal számolva az összes salak :  $\frac{5,72}{0,7} = 8,2 \text{ kg}/100 \text{ kg betét}$ .

Ez a számítás azt mutatja, hogy 0,4% Si, 2% Mn és 0,2% P tartalmú nyersvasból még 60—65%-t is fel lehet normális salakmennyiséggel dolgozni.

Az ilyen eljárás üzemi feltételei a következők :

1. egyenletes nyersvas összetétel a megadott határokon belül,
2. melegen tartott nyersvas, tehát keverő kemence,
3. 3%-nál kisebb  $\text{SiO}_2$  tartalmú frissítő érc,
4. olyan teherbírású daru, mely az egész nyersvasmennyiséget egyszerre tudja beönteni.

Hasonlítsuk össze a 2 eljárás salakját :

	<i>nyersvas — ócskavas :</i>	<i>ércelő-eljárás :</i>
Salakmennyiség :	8,7 kg	8,2 kg
Szilikátsalak .....	4,18 = 48,04%	3,44 = 42,0%
foszfátsalak .....	0,42 = 4,75%	0,88 = 9,6%
fémoxid .....	2,6 = 30,—%	2,4 = 30,0%
fenék .....	1,5 = 17,21%	1,5 = 18,4%
	8,70 = 100,00%	8,20 = 100,00%

Az összehasonlításból kitűnik, hogy ércelésnél azonos körülmények között nagyobb foszfortartalmú salakkal kell dolgozni, tehát a salak mennyiségét és a kapacitást fokozni kell mész hozzáadásával.

Az eljárás nehézségei :

1. nagyon érzékeny az egyenletesen és alacsonyan tartott nyersvas összetételre, különösen a Si és P tartalomra, ezért ez érckérdés is,
2. érzékeny a nyersvas hőmérsékletére, mert a fenti összetételű nyersvas erősen tapad,
3. a betétbe kerülő érc  $\text{SiO}_2$  tartalma nem ingadozhatik és 3%-nál kisebb legyen,
4. ha nincs megfelelő daru, a nyersvas csak több részletben önthető be, ami a teljesítmény veszteségéhez vezet,
5. a salak az olvasztóba nem adagolható vissza.

Az eljárás előnyei :

1. csak egy kemence szükséges, ezért nagyobb a teljesítmény, az eljárás gazdaságosabb.
2. Jobb az acél kihozatala, mert így csak egy salak fémtartalma vész el. Egyszakaszos eljárás ott alkalmazható sikerrel, ahol Si és P-ban szegény nyersvasat gyárthatunk, kis  $\text{SiO}_2$ -tartalmú ércekkel rendelkezünk és a daruk teherbírása az egyszerre történő nyersvasbeöntéseket lehetővé teszi.

Bázisos kemencék kombinációja.

Ha átlagosan 65% nyersvasat akarunk felhasználni, akkor egy 180 tonnás buktatható kemencében felhasználunk 28 t/ó teljesítménnyel, folytatólagos üzemnél 90% nyersvasat. Így táplálni tudunk 3 db 12 t/ó-val 75% közép-terménnyel járó álló kemencét. A felhasznált összes hulladék, ha a kihozatal a primér kemencében 100%, a szekundér kemencében 92% :

$$\begin{array}{r}
 28 \cdot 0,1 = 2,8 \text{ tonna} \\
 3 \cdot 135 \cdot 0,25 = 9,8 \text{ tonna} \\
 \hline
 \text{összesen : } 12,6 \text{ tonna} \\
 28 \cdot 0,9 = 25,2 \\
 \hline
 37,8 \text{ tonna}
 \end{array}$$

A nyersvas hányada tehát 65%.

Hogy kedvező beolvadást kapjunk, a kész kemencében szükséges 1% C a betétben, tehát az előfrissítés  $\frac{1}{0,75} = 1,3\%$  C-ra történik az előfrissítőben.

A szükséges  $O_2$  mennyiség

$$\begin{array}{rcl} C & 0,9 \cdot 2,2 \cdot 1,33 & = 2,7 \text{ kg} \\ Si & 0,9 \cdot 1 \cdot 1,29 & = 1,14 \text{ «} \\ Mn & 0,9 \cdot 2,2 \cdot 0,3 & = 0,59 \text{ «} \\ P & 0,9 \cdot 0,1 \cdot 1,29 & = 0,12 \text{ «} \\ & & \hline & & 4,55 \text{ kg} \end{array}$$

A lángból kapunk 75% adagidő mellett 1,89 kg

A szükséges érc  $O_2$  ..... 2,66 kg és a szükséges érc-mennyiség:  $\frac{2,66}{26,7} 100 = 10 \text{ kg}$

A képződő salakmennyiség:

$$\begin{array}{rcl} 1. & Si & 0,9 \cdot 1 \cdot 6,85 = 6,15 \\ & P & 0,9 \cdot 0,1 \cdot 6 = 0,54 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 2. \text{ ércből: } & SiO_2 & : 10 \cdot 0,028 \cdot 3,2 = 0,90 \\ & P_2O_5 & : 10 \cdot 0,024 \cdot 2,6 = 0,06 \\ & Al_2O_3 & : 10 \cdot 0,006 = 0,06 \\ & & \hline & & 7,71 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{A boltozat és falazatból} & \dots\dots & 1,44 \\ \text{fenékvizítő anyagokból} & \dots\dots & 1,5 \\ & & \hline & & 10,65 \end{array}$$

$$\text{fénoxid 30\%} \dots\dots\dots 4,65$$

$$\text{Összes salak:} \dots\dots\dots 15,30 \text{ kg/100 kg.}$$

A kész kemencékben szükséges  $O_2$  számítása:

A szükséges érc, ha a betét Mn-tartalma 1,2%:

$$\begin{array}{rcl} C & : 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1,33 & = 1,20 \text{ kg} \\ Si & : & \dots\dots\dots \\ Mn & : 0,75 \cdot 1,3 \cdot 0,3 & = 0,29 \text{ «} \\ P & : 0,75 \cdot 0,1 \cdot 1,29 & = 0,09 \text{ «} \\ & & \hline & & 1,58 \text{ kg} \end{array}$$

lángból 75%-os adagidő mellett 1,9 kg-ot kapunk.

Ez azt mutatja, hogy érc nem szükséges, sőt a túlzott oxidáció elkerülésére a betét Mn-tartalmának nagyobbak kell lennie, ami az összes Mn-fogyasztást rontja le.

A kombinált eljárás előnyei:

1. Nem érzékeny a nyersvas összetételére.

2. A salak egy helyen keletkezik, ezért eltávolítása gyors, üzembiztos, ami az üzemi forgalmat megkönnyíti, ezenkívül a salak mennyiségének gyors változtatása számos technológiai előnnyel jár.

3. Nem érzékeny a daruberendezésekre.
4. Az első kemence salakja vissza-adható a salakba (13.).
5. A nagyobb P-tartalmú ércet feldolgozását is lehetővé teszi.

*Hátrányai :*

1. Teljesítménye jól szervezett üzemben is kisebb, mint az »egyszakaszos eljárásé«, mert 180 tonnás buktatható kemence teljesítménye 15t/ó ; 3 db 80 tonnás álló kemence  $3 \cdot 9t/ó$ , tehát az összteljesítmény 42 t/ó, míg 2 szakaszban csak 36 t/ó.

2. Sok az üzemfenntartási költség és a kemence kihasználási foka rossz. A kemence állása idején nem lehet nagy nyersvas hányaddal dolgozni.

3. Gazdaságosan csak folyékony nyersvassal lehet dolgozni.

4. Sok a fémvesztés, a Mn fogyasztás a számítások szerint 50%-kal több.

5. A kész kemence kis mennyiségű salakja miatt a betét érzékeny a gáz és nyersvas S-tartalmára.

6. A kemencének a csapolás időpontjától eltérni nem szabad, mert ez további teljesítmény csökkenéssel jár. Ezért az egész kemencekomplexum teljesítménye csak egy időben egyszerre növelhető, és a kemencék teljesítőképessége is összarányban legyen.

A salak mennyisége a kész kemencében :

1. Si-ból	0
P 0,75.0,1.6 =	0,45
2. Ércből	—
3. boltozat és falazatból :	1,44
4. fenékből	1,50
	3,39
fénoxid 30%	0,90
	4,29

Ez azt mutatja, hogy a kevés salak miatt az eljárás a nyersvas és gáz S tartalmára érzékeny lesz.

Az egész eljárásnál keletkező salak mennyisége :

$$15,3 + 4,29 = 19,59 \text{ kg/100 kg.}$$

Hasonlítsuk össze az első és második eljárást, illetve a második eljárás salakját :

	Egyszerű ércelés :	Kombinált eljárás:	
		1 kemence	2 kemence
szilikátsalak ...	3,44 = 42,0%	8,49 = 55,5%	1,44 = 50,0%
foszfátsalak ....	0,78 = 9,6%	0,60 = 3,9%	0,45 = 10,5%
fénoxid.....	2,4 = 30,0%	4,71 = 30,9%	0,90 = 30,0%
fenék .....	1,5 = 18,4%	1,5 = 9,7%	1,50 = 9,5%
	8,2 = 100,0%	15,30 = 100,0%	4,29 = 100,0%

Az összehasonlítás azt mutatja, hogy a kombinált eljárásnál kétszeres mennyiségű salak keletkezik, amelynek fénoxidtartalma az egyszerű eljárásnak kétszerese.



Kétszakaszos eljárást tehát ott kell alkalmazni, ahol az ércekben válogatni nem lehet, nincs lapos-fenekű keverő, csak álló Martin-kemencék vannak, a daruk teherbírása kicsi, az olvasztó nincs gyors forgalmi összeköttetésben a Martin-kemencékkel. Ez a helyzet éppen Diósgyőrrre illik.

Végül röviden meg kell említeni a 3. lehetőséget is, álló Martin-kemencék kombinációját. Ilyen eljárással Diósgyőrben már dolgoztak. Ez az eljárás magában hordja a kétszakaszos-eljárás minden nehézségét, ezenkívül további hátrányai vannak:

1. a salak több kemencében keletkezik, mert azonos teljesítményű kemencék esetén álló kemencét kell előfrissítőnek járatni, a salakmunka igen nehéz.
2. Az üzem csak szakaszos lehet.
3. A teljesítmény és a gazdaságosság mutatószámai tovább csökkennek, mert a kemencék összehangolása itt már majdnem lehetetlen.

Nyilvánvaló, hogy ilyen hátrányokkal való megbirkózásra csak rendkívüli helyzetben kerülhet sor. Minőség szempontjából összehasonlítva a lehetséges eljárásokat, megállapíthatjuk, hogy a kétszakaszos eljárások kétségkívül előnyt jelentenek, mert az SM-kemencékbe egyszer már frissített középterményt adunk, ami elősegíti a hőmérséklet és összetétel egyenletességét.

Kétségkívül nagy előnye a kétszakaszos eljárásnak, hogy a SM-kemencékben a kikészítés úgyszólván azonnal redukációs periódusba csap át. Ezt a gyakorlaton kívül a salakszámítások is mutatják, mert a salak mennyisége egyrészt kevés, másrészt nincs feles  $O_2$ , mert ennek tömegét nem maga a betét, hanem a láng adja, ami szabályozható. A salak a viszonylag nagy Mn-tartalom miatt sűrűbb és a redukció ellen dolgozik, ezért a redukció gyenge. Kétségtelen előny továbbá az is, hogy a beolvadás magas hőmérsékleten folyik, mert ilyenkor a fém leégése lényegesen kisebb.

Ezzel szemben az egyszakaszos eljárás mindig alacsony hőmérsékletű beolvadást ad, a beolvadás közbeni nagy ércredukációs munka miatt: hosszú az oxidációs periódus és általában jó redukció csak nagy C-tartalmú beolvadással érhető el, hosszú fővetéssel.

A desoxidációs munka nagyobb. Egyszakaszos ércelésnél az adagok erősen habzanak, ezért salak-váltás nagyon ajánlatos, mert különben hosszúra nyúlnak. Az egyszakaszos érceljárások ezen tulajdonságát legjellegzetesebben mutatják az álló kemencében 1% körüli Si, 2,5% Mn-tartalmú nyersvasal 65% arányban gyártott adagok.

Diósgyőrben kényszerhelyzetben gyártottunk az év elején ilyen adagokat. Ez az eljárás, melyre külön nem is tértem ki, a legnagyobb nehézségeket okozza salakmennyiség szempontjából, melyre az előadás is utal. Ez a módszer kb. 10%-os teljesítmény csökkenésnél a betét 2%-nál nagyobb Mn-tartalma ellenére beolvadáskor rendszeresen kis Mn-t mutatott és a salakbani közel 20%-os Mn-tartalom ellenére desoxidációra kb. 10 kg/tonna FeMn-t kellett felhasználni. Az eljáráson sokat javíthat a salak beolvadás alatt való lehúzósa. A salak gyors eltávolítása még az ilyen eljárást is gazdaságossá tudná tenni, ha erre megfelelő gépi-berendezéseket tudunk beállítani. Az azonban bizonyos, hogy a teljesítmény és a minőség bizonyos fokú csökkenésével számolnunk kell.

Végző fejlődésben a kérdés a nyersvasbani kevés Si-on kívül azon alapszik, ki tudjuk-e az ércet a gyártási folyamatból kuszöbölni. Az oxigén és a levegőbefúvás alkalmazása, esetleg más olyan mód zer, amely erős redukációs munka nélkül és a salak-mennyiség növelése nélkül ad elegendő oxigént a fürdőnek, fogja ezt a kérdést gyökeresen megoldani.

## COTEL ERNŐ

Zsák Viktor kartársam előadásához mindössze néhány olyan adatot akarok megemlíteni, amelyekről a hozzászóló kartársak nem emlékeztek meg. Így elsősorban annak a megállapítását tartom fontosnak, hogy *az összetett acélgyártó módok nagy lehetőségeire* — az egész világon elsőnek — *magyar kohász, Borbély Lajos*, a Rimamurányi Vasmű R. T. későbbi vezérigazgatója *mutatott rá*. A Bányászati és Kohászati Lapok 1872. évfolyamában, tehát mindössze néhány évvel a Martin-acélgyártás megindulása után, jelent meg Borbélynak ez a kitűnő cikke, amelyben valósággal megjósolja a Bessemer- és a Martin-acélgyártás kapcsolatának azt a lendületes fejlődését, amelynek a későbbi évtizedek kohászai csakugyan tanui lehettek. Borbélynak ez a munkája olyan kiváló, hogy azt ma is élvezettel és okulással olvashatja minden kohász.

Forbáth Róbert kartársam hozzászólásával kapcsolatban megemlíthetem, hogy *osztrák kohómérnökök az utóbbi két-három év alatt tiszta oxigénnel fűjtatott konverteres új eljárást dolgoztak ki*, amelynek terméke minőség tekintetében teljesen egyenlő értékű a Martin-acéllal, sőt bizonyos célokra még jobb is ennél. Ez az új szélfrissítő eljárás azonban kizárólag az eisenerzi kiváló minőségű nyersvassal tudja ezt az eredményt elérni.

Szücs Endre kartársam felvetette azt a gondolatot, hogy a nyersvasszállító üstöt kellene fűjtató-frissítő berendezéssel felszerelni. A gondolat nem új, és az idősebb kartársak talán tudják is, hogy ezt az eljárást *Korompán* a századfordulón *Daelen* és *Pszczolka* kipróbálták. A sokáig tartó kísérletsorozat sikertelen maradt amint azt a szerzők a *Stahl u. Eisen* 1897. évfolyamának 401. és az 1904. évfolyamának 1419. oldalán részletesen leírják. A mozgó konverter jobb megoldásnak látszik, ha ugyan nagyobb méretekben megvalósítható.

## ZSÁK VIKTOR válasza a hozzászólásokra.

Néhány megjegyzésem van az elhangzott hozzászólásokra. Helyesnek vélem, ha itthon, a magyar viszonyoknak megfelelően számításokat és kísérleteket végeznének és megállapítanak: 1. a láng oxidáló hatását, 2. a savanyú kemence falazásnál mennyi kovasav megy át a salakba. A meghatározás nem egyszerű, szükséges, hogy új kemencéknél a teljes beépítést lemérjük, ugyanígy ugyanezen kemence lebontásánál szükséges a hulladék teljes lemerése. Így lehet megállapítani azt a különbséget, mely a kampány folyamán bekerült a salakba. Ezzel egy átlagértéket kaphatunk, mely megadná, hogy egy tonna acélra a falazatból mennyi salak képződik. Idekapcsolódik a bázisos boltozat is, melynek egyik előnye, hogy nem rontja a salakot. Forbáth Róbert hozzászólásával kapcsolatban megjegyzem, hogy a bázisos vagy savanyú eljárás alkalmazása sok körülménytől függ. Nem állítottam, hogy a Thomas-acél rossz acél, hiszen pl. a Gotthardvasút kizárólag Thomas-sínekkel épült. Az oxigén és nitrogénmentes acélokkal kapcsolatban a »Stahl und Eisen«-ben Banning azt állítja, hogy itt bizonyos krízisek vannak. Különféle eljárásokkal a nitrogént eltávolítják, de ugyanakkor oxigént viszünk be és hogy ez az acél javára megye-e, nem valószínű. Minden Thomas-eljárásnak első előfeltétele a meleg és nagyon egyenletes nyersvas. Wittkovitzban módomban volt a duplex eljárást tanulmányozni annak idején, itt hidraulikus darukat alkalmaztak az acélműben, ez azonban a vas lehűlését okozta. A Martin-kemence üzeme még ma is ugyanaz, ahogy azt annak idején a Martin-testvérek kidolgozták. Nem szabad elfelejteni, hogy ők sok ócskavasat akartak feldolgozni. Ez a módszer ma már a nyersanyag eltolódása miatt mindig

nehezebben vihető keresztül. Ma a szerszámok és berendezések kihasználása eminens érdek, a gyárpar is sokkal kevesebb ócskavasat selejtez, ezért a nyersvasnak újabb módszer szerint való feldolgozására mindenképpen ki kell térni. Nagyon meg kell gondolni és ismerni kell az üzemi és nyersvas viszonyokat, hogy a helyes módot megtaláljuk.

VERŐ JÓZSEF r. tag elnöki zárószavai:

Meg kell állapítani, hogy az előadás valóban időszerű témát hozott ide. Ez a hozzászólások egyik részéből is kiténik, amelyek a jelenlegi nehézségeket hangsúlyozták, a termelés mennyisége és minősége szempontjából ismert követelményekkel. A vezetőelőadás elénk tárta azokat a lehetőségeket, amelyek között választhatunk, a hozzászólások pedig három csoportba oszthatók:

1. *Tetmajer* Alfréd hozzászólása alaposan megvilágította, hogy nagy nyersvas hányaddal Martin-kemencében egyszerű Martin-eljárással miért nem célszerű dolgozni.

2. A legtöbb hozzászólás az előadásban adott lehetőségeknek a magyar viszonyokra való alkalmazásával foglalkozott, részben elvégzett kísérletek alapján. (Vécsey, Szücs, Répásy, Forbáth.)

3. *Wilhelmb* Tibor hozzászólása korszerű adatokkal egészítette ki az előadást, illetve olyan duplex-módszerekre hívta fel a figyelmet, amelyet a klaszszikus irodalom alapján Zsák professzor nem ismertetett. Ezek alapján kialakult a kép a tekintetben, hogy mit lehet és mit kell tenni ebben az irányban.

Megköszönöm Zsák professzornak és a hozzászólóknak fáradozását és a mai előadói ülést bezárom.



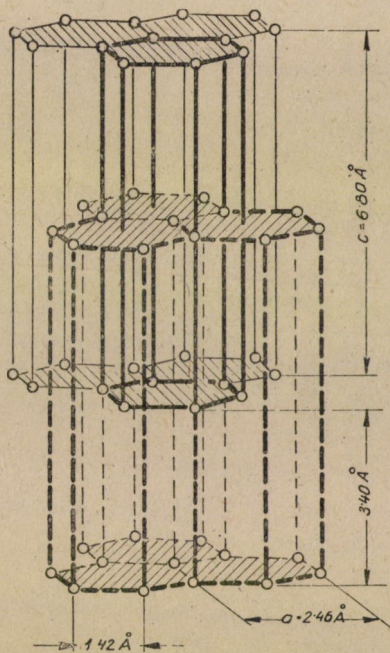
# A GÖMBGRAFIT KRISTÁLYOSODÁSÁNAK ELMÉLETE

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

## I. Bevezetés

Az öntöttvasban levő grafit képződésére nézve évtizedeken keresztül az volt a vélemény, hogy mind a C'D' likvidus vonala alatt kiváló primér grafit, mind pedig a grafit-eutektikum lemezes, illetve táblás alakban kristályosodik. A grafitnak gömbalakban, vagy gömböt megközelítő alakban való előfordulása a régebbi felfogás szerint csak a szolidusz hőfoka alatt történő izzítással volt előállítható fehérén dermedő ötvözetekben. Ez az úgynevezett temperszén a cementit bomlásából keletkezik és ferrittel körülvett fészkekben fordul elő.

A grafit hexagonális rendszerben kristályosodik, térrácsának felépítését az 1. ábra mutatja. Folyadékból való kikristályosodásnál a térrács kialakulásánál

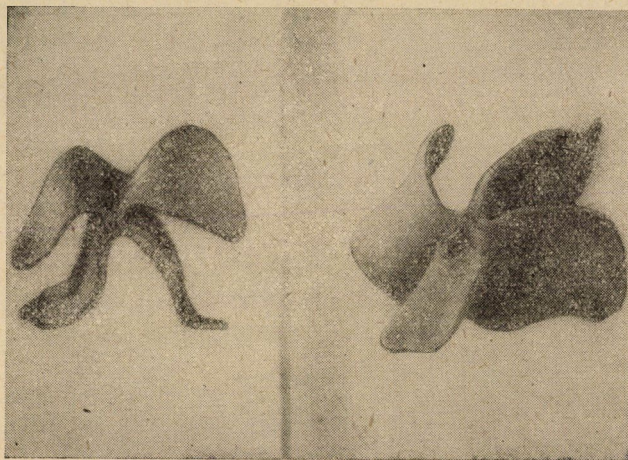


1. ábra. A grafit térrácsának szerkezete

fogva a kristályosodásnak kitüntetett iránya van, amely a hexagonális alappal párhuzamos. Mivel a grafit könnyen hajlítható, csak a tisztán folyékony fürdőből kristályosodó hipereutektikus grafit alkot egyenesvonalú lemezeket, míg az

eutektikus grafit, amely kiválásakor nemcsak folyékony fürdővel érintkezik és így szabad fejlődésében gátolva van, már fejlődése közben meggörbül. *Roll* [1] és *J.T. Mac Kenzie* [2] meghatározták a grafit térbeli alakját, amely a legkülönbözőbb alakzatoknak felel meg; az általuk meghatározott térbeli alakzatok közül kettőt a 2. ábra mutat. Az ábra jellege világosan mutatja, hogy bár a grafit kristályosodása kitüntetett irányoknak megfelelően folyt le, a grafit-kristallit szabad kialakulását az előbbi tényezők nyilvánvalóan meggátolták.

Az 1925-ös években vált ismeretessé a túlhűtött grafit fogalma, míg 1929-ben *Norbury* [3] kimutatta, hogy a finom táblás grafit túlhűtés követke-

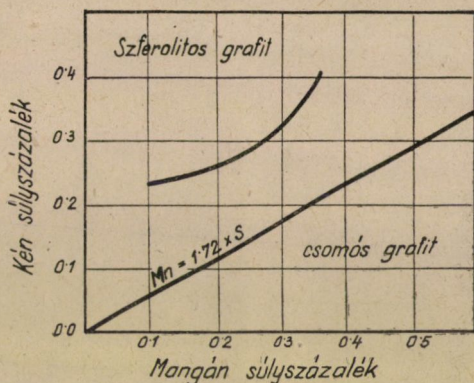


2. ábra. A grafit térbeli alakja

ménye. A temperozón kialakulására vonatkozó kutatások során *Morrogh* [4] 1941-ben megállapította, hogy a fehér temperöntvényben a grafit szferolitós, míg a fekete temperöntvényben több apró lemezkének a csoportosulásából alakul ki. *H. G. Hall* [5] vizsgálatai során arra a megállapításra jutott, hogy a temperöntvényben a grafit kialakulását igen nagy mértékben az befolyásolja, hogy a kén milyen alakban van jelen. Adatai szerint a grafit porcsomó alakjában fordul elő akkor, ha a kén mangánszulfid alakjában van; ha pedig vasszulfid alakjában, akkor a grafit szabályos szferolitós szerkezetet mutat. *Hall* eredményeit olyan diagrammban foglalta össze (3. ábra), melynek vízszintes tengelyén a Mn-tartalom százalékban, függőleges tengelyén pedig a S-tartalom ugyancsak százalékban van felrajzolva. Ebbe a koordináta rendszerbe berajzolva a mangánszulfid összetételének megfelelő vonalat ( $Mn = 1,72 S$ ), a vonal alatti összetételi határok között poralakú részecskékből felépített temperozón, az ábra felső elhatárolt részén pedig szferolitós grafit keletkezik.

Közismert tény, hogy a temperöntvény szilárdsága és nyúlása kedvezőbb

értékeket mutat, mint a közönséges szürkeöntvényé, amely nyilvánvalóan a grafit alakjára vezethető vissza. Éppen ezért hosszú időn keresztül állt a kutatás középpontjában az a feladat, hogy gömbalakú, vagy azt megközelítő grafit-eloszlást hogyan lehet utólagos hőkezelés nélkül előállítani. Közel gömbalakú grafiteloszlásról, utólagos hőkezelés nélkül egy magyar kutató már 1928-ban beszámolt. *Kerpely Kálmán* [6] bázisos salakkal előállított öntöttvasal kísérletezett és beszámolójában ismertet olyan öntöttvasat, amelyben »a grafit temperszényszerű, ferrit-perlites alapszerkezetben.« Később *Adey* [7] jelentett be 1938-ban egy szabadalmat, amely szerint kis kéntartalmú és erősen túlhevített öntöttvasban a grafit minden utólagos hőkezelés nélkül gömbalakban keletkezik. Ezek az eljárások azonban még nem voltak üzemszerűen felhasználhatók a



3. ábra. A vassulfid és a mangánsulfid befolyása a temperszén alakjára. (H. G. Hall után)

gömbgrafit előállítására. A Szovjetunióban már hosszú idővel ezelőtt ismert és iparilag alkalmazott volt az úgynevezett modifikált öntés, amely megfelelő összetételű öntöttvasnak ferroszilíciummal való beoltása útján keletkezik [8]. Ez a modifikált öntés a grafitnak igen finom eloszlását eredményezi és helyenként az öntvényben gömb-, vagy csomóalakú grafit is mutatkozik. A szó szoros értelmében vett gömbalakú grafiteloszlást *Morrogh* és *Williams* [9] állított elő cériummal ötvözött hipereutektikus öntöttvasban. Később *Donoho* [10] magnéziumadagolással és azt követő ferroszilícium beoltással szintén sikeresen állított elő gömbgrafitos öntöttvasokat. Gömbgrafitot sikerült továbbá még előállítani *De Sy* [11] és munkatársainak, lithium, bárium, kalcium, stroncium adagolásával, végül *Wittmoser* [12] beszámolt arról, hogy nátrium és kálium adagolással is gömbgrafitos szerkezet állítható elő.

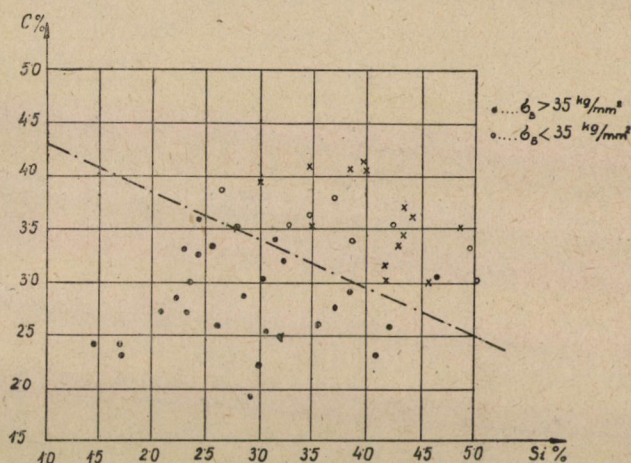
Bár a gömbgrafitos öntvények sok helyen már ipari alkalmazásban is vannak, még nem régen is nagy viták folytak arról, hogy a gömbgrafitos öntvény iparilag milyen mértékben hasznosítható és számos olyan vélemény is hangzott

el, hogy a gömbgrafitos öntöttvas egyelőre még folyamatos gyártásban nem használható. Kétségtelen tény, hogy az ipari alkalmazás kérdése nagy mértékben függ attól, hogy a grafit kialakulásának elmélete mennyire tisztázható. Ezért célul tűztük ki a gömbgrafit kristályosodásának feltételeit megállapítani és lehetőség szerint a kristályosodás elméletét is kidolgozni, hogy ebből az ipari alkalmazásra következtetéseket lehessen levonni. A szakirodalomban a grafit kialakulásának elméletére, a gömbgrafitos vas gyárthatóságára és számos egyéb körülményre az adatok erősen ellentmondók és ezért szükségesnek látszott az ellentétek okának tisztázása. *Morrogh* eredeti dolgozatában még nem látta tisztán, hogy mi okozza a gömbgrafitos kristályosodást, szerinte feltételezhető, hogy a Ce létesít olyan magokat, amelyek előmozdítják a gömbalakú kristályosodást, de az is feltételezhető, hogy a gömbgrafit kristályosodása karbid szét-eséséből keletkezik. Később *De Sy* [13] elektronmikroszkópi felvételekkel kívánta igazolni, hogy a gömbgrafit keletkezése megfelelő térrácsú magok körül folyik le, ezt a felfogást azonban *Morrogh* kétségbevonta. A gömbgrafit keletkezésének elméletéről alkotott számos felfogás részletes ismertetésére itt nem térünk ki, meg kell azonban említeni *Girsovich* [14] szovjet kutatónak az elméletét, amely szerint a grafitkiválás alakját attól függően, hogy a grafit milyen közegben képződik, különböző törvényszerűségek szabják meg. *Girsovich* felfogása szerint a képződő grafitkristály alakját a diffúzió sebessége és a kristályosodási sebesség együttesen szabja meg.

Az eddigiekben kétségtelenül *Girsovich* elmélete adja a gömbgrafit képződésének legjobb és legátfogóbb magyarázatát, azonban az ő elméletéből nem lehet a gömbgrafit képződésének közvetlen feltételeit megállapítani. Éppen ezért kísérleteink arra irányultak, hogy meghatározzuk ezeket a feltételeket és ezek alapján következtessünk a gömbgrafit kialakulásának elméletére. Az idevonatkozó kísérleteinket Mg és Ce ötvözésű öntöttvassal folytattuk le, minden alkalommal vizsgálva az összetétel befolyását, tehát változtatva a C, Si és a Mg, illetve Ce mennyiségét. Minden egyes kísérleti adagot 0,4% 80%-os ferroszilíciummal oltottunk be. A cériummal végzett kísérletek eredményeit más helyen ismertettem [15], már akkor jelezve azt, hogy a magnéziummal ötvözött és a cériummal ötvözött gömbgrafitos öntöttvas viselkedése között lényeges különbség figyelhető meg. Így pl. a magnéziummal ötvözött öntöttvasból gömbgrafit főleg a hipoeutektikus összetételekben keletkezik, míg a cériummal ötvözött öntöttvasban tiszta gömbgrafitos szerkezet elsősorban a hipereutektikus összetételeknél mutatkozik. A 4. ábra mutatja a kísérletek eredményeit. Az ábra függőleges tengelyén a C, vízszintes tengelyén a Si van %-ban felmelve, az eutektikus összetételnek megfelelő vonal pedig eredményvonallal van bejelölve. Az egyes telítési foknak megfelelő eutektikus vonal a  $C = 4,3 - \frac{1}{3} Si$  alapon van számolva. A P hatását itt nem vettem figyelembe, tekintettel arra, hogy valamennyi kísérleti adagban a  $\bar{P}$  mennyisége közel állandó volt. A magnéziummal kezelt öntések közül azok, amelyek gömbgrafitos



szerkezetűnek mutatkoztak, fekete körrel, amelyek nem adtak gömbgrafitos szerkezetet, fehér körrel vannak jelölve. A cériummal kezelt ötvözetek közül azok, amelyek tiszta gömbgrafitot adtak, fekete kereszttel vannak jelölve. Hipoeutektikus területben tiszta gömbgrafitos öntés cériumos kezelés mellett nem mutatkozik, bár hipoeutektikus öntöttvasakban is megfigyelhető gömbgrafit keletkezése. Ugyanígy természetesen megfigyelhető magnéziummal kezelt hipereutektikus öntöttvasban is gömbgrafit, azonban teljesen tiszta gömb-



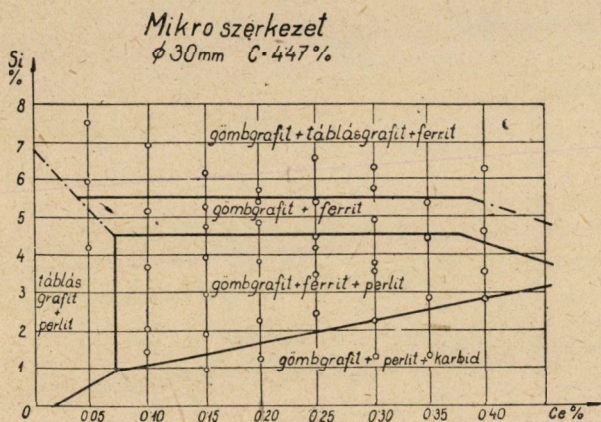
4. ábra. Tisztán gömbalakú grafitot tartalmazó öntvény összetétele a C és Si tartalom függvényében

grafitos szövetet Mg-vel kezelt hipereutektikus öntöttvasban csak az eutektikus összetételek közvetlen közelében sikerült előállítani. Erősen hipereutektikus ötvözetekben csak elszórt gömbgrafit kristályokat lehetett találni, mindig valamilyen más jellegű grafit kíséretében. Ez az ábra világosan mutatja, hogy a világirodalomban gömbgrafit, vagy az angolszász szóhasználatban nodulárnak nevezett grafit nem azonos kristályosodási folyamat eredménye a különböző ötvözőelemek hatására. Ez a megállapítás önmagában számos ellentét és egymásnak ellentmondó kísérleti eredmény magyarázatára alkalmas, különösen akkor, ha a Mg és Ce ötvözés, valamint a ferroszilíciummal való beoltás hatásait egymástól elkülönítve is igyekszünk megvizsgálni.

## II. Kísérletek cérium- és magnéziumötvözéssel

A kísérletek célja annak a megállapítása volt, hogy milyen összetételi határok között keletkezik gömbgrafit, valamint annak a tisztázása, hogy az összetételtől függően milyen alapszerkezetben mutatkozik a grafit. A kísérleti adagokat 10 kg-os nagyfrekvenciás indukciós kemencéből öntöttük a C, Si és a

Ce tartalom változtatásával. A Ce-t 50% Ce-tartalmú segédötvozlet alakjában vittük be a folyékony fürdőbe. Az öntési hőmérséklet minden alkalommal  $1480^{\circ}\text{C}$  volt, minden adagból 4 db 10 mm és 4 db 30 mm átmérőjű rudat öntöttünk, amelyekből mikroszkópi vizsgálatok, keménységi és szakító próbatestek készültek. A betétanyag bauxitvas volt, amelyhez a C-tartalom csökkentésére a további kísérleteknél acélhulladékot adagoltunk. A kísérleti eredmények egyik részét már közzétettem, ezeket az eredményeket azonban a további vizsgálatokkal jelenleg ki kell egészítenem. A mikroszkópi vizsgálatok alapján 4,47% C-tartalmú öntöttvasban a szövetelemek kialakulását az 5. ábra mutatja. Az ábra vízszintes tengelyén a Ce adagolt mennyisége, a függőleges tengelyén pedig az analizált Si mennyisége van feltüntetve százalékban. Kb. 0,06% Ce-tartalom alatt a

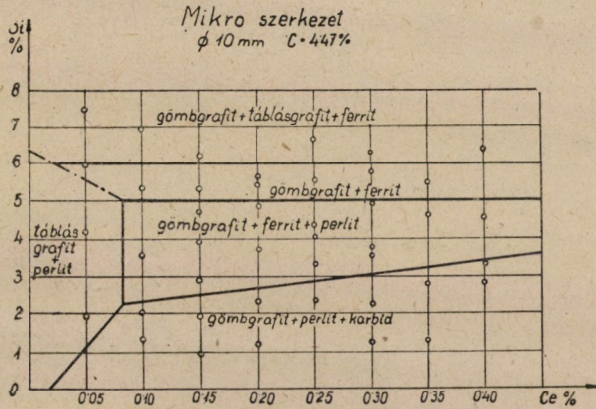


5. ábra. Ceriummal ötvözött öntöttvasak szövetelem ábrája (30 mm falvastagság)

grafit mindig táblás kristályok alakjában jelenik meg. Tiszta gömbgrafit, ferrit-perlites alapanyagban csak a középső mezőben észlelhető, ez alatt a mező alatt pedig gömbgrafitot, perlitet és karbidot mutató mező van. A Si-tartalom növekedésével a perlit fokozatosan eltűnik és kb. 4,5–5,5% Si között a gömbgrafit tiszta ferrites alapanyagban mutatkozik, míg 5,5% Si-tartalom felett a grafit gömbgrafit és táblás grafit alakjában jelenik meg ferrites alapanyagban. 10 mm falvastagságú próbatesteknél a szövetelemábra alakja teljesen hasonló (6. ábra), csak a gömbgrafit-ferrit-perlites terület szűkül össze és a karbidos terület növekszik. Ebből rögtön le lehet vonni azt a megállapítást, amit már Morrogh is megállapított, t. i. hogy a gömbgrafit keletkezése a falvastagságtól, tehát a hűlés sebességétől is függ.

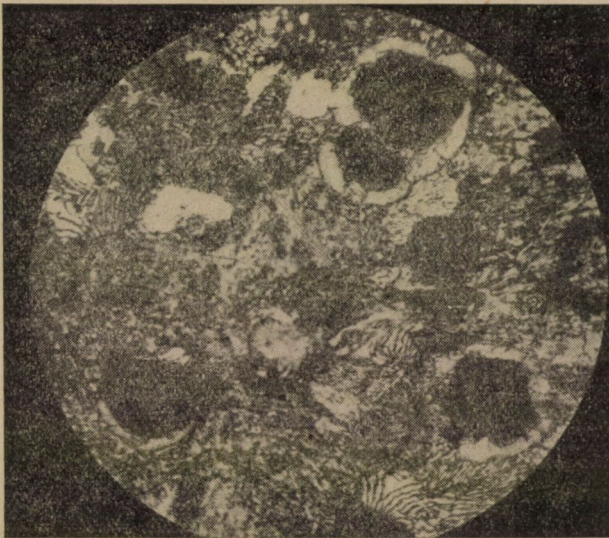
A tisztán perlit-ferrit-gömbgrafitos területben, mint azt a 7. ábra is mutatja, a gömbgrafit részben ferrites mezőben, részben pedig csaknem tiszta perlitben fordul elő jeléül annak, hogy két ilyen egymás közvetlen közelében levő gömbgrafit sem pontosan azonos feltételek között kristályosodik. Még jobban meg-

erősíti ezt a 8. ábra, ahol tiszta perlites szerkezetben látható a gömbszemcsés grafit anélkül, hogy körülötte bármiféle ferritudvar keletkeznék. Ugyanakkor a 9. ábrán bemutatott szerkezetben, amely pedig kémiai összetételében nem



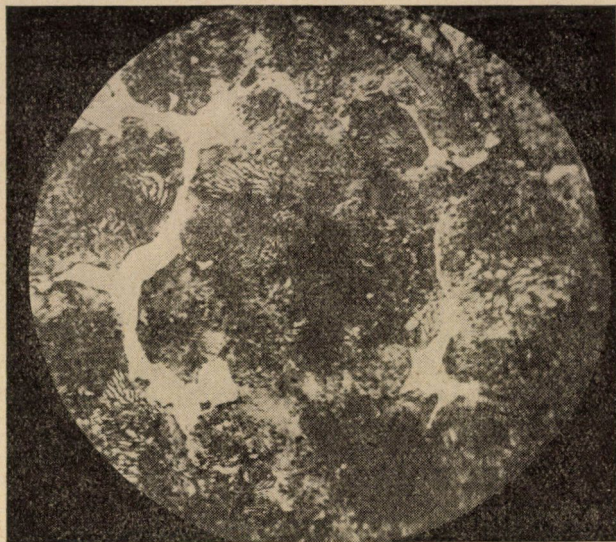
6. ábra. Ceriummal ötvözött öntöttvasak szövetelem ábrája (10 mm falvastagság)

sokkal tér el a 8. ábrának megfelelő összetételtől, a grafit mindig ferrittel körülvéve jelentkezik. Joggal fel lehet tételezni, hogy a grafitképződés más a ferrittel



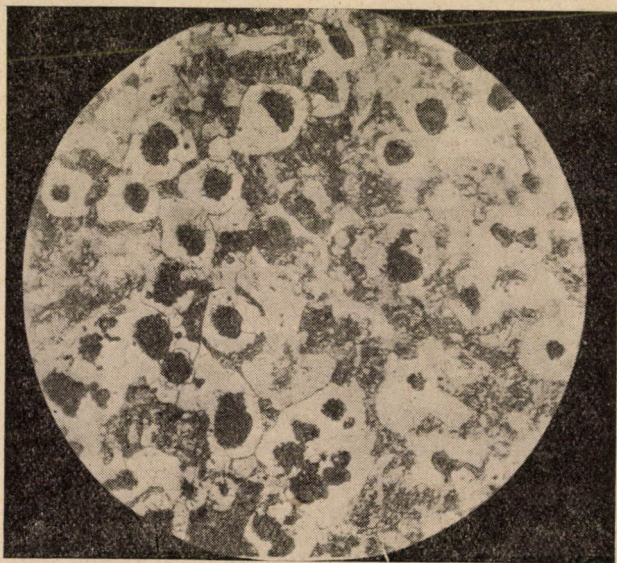
7. ábra. Gömbgrafit ferrit- és perlit. C = 4,76%, Si = 2,28%. Nagyítás: 250×

körülvett grafitnál és más a perlittel körülvett grafitnál. Az egyes grafit-kristallitokat külön vizsgálva, megállapítható, hogy azok közül egyik-másik



8. *ábra.* Perlitben képződött gömbgrafit. C = 3,57%, Si = 2,22%. Nagyítás: 500×

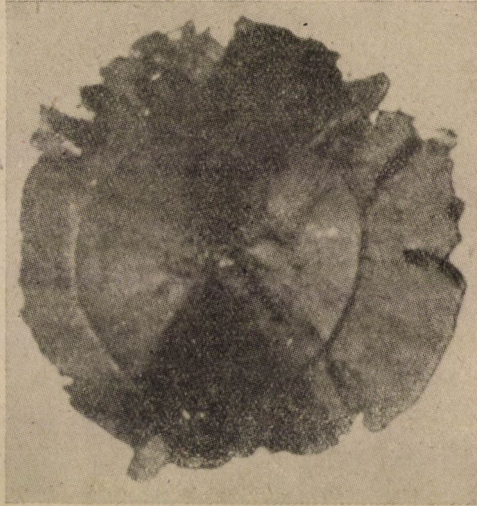
duplex szerkezetű, mint azt a 10. *ábra* mutatja, más grafitkristallitok viszont ilyen duplex szerkezetet nem mutatnak. Kb. 60 gömbgrafitos próbatest mikroszkópi átvizsgálása azt mutatta, hogy duplex szerkezetű grafit csak ferrit-



9. *ábra.* Ferrit udvarral körülvett gömbgrafit. C = 3,25, Si = 2,76%. Nagyítás: 250×

udvarral körülvéve mutatkozik, azonban nem minden ferrit udvarral körülvett grafit szükségképpen duplex szerkezetű.

Kétféle grafit kialakulást kell tehát ilyen szempontból megkülönböztetni: a ferritudvarral körülvett grafit nyilvánvalóan valamilyen szilárd állapotban lefolyó diffúziós folyamat eredménye, míg a közvetlen perlit szerkezetben keletkező grafitnál ugyanezt nem lehet biztosan állítani. Nagyon valószínűnek látszik

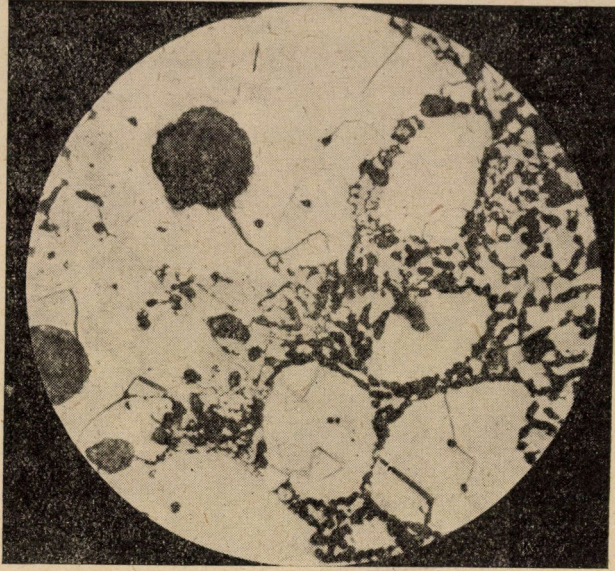


10. ábra. Duplex szerkezetű grafit. (Morrogh és Williams.) Nagyítás: 1250×

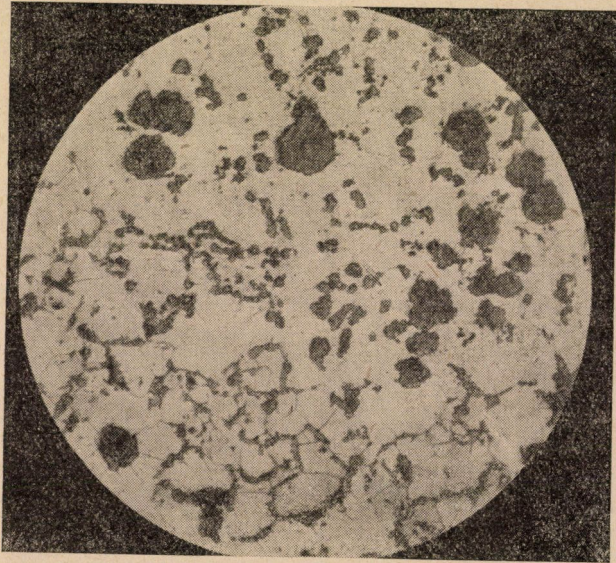
azonban az, hogy a duplex szerkezetű grafit belső magja primér kristályosodás folytán jött létre és a külső körgyűrűszerű elrendeződés pedig ennek a grafitmagnak a hatására az eutektikus, illetőleg eutektoidos kristályosodás során jelentkezett.

A szilíciumtartalom növelésével az alapszerkezet tiszta ferritessé válik, mint azt a szövetelemábra mutatja. Azonban a gömbgrafit mellett megjelenik az eutektikus grafit a legkülönbözőbb alakokban. Így pl. a 11. ábra egy, a gömbgrafit mellett mutatkozó szemcsehatár menti grafiteutektikumot, a 12. ábra tökéletlenül kialakított gömbösödés mellett szintén a szemcsehatár mentén mutatkozó grafitot szemléltet. A 13. ábra Morrogh és Williams felvétele alapján egy hipoeutektikus ötvözetben a gömbgrafit mellett jelentkező karbidot mutat.

Végül említésre méltó, hogy a szövetelemábra kis szilíciumtartalmú részein grafit, karbid és esetleg perlit mutatkozik. Az itt keletkező karbidok, mint a továbbiakban kitűnik, annál instabilabbak, minél közelebb esnek összetételben a tiszta gömbgrafitosnak megfelelő területhez. A későbbiekből látható, hogy pontosan hasonló szövetelemábrát lehet szerkeszteni a magnéziummal ötvözött öntöttvasaknál is. Az ábra jellegileg az eddigiekhez hasonló és csupán léptékben különbözik.



11. ábra. Gömbgrafit és szemcsehatár menti grafit eutektikum. C = 3,90, Si = 6,06  
Nagyítás: 500 ×



12. ábra. Tökéletlenül képződött gömbgrafit és szemcsehatár mentén elszórt grafit.  
C = 3,76, Si = 7,06%. Nagyítás: 250 ×

A gömbgrafit keletkezésére és ipari alkalmazására vonatkozóan sok félreértést lehet eloszlatni akkor, ha megállapítjuk, hogy a tisztán gömbgrafitos szerkezeten kívül számos olyan szerkezet van, ahol a gömbgrafit a grafit valamely más megjelenési alakjával együtt jelentkezik és azonkívül éles határvonalat húzhatunk a gömbgrafit különböző megjelenési alakjai között.

Az eddigiekből a következő megállapításokat lehet leszűrni: Azokon a területeken belül, ahol a grafit nem tiszta gömbgrafit alakjában fordul elő, legfeljebb csak primér gömbgrafit kiválás észlelhető, míg maga az eutektikum

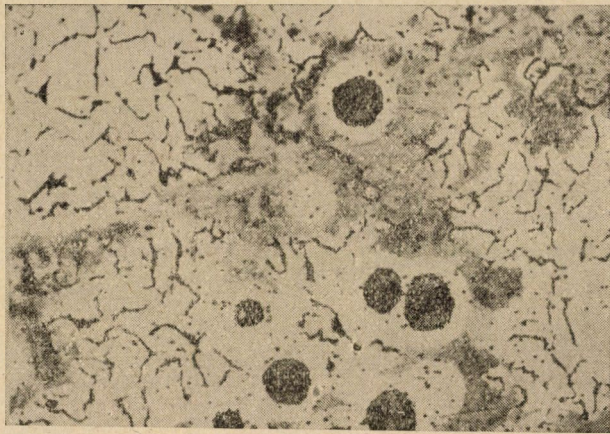


13. ábra. Gömbgrafit és cementit hipoeutektikus öntöttvasban. (Morrogh és Williams)

grafit-eutektikum vagy pedig ledeburit alakjában dermed meg. Ebből következik, hogy a szokásos egyensúlyi feltételektől eltérően itt előfordulhat a primér kristályosodás gömbgrafit, az eutektikus kristályosodás pedig lemezes-grafitos vagy ledeburitos alakban.

Az eddigi példákon kívül további bizonyítékot szolgáltat az is, hogy a nagy szilíciumtartalmú ötvözetekben csak primér kristályosodású gömbgrafit észlelhető, míg az eutektikus kristályosodásnál mindig táblás, vagy ahhoz hasonló alakú keletkezik. Hasonló további bizonyíték az is, hogy Morroghnak tisztán ceriummal végzett kísérletei primér grafitot eredményeztek eutektikus jellegű quasi flake grafittal (amit a következőkben lemezszerű grafitnak fogunk nevezni) (14. ábra), továbbá az ugyancsak tőle eredő megállapítás, mely szerint a lemezszerű grafitnak a mennyisége növekvő falvastagsággal növekszik. Arra, hogy a primér grafitkiválás közvetlenül folyadékból történik-e vagy pedig

előzőleg cementit keletkezik, amelyik igen gyorsan elbomlik, döntő bizonyítékot szerezni nem sikerült, azonban az, hogy az eutektikus kristályosodás során először cementit képződik és a cementit bomlásából keletkezik a gömbgrafit, meglehetősen pontosan bizonyítható. Már idézett akadémiai székfoglalóban rámutattam arra, hogy a cementit + gömbgrafit területen belüli összetételek között található olyan, amely 5 percnyi hőkezelés után teljesen elbomlik. A döntő bizonyíték megszerzése céljából olyan összetételt választottunk, amelynél a 30 mm-es falvastagság tiszta gömbgrafitos szerkezetet adott ferrit-perlites mezőben, míg a 10 mm falvastagságú próbatest egy-két elszórt gömbgrafiton kívül erősen karbidos szerkezetű volt. Egy ilyen próbatest cementitje nagyfrekvenciás hőkezeléssel 1000 C°-on 10 másodperc alatt elbontható volt, mint



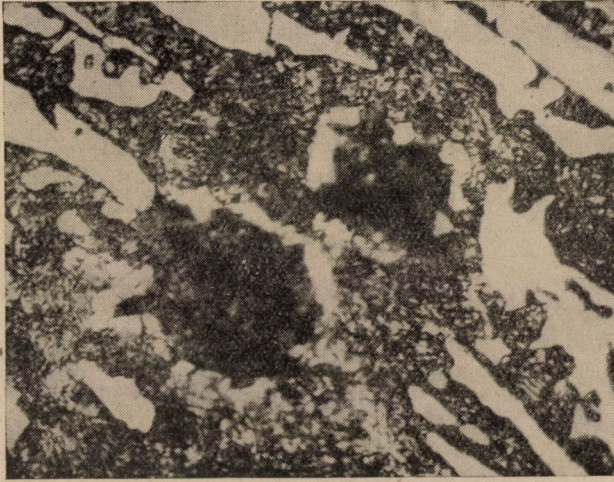
14. ábra. Gömbgrafit és lemezszerű (quasi-flake) grafit ceriummal ötvözött vasban, ferrosziliíciummal való beoltás nélkül. (Morrogh és Williams)

azt a 15. és 16. ábra mutatja. Ez a kísérlet, amelyet többszörösen is megismételünk különböző hőmérsékleteken, nyilvánvalóan mutatja, hogy az eutektikus cementit másodperceken belül elbontható. Ez a jelenség teljesen összhangban van avval a már említett ténnyel, hogy a hipereutektikus öntöttvasban (Ce-al kezelve) a gömbgrafit keletkezése a falvastagság, tehát ezen át a hűléssebesség függvénye (5. és 6. ábra). Nem szükségszerű bizonyítéka mindez annak, hogy a primér kristályosodás során feltétlenül cementit keletkezik, amely a későbbiek során megbomlik.

A ceriummal kezelt öntöttvas kristályosodását tehát a következőképpen lehet összefoglalni. Pusztán cerium-kezelés hatására a primér grafitkiválás gömbgrafit alakjában történhetik, és pedig az összetételtől függetlenül, mint azt a bemutatott ábrák igazolják. Hipoeutektikus ceriummal kezelt öntöttvasban rendszerint csak ferrosziliíciummal való beoltás után mutatható ki gömbgrafit, míg hipereutektikus öntöttvasban ferrosziliíciummal való beoltás nélkül is primér

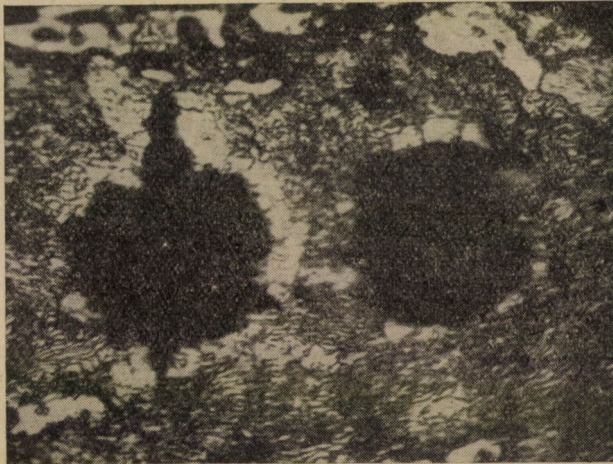


gömbgrafit keletkezése észlelhető. Ezek szerint valószínű a ceriumnak az a hatása, hogy az idegen fajtájú magokat a fürdőből eltávolítja és ezáltal lehető-



15. ábra. Perlit-cementit-gömbgrafitos szerkezetű öntöttvas. Nagyítás: 1250×

séget ad a gömbgrafit keletkezésére. Azt azonban, hogy ez a kristályosodás cementitképződésen át vagy anélkül folyik le, bizonyítani nem sikerült, ennek



16. ábra. A 15. ábra próbatestje 10 másodpercig 1000 C°-on izzítva. Nagyítás: 1250×

a továbbiak szempontjából nincs is különösebb jelentősége. Az eutektikus kristályosodásnál azonban bizonyítottan vehetjük, hogy a megdermedés a

karbidrendszer szerint folyik le és, hogy a gömbgrafit a cementit elbomlásából keletkezik. Ennek bizonyítékát részben a hőkezelési kísérlet, részben a bemutatott mikroszkópi felvételek adják, valamint bizonyítéku szolgálhat a bemutatott szövetelemábra is, amely azt mutatja, hogy az eutektikus kristályosodás csak meghatározott összetételek között ad gömbgrafitos szerkezetet, míg a C'D' illetve a CD vonal alatt kiváló gömbgrafit jóformán minden összetételnél előfordulhat, hacsak elegendő cerium maradt vissza a fürdőben ahhoz, hogy a hexagonális térrácsú magok a fürdőből eltávolíttassanak.

A magnéziummal ötvözött öntöttvasnál — mint már említettük — a szövetelemábra teljesen hasonló, azonban sokkal kevésbé függ a gömbgrafit képződése a falyvastagságtól. Mint az előbbieken kimutattuk, tiszta gömb-

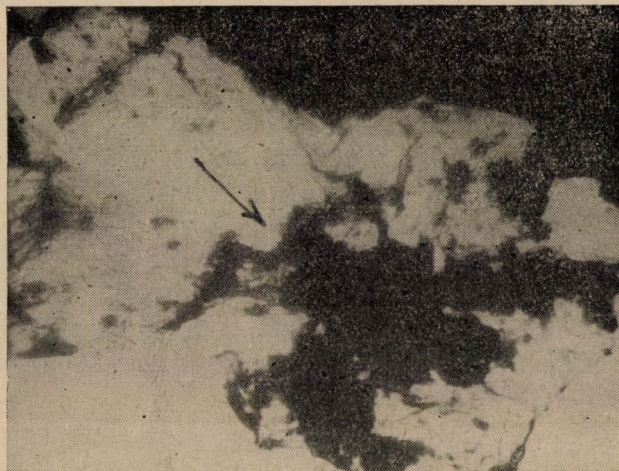


17. ábra. Csomósgrafit ceriumötvözésű öntöttvasban. Nagyítás: 19.800×

grafitos szerkezet magnéziummal ötvözött öntöttvasnál elsősorban hipoeutektikus összetételeknél lehetséges. Feltűnő azonban, hogy a magnéziummal ötvözött öntöttvasnál tiszta gömbgrafitos szerkezetet csak ferroszilíciummal való beoltás után lehet létrehozni.

Mind itt, mind pedig a ceriumos öntöttvasnál érdemes tehát külön megvizsgálni a ferroszilícium befolyását. Erre vonatkozóan megjegyzendő, hogy De Sy korábbi dolgozatában a ferroszilíciumot magképző anyagnak vélte, azonban később önmaga is ezt a felfogást elejtette. A ferroszilícium magképző hatásának vizsgálatára elektronmikroszkópi vizsgálatokat végeztünk. Akár magnéziumos, akár ceriumos öntöttvasat vizsgáltunk, olyan kristályosodási magot, mint amelyet De Sy idézett dolgozatában kimutat, nem sikerült találni (17., 18. és 19. ábra). Ez bizonyos fokig lehet véletlen, vagy a kétségtelenül nagy nehézségekbe ütköző preparatív munka hibája, azonban ezeknek figyelmen kívül hagyásával is inkább arra mutat, hogy a ferroszilícium nem magképző

hatású, vagy legalább is nem az a döntő befolyása. Sokkal valószínűbbnek látszik *Eash* [16] felfogása, akinek a véleménye szerint a ferroszilíciummal való beoltás szilíciumban való helyi dúsulást eredményez és az ilyen módon túl-



78. ábra. Grafit elektronmikroszkópi képe Mg-mal ötvözött öntöttvasban. Nagyítás: 16.400 ×

telített oldatból válik ki a grafit gömb alakban. A kísérletek alapján mi is ezt a felfogást tartjuk valószínűbbnek és ezen az úton megmagyarázhatók azok a



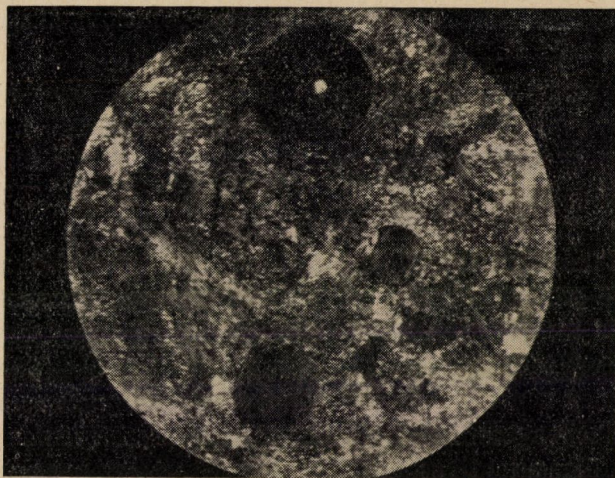
79. ábra. Grafitgömb Mg-ötvözésű öntöttvasban. Nagyítás: 16.000 ×

kísérleti ellentmondások, amelyekről egyes szerzőknek teljesen ellentétes véleményük van, t. i., hogy a ferroszilíciummal való beoltás után néhány perccel mulva a beoltás hatása megszűnik és gömbgrafit-képződés egyáltalán nem,

vagy csak korlátozott mértékben észlelhető, míg mások szerint a ferroszilíciummal való beoltás után huzamosabb ideig is várni lehet, egészen addig, amíg a fémfürdő az önthetőség határáig lehül. Ha megint különválasztjuk a jelenségeket azon az alapon, hogy a ferroszilíciummal való beoltás olyan helyi szilíciumdúsulást eredményez, amely a fémfürdőt helyileg hipereutektikusá teszi, ott tehát az előbbiek szerint hipereutektikus gömbgrafit képződésére lehetőség van, akkor nyilvánvaló, hogy olyan összetételű öntöttvasnál, amelyben a gömbgrafit csak ezen hipereutektikus alakban tud kiválni, a beoltástól az öntésig eltelő idő döntő jelentőségű, míg olyan összetételű öntöttvasnál, amelynél a későbbi kristályosodás során is gömbgrafit keletkezhet, ott a ferroszilíciummal való beoltástól az öntésig eltelő időnek nincs ilyen jelentősége.

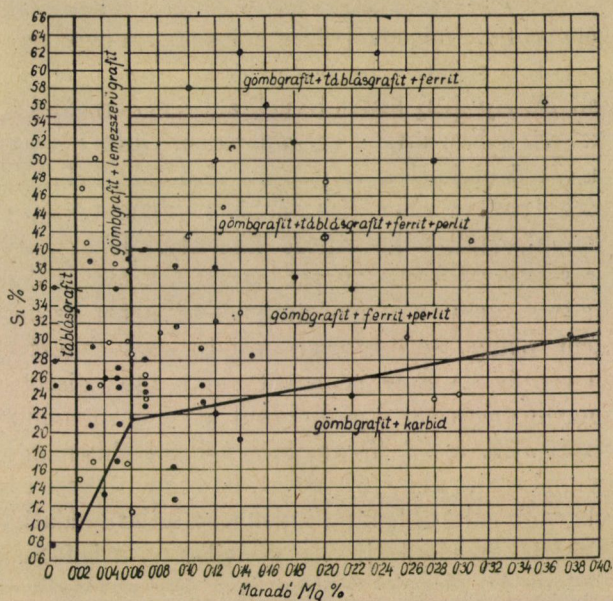
Az elmondottak igazolására kísérleteket végeztünk erősen hipereutektikus összetételű öntöttvasakkal magnéziummal való kezelés és azt követő ferroszilíciummal való beoltással. Majdnem minden összetételnél sikerült primér hipereutektikus gömböket előállítani anélkül azonban, hogy a szerkezet teljes mértékben gömbgrafitos lett volna. Ezek a hipereutektikus gömbök helyenként kifejezetten tiszta perlites szerkezetben mutatkoznak, amiből több-kevesebb bizonyossággal feltételezhető, hogy az alapszerkezettől függetlenül keletkeztek, mert hiszen környezetükre semmiféle befolyást nem gyakorolnak (20. ábra). A magnéziummal ötvözött és ferroszilíciummal beoltott hipereutektikus összetételű öntöttvasaknál azonban mindig észlelni lehetett az eutektikus szerkezetet, akár ledeburit, akár pedig grafit-eutektikum alakjában. Tiszta gömbgrafitos szerkezetet hipereutektikus összetételeknél magnéziummal nem sikerült még előállítani.

A tiszta gömbgrafitos kristályosodás feltételeinek vizsgálatára 4,47%-tól 3%-ig terjedő karbon tartalmú ötvözeteket vizsgáltunk 2%-tól egészen 7%-ig terjedő szilícium tartalommal. A szövetelemábra szerkesztésénél figyelembe vettük *Miskowszky és Dunphy* [17] adatait is. Az eredményeket a 21. ábrán bemutatott szövetelem diagrammban foglaltuk össze. Mivel a *Miskowszky és Dunphy* által szerkesztett szövetelemábrában csak 3,69% karbonig terjedő összetételek vannak, az eredmények összehasonlítása érdekében csak az ennél kisebb karbon tartalmú pontokat tüntettük fel az ábrában. Az egyes mérési pontok jó egyezést mutattak *Miskowszky és Dunphy* méréseivel, avval a különbséggel, hogy néhány gömbgrafitos szerkezetet kaptunk abban a mezőben is, amelyet az említett szerzők lemezszerű (quasi flake) grafitosnak tüntettek fel. Az ábra szerkezeti elrendezése teljesen hasonló a ceriummal ötvözött öntöttvasaknál talált szövetelem-diagrammhoz, avval a különbséggel, hogy kb. 4,5% szilícium tartalomnál már csak az előbbieken ismertetett hipereutektikus jellegű primér gömbgrafit jelenik meg, amely mellett azonban mindig mutatkozik túlhűtött grafit vagy egyéb alakban az eutektikum. A hipereutektikus jellegű kristályosodás nem ott jelentkezik, ahol azt várni lehetne, hanem magasabb telítési foknál. A karbon =  $4,3\% - \frac{1}{3}(\text{Si} + \text{P})$  képlet helyett úgy látszik,



20. ábra. Gömbgrafit hipereutektikus öntöttvasban. C = 3,5%, Si = 5,3%.  
Nagyítás : 500×

mintha inkább a  $C = 4,8\% - \frac{1}{3}(Si + P)$  felelne meg az eutektikum helyének. Ebből, de számos más adatból is következik, hogy erős túlhűlés jelensége mutat-



21. ábra. Magnéziummal ötvözött öntöttvasak szövetelem ábrája. ( $C \leq 3,5\%$ -nál érvényes). A fekete pontok Myskowsky és Dumphy, a fehérek a Mechanikai Technológiai Intézet mérései.

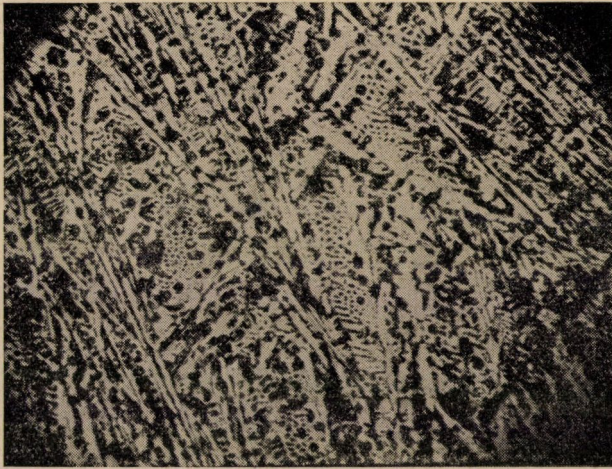
kozik, amely az eutektikum helyét a vas-karbon-szilícium állapotábrában kb. 0,5%-kal jobbra tolja el.

A szövetelemásra általánosságban azt mutatja, hogy hipereutektikus jellegű gömbgrafit minden összetétel mellett kiválik a fürdőből, ha a fürdőben visszamaradó magnéziumtartalom bizonyos értéket meghalad. Ez az érték Miskowszky és Dunphy szerint 0,06%; a mi méréseink szerint 0,02% is elegendő.\* A szilíciumtartalom függvényében csupán annyi változás mutatkozik, hogy gömbgrafit először cementites alakban, később ferrit-perlites alakban mutatkozik, folyton növekvő szilíciumtartalomnál pedig a gömbgrafit mellett a grafitnak egyéb alakjai is megjelennek vagy túlhűtött grafit, vagy egyéb alakban. A szilíciumtartalom további növelése már csak annyiban okoz változást, hogy a következő mezőben a perlit teljesen eltűnik és a gömbgrafit és a táblás grafit tisztán ferrit alapanyagban kristályosodik ki. Ezek szerint *tisztán* gömbgrafitos szerkezet csak hipoeutektikus öntöttvasban lehetséges magnéziummal való ötvözés útján, figyelembevétel azonban, hogy a túlhűlés hatására az eutektikus pont eltolódik. A gömbgrafit keletkezését ismét két részre kell tehát választani. A gömbgrafit egyik része folyékony állapotból keletkezik a ferroszilíciummal való beoltás folytán keletkező túltelített oldatból; a gömbgrafitnak ez a fajtája szabályos sferulitos jellegű és mint a szövetelemásra mutatja, rendkívül tág határok között állítható elő.

A hipoeutektikus ötvözetekben, amennyiben azok teljesen gömbgrafitos alakban kristályosodnak, a grafit kiválása túltelített, szilárd oldatból történik. Ezt a felfogást képviselte Wittmoser [18] is, aki azonban feltételezi, hogy a grafit teljes mértékben telített szilárd oldatból válik ki, ami ilyen formában nincs teljes összhangban De Sy [19] kísérleteivel, aki megdermedés közben hirtelen hűtött ötvözeteket vizsgálva arra a megállapításra jutott, hogy a gömbgrafit a hipereutektikus ötvözeteknél a folyékony fürdőből kell, hogy kiváljon. Wittmoser felfogása tehát részben (legalábbis a hipoeutektikus ötvözeteknél) helytállóan bizonyul, amit a következő kísérlettel lehet igazolni. Majdnem tiszta ledeburitos szerkezetű öntöttvasat nagyfrekvenciás hőkezelésnek vetve alá, azt tapasztaltuk, hogy a magnéziummal ötvözött és ferroszilíciummal beoltott, egyébként pedig ledeburitosan megdermedt öntöttvas 1000 C°-on való egy percnyi izzítás hatására cementitet már csak kisebb mennyiségben tartalmazott, azonban megjelent a gömbgrafit, de a grafit mindenhol a szilárd oldatban keletkezett (22. és 23. ábra). Még fokozottabban mutatkozott ez a jelenség öt percnyi hőkezelés után (24. ábra). Itt cementit már csak nyomokban észlelhető, a gömbgrafit változatlanul mindenhol a szilárd oldatban jelenik meg. Ez a hőkezelési kísérlet azt mutatja, hogy elvileg az a felfogás helyes, amely szerint a cementit bomlásakor szilárd oldat és grafit keletkezik, tehát a bomlás nem közvetlenül történik a ferrumra és karbonra. Wittmoser álláspontja ebben

\*De Sy 0,002% Mg-nél is talált gömbgrafitot igen tiszta szintetikus öntöttvasban.

a tekintetben tehát igazoltnak tekinthető. Bár ez a hőkezelés csak perc nagyságrendben mozgott, jogosan feltételezhető az, hogy itt is találhatók annyira



22. ábra. Ledeburitos szerkezetű magnéziummal ötvözött öntöttvas. Nagyítás: 125 ×

instabil cementites szerkezetek, amelyek másodperc nagyságrend alatt is elbomlanak. Végeredményben tehát vizsgálataink szerint a magnéziummal



23. ábra. U. a., mint a 22. ábra; 1 percnyi 1000 C°-on való izzítás után. Nagyítás: 125 ×

ötvözött öntöttvasban a gömbgrafit részben a folyékony fémfürdőből keletkezik a ferroszilíciummal való beoltás hatására, ami helyi szilíciumdúsulást eredményez,

részben pedig telített austenitből válik ki a hipoeutektikus összetételeknél; hipereutektikus összetételeknél pedig részben a cementit bomlásából származik, azonban a bomlás oly módon folyik le, hogy a cementit szilárd oldat + grafitra esik szét.

Azt is *Wittmoser* mutatta ki, hogy a grafit szerkezete nemcsak duplex lehet, hanem több rétegből is állhat. Nagyon valószínű az, hogy a keletkező túltelített szilárd oldatból a lehűlés során a grafit fokozatosan kiválik és az eredetileg keletkezett grafitraag köré csoportosul. Ez egyben magyarázatát adhatja annak is, hogy miért keletkezhet a grafitgömb a legkülönbözőbb alakokban.



24. ábra. U. a. mint a 22. ábra; 5 pernyi 1000 C°-on való izzítás után.

A magnéziummal, illetőleg ceriummal ötvözött öntöttvasakkal végzett kísérletek eredményeit összefoglalva, a következőket lehet megállapítani:

1. A gömbgrafit egyik része, akár cerium, akár magnéziummal való ötvözés után, közvetlenül folyadékból válik ki. Ezt igazolják részben a bemutatott mikroszkópi felvételek, részben a *Morrogh* és *De Sy* felvette lehűlési görbék, továbbá ugyancsak a fentiek által végzett kísérletek, ahol a megdermedés különböző fokán hirtelen lehűtött öntöttvasakat vizsgáltak.

2. Közvetlenül a folyékony fürdőből gömbgrafit kristályosítható a karbon- és szilíciumtartalomtól gyakorlatilag függetlenül, ferroszilíciummal való beoltás útján, ami helyi szilíciumdúsulásra vezet és ennek folytán a túltelített és helyileg mindig hipereutektikus jellegű fürdőből a grafit gömbalakban válik ki. Ilyen értelemben a ferroszilíciummal való beoltás hatása az oltástól számítva csak néhány percig tart, mert az oltásra használt ferroszilícium rövid időn belül oldódik. A szakirodalomban található adatok és saját kísérleti méréseink szerint



ez az idő 3—5 perc, ami tényleg jó egyezést mutat avval az idővel, ami a ferroszilícium oldódásához és diffúzió révén egyenletes koncentrációjú oldat képződéséhez szükséges.

3. A grafit többi, nem priméren kiváló része hipereutektikus összetételben mindig cementit bomlásából keletkezik, amit a bemutatott hőkezelési kísérletek igazolnak. A hipereutektikus ötvözeteknél a gömbgrafit kiválása a telített szilárd oldatból történik. Az esetleges cementit szétbomlása pedig, mint a mikroszkópi felvételek is mutatják, szilárd oldatot + grafitot eredményez. A hűtés során a szilárd oldatból kiváló grafit a meglévő grafitmagokra rétegekben rakódhatik rá, ami a duplex szerkezetet, esetleg a többrétegű szerkezeteket eredményezheti.

4. A fentiek bizonyítására negatív bizonyíték az, hogy az elektronmikroszkópi felvételeken mag a grafit belsejében nem észlelhető.

A kristályosodás menetét ilyen módon vizsgálva, tisztázni kell a cerium, magnézium, valamint az egyéb ötvözőelemek: bárium, lithium, calcium, stroncium stb. hatását. Az alanti táblázat *De Sy* összeállítása nyomán mutatja az öntöttvasban lehetséges magok térrácsait. A hexagonális térrácsú magok

*Térrácsok szerkezete*

Köbös		Tetragonális	Hexagonális
<i>Austenit</i>			<i>Grafit</i>
CaO	CaS	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
MgO	MgS	CaC <sub>2</sub>	FeS
SrO	SrS	CrC <sub>2</sub>	SiC
BaO	BaS	CeC <sub>2</sub>	
MnO	MnS	LiC <sub>2</sub>	
FeO	Li <sub>2</sub> S	ZrSiO <sub>4</sub>	
Ce <sub>2</sub> O	TiC		
Li <sub>2</sub> O	ZrC		
TiN			
ZrN			

mindegyike a felsorolt elemekkel, tehát a magnézium, cerium, lithium, bárium, calcium, stroncium, nátrium és kálium segítségével redukálható, mint az a képződési hő vizsgálatából azonnal kitűnik. Ennek folytán fenti elemek beötvözése után a folyékony fürdőben hexagonális térrácsú magok már nem lesznek és a fürdő erősen túlhűthető. Ezen túlhűlés következtében az eutektikus

pont jobbra eltolódik; a túlhűtés mértékétől függően ugyan, de átlagértékben kb. 0,5%-kal. A túlhűtés során a grafit gömbgrafit alakjában válik ki a cementit gyors bomlása révén. A túlhűthetőségen felül tehát második feltétel olyan instabil cementit, amely a homokformában történő lehűtésnél is a cementit bomlási hőközében a rendelkezésre álló idő alatt felbomlik. Ehhez tehát szükséges a karbidképző és grafitképző elemek megfelelő aránya, ami világosan kitűnik a szövetelemábrák felépítéséből. Ezek után a gömbgrafit keletkezéséhez szükséges feltételeket a következőkben lehet megállapítani:

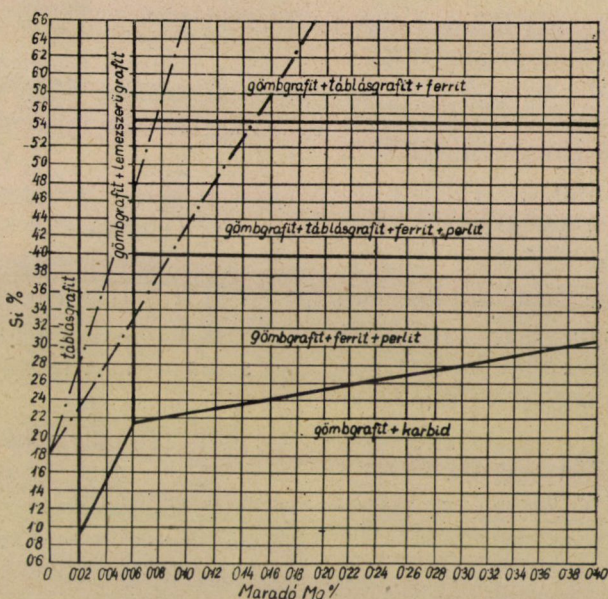
1. Olyan ötvözőelemmel ötvözendő az öntöttvas, amely a hexagonális térrácsú magokat, tehát a vasszulfidot és a szilíciumdioxidot redukálni képes. Ezek az elemek a képződési hő alapján egyértelműen meghatározhatók.

2. Mivel ezen ötvözőelemeknek karbidképző hatása különböző és karbidjaik különböző stabilitásúak, minden egyes ötvözőelemnél más és más mennyiségű grafitképző elem (szilícium) szükséges ahhoz, hogy a szilárd állapotban kiváló grafit a cementit bomlásából létrejöhessen. Hogy a szilárd állapotban lefolyó kristályosodás tényleg a karbidképző és grafitosító ötvözőelemek arányától függ, azt bizonyítja az a kísérletsorozat, amelyet oly módon végeztünk, hogy egyébként tiszta gömbgrafitos szerkezetet eredményező ötvözethez fokozatosan mangánt adagoltunk, egészen 2,5%-ig. Az ötvözet eredeti mangántartalma 0,6% volt. Kb. 0,8% mangánnál a gömbgrafit mellett már cementit jelentkezett és 1,5% mangánnál pedig a szerkezet teljesen cementites volt. Megfordítva viszont 14% mangán, 3,5% karbon tartalmú ötvözetben, melynek eredeti szilíciumtartalma 1,8% volt, 1,2% ferroszilíciummal történő beoltással a mangánkarbidok is elbonthatók voltak.

### III. Ipari következtetések

Ipari alkalmazás szempontjából természetesen a magnéziummal ötvözött öntöttvasak lehetnek csak gazdaságosak a cerium viszonylag nagy ára miatt. A magnézium beötvözése azonban az öntöttvas hőmérsékletén uralkodó nagy gőznyomás miatt csak olyan segédötvözetek segítségével lehetséges, amelyeknek többi alkotója az öntöttvasban gyorsan oldódik. Külföldön ilyen célra már régóta a Cu-Mg, illetőleg Ni-Mg ötvözeteket használják. Ezeknek igen nagy előnye, hogy a Cu és a Ni karbidokat egyáltalában nem képeznek, grafitosító hatásuk pedig az ötvözéshez szükséges kis százalékban elhanyagolhatóan csekély, ilyen módon tehát ezeknek a segédötvözeteknek a használatánál a már közelítőleg lefektetett szövetelem diagrammok alkalmazása nagyobb nehézségekbe nem ütközik és a gömbgrafit képződése a kívánt, meglehetősen szűk összetételi határokat teljes »találati biztonsággal« be lehet tartani. A Ni és a Cu segédötvözetek használata hazai viszonyok között túlságosan költséges, ezért célszerűbbnek látszik olyan elemeket felhasználni, amelyek nagy mennyiségben állnak rendelkezésre. Ilyen ötvözet pl. a Miskovszky és Dunphy [17] által

1949-ben ajánlott Mg-Si-Fe-ötvözet, amelynek ipari alkalmazása azonban nagy óvatosságot kíván, tekintve, hogy a magnézium a vasban léghőri nyomásnál gyakorlatilag nem oldódik, ennek folytán ezek az ötvözetek jelentős mennyiségű Si-t szoktak tartalmazni. Példaképpen megvizsgálva egy ötvözetet, amely 10% Mg, 50% Si és 40% Fe tartalmú, valamint figyelembevéve azt is, hogy az irodalmi adatok és a hazai kísérletek szerint is az adagolt Mg-nak csak  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$  része marad a fürdőben, szükségképpen a fürdőben visszamaradó Mg beviteléhez jelentős mennyiségű Si-t is kell a fürdőbe bevinni. Ennek az ötvözetnek a használatánál mutatkozó nehézségek magyarázata akkor lesz szembetűnő, ha a szövetelem diagrammba berajzoljuk a Si-tartalom változását a visszamaradó Mg függvényében (25. ábra). Az ábrában a Mg kiegészésének két határát jellemző



25. ábra. A gömbgrafit előállításának lehetősége olyan Fe-Si-Mg, ötvözetrel, ahol a Si és Mg aránya 5:1

egyenest rajzoltuk be az előbbi összetételnek megfelelő ötvözetnél. Az ábra világosan mutatja, hogyha a Mg kiegészés igen kedvező, tehát a fürdőben az adagolt Mg-nak  $\frac{1}{5}$  része visszamarad, ami a deszulfurizálásnál lekötött Mg-t és a kiegészési veszteséget figyelembevéve, igen jelentős eredmény, akkor is az ennek az esetnek megfelelő vonal csak rendkívül szűk határok közt metszi a gömbgrafit keletkezési területét, értve ez alatt a ferrit perlitese alanyanyagba ágyazott gömbgrafitot. A »találati valószínűség« a nagy Si-tartalmú ötvözetekkel tehát szükségképpen csekély és bár ezekben kétségtelenül észlelhető gömbgrafit, de legtöbbször lemezes, vagy lemezszerű (quasi flake) grafittal együtt, ami természetesen, ha a szilárdsági értékeket nem is nagy mértékben, de a nyúlási értékeket döntő

mértékben befolyásolja. Befolyásolja továbbá azért is, mert az ilyen ötvözetekkel való találati lehetőség csak nagy Si-tartalmú anyagoknál áll fenn, ahol a nagy Si-tartalom miatt az öntvény szükségképpen rideg. Az ábrában a szerkesztést 1,8% Si-tartalmú öntöttvasra mutatjuk be, más Si-tartalmaknál a vonal természetesen megfelelően eltolódik. A szövetelemábrák szerkezetéből azt a következtetést kell levonni, hogy a Mg beviteléhez használt segédötvözetek csak megfelelően kis Si-tartalmúak lehetnek. Célszerű, ha a Mg és Si aránya kb. 1 : 0,8, amikor is az ábrán bemutatott meredeken emelkedő vonal közel párhuzamossá válik a ferrit-perlit gömbgrafitos terület alsó határvonala irányával. Ilyenkor a »találati valószínűség« még nagy Si-tartalmú öntöttvas használatánál is a lehető legkedvezőbb. Szükségképpen következik tehát, hogy a gömbgrafit előállításához a helyes összetételű magnéziumos segédötvözet az, amelyikbe a Mg és Si aránya az előbb mondott határnak megfelel, továbbá a segédötvözet többi alkotó része olyan, amelynek karbidképző, vagy grafitosító hatása csekély. Célszerűnek látszik tehát egy Mg-Si-Fe-Ti ötvözetnek az alkalmazása, vagy a Mg-Fe-Si-ötvözeteknek karbidképző anyaggal való ötvözése olyan határig, amely a Si kellemetlen grafitosító hatását ellensúlyozni képes. A nagy nyúlású gömbgrafitos öntöttvas előállításának tehát szükséges feltétele olyan segédötvözet, amely a Mg bevitelénél a Si-tartalmat nem növeli feleslegesen.

Mind a magnéziummal, mind a cériummal ötvözött öntöttvasak rendkívül instabil karbidjai, mint azt már más helyen [15] is jeleztem, lehetővé teszik a temperöntvények hőben való kezelési idejének jelentős csökkentését. Természetesen az itt most bemutatott perc és másodperc nagyságrendű hőkezelések inkább csak az elmélet igazolására szükségesek, azonban kétségtelenül mutatják, hogy megfelelően választott összetételi határok között a gömbgrafit + karbidos szerkezetű öntöttvas rendkívül rövid hőkezelési idő alatt elbontható. Ugyanilyen gömbgrafit + karbidos szerkezetű öntöttvas megfelelően kis Si-tartalommal kovácsolható, illetve hengerelhető is. Kísérleteink szerint egy karbid + gömbgrafitos szerkezetű öntöttvas két óráig tartó 900 C°-on való hevítés után 50% keresztmetszet csökkenésig volt melegen kovácsolható, anélkül, hogy berepedt volna. Kézenfekvő tehát, mint azt már a tavalyi akadémiai nagyhéten is kifejtettem, hogy közvetlen nagyolvasztóból csapolt nyersvasat a szokásos kezelés után (Mg-os ötvözés, ferroszilíciummal való beoltás) közvetlenül ki lehet hengerelni. Ezen az úton az acélművi költségek megtakarításával egy kb. 45—50 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú 8—10% nyúlású anyag gyártható. Ezek a számértékek kovácsolt anyagra vonatkoznak.

Tekintve, hogy — mint az előzőkben kifejtettük — a primér gömbgrafit kristályosodása a fémfürdő csíramentességétől, továbbá az oldatnak szilíciummal való túltelítettségétől függ, a hipereutektikus gömbgrafit gyorshűtésnél is, tehát pl. fémformába való öntésnél is előállítható. Az eutektikus cementit előbb ismertetett instabilitásából következik, hogy megfelelő összetételi határok között el lehet érni a fémformában történő gyorshűtésnél is a cementit elbomlását,

azonban ezek az összetételi határok nyilvánvalóan sokkal szűkebbek, mint azt a bemutatott szövetelemábrák mutatják. Anélkül, hogy ezeket a határokat, illetve a kokillába való öntés szövetelem diagrammját kidolgoztuk volna, az eddig végzett néhány kísérletből megállapítottam azt, hogy kokillaöntésnél is minden utólagos lágyítás nélkül előállítható gömbgrafit, de legrosszabb esetben is a keletkezett karbidok megfelelő összetétel mellett rövid hőkezeléssel elbonthatók.

Befejezésül le kell szögezni, hogy a gömbgrafit kristályosodásának elméletében még mindig számos tisztázatlan pont mutatkozik. Az ipari alkalmazás kérdésében is még rendkívül tág lehetőségek nyílnak. A további kutatások első és legfontosabb feladatának a szövetelemábráknak az eddiginél sokkal pontosabb kidolgozását tartom, tekintve, hogy az itt közölt szövetelem diagrammok még mindig csak a Si és a Ce, vagy a Mg függvényében egy-egy konstans karbontartalomnál állnak rendelkezésünkre. A kérdés megoldását csak a C, Si, Ce, illetve Mg háromalkotós térbeli szövetelemábra teljes kidolgozása fogja megadni. Rá kell mutatnom még arra, hogy az eddig közölt szövetelemábrákban az egyes mezőket éles határvonallal választottam el, ami az ábra áttekinthetőségét van hivatva szolgálni, azonban a valóságban az egyes mezők között ugyanúgy, mint a Maurer-diagrammnál, átmeneti zónák vannak.

#### I R O D A L O M

1. Roll : Giesserei (15) 1928. 1270. old.
2. J. T. MacKenzie : American Institute Min. Metallurg. Engineers Techn. Publ. 1944.
3. A. L. Norbury : Journal of the Iron and Steel Institute. 119. (1929) 443. old.
4. Morrogh : Journal of the Iron and Steel Institute 143. (1941) 195. old.
5. H. G. Hall : Foundry 77 (1949) 88. és 212. old.
6. Kerpely K. : Die metallurgischen und metallographischen Grundlagen des Guss-eisens. W. Knapp. 1928.
7. Adey, C. : Diss. T. H. Aachen 1947. D. R. P. 766592. 1938. Ref.: Piwowarsky.
8. Vasziljenko — Grigorjev : Modificirovannii Csugun.
9. Morrogh és Williams : Journal of the Iron and Steel Institute, 158 (1948) 306. old.
10. C. K. Donoho : American Foundryman 15 (1949) 30. old.
11. A. De Sy : American Foundryman 15 (1949) 55. old.
12. Wittmoser : D. P. a. 48781. Ref. Giesserei 1951. 470. old.
13. A. De Sy : Metall Progress 57 (1950) 774. old.
14. Girsovic N. G. : Lityejnoje proizvodstvo, 1951. 17. old.
15. Gillemot : A gömbszemcsés grafit kristályosodása. Bányászati és Kohászati Lapok. 1951. (Akadémiai székfoglaló, 1950. jún.)
16. J. T. Eash : Transactions of the American Foundryman's Association, 49 (1941) 887. old.
17. Miskowszky és Dunphy : Iron Age 1949. 78. old.
18. Wittmoser A. : Giesserei 38 (1951) 469 és 572. old.
19. De Sy : Metall Progress (1951) 798. old.
20. Gillemot : Akadémiai Osztályközlemények, 1950.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

TÓTH ANDRÁS

A szürkevasal foglalkozó mérnök régi vágya volt, hogy a fémeket éles bemetszésekkel megszakító grafitlapokat, ereket és az evvel járó gyenge szilárdsági értékeket megjavítsa. A megoldást több módon kísérelték meg. Eleinte a grafit-szemcsék finomítására törekedtek, később különféle fémekkel, ötvözéssel javították a minőséget. Különösen a kén káros hatását iparkodtak többféleképpen leküzdeni és ennek a kísérletezésnek során jutottak el a ceriummal való ötvözéshez, amely kísérlet során egészen új szövét keletkezett.

A ceriummal ötvözött szürkevasban a grafit gömbalakban vált ki, ennek következtében az acélt elérő szilárdságú és nyúlású anyagot kaptak. Ennek a vasnak a szövetszerkezete igen hasonlított a tempervaséhoz. Addig azonban, amíg a tempervasban a grafit inkább csomós állapotban jelent meg, a gömbszemcsés grafitú vasban gömbszerű alakot mutatott. Ennek az új anyagnak nyúlása, különösen pár perces hőkezelés után, lényegesen jobb volt, mint a tempervasé. A gömbalakú grafit képződésére számtalan elgondolás volt, amelyek közül magam részéről leglényegesebbnek tartom a folyékony fém túlhűlését és a diffúziós jelenségeket. A gömbszemcséjű grafit keletkezésében a csekély kén-tartalom igen lényeges feltétel, magam részéről azonban annak mégsem mernék olyan nagy fontosságot tulajdonítani, mint azt a legtöbb kutató teszi. Ha ugyanis *De Sy* kísérleteit nézzük, avagy az általunk végzett kísérleteket vizsgáljuk, akkor azt látjuk, hogy közel négyszeres (0,08%) kén-tartalmú vasból is jobb eredményeket érünk el akkor, ha az öntési, de különösen az olvasztási hőmérséklet nagyobb volt.

A kutatások során különösen jó értékeket értek el az elektromos kemencében olvasztott anyagokkal, melyeknek nagyobb szénttartalomnál is nemcsak szilárdságuk, hanem nyúlásuk is jobb volt, mint a kupoló kemencében olvasztott, tehát kellőképpen túl nem hevíthető vasaké. A túlhűlés jelensége ugyanis a túlhevített vasnál gyakoribb, mégpedig azért, mert az öntésnél keletkező örvénylések megszűnte után a fémfolyadék hosszabb ideig marad nyugalmi állapotban, ami a folyadékok rázkódásmentes térben túlhűlésre hajlamosságával azonos módon észlelhető a vasnál is.

A grafit kiválását elősegíti a grafittal azonos térrácsú anyagnak a megjelenése is az oldatban. Itt különösen fontos jelentősége van a vasoxidot redukáló szilíciumnak, amely a grafittal azonos hexagonális kristályráccsal jelenik meg és így mint a grafit kiválási folyamatát megindító kristálycsíra oszlik el a folyékony fémekben. A grafittal azonos térrácsú anyag megjelenése az oldatban azonban magában nem elégséges a grafit gömbalakú kiképzésére. A gömbalakot valószínűleg óriási fémnyomások váltják ki oly módon, hogy a meglevő grafitmagok köré diffundáló, állandóan növekvő grafit tömegével másképp nem tud elhelyezkedni, mint a legkisebb területet elfoglaló gömb alakjában. Minél nagyobb mértékű volt a túlhűlés, annál nagyobb a grafitot körülvevő szilárd kéreg nyomása, ezért lényeges és fontos olyan anyagoknak a folyékonyvasba való bevitele, amelyek a grafitképző csírákat feloldják és a fém túlhűlését elősegítve, a grafit minél alacsonyabb hőmérsékleten való kiválását okozzák. A nagyon gyors hűtés is kiválthatja a túlhűtést, mert a jelenlevő grafitkiválást

elősegítő kristálymagok hatásukat csak késve tudják kifejteni. A grafit gömbösödését annál nagyobb mértékben észleltük, minél nagyobb volt az öntöttvas zsugorodása, ami szintén azt látszik igazolni, hogy a gömbalak kiképzésében a nagy zsugorítóerők fontos szerepet játszanak. Ugyanakkor a gyors hűtés hatását igazolja az a több öntvényen végzett megfigyelés, hogy az öntvény gyorsan hűlő vékony részeiben sokkal nagyobb mennyiségben keletkeztek gömbalakú grafit szemcsék. Így például az egyik 250 kg súlyú lánckerék öntvényénél a gyorsabban lehűlő vékony küllőrészekben a grafit gömb szemcséjű, míg a vastag agyrészben quasi-flake alakú volt.

A grafit gömbösödésének feltételeit — úgy véljük — ma már ismerjük. Szerintem mégis több kérdést kell még sürgősen tisztáznunk, hogy evvel az igen értékes termékkel iparunkban tág határok között felhasználható anyaghoz jussunk. Ezek főképpen a következők: Hogyan valósíthatjuk meg a kupolókemencéknél is a minél nagyobb öntési hőmérsékletet? Hogyan csökkenthetjük már az olvasztás folyamán a vas kén tartalmát a legkisebb értékre? Hogyan növelhetjük meg a gömbgrafit előidézését okozó ötvözők hatását úgy, hogy az ne csak két—három percig, hanem az üzem részére sokszor 15—20 percet igénybebevéző öntési manipulációkra is elegendő ideig hatásos maradjon? A megoldandó kérdések közé tartozik az is, hogy a magnéziumnak, mint a gömb szemcsét előidéző anyagnak miképpen oldjuk meg a vasba való bevitelét úgy, hogy a jelenlegi kellenetlen kísérő jelenségeknek, mint a nagy füst és porszerű salak, valamint a munkát zavaró nagy fény képződését megszüntessük. A hatásosabb kezelés céljából nemcsak a kezelés előtti kén telítetésnek, hanem a vasnak megfelelő eljárást kell kidolgoznunk, mert, amíg a kén a grafit gömbalakú kiválását gátolja, addig a foszfor bizonyos mértéken túli mennyisége a nyúlást rontja. Az eddigi kutatások eredményei azt mutatják, mennél kevesebb magnéziummal lehet a grafit gömbösítését végrehajtanunk, az eljárás annál biztosabb, annál nagyobb a találati valószínűség, ez pedig csak úgy biztosítható, ha az anyagot szennyező kén lekötésére nem kell fölös mennyiséget a folyékony vasba bevinnünk.

Akkor, amikor a gömb szemcséjű grafit kérdésével a magyar tudósok és kutatók az előző előadásban hallott szép eredményeket elérték, magam részéről kérem, hogy a laboratóriumi méretekben folytatott kísérletek után valamelyik öntődének erre a nagyipari kísérletezésre való bevonása mielőbb elrendeltessék, ahol az üzemszerű vizsgálatok a még útban levő akadályok felderítésével a kérdés teljes megoldásával az új nagyszilárdságú vasanyagot szocialista államunk és dolgozó népünk rendelkezésére bocsátják.

#### VARGA FERENC

Az előadás utolsó fejezete a gömbgrafit keletkezésének elméletéből és feltételeiből levonható »ipari következtetésekkel« foglalkozott. Érdekes az előadásnak az a megállapítása, hogy a Cu-Mg, illetve Ni-Mg segédötvözet használatánál az ismertett szövetelem diagrammok alkalmazása nagyobb nehézségekbe nem ütközik és a gömbgrafit képződéséhez a kívánt, meglehetősen szűk összetételű határokat teljes biztonsággal be lehet tartani. Kár, hogy a találati valószínűség, főleg a nyúlás szempontjából nagy Si-tartalmú ötvözeteknél csekély. Ezt a tényt az eddigi üzemi kísérletek is igazolták, mert az eddig elért 1—3% nyúlást nem nevezhetjük kielégítőnek.

Az üzemi kísérleteket a segédötvözet nagy Si-tartalma miatt 1% Si-tartalmú folyékony vassal végeztük. Ha ezt a körülményt a bemutatott 21., illetve 25. ábrán a Si-változása görbéjének megrajzolásánál figyelembe vesszük, már az 1 : 5 Mg : Si-tartalom arányú segédötvözeteknél is értékes területet kapunk a gömbgrafit + ferrit + perlit diagramm részben. Még szembetűnőbb a gyártás találati biztonsága szempontjából a helyzet, ha 20% Mg-tartalmú 1 : Mg : Si arányú segédötvözetet használunk. Ebben az esetben az 1,8% Si-alapból kiindulva a 90%-os Mg-vesztésnél is a Si-növekedés görbéje erősebben metszi a tiszta gömbgrafit területét, mint az előbb az 50%-os Mg-vesztésnél. 1%-os Si-tartalomból kiindulva viszont a tiszta gömbgrafitos mezőnek több, mint a felét átfogja a Si-növekedés egyenese.

A 10% Mg-tartalmú 1 : 4 Mg : Si arányú segéd ötvözetekkel végzett üzemi kísérleteket a diagramm szempontjából vizsgálva azt látjuk, hogy a Si-tartalom a kívánt mértékben még ezzel a segédötvözetrel is tartható ; de a másik döntő körülmény, a Mg-nak a fürdőbe való bevitele bizonytalan a gyártás szempontjából. Közismert viszont, hogy a Mg kiegészítést a fürdő hőmérsékletén kívül a segédötvözet Mg-tartalma is befolyásolja. Ha a Mg : Si viszonyt csupán a segédötvözet Mg-tartalmának növelésével csökkentjük, a gyártás találati valószínűsége nem lesz nagyobb, mert a gömbgrafit képződéséhez szükséges Mg-ot így sem tudjuk feltétlenül biztosítani. A Mg-kiegészítést befolyásoló harmadik tényező az idő, ami irodalmi adatok szerint 0,006% Mg/perc, a fürdő hőmérsékletétől függően erősen változó.

Üzemi kísérleteinknek a segédötvözetrel való kezelési időtartama az adag nagyságától függően csapolástól az öntésig 6—18 perc volt. A szükséges próbatesten kívül gyakran öntöttünk különböző öntvényeket vizsgálati célra. Öntöttünk kopásvizsgálat céljára pl. mozdonyféktuskókat, amelyeket a kopási kísérletek után elszeleteltünk, hogy 30 mm átmérőjű próbapálcán tiszta gömbgrafitos szerkezetet a kb. 50×100 mm-es keresztmetszetben megvizsgáljunk. A vizsgálat eredménye minden egyes esetben nagyon finom perlit, és lemezes grafit volt. Ebből és hasonló üzemi kísérleteinkből azt állapítottuk meg, hogy a gömbgrafitképződés Mg-kezelésnél erősen függ a falvastagságtól, illetve a lehűlési sebességtől.

Az üzemi kísérletekhez használt folyékony vas összetétele 1% Si tartalmú, 0,8—0,9 telítési fokú volt, aminek a Si-tartalma a Mg-kezelés után 2,6—3,4%-ra, a telítés foka viszont 1,1—1,17-re emelkedett, a szakítószilárdságnak 40—53 kg/mm<sup>2</sup>-ig való emelkedése mellett. Ezen elfogadható eredményeket tehát minden esetben hipereutektikus összetétellel értük el. És ha elfogadjuk *Eash* elméletét, aki szerint a Fe-Si-os beoltás helyi Si-dúsulást, azaz hipereutektikus összetételt eredményez, akkor nemcsak hipo-, vagy a helyileg hipereutektikus öntöttvasakban, hanem az összetételükben hipereutektikus öntöttvasakban is megvan a gömbgrafit képződésének lehetősége, amit az üzemi kísérletek is igazoltak. Ezt igazolja *Ballay* és munkatársainak a Foundery-ben legutóbb között hasonló tárgyú munkája is.

Ha ebből a szempontból vizsgáljuk a 21. számú szövetelemábrát, amely a 3,5%-nál kisebb C-tartalmú összetételekre vonatkozik, azt látjuk, hogy a 3,5% C-tartalomhoz tartozó eutektikus vízszintes 2,32%-os Si-tartalomnál van, míg a 3% C-tartalom 3,94% Si-tartalomnál. Az első esetben a gömbgrafitos mezőnek legnagyobb része hipereutektikus összetételű. Láthatjuk, hogy a gömbgrafit képződésének a lehetősége Mg-kezelés esetén a hipereutektikus összetételeknél is megvan.



## HAJTÓ NÁNDOR

Gillemot professzor az irodalomból eddig ismert néhány elmélet össze-foglalása után a saját kísérleti eredményeinek és az idevágó irodalmi adatok egy részének a figyelembevételével a gömbgrafit keletkezésének a folyamatára vonatkozó megállapításait négy pontban foglalta össze. Ezeknek lényege, hogy a gömbgrafit egyrészt — meghatározott körülmények között — a folyékony fűrdőből priméren kristályosodik, másrészt pedig a lehülés közben szétbomlott cementit terméke.

A gömbgrafit keletkezésének a feltételeit pedig ezekből az elméleti megállapításokból szűrte le és két pontban rögzítette.

Eszerint az első feltétel az, hogy az öntöttvasat olyan ötvözőelemmel kell ötvözni, amely a hexagonális térrácsú magokat, tehát a FeS és a  $\text{SiO}_2$ -t stb. redukálni képes. A képződési hő vizsgálatából azt állapította meg, hogy a hexagonális magokat a grafit gömbösítését biztosító valamennyi ötvözőelemmel redukálni lehet. Az utóbbi évtized kutatásai azonban kiderítették, hogy a képződési hőből a vegyületnek a reakcióban várható viselkedésére következtetni nem lehet, mert nem veszi figyelembe az entrópiaváltozást, amely pedig a reakciók egyensúlyára döntő hatású. Helyes következtetéshez csak a termodinamikai potenciál segítségével juthatunk, mert ez — és csakis ez — utal arra, hogy a reakciókban résztvevő vegyületek közül adott hőmérsékleten melyik a stabilisabb. A reakcióban résztvevő vegyületek alatt a redukálendő oxidot, vagy egyéb vegyületét, illetve a redukáló elem oxidját, vagy egyéb vegyületét értem. A termodinamikai potenciál fogalmából következik, hogy mindig az a vegyület stabilisabb, amelyiknek ez az értéke adott hőmérsékleten negatívabb, tehát kisebb (The Physical Chemistry of Process Metallurgy. London 1948. 130—131. l.).

A kovasav termodinamikai potenciálja 1400 fokon — 143 000 kcal/kgmol. Ezt a vegyületet tehát minden olyan elem redukálja, amelynek az oxidja ennél kisebb potenciálú. A grafit gömbösödését okozó legtöbb elem oxidja ennek a feltételnek megfelel (pl. a MgO-é — 182 000, a CaO-é — 222 000 kcal/kgmol, stb.). A  $\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{K}_2\text{O}$  termodinamikai potenciálja azonban a kovasavénál jóval nagyobb. Az előbbi 1100°-on is már —86 000, az utóbbi pedig 800°-on — 100 000 kcal/kgmol. Ezek az értékek a hőmérséklet növekedésekor természetesen csak még tovább nőnek. A K és a Na tehát a  $\text{SiO}_2$  tetragonális rácsmaradványait nem tudja redukálni annak ellenére, hogy a velük helyesen kezelt öntöttvas grafitja gömbalakban kristályosodik. Evvel szemben az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  termodinamikai normál potenciálja 1400°-on — 183 000 kcal/kgmol, tehát az Al alkalmas arra, hogy a kovasav hexagonális kristálymaradványait redukálja és mégsem okoz gömbösödést annak ellenére, hogy a redukálás következtében keletkező  $\text{Al}_2\text{O}_3$  romboéderez, tehát nem hexagonális kristályokat alkot.

Ami egyébként a szóbjázható fázisok kristályalakjait illeti, nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy az öntöttvas ötvözésére leggyakrabban használt Ce és Mg egyaránt hexagonálisan kristályosodik. Igaz ugyan, hogy a 20% Mg-tartalmú rezes segédötvözetben a Mg a szabályos rendszerben kristályosodó  $\text{MgCu}_2$  vegyületet alkot, a szilíciumos segédötvözetben azonban a szabályos rendszerben kristályosodó  $\text{Mg}_2\text{Si}$ -en kívül Mg is van, amely a vegyületével eutektikusan kristályosodik. Ha mármost elfogadjuk azt a feltételt, hogy a gömbösödés csak akkor sikeres, ha az öntöttvasban a Mg-ból néhány század %-nyi fémes állapotban marad (ezt pedig nem egy irodalmi megnyilatkozás

határozottan állítja), tehát az ötvözőelemnek az olvadékban nem valamilyen egyéb kristályrendszerbe tartozó vegyülete van jelen, felmerül a kérdés, vajjon a kristályosodáskor ennek a Mg-nak milyen hatást tulajdoníthatunk?

A helyzetet csak komplikálja az, hogy az előadó említette hexagonális SiC szétbomlásakor nyilván keletkező  $Mg_2C_3$  szintén hexagonális kristályokat alkot.

Köztudomású továbbá, hogy a lemezes alakú grafit is hexagonálisan kristályosodik. Semmi okunk sincs feltételezni, hogy a gömbös állapotát valamilyen eddig nem ismert allotróp módosulatának köszönhetné. Enélkül pedig a hexagonálistól eltérő kristályalakot gömbös állapotában sem mutathat.

Nem nehéz ezek után arra a következtetésre jutni, hogy a hexagonális rácsmaradványok megsemmisülése aligha lehet a gömbgrafit keletkezésének alapvető feltétele. Sokkal valószínűbbnek látszik, hogy a gömbök, idegen nyelven, de szabatosabban meghatározva: szferolitok keletkezését — pillanatnyilag még pontosan nem ismert feltételek teljesülése esetén — valamilyen gátló körülmény, talán éppen a karbon diffúziójának az ötvözés következtében csökkenő sebessége okozhatja. Ez a következtetés pedig *Girsvics*nak a magyar irodalomban is ismertetett elméletéhez vezet.

A gömbgrafit keletkezésének a *második feltétel*ül az előadó a megfelelő *beoltást* jelölte meg. Evvel kapcsolatban ismertette, sőt a saját eredményeivel valószínűsítette *Eash* elméletét, amely szerint az ötvözött öntöttvasba juttatott FeSi nem annyira magképzőként hat, hanem valószínűleg olyan helyi dúsulást okoz, amely az öntöttvasat a beledobott FeSi-rögök körül hipereutektikussá teszi.

Ez az elmélet igen meglepő összefüggést mutat a gyakorlati megfigyelésekkel. Éppen ezért nagyon érdekes lett volna annak a számítási módszernek, illetve az ahhoz felhasznált adatoknak a részletesebb ismertetése, amellyel kapcsolatban az előadó csak annyit említett, hogy a »szakirodalomban található adatok és a saját kísérleti méréseink szerint ez az idő 3—5 perc, ami tényleg jó egyezést mutat azzal az idővel, ami a FeSi feloldódásához és diffúzió révén egyenletes koncentrációjú oldat képződéséhez szükséges.«

Sajnos, minden tetszetősége ellenére ez az elmélet is csődöt mond, ha figyelembe vesszük, hogy az ötvözött öntöttvasnak grafittal való beoltása sohasem vezet a grafit gömbösödéséhez. Pedig a karbon a telítési fok eltolódását illetően a Si-nál háromszor, pontosabban 3,2-szer hatásosabb. Tehát az öntöttvasnak ugyanazt a helyi hipereutektikussá válását harmadannyi karbon is biztosítaná anélkül, hogy az ilyen helyen *primér* gömbgrafit, de még csak *primér* lemezes grafit is mutatkoznék. Alig hiszem, hogy a beoltás magképző hatásánál egyéb jelenséggel, illetve folyamattal számolnunk kellene. Minden egyéb erre vonatkozó elmélet ellene mondana a fémek kristályosodásával kapcsolatban — nyomós kísérleti eredményeken alapuló — elképzeléseinknek.

Végül röviden, inkább csak az előadásban hallottak kiegészítéséül néhány közismert metallográfiai jelenségre szeretnék utalni, amelyeknek a figyelembevétele nélkül az előadónak egypár megállapítása könnyen félreérthető és esetleg téves következtetésekre vezethet.

A hipoeutektikus öntöttvasban priméren austenit kristályosodik és ezt követi az eutektikum megmerevedése. Az eutektikum egyik fázisa mindig austenit, a másik pedig grafit vagy cementit aszerint, hogy az öntöttvas stabilis vagy metastabilis rendszerben kristályosodott. Az austenit természetesen szekundér karbon kiválása után perlitte lesz. *A perlit és a beledgyazott gömbgrafit*

tehát nem egyéb, mint a stabilis eutektikum két fázisa. Az ilyen szövethépen látható gömbgrafit természetesen lehet a perlitbe, tehát az átalakulása előtt (eutektikus) austenitbe ágyazott primér kristály is, de *nem szükségképpen* az. A gömbgrafitot övező ferritudvar azonban mindig arra utal, hogy a szekundér kristályosodás, tehát az austenit átalakulása a stabilis rendszer szerint történt (azaz a szövethépen lényegében azonos a ferrites öntöttvaséval). Ilyenkor tehát az eutektoid grafitja az eutektikus grafitra rakódik, a stabilis eutektoid másik fázisa pedig ferrit alakjában veszi körül. Ez természetesen nem zárja ki azt, hogy a ferrites területek között, ahol a már meglevő grafit hatása nem érvényesül, metastabilis eutektoid, tehát perlit keletkezzék.

Az elmondott kristályosodási folyamat csak *túlhűlés*kor módosul, amikor a grafit lomhasága miatt az austenit kristályosodása az eutektikus hőmérséklet alatt is folytatódik. Ilyenkor tehát az olvadék összetétele is megváltozik és karbonban az eutektikus koncentráción túl dúsul. Amikor azonban, valamilyen hatás következtében, a karbon kristályosodása megkezdődik, az olvadékból mindaddig csak grafit válik ki, ameddig az olvadék C-koncentrációja az eutektikushoz vissza nem tér. Ezután az eutektikum kristályosodása a már ismert módon folytatódik. Az ilyen túlhűtött olvadékból tehát a primér austenit és az eutektikum kristályosodása közben a primérhez hasonló alakú grafit is válik ki, amelyet csak azért neveznek *kváziprimér*nek, mert egy folyamatban két fázis priméren nem keletkezhetik. Ez azonban *nem jelenti azt, hogy a túlhűlés az eutektikus koncentrációt megváltoztatná.*

A kristályosodásnak a stabilis vagy metastabilis rendszerben való lefolyását elsősorban a Si határozza meg. Az természetesen könnyen lehetséges, hogy a primér kristályosodás a stabilis, a szekundér pedig a metastabilis rendszerben történjék. Az azonban, hogy a primér kristályosodás, tehát az olvadék megmerevedése a stabilis rendszer szerint (primér grafit) kezdődjék és a metastabilis szerint (ledeburittal) folytatódjék éppúgy nem képzelhető el, ahogy nem lehetséges az sem, hogy a szekundér kristályosodás, vagyis az austenit átalakulása, *grafit* kiválása után, perlitben végződjen.

A grafitot (és pedig akár lemezes, akár gömbalakú grafitot), továbbá metastabilis eutektikumot, vagyis ledeburitot együtt tartalmazó szövethépen mindig arra utal, hogy az öntöttvas *felesen* kristályosodott. Az, hogy az egymást változtató szürke és fehér foltok a nyersvasban megszokott foltoknál sokkal kisebbek, vagy hogy a gömbgrafitot magában foglaló perlitet a ledeburit gyűrűként veszi körül, az említett tényen mit sem változtat. A ledeburit ugyanis lényegében cementitbe ágyazott és lehűlés közben természetesen perlitté alakult, *apró* austenitszigetkből áll. A hangsúly az eutektikum szövetét általában jellemző *finomságon* van. A ledeburitos szigetek között látható nagyobb perlit-szigetek mindig a stabilis rendszerben szürkén kristályosodott primér, vagy eutektikus austenitből keletkeztek.

A kristályalakokra vonatkozó irodalmi források: Kubaschewszky: Metallurgical Chemistry (London, 1951), Perry: Chemical Engineering Handbook (New-York, 1941)

## SZILÁGYI JÓZSEF

A gömbszemcsés grafitos öntöttvas bevezetése gépiparunkat nagyban gazdagítja. Gazdagítja pedig azért, mert a szürke öntöttvasnál nagyobb szilárdságot és nagyobb nyúlást kapunk. Ismeretes az a harc, amit a gépiparban a szerkesztők vívnak a motorgyártással. Különösen az izzófejes motoroknál

mutatkozik ez a nagy hiba, ahol a hengerfejekben mutatkozó nagy hőhatások a hengerfej belső felületét állandó mozgásra kényszerítik, a henger kifárad és előbb-utóbb repedésre vezet. Különösen mutatkozik ez a hátrány a mezőgazdasági gépgyártásnál a Vörös Traktor-gyárban, ahol hengerrepedések ügye állandó gondot okoz. Ez azonban nem lokális, hanem világszerte ismert jelenség.

Kb. másfél évvel ezelőtt a Vörös Traktor-gyárban *Gillemot* professzorral az élen tudományos bizottság jelent meg. *Gillemot* professzor javaslatot terjesztett elő a gömbszemcsés grafitos öntés bevezetésére. Ennek kivitele nem volt egyszerű, mert nem volt vállalkozó, aki ezt keresztülvigye. Kohászatunk gyengének mutatkozott ehhez és sötétnek látta a dolgot. A Vasipari Kutató Intézethez fordultunk, és támogatásával ez évben 100 db gömbszemcsés grafitos hengerfejet gyártottunk. A megmunkálásnál már megmutatkozott az a nagy különbség, ami a gömbszemcsés grafitos öntés és a szürke öntés között van. Egész más a szilárdsága, más a keménysége és sok olyan előnye van, amit a szürke öntéssel elérni nem lehet. Ez nagy haladást jelent, különösen a gépek méretezésénél, mert azonos terhelésű anyaghoz kisebb keresztmetszetet tudunk alkalmazni. Ezeket a hengerfejeket elkészítésük után az üzemekben traktorokba szereltük, amelyek jelenleg futnak. Az eredmény még ismeretlen, mert hiszen kb. négy hónapja, hogy a kísérlet elindult, de bejelenthetem, hogy hengerfejrepedésről jelentés még nem érkezett, szemben a szürke öntöttvassal, ami azt jelenti, hogy érdemes a gömbszemcsés grafitos öntéssel foglalkozni, habár nehézkes lesz ezt bevezetni, mert a hőkezelést a csapolás után kell elvégezni. De valószínű, hogy kohászatunk ezt is meg fogja oldani. Eltekintve ettől, a gömbszemcsés grafitos ötvözetnek nagy előnye van más irányban is, a kismotorok gyártásánál, forgattyútengelyek öntésénél és a mezőgazdasági gépeknél ott, ahol most jelenleg a kis szilárdságú öntöttvas kerekekből készítjük az alkatrészeket, amelyek igen gyorsan kopnak. Itt a gömbszemcsés grafitos öntés megoldottnak látszik abban, hogy a gépalkatrészek élettartamát meg fogjuk hosszabbítani.

Kohászatunknak jó munkát és több sikert kívánok a gömbszemcsés grafitos öntés bevezetéséhez, hogy ezúton nagyobb sikerrel tudjuk mezőgazdaságunk és gépiparunk gépesítését előrevinni szocialista jövőnkért.

#### FRANK LÁSZLÓ

A nagyszilárdságú öntöttvas ipari előállítása szempontjából nagyjelentőségű kérdés a grafit, de különösen a gömbgrafit keletkezési körülményeinek és feltételeinek tisztázása. A gömbalakú grafit megjelenése az öntöttvasban megzavarta a grafit korábban lefektetett kristályosodásának elméletét és bár sok kérdés tisztázódott már, az egyes vélemények és elméletek ma is erősen eltérőek. Emellett a különféle elméletek — melyek hivatva lennének a grafit kristályosodásának folyamatát megmagyarázni — legtöbbször ellentmondásokat tartalmaznak, sok olyan megfigyeléssel szemben, amit vagy az üzemi öntések folyamán a gyakorlati szakemberek, vagy a kísérletek folyamán maguk a kutatók állapítanak meg.

Hiba lenne azonban az előadás jelentőségét tisztán a gömbgrafit kristályosodásának elméleti jelentőségén keresztül megítélni. Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy hosszú idő óta ez az első elméleti jelentőségű kutatómunka, különösen a kohászat területén. Emellett az előadó munkája elméleti jelentőségén kívül kihatással lehet az öntődei technológia fejlesztése terén a nagyszilárdságú öntöttvas ipari megvalósításával kapcsolatban. Éppen ezért igen

felelősségteljes feladatot végzett az előadó és igen felelősségteljes feladatot végez az is, aki ezt az elméleti kutatási munkát bírálja.

Természetesen könnyű lenne a hozzászólás feladata akkor, ha egy jobb magyarázatot tudna adni a gömbgrafit keletkezésének elméletére, mint amelyet az előadó ad. Meg kell előre mondjam azt, hogy nem kívánok egy másik elméletet előadni. Már rámutattam arra, hogy a gömbgrafit kialakulásának folyamatára eddig is sok elméleti elgondolás született meg, azonban mindegyik vagy részleteiben, vagy egészében helytelennek bizonyult. De azok az elméletek is, amelyek helytelennek bizonyultak, nézetem szerint hasznosak voltak, mert a helytelen elméletek kiváltotta ellentmondások rendszerint egy lépéssel közelebb vitték a kérdést a megoldáshoz. Helyes tehát egy elméletet akkor is bírálni, ha nem tudunk helyébe egy jobb elméletet felállítani, hanem rá tudunk mutatni az elmélet gyenge pontjaira, vagy ellentmondásaira. Helyes továbbá megvizsgálni abból a szempontból is, hogy alkalmas-e arra, hogy abból végső következtetést lehessen levonni?

Mindenekelőtt szeretnék egy, az előadás bevezető részében felmerült kérdést tisztázni, miután ez az előadásban többféle fogalmazásban előfordul és az egyik fogalmazás — amely nézetem szerint helytelen — úgy látszik egy iskolát kezd kialakítani, miután ez a fogalmazás már más kutatók megjelent munkáiban is megtalálható. Ez a helytelen fogalmazás az előadásban a következő: »a fehér temperöntvényekben a grafit szferolitos (gömbszemcsés) míg a fekete temperöntvényekben több apró lemezeknek a csoportosításában alakul ki.« A valóság evvel szemben az, hogy ha a fehér temperöntvényekben a dekarbonizációt helyesen hajtották végre, és az öntvény falvastagsága nem túl nagy, egyáltalán nincs temperszén jelen. Ha ez a körülmény nem áll fenn és a temperöntvényben van temperszén, az csak különleges esetben lehet gömbszemcsés, ha nem áll fenn a  $Mn = 1,72 \cdot S$  viszony, illetve ha a Mn mennyisége ennél kisebb. Minden más esetben szabályos temperszén kapunk.

Egy más félreértés is szerepel az előadás eredeti szövegében *Girsovics* szovjet professzor elméletével kapcsolatban. *Girsovics*nak tévesen értelmezett elmélete dr. Gillemot László professzor új elméletének bizonyítékaként szerepel és ez erősen kérdésessé teszi a felállított új elmélet helyességét, még ha a bizonyíték nem is döntő.

Nézzük, miből áll az előadó új elmélete.

1. A gömbgrafit egyik része akár cérium, akár magnézium ötvözés után közvetlenül folyadékból válik ki.

2. Közvetlenül a folyékony fürdőből a gömbgrafit kristályosítható a C és Si-tartalomtól gyakorlatilag függetlenül Fe-Si-mal való beoltás útján, ami helyi Si-dúsításra vezet és ennek folytán a túltelített és helyileg hiper-eutektikus fürdőből a grafit gömbalakban válik ki.

3. A grafit többi nem primären kiváló része mindig cementit bomlásából keletkezik. A használt cérium, vagy magnézium hatására a hexagonális térrácsú magok redukálódnak, ezért a fürdő erősen túlhűthető. A túlhűtés során a grafit gömb formájában válik ki a cementit gyors bomlása révén.

Ha az 1. pontot vizsgáljuk, azt, amikor a gömbgrafit folyadékból keletkezik, szemügyre kell vennünk azokat a bizonyítékokat, amelyek az előadás hivatalos szövegében e körülmény mellett szólnak. E mellett látszanak szólni *Wittmoser* megemlített kísérletei, amikor is a folyékony vasat vízben hűtötte le és ebben gömbgrafitot talált. Nézetünk szerint nagyon nehéz egy ilyen kísérletet bizonyítékként elfogadni, amikor nem ismeretes sem a kísérlet folyamán hűtött folyékony

vas, sem a hűtőközeg tömege. Ha ezt a grafitosodási lehetőséget összehasonlítjuk a cementit bomlásából eredő gömbgrafit kristályosodásával, nem hagyható figyelmen kívül az előadó azon megállapítása, hogy az ilyen cementit már másodpercek alatt elbomlik, ennél rövidebb időt csak az indukciós berendezés hőtehetetlensége révén nem tudott tudomásunk szerint elérni. Lehetséges tehát az is, hogy a gömbgrafit ilyenkor nem közvetlenül a folyadékból válik ki, hanem a szolidus és likvidus között megjelenő primér cementitből, ami lehet maga is bizonyos feltételek között labilis és mint erre figyelmünket Karsay István aspiráns felhívta, gömbalakú. Ez bekövetkezhetik akkor, ha valamely külső hatás következtében a folyadékban olyan felületi feszültségből eredő belső feszültség keletkezik, amely pusztán erőhatás következtében a keletkező primér cementitet gömbalakra kényszeríti.

A 2. pont további feltételt szab ahhoz, hogy a gömbgrafit a folyékony fürdőből kristályosodjék és pedig azt, hogy a Fe-Si hatására helyileg túltelített hipereutektikus fürdő keletkezzék. A Fe-Si ezt a hatását ismerjük a közönséges Fe-Si-os modifikált öntésnél is, amikor feltételezhetően ugyanez a hatás érvényes, anélkül azonban, hogy gömbgrafit képződne. A Fe-Si-nak az előadó még egy másik hatást is tulajdonít a szilárd fázisból keletkező gömbgrafitnál, mikoris ugyanez a Fe-Si már a cementit megbontását is biztosítja. Ezek szerint a Fe-Si-nak kétféle hatása is lenne. A folyékony fürdő túltelítése és a szilárd fázis labilitásának biztosítása. Ha a túltelítés hatását tartjuk érvényesnek, miképpen keletkezhetik mégis cementit? Hiszen már ez a hatás is az előadó véleménye szerint gömbgrafitot eredményez. Ha pedig a cementit labilitásának biztosítására szolgál a Fe-Si, de cementitnek mégis keletkeznie kell, amelynek keletkezését elősegíti az adagolt Mg vagy cérium, mi szükség van a közvetlenül folyadékból kiváló gömbgrafit elméletére.

A fentiekkel lényegében az előadó említette lehetőséget, azaz a gömbgrafitnak szilárd fázisból való képződésének lehetőségét is ezzel megvizsgáltuk. Nagyon nehéz elképzelni azt, hogy a Fe-Si-nak a folyékony vasban egyidejűleg vagy egymást követően kétféle hatása is lehet. Az sem látszik valószínűnek, hogy a Fe-Si-nak más hatása van hipoeutektikus, mint hipereutektikus ötvözeteknél, ha elfogadjuk azon elgondolást, hogy a Fe-Si helyi dúsulás révén környezetében mindig hipereutektikussá teszi az ötvözetet.

Tudjuk, hogy a gömbgrafitnak közvetlenül folyékony fázisba való kiválására vannak látszólag más bizonyítékok is, melyek az előadásban nem fordulnak elő, ha azonban ezeket az elgondolásokat megvizsgáljuk, újabb ellentmondásokra jutunk, mi azonban felszólalásunkban csupán az előadó felvetette elmélet ellentmondásaira kívánunk rámutatni.

Szabadjon azonban még visszatérni a labilis cementit kérdésére. Ismerünk más cementitfajtákat is nemcsak azt, amely a Mg C-stabilizáló hatására jön létre. Vizsgáljuk meg, hogy vannak-e ezek közül olyanok, amelyekből kétségtelenül szilárd fázisból gömbszenecses grafit kristályosítható és ha igen az ilyen cementit valóban labilis-e.

Ismeretes a modifikált öntvény cementitje, mely annyira labilis, hogy Fe-Si-mal, mégpedig igen kismennyiségű Fe-Si-mal elbontható, azonban gömbgrafitot nem eredményez. Ismeretes a temperöntvény különféle cementitje. Ezek közül van olyan, amely labilisabb és van olyan, ami rendkívül stabil. A temperöntvények legstabilabb cementitjéből akkor, mikor a S túlsúlyban van a Mn-nal szemben — és ezért tartottuk ezt a kérdést a bevezetőben szükségesnek tisztázni — kaphatunk valóban gömbgrafitot.

Ezek után joggal felmerül az a kérdés, hogyha a gömbgrafit keletkezésének sem folyadékból, sem szilárd fázisból nincs elegendő bizonyítéka, hogy keletkezik mégis a gömbgrafit. Mi nem akarunk egy új elméletet felállítani, csak arra kívántunk rámutatni, hogy az előadó elméletében felhozott bizonyítékok nem elégségesek olyan új elmélet felállítására, hogy kétféle keletkezési lehetősége van a gömbgrafitnak.

Ezek után szabadjon néhány olyan kérdésre rámutatni, mely szintén szerepet játszhat a gömbgrafit kialakulásában, amelyet az előadó kutatásaiban részben, vagy teljesen mellőzött.

Így nem vizsgálta meg a már említett azt a lehetőséget, hogy a gömbgrafit a szolidus és likvidus között is keletkezhetik, esetleg egy átmeneti és labilis szilárd fázisból pl. primér cementitből.

Nem vizsgálta együtt a két modifikátor adalék szerepét a Mg-t és a Si-ot, hanem ezt vizsgálta külön-külön, holott előadásában is megemlíti azt, hogy a C-stabilizáló és C-bontó elemek egyensúlya döntő tényező a grafit kialakulására. Mi ezt a két tényezőt együtt vizsgáltuk és ezen vizsgálat eredményét előadásunkban be fogjuk mutatni.

Azt is a tanulmány esetleges hiányosságának tartjuk, hogy kísérleteit különféle segédötvozetekkel hajtotta végre és figyelmen kívül hagyta a segédötvozetekkel bevitt nagymennyiségű idegen anyagok esetleges szerepét. Talán célszerűbb lett volna a vizsgálatokat szín-Mg-mal végezni, ami ugyan nagy Mg-veszteséggel jár, azonban ennek a veszteségnek elméleti munkánál nincs jelentősége.

Az elmondottakat összefoglalva nézetem az, hogy az előadottakból nem látunk elegendő bizonyítékot arra vonatkozóan, hogy valóban kétféle keletkezési lehetősége van a gömbgrafitnak, ennek dacára az előadásban bemutatott munka kétségkívül hozzá fog járulni a grafit kristályosodásának elméletéhez, de még sok munka és fáradságos út vezet oda, hogy azt mondhassuk, hogy a gömbgrafit kristályosodásának elmélete meg van oldva. Talán megrövidíthetjük ezt az utat, ha az eddiginél erősebben támaszkodunk a Szovjetunió sokoldalú és átfogó kutatásaira ezen a téren.

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

*Tóth András* a gömbgrafitos öntés gyakorlati tapasztalatait ismertette. Ezekben a felszólalóval teljes mértékben egyetértek. *Tóth András* kifejezte azt az óhaját is, hogy egy kisebb öntődét kellene beállítani a gömbgrafitos öntések céljaira. Bár nem vagyok illetékes ezen a területen, de örömmel kell beszámolnom arról, hogy ipari kormányzatunk ilyen intézkedést már kiadott, és ez a megvalósítás útján van. Amiben nem tudok egyetérteni *Tóth András* felszólalásával, az csupán a  $\text{SiO}_2$  szerepe. A bemutatott elektronmikroszkópi felvételekkel éppen azt kívántam igazolni, hogy a gömbgrafit kristályosodása nem egy látható és kimutatható idegen fajtájú mag körül történik, tekintettel arra, hogy ilyen az elektronmikroszkópi vizsgálatok során nem sikerült találnom, továbbá hivatkoznom kell a külföldi irodalom számos szerzőjére, akik *De Sy*-nek az elméletét, mely szerint a gömbgrafit kristályosodását kristálycsíra váltaná ki, erősen kétségbevonták.

*Varga Ferenc* hozzászólásában említette, hogy a magnézium-szilícium arány csökkentése nagyobb találati valószínűséget eredményez. Ezen a ponton teljesen egyetértek a felszólalóval, mert magam is azt kívántam bizonyítani, hogy a gömbgrafit előállításánál a találati valószínűség annál nagyobb, minél

inkább megközelíti a magnézium-szilícium viszony az általam is megadott 1 : 0,8-at. Ami azt a kérdést illeti, hogy a magnéziummal kezelt öntöttvasban hipereutektikus összetételeknél keletkezik-e gömbgrafit vagy sem, ismételten hangsúlyozni kívánom, hogy előadásomban mindig a *tiszta gömbgrafitos szerkezet keletkezésének feltételül jelöltem meg a hipoeutektikus összetételt*. Ezt is abban az értelemben, hogy az egyes telítési foknak megfelelő koncentráció kiszámításánál az eutektikus pontnak 0,5%-kal való jobbra tolódásával kellett a túlhűlés jelensége miatt számolni. Magukon a szövetelemábrákon is bemutattam, hogy primér gömbgrafit képződése minden lehetséges összetétel mellett lehetséges. Ahhoz azonban, hogy az eutektikus kristályosodás során is gömbgrafit keletkezzék, a saját és külföldi kísérletek alapján egyaránt a hipoeutektikus összetétel látszott magnézium esetében szükségesnek. A 21. számú szövetelemábra ilyen szempontból ellentmondást nem tartalmaz, mert éppen az ott mutatkozó mezőkből adódott ki az a formula, hogy az eutektikus koncentrációnak  $C = 4,8 - \frac{1}{3}(Si + P)$  felel meg közelítőleg.

Dr. *Hajtó Nándornak* a termodinamikai potenciálra ismertetett álláspontja igen figyelemreméltó, és felfogása nyilvánvalóan helyes. A képződési hőkből mégis azért mertem következtetéseket levonni, mert kétségtelenül a vasszulfidot valamennyi felsorolt elem redukálja, amit mutat a fürdő kén-tartalmának csökkenése. Arról, hogy nátrium és káliummal is lehet gömbgrafitot előállítani, csak Wittmosernek egy néhány soros közleménye áll rendelkezésre, ahol nem jut kifejezésre, hogy a nátrium és káliummal lényegileg milyen eredményeket értek el.

Tény az, hogy a cérium és magnézium hexagonálisan kristályosodik, azonban rendkívül nehezen határozható meg az, hogy a cérium és a magnézium a megdermedt öntöttvasban milyen alakban van jelen. Az mindenesetre nagyon valószínű, hogy legalábbis a magnézium a fürdő megdermedésekor még gőzfázisban van, és így mint kristálycsírának nem nagy jelentősége van.

Az általam előadottak nem állnak ellentétben *Girsovics* elméletével, tekintve, hogy a grafitképződés mechanizmusának ismertetésére nem szándékoztam kitérni.

Ami a grafitvaló beoltást illeti, ezen a téren az adatok ellentmondók. *Eash* elmélete szerint a szilíciummal való helyi túltelítés következtében válik ki a grafit, nem pedig ferroszilícium kristálycsírák körül képződik. Az a tény, amit *Hajtó* kartárs felszólalásában említ, hogy a grafitvaló beoltás negatív eredményt ad, inkább alátámasztani, mint megcáfolni látszik *Eash* felfogását, bizonyítva azt, hogy a beoltás nem kristálycsíráképző hatású.

*Frank László* kifogásolta, hogy a diagrammok megállapításánál helyesebb lett volna fémmagnéziummal dolgozni, mert a bevitt idegen ötvözők a mérési pontokat befolyásolhatják. A segédötvözet egyik esetben Cu-t, másik esetben Si-t tartalmazott. A Si mennyisége az analíziseknél figyelembe vétetett, tehát nem tekinthető idegen ötvözőnek, a Cu mennyisége pedig, mint az idevonatkozó és részleteiben is igen jól tisztázott kutatások alapján közismert, ilyen kis mennyiségben szerepet nem játszik.

Félreértések elkerülése végett ismételten össze kell foglalnom azt, amit az előadás során állítottam. Ez pedig a következő: A grafit részben a folyékony fémfürdőből kristályosodik, ezt bizonyítják részben a közölt szövetelem-diagrammok, amelyekben bármely összetétel mellett is primér grafitot lehet kimutatni, másrészt *Wittmoser* és *De Sy* kísérletei, amelyek során dermedés közben gyorsan hűtött öntöttvasban is gömbgrafitot észleltek, *Morrogh* centrifugális kísérlete stb.



A ferroszilíciummal való beoltás kérdésénél súlyos félreértés van, mert a modifikált öntésnél csak ferroszilíciummal történik a beoltás, előzetes kezelés nélkül, amikor az általam megjelölt két feltétel közül az egyik, t. i. az idegen fajtájú magoknak a fürdőből való eltávolítása, nem teljesül. Ennek folytán a gömbgrafitos öntés ferroszilíciummal való beoltása és a modifikált öntés ferroszilíciummal való beoltása — bár mind a két helyen szilíciumdúsulás áll elő — mégsem azonos egymással.

A fentiek alapján kénytelen vagyok kitartani azon álláspontom mellett, hogy a gömbgrafit túlnyomó részben közvetlenül a folyékony fémfürdőből keletkezik. A cementit megbontására vonatkozó kísérleteim csupán annak a bizonyítását célozták, hogy az instabil cementit formájában megszilárdult öntvényben az öntőformában rendelkezésre álló idő alatt is bekövetkezhet a cementit bomlása.

Frank kartárs kifogásolta, hogy nem vizsgáltam azt a lehetőséget, hogy a gömbgrafit a solidus és a liquidus között is keletkezhet. Kénytelen vagyok leszögezni, hogy a gömbgrafit a dermedés során *csak* a likvidus és a solidus között keletkezhet. Így mindennemű tanulmányom, kivéve azokat, amelyek a solidus temperatura alatti cementit-szétbomlás tanulmányozására irányultak, csak erre a hőközre vonatkozhatott.

VERŐ JÓZSEF r. tag

Ha összegezni akarjuk a mai délután tanulságait, leghelyesebb az előadás anyagát két részre osztani. Az egyik rész, amely a hozzászólók részéről semmiféle ellenvéleményt nem váltott ki, az előadásnak a gyakorlatban értékesíthető adatai a gömbgrafitos szövet keletkezésének analitikai feltételeit illetően. Azt hiszem, Gillemot László akadémikus véleményével egyezik a nézetünk, amikor az elvégzett munka tulajdonképpen célját a bemutatott diagrammok megállapításában látom.

Az előadás másik része szinte melléktermékként adódott a kísérleti munkából s ez a rész, a gömbgrafit keletkezésének elmélete volt az a téma, amely körül a vita kerekedett. A téma természete okozta, hogy ez a vita létrejött. A gömbgrafit keletkezése nagyon sok változással összefüggő jelenség, még hozzá ezeket a változókat elég nehéz kísérlet közben kézben tartani; nem is biztos, hogy valamennyi hatótényezőt ismerjük. Természetes, hogy ilyen körülmények között egymással nem egészen egyező, sőt akárhányszor egymásnak ellentmondó megfigyelés is adódik.

A vita másik forrását abban látom, hogy az előadott elmélet alapja meglehetősen labilis; gondolok a csírákérdésre. A csírákérdéssel több, mint egy évtizede foglalkoznak, de konkrét eredmény még alig van. Az egész csíraelmélet lényegében csak elmélet, annak alkalmazása nem megfigyelt tényeken nyugszik, a nem elméleti következtetés. Semmiféle közvetlen bizonyíték nincs pl. arra, hogy az olvadékból lebegő valamilyen kristályos anyag hatni képes az ugyanolyan kristályrendszerbe tartozó, de kémiaiilag más anyagnak a kristályosodására (tehát pl. a hexagonális  $\text{SiO}_2$  az ugyancsak hexagonális grafitéra).

Az a kezelés, amiben az öntöttvasat a gömbgrafitos szövet létrehozása végett részcsítjük, az elmélet szerint eltávolítja az olvadékból a lehetséges hexagonális rendszerű csírákat, főleg a  $\text{FeS}$ -ot,  $\text{SiO}_2$ -öt. Hogy a  $\text{Ce}$ , vagy  $\text{Mg}$  ezeket a vegyületeket elbontja, kétségtelen, de az is bizonyos, hogy nem teljesen. Amennyire a szóba jövő teimokémiai folyamatokat ismerjük, azok feltétlenül

egyensúlyhoz vezetnek, tehát az esetleges  $\text{FeS}$ -ből,  $\text{SiO}_2$ -ből, ha kevés is, de marad. Csiraként azonban ezekből az anyagokból kevés is bőven elég.

További gyenge pontja az elméletnek, hogy hexagonális csírák jelenlétében a táblás, azok hiányában pedig a szferolitos grafit kristályosodását tételezi fel, holott mindkét grafitfajta hexagonális.

Éppen a kristálycsírákra épített elméletnek ezek a gyengeségei indították *Girsovics* szovjet kutatót arra, hogy más magyarázatot keressen, mégpedig a kristályosodás és a diffúzió sebessége alapján. Ennek az elgondolásnak kísérleti igazolása szintén nem könnyű feladat. A grafit kristályosodásának sebessége elég nehezen lesz mérhető, a diffúzió sebessége pedig nagyon érzékenyen reagál csekély összetételbeli különbségre. Lényeges különbséget tapasztalhatunk pl. az egyformának szánt, de nem egy adagból származó acélgyártmányok cementálódásának gyorsaságában; ezért külön próbával kell ellenőrizni minden adag viselkedését ebből a szempontból.

Felvettem ezeket a gondolatokat, nem azért, hogy bíráljam az előadott elméletet, hanem egy-két ötlettel hozzá kívántam járulni az elmélet továbbfejlesztéséhez, helyes irányba való tereléséhez.

#### FRANK LÁSZLÓ

A bevezetőben megmondtam, hogy nagyon nehéz a kérdéssel vitába szállni anélkül, hogy az ember egy másik elméletet állítana az ismertett elmélet helyére. Ezt kerülni akartam, viszont, ha ma eredménnyel akarunk innen elmenni, azt hiszem, hogy mégis meg kell mondanom, hogyan képzelem el a gömbgrafit kialakulásának kérdését, és talán erre adandó válaszában Gillemot professzor kinyilvánítja, hogy ezzel a felfogással egyetért-e, vagy sem.

Én kereken tagadom, hogy a kétféle gömbgrafitos kristályosodás lehetősége fennáll. Nézetem az, hogy ha a szilárd fázis már kialakult, ezt sem a cementit labilitása, sem a ferroszilíciumos beoltás gömbgrafitra nem hozhatja. Bizonyíték erre a ferroszilíciumos modifikálás, ahol valóban labilis cementit van, akkor azonban, ha a ferroszilíciummal való beoltás során a cementit megbomlik, ebből gömbgrafit nem képződik, hanem lemezes grafit. Az a bemutatott példa, ami indukciós kezeléssel a cementitet megbontotta, az én nézetem szerint tempersenet eredményez. Azok a bemutatott más példák, amikor a duplex szerkezet volt a gömbgrafit körül, azok is azt bizonyítják, hogy a cementitből, vagy perlitből kivált grafit ráhelyezkedik a már jelenlevő gömbgrafitra, de ez újabb gömbgrafitképződésre nem vezet. Nézetem szerint Gillemot professzor által előadott bizonyítékok is azt mutatják, hogy a gömbgrafit igenis folyadékból keletkezik, de nem a liquidus felett, hanem a liquidus és solidus között folyik le ennek kialakulása.

#### GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

Verő professzor elnöki zárószavával kapcsolatban le kell szögezmem, hogy kétségtelenül helyesek azok a megállapításai, mely szerint eredeti célkitűzésem azoknak a diagrammoknak a megállapítása volt, amelyek alapján a gömbgrafitos öntéseket iparilag teljes biztonsággal végre lehet hajtani. Önmagától adódott azonban az, hogy a kísérlet sorozatok eredményeiből megpróbáljak olyan elméletet is kifejleszteni, amely a jelenségeket részben vagy egészben megmagyarázni képes. Magam is azon az állásponton vagyok, és ezt az előadásomban is hangsúlyozni igyekeztem, hogy az általam előadott elmélet

éppen úgy, mint a tudományok történetében eddig bármelyik elmélet egy kérdést sohasem zárt le teljesen, éppen úgy ez sem zárja le a gömbgrafit keletkezésének problémáját. Annál kevésbé sem várom azt, hogy az itt bemutatott elmélet minden jelenség magyarázatára alkalmas legyen, mert egyfelől a gömbgrafit kutatása alig néhány éves multra tekint vissza, másrészt pedig, mint azt Verő professzor igen helytállóan jegyezte meg, az egész csíra-elmélet annyira labilis, hogy egy, a csíra-elméletet segítségül vevő grafit kristályosodási elmélet önmagában szintén labilis kell, hogy legyen.

Ami Frank kartárs hozzászólását illeti, újólaj le kell szögezmem, hogy a likvidus felett semmiféle kristályosodás nincsen, a megdermedés mindig a likvidusnál kezdődik és a solidusnál fejeződik be; ennek folytán minden, a folyadékból történő grafitkiválás nyilvánvalóan csak a likvidus és solidus között jöhet létre.

Azt a kérdést, hogy a folyékony fémfürdőből cementit válik ki és annak elbomlásából keletkeznek a gömbgrafit, ilyen formában nem érintettem, és nem is szándékoztam közelebbről vizsgálni. Általánosságban elfogadni azonban még így sem tudom ezt a felfogást, egyszerűen azért, mert cementitkiválás lehetősége csak hipereutektikus ötvözeteknél van meg, hipoeutektikus ötvözeteknél szükségképpen austenit válik ki. Nem lehet tehát a grafit keletkezését cementit szétbomlására általánosságban visszavezetni, legalább is a hipoeutektikus ötvözeteknél biztosan nem. A hipereutektikus ötvözeteknél elvileg kiválhat a folyékony fémfürdőből cementit és ebből elbomlás útján keletkezhet grafit, azonban egyáltalán nem tartom valószínűnek azt, hogy a ferroszilíciumos beoltás révén szilíciumban helyileg feldúsult fürdőből cementit keletkezzék.

Ami a másik kérdést illeti, egyszerűen hivatkozom a bemutatott bizonyítékokra, amelyek azt mutatták, hogy létrehozható olyan instabil cementit, amely a másodperc nagyságrendű idők alatt gömbalakú grafitkialakulást mutat. Nem helyes az a megállapítás, hogy a hőkezelés hatására csak alakatlan porcsomó, tehát temperszén jön létre, éppen ezért idéztem Hallnak a kísérleteit, aki kimutatta, hogy a temperálás során is keletkezhet szabályos szferolit. Számos mikroszkópi képpel igazoltam azt, hogy a primér grafit mellett, ha ez gömbalakban válik ki, még mindig megjelenhet a grafit-eutektikum nem gömbalakú, hanem attól eltérő alakban. Amit állítottam, az csupán annyi, hogy ha az eutektikus kristályosodás a metastabil rendszer szerint folyik le, mindig található olyan cementitösszetétel, amely néhány másodperc alatt elbomlik és gömbalakú grafitot eredményez, ami mellett másodrendű kérdésnek tekintem azt, hogy ez a gömbgrafit a szó szoros értelmében szferolit, vagy pedig csak alakatlan porcsomó.

Végül Frank kartárs említette, hogy a pusztán ferroszilíciummal való beoltás önmagában gömbgrafitot nem eredményez. Előadásom során a ferroszilíciummal való beoltásról úgy nyilatkoztam, hogy az a gömbgrafitképződést elősegíti a helyi szilíciumdúsulás révén. De nem a ferroszilícium hatásának tulajdonítottam önmagában a gömbgrafit képződést. Teljesség kedvéért meg kell említenem azt, hogy ferroszilíciummal való beoltás nélkül is elő lehet állítani gömbgrafitot, pl. cérium ötvözéssel.

#### HAJTÓ NÁNDOR

Az elhangzottakból nem tűnt ki elég élesen az a különbség, amely a gömbgrafit és a cementit elbomlásakor keletkező karbon között megfigyelhető. Határozottan le kell szögeznünk, hogy a gömbgrafit mindig kristály, és pedig

szferolit, a *cementit elbomlásakor* keletkező karbonféleség pedig alaktalan *porcsomó*. Ez alól csak akkor képzelhető el kivétel, ha a feles öntöttvas cementitjének a karbonja a folyékony fázisból keletkezett szferolitokra rakódik, tehát lényegében a már *meglevő kristályok nőnek*.

Semmiféle adat nem ismeretes, amelyből határozottan arra lehetne következtetni, hogy a grafit a *szilárd* öntöttvasban is szferolitá kristályosodnék. Ezt a folyamatot csak a folyékony állapotból való kristályosodás közben tudom elképzelni. Hozzáteszem azonban, hogy az eutektikus karbon is folyékony állapotból kristályosodik. Nem merném azt állítani, hogy ebből *nem lehet* szferolit. Természetesen lehet lemezes is, ahogy adott esetben a priméi grafit is kristályosodhatik lemezes alakban.

Új diagrammoknak a szerkesztése csak akkor lehet indokolt, ha a meglévő nem alkalmas arra, hogy új jelenségeket megmagyarázzon, vagy új elméletet valószínűvé tegyen. De ilyen esetben is csak akkor, ha az új elmélet annyira valószínű, hogy a régi diagramm elvetését, illetve újjal való pótlását indokoltá teszi. A gömbgrafitos öntöttvas megmerevedése és lehülése során kialakuló szövetsé a közismert Fe-C-Si egyensúlyi diagrammból, illetve annak metszeteiből minden nehézség nélkül kiolvasható éppúgy, mint a lemezes grafitú öntöttvasnál. A kettő között csak a grafit alakjában van különbség. Az természetes, hogy a gyakorlati körülmények között lehülő ötvözet viselkedése mindig eltér a túlságosan lassú lehülést kiváró egyensúlyi állapottól. Ez a különbség elsősorban a diagramm jellemző pontjainak (a hőmérséklet és a koncentráció irányában való) kisebb-nagyobb eltolódásában jelentkezik, de a diagramm alakját, a vonalak konstellációját nem változtatja meg. Ennek a különbségnek a figyelembevételével minden egyensúlyi diagramm igen értékes adatokat szolgáltat. Ennél többet a Fe-C-Ce vagy egyéb ternér, illetve kvaternér egyensúlyi diagramm sem fog mondani és ez is csak az egyensúlyi, vagy legfeljebb attól pontosan meghatározott mértékben (elsősorban a lehülési sebességre gondolok) eltérő esetre vonatkozhatik. Valamennyi egyensúlyi diagrammból a szövetelemek kialakulása kiolvasható, a gömbgrafit keletkezésének a mechanizmusára vonatkozólag azonban semmiféle felvilágosítást nem adnak és nem is adhatnak.

Nem említettem a K-nak és a Na-nak a FeS-re gyakorolt hatását. Ez nem is lényeges. A két ötvözőelemmel gömbgrafitossá kezelt öntöttvasban levő SiO<sub>2</sub>-nek a redukálhatóságával az előző felszólalásomban már foglalkoztam. Lényegében csak azt akartam demonstrálni, hogy az elmélet aligha nyugszik nagyon szilárd alapokon, ha csak *egy* olyan jelenség is akad, amely ellene mond.

Avval kapcsolatban, hogy a FeSi alakjában adagolt Si-tartalom az öntöttvasban karbon kiválását okozó túltelítettséget okozna, egy példát említek. 1320 C°-on a Si-ot nem tartalmazó folyékony öntöttvas telítési határa 4,8% C-tartalomnál van. 2% Si-tartalomnál ezen a hőmérsékleten a 4,7% C-tartalmú, 4% Si-nál pedig a 3,8% C-tartalmú öntöttvas telített és egyben hipereutektikus. Az természetes, hogy ezen a hőmérsékleten a grafit kristályosodása megkezdődik, hiszen a koncentráció és hőmérséklet meghatározta jellemző pont a likvidusz görbére esik. Ha tehát a Fe-Si-darabok valóban Si-ban való helyi dúsulást okoznának, a Fe-Si-C ternér rendszerben az ötvözetet jellemző függőlegesnek a likvidusz-felülettel alkotott fenti dőféspontjaiban a kristályosodás meg kell, hogy kezdődjön. Ennek a feltevésnek (vagyis, hogy a Si legalább helyileg C-ban való túltelítettséget okozna) azonban ellene mond az a már említett megfigyelés, hogy a bedobott grafitdarabokkal ilyen hatást nem lehet elérni.

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

A Hajtó Nándor által elmondottak és az én felfogásom között a különbségek egyre kisebbek. Abból a tényből kiindulva, hogy pl. a gömbgrafitos kristályosodás során mindig túlhűlés észlelhető, ezenkívül észlelhető továbbá olyan labilis cementit, amely igen rövid idő alatt elbomlik, és sok más, itt most nem ismételt jelenségre támaszkodva említettem, hogy a gömbgrafit kristályosodásának feltételei mások, mint amit a vas-szén egyensúlyi diagramm kifejez. Hajtó kollégám felfogása szerint az egyensúlyi diagrammból ez is levezethető. Az ellentmondás közöttünk csak látszólagos, mert míg Hajtó Nándor azokat a szükséges változtatásokat veszi figyelembe, amelyeket az egyensúlyi diagrammon végre kell hajtani ahhoz, hogy a gömbgrafit kristályosodás magyarázatát megkapjuk én ugyanezt úgy fejezem ki, hogy az állapotábrát kell megváltoztatni. Nem tartom kétségesnek azt, hogy a gömbgrafit kristályosodása nem felel meg a stabilis vas-karbon diagrammnak, már csak azért sem, mert hiszen bemutattam olyan mikrofelveteleket, ahol a grafit szabályos gömbalakban, az eutektikum pedig a metastabil rendszer szerint kristályosodott. A különbség tehát véleményem szerint talán inkább csak a kifejezés-módban van, az elvi álláspontunk nem sokban tér el, és így a magam részéről már csak köszönetemet fejezem ki a vitában résztvevőknek értékes hozzászólásaikért.

VERŐ JÓZSEF r. tag

Az iménti hozzászólásomat legyen szabad még egy másik perspektivikus megállapítással kiegészíteni: egész biztos, hogy fogunk mi még a gömbgrafitról vitázni. Ebben a tudatban megköszönöm Gillemot professzornak az előadását és a hozzászólóknak azt, hogy ilyen élénk és — aminek különösen örülök — spontán vita fejlődött ki. Az ilyen vita az, amire szükségünk van, ez az, ami a nézetek tisztázását és a tudományt igazán előre viszi. Még egyszer köszönöm valamennyi résztvevőnek a hozzászólását.



# A HŐBEN VALÓ KEZELÉS HATÁSA A MAGNÉZIUMMAL KEZELT ÖNTÖTTVAS SZILÁRDSÁGI TULAJDONSÁGAIRA

HAJTÓ NÁNDOR

Nem sokkal az első külföldi beszámoló megjelenése után nálunk is megindultak a kísérletek a Mg-mal ötvözött gömbgrafitos öntöttvas gyártási technikájának és metallurgiai problémáinak tanulmányozása céljából.

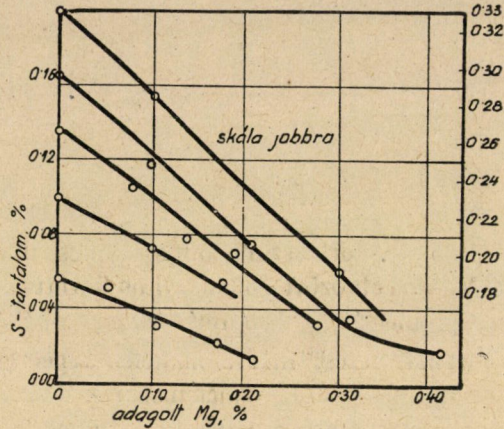
A külföldön használt rezes, illetve nikkeles segédötvözet nálunk nem jöhetett szóba, ezért kényszerűségből a szilíciumos, pontosabban a Mg—Cu—Si—Fe kvaternér segédötvözetre esett a választás. Ennek a segédötvözetnek a tulajdonságai nem éppen kedvezőek, különösen pedig az előállítása nehézkes. Mégis ezt kellett választani, mert a kereken 10% Mg- és kb. 5% Cu-tartalom kivételével hazai gyártmányú 45%-os ferroszilíciummal készíthető.

A végzett kísérletek nem vezettek a remélt eredményhez. Igaz, hogy a kb. 0,8%-nyi Mg-ot tartalmazó segédötvözetrel végzett ötvözés következtében az öntöttvas szövetképe kifogástalan gömbgrafitot mutatott, de a várt szilárdsági, különösen pedig a szívóssági értékek elmaradtak. Ennek az oka abban rejlik, hogy a 0,8% Mg-nak megfelelő segédötvözetrel kereken négyszer ennyi, tehát 3,2% Si is az öntöttvasba kerül, amihez még a beoltás céljából adagolt 0,4—0,5% Si is társul. A folyékony öntöttvas Si-tartalma ennek következtében — az üstbe adagolás jelentős elégségi vesztesége ellenére is — a tapasztalat szerint 2,5%—3%-kal dúsul. Az így felszaporodott Si-tartalom a grafit kívánatos gömbösödésével egyidőben az acélszerű alapanyagot távolról sem kívánatos mértékben rideggé teszi.

Ez a segédötvözet tehát a várt mechanikai tulajdonságokat mutató gömbgrafitos öntöttvas készítésére nem alkalmas. Amíg új, Si-ot igen kis mennyiségben, vagy még inkább Si-ot egyáltalában nem tartalmazó segédötvözetet nem találunk, a valóban értékes, tehát szívós, gömbgrafitos öntöttvas előállítását nem remélhetjük.

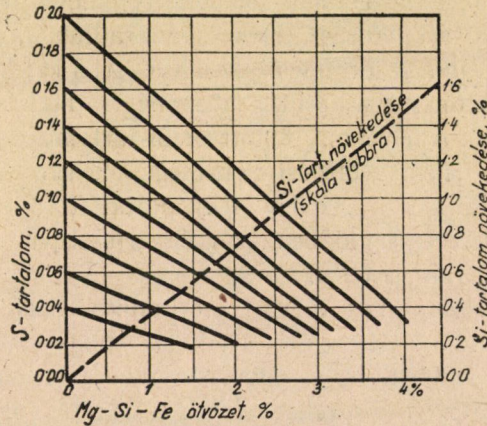
Az eddig végzett kísérletek során azonban a Mg-nak két olyan értékes tulajdonságát ismertük meg, amelynek a hasznosítása még a Si-os segédötvözetrel is sikeresnek ígérkezett. Az egyik tulajdonsága a kéntelenítés, a másik pedig az, hogy az öntöttvas megmerevedésekor karbidstabilizálóként hat, anélkül, hogy a lágyító izzításkor a szilárd állapotú cementit szétbomlását és a grafit kiválását akadályozná.

A Mg-nak a kéntelenítő hatása nemcsak a külföldi kísérletek beszámolóiból ismeretes, hanem a saját kísérleteink során is elégszer tapasztalhattuk. A kísérleti eredmények alapján összeállított diagramm (1. ábra) a Mg—Si—Fe



1. ábra. A Mg kéntelenítő hatása (Rheder után)

segédötvozet Mg-tartalmának a kéntelenítő munkáját mutatja be. A 2. ábrán az üzemben kielégítő eredménnyel adagolható segédötvozet mennyiségét jelző görbéket látunk, egyúttal a Si-tartalom növekedéséről is képet kapunk. Annak,



2. ábra. A Mg—Si—Fe segédötvozet kéntelenítő hatása (Rheder után)

hogy a Mg, a diagrammok tanúsága szerint, nagyobb S-tartalomnál hatásosabban kéntelenít, a mi szempontunkból most nincs különösebb jelentősége.

A karbidstabilizáló hatás szintén közismert jelenség, a Mg-nak a fehéren dermedt öntöttvas izzításakor tapasztalható viselkedésére azonban inkább csak következtetni tudunk.



A Mg-nak ez a két tulajdonsága csábított arra, hogy megkísérleljem a hasznosításukat anélkül, hogy a segédötvözet túlzott Si-tartalmának a káros hatása érvényesülhetne. Ez természetesen csak akkor lehetséges, ha a gömbgrafit keletkezéséhez szükségesnél jóval kevesebb Mg-ot tartalmazó segédötvözet alkalmazása is eredményhez vezet.

Az aránylag kevés, néhány tized százaléknyi Mg-mal ötvözött öntöttvas vagy a stabilis, vagy a metastabilis rendszer szerint kristályosodhatik.

A grafit a stabilis rendszer szerint kristályosodott öntöttvasban lemezek alakjában jelenik meg. Ennek az öntöttvasnak a tulajdonságai nem lehetnek kedvezőbbek a Mg-mal nem kezeltékénél, de izzítással sem javíthatunk rajtuk. Bármilyen történet is a grafittal, a lemezek helyén a grafit eredeti alakjának megfelelő üregek maradnak, amelyek a szilárdságot éppúgy csökkentik, mint a grafittal töltött állapotukban.

A hőben való kezeléstől sikert tehát csak akkor remélhetünk, ha a lehülés meggyorsításával, illetve a kémiai összetétel megfelelő módosításával az öntöttvasat fehéren való kristályosodásra bírjuk. A cementitnek a szétbomlását és a grafitnak fészkekben való tömörülését pedig lágyító izzítással kell elérni.

A Mg-nak az egész folyamatra gyakorolt hatását két kísérletsorozat eredményein mutatom be.

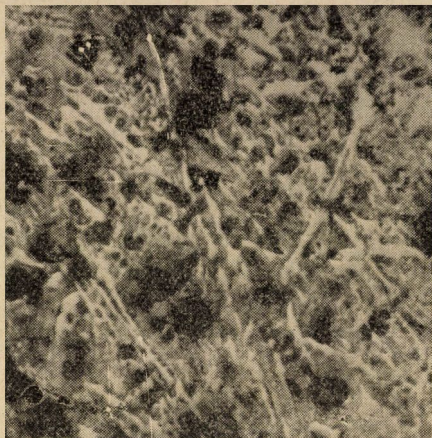
## I.

Az első kísérletsorozatot a Mg várható hatásának a kipuhatólása céljából aránylag nagy Si-tartalmú öntöttvasakkal végeztem. Összetételük az ötvözés előtt és után:

Jel	C%	Si%	Mn%	P%	S%	adagolt Mg%	T
Ötvözetlen . . . . .	3,60	2,57	0,51	0,275	0,134	—	1,08
30. . . . .	3,50	3,44	0,52	0,255	0,044	0,3	1,14
31. . . . .	3,40	4,00	0,51	0,260	0,045	0,4	1,18
Ötvözetlen . . . . .	3,35	1,57	0,65	0,375	0,182	—	0,93
32. . . . .	3,15	3,28	0,64	0,305	0,046	0,5	1,01
33. . . . .	3,05	3,44	0,61	0,260	0,056	0,6	1,00

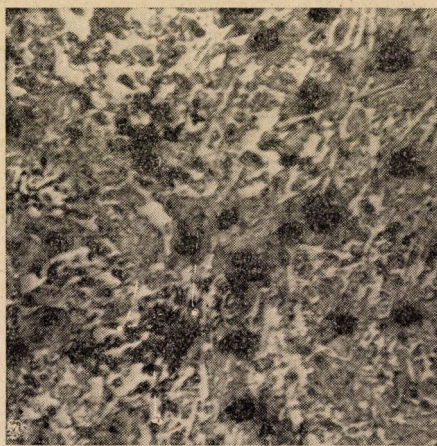
A segédötvözetet minden alkalommal a kézikánálba dobtuk és erre kb. 30 kg-nyi öntöttvasat adagoltunk. Az adagokból 10×12 mm keresztmetszetű

dugattyúgyűrűk készültek. Mind a négy adag az aránylag gyors lehülés hatására felesen kristályosodott, kevesebb szürke és több fehér folttal. A szürke részek grafitja mindig gömbös volt (3—6. ábrák).



3. ábra. A 30. adag szövete képe öntött állapotban; 200 $\times$ , maratva (minden maratást 3%-os jégecetes salétromsavban végeztem)

A feles szövet azonban kissé eltért az öntöttvasban megszokott szövetképtől. Ott a tekintélyes nagyságú szürkén és fehérén dermedt foltok váltakozva



4. ábra. A 31. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 200 $\times$

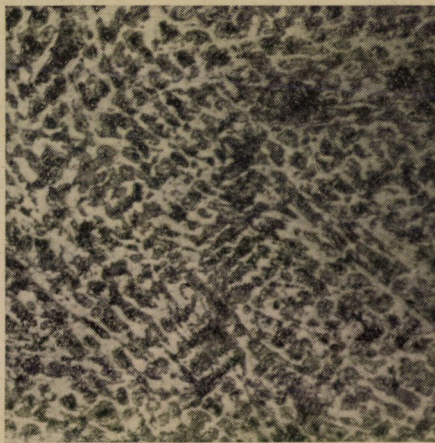
fordulnak elő. A gömbgrafitos öntöttvasban a cementit és a gömbgrafit szorosan egymás mellett látható. A gömbgrafit javarészt a cementit közti perlitben van, de a kettő nem egyszer közvetlenül is érintkezik egymással.

A táblázatban az adagolt Mg mennyiségét külön is feltüntettem. A nagy Si-tartalmú öntöttvas felesen való kristályosodása kétségtelenül a Mg-nak tulajdonítható. Ezt bizonyítja az is, hogy a több Mg-mal kezelt 32. és 33. adag



5. ábra. A 32. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 200×

szövetképén szabad grafitot alig találunk (7. és 8. ábra) és azt is csak igen finom, apró szemekben. A kevesebb Mg-mal ötvözött 30. és 31. adagban viszont jelentékeny mennyiségű, szépen fejlett gömbgrafit van (9. és 10. ábrák). Meglepő

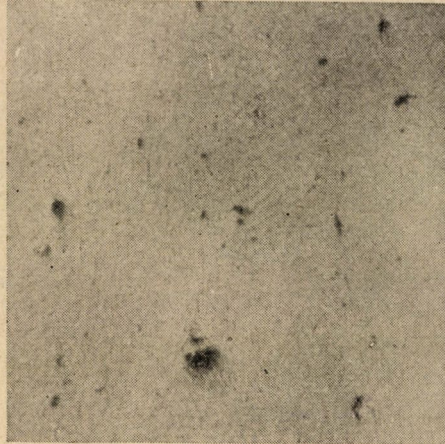


6. ábra. A 33. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 200×

azonban, hogy a cementitben meg nem kötött karbon már a 0,3—0,4% Mg-ot tartalmazó segédötvözettel való kezelés hatására is gömbalakot öltött annak ellenére, hogy a S-tartalom az irodalomban sokat emlegetett 0,02—0,03-nál

nagyobb maradt. A Si-tartalom növekedése a segédötvozet mennyiségével arányos és normálisnak tekinthető.

Az ilyen öntöttvasban a kristályosodáskor kivált grafit nem rontja a hőkezelés során — tehát a cementit eltűnése következtében — kialakuló tulaj-



7. ábra. A 32. adag szövete képe öntött állapotban, maratlanul, 100×

donságokat, hiszen a gömbgrafit tömörebb kristályának az alakja az izzítás hatására keletkező temperszénél is kedvezőbb.

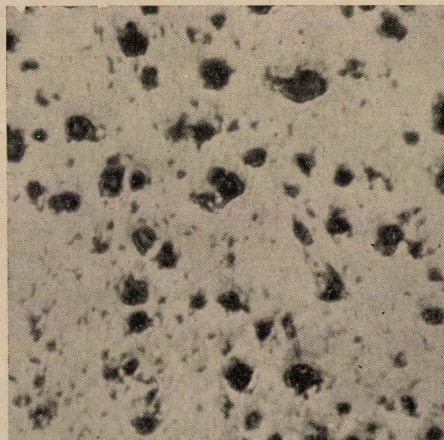
A hőben való kezelés hatásának a kipuhatólása céljából a gyűrűkből



8. ábra. A 33. adag szövete képe öntött állapotban, maratlanul, 100×

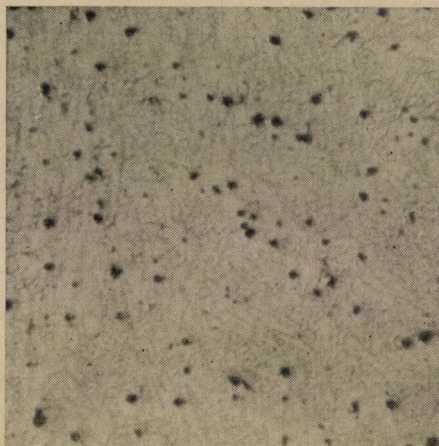
letört próbatesteket 600, 700, 800, illetve 900 fokon 1/2, 1, 2, 3, ill. 4 óra hosszat izzítottam. Ezután egy-egy próbát levegőn (kb. 200°/perc sebességgel), egy-egy

próbát pedig a kemencében (az eutektoidos átalakulás hőfokközében kb.  $1^\circ$ /perc sebességgel) hűtöttem le. A  $900^\circ$ -on izzított próbák ezek szerint (a lassú lehülés alatt) az izzítás idején túl még kereken 200 percig, a  $800^\circ$ -on izzítottak 100 percig voltak austenites állapotban.



9. ábra. A 30. adag szövetképe öntött állapotban, maratlanul,  $100\times$

A 11. ábrán a szövetelemeknek a 30. és 33. adag fémes alapanyagában felismerhető változását mutatom be. A két adag viselkedése az elég jelentős Mg-különbség ellenére is alig különbözik egymástól.

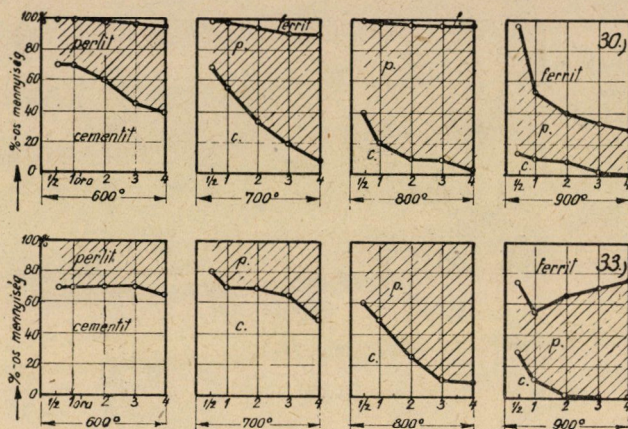


10. ábra. A 31. adag szövetképe öntött állapotban, maratlanul,  $100\times$

A cementit bomlási sebessége  $600^\circ$ -on még elég jelentéktelen. A 30. adag 70%-nyi cementitje 4 órás izzítás hatására is csak 40%-ra csökkent. A 33.

adagban még ilyen mértékű bomlás sem tapasztalható. Nagyobb hőmérsékleten azonban az átalakulás már rohamos.

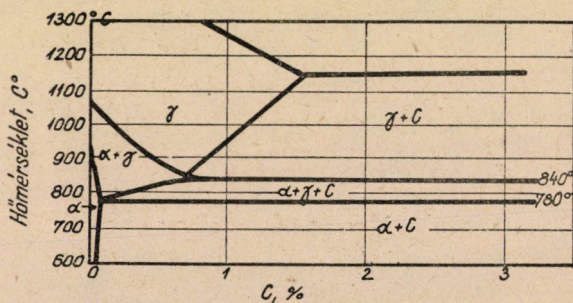
Külön rá kell mutatnom arra, hogy a cementit a 0,6%-nyi Mg-mal kezelt öntöttvas szövetéből is csak 2 órás izzítás után tűnt el annak ellenére, hogy a



11. ábra. A 30. és 33. adag szövetelemeinek a változása az izzítás során

gömbgrafitos (tehát szürke) szövet kialakulását egyedül a túlságosan gyors lehülés gátolta. A cementit szétbomlása eszerint nagy hőmérsékleten is csak tekintélyes idő alatt várható.

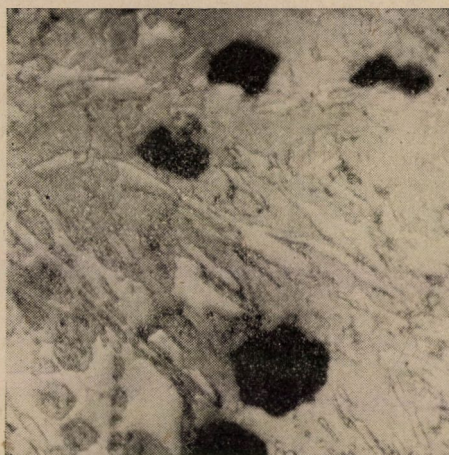
A 600 és 700°-még a közel 4% Si-ot tartalmazó öntöttvas átalakulási hőmérséklete alatt (12. ábra) van. Ezeken a hőmérsékleteken a cementit elbomlása



12. ábra. A kb. 4% Si-tartalmú Fe—C ötvözet egyensúlyi diagrammja

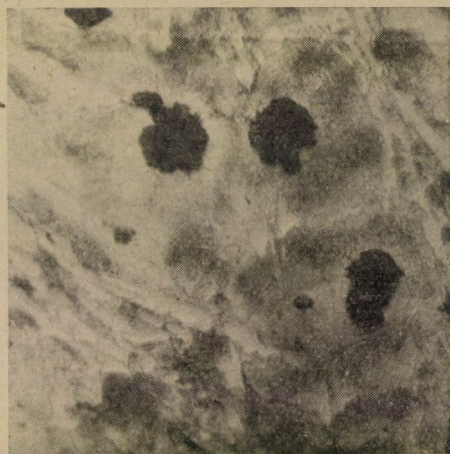
végeredményben az  $\alpha$ -vasban való diffúzió sebességének a függvénye. 800°-on azonban az ötvözetet jellemző pont már az  $\alpha$ — $\gamma$ —C területbe esik. A C-diffúziója a  $\gamma$ -vasban lényegesen meggyorsul, de az austenit nagyobb C-oldóképessége is a cementit elbomlásának kedvez. A perlites alapanyag C-tartalma 600 és 700°-on nem változik meg, tehát csak annyi cementit bomlik, amennyi egyúttal grafitná

alakul. Ha azonban a perlit egyik része austenitté válik, akkor ennek a C-tartalma a hőfoknak megfelelően nőhet, tehát a cementitben lekötött C egy részét az austenit fel tudja venni anélkül, hogy annak grafittá kellene alakulnia.



13. ábra. A 30. adag szövete képe 700 C°-on 3 órás izzítás után, lassan hűtve és maratva, 500×

A lehüléskor természetesen ez az eutektoidoshoz képest többlet karbon az austenitből kiválik, az eutektoidos összetételű austenitből pedig — kedvező

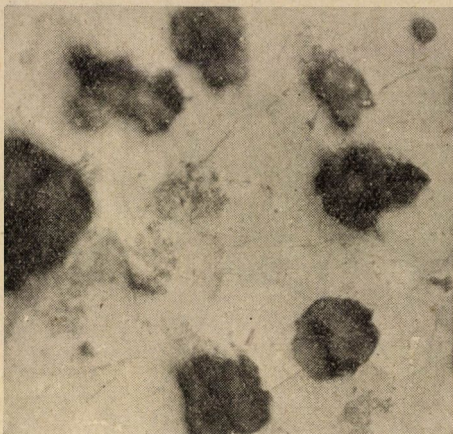


14. ábra. A 30. adag szövete képe 700 C°-on 3 órás izzítás után gyorsan hűtve, maratva, 500×

körülmények között — grafitos eutektoid lesz. Ilyenkor a grafitgömböket a stabilis eutektoid másik fázisa, a ferrit veszi körül.

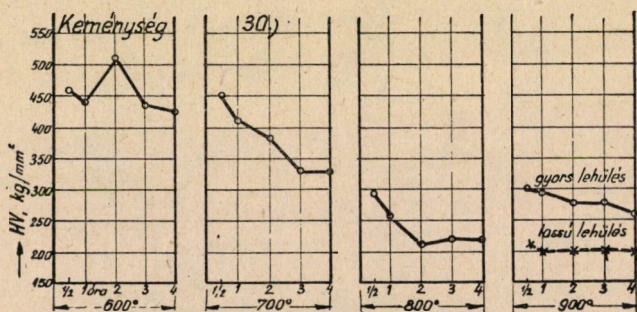
A gyorsan hűlt öntöttvas eutektoidja a metastabilis rendszer szerint keletkezik, perlit lesz. Az eutektoid képződése nem az izzítás körülményeitől,

hanem a lehülés sebességétől függ. Lassú lehülés közben a grafitgömböt körülvevő eutektoidos C-tartalmú austenit, fel nem bomlott cementit jelenlétében is, a stabilis rendszer szerint alakulhat át. Ilyenkor a fémes alapanyag csak ferrit-



15. ábra. A 30. adag szövete képe 900 C°-on 1 óráig izzítás után lassan hűtve, maratva, 500×

ből és cementitből van (13. ábra). A stabilis eutektoid másik fázisa, grafit alakjában a már meglévő grafitgömbökre rakódik. Gyors lehülésnél ugyanennek az ötvözetnek a szövetében a ferritet perlit váltja fel (14. ábra). A megfelelő hőmérsékleten kellő ideig izzított és lassan lehült öntöttvas szövete viszont csak ferritbe ágyazott grafitgömböket mutat (15. ábra).

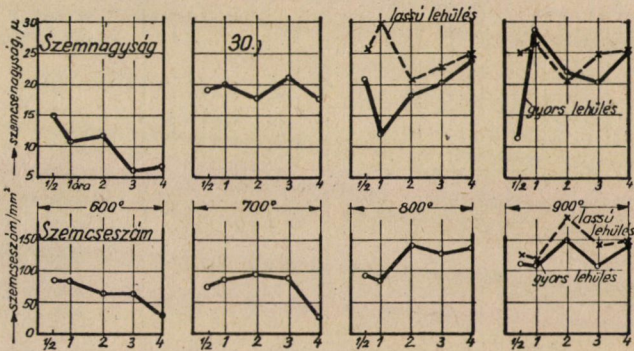


16. ábra. A 30. adag keménységének változása az izzítás során

A keménység természetesen a fémes alapanyag szövetének a függvénye. A cementit fokozatos eltűnése egyúttal a keménység csökkenésével jár. A 16. ábrán a 30. adag keménységének a változását mutatom be. A többi adag diagramja ehhez képest semmi lényeges változást nem mutat. Az öntött szövet 460 kg/mm<sup>2</sup>-es Vickers-keménysége izzítás közben 200 kg/mm<sup>2</sup> értékre csökkent.



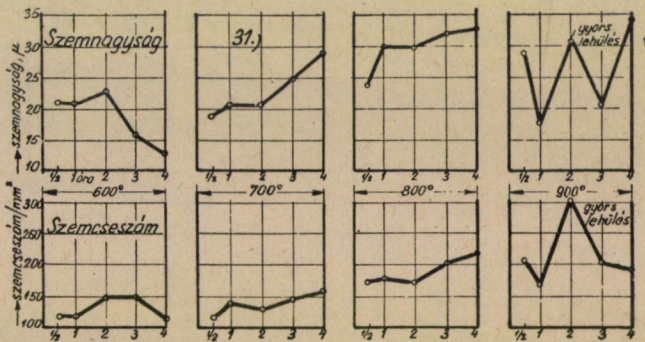
Említésre méltó a 900°-on izzított és különböző sebességgel hűtött próbatetek keménysége közti különbség. Abban semmi meglepő nincs, hogy a gyors lehülés miatt többé-kevésbé perlites szövetű darabok keménysége kb. 50%-kal nagyobb, mint a lassú lehülés következtében javarészt ferrites alanyagú daraboké. Sokkal érdekesebb, hogy a 900°-on izzított, jelentős mennyiségű ferritet tartal-



17. ábra. A 30. adag szemmagyságának és szemcseszámának változása az izzítás során<sup>2</sup>.

mazó próbák a 800°-on kezelt, ferritet alig tartalmazó próbáknál keményebbek. Ez a jelenség is mind a négy adagban egyformán mutatkozott.

A próbák maratlan csiszolatán a grafitgömbök számának és nagyságának a mérését is megkíséreltük. A szemmagyság változását a  $\mu$ -ban kifejezett átlagos átmérővel, a grafitgömbök számát pedig a csiszolat 1 mm<sup>2</sup>-én megszámlolt

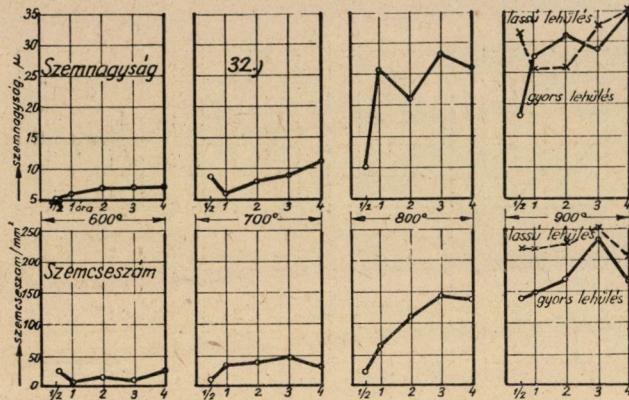


18. ábra. A 31. adag szemmagyságának és szemcseszámának a változása az izzítás során

szemcsék számával kifejezve a kapott értékeket a 17—20. ábrákon mutatom be.

Bár az ilyenfajta méréseknél igen sok hiba adódhatik, annyi kétségtelenül megállapítható, hogy az izzított próbák csiszolatán több és nagyobb gömbgrafit látható, mint az öntöttkén. Ez a változás különösen a több Mg-mal

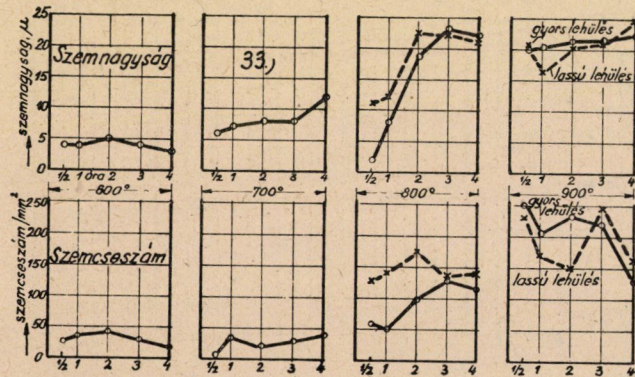
ötvözött és javarészt fehéren kristályosodott, tehát öntés után megfigyelhető nagyságú, grafitgömbökben még szegény adagokban feltűnő. A magyarázata azonban igen egyszerű: a kötött karbon a fémes alapanyag cementitjének perlitte, sőt ferritté válása közben grafitná alakul. Ez a grafit pedig a már meg-



19. ábra. A 32. adag szem nagyságának és szemcseszámának a változása az izzítás során

levő grafitgömbökre rakódik és azokat megnöveli. A primér grafitra való ráakadás, az ú. n. gallérképződés a 21. ábrán jól látszik. Ez a folyamat lényegében a lemezes grafitú öntöttvas szakálképződésével azonos jelenség.

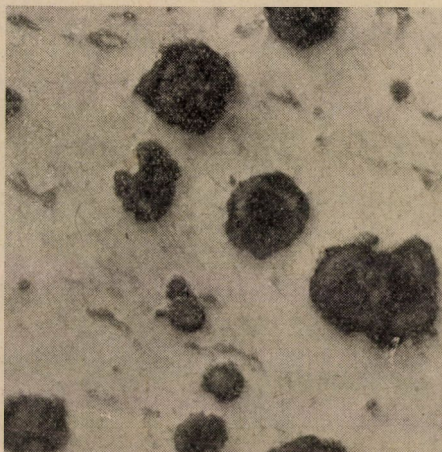
A grafit szemek számának a látszólagos szaporodása is valószínűleg ezzel a jelenséggel kapcsolatos. A lomhán kristályosodó grafit most is a meglévő



20. ábra. A 33. adag szem nagyságának és szemcseszámának a változása az izzítás során

magokra telepszik. Emiatt az öntött állapotú próbán esetleg még nem feltűnő magok látható nagyságú grafitgömbökké válnak és azt a látszatot keltik, mintha a grafitgömbök száma szaporodott volna.

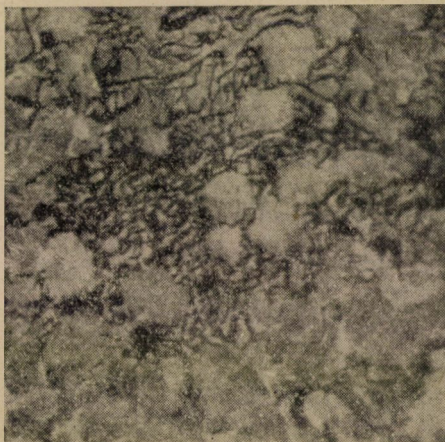
Mielőtt ennek a kísérletsorozatnak az ismertetését befejezném, ki kell térnem egy olyan adag viselkedésére is, amely az adott körülmények között a



21. ábra. A 30. adag szövete képe 800 C°-on 4 órás izzítás után lassan hűtve, maratva, 500 ×

stabilis rendszer szerint (szürkén) kristályosodott. A kiinduló anyag összetétele a 0,3% Mg-mal való ötvözés következtében így változott :

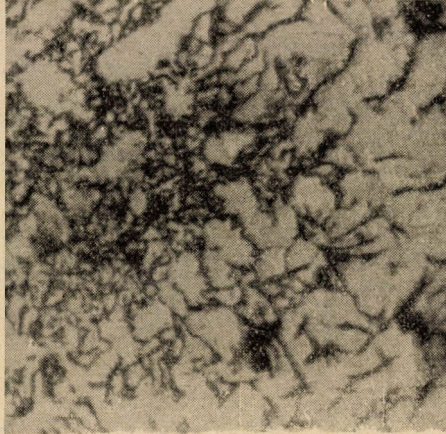
	C%	Si%	Mn%	P%	S%	T
Kiinduló .....	3,45	2,41	0,61	0,327	0,182	1,02
36. ....	3,36	2,96	0,84	0,381	0,081	1,10



22. ábra. A 36. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 500 ×

Ebben az adagban a Mg, a kerekén 50%-nyi kéntelenítésen kívül, látszólag teljesen hatástalan volt. Az öntött állapotú próba szövetében perlitbe ágyazott lemezes grafit figyelhető meg (22. ábra). Ez a perlit azonban 750°-on

félórás izzítás és az ezt követő *lassú* lehülés hatására teljes egészében ferritké alakult, tehát a perlitben kötött karbon felszabadult és a grafitlemezekre rakódott (23. ábra). Ilyen jelenség a Mg-mal nem kezelt, hasonló összetételű szürke



23. ábra. A 36. adag szövete képe 750 C°-on félórás izzítás után, lassan hűtve, maratva, 500 ×

öntöttvasban — legalábbis ilyen rövid ideig tartó izzítás után — nem figyelhető meg, nyilván ez is a Mg hatásának tulajdonítható.

## II.

Az eddig ismertetett kísérletek inkább csak a szövet változásának a tanulmányozását tették lehetővé. Az eredmények alapján azonban az a gyanú merült fel, hogy a kevés Mg-mal való kezelés talán megkönnyíthetné a fekete töretű lágyöntvény képződését, illetőleg a metallurgiai tényezőket úgy módosíthatná, hogy a gyártás az aknás vasolvasztóból is megoldható legyen. Természetesen itt már ügyelni kell arra is, hogy az öntöttvasban az ötvözés előtt minél kevesebb Si legyen, mert a bevihető Mg mennyiségét elsősorban ez határozza meg.

A második kísérletsorozatot ugyancsak aknás vasolvasztóból csapolt négy adaggal végeztem. Összetételüket, valamint az üstbe adagolt Mg mennyiségét az alábbi táblázatban foglalom össze :

Adagszám	C%	Si%	Mn%	P%	S%	ad. Mg%
193. ....	3,18	0,52	0,58	0,060	0,252	0,0
194. ....	3,08	0,78	0,44	0,108	0,252	0,1
195. ....	2,90	1,16	0,48	0,090	0,098	0,2
196. ....	2,93	1,56	0,49	0,146	0,109	0,3

Már a S-tartalmak összehasonlításából is kitűnik, hogy a 0,1%-nyi Mg egyáltalán nem kénytelenített, sőt — mint látni fogjuk — a szövetre is hatástalan maradt. Nem látszik valószínűnek, hogy a 0,1% olyan küszöbérték alatt volna, amely a hatása szempontjából minimális Mg mennyiségét jelentené. Az aránylag kevés segédötvözet hatástalanságát inkább a véletlenek tulajdonítom. Ezt az adagot azonban mindenképpen ötvözetlennek kell tekinteni.

A Mg-mal való ötvözést itt is úgy végeztem, hogy a mogyorónyi darabokra tört segédötvözetet a kézi kanálba raktuk és a vasolvastóból kifolyó vasat erre eresztettük. Egy-egy adag ezúttal is kb. 30 kg volt, amelyet a fehéren kristályosodás biztosítása érdekében, ezúttal beoltás nélkül (száritott formába) 12, 25, 30 és 40 mm  $\varnothing$ -jú rudakká öntöttünk. A 193. és 194. adagból még a 40 mm  $\varnothing$  rúd is fehéren kristályosodott, a 195. és 196. adagból azonban, nyilván a nagyobb Si-tartalom miatt, csak a 12 mm  $\varnothing$  rudak lettek fehérek.

A hőben való kezelés hatását vizsgálva természetesen csak a fehéren kristályosodott rudak izzítása jöhetett szóba. Ennek során az egy adagból való rudak — az átmérőjüktől függetlenül — teljesen egyformán viselkedtek.

Az optimális hőmérséklet és időtartam meghatározása céljából 7 izzítást végeztem :

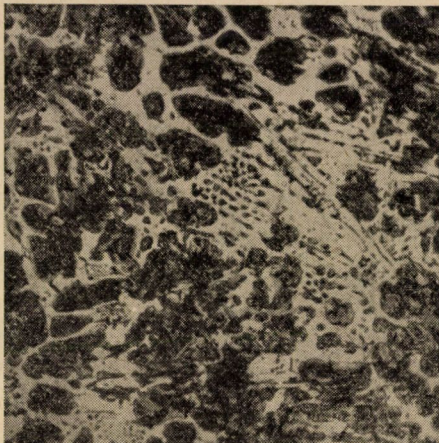
Jel	Hőmérséklet C°	időtartam, óra
A	900	2
B	900	4
C	900	8
D	900	40
E	920	40
F	960	40
G	960	18

Az A, B, C sorozatban a próbatesteket a meleg kemencébe téve szabadon izzítottam. Ezek a darabok tehát a villamos kemence levegő-atmoszférájával közvetlenül érintkeztek. Az izzítási időbe a felfűtés idejét (kb. 10 perc) is beszámítottam.

A D, E, F és G sorozat próbatestjei tűzálló dobozban, homokba csomagolva lágyultak. A hőmérsékletet a homokba, a próbatestek közé dugott hőelemmel mértem. A tűzálló edényt hideg kemencébe raktam és a kemencével együtt fűtöttem fel. A kívánt hőfok elérése kb. 6 órát vett igénybe. Ez az izzítási időben nem szerepel.

A kemencében való lehülés általában túl gyors volt, az átalakulás hőfok-közében kb. 60°/óra. A kemence hülési sebességének csökkentése azonban igen körülményes, ezért csak egyszer hűtöttem kb. 8—10°/óra sebességgel. A fekete töretű lágyított öntvény megkívánt ferrites szövete csak ilyen, vagy még ennél is lassúbb lehüléssel biztosítható.

A kiinduló szövetet a 24—27. ábrákon mutatom be. A 900°-on 2 óráig izzított (A-sorozat) 193. és 194. adagok szövetképén a cementit kezdődő bomlásá-



24. ábra. A 193. adag szövetképe öntött állapotban, maratva, 200×

nak, valamint a perlit koagulálásának a jelei kétségtelenül felismerhetők, de a 2 órás izzítás folyamán képződött szövet (28. és 29. ábra) 8 óra alatt (C-sorozat) sem változott lényegesen (30. és 31. ábra). Szabad grafit (temperszén) ezekben az ötvözetekben még nem fedezhető fel.



25. ábra. A 194. adag szövetképe öntött állapotban, maratva, 200×

Egész másképp viselkedett a 195. adag. A cementit ebben már 2 óra alatt is erősen fogyott, a 8 órás izzítás alatt pedig teljesen eltűnt. A fémes alapanyagban

a perliten kívül elég sok ferrit is van, a grafit pedig torz fészkeket alkot (32. ábra).

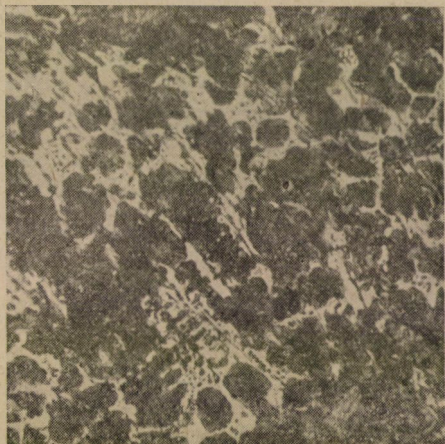
A Mg-ot nem tartalmazó öntöttvasban tehát 900°-on 8 óra alatt a cementit



26. ábra. A 195. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 200×

elbomlása nem számottevő, a 0,2% Mg-mal kezelt (és jóval nagyobb Si-tartalmú) öntöttvasban pedig a lágylulás úgyszólván már teljesen végbement.

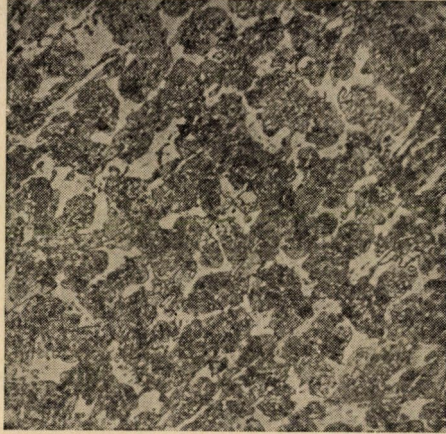
Ezután a 900°-on való izzítást 40 óráig folytattam (D-sorozat). Ennyi idő alatt a lágylulás, vagyis a fémes alapanyagban (perlit alakjában) meg nem kötött



27. ábra. A 196. adag szövete képe öntött állapotban, maratva, 200×

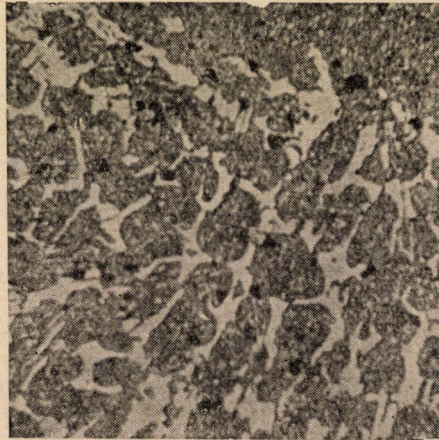
C-nak fészkekben való tömörülése minden adagban tökéletesen végbement. Rá kell mutatnom azonban arra a különbségre, ami a Mg-mal nem kezelt (ide

kell számítani a 194. adagot is) és kezelt öntöttvasak grafitfészkeinek a finomságában mutatkozik. Az előbbieket feltűnően durva, nagy fészkeket mutatnak (33. és 34. ábra), a Mg-mal kezelt adagok temperszene pedig finom eloszlású, apró



28. ábra. A 193. adag szövete képe 900 C°-on két óráig izzítva, maratva, 200×

fészkekben helyezkedik el (35. ábra). Ez arra mutat, hogy a Mg-mal kezelt adagban a beoltás elmaradásának ellenére is sokkal több (a segédötvozettel bevitt Si-ból származó) kristályosodási mag van, mint a nem kezelt adagban.

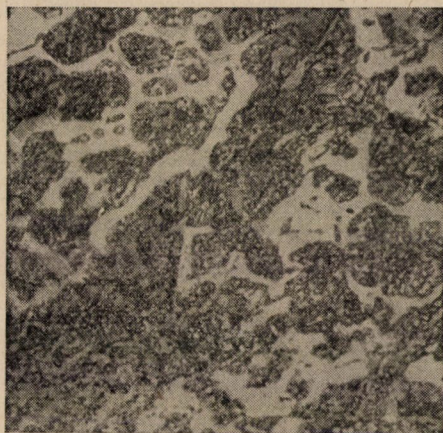


29. ábra. A 194. adag szövete képe 900 C°-on két óráig izzítva, maratva, 200×

A 920°-on ugyancsak 40 óráig izzított próbák (E-sorozat) szövete képe az előbbiekekkel szemben semmi változást nem mutat; a lágyulás itt is tökéletesen végbement és a 195. adag grafitjának finomabb eloszlása itt is megfigyelhető.



A 960°-on ugyancsak 40 óráig folytatott izzítás (*E*-sorozat) szintén teljes munkát végzett (36—37. ábrák). A cementit teljesen eltűnt a szöveteiből, sőt a 0,2, ill. 0,3% Mg-mal kezelt 195. és 196. adagszámú ötvözetek szövetéből úgy-



30. ábra. A 193. adag szövetképe 900 C°-on 8 óráig izzítva, maratva, 200×

szólván a grafit is. Feltűnőek a 195. adag szövetképén (38. ábra) a majdnem tiszta ferritbe ágyazott, elég szabálytalan alakú és — legalábbis a kezeletlen adagokéval szemben — igen finom grafitcsomók. Ezeket a 0,3% Mg-mal kezelt

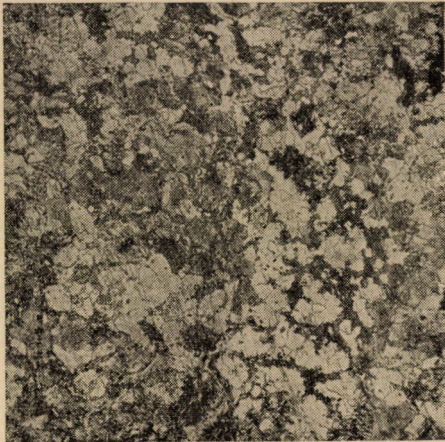


31. ábra. A 194. adag szövetképe 900 C°-on 8 óráig izzítva, maratva, 200×

196. adag maratlan csiszolatán 200-szoros nagyításban is elég nehéz észrevenni. A szövetkép (39. ábra) alig különbözik a hipoeutektoidos acél szövetképétől. (Érdekes lenne ezt a kísérletet annak a kipuhatólása céljából folytatni, hogy a

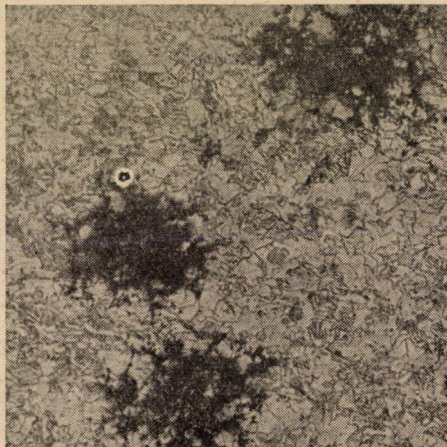
cementit bomlásának és a C diffúziójának a sebessége az ilyen ötvözetben hogy viszonylik egymáshoz.)

Meg kell azonban jegyezni, hogy az eddig bemutatott szövetképekben



32. ábra. A 195. adag szövetképe 900 C°-on 8 óráig izzítva, maratva, 200×

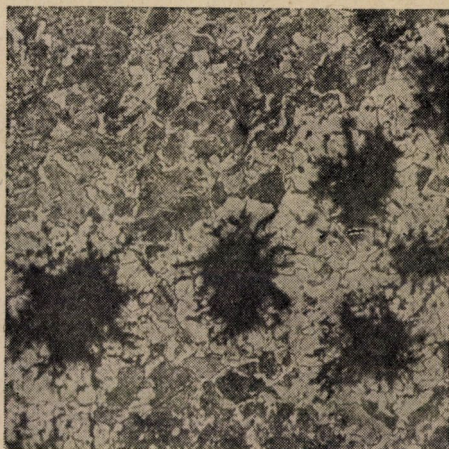
a fémes alapanyag javarészt perlites volt és csak kevés ferritet tartalmazott. Ennek nyilván a túlságosan gyors lehülés az oka. A kísérletek során azonban elsősorban a cementit elbomlásának a sebességét vizsgáltam. Ez pedig csak a



33. ábra. A 193. adag szövetképe 900 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

hőmérséklettől és az izzítás idejétől függ, a lehülés sebességétől független. Összehasonlításképpen bemutatom a 193. adagnak ugyancsak 960 fokon 40 óra alatt kialakult szövetképét, de kb. 10°/óra sebességgel hűtött állapotban (40. ábra).

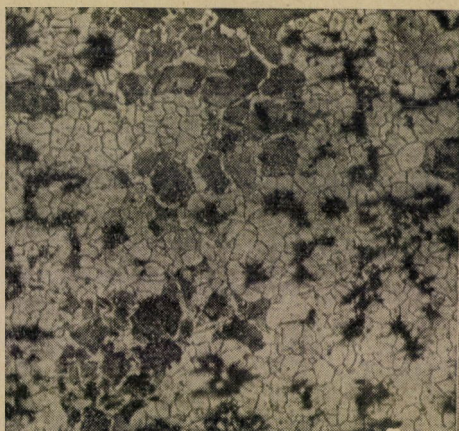
A perlit mennyisége ebben már erősen megcsappant. Feltehető, hogy az optimálisnak tarott 5°/óra sebességgel lehült próbák szövetében egészen el is tűnik.



34. ábra. A 194. adag szövetképe 900 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

Ez a változás természetesen az öntvény szilárdsági és szívóssági tulajdonságai-ban is jelentkezik.

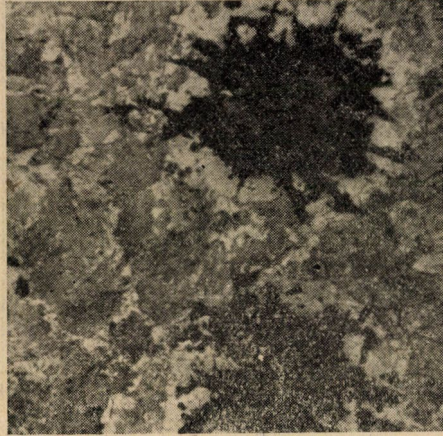
A 960°-on 40 óráig tartó izzítás a Mg-mal nem kezelt öntöttvasban is teljes hatású. A Mg-mal kezelt öntöttvasokban azonban 40 óra (a bemutatott szövet-



35. ábra. A 195. adag szövetképe 900 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

képek tanúsága szerint) feleslegesen hosszú idő. Ezért még egy izzítást végeztem (G-sorozat) ugyancsak 960°-on, de csak 18 óráig. Ez az idő a 6 órás felhevítéssel éppen egy napra terjedt. A lehülés természetesen csak ezután következett.

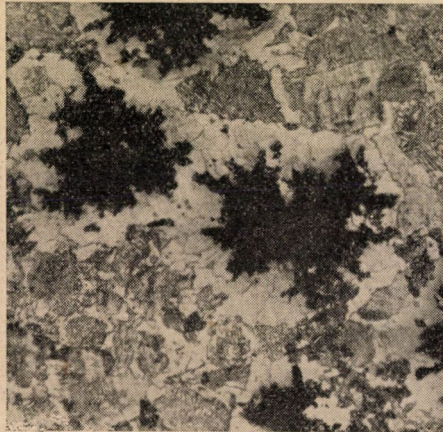
A 41. és 42. ábra a 193. és 194. adag szövetcépét, a 43. és 44. ábra a Mg-mal kezelt 195. és 196. adag szövetcépét mutatja. A cementit bomlása a Mg-mal nem kezelt öntöttvasban is megkezdődött, sőt a 194. adagban már majdnem



36. ábra. A 193. adag szövetcépe 960 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

teljesen grafittá vált. A Mg-mal kezelt adagban azonban a lágyulás már tökéletesen végbement.

A szövet változása természetesen a *mechanikai tulajdonságokban* is kifejezésre jut. Sajnos, az egyébként könnyen kiküszöbölhető öntéstechnikai nehézségek miatt sok próbapálca salakos volt és így ezeknek a tulajdonságoknak a változásáról az eddigi kísérlet során csak elég hézagos kép alakult ki. A mért értékeket az alábbi táblázatokban ismertetem.



37. ábra. A 194. adag szövetcépe 960 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

Vickers-keménység kg/mm<sup>2</sup>-ben

Adag- szám	Öntött	900°-on izzított			960°-on izzított	
		2 óra	8 óra	40 óra	40 óra	18 óra
193.....	482	432	448	218	252* 218**	346
194.....	482	426	418	256	223	284
195.....	515	—	209	178	182	218
196.....	496	—	216	192	227	262

\* perlites, \*\* ferrites alapanyagú.

Szakítószilárdság kg/mm<sup>2</sup>-ben és nyúlás %-ban

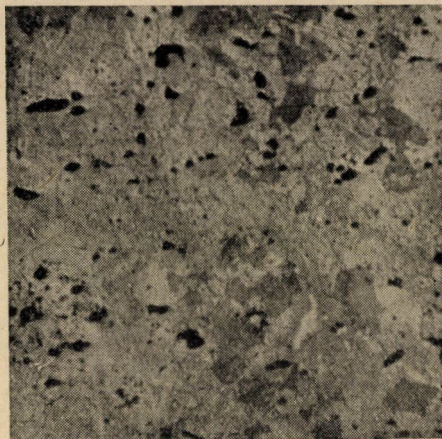
Adag- szám	900°				960°			
	8 óra		40 óra		18 óra		40 óra	
	$\sigma_B$	$\delta$	$\sigma_B$	$\delta$	$\sigma_B$	$\delta$	$\sigma_B$	$\delta$
193	—	—	—	—	38,4	3,8	34,2*	16,2*
194	—	—	33,1	8,8	—	—	38,4	8,9
195	31,4	10,2	35,4	12,1	36,3	12,4	—	—
196	—	—	—	—	36,8	14,2	39,6	13,3

\* ferrites alapanyagú (lásd 40. ábra).

Az adagok mechanikai tulajdonságainak az értékelésekor azt kell figyelembe vennünk, hogy a külföldi szabványok szerint a fekete töretű lágyított öntvény szakítószilárdsága 35—40 kg/mm<sup>2</sup>, nyúlása pedig 12—18% között van. Ebből kiindulva a Mg-mal ötvözött adagoknak a 960°-on 18 óra alatt kialakult mechanikai tulajdonságai kifogástalannak tekinthetők.

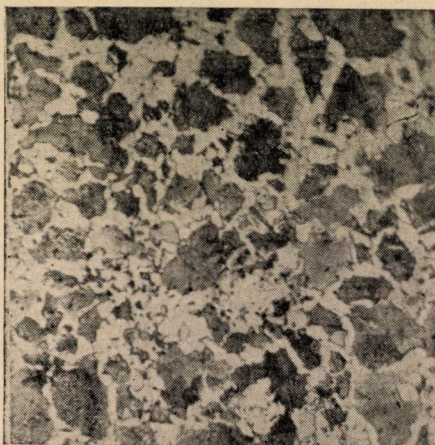
A fekete töretű temperöntvény fehéren dermedő alapanyagának az optimális vegyi összetételét igen pontos szabályok rögzítik. Az irodalmi adatok szerint a C-tartalom 2,2—2,6% között legyen. A Si-tartalom elsősorban a C-tartalomtól függ és azzal lineárisan változik: ha a C-tartalom 2,2%, a Si

1,1% legyen, 2,6% C-tartalom esetében pedig 0,9% Si kívánatos. A S-tartalom a 0,1%-ot ne lépje túl, a Mn-tartalom pedig a S-tartalomhoz igazodjék ( $1,72 \times S\% \pm 0,15\%$ ). A P-tartalom lehetőleg 0,2% alatt maradjon.



38. ábra. A 195. adag szövete képe 960 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

Nem vitás, hogy ilyen összetételű öntöttvasat vasolvasztóból nem lehet csapolni. 2,7—2,8%-nál kisebb C-tartalmú és (éppen az alacsony C-tartalom

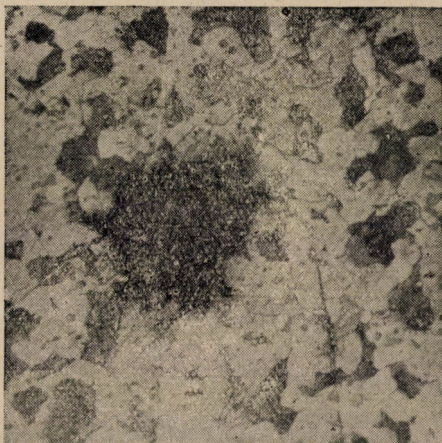


39. ábra. A 196. adag szövete képe 960 C°-on 40 óráig izzítva, maratva, 200×

miatt) kénben kb. 0,3%-nál szegényebb öntöttvasat alig remélhetünk. Ezeket a nehézségeket azonban az ismertetett kísérleti eredmények tanúsága szerint néhány tizedszázaléknyi Mg segítségével át lehet hidalni.

A lefolyt kísérletet nagyon megnehezítette az a körülmény, hogy egyrészt a vasolvasztóból még a vártnál is kedvezőtlenebb összetételű vasat kaptunk,

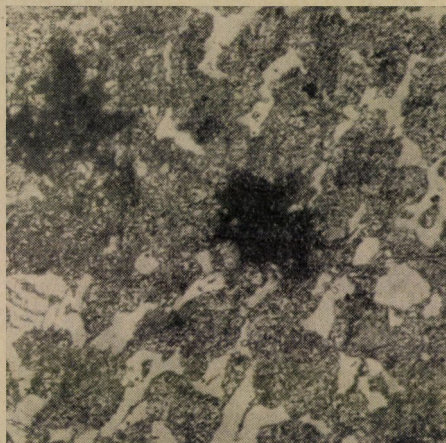
másrészt meg alkalmas edény hiányában bele kellett törödnünk abba, hogy a formákba a folyékony vassal együtt tekintélyes mennyiségű salak is csúszott. Az előbbi nehézség a Mg-ra rótt nagyobb feladatot, az utóbbi pedig több próba-



40. ábra. A 193. adag szövete képe 960 C°-on 40 óráig izzítás után lassan hűtve, maratva, 200 ×

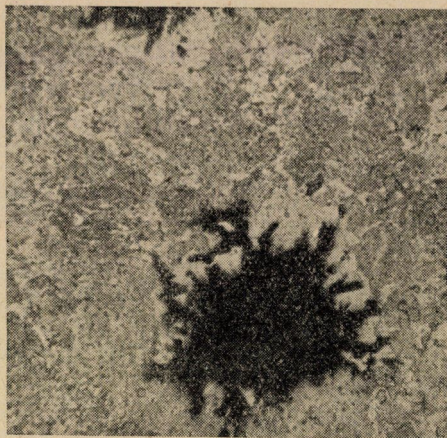
pálcát tett tönkre és ezzel az eredmények értékelése során kialakuló képet zavarta.

Az ismertetett jelenségek elméleti magyarázatának a megkísérlését más

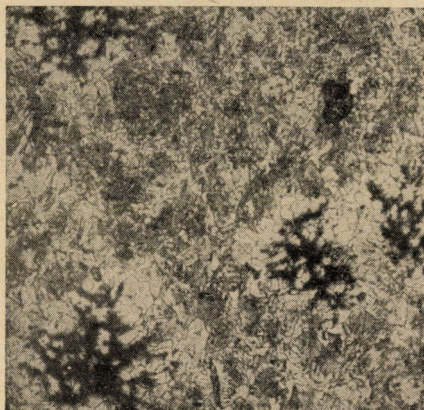


41. ábra. A 193. adag szövete képe 960 C°-on 18 óráig izzítva, maratva, 200 ×

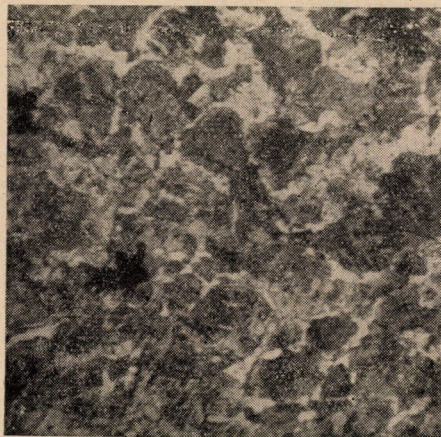
alkalomra hagyom. Ezúttal inkább az elért eredmények üzemi vonatkozásait kívántam kidomborítani. A bemutatott eredmények a megindulásra váró nagyüzemi kísérletek során minden bizonnyal hasznosak lesznek.



42. ábra. A 194. adag szövete képe 960 C°-on 18 óráig izzítva, maratva, 200×



43. ábra. A 195. adag szövete képe 960 C°-on 18 óráig izzítva, maratva, 200×



44. ábra. A 196. adag szövete képe 960 C°-on 18 óráig izzítva, maratva, 200×



## HOZZÁSZÓLÁSOK

KÖVES GÁBOR

Az előadásban foglaltak a gömbgrafitos öntöttvas előállítására szempontjából igen érdekes és figyelemreméltó kérdéseket tárgyalnak. Gillemot professzor már 1950. júniusában megtartott akadémiai székfoglalójában rámutatott arra, hogy a gyors temperálás a Mg-mal ötvözött öntöttvas felhasználásának egyik igen érdekes és jó eredményekkel kecsegtető útja. Ez az út — mint azt az elhangzott előadásból is láthatjuk — az üzemi felhasználás szempontjából is jelentős eredményekkel biztat.

Az előadó kidomborította a Mg-nak kéntelenítő és karbidstabilizáló hatását. Lényeges ezenfelül a Mg gáztalanító hatása is, amely az öntvény túlhűthetőségét segíti elő és ezzel jelentősége nő a gyorsan bomló karbidok képzésében. Véleményem szerint a vas-karbon, illetve vas-karbon-szilícium egyensúlyi diagrammok szemléleténél a kérdést helyesebb lenne az eddigi irányelvektől eltérőleg vizsgálni, mert éppen a több vagy kevesebb Mg adagolása következtében az egyensúlyi helyzet megváltozik, mivel a Mg kéntelenít és gáztalanít. Az ilyen módon túlhűtött öntvény nem az egyensúlyi helyzet szerint dermed meg, hanem az eddigi vizsgálatok szerint úgy az eutektikum, mint a telített austenit pontjai erőteljesen jobbra tolódnak el.

Előadó szerint figyelemreméltó, illetve meglepő, hogy már 0,3, 0,4% Mg beötvözésénél gömbszemcsés grafit keletkezik. Ez azonban nagyon is természetes, hiszen a tegnapi előadásban bemutatott szövetelem ábra szerint 0,3, 0,4% Mg-nál — a legkedvezőtlenebb Mg visszanyerési esetet véve alapul — 0,03% Mg maradásával számolhatunk a fürdőben, ennyi Mg pedig az ábra gömbgrafit + lemezszerű (quasiflake) grafit összetételű mezejébe helyezi az öntvényt. Természetesen az igen kis falvastagság következtében az ötvözet részben karbidosan kristályosodott.

Előadó azt is figyelemreméltónak tartja, hogy a 900°-on izzított ferrites próbatestek keménysége nagyobb, mint a 800°-on izzított, perlitet tartalmazó próbatesteké. Nézetem szerint ez a keménységnövekedés annak tulajdonítható, hogy ilyen nagy szilícium tartalomnál a ferrit már szilikoferrit alakjában jelentkezik, ez a szövetelem pedig köztudomásúan igen nagy keménységű.

Előadó megemlíti, hogy sokszor még 0,3% Mg is hatástalannak bizonyult. Ez véleményem szerint az ötvözéstechnika ki nem elégítő módjának tulajdonítható. Erre egyébként még visszatérek.

A Mg tartalmú öntöttvas grafitjának finomodása nézetem szerint attól származik, hogy túlhűtött ötvözetrel van dolgunk és ennek grafitja általában finomabb alakban szokott jelentkezni.

Előadó ismertette, hogy a Mg beötvözésének általuk használt módja az volt, hogy a segédötvözetet az öntőveder fenekére helyezték és erre csapolták a kupolóból kiömlő öntöttvasat. A Mechanikai Technológiai Intézetben végzett öntések tapasztalatai szerint ez nem a legkedvezőbb eljárás. Ugyanis itt egyszerre jön létre az érintkezés a segédötvözet és a folyékony öntöttvas között, ami igen nagy Mg veszteséget okoz és az eljárást bizonytalanná teszi. Tapasztalataim szerint célszerűbb az ötvöző fémet már lecsapolt és az öntővederben levő öntöttvas felszínére adagolni, mégpedig több részletben, esetleg az egyes rész-

adagolások között a fürdő felszínéről a salakot el is távolíthatjuk. Ily módon egyenletesebb Mg visszanyeréssel számolhatunk. Ezek a tapasztalatok egyébként megegyeznek a Vasipari Kutató Intézet idevágó adataival.

A későbbiek szempontjából rámutatok arra, hogy a második kísérleti sorozat ötvözetei, amelyek a tulajdonképpeni kísérletek alapjául szolgáltak, erősen hipoeutektikusak.

Foglalkozni kívánok még azzal a kérdéssel, vajjon lehetséges-e a problémának más úton való megoldása is és ez az út nem vezetne-e esetleg gyökeresebb megoldáshoz.

Előadó is megállapította, hogy az általa használt segédötvözet oly nagy Si tartalmú, hogy a teljes gömbszemcsésítéshez szükséges Mg mennyiséget beötvözve az ily módon az öntvénybe kerülő nagymennyiségű Si azt hasznavehetetlenné tenné. A Gillemot professor tegnap itt bemutatott diagrammjai szerint ilyen segédötvözővel a gömbszemcsésítés valószínűsége igen csekély. Ezért előadó a problémának oly megoldását próbálta adni, hogy jóval kevesebb Mg és ezzel természetesen kevesebb Si bevitelével a temperálás idejét jelentősen megrovidítse. Az előadó használta segédötvözetben a Mg—Si arány 1 : 4. Ez az arány tényleg kedvezőtlen, mert ezzel csak a kísérletek során ismertett kevés Mg-ot lehet bevinni. Ennek hátránya elsősorban, hogy a kevés Mg nem végzi el teljesen a kéntelenítő hatást, sőt a gáztalanító, tehát túlhűtő hatást sem. Másrészt, hogy az ötvözet a bevitt, még mindig elég jelentős mennyiségű Si ellenére is fehéren dermedjen, azt igen alacsony telítettségi fokon kell tartani, amint erre már rámutattam. Ez a második sorozat öntéseinél kb. 0,76—0,78-nak felel meg telítettségi fokban a szokásos összefüggéssel számolva. Viszont, ha az ötvözet a Mg nélkül is fehéren dermed (illetve a Mg csak segít ehhez), akkor a keletkező karbidok igen stabilak. A stabil karbidok viszont nehezen bomlanak. Ez megmutatkozott az előadó eredményeiben is, mivel ezen karbidok megbontásához 18—40 órára volt szükség. A csekély Mg még azt a hátrányt is magában rejti, hogy az ily módon kezelt ötvözet összetételét illetőleg a tegnap bemutatott diagramm gömbgrafit + karbid területe helyett a gömbgrafit + lemezszerű grafit területbe esik, ami azt jelenti, hogy a teljes gömbösödés elérésére kevés a valószínűség.

Kétségtelen, hogy az eddig általánosan használt hőkezelési eljárásokhoz képest az előadó ismertette kísérletek jelentős eredményeket mutatnak fel. Mégis úgy gondolom, hogy ennél kedvezőbb eredményeket is el lehet érni oly módon, hogy a segédötvözetben a Mg és Si arányát jóval kedvezőbb értéken kell és lehet tartani. A Mechanikai Technológiai Intézetben végzett kísérleteim szerint a segédötvözetbe nemcsak 10, de 20, sőt 30% Mg-ot is bevihetünk anélkül, hogy az ötvözéskor beálló reakció észrevehetően nőne. A Mg ily módon való megnövelésével a Mg—Si arányt jóval kedvezőbb értéken lehet tartani. A. De Sy 2 : 5 arányt hozott létre. Tudomásom szerint a Vasipari Kutató Intézet is kedvezőbb arányú segédötvözetekkel dolgozik. Ezek a segédötvözetek lehetővé teszik, hogy a Si dúsulás veszélye nélkül több Mg-ot vihetünk az ötvözetbe. Így lehetővé válik az eutektikus összetételhez közelfekvő ötvözetek alkalmazása. Ennek két komoly előnye van. Az egyik, hogy az erősen hipoeutektikus ötvözetek rossz zsugorodási és öntési tulajdonságai helyett jobbakat kapunk, a másik pedig, hogy ez ötvözetek fehéren dermedését valóban a bevitt nagyobb mennyiségű Mg okozza. Amennyiben pedig az ötvözet csak a Mg hatására

dermed fehéren, az így keletkező karbidok jóval labilisabbak és lényegesen rövidebb idő alatt bonthatók el. Megemlítek egy, a Mechanikai Technológiai Intézetben végzett kísérletet, amelyet Gillemot professzor tegnapi előadásában is felemlített. Ennek eredménye szerint ilyen ötvözetek karbidja már  $1000^{\circ}$ -on végzett 5 percig tartó hőkezelés eredményeképpen meglehetősen jól elbomlott.

Ezen az úton haladva tehát a hőkezelési időt nagyságrendekkel lehetne rövidebbé tenni. Nézetem szerint az előadónak további kísérletei során ezekre a jelenségekre is figyelemmel kell lennie, mert ezen az úton az általa kidolgozott gyorssterperálási eljárást lényegesen eredményesebbé lehetne tenni.

#### FRANK LÁSZLÓ

Az előadó javasolta, hogy ne a gömbszemcsés grafitú öntésnél szokásos magnéziummennyiséget vigyük be a folyékony vasba, hanem ennél lényegesen kevesebbet, annyit, amelynek összetétele megfelel a temperöntvény összetételének, ezt hőkezeljük és így megkapjuk a kívánt szilárdsági értéket. A hőkezelési idő magnéziumos segédötvözet használatánál lényegesen kisebb, mint a magnéziummal nem kezelt temperöntvényeknél.

Ennek dokumentálására kísérletsorozatot végzett, amelynek eredménye az volt, hogy a magnéziummal kezelt temperöntvények szakítószilárdsága  $31,4\text{--}39,6\text{ kg/mm}^2$ , nyúlása pedig  $8,8\%\text{--}14,2\%$ . Ezzel szemben a magnéziummal nem kezelt temperöntvények szakítószilárdsága  $34,2\text{ kg/mm}^2$ , nyúlása  $16,2\%$ .

Az előadó elérte szakítószilárdsági értékek tehát kisebbek, mint azok a szakítószilárdsági értékek, amit mi gömbgrafitos szürkeöntéssel elértünk, ezek ugyanis  $40\text{--}45\text{ kg/mm}^2$  között voltak. Nem téveszthető az sem szem elől, hogy a legnagyobb nyúlást az előadó a magnéziummal nem kezelt temperöntvényeknél kapta.

Kísérleteinek eredménye tehát a következőképpen foglalható össze: A magnéziummal nem kezelt temperöntvények szakítószilárdsága megegyezik a magnéziummal kezelt temperöntvények szakítószilárdságának átlagával. A magnéziummal nem kezelt temperöntvények nyúlása nagyobb, mint a magnéziummal kezelt temperöntvények nyúlása. Mind a magnéziummal kezelt, mind a magnéziummal nem kezelt temperöntvények szakítószilárdsága kisebb, mint a gömbszemcsés grafitú szürkeöntvények szakítószilárdsága. E tekintetben kísérletei tehát nézetem szerint semmiféle újat nem produkáltak.

Előadó további megállapítása — amely szerint a magnéziummal kezelt temperöntvény hőkezelési ideje lényegesen rövidebb, mint a magnéziummal nem kezelt temperöntvényeké — helytálló. Azonban ez a megállapítás sem új, mert dr. Gillemot Lászlóval közösen 1951. január 20-án benyújtott 0061582 sz. szabadalmi bejelentésünk ezen a megállapításon alapszik, amelyre vonatkozó kísérleteinket még 1950. év végén végeztük és amelynek eredményeit »Nagy-szilárdságú öntöttvas« c. előadásomban fogom bemutatni.

Ezt azért tartottam szükségesnek megemlíteni, hogy ezzel rámutassak arra, hogy a kutatások még mindig nincsenek teljes mértékben koordinálva és előfordul, hogy ugyanazt a kérdést 3-4 év múlva elkezdi ugyanazon az alapon kutatni.

Az előadás még egy megállapításával nem értek egyet, mégpedig a következővel:

A feketetöretű temperöntvény fehérre dermedő alapanyaga kúpolókemenében nem áll tható elő, csak lángkemenében. Egész sor olyan temperöntödét ismerünk külföldön, amely kúpolókemenecéből állít elő feketetöretű temperöntvényt. Ilyen temperöntvényt már magunk is előállítottunk, s ennek bevezetés jelenleg folyik Magyarországon. Lengyelországi tanulmányutunkon is láttunk olyan feketetöretű temperöntvényeket, melyet kúpolókemenecéből állítottak elő.

Hogyan látjuk mi ezekután a gömbszemcsés grafitú szürke- és temperöntvények kérdését?

Úgy a gömbszemcsés grafitú szürkeöntvénynek, mint a magnéziummal kezelt temperöntvénynek megvan a maga alkalmazási területe. Mindkettő előállításának egyik alapfeltétele a megfelelő segédötvözet. Az a segédötvözet, amelyet az előadó használt — bár nem említi meg — az általunk korábban előállított segédötvözet, amelyben 10% magnézium, 5—10% réz, a többi ferroszilícium volt. A nehézség, amely ezen segédötvözet korábbi gyártásánál fennállt s amire az előadó utalt, az, hogy ezt a segédötvözetet grafit tégelyben kellett előállítanunk s a segédötvözet begyulladás veszélyére való tekintettel be kellett fagyasztanunk a tégelybe és a segédötvözet kivétele erősen igénybevette a grafit tégelyt, már megszűnt, mert ma már a magnéziumos segédötvözeteket indukciós kemencékben tudjuk előállítani, s a segédötvözetet a begyulladás veszélye nélkül ki tudjuk önteni. Azonban nemcsak ezt a segédötvözetfajtát, hanem bármilyen segédötvözetet, amely egyébként az ötvözés szabályainak megfelel, indukciós kemencében begyulladás veszélye nélkül elő tudunk állítani.

Gömbszemcsés grafitú szürkeöntvényt a régi segédötvözzel is elő tudunk állítani úgy, hogy a szilícium tartalma 3—3,4% között és szakítószilárdsága 40—45 kg/mm<sup>2</sup> között volt. Sok ilyen öntvény van jelenleg is alkalmazásban acélöntés helyettesítésére és ez az öntvényfajta igen kritikus helyeken acélöntvény helyettesítésére is megállta a helyét. Még inkább megvan a lehetősége annak, hogy ezt a segédötvözetet sikerrel alkalmazzuk ma, amikor már a segédötvözetet könnyen, bármilyen összetétellel, indukciós kemencében tudjuk előállítani.

Nem állítom, hogy temperöntvényvel nem lehet nagyobb nyúlást elérni, mint gömbszemcsés grafitú öntéssel, de állítom, hogy csakis a szilárdság rovására. Nem állítom, hogy a magnéziummal kezelt temperöntvények szilárdsági értékei, akár a szakítószilárdság, akár a nyúlás, feltétlenül nagyobbak lennének, mint a magnéziummal nem kezelt temperöntvényeké, de állítom, hogy a magnéziummal kezelt temperöntvények hőkezelési ideje, mint említett szabadalmunkban már bejelentettük, lényegesen kisebb, mint a magnéziummal nem kezelt temperöntvények hőkezelési ideje.

Nem állítom, hogy fekete temperöntvényt nem lehet kúpolókemenében előállítani, de állítom, hogy a magnéziumos kezelésnek vannak előnyei a fekete temperöntvény előállításánál. Ezeket az előnyöket a hőkezelési idő csökkentésén kívül az előadó nem tárgyalja, s ezért engedtessek meg, hogy erre pár szóval rámutassak.

Jó feketetöretű temperöntvény akkor állítható elő, ha a kiinduló anyag alkalmas a grafitizáció második fázisának tökéletes keresztülvitelére. Azaz, amikor a perlitpont körüli hőkezelés hatására a perlit tökéletesen elbomlik ferritre és temperszénre. Ezt hátráltatja a kúpolókemenecéből előállított folyékony vas igen nagy kéntartalma, s ennek ellensúlyozására feltétlenül használ-

landó aránylag nagy mangántartalom. Előadó is 0,252% kiinduló S-tartalmú és 0,58% Mn tartalmú folyékony vasat használt. Mikor azt a folyékony vasat 0,3% magnéziumtartalmú segédötvtözzel kezelte, a S-tartalma már csak 0,109% volt. Ezzel szemben a Mn-tartalom kerekén 0,50%, s így a mangántartalom messze felette van annak az értéknek, ami a kén ellensúlyozására szükséges. Messze felette van az előadó részéről is szükségesnek tartott  $Mn = 1,72 \times S + 0,15\%$ -nál. A mangántartalomnak ez esetben tehát, már nem mint két ellensúlyozónak, hanem mint ötvözőnek van jelentősége. Ismeretes, hogy a temperöntvény kéntartalma azért olyan nagy, mint az előadó kiinduló anyagának kéntartalma is volt, mert a betét nagy része a már nagy kéntartalmú felöntésekből származik. Ha azonban a felöntés kéntartalma 0,1% és a Mg-mal kezelt felöntés kéntartalma ez érték körül mozog, ha még ezt tovább magnéziummal kezeljük, a kéntartalom 0,1% alá csökken és az ehhez szükséges mangántartalom kb. 0,2% lesz. Az ilyen temperöntvénynél a grafitizáció 2-ik fázisát, a perlitnek a perlitpont körüli szétbontását temperszénre és ferritre, tökéletesen lehet végrehajtani. Ebben az esetben már az is elképzelhető, hogy az ilyen temperöntvénynek, ha szakítószilárdsága nem is, de nyúlása nagyobb lesz, mint a kupolókemencéből egyébként előállítható feketetötretű temperöntvényé.

Miután továbbá ismeretes, hogy a temperöntvénynél a nyúlás növekedése egyben a szakítószilárdság csökkenésével jár, még élesebben kidomborodik azon megállapításunk helyessége, hogy a temperöntvényeknek — beleértve a magnéziummal kezelt temperöntvényeket és a gömbszemcsés grafitú szürkeöntvényeket is — megvan a maguk alkalmazási területe, mert hiszen a gömbszemcsés grafitú szürkeöntvény szakítószilárdsága  $45 \text{ kg/mm}^2$ , az ilyen módon előállítható temperöntvény szakítószilárdsága  $30 \text{ kg/mm}^2$  érték körül lesz.

Az előadás befejező részében az ipari öntések lehetőségére nézve nézetem a következő:

A magnéziummal kezelt temperöntvény ipari előállításának több alapfeltétele van. Az egyik, hogy temperöntödéink ériék el magnéziumötvtözés nélkül is a temperöntvény előállításánál egyébként elérhető legmagasabb technológiai színvonalat. A lengyelországi tapasztalatok arra mutattak, hogy állandó sikereket minden modifikált öntés területén csak akkor lehet elérni, ha az illető öntöde már egyébként — a modifikáció nélkül — is elérte az elérhető legmagasabb színvonalat. Ha ezt nem biztosítanánk, úgy veszélyeztetnénk a modifikáció sikerének állandóságát. A második alapfeltétel, hogy — miután a modifikáció hőveszteséggel jár — a temperöntödékben a szokásos mennyiségnél nagyobb mennyiségű folyékony vas álljon rendelkezésünkre, ami szükségessé teszi, hogy az eddig használt 100—150 kg folyékony vas befogadóképességű üstökről térjünk át 300—600 kg befogadóképességű üstökre, ebben végezzük el a modifikációt s ezután — ha szükséges — öntsük át kisebb darabok öntésénél kisebb üstökbe a már magnéziummal kezelt salaktalanított folyékony vasat. Végül ahhoz, hogy a szokásos nyúlásnál nagyobb nyúlást érjünk el, szükséges, hogy az előadó használta és korábban általunk előállított 10% magnéziumtartalmú segédötvtözetről rátérjünk 20—30% magnéziumtartalmú segédötvtözzet, hogy egyrészt csökkentsük a felhasználandó segédötvtözet mennyiségét és csökkentsük az ebből eredő hőveszteséget. Másrészt biztosítsuk, hogy még nagyobb falvastagságoknál se keletkezzék primér lemezes grafit. Ilyen segédötvtözet előállításának lehetősége ma már indukciós kemence felhasználásával is, tehát egyszerűen és olcsón újabb kísérleteink alapján megvan.

Ha mindezen előfeltételt biztosítottuk és rendszeresen fogjuk használni ezt az eljárást, a betétbe visszatérő felöntés kéntartalma csökkenni fog, ennek ellensúlyozásához szükséges mangánmennyiség is csökkenthető s ez esetben fogunk valóban jóminőségű és gyorsan temperálható temperöntvényeket előállítani. Ebben az esetben is megmarad a gömbszemcsés grafitú szürkeöntvények alkalmazási területe a nagyszilárdságú öntöttvasakat illetően. Ezt az utóbbi öntöttvasfajta előállítását is lényegesen elősegíti az a segédöntvözet, amelynek magnéziumtartalma korábban előállított segédöntvözetekénél lényegesen nagyobb és így egyrészt kevesebb segédöntvözetet lehet használni, másrészt a kész magnéziummal kezelt öntvény össz-szilíciumtartalmával még közelebb lehet kerülni a 3% körüli értékhez.

### KOVÁCS MIKLÓS

Magyarország lágyöntvény termelése kb. 4%-ára rúg évi acél- és szürkeöntvény fogyasztásunknak. Jellemző, hogy a lágyöntvényfogyasztás fejkvótája olyan kicsi, hogy a magyar ipar e fogyasztásnak több, mint ötszörösét használja el acélból és több mint 16-szorosát szürkeöntvényből fejenként.

Feladatunk, hogy megvizsgáljuk mindazon lehetőségeket, amelyek lehetővé teszik ezen állapot megváltoztatását. Annál inkább szükséges ez, mert acélgártó iparunk helyzete szükségessé teszi a kistérfogatú öntvényeknek temperöntvényekkel, vagy modifikált öntvényekkel való helyettesítését. Ha alaposan megvizsgáljuk tempergyártásunk kérdését, azt látjuk, hogy lágyító kemencénk kis száma és e kemencék kis lágyítási kapacitása határt szab temperáló iparunk beruházás nélküli további fejlődésének. A fehértöretű tempergyártás rendkívüli időigényes és hőkihasználás szempontjából rossz hatásfokú. 2000 kg öntvény befogadására alkalmas kemencében a hasznos súly, több mint 2-szeresét kell felmelegítenünk közel 1000 C°-ra, hogy 2000 kg öntvényt kilágyíthassunk.

A temperálás fejlesztésének útja hazánkban a feketetöretű és gázfázisos temperálás. Ezen utóbbi eljárásnak üzemszerű megvalósításáig is növelnünk kell kis lágyítási kapacitásunkat. Ezt a közbeeső feladatot van hivatva megoldani a feketetöretű tempergyártás bevezetése.

Jelentősnek tartjuk az előadó kísérleti eredményeit, mert iparunkat gyorsabban hozzásegíti a fekete temper ipari megvalósításához és a lágyítás időszükségletét oly mértékben csökkenti, hogy lágyító üzemeink lágyító kapacitása ennek folytán beruházás nélkül kétszeresére emelkedik.

Az előadásnak két kérdéséhez óhajtok hozzászólni. Meg akarom vizsgálni a magnézium kéntelenítő hatásának kérdését és a magnéziumnak cementit stabilizáló hatását.

A magnézium kéntelenítő hatásának kérdésénél tisztázandónak tartom, hogy a kéntelenítés után a fürdőben még visszamaradó kén vasszulfid, vagy mangánszulfid alakjában lesz-e jelen. Milyen befolyása van a cementit bomlási sebességére a kén kétfajta megjelenési alakjának. Tisztázandó továbbá, hogy a mangánszulfid hatása azonos-e a nem szulfid alakjában jelenlevő többi mangántartalom stabilizáló hatásával.

Azokban az öntvényekben, amelyek a ként főleg mangánszulfid alakjában tartalmazzák, a képződő grafitcsomók szerkezete lényegében grafitlemezek aggregátumaiból áll. Ha az izzítási hőmérsékleten szabad vasszulfid van jelen, a grafitcsomók más alakban mutatkoznak, nevezetesen sferolitos szerkezetben. Ez gömbalakú kristályos test, amely a központból sugárszerűen kifelé menő és a gömb felületén végződő rendkívüli finom rostokból van felépítve.

Dilatométer segítségével lehetséges a grafitosodás görbéinek felrajzolása az idő függvényében. Ezeknek a görbéknek az alakja lényeges eltéréseket tárt fel a képződő grafitcsomók típusaival kapcsolatban. Ezek a görbék azt mutatják, hogy a kén megjelenési alakja határozza meg a főkülönbséget a szürke- és fehértöretű temperöntvények között.

Következésképpen a vasszulfid + mangán és mangánszulfid + vas vegyi folyamatoknak alapvető fontossága van. A mangán-kén viszony változásaira vonatkozólag folytatott kutatások olyan kritikus pont megállapításához vezetnek, amely akkor következik be, amikor a kéntartalom a kémiai egyenértékűség szempontjából egyenlő a mangántartalommal, más szóval, amikor a mangántartalom egyenlő a kéntartalom 1,72-szeresével. Az idő-grafitosodási görbék azt látszanak igazolni, hogy a lemez aggregátumból álló grafitcsomók kénszulfid részecskék körül képződnek, melyek a mag szerepét játsszák, míg a szferolitos grafit a vasszulfid magokon rakódik le. A vasszulfidnak ahhoz, hogy szferolitos grafitcsomókat hozzon létre, az izzítási hőfokon kell jelen lennie. Azokban az öntvényekben, amelyekben a kén csak kevéssel haladja meg a mangán semlegesítéséhez szükséges mennyiséget, olyan átmeneti szerkezetű grafitcsomók keletkeznek, amelyek a valóságos szferolit és a lemezaggregátum típusa között vannak.

A mangán-cementit stabilizáló hatásával kapcsolatban tisztázandónak tartjuk annak a megállapítását, hogy a magnézium cementit-stabilizáló hatása mellett hogyan lehetséges, hogy a jelenlevő magnézium mégis az előadó eredményeinek megfelelő mértékben meggyorsítja a cementit bomlási sebességét a lágyítás hőmérsékletén.

Hogyan magyarázza az előadó azt a tényt, hogy a Mg a beoltás pillanatában a folyékony fűrdőben mint karbid-stabilizátor hat, de ugyanez a Mg a lágyítás hőmérsékletén meggyorsítja a karbidbomlás sebességét.

Dr. Hajtó kutatásainak jelentőségét különösen abban látom, hogy a fekete tempervas olvasztásának kérdését függetleníti a láng- vagy elektrokemencés olvasztástól és lehetővé teszi a magnézium kéntelenítő hatásának következtében közönséges öntődei kupolókemencék alkalmazását. A jövő perspektívája tempergyártásunk terén feketetöretű temper gázfázisban. Ennek a nagy tervnek első részét segítik közelebb a megvalósításhoz Dr. Hajtó modifikációs kísérletei.

#### VARGA FERENC

Hajtó kartárs előadásának vezérfonala a gömbgrafitos öntöttvas napirenden levő problémája. Kísérleteinek a feketetöretű temperöntvény szempontjából való fontosságára részleteiben nem kívánok kitérni, csupán az előadás olvasztási kérdéseire. Kétségtelen, hogy kupolókemencében való olvasztásnál a kívánt 2,2—2,6% C-t biztosítani a mai olvasztási rendszerünkkel nem tudjuk. De felvetődik a kérdés, hogy Mg-adagolásnál a temperálási idő lényeges csökkentésével a kupolókemencés olvasztásnál kb. 3% C-tartalommal nem temperálható-e éppen olyan rövid idő alatt az öntvény. Ez a kérdés még további beható vizsgálatokat követel, főleg annak eldöntésével, hogy mennyi lesz az ország fekete temper igénye.

Az előadással kapcsolatban kitérek a másik fontos kérdésre, a gömbgrafitos öntöttvas nyúlásának problémájára. Irodalmi adatok szerint a gömbgrafitos öntöttvas nyúlása 1—6%, amely érték hőkezelés után 10—16%-ra emelkedik a szilárdság egyidejű csökkenése mellett. A mi üzemi kísérleteink nyers nyúlási

értékei 1—3,5% között vannak, de ez a nyúlás hőkezelés után néhány tizedszázalékkal csökken a szilárdság egyidejű emelkedésével. Kivétel volt az az egy esetben Mg—Ni segédötvözettel végzett kísérlet, ahol a néhány tizedszázalékos nyers nyúlási érték hőkezelés után 5%-ra emelkedett. Mg—Si segédötvözettel kezelt öntöttvas hőkezelés utáni szilárdságnövekedését a cementit elbomlásának tulajdonítjuk, a nyúlás csökkenését pedig a nagy Si-tartalom okozta ridegséggel magyarázzuk, amit egyik tegnapi előadás és Hajtó kartárs is előadásában egyöntetűen megállapítanak. Hajtó kartárs leszögezi, hogy »ez a segédötvözet tehát a várt mechanikai tulajdonságokat (főleg szívósságot) biztosító gömbgrafitos öntöttvas előállítására nem alkalmas«.

Annál meglepőbb Ballay és munkatársainak a Fonderie 68—69. számában közölt kísérleti eredménye. Ballay 15% Mg tartalmú Mg—Si—Fe segédötvözettel kezelt, 3,98 vég Si-tartalmú, 1,1 telítési fokú, tehát hipereutektikus próbatesteken 3—6 órai hőkezelés után szakítószilárdság és keménység csekély csökkenése mellett 13,5, 12,5, 16, 15,1% nyúlást ért el. Az eredmény — főleg hazai szempontból — nagyon felkeltheti érdeklődésünket.

S ha a kérdést közelebbről is megvizsgáljuk, talán nem feltétlenül kell az eddig ki nem elégitő eredményeket csupán a segédötvözetben keresnünk, hanem egyéb ötvözési vagy esetleg hőkezelési hibában.

#### HAJTÓ NÁNDOR válasza

Mindenekelőtt egy félreértést kell eloszlatnom, amely több hozzászólásból is kitűnt. Nem vitás, hogy minden gyártási módszer sikerének első feltétele az öntőmű technológiai felkészültsége. Az elhangzott beszámolómban azonban olyan kísérletsorozatot ismertettem, amelynek éppen az volt a célja, hogy módot találjon a feketetöretű temperöntvényeknek aknás vasolvasztóból a *pillanatnyilag rendelkezésre álló eszközökkel és anyagokkal* való gyártására. Ezért tudatosan úgy döntöttem, hogy a kísérleteket technológiai szempontból nem egészen fejlett üzemben, elég tökéletlen metallurgiai és technológiai körülmények között, a rendelkezésre álló segédötvözettel (amelynek a gyártása a Vasipari Kutató Intézet kísérletei során immár valamiképpen megoldódott) végezzük el abban a reményben, hogy — ha itt sikerül valamit elérni — máshol sem lesz akadálya a kapott eredmények reprodukálásának.

Ez az oka annak, hogy előadásom során két ízben is rá kellett mutatnom olyan nehézségekre, amelyek nem az ismertetett eljárás tökéletlensége, hanem az öntőde felkészületlensége folytán jelentkeztek.

Alig kétséges, hogy kedvezőbb összetételű segédötvözettel, jobb technológiai körülmények között, kedvezőbb eredmények adódhatnak mindenekelőtt abban, hogy az ötvözés közben az öntöttvas Si-tartalma kevésbé szaporodik és a fehér töret nagyobb keresztmetszetben is biztosítható lesz. Éppen ezért érdeklődéssel várom Frank kartársnak az erre vonatkozó beszámolóját, amelyre a hozzászólásában utalt. Kutafásomat azonban mégsem látom hiábavalónak, mert avval a megállapítással, hogy Mg segítségével a fehéren dermedő falvastagság növekszik, másrészt az éppen emiatt adagolható nagyobb Si-tartalom következtében a lágyítás ideje csökken, feltétlenül újat hoztam. De új a lágyítás diagrammja is, amely lényegesen eltér a — javarészt következtetések alapján beadott — szabadalmi bejelentés diagrammjától.

Abból, hogy a szabadalom ellenére — nem 3—4 év, hanem csak félév múlva — ugyanezzel a témával foglalkoztam, nem azt a következtetést vonnám



le, hogy »a kutatások még mindig nincsenek teljes mértékben koordinálva«, hanem inkább azt, hogy a szabadalmi bejelentés még távolról sem gyártási utasítás és éppen ezért a szerzők kísérleteik eredményeit nem is ismertették, de az ipari bevezetés kísérlete sem indult meg. Lehet, hogy ezután sor fog kerülni rá — nagyon üdvös lenne már —, eddig azonban tárgyalásoknál előbbre nem jutottunk.

Nem vitatható, hogy a gömbgrafitos öntöttvasnak is megfogjuk találni az alkalmazási területét. Ettől azonban még igen messze vagyunk. Nem szabad tehát lebecsülnünk a fekete temperöntvény-gyártás lehetőségének sokkal közelebbi reményét. Igaz, hogy valamivel kisebb az önmagában amúgysem hasznosítható szakítószilárdsága, de igen jelentős szívóssága van, amellyel a gömbgrafitos öntöttvasunk egyáltalán nem dicsekedhetik. És itt megköszönöm *Schleicher* professzornak elhangzott szíves figyelmeztetését, amelyben a helytelen »előötövet« helyett az egyedül helyes »segédötövet« elnevezésre irányította figyelmünket. Magam is rendszerint — ha nem is tudatosan — ezt szoktam használni.

*Frank* hozzászólásában többek között arról is szól, hogy a gömbgrafitos öntöttvas szilárdsága a fekete temperénél nagyobb. Ezt én soha nem tagadtam, sőt azt is elismerem, hogy a hőben való (lágýító) kezelés, amely az öntöttvas szívósságát javítja, a szilárdságot ugyanakkor szükségképpen csökkenti. Ez minden fémnél annyira magától értődő és közismert jelenség, hogy hangsúlyozni nem tartottam szükségesnek. A gömbgrafitos öntöttvas azonban (és itt természetesen a *hazai* gömbgrafitos öntöttvasra gondolok) elég nagy szilárdsága ellenére, sajnos, meg sem közelíti azokat a tulajdonságokat, amelyeket — éppen a grafit alakja miatt — elvárhatnánk tőle. Ez pedig elsősorban a nem kielégítő összetételű segédötövet következménye. A kívánatos összetételű, elsősorban szívós gömbgrafitos öntöttvas a lemezes grafitú öntöttvas tulajdonságaitól annyira különbözik, hogy aligha lehet őket »öntöttvas« néven közös nevezőre hozni. Az, hogy a mi gömbgrafitos öntöttvasunk — joggal — a nagyszilárdságú öntöttvasok közé sorolható, tulajdonképpen a tökéletlenségére utal.

Az előadásomban ismertetett adagok közül a 960 fokon 18 óráig izzított ötvözetlen adag mechanikai tulajdonságai, pontosabban a nyúlása azért kedvezőbb, mert a próba fém alapanyaga lehülés közben túlnyomó részben ferritessé vált (erre utaltam a csillagos lábjegyzetben), az ötvözött adagok alapanyaga pedig perlitessé vált. Az viszont természetes, hogy a ferrites alapanyagú öntöttvas szívósabb, nagyobb nyúlású, mint a perlitessé. De természetes az is, hogy a perlitessé alapanyagú próbatest nyúlása, a szakítószilárdság csökkenése közben megjavul, ha ferritessé válik.

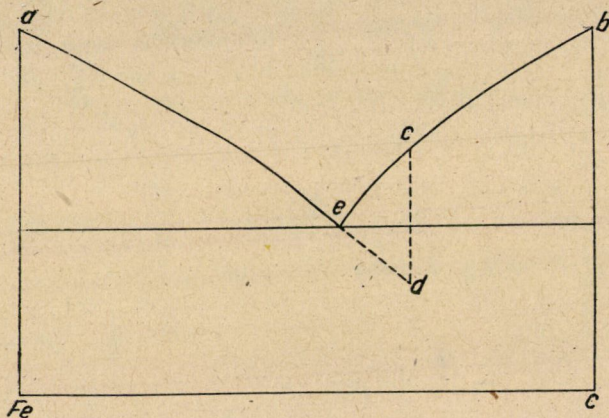
Örömmel hallottam, hogy a feketetöretű temperöntvénynek Mg-os ötvözéssel való gyártására szabadalmat kértek. Kár, hogy ez a leírás eddig nem került a kezembe. Bizonyára érdekes összehasonlításokra nyílt volna alkalom.

Megjegyzem azonban, hogy a magnéziumos segédötövetnek, alkalmas sőtakaró alatt, indukciós kemencében való előállítása (és itt a hangsúly nem a fűtés minőségén, hanem azon van, hogy a tégely olvasztás közben nyitott és a segédötövetet folyékony állapotban lehet kiönteni) sohasem volt probléma. Elég sokfajta segédötövetet csináltam már, valamennyit hasonló módon (BKL. 1951. évi 4. szám).

Érdeklődéssel hallgattam *Varga* kartársam hozzászólását, aki *Ballaynak* a legfrissebb eredményeit ismertette. Ez a Fonderie-ben megjelent beszámoló csak a napokban érkezett és így részletesebb tanulmányozása nem volt lehetséges. A további kísérletekhez azonban bizonyára értékes adatokat fogunk találni benne.

Köves kartárs hozzászólásában figyelmeztetett, hogy a Mg-nak csak a kéntelenítő és karbidstabilizáló hatását említettem és nem foglalkoztam a dezoxidáló tulajdonságával. Ezt azért nem tartottam szükségesnek, mert a kísérletek során figyelt jelenségekkel nincs közelebbi kapcsolatban éppúgy, mint a többi, nem említett tulajdonságai közül pl. a gáztalanító hatás sem.

Azt a megfigyelésemet, hogy a 900 fokon való izzítás után ferritessé vált próbák keményebbek lettek, mint a 800 fokos izzítást követő gyors lehülés után perlités alapanyagúak, Köves kartárs a szilikoferrit nagyobb keménységével próbálta magyarázni. Evvel kapcsolatban talán elég arra utalnom, hogy azonos Si-tartalomnál a Si éppúgy oldódik a perlit alapanyagát alkotó ferritben is, és a beleágyazott cementitlemezek a Si-tartalomtól függetlenül az ismert mértékben növelik az alapanyag — és ezzel együtt az öntöttvas — keménységét. Másszóval a Si-tartalmú öntöttvas szilikoferritjének és szilikoperlitjének a keménysége között éppen olyan a különbség, mint a Si-ot nem tartalmazó vasötvözet ferritje és perlitje között.



1. ábra.

Nem tudok egyetérteni Köves kartársnak azzal a megállapításával sem, hogy a Mg-mal való ötvözés következtében mutatkozó *túlhülés* az öntöttvas eutektikus C-koncentrációját megváltoztatná. A túlhülésnek a tankönyvekből jól ismert folyamatát a Fe—C-ötvözetek egyszerűsített eutektikus diagrammján szemléltetem (1. ábra).

A hipoeutektikus ötvözetben az austenit primér kristályosodását az eutektikus hőmérséklet elérésekor az eközben eutektikussá dúsult olvadék eutektikumká való megmerevedése kellene, hogy kövesse. Az eutektikumnak a túlhülésre hajlamos fázisa a grafit. Ha ennek a kristályosodása késik, az eutektikum kristályosodására sem kerülhet sor, tehát a rendszer további hűlése közben az austenit kristályok kiválása folytatódik, a folyékony fázis összetétele pedig az *e—d* görbének megfelelően karbonban tovább dúsul. Ha mármost feltételezzük, hogy a grafit túlhülése a *d*-pontban valamilyen külső hatás következtében véget ér, akkor a *d*-, illetve *c*-pontnak megfelelő összetételű folyékony fázisból a *c—e* görbe mentén mindennekelőtt grafit válik ki, éppen olyan alakban, mintha priméren kristályosodott volna. Az *e*-pont C-koncentrációját elérő olvadék ezután már akadálytalanul eutektikumká kristályosodik. Az ilyen túlhűtött ötvözet szövetében mind a két alkotórész primérjellegű kristályait az eutektikumba ágyazva találjuk. Ezt a jelenséget, illetve az így képződött

szövetképet minden olyan ötvözetrendszerben megfigyelhetjük, amelyeknek az egyik alkotórésze túlhűlésre hajlamos, mégpedig azokban az ötvözetekben, amelyekben a túlhűlésre nem hajlamos alkotórész priméren kristályosodik. Az bizonyos, hogy az eutektikum ezekben az ötvözetekben kevesebb lesz, mint amennyi egynsúly esetén lehetne, de az eutektikumként megmerevedő folyékony fázis összetétele a túlhűlés következtében nem változik meg.

Az természetesen könnyen lehetséges, hogy a »d«-pontnak megfelelő összetételű folyékony fázis további kristályosodásakor felszabaduló olvadáshő már nem elegendő arra, hogy a rendszer hőmérsékletét a »c«-pontig, sőt akár az eutektikus hőmérsékletig növelje. Ilyenkor azonban csak a lehülési görbe alakja módosul a külső és belső hőhatások eredőjének megfelelően, a szövet képe azonban nem változik meg.

Ebből azonban nem következik, hogy a Mg, mint karbidképző elem, ne lehetne az eutektikus C-koncentrációra olyan hatással, mint pl. a mangán. Amennyiben az eutektikus pont a Mg-tartalommal — legalább megközelítőleg — lineárisan tolódik el, a már ismert képlet kb. így módosulhatna :

$$C_{eut} = 4,23 - 0,31 \cdot Si - 0,33 \cdot P + 0,066 \cdot Mn + n \cdot Mg$$

A magnézium C-egyenértékét jelentő »n« tényező kísérleti meghatározása azonban aligha lesz egyszerű feladat, mert a metastabilis eutektikus koncentráció mikroszkópon kielégítő pontossággal meg nem állapítható.

A Mg-al kezelt öntöttvas cementit-tartalmának néhány másodperc alatt való szétbomlása olyan meglepő jelenség, amellyel még sokat kell foglalkozni, hogy kellőképp értékelni tudjuk. Ha az egyik kísérleti mérésemre gondolok, amely szerint a 22 mm-Ø-jű, nyers homokba öntött pálca lehűlés közben kerekben 6,5 percig volt austenites állapotban, a hőmérséklete tehát legalább 5 percig volt 1000 foknál nagyobb, önkéntelenül felvetődik a kérdés, hogy a néhány másodperc alatt szétbomlani tudó cementit mért nem bomlott el már lehűlés közben? Annyi bizonyos, hogy ez az érdekes jelenség még távolról sem ismert annyira, hogy a gyakorlati hasznosítására gondolhatnánk.

Frank kartárs egyik megjegyzésére azt kell válaszolnom, hogy a Mg-os segédötvözet adagolásának a legkedvezőbb módja üzemtechnikai probléma. Az elmúlt néhány év alatt magam is tekintélyes számú üzemi öntést végeztem. Ezekkel nem az volt a céloom, hogy a legkisebb Mg-kiégést biztosító ötvöző eljárást kutassam, mégis úgy tűnik, hogy a tégelybe helyezett segédötvözetre való rácsapolás sokkal jobb eredményt adott, mint a fürdőnek a — leggondosabban salaktalanított — felületére való dobás és bekeverés. Ha jól emlékszem, Varga kartársam üzemi kísérleteinek a beszámolójában (KL. 1951. évf. 5. szám) is hasonlóképpen nyilatkozott.

Végül, de nem utolsó sorban Kovács Miklós hozzászólásából legyen szabad elsősorban arra a kijelentésére emlékezni, amely szerint a Kohó- és Gépipari Minisztérium az előzetes kísérletek bemutatott eredményeit alkalmasnak találja arra, hogy ezek alapján nagyobb szabású üzemi kísérletre kerüljön sor.

#### FRANK LÁSZLÓ

A temper-öntvények előállításánál a kupoló salakja fekete és nem zöld, az ilyen olvasztásból eredő temperöntvény hőkezelése hosszabb időt vesz igénybe, esetleg a hőkezelést meg kell ismételni. Tudvalevő, hogy ha a temperöntvényt elektro-kemencében olvasztják, az olvasztás alatt nyitva tartják a kemenceajtót, hogy az atmoszféra oxidáló legyen. Így több szilíciumot tudunk bevinni, primér grafit kiválásának veszélye nélkül, mivel így a cementit stabilabb.

Ha nem cél a többlet-szilícium bevitele, akkor vigyáznak, hogy az ajtót bezárják. Ismeretes, hogy a rozsdás kovácsolt vasat illik ledobolni beadagolás előtt és a kismennyiségű alumínium desoxidáló hatása elősegíti a cementit megbontásának sebességét. Mikor *Hajtó* utal arra, hogy 0,10% magnéziumos beoltás láthatólag kéntartalomcsökkentést nem okozott és a cementit mégis gyorsabban megbomlott, arra mutat, hogy a 0,10% beötvözött magnézium mennyiségnek desoxidáló hatása van, minek következtében a cementit gyorsabban megbomlik. A temperöntvényeknél, ahol arról van szó, hogy a gyorsabb temperálás érdekében a cementitet labilissá tegyék, nem tartja elhanyagolható tényezőnek a magnézium desoxidáló hatását.

HAJTÓ NÁNDOR válasza

Köszönettel veszem *Frank* kartárs megjegyzését, amelyben a desoxidálásnak a temperöntvény kialakulása szempontjából fontos hatására emlékeztetett. A kísérleti öntvények oxigéntartalmát nem tudtam meghatározni, ezért ezt a hatást kvantitatíve megfigyelni sem állt módomban. Nem vitatom, hogy a Mg desoxidáló hatásának is lehet jelentősége, anélkül azonban, hogy ez a vizsgált folyamatokra döntő lenne. Elég talán a Si igen erős desoxidáló hatására gondolnunk, vagy az alumíniuméra, amellyel egyszer régebben kísérleteztem annak a megállapítása céljából, hogy a Mg hatásának egy részét — éspedig éppen a desoxidáló hatást — nem lehetne-e alumíniumra hárítani. *Az eredmény negatív volt.*

GILLEMOT LÁSZLÓ elnöki összefoglalója

Az előadás és az utána elhangzott vita két tényt világít meg: egyik, hogy magának a gömbszilikátos öntöttvasnak, vagy ebből folyó másfajta típusú öntöttvasnak — célozva itt az ily módon előállított temperöntvényekre — reneteg nyitott problémája van. *Hajtó* kétszer ismételte, hogy az *adott körülmények között*, vizsgálta a helyzetet. Elvileg meg kell állapítani, hogy egy tudományos dolgozat a problémát nem végleg oldja meg, de mindig további fejlődést jelent az eddigiekhez képest. *Hajtó* dolgozatát ebből a szempontból kell vizsgálni. Kétségtelenül jelentős előrehaladást jelent, adatokat közölt a gyors temperálás megoldásával kapcsolatban. Valószínű, hogy a bemutatott temperálási idő a jövőben tényleg csökkenthető, bár természetesen nem következik ebből, hogy a laboratóriumi kísérletek iparilag teljes mértékben reprodukálhatók lennének. Ez csak arra mutat, hogy további kísérletek után további csökkenést is el lehet érni. Az elért számszerű eredmények ipari alkalmazásra érett adatokat adnak. Maguk az elvi kérdések még igen sok szempontból kívánnak megvitatást és érzése szerint a mai vita is nagyon sok produktív megállapítást és még több további vitaanyagot tartalmazott. Ez a vita a gömbszilikátos öntés és hasonló kérdések körül még évtizedekig fog folyni, ami igen hasznos és tanulságos. Érdekes erkölcsi tanulság az, hogy hazánkban lehetéssé vált alig évszázaddal az első idevágó közlemények megjelenése után olyan érdeklődést felkelteni, amely igen szépszámú kutatót indított a további kutatásban való részvételre, aminek eredményei igen szép, nívós vitákban jutottak kifejezésre. Hogy mennyire nyitottak még a kérdések elvi és egyéb tekintetben, ezzel kapcsolatban egy-két példára utal. *Hajtó* szépen összefoglalta a túlhűlés jelentőségét, amivel mindnyájan egyetértenek. Gondolkodásra készíti, anélkül, hogy végleges állást merne foglalni, a következő: a világirodalomban eddig felvett lehűlési görbéknél nem következett be a túlhűlés után a görbe újra-emelkedése, csak az

eutektikus kristályosodás hőfokának süllyedését észlelték. A külföldi szerzők is nyitott kérdésként vetették ezt fel. Ma már olyan műszerek állnak rendelkezésre, amelyekkel ezeket a kísérleteket továbbra is nagy pontossággal lehet lefolytatni. Visszatér a telítési fok képletére, amelyet Hajtó felírt: hozzáteszi, hogy Hajtó ma megadott fogalmazása nagyon helyes és követendő útnak találja. Valószínű, hogy a képlet ilyen megfogalmazása helyesebb, mint amit ő tegnap elmondott. Nem állt ilyen kísérlet rendelkezésére (Gillemotnak) és talán a numerikus számításnál ez eltolódást nem hoz, mégis a képletnek ezt a megfogalmazását meggondolandónak látja. Mindezeket összefoglalva, a vita anyagából egy-két példát ragadott ki, és visszatér arra a megállapításra, hogy mikor az előadónak a kiváló munkájáért, értékes eredményeiért köszönetét fejezi ki, egyben köszönetet mond a hozzászólóknak abban a meggyőződésben, hogy hasonló produktív viták elősegítik a munkát és az ezzel foglalkozók szorosabb együttműködésben, több tapasztalatcserével, gyakorlati vitával továbbfejlesztik a kérdést.



# NAGYSZILÁRDSÁGÚ ÖNTÖTTVAS

FRANK LÁSZLÓ

## I. Bevezetés

Egy évvel ezelőtt az »Akadémiai Nagyhéten« már foglalkoztunk a nagyszilárdságú öntöttvas kérdésével.

Az azóta eltelt egy év alatt Magyarországon is a Mg-al kezelt nagyszilárdságú öntvények mind kutatási, mind gyártási technológiája tovább fejlődött és ezzel párhuzamosan fejlődésnek indult a FeSi-al modifikált öntvények kutatása és gyártása is.

1950. elején, amikor a nagyszilárdságú öntvények kérdésével elkezdünk foglalkozni, úgy látszott, mintha a Mg-os kezelés teljesen kiszorítaná a FeSi-os modifikálást.

Aki figyelemmel kísérte az elmúlt évben a modifikált öntöttvas kérdésének fejlődését, meg kellett állapítania, hogy a FeSi-os modifikálás is újabb fejlődésen ment át és nemhogy kiszorult volna az öntödei gyakorlatból, hanem ellenkezőleg egyre nagyobb területen alkalmazzák. Ez indított arra, hogy a FeSi-os modifikálással is behatóan foglalkozzunk úgy a kutatás, mint a gyakorlati alkalmazás lehetőségének tisztázása terén. Meg kell mindjárt állapítanunk, hogy ezen a területen a fejlődés kezdeti szakaszában vagyunk. Eleinte az volt a véleményünk, hogy ezen eljárás olyan jól kipróbált és kidolgozott kérdés, hogy nem kell egyebet tennünk, mint átvenni ezen a téren már sok tapasztalattal rendelkező baráti államok tapasztalatait. Azt láttuk azonban, hogy saját kutatási tapasztalatok nélkül még egy ilyen látszólag kiforrott eljárást sem lehet átvenni minden további nélkül. Ezért a Vasipari Kutató Intézet öntödei laboratóriumának üzembehelyezésétől kezdve igen behatóan foglalkoztunk a ferroszilíciumos modifikálás kérdésével is. Evvel párhuzamosan megindítottuk egyrészt a modifikált öntés gyakorlati előfeltételeinek megteremtését és részben megindítottuk az ipari üzemi alkalmazást is.

## II. Ferroszilíciumos modifikált öntés

Mindenek előtt meg kell állapítanunk, hogy Magyarországon — bár nem tudatosan — a FeSi-os modifikálást már elég régen alkalmazzák.

Példaképen az 1. táblázaton bemutatjuk egy szakítási próba jegyzőkönyvét a Magyar Vagon- és Gépgyárból, amely 1930. VI. 16-án kelt és 30,1—35,0 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságot tüntet fel. Feltűnően nagyok a hajlítószilárdság és a behajlás értékei is. Így 61,3 kg/mm<sup>2</sup> hajlítószilárdságnál 19,8 mm behajlást

1. TÁBLÁZAT.

Magyar vasgép- és gépgyár r. l. Győr.

Szakítási próbák eredménye.

Budapesti díjazás 1900 június 16. László Frank  
Budaörsi díjazás 1900 június 16. László Frank

A próbák helye	Kísérő nr.	Rend. sz.	Ostály-sz.	Anyag	Mérlet-hozás		Legkisebb keresztmetszet								Teljes terhelés		Szilárdság mm. átmér.		Szakítási helyén		Hosszszokott csökkenés	Megjegyzések
					a szakítás előtt	után	Teljes F.	Teljes F.	Teljes F.	Teljes F.	Teljes F.	Teljes F.	Szakadási határ	Rugal- massági határ	Szakadás helyén	Szakítás helyén	100 mm-re előtér	100 mm-re előtér				
																			mm.	mm.		
VI/16	9			Szilárdacél	306,6	332,4	24,5									928	61,2	19,7				
	10				322,6	333	22,6									831	59,5	13,6				
	11				314,5	334,1	21,3									869	59,5	14,7				
	12				317,8	334	21,1									916	59,2	16,2				
	14				301,3	332,2	21,1									913	57,5	15,9				
	15				318,3	332,1	20,7									978	51,6	13,7				
VI/16	9			Szilárdacél			95,03									3100	32,4					
	10						95,03									2650	32,1					
	11						95,03									3200	33,7					
	12						95,03									3400	35,7					
	14						95,03									3180	33,3					
	15						95,03									3340	35					

Budapesti díjazás 1900 június 16.

László Frank

Budaörsi díjazás 1900 június 16.



mérték. Ezek olyan kitűnő eredmények, amelyeknél sokkal jobbat FeSi-os modifikálásnál a legújabb kísérletek is csak a szakítószilárdság tekintetében tudnak felmutatni. Amikor ezeket az öntéseket végezték, az volt a cél, hogy nagyszilárdságú, rendkívül tömör, nagy belső nyomásra igénybe vett öntvényt állítsanak elő. Ezt úgy érték el\*, hogy a folyékony vasat erősen túlhevítették, ahhoz nagymennyiségű kovácsolt vasat adagoltak és miután így fehér töretű öntvényt kaptak volna, utólag az üstben FeSi-mal ötvözték. Lényegileg ebben az eljárásban pontosan megtaláljuk a modifikált öntvény előállításának minden alkatelemét. Sajnos, akkor még nem ismerték fel, hogy miről van szó, az eljárást nem fejlesztették és nem is terjesztették el, úgyhogy az lassan feledésbe ment. Húsz évnek kellett eltelnie, amíg az eljárás lényegét felismerték, és ma már minden erővel igyekszünk minél nagyobb teret biztosítani ezen eljárásnak. Ez is világos bizonyítéka annak, hogy a szocialista gazdaság valamely műszaki eredményt mennyivel inkább megbecsül, mint az a múltban történt.

Az eljárás bevezetéséhez igen értékes segítséget kaptunk a Szovjet-uniótól részben gyártási dokumentáció, részben irodalmi adatok alakjában. Ezenkívül nagy jelentősége volt az eljárás hazai bevezetésénél annak a támogatásnak, amit a baráti Lengyelországtól kaptunk. Ezzel a segítséggel fogtunk hozzá a munkához.

Mind a szovjet dokumentáció, mind a lengyelországi tapasztalatok első sorban azt tisztázták, hogy nem lehet sikerrel hozzáfogni a FeSi-os modifikálás bevezetéséhez bizonyos alapfeltételek biztosítása nélkül. Ilyen eljárás eredményes bevezetéséhez mindenekelőtt az kell, hogy azok az öntődék, amelyek erre az eljárásra rátérnek, elérjék technológiai szempontból azt a legmagasabb szintet, ami biztosítja, hogy állandóan megkapják azokat a maximális szilárdsági értékeket, amelyek modifikálás nélkül is elérhetők. Ehhez biztosítani kell az állandó és rendszeres kémiai elemzést, az adagolásnak az elemzés alapján naponta való beállítását, megfelelő betétanyagokat, első sorban nagymennyiségű kovácsolt vashulladék beolvasztásának lehetőségét és — ha lehet — szénben szegény nyersvas alkalmazását. A kupolót esetleg úgy kell átalakítani, hogy a folyékony vas C-felvétele minimális legyen. Szükséges ezenkívül biztosítani a forró olvasztást, az 1400° feletti csapolási hőmérsékletet. A folyékony vas minőségének ellenőrzésére be kell vezetni a csapolási hőmérséklet mérését és az ékpróbák, spirálpróbák és feszültségi próbák, szívódási próbák öntését. Az eredményt ezenkívül állandóan ellenőrizni kell szakító-, hajlítópróbákkal és kémiai elemzéssel.

Mindaddig, amíg a betétanyagok, a forró olvasztás, jó minőségű koks, az elegendő levegő, annak mérése, a megfelelő fuvókakeresztmetszetek stb. nincs biztosítva és az ehhez szükséges ellenőrző és irányító technológiai fegyelem

\*Ezeket az öntéseket annak idején Kőrös Béla dr. kohómérnök végezte.

nincs meg, nem lehet tartós eredményekre számítani a modifikált öntvény bevezetésénél sem.

Öntödéink elindultak azon az úton, hogy ezeket az alapfeltételeket megteremtsek; ha ezeket az alapfeltételeket nem teremtenék meg, könnyen annak a veszélynek tennők ki magunkat, hogy bizonytalan eredményeket kapnánk.

A Vasipari Kutató Intézetnek a bevezetőben említett kísérletei vonatkoztak:

Az adagösszeállítás és az ezekhez szükséges modifikátor mennyiségének megállapítására és a modifikálás hatásának vizsgálatára az idő függvényében.

Miután az ipar kívánalmi felvetettek olyan problémákat, amelyeknek megoldását csak a modifikált öntés segítségével remélhettük, a kísérletekkel párhuzamosan mindjárt ipari öntéseket is kezdeményeztünk. Ilyen probléma volt például a dugattyúgyűrűk kérdése.

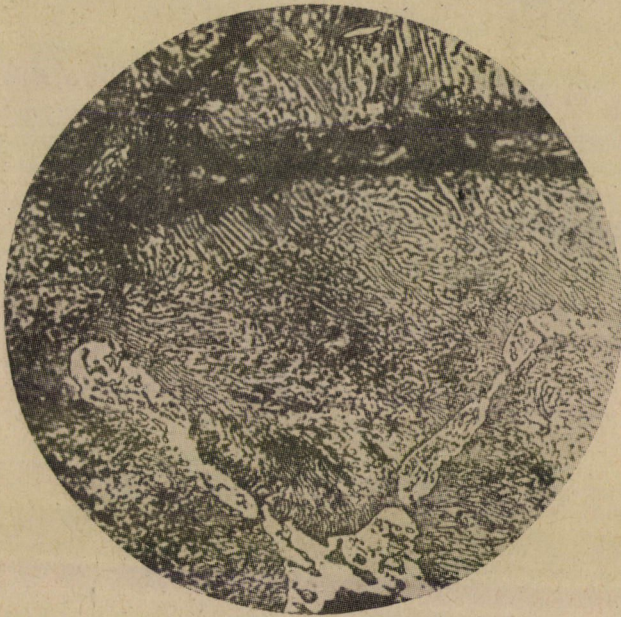
Különösen komoly nehézségek mutatkoztak elsősorban a 170 és 216 mm  $\emptyset$  Ganz-Jendrassik Diesel-motorok dugattyúgyűrűivel kapcsolatban. A hazai gyártású gyűrűk minősége igen nagy szórást mutatott, ezenkívül nem tett eleget az üzemi feltételeknek sem. A tangenciális záróerő kicsi volt, ennek következtében már a bejáratás alatt a kompresszió átütött a karterbe, a gyűrűk a bejáratás alatt rezgésbe jöttek, a bejáratás 2—3-szorosa volt a szabályos bejáratási időnek. Célszerűnek látszott a modifikált öntésű gyűrűket kipróbálni, s ez meglepően eredményesnek is mutatkozott. A modifikálatlan és modifikált gyűrűk mikro-szerkezetét az 1. és 2. kép mutatja. Megállapítható úgy a grafit, mint az alapszövetszerkezet finomodása. A 216 mm  $\emptyset$  és 170 mm  $\emptyset$  gyűrűk kémiai összetételét a 2. táblázat tartalmazza. Ugyanitt látható 10 mérés eredményeképpen az elért tangenciális záróerő, továbbá a minimális és maximális záróerő és az előírt érték.

2. TÁBLÁZAT

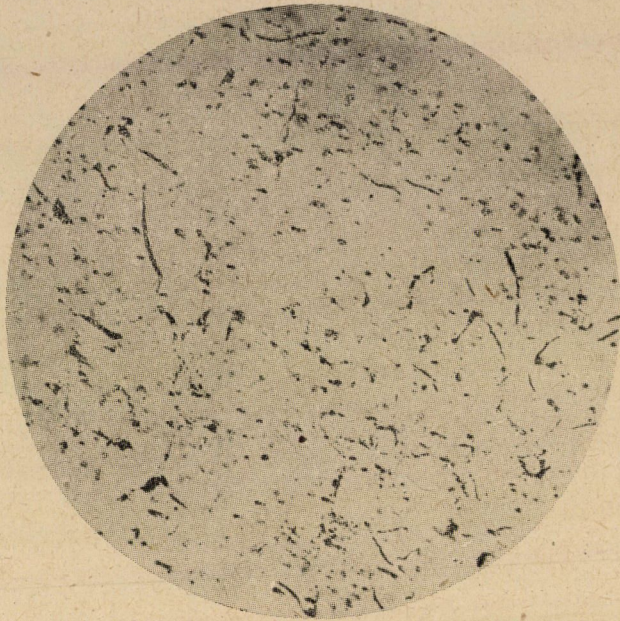
Nagy igénybevételű dugattyúgyűrűk kémiai összetétele és rugalmassági tulajdonságai

Jel	C	Si <sub>1</sub>	Si <sub>2</sub>	Mn	P	S	Tangenciális záróerő			
							min.	max.	átl.	előírt érték
216-os gyűrű	3,0-3,5	1,80-2,10	2,10-2,30	0,8-1,0	0,5-0,7	0,1	6,80	9,15	7,86	4,5-10,7
170-es gyűrű	3,0-3,5	1,90-2,10	2,30-2,50	0,8-1,0	0,5-0,7	0,1	5,0	5,65	5,27	4,17-6,55

A dugattyúgyűrűk gyártásánál fontos tapasztalatra jöttünk rá, aminek előreláthatólag nagy jelentősége lesz általában a modifikált öntöttvas hőkezelésével kapcsolatban. A gyűrűk nyitását u. i. thermofixációs hőkezeléssel kell biztosítani. Ennek az eljárásnak lényege, hogy a gyűrűket a kívánt nyitásra szétfeszítik, a keletkezett gyűrű méreteitől függő 15—30 mm-es nyitásba egy lécet helyeznek. Így 50—60 gyűrűt két lap közé összeszorítanak.

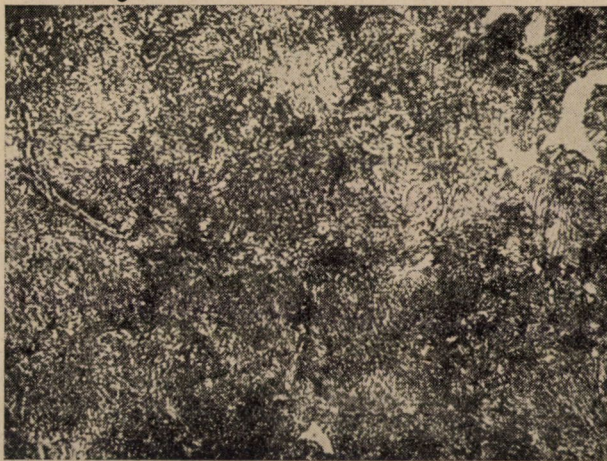


1. kép. Modifikálatlan gyűrű szövete



2. kép. Modifikált gyűrű szövede

A gyűrűket ezután elektromos kemencében vagy sófürdőben  $\frac{1}{2}$ —2 órán át  $630$ — $650$  C°-ra hevítik, utána vízben vagy olajban lehűtik. Az így kezelt gyűrűk megtartják a hőkezelés előtt az említett léccel biztosított nyitást. A tangenciális záróerő azt a terhelést jelenti, ami szükséges ahhoz, hogy a gyűrűt, aminek a nyitása, mint említettük  $15$ — $30$  mm, összezárják. Ha a modi-



3. kép. Helyesen és hibásan hőkezelt modifikált dugattyúgyűrűk szövete

fikált gyűrűkre a szürke öntvényekre alkalmazott hőkezelést alkalmaztuk, akkor a tangenciális záróerő az előírt értéknél lényegesen kisebb volt. A modifikált gyűrű szövetvizsgálata alapján ennek okát abban találjuk, hogy a perlit a hőkezelésnél alkalmazott alacsony hőmérséklet és gyors hűtés dacára meg bomlik. A 3. képen bemutatjuk egy modifikált gyűrű szövetét, amit a normális szürke

öntvénynél szokásos módon hőkezeltünk. A szövetségben a finom grafit mellett ferritet és szemcsés perlitet találtunk. Ez azt jelenti, hogy a modifikált öntvény perlitje sokkal gyorsabban bomlik meg, mint a közönséges szürke öntvény perlitje. Ennek ellensúlyozására a modifikált öntvény hőkezelését  $600^\circ$  alatt és max. 8 perc hőtartási idővel hajtottuk végre. Egyedül ez a módszer biztosította a nyers öntési szövetségben lévő perlit megmaradását és az előírt tangenciális záróerő, azaz rugalmasság betarthatóságát.

A szovjet, lengyel és saját kísérleteink, továbbá hazai ipari öntéseink tapasztalatai alapján kidolgoztuk a modifikált öntés gyártásának ideiglenes technológiai előírását. Erre szükség volt az ipar sürgető szükségleteinek biztosítása érdekében, de azért is, mert az ipari öntések révén kívánjuk az említett tapasztalatok és kísérletek alapján a nagy számok törvényeinek segítségével biztosítani azokat a további tapasztalatokat, amelyek szükségesek az eljárás végleges kifejlesztése érdekében.

Az iparban FeSi-mal modifikált háromféle öntvénytypust kezdeményeztünk, hogy evvel a gyakorlat követelményeinek eleget tehesünk. Ezen háromféle öntvénytypusra az öntődéknek teljesen azonos gyártási előírást adtunk és előírtuk a legmesszebbmenő technológiai ellenőrzést. Evvel kívánjuk elérni, hogy a tapasztalatokat közös nevező alapján értékelhessük. A háromféle FeSi-mal modifikált öntvény kémiai összetételét, adag előírását, s az alkalmazandó modifikátor mennyiségét a 3. táblázat tünteti fel. A háromféle öntvényvel elérhető szilárdsági értékeket egyelőre nem írtuk elő, miután ezt a kísérletekből adódó eredményekből kívánjuk megállapítani.

3. TÁBLÁZAT

*A modifikált öntvény kémiai és adagösszetétele, a szükséges modifikátor mennyisége*

Sz.	C	Kémiai összetétel %					Adagösszeállítás %				
		Si modifikálás		Mn	Ph max	S max	Acél- hulla- dék	Nyers- vas	Saját hull.	Modifikátor mennyisége kg/ton- na folyékony fém (75%-os FeSi)	
		előtt Si <sub>1</sub>	után Si <sub>2</sub>								
M <sub>2</sub>	2,9— 3,1	1,0— 1,1	1,3— 1,5	1,1—1,3	0,2	0,12	50—60	20—25	20—25	5—7	
M <sub>3</sub>	3,0— 3,2	1,1— 1,2	1,4— 1,6	0,9—1,0	0,25	0,12	35—40	25—30	40—30	4—6	
M <sub>4</sub>	3,1— 3,3	1,2— 1,3	1,4— 1,6	0,9—1,0	0,30	0,12	20—30	30—35	50—35	3—5	

A magyar iparban talán először fordul elő, hogy ilyen nagyszabású kísérletet közvetlenül az ipari termelésbe beillesztve és központosan egy kutató-intézetől ellenőrizve és irányítva hajtunk végre.

### III. Segédötvözetek a Mg-os modifikációhoz

Ismeretes — evvel a kérdéssel az 1 év előtti »Akadémiai Nagyhét«-en már részletesen foglalkoztunk — hogy a Mg-ot a folyékony vasba segédötvözet segítségével visszük be. A Mg-os modifikáció eredményes keresztülvitelének egyik alapfeltétele, hogy a segédötvözet határfoka minél nagyobb legyen, tehát minél több Mg-ot minél kisebb veszteséggel vigyünk be a folyékony fürdőbe. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a segédötvözet előállítása olcsó legyen és minél nagyobb mértékben hazai alapanyagokból álljon. Első tájékozódó kísérleteinket a gömbszemcsés grafitú öntöttvas terén 20% Mg-tartalmú rézsegédötvözzel végeztük, azonban rövidesen áttértünk a FeSi-os segédötvözetre. Evvel a segédötvözzel előző akadémiai beszámolómban foglalkoztam, engedtessek meg azonban, hogy — miután a segédötvözet kérdésével a szakirodalom úgyszólván egyáltalában nem foglalkozik — még visszatérjek a kezdetben használt FeSi-os segédötvözetre. Ez a segédötvözet állt: 10% Mg-ból, 10% rézből és 80% 75%-os FeSi-ből.

Amikor ezt a segédötvözetet 1950. februárjában előállítottuk a FeSi-os előötvözet használatára irodalmi adatok még nem álltak rendelkezésünkre. Még kevésbé álltak rendelkezésünkre a segédötvözet előállításának módszerei és ezt a kérdést a szaksajtó még ma sem tárgyalja. Célunk volt, hogy olyan segédötvözetet készítsünk, amely minél kevesebb importfémeket tartalmaz, s így jutottunk arra a gondolatra, hogy a FeSi-al próbálkozzunk. A FeSi-nak közvetlenül Mg-al való ötvözését akkor nem tudtuk még megoldani, miután a két alkotóból álló segédötvözet minden alkalommal begyulladt. Ezért választottunk három alkotós segédötvözetet, amelynek harmadik alkotója réz volt. Így a segédötvözet előállítása biztosítható volt, azonban a kész segédötvözetet a tégelyből a begyulladás veszélye nélkül kiönteni nem tudtuk, ezért azt a tégelybe befagyasztottuk és szilárd állapotban vettük ki a tégelyből. A grafit-tégelyeket a szilárd állapotban való kivétel igen erősen igénybevette, úgyhogy 1—1 grafit-tégely 5—6 olvasztásnál többet nem bírt ki. Ipari öntéseinket és kísérleteinket az így készült segédötvözzel végeztük. A későbbiek folyamán főképp a lengyel tapasztalatok felhasználásával kidolgoztunk olyan segédötvözet gyártási eljárást, ami lehetővé tette a segédötvözetnek még nagyobb Mg-tartalommal is a tégelyből folyékony állapotban való kiöntését. A későbbiek folyamán megkíséreltük a segédötvözetet nem grafit-tégelyben, hanem savanyú belésű indukciós kemencében előállítani. Ez a kísérletünk is sikerre vezetett és előállítottunk indukciós kemencében segédötvözetet 20% Mg-tartalommal anélkül, hogy a Mg begyulladt volna. A segédötvözet előállításánál nemcsak az volt a feladat, hogy a segédötvözet a begyulladás veszélye nélkül előállítható és kiönthető legyen, hanem avval a kérdéssel is foglalkozni kellett, hogy az importált rézet a segédötvözetből lehetőleg kiküszöbölhessük. További feladat volt a segédötvözet Si-tartalmának

csökkentése, nehogy túl kicsi Si-tartalmú folyékony vasat kelljen használnunk avégből, hogy a végső Si-tartalom a Mg-Si segédötvözet bevitele után se emelkedjék lényegesen a 3% fölé.

Evégett megkíséreltük a rézet részben vagy egészben helyettesíteni, a segédötvözet Mg-tartalmát fokozni és kis Si-tartalmú FeSi-ötvözetet használni. Mindezeket a feladatokat sikerrel megoldottuk, kivéve a kisebb Si-tartalmú FeSi felhasználását, ami még további kísérleteket kíván. Bár a réz helyettesítése a segédötvözetben sikerült, s az így készült segédötvözet gömbszemcséképzés szempontjából eredményesnek bizonyult, ezt a kérdést még nem tartjuk befejezettnek.

Meg kell említeni, hogy sikerült előállítani tisztán Mg-ból és FeSi-ből álló segédötvözetet is 20% Mg-tartalommal. Miután azonban általában a gyakorlatban, nem ok nélkül, hármas segédötvözeteket használnak, ennek a két alkotós segédötvözetnek (ha t. i. a benne lévő vasra nem tekintünk) használatához még szintén kísérletekre van szükség.

Végül meg kell még említenünk, hogy az indukciós kemencében készült segédötvözetek sokkal homogénebbek voltak, mint a tégely kemencében készütek, s az elégségi veszteségek is kedvezőbbek voltak.

Fentiekre való tekintettel az intézetünkben folytatott újabb kísérleteket 20% Mg, 20% réz és 60% 75%-os FeSi összetételű segédötvözzel végeztük. Ebben az indukciós kemencében előállított segédötvözetben a Mg/Cu arány ugyanaz, mint a 10% Mg tartalmú segédötvözetben, csak a szilícium kevesebb.

Összefoglalva tehát a segédötvözetek készítése céljából végzett elmúlt évi munkánkat, mondhatjuk, hogy ma már indukciós kemencében külföldi grafittégely felhasználása nélkül az ötvözés szabályain belül tetszőleges segédötvözetet a begyulladás veszélye nélkül tudunk előállítani, sőt elő tudunk állítani MgSi két alkotós előötvözetet is (ha t. i. a vas ballasztot nem vesszük figyelembe).

#### *IV. Ipari kísérletek a Mg-al modifikált gömbszemcsés grafitú öntöttvas előállítására*

Ipari kísérleteink célja volt, hogy megállapítsuk a gömbszemcsés grafitú nagyszilárdságú öntöttvas előállításának nagyipari technikai feltételeit. Sok elvi kérdést is kellett tisztázni, ami első pillanatban talán úgy tűnik, mintha helyesebb lett volna azokat előbb laboratóriumban megvizsgálni. Egyrészt azonban megfelelő laboratóriummal Intézetünk kezdetben nem rendelkezett, másrészt mint a későbbiekből látni fogjuk, az eljárás nagyüzemi alkalmazásánál más értékek és tényezők jelentkeztek, mint laboratóriumi vizsgálatoknál. Bár az ipari kísérletek folyamán tett észleléseink és ebből eredő megállapításaink talán nem tarthatnak igényt tudományos pontosságra, de ezt



egyrészt pótoltuk Intézetünkben végzett későbbi kísérletekkel, másrészt egyes tényezőknél éppen az ipari kísérleteknél elkerülhetetlenül jelentkező pontatlansága igen hasznosnak bizonyult az ipari megvalósítás feltételeinek tisztázása szempontjából.

Ipari kísérleteinket már 1950. februárjában kezdtük. Az első öntéseket az R. M. Művekben réz-magnézium segédötvozzel végeztük. A segédötvozzet Mg-tartalma 20%, Cu-tartalma pedig 80% volt. Evvel lényegében tájékozódó kísérleteket végeztünk, miután akkor még az irodalomban nagyon kevés adat volt kupolából csapolt és üzemszerűen használt vas Mg-al történő eredményes kezeléséről. Az irodalomban megjelent közlemények általában a kérdés elméleti vonatkozásaival foglalkoztak és általában az eredményeket indukciós kemencében előállított különleges tisztaságú folyékony vassal érték el. A mi célunk azonban annak megállapítása volt, hogy lehet-e és milyen feltételek között az eljárást gyakorlati körülmények között alkalmazni.

#### Gömb szemcsés öntöttvas előállítására réz-magnézium segédötvozzel

Első kísérleteinknél a segédötvozzetet közönséges gépöntvényekhez használatos összetételű folyékony vashoz adagoltuk. Az adag összetétele a segédötvozzet bevétele előtt és után a 4. táblázaton látható, 0,6% bevitt Mg mellett.

4. TÁBLÁZAT

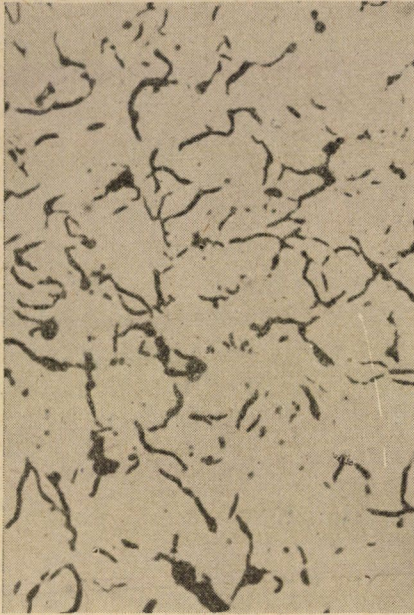
	C	Si	Mn	S	P	Cu	Mg
Alapösszetétel .....	3,20	1,57	0,41	0,11	0,29	—	—
0,6% Mg bevétele után.....	3,42	1,95	0,38	0,046	0,36	0,5	0,013

A Mg kezelés után a grafitelosztást 4/a és 4/b kép tünteti fel. A grafitlemezek rövidülése és csomósodása a normális grafitelosztáshoz képest megállapítható, de gömb szemcséképződés nem.

Gömb szemcséképződést csak akkor tapasztaltunk, ha a bevitt Mg-tartalom mennyiségét 0,8% fölé emeltük.

Miután nem volt kétséges, hogy a gömb szemcsés grafitképződés egyik alapfeltétele a kis S-tartalom, megvizsgáltuk, hogy egy kémiailag tisztább betétnél, amikor a kupolába csak tisztán hematit nyersvasat adagoltunk, lehet-e elérni kevesebb Mg mennyiséggel az irodalomban ismertett nagyszilárdságú gömb szemcsés grafitú öntöttvasat. Ezért a következő kísérleteinknél tisztán hematit nyersvasat adagoltunk, amit újból csak 0,6% Mg-al kezeltünk. Az adagösszetételt a kezelés előtt és után az 5. táblázat tartalmazza.

A mikroszerkezetet Mg-kezelés után az 5/a és 5/b kép tünteti fel. Az alapanyag szilárdsága 12 kg/mm<sup>2</sup> volt, Mg-kezelés után 55,4 kg/mm<sup>2</sup>-re emelkedett. Ez volt az első eset Magyarországon, midőn nem laboratóriumi



4/a kép



4/b kép

Közönséges szürke gépöntvény nem kielégítő mennyiségű magnéziummal modifikálva

## 5. TÁBLÁZAT

	C	Si	Mn	S	P	Cu	Mg
Alapösszetétel .....	3,92	2,95	0,61	0,08	0,20	—	—
0,6%-os Mg bevitele után .....	3,86	2,84	0,48	0,024	0,18	0,55	0,04

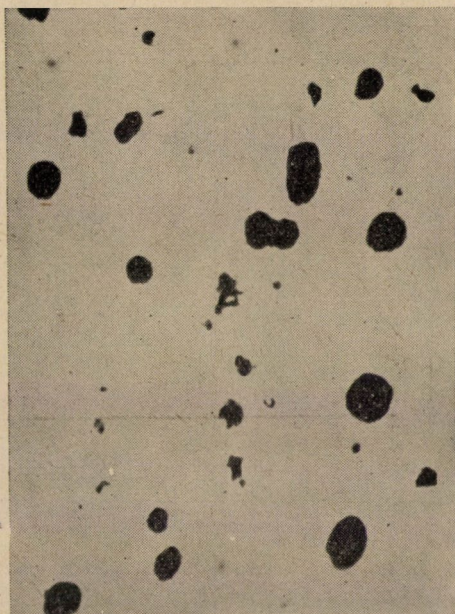
körülmények között, hanem öntődében kupolóból ilyen nagyszilárdságú öntöttvasat sikerült előállítani. A próbapálcákkal egyidejűleg öntvényeket is készítettünk, amelyek ugyancsak tisztán gömbszemcsés szövetet mutattak. Ezeket a kísérleteket többször ismételtük.

Ezen előkísérletekből a következő tanulságokat vontuk le. Réz-magnézium segédötvözet használatánál közönséges gépöntvény betétje kupolóban olvasztva gömbszemcsés szerkezetet és ennek megfelelő nagy szilárdságot csak akkor mutat, ha a beadagolt Mg-tartalom 1% körül van. Amennyiben a betét S-ben szegény és tiszta nyersvasból áll, úgy már 0,6% Mg is elegendő a gömbszemcsés grafitú szerkezet biztosításához. A Mg-kezelés után az öntvény S-tartalmának 0,02% körüli értéken kell lennie, Mg-tartalmának pedig 0,04% felett.

Miután nagyipari mértékben réz-magnézium segédötvözetre nem számíthatunk, kidolgoztuk az előző fejezetben említett FeSi-es ötvözetet és további kísérleteinket már ezzel a segédötvözzel folytattuk.



5/a kép



5/b kép

Tiszta nyersvasbetét magnéziummal modifikálva

### Gömbszemcsés grafitú öntöttvas előállítása 10% Mg-tartalmú Mg-Si-segédötvözzel

A segédötvözet összetétele a következő volt : 10% Mg, 10% réz, 80% 45%-os FeSi.

Miután a Mg-Si segédötvözet ipari mértékű használatára kupulóból öntve irodalmi kísérleti adatok nem álltak rendelkezésre, szükségesnek láttuk vizsgálni, hogy milyen összetételi határok között és milyen Mg-tartalomnál jelentkezik kupulóban olvasztott öntöttvasban a gömbszemcsés grafiteloszlás. Ennek megállapítására többféle adagösszetételt használtunk, amiből kettőt emelünk ki. A FL-sorozat jellemzője az volt, hogy az adagnak kis Si-tartalma és aránylag nagy S-tartalma volt, a FK-sorozat jellemzője pedig nagy Si- és kis S-tartalom volt. Ezt a két jellemző adagot azért választottuk, mert ez felel meg az öntödéinkben használatos folyékony vas összetételének és tapasztalat szerint a kupulóinkból lecsapolt kis Si-tartalmú, tehát nagy kovácsolt vas hányadú folyékony vasnak általában nagy S-tartalma és a nagy Si-tartalmú, tehát sok nyersvasat és kevés kovácsolt vasat tartalmazó adagainknak pedig kis S-tartalma van. Célunk annak megállapítása volt, hogy öntödéinkben általában használatos folyékony vasnáin milyen Mg-tartalomnál jelenik meg a gömbszemcsés grafit. A Mg-tartalmat 0,1%-ról fokozatosan 1,5%-ig növeltük.

A két sorozat kémiai összetételét a 6. táblázat tartalmazza.

## 6. TÁBLÁZAT

*FL-sorozat*

	C %	Si %	Mn %	P %	S %
0	3,84	0,930	0,40	0,104	0,126
1	3,64	1,15	0,50	0,103	0,136
2	3,80	1,29	0,40	0,090	0,105
3	3,97	1,51	0,40	0,115	0,082
4	3,88	2,62	0,50	0,100	0,064
5	3,70	1,90	0,40	0,104	0,051
6	3,58	2,51	0,40	0,100	0,032
7	3,57	2,99	0,40	0,184	0,040
8	3,38	3,22	0,40	0,200	0,036
9	3,39	3,94	0,38	0,220	0,020
10	3,57	3,70	0,40	0,223	0,019

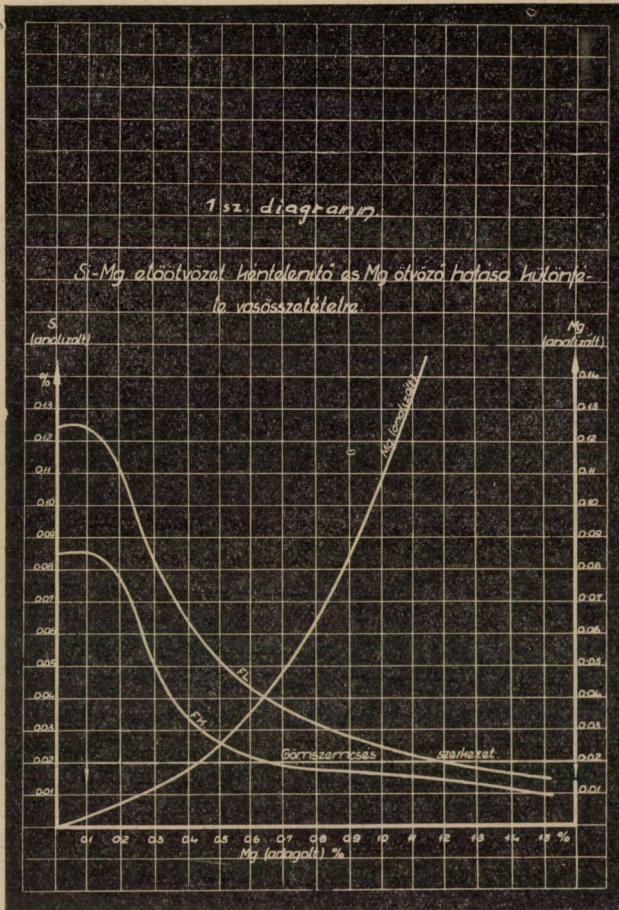
*FK-sorozat*

	C %	Si %	Mn %	P %	S %
0	3,62	2,70	0,60	0,346	0,084
1	3,60	2,96	0,58	0,338	0,083
2	3,62	3,05	0,58	0,337	0,086
3	3,60	3,75	0,58	0,333	0,050
4	3,57	4,00	0,58	0,330	0,034
5	3,46	3,70	0,58	0,320	0,024
6	3,05	4,20	0,48	0,270	0,019
7	3,22	4,20	0,47	0,280	0,018
8	3,22	4,68	0,50	0,280	0,016
9	3,14	4,72	0,58	0,302	0,015
10	3,19	4,20	0,58	0,313	0,008

Az 1. diagramm az analizált S-tartalom és Mg-tartalom burkológörbéjét tünteti fel, a diagrammon be van jelölve a gömbszemcsés grafit képződésének határvonalá is. A grafit átalakulása a 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. számú képeken látható.

Rendkívül érdekes és jellemző, hogy tiszta gömbszemcsés grafit 0,7—0,9% adagolt Mg-tartalomnál jelentkezett, ezt meghaladó Mg-tartalomnál a grafit fészkekben csomósodott. A gömbszemcsés grafit megjelenésével egyidejűleg a perit finomsága eléri azt a mértéket, ami már inkább szorbitnak tekinthető. Az egész sorozaton végigvonul, mint kísérő elem a ferrit, ami a sorozat nagy Si-tartalmával magyarázható. Érdekes még, hogy jól kifejtett gömbszemcsés grafit rendszerint ferrit mezőben jelentkezett, egyidejűleg apró pontszerű grafit is látható úgy a gömbszemcse mellett a ferritben, de főképp perlitben.

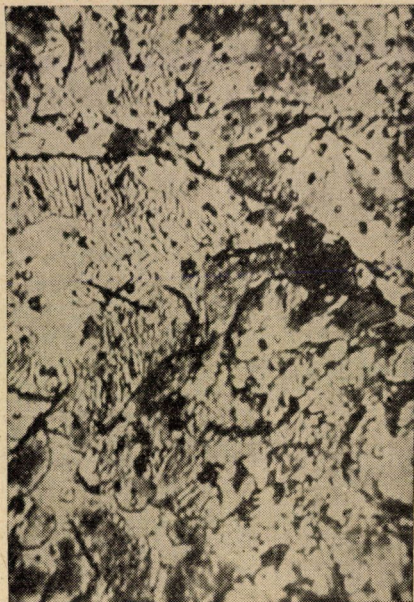
Ezek után szükségesnek tartottuk megvizsgálni azt, hogy a folyékony vas S-tartalmának esetleges csökkentésével lehet-e elérni gömbszemcsés grafit szerkezetet kisebb adagolt Mg-tartalommal. Ennél a kísérletnél a kupolóba 50% szürke hematit nyersvasat és 50% fehér Martin nyersvasat adagoltunk, 0,5—1,2%



1. diagramm



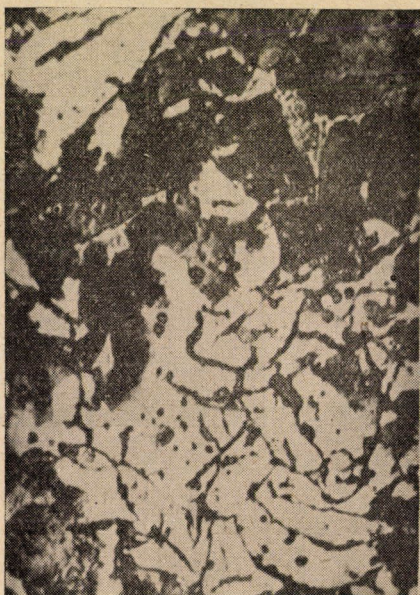
6. kép



7. kép

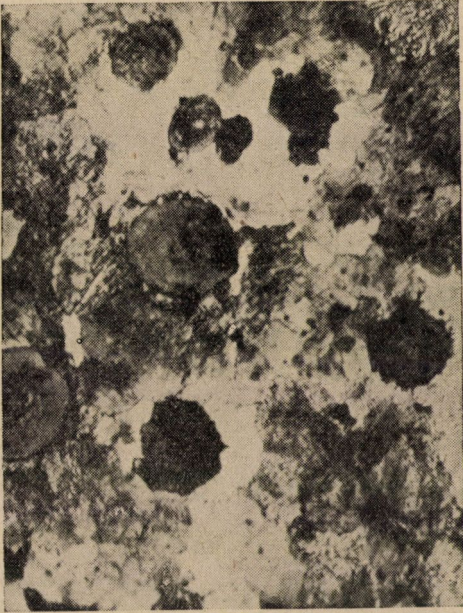


8. kép

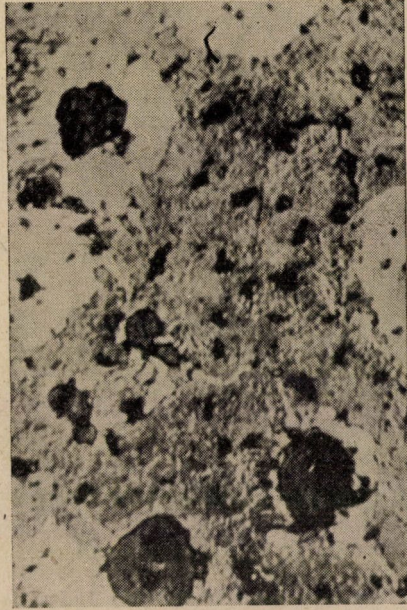


9. kép

6., 7., 8., 9. kép :  
 A grafít átalakulása növekvő mennyiségű magnézium bevitele folytán



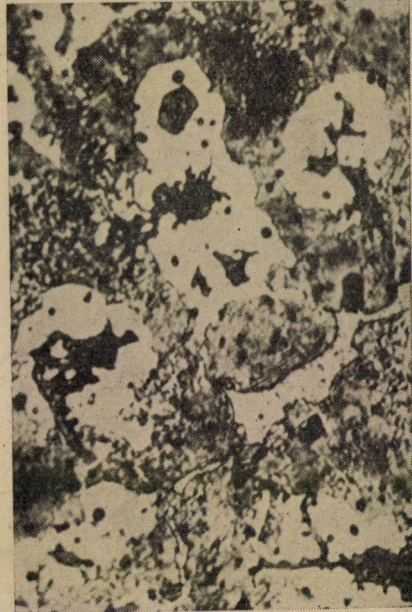
10. kép



11. kép



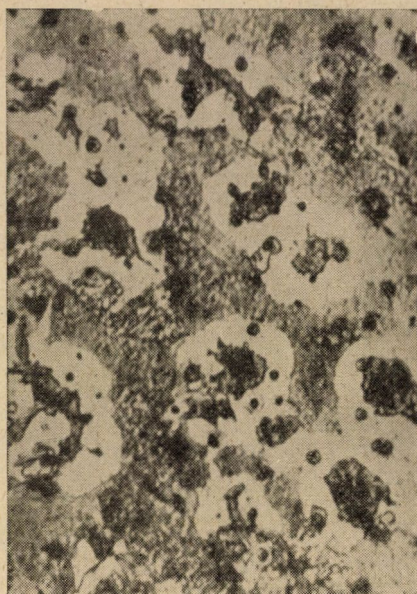
12. kép



13. kép

10., 11., 12., 13. kép :

A grafit átalakulása növekvő mennyiségű magnézium bevitelével



[14. kép. A grafit átalakulása növekvő mennyiségű magnézium bevitele folytán

Mg-ot vittünk be, hogy a mező két szélső határértékét megállapíthassuk. A 7. táblázatban közöljük a kiinduló anyag és a két magnéziummal kezelt öntés elemzését.

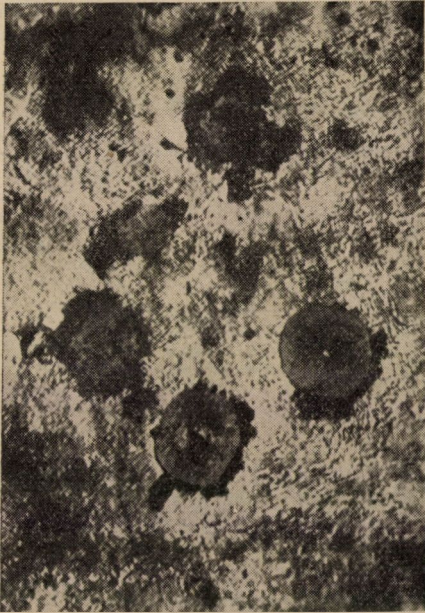
7. TÁBLÁZAT

Adagolt Mg %	C	Si	Mn	P	S
—	3,07	1,15	0,76	0,122	0,064
0,5	3,75	2,63	0,72	0,105	0,17
1,2	3,51	4,11	0,72	0,089	0,010

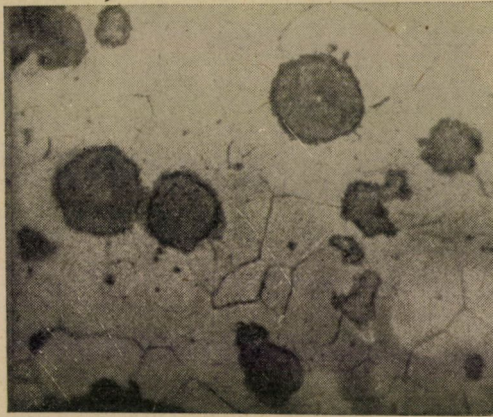
A 15. képen bemutatjuk a 0,5, a 16. képen 1,2% Mg-al kezelt öntöttvas mikrofelveleiteit. Amint látszik, az első esetben tökéletes göbbszemcsés grafitos szerkezetet, a másodikban — midőn túlsok Mg-ot adagoltunk — fészkes grafit-szerkezetet kaptunk.

Ezekután felmerül a kérdés, hogy a bemutatott fészkes grafit-szerkezet a nagy Mg- vagy a nagy Si-tartalom következménye-e. Ennek tisztázására kísérletet végeztünk, amelynél a Si-tartalom még az előbbi 4,11%-os értéket is meghaladta, azonban 1,2% Mg helyett csak 0,8% Mg-ot adagoltunk. A 17. képen látható, hogy nem fészkes, hanem göbbszemcsés grafit-szerkezetet kaptunk tiszta, ferrit mezőben. Megjegyezzük, hogy amíg a fészkes grafitnál 30 kg/mm<sup>2</sup> alatti szakítószilárdságot kaptunk, addig a nagy Si-tartalom dacára





15—16. kép. Különböző mennyiségű adagolt magnézium hatása kis kéntartalmú betétre gömbszemcsés grafitnál  $56,1 \text{ kg/mm}^2$ -ot kaptunk. Ezek után tovább vizsgáltuk, hogy milyen feltétele van a gömbszemcsés grafit keletkezésének. Azt már az eddigi kísérletekből láttuk, hogy annyi Mg-ot kell adagolnunk, hogy a folyékony



17. kép. Kisebb mennyiségű adagolt magnézium hatása nagyobb szilíciumtartalmú betétre

vas S-tartalma  $0,02\%$ -ra csökkenjen. További feltételként mutatkozott, hogy a kéntelenítéshez szükséges Mg-on kívül a folyékony vasban még  $0,04\%$ -nál több Mg maradjon vissza. Vizsgálataink ezek után arra terjedtek ki, hogy

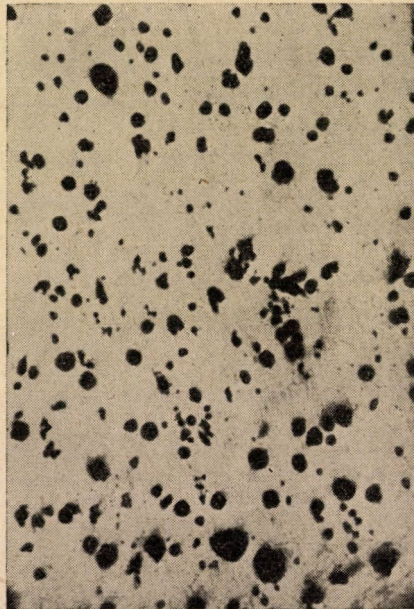
megállapítsuk, vajjon a 0,04% feletti Mg-tartalom valóban minden esetben szükséges-e a gömbszemcsés grafit képződéséhez. Feltevésünk u. i. az volt, hogy adott lehülési sebesség, másszóval adott falvastagság meghatározott mennyiségű visszamaradó Mg-tartalmat tesz szükségessé a gömbszemcsés grafit képződéséhez és ennek a Mg-mennyiségnek nem okvetlenül kell 0,04% felett lennie.

Ennek meghatározására kísérleti öntéseket végeztünk egyenként külön öntött 8 mm vastag dugattyúgyűrűkkel. Mg-ot segédötívzet alakjában csak 0,3%-ot adagoltunk. Ezen öntöttvas kémiai összetételét Mg-kezelés után a 8. táblázat mutatja.

8. TÁBLÁZAT

Adagolt Mg %	Elemizett Mg %	C	Si	Mn	P	S
0,3	0,028	3,70	2,76	0,76	0,26	0,024

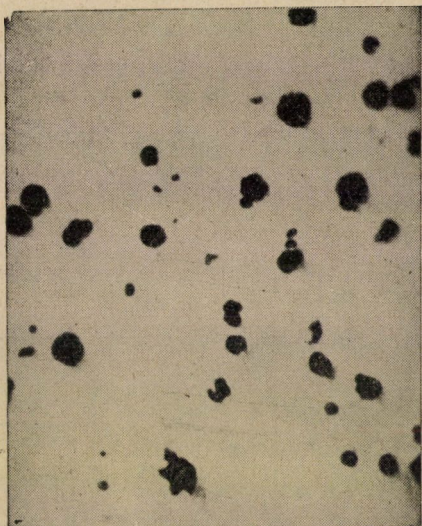
Noha a visszamaradó Mg jóval a 0,04 érték alatt volt, tiszta gömbszemcsés grafitú szerkezetet kaptunk, mint azt a 18. kép mutatja. Egy másik kísérletnél egy



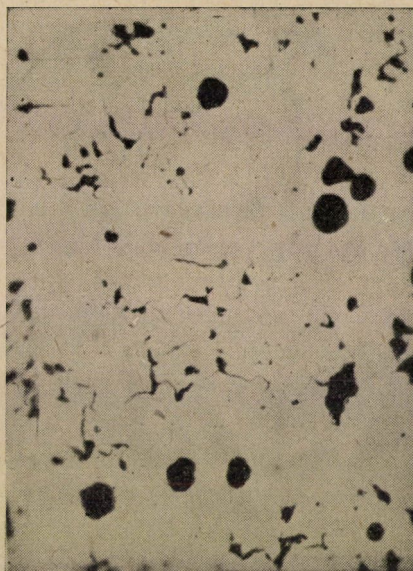
18. kép. 8 mm vastag dugattyúgyűrű kevés magnéziummal is tiszta gömbszemcsés grafitot eredményez

beömlő csatornára kétféle falvastagságú öntvényt helyeztünk. Az egyik öntvény falvastagsága 10, a másik öntvényé 25 mm volt. A beadagolt Mg 0,8% volt. A 19. és a 19/a képen bemutatjuk a kétféle falvastagságú öntvény grafit-

szerkezetét. Amíg a 10 mm falvastagságnál a visszamaradó Mg-tartalom elegendő volt a tiszta gömbszemcsés grafit képződéséhez, a 25 mm falvastagságnál már nem volt elegendő és ezért a gömbszemcsés grafit mellett lemezes grafit is található. Az S-tartalom természetesen mindkét falvastagságnál, miután egy beömlőről öntöttünk, azonos volt, mégpedig 0,02%, tehát a kénnel a felső határon voltunk. Miután ez a jelenség gyakran mutatkozik és vastagabb keresztmetszetnél általában gömbszemcsés grafit mellett bizonyos mennyiségű lemezes grafit is megjelenik, szükségesnek láttuk megvizsgálni ezen visszamaradó



19. kép.



19/a kép.

10 és 25 mm vastag öntvény, mindkettő ugyanannyi magnéziummal kezelve

lemezes grafit eltávolításának lehetőségét. Fent megadott összetételű két öntvénybe azonos mennyiségű Mg-ot adagoltunk, mégpedig 0,8%-ot, azonban a folyékony vas S-tartalmát az előbbihez képest csökkentettük. Ez úgy történt, hogy azonos mennyiségű Mg-nál az előbbi 0,02% S-tartalomhoz képest a kiinduló folyékony vas kisebb S-tartalma következtében a Mg-kezelés után a S-tartalom 0,01% körül legyen. Ilyenkor 25 mm-nél vastagabb keresztmetszeteknél teljes mértékben eltűnt a lemezes grafit, de perlitén kívül cementitet is találtunk az öntvény szövetében. A cementit 2 órás hőkezeléssel teljesen elbomlott.

Fentiek azt bizonyítják, hogy vastagabb keresztmetszeteknél ugyanolyan Mg-tartalom mellett változik a gömbszemcsés grafit mennyisége a lemezes grafitéhez képest a folyékony vasban visszamaradó kén függvényében. A visszamaradó S mennyiséget befolyásolni lehet mind a kiinduló S-tartalom csökkentésével, mind a beadagolt Mg-tartalom fokozásával. Tiszta gömbszemcsés

grafitú szerkezetet elő lehet állítani tehát megfelelően beállított, lehetőleg kis S-tartalommal vagy nagyobb S-tartalomnál nagyobb Mg-tartalommal. Ilyenkor azonban számítani kell bizonyos mennyiségű visszamaradó cementtől, amit esetleg hőkezeléssel kell megbontani.

Fenti kérdések tisztázása után gondos kísérleteket folytattunk annak megállapítására, hogy mi a Mg-kezelés legkedvezőbb módja, amelynél a legkevesebb Mg ég ki és a legtöbb Mg marad vissza a folyékony vasban. A kísérleti öntések azt mutatták, hogy 10% Mg-tartalmú segédötvözetnél a beadagolt Mg 10—15%-át kapjuk vissza a folyékony vasban, a kén lekötésére kell a beadagolt Mg-tartalom további 5—10%-a, így a 10% Mg-tartalmú segédötvözet hasznosítási hatásfoka kb. 20%, 80%-a a segédötvözetben levő Mg-nak kiég. Igen fontos tehát olyan ötvözesi eljárás kidolgozása, amely a legkisebb kiegészi veszteséggel jár. Evégből a következő kísérleteket végeztük:

1. A segédötvözetet az üstbe helyezve, a folyékony vasat a kupolából közvetlenül rácsapolva. Használhatatlan eljárás, rendkívül nagy a Mg-kiégés és ez igen nagy mértékben függ a csapolási hőmérséklettől, úgyhogy az eredmények igen nagy szóródást mutatnak.

2. Folyékony vasat üstbe lecsapolva, segédötvözetet utána egyszerre az üstbe beadagolva. Kisebb Mg-veszteséget okoz, mint az első eljárás. Ennek az eljárásnak értékelésével a 20% Mg-tartalmú segédötvözet vizsgálatánál még foglalkozni fogunk.

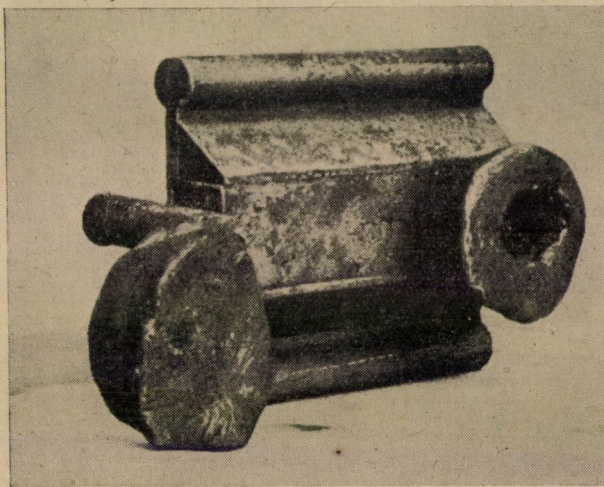
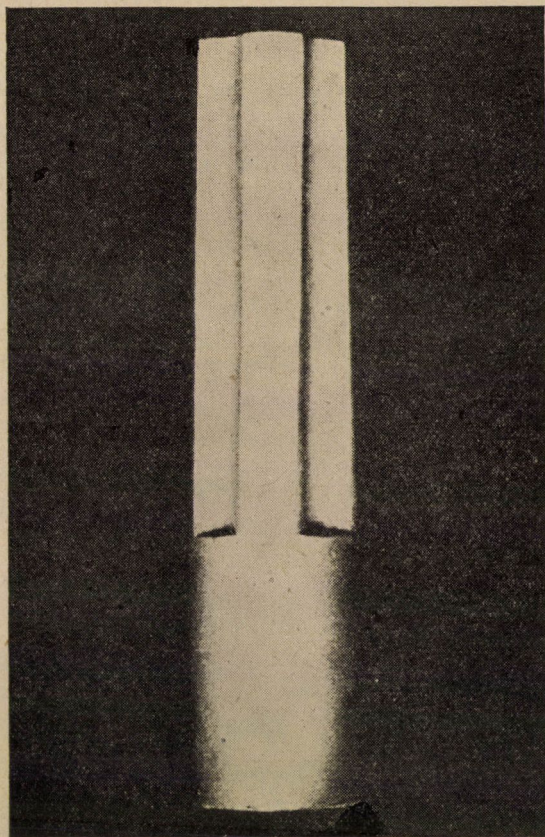
3. A segédötvözetet a lecsapolás alatt a kifolyó csatornába adagolva. Ez is közepes kiegészi veszteséget okoz, erősen igénybe veszi azonban a kezelő-személyzetet.

4. Segédötvözetet az üstbe lecsapolt vasra fokozódó részletekben adagolva (10%, 20%, 30%, 40%, összesen 100% segédötvözet) a legjobb eredményt adja, Mg-kiégés szempontjából, azonban kissé hosszú ideig tart s a folyékony vas lehül.

5. A segédötvözet 50%-át üstbe helyezve és a folyékony vasat rácsapolva, másik 50%-át közvetlenül az öntés előtt adagolva. Gyakorlatunkban legjobban bevált eljárás, mérsékelt Mg-kiégési veszteséget okoz és lehetővé teszi a meleg vassal történő öntést.

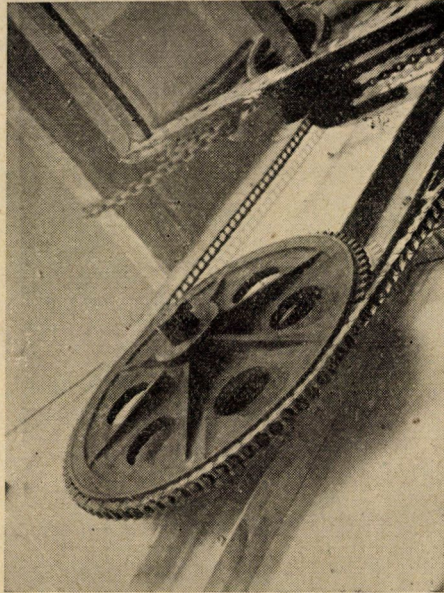
Azt is tapasztaltuk, hogy a szükséges segédötvözet fajlagos mennyisége függ a kezelendő folyékony vas mennyiségétől. Minél nagyobb mennyiségű folyékony vasat kezelünk u. i. egyszerre, viszonylag annál kisebb mennyiségű segédötvö-zetre van szükség.

Az üzemi gyakorlat számára ebből azt az irányadó következtetést vontuk le, hogyha a gazdaságosság szempontjára figyelemmel vagyunk, ha tehát nem kísérleti, hanem ipari öntésről van szó, 600 kg folyékony vasnál kevesebbet ne használjunk, a legkedvezőbb eredményt 3000 kg folyékony vas kezelésénél értük el.



20. és 20/a kép. Gömbszemcsés grafitú öntéshez használt próbapálcák

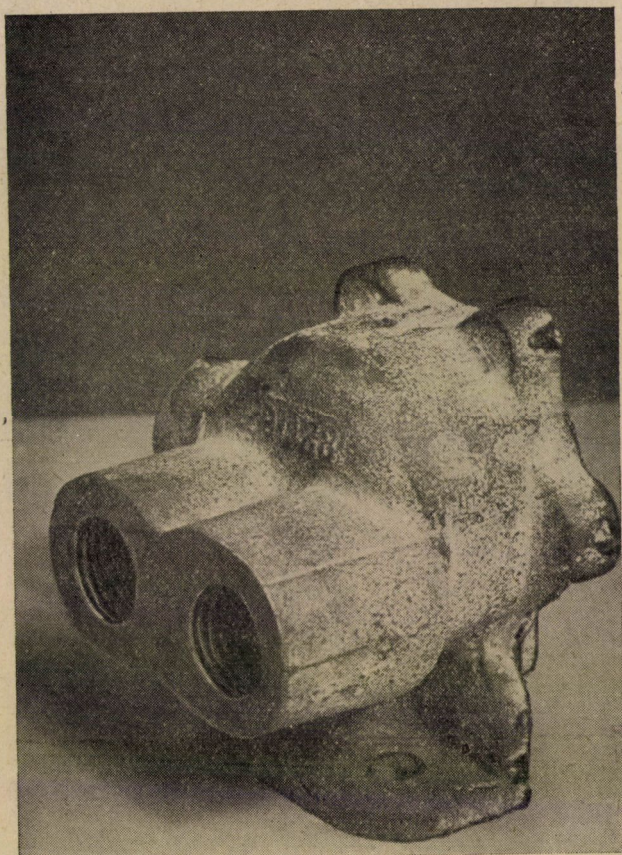
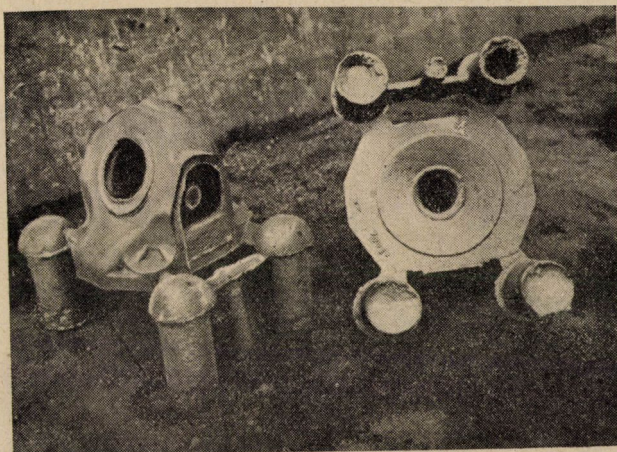
Az öntések értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a normális 30 mm  $\varnothing$ -jú és 600 mm hosszú öntöttvas próbapálcából kimunkált szakító próbapálcák belül odvasak voltak. Ezért előbb a 20., később a 20/a képen bemu-



21. és 22. kép. Gömb szemcsés grafitú öntés a gyakorlatban

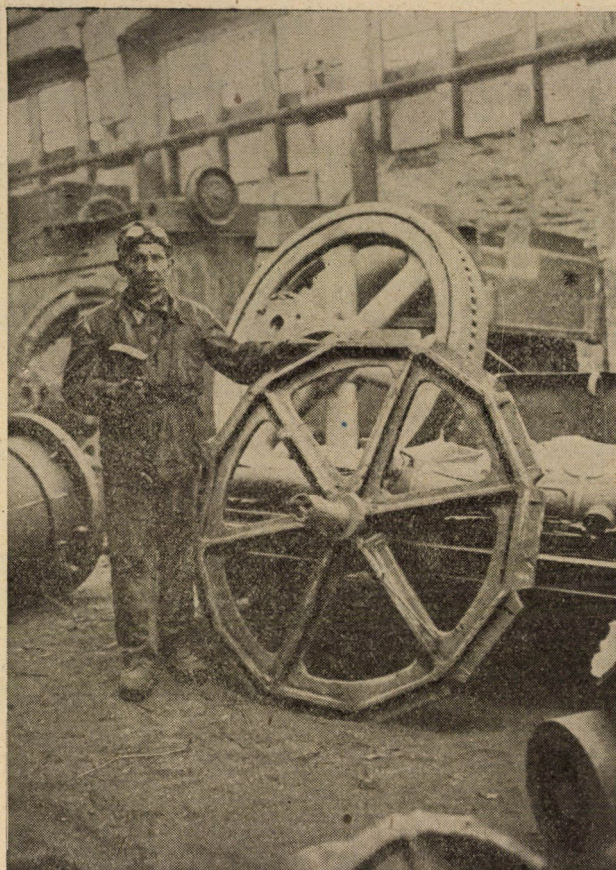
tatott próbapálcákat használtuk. Mindkettő kifogástalan tömör próbapálcát eredményezett.

Az előzetes kísérletek alapján, azonos körülmények között 34 ipari kísérleti öntést végeztünk, amikor is a legkülönbébb öntéseket, sokszor elég nagy sor-



23., 24. kép. Gömbszemcsés grafitú öntés a gyakorlatban

zatban állítottuk elő. Ezeket az öntéseket a 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. képen mutatjuk be.



25. kép. Gömbszemcsés grafitú öntés a gyakorlatban

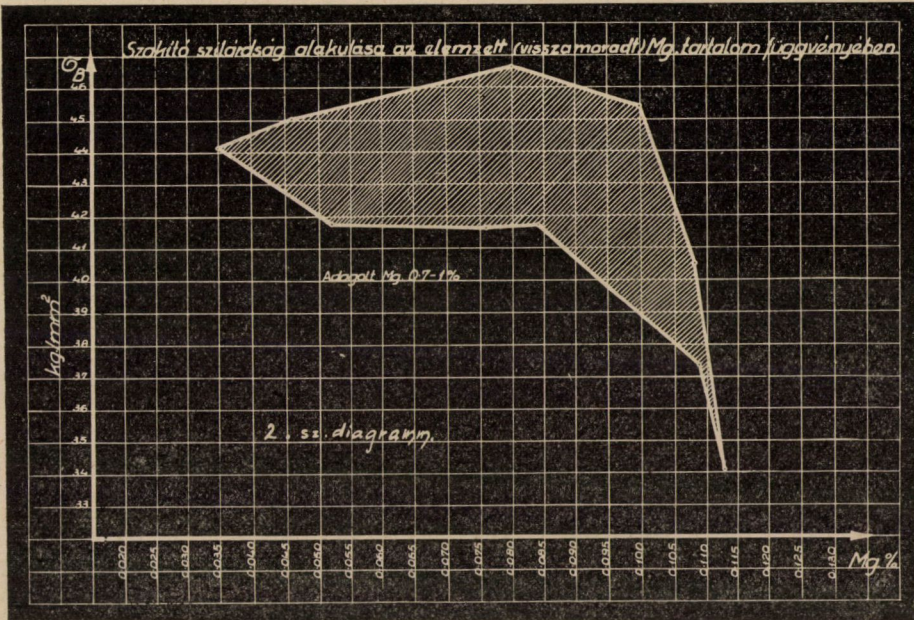
A folyékony vas kezdeti összetételét a 9. táblázaton közöljük.

9. TÁBLÁZAT

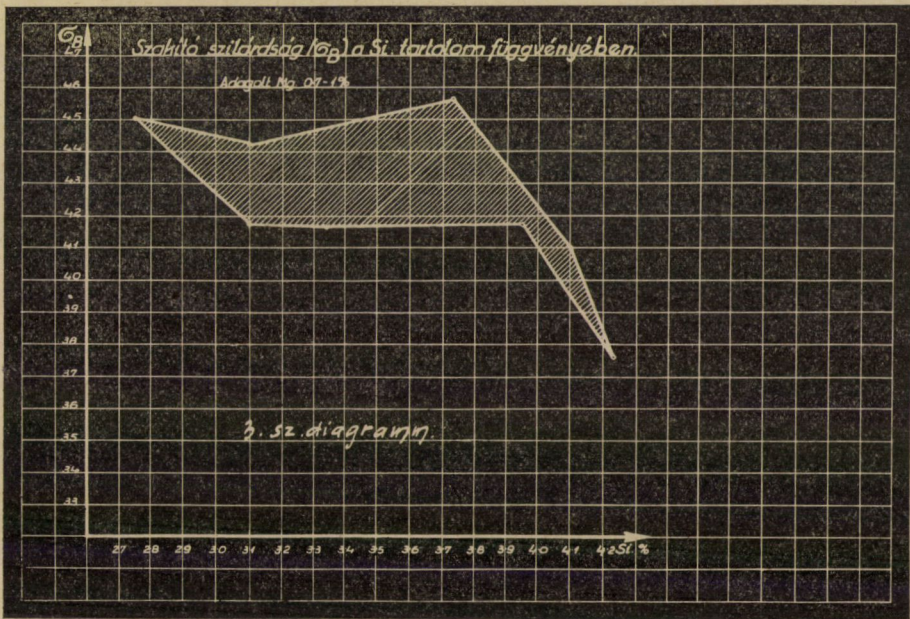
C	Si	Mn	P	S
3,2–3,5	1,0–1,3	0,4–0,6	0,1–0,3	0,10–0,14

A beadagolt Mg 0,5–1% között volt. Az elért szakítószilárdsági értékeket a Mg és Si függvényében 34 öntés adataiból a 2. és 3. diagramm mutatja.



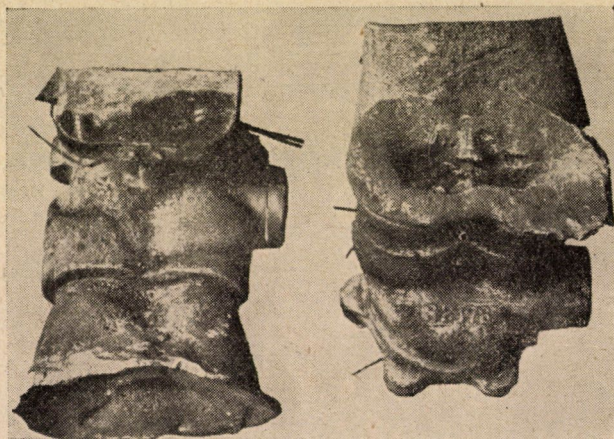
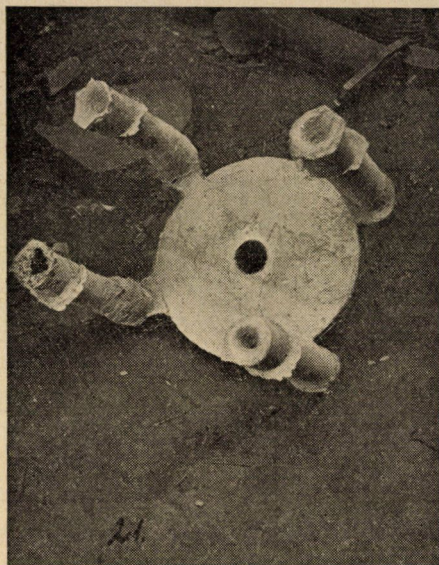


2. diagramm



3. diagramm

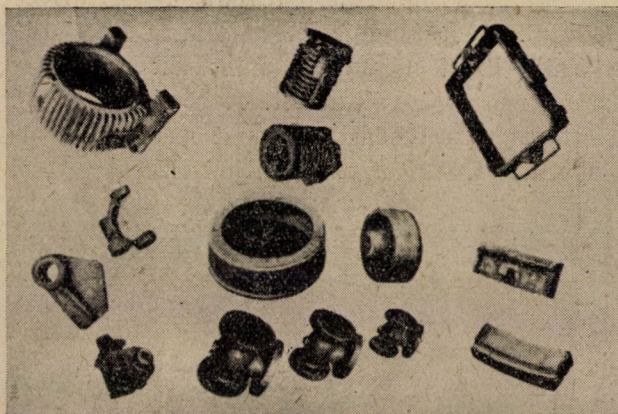
A diagrammból látható, hogy amikor a Si-tartalom 2,8%-nál kevesebb volt, általában nem lehetett nagy szilárdságot elérni. Ennek oka, hogy a szövetben rendszerint cementit is volt jelen, ami csökkenti a szilárdságot. A cementitet rövid hő-



26., 27. kép. Gömbszemcsés grafitú öntés a gyakorlatban

kezeléssel meg lehet bontani s az így nyert szilárdsági érték beleesik a diagramm területébe. A diagramm azonban nyers, hőkezeletlen próbapálcák szakítószilárdsági értékeit mutatja. Nagy Mg- és Si-tartalomnál a szilárdsági értékek burkoló görbéjének hirtelen esése tűnik fel. Ez, mint korábban rámutattunk, az egyidejű-

leg beadagolt nagy Mg-tartalommal együtt járó fészkes grafitkiválás következménye. A burkológörbe a szakítószilárdsági értékeket  $40\text{--}45\text{ kg/mm}^2$  között



28. kép. Gömbszemcsés grafitú öntés a gyakorlatban



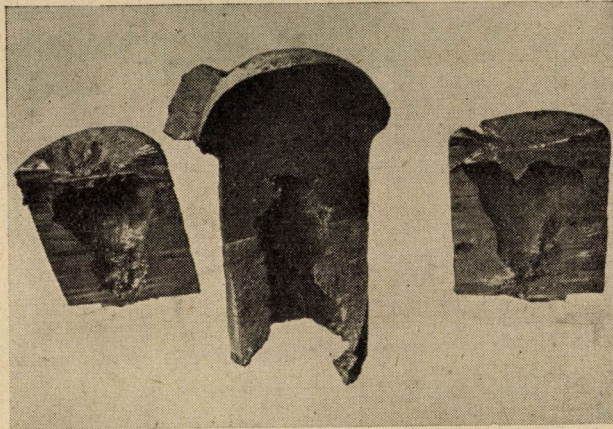
28/a és 28/b kép. 20%-os magnézium segédötvtözet reakciója

mutatja, ami azt jelenti, hogy a szilárdsági értékeket aránylag elég kis túréssal e két értékhatár között lehet tartani.

A 34 ipari öntési kísérletből le lehet vonni azt a következtetést, hogy a gyártási körülmények előírásának pontos betartásával a Mg-os modifikáció

40 kg/mm<sup>2</sup> feletti szakítószilárdságát aránylag kis ingadozással üzemi körülmények között is be lehet tartani.

Rá kell mutatnunk azonban az öntéseknél tapasztalt két fontos körülményre. Az egyik, hogy a gömbszemcsés grafitú öntésben komoly öntési feszültség keletkezik. Ezért ugyanúgy, mint az acélöntvényeknél, el kell kerülni a keresztmetszet erős változásait. A gömbszemcsés grafitú öntvény ezenkívül erősen hajlamos szivódásra is, amit megfelelően alkalmazott holtfejekkel küszöbölhetünk ki. A 29. képen láthatjuk a keletkezett szivódás mértékét



29. kép. A gyakorlatban jelentkező szivódás mértéke gömbszemcsés grafitú öntésnél

A 20 mm-nél vékonyabb falvastagságú, 0,8% Mg-nál több Mg-ot tartalmazó öntvényeknél célszerű a keletkező cementit megbontása és a belső feszültség kiküszöbölése végett hőkezelést alkalmazni. Ez elősegíti az öntvény megmunkálhatóságát is. Az alkalmazott hőkezelés módja: 920 C°-on 1/2 óras hőntartás, utána gyors lehűtés a perlitpont közelébe és ott hőfokon tartás 4 óra hosszat, végül lehűtés a kemencében.

Fentiek alapján nagyüzemi ipari öntések számára gömbszemcsés grafitú öntöttvas előállításánál a gyártási technika előírásaihoz a következő megállapításokat tehetjük:

1. Kicsiny, lehetőleg 0,1% alatti kiinduló S-tartalom.
2. Ha tiszta gömbszemcsés grafitú, lemezes grafit nélküli szövetet akarunk, úgy a Mg-kezelés után az S-tartalom 0,02% alatt legyen.
3. A visszamaradó Mg-tartalom a folyékony vasban az öntvény falvastagságától függően 0,02—0,09% legyen.
4. A Mg-os kezeléshez használt segédötvözet körülbelül olyan mennyiségét, aminek reakciója befejeződik az üst folyékony vassal való megtöltéséig, vigyük be az üstbe és csapoljuk rá a folyékony vasat. Fontos, hogy a reakció az üstnek megteléséig befejeződjék, mert az biztosítja az öntőüst gyors kezel-

hetőségét. A Mg-os salaktakaró alatt vigyük az üstöt az öntés helyére. Ezt a salaktakarót távolítsuk el, vigyük be a megmaradt segédötvözetet.

A reakció befejezte után ezt a második salaktakarót is távolítsuk el és 20 mm-nél vékonyabb falvastagságú öntvénynél oltuk be 0,2—0,4%, 75%-os FeSi-al.

5. Üzemi körülmények között sohase kezeljünk 600 kg-nál kisebb mennyiségű folyékony vasat.

6. Öntőüstként használjunk széles szájú üstöt, mert ez nagyobb reakciófelületet nyújt a segédötvözet számára, azonkívül a salak könnyebben távolítható el.

7. A csapolási hőmérséklet ne legyen magasabb, mint 1400 C°, mert ellenkező esetben a reakció túl heves és a Mg-veszteség túl nagy. A Mg-os segédötvözet még 1280° kiöntési hőmérsékletnél is eléggé folyékony vasat ad ahhoz, hogy az öntést még vékony keresztmetszeteknél is kifogástalanul el lehessen végezni. Ezen a hőfokesésen belül pedig a beötvözést és manipulációt el lehet végezni.

8. A beömlő rendszer és felöntések, az acélöntvényeknél használt méreteknek feleljenek meg, a gyors öntés és a szívódások kiküszöbölése érdekében.

9. Acélöntések számára készült mintákkal dolgozzunk annak érdekében, hogy az egyenletes falvastagságok és a megfelelő lekerekítések biztosítsák a minél kisebb öntési feszültségeket.

10. Az öntés sikerét könnyen meg lehet állapítani a következők rendszeres megfigyelésével. A gömbszemcsés grafitú öntés törete kagylós, színe világosszürke — bársonyos — finom kristályos felületű, csengése acélöntvény csengéséhez hasonlít és a friss töret, különösen kissé megnedvesítve, erős, átható karbidszagot ad. Az öntvény felöntései még alacsony hőmérsékleten történő öntésnél is acélöntésszerű erős beszivódást mutatnak.

Annak megállapítására, hogy a folyékony vas Mg-os kezelésére bekövetkezett-e az az állapot, amely öntés után gömbszemcsés grafitot eredményez, ma még nem rendelkezünk olyan gyors technológiai próbákkal, mint amilyenekkel más öntéseknél, mint pl. a FeSi-os modifikálásnál az ékpróba. Intézetünk jövő évi programjában azonban foglalkozni fogunk a kérdéssel.

#### **Kísérletek gömbszemcsés grafitú öntöttvassal 20% Mg-tartalmú Mg-Si-segédötvözet felhasználásával**

Mint a segédötvözetekkel foglalkozó fejezetünkben ismertettük, sikerült indukciós kemencében a Mg-os ötvözetet előállítani a Mg begyulladásának veszélye nélkül. Miután ugyanakkor sikerült az egyes segédötvözet alkotóinak arányát is megváltoztatni, pl. a Mg tartalmat ugyancsak a begyulladás veszélye nélkül fokozni, az Intézetünkben végzendő kísérletek számára előállítottunk egy 20% Mg, 20% réz, 60% Fe-Si (75%-os) tartalmú segédötvözetet. Ezt a

segédötvözetet azért választottuk, mert ebben — mint már említettük — a  $Mg/Cu$  viszony ugyanaz, mint az ipari kísérleteknél használt segédötvözetnél, csak a  $Mg$ -tartalom az előbbinek kétszerese. Ezt azért tartottuk fontosnak, mert kísérleteinket Intézetünkben kisebb mennyiségű folyékony vassal kívántuk végrehajtani, mint amilyen mennyiségű folyékony vasat ipari öntéseinknél egyszeri kezelésre használtunk és számítanunk kellett arra, hogy a kisebb mennyiségű vasnak hőkapacitása is kisebb: tehát ahhoz, hogy bizonyos mennyiségű  $Mg$ -ot vigyünk be a folyékony vasba, kisebb mennyiségű segédötvözet adagolása szükséges.

Evvel a segédötvözetrel olyan kísérleteket végeztünk, amelyek hivatva voltak az ipari kísérletek eredményeit pontosan rögzíteni és az esetleges eltéréseket megállapítani. Kísérleteket folytattunk a legjobb ötvözési módszer megállapítására, a  $Fe-Si$ -os másodszori beoltás vizsgálatára, a kémiai összetétel, a hőmérséklet és falvastagság hatásának vizsgálatára a gömbszemcse-képződésre vonatkozóan.

Kísérleteink nagyjából mindazt alátámasztották, amit az ipari öntéseinknél tapasztaltunk. Miután ezeknek az eredményeknek értékelése még csak most van folyamatban, nem kívánok most az egész anyaggal foglalkozni, csak két kérdést szeretnék kiemelni, ami részben többet, részben újat mond ipari kísérleteinkkel és az irodalomban megjelent adatokkal szemben.

Az egyik az ötvözés hatásosságának biztosítása. Ez kísérleteinknél igen fontos szempont volt, miután egyrészt a 20%  $Mg$ -tartalmú segédötvözet hatásfoka — mint az irodalmi adatokból ismeretes — kisebb mint a 10%  $Mg$ -tartalmú segédötvözet hatásfoka, másrészt ipari kísérleteinknél is tapasztaltuk, hogy minél kevesebb folyékony vasat ötvöztünk, annál rosszabb a  $Mg$ -segédötvözet hatásfoka. Az adott esetben pedig nem az iparban szokásos minimális 600 kg folyékony vas mennyiségét kezeltük, hanem csak 50 kg-ot.

Mindenekelőtt megállapítottuk, hogy a 20%  $Mg$ -tartalmú segédötvözet használata nem jár észrevehetően hevesebb reakcióval, mint a 10%  $Mg$ -tartalmú segédötvözet használata.

A 28/a és 28/b képen bemutatjuk a reakció hevességét az ötvözés pillanatában és közvetlenül az öntés előtt.

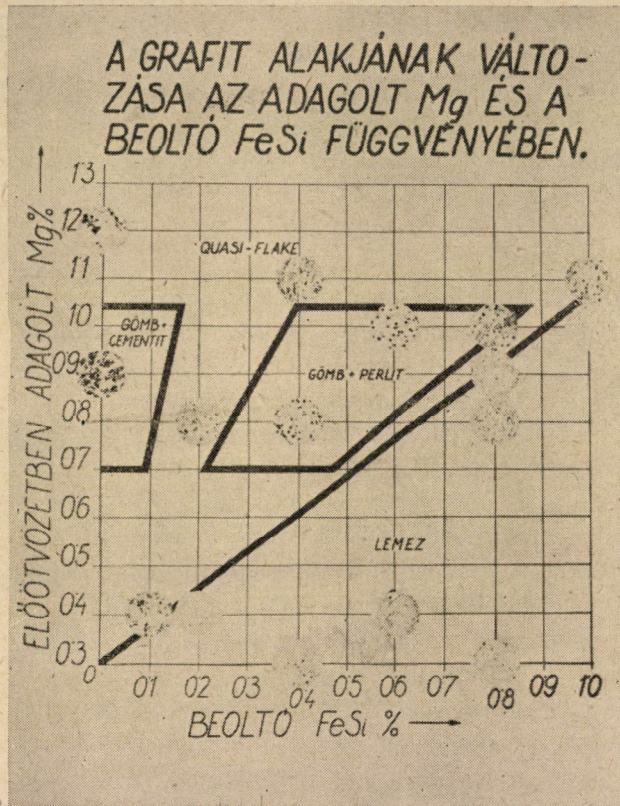
50 kg vas csapolásánál nem tudtuk azt a módszert követni, mint az ipari öntéseknél, azaz a segédötvözet felét az üst fenekére helyezni és a folyékony vasat rácsapolni és azután ennek visszamaradó salakját eltávolítani s utána a segédötvözet második felét a folyékony vasba bekeverni.

Ez a módszer ugyanis veszélyeztette volna a kupolókezelőt, továbbá az üst megtelését sem lehetett volna megfigyelni. Ezért előbb úgy jártunk el, hogy a folyékony vasat lecsapoltuk és utána a  $Mg$ -segédötvözzel 1 vagy 2 részletben a folyékony vasba bekevertük. Ez a módszer meglepően rossz, a folyékony vasban visszamaradt  $Mg$ -mennyiséget eredményezett, azaz ennek a módszernek hatásfoka kicsi volt.

Feltevésünk az volt, hogy ennek oka a *Mg*-elégése folytán keletkezett *Mg*-oxid, mely igen könnyű fajsúlyú és igen magas olvadáspontú vastag rétegben helyezkedik a folyékony vas felületén és megakadályozza a *Mg*-diffúzióját a folyékony vasban. Ennek megállapítására változtattunk ezen az ötvözési módszeren úgy, hogy a beötvözendő *Mg*-os segédöt vözetet négy részletben vittük be a folyékony vasba és minden részlet után a keletkező *Mg*-oxidréteg salakot a vas felszínéről eltávolítottuk. Ennek a módszernek sikere bebizonyította, hogy tényleg számolni kell ilyen *Mg*-oxidréteg jelenlétével és minden olyan ötvözési módszer, amely ezt nem veszi figyelembe, rossz *Mg*-beötvözési hatások eredményez. A második kérdés — úgy véljük — egész új megvilágításba helyezi a gömbszemcsés grafit képződését, illetve annak gyakorlati alkalmazásánál mutatkozó egyes eddig megmagyarázhatatlan sikertelen eredményeket, a következő :

Miközben vizsgáltuk az egyes ötvözőelemek hatását a gömbszemcséképződés szempontjából és azt a Maurer-diagrammhoz hasonlóan kívántuk ábrázolni, azt tapasztaltuk, hogy ilyen rendszerű vizsgálatnak és diagrammnak nincs sok gyakorlati értelme, mert a gömbszemcséképződés megállapítható 1,8% *Si*-nál, de 4% *Si* felett is, ugyanúgy 0,2% *Mn*-nál és 1,2% *Mn*-nál, 2,6% és 3,8% *C*-nél, 0,02% *Mg* és 0,1% *Mg*-nál is, tehát igen különböző összetételeknél. Azt is megállapítottuk, hogy a mondott határokon belül is sokszor keletkezik tiszta gömbszemcsés grafit, sokszor pedig nem, jóllehet a szükséges kis *S*-tartalom, a szükséges *Mg*-mennyisége stb., jelen volt. Amikor a másodszori beoltásra használt *Fe-Si* hatását vizsgáltuk, rájöttünk ezen ingadozás okára és megállapítottuk, hogy a *Fe-Si* hatása döntő jelentőségű. Azonos kémiai összetételnél ugyanannyi beadagolt és a folyékony vasban visszamaradt kellő mennyiségű *Mg*-nál nagyobb mennyiségű beoltó *Fe-Si* hatására a gömbszemcséképződés megszűnik. Ugyanakkor az így kiadódó végső *Si*-tartalomnál — ha ez a *Si* már az adagban benne van, tehát nem modifikátorral visszük be — kifogástalan gömbszemcsés szerkezetet kapunk. A modifikátorként használt *Fe-Si*-nak lehet döntő hatása a gömbszemcséképződésre és nemcsak az esetleg jelenlevő cementit megbontására. Ez a hatás elég élesen, elég szűk határok között jelentkezik, ami lehetővé teszi a kérdésnek a Maurer-diagrammhoz hasonló ábrázolását is. Kísérleteink alapján felvett diagrammot a 4. diagrammon mutatjuk be, ahol az abszcisszán a modifikátor *Fe-Si* mennyisége, az ordinátán a beadagolt *Mg* illetve az azzal együtt bevitt *Si*-tartalom van. Helyesebb lenne az ordinátán a folyékony vasban visszamaradt *Mg*-tartalmat feltüntetni, ezt azért nem tettük, mert nem túlságosan bízunk a *Mg*-elemzések pontosságában. Ahhoz, hogy ilyen diagrammot megrajzolhassunk és annak végleges határvonalait megállapíthassuk, természetesen sokszáz megfigyelésre van szükség. Nem állítjuk, hogy eddig végzett kísérleteink erre elegendők, de ezek alapján is látjuk a diagramm jellegét. Azoknak a kísérleteknek száma, amelyeknek eredménye

a cementites, vagy perlites alapszövetű gömbszemcséjű grafit zónába esik, az elvégzett kísérletek 70%-ánál egyértelműen az említett zónába behelyezendő volt. Azok a kísérletek, amelyek lemezes grafitot eredményeztek 100%-ig a megjelölt zónába estek. Lehetséges, hogy a zónák határvonalai a későbbi kísérletek folyamán kissé eltolódnak, de azoknak a diagrammon feltüntetett megközelítő pontosságát várjuk, segédötvozet használata esetén.



4. diagramm. A grafit különböző megjelenési alakja a magnézium és a beoltó szilícium függvényében

Megjegyezzük még, hogy a diagramm alapját képező kísérletnél a C-tartalma 3,0—3,3%, Si-tartalma a beadagolt segédötvozzel bevitt Si-tartalom nélkül 1,0—1,3%, Mn-tartalma 0,8—1,0%, kiinduló S-tartalma 0,08—0,1%, P-tartalma 0,2—0,3% között volt.

A diagramm magyarázatot nyújt arra, hogy megfelelő kémiai összetétel, megfelelően kis S-tartalom és megfelelő mennyiségű folyékony vasban jelenlévő Mg-al is miért kapunk egyszer gömbszemcsés grafitot, máskor lemezes grafitot. A magyarázat a beadagolt modifikátor mennyiségében keresendő,



amelynek a diagramm szerint összhangban kell lennie a beötvözött *Mg*-mennyiségével. Ha a kettő közötti összefüggést megállapítjuk és betartjuk, úgy mindig számíthatunk a gömbszemcsés grafit megjelenésére.

A modifikátorként használt *Fe-Si*-nek ezen hatása a gömbszemcsképződésre olyan körülmény, amit figyelembe kell venni a grafitképződés elméletének megállapításánál is.

Felmerül még a kérdés, hogy ha ilyen szűk határok közé esik a gömbszemcsés grafitszerkezet, be lehet-e tartani azt a gyakorlatban. Az ipari öntések eredményei azt bizonyítják, hogy igen. Ezt elősegíti az a körülmény, hogy a gömbszemcsés területtől balra eső quasiflake területen, ahol gömbszemcsés és lemezes grafit együtt van jelen, a szilárdság alig 2—3 kg/mm<sup>2</sup>-el kevesebb, mint a tiszta gömbszemcsés területen és a szilárdság itt is meghaladja a 40 kg/mm<sup>2</sup>-ot.

### *Modifikált temperöntvények*

A temperöntvény irodalmában fenti kifejezés eddig nem igen volt használatos. Tekintve azonban, hogy a magnéziumos modifikáció, legalább is szilárdság és nyúlás tekintetében, elmossa a határvonalat a nagyszilárdságú gömbszemcsés grafitú öntvény és temperöntvény között, helyesnek véljük olyan temperöntvényt modifikált temperöntvénynek nevezni, amelyet a folyékony vasnak magnéziummal vagy más adalékkal a temperálási idő rövidítése érdekében történő kezelésével állítunk elő. A temperöntvény gyártási gyakorlatában már sokféle gyors-temperálási eljárás alakult ki. Így ismeretes a tempervas dezoxidálása alumíniummal vagy titánnal, a temperöntvény grafitizációjának második szakaszában való megszakítása és az ú. n. perlités temperöntvény előállítás, a hőkezelés a magképzés érdekében 300—400° között és 1000° körül, a gázfázisban való temperálás, a temperöntvények lágyítás előtt olajban való edzése. Mindezek az eljárások azt a célt követik, hogy a temperöntvény hőkezelésének 120—160 órás időtartamát csökkentsék. Ezekhez az eljárásokhoz csatlakozik, mint új eljárás a folyékony tempervasnak magnéziummal való kezelése, ami mint az alábbiakban látni fogjuk, úgy a grafitizáció első fázisát, azaz a cementit megbontását, mint a grafitizáció második fázisát, azaz a perlit megbontását rendkívüli mértékben meggyorsítja.

Kísérleteinket 10% magnézium, 10% réz és 80% ferroszilíciumból (45%-os) tartalmú segédötvözettel végeztük. A kiinduló folyékony vas *Si*-tartalmát 0,5%-ra vettük és előbb 0,15, majd másodsor 0,25% magnéziumot adagoltunk a folyékony vasba magnézium-szilícium segédötvözet alakjában, mikor is az első esetben 0,9, a másodikban 1,25% öszszsilícium tartalmat kaptunk. Ennek következtében az eredetileg 0,2% körüli kén tartalom az első esetben 0,15, a másodikban 0,11%-ra esett. A carbon tartalom 2,8%, a mangán-tartalom pedig 0,5% körül volt.

Ezekután az első adagot hőkezeltük a következő módon :

1 órát  $960^{\circ}$ -on

3 » »

ezután a hőmérséklettel lementünk  $720^{\circ}$ -ra.

4 órát  $720^{\circ}$ -on

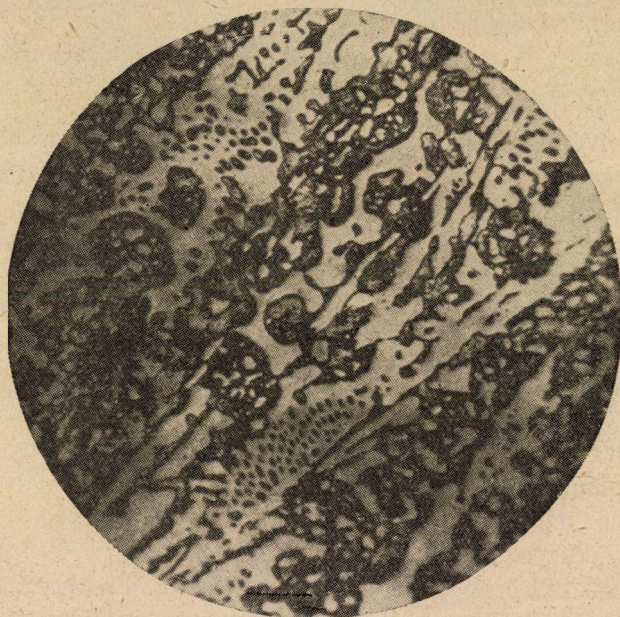
6 » »

8 » »

10 » »

12 » »

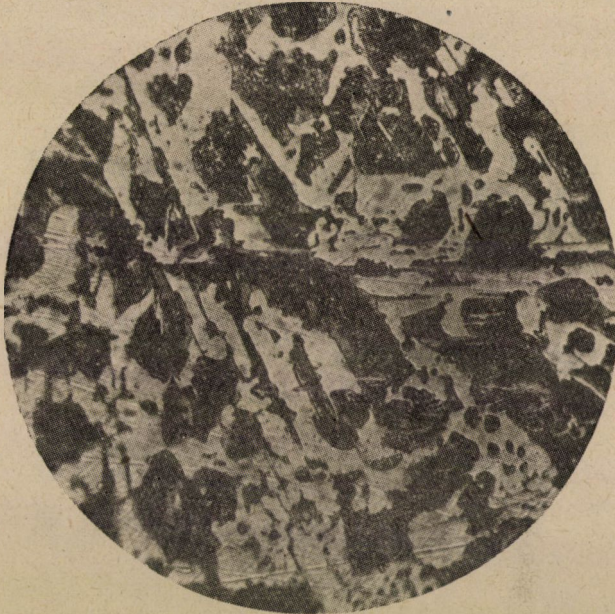
Így a hőkezelés összideje 15 óra volt. A fent megjelölt időközben a próbapalcát a kemencéből kivettük, mikroszkópon vizsgáltuk.



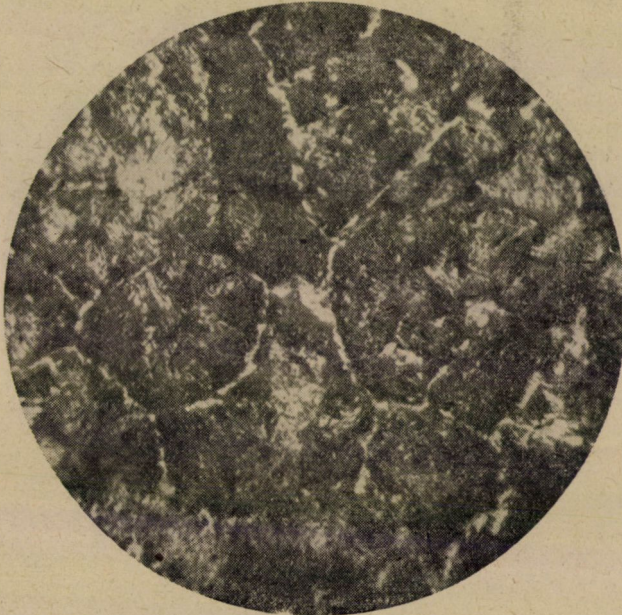
30. kép. Temperöntvény hőkezése

A 30. kép mutatja nyers, hőkezeletlen öntvény szövetét, amely tiszta ledeburit. A 31. kép mutatja a szövetet egyórás hőkezelés után. Ebbe az egy órába beleértendő a kemence felfűtésének ideje is, ami kb. 25 perc. A 32. kép mutatja az öntvény szövetét  $960^{\circ}$ -on végzett 3 órás hőkezelés után, amikor a szövet már temperszénre és perlitre bomlott. Ezután csökkentettük a hőmérsékletet  $720^{\circ}$ -ra és ezen a hőmérsékleten négy órát hőkezeltük. A szövetet a 33. kép mutatja, melyen a perlit fokozott megbomlása és a temperszén-szemcsék szaporodása látható. A hőkezelést tovább folytattuk  $720^{\circ}$ -on hat órán át. A szövet képét a 34. képen látjuk, a ferrit kezd kialakulni, temperszén-szemcsék

kezdenek durvábbak lenni. Jelentkezik e mellett egy finomabb grafit-eloszlás is, amit a perlitből kivált grafit egy részének vélünk. 8 óra múlva a szövetet a 35. kép mutatja, nagy összefüggő ferritszigetek figyelhetők meg, a temperoszen



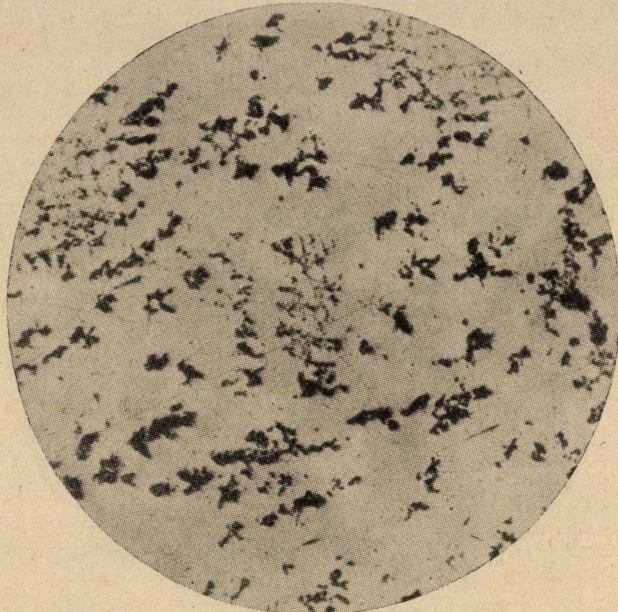
31. kép.



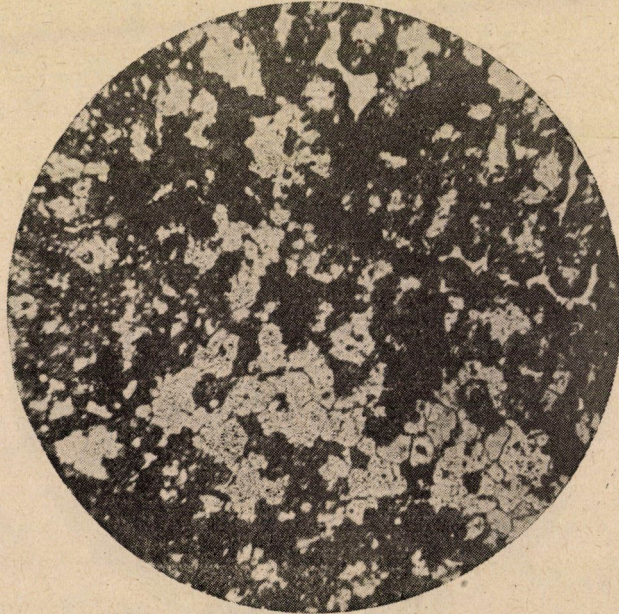
32. kép.

31. és 32. kép. Temperöntvény hőkezelése

tovább szaporodik s a később kiváló finomabb temperszén továbbra is megfigyelhető. 10 óra múlva a szövetet a 36. kép mutatja. A ferrit már több mint 60%, a temperszén tovább vastagodik, a durvább és finomabb temperszén



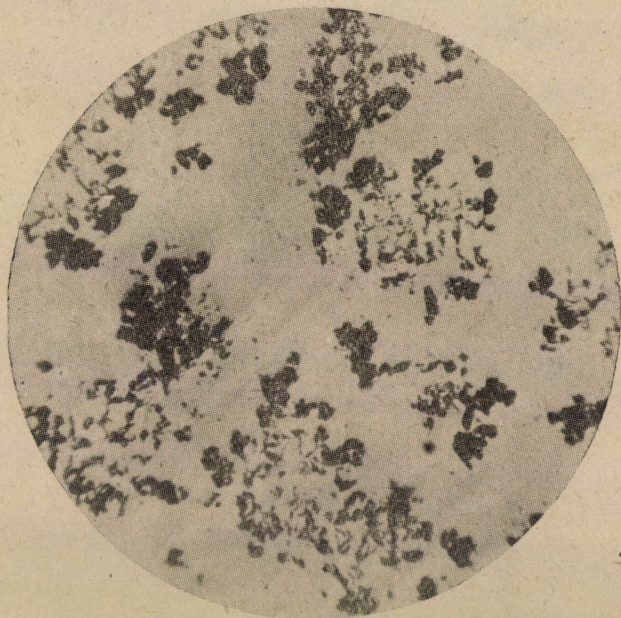
33. kép.



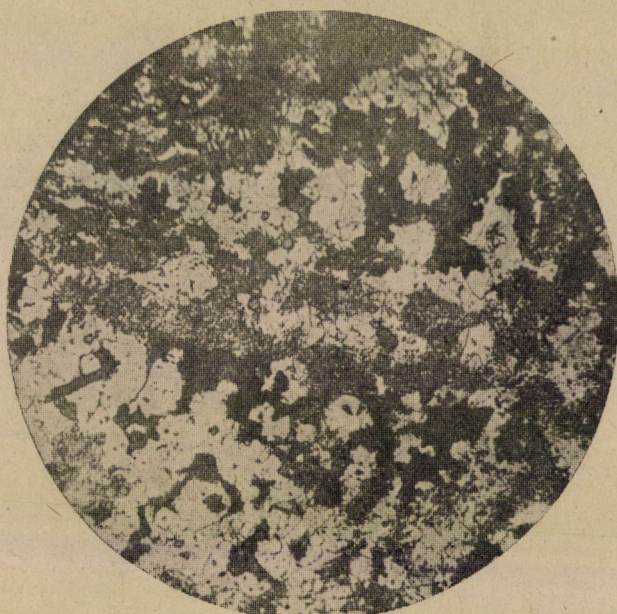
33/a. kép.

33., 33/a képek. Temperöntvény hőkezelése

összefolyik. 15 óra után a szövetet maratott állapotban mutatjuk be, a perlit teljesen elbomlott ferritre és temperszénre, a temperszén vastag csomókban csoportosult. 37. kép.

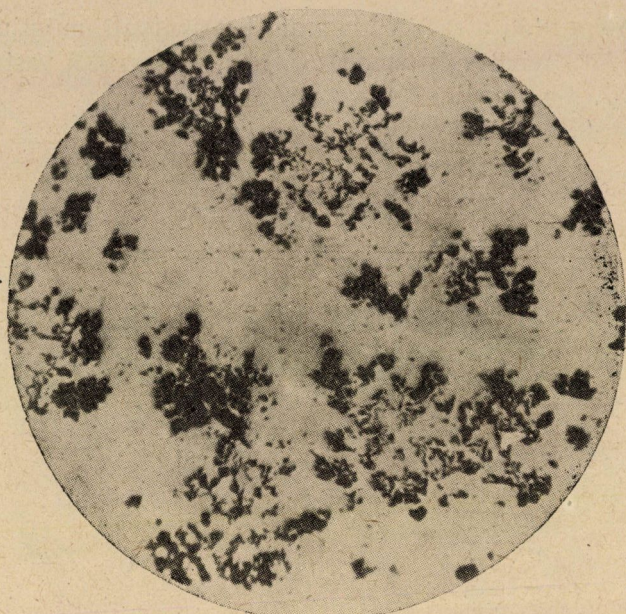


34. kép.



34/a kép.

34., 34/a képek. Temperöntvény hőkezelése

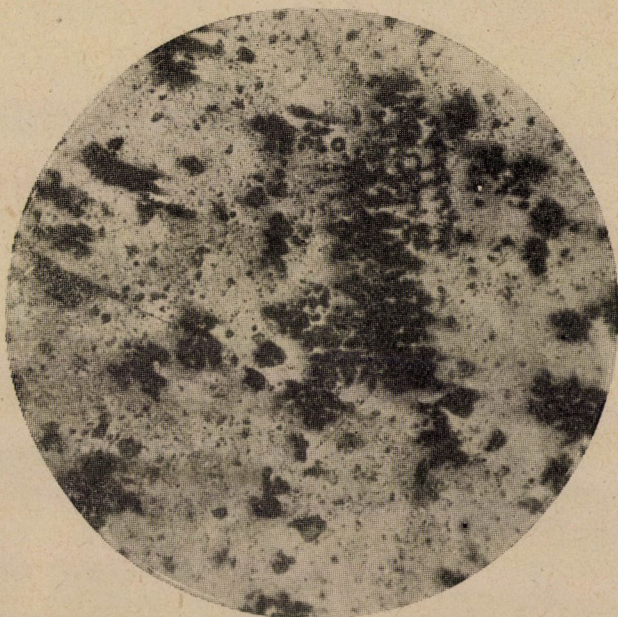


35. kép.

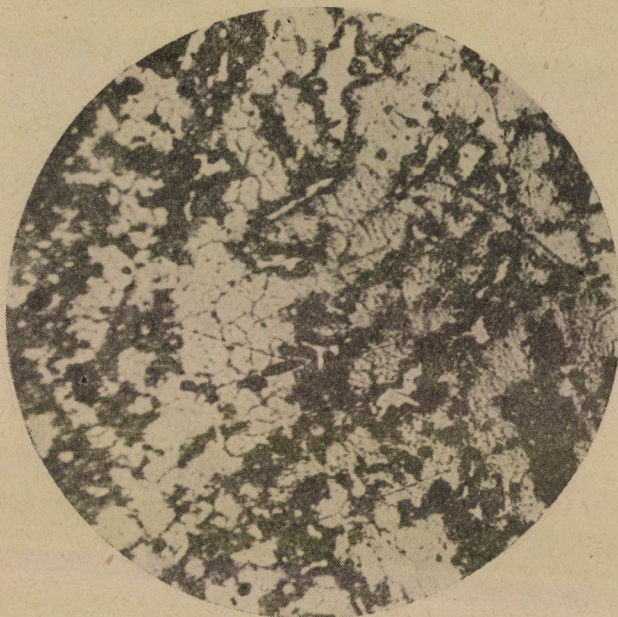


35/a. kép.

35. és 35/a képek. Temperöntvény hőkezeltése

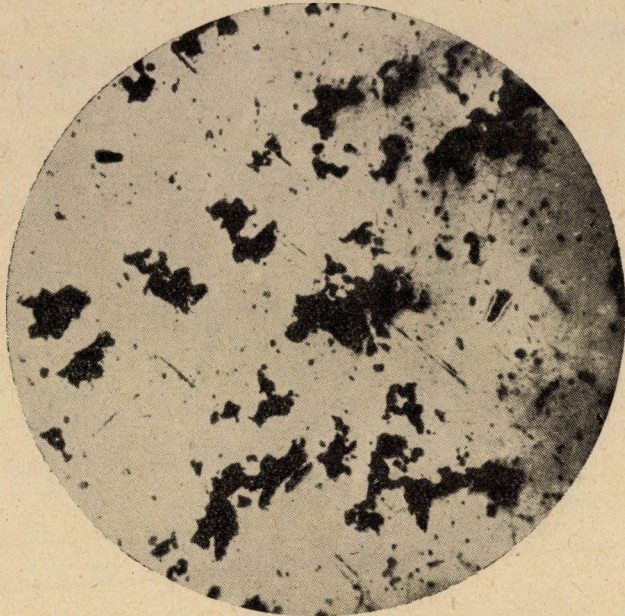


36. kép.

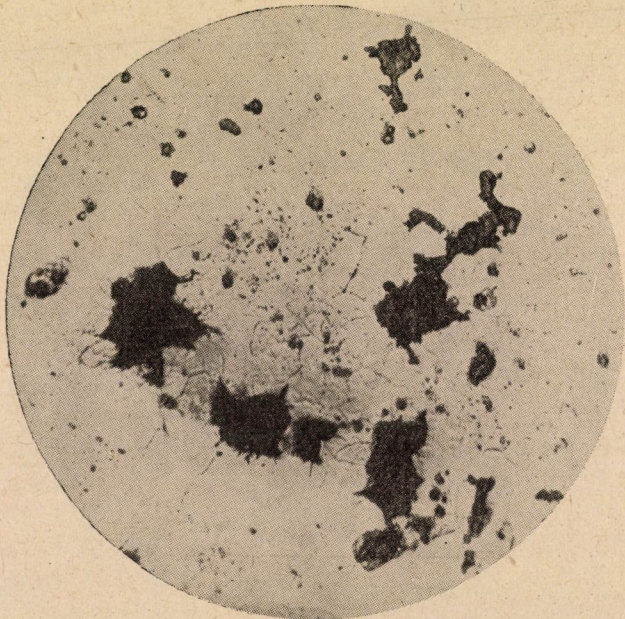


36/a kép.

36. és 36/a képek. Temperöntvény hőkezelése



37. kép.



37/a kép.

37. és 37/a képek. Temperöntvény hőkezelése



Ugyanezt a hőkezelési módszert megismételtük a 1,25% szilíciumtartalmú öntvényvel is, azonban a következő módon :

1 órát 960°-on

3 » »

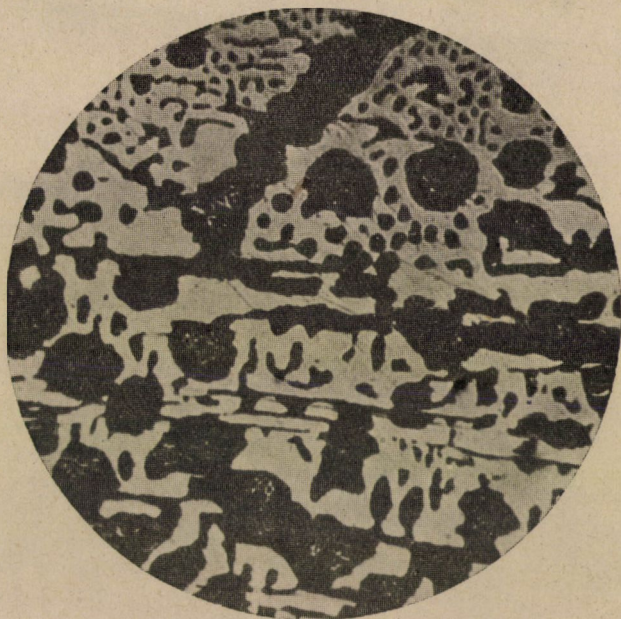
ezután

6 órát 720°-on

8 » »

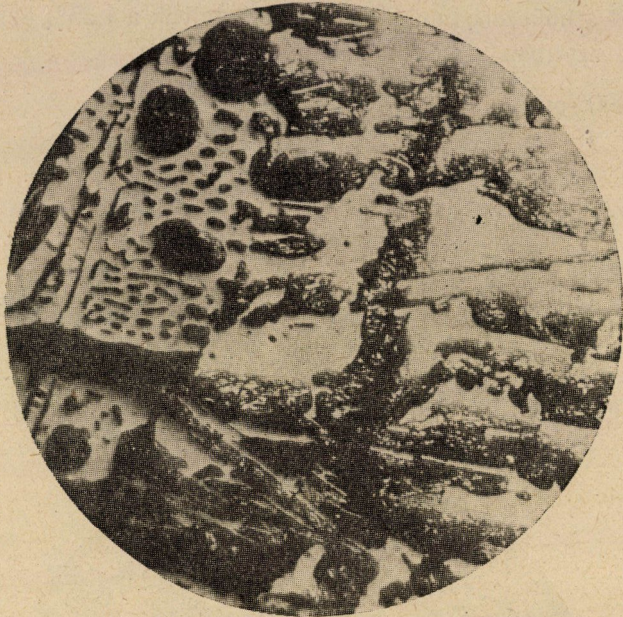
Ennél az öntvénynél a hőkezelés teljes ideje az előbbi 15 órával szemben csak 11 óra volt.

A 38. kép mutatja az öntvény szövetét hőkezelés előtt. Látható a tiszta ledeburitos szövet. A 39. képen látható az öntvény szövete egy órák hőkezelés

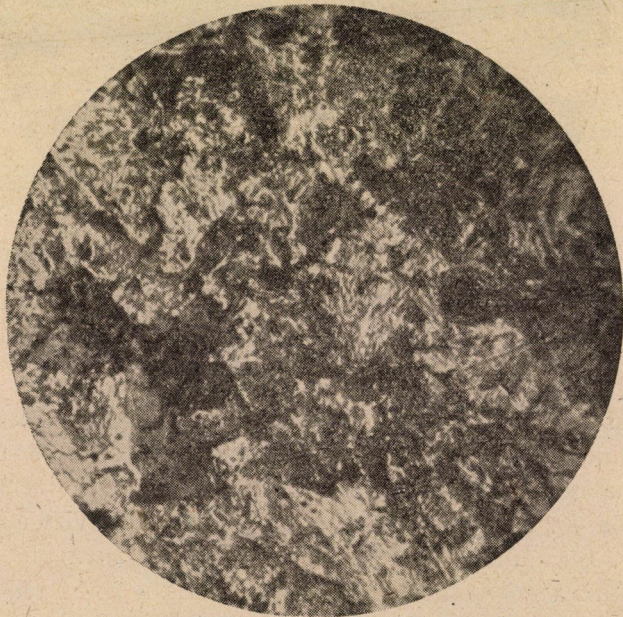


38. kép. Temperöntvény hőkezelése

után, a vegyes kristályok durvábbak. Ebben az egy órában ismét benne van a kemence felfűtési ideje : 3 óra után a cementit teljesen elbomlott, a szövet tiszta perlit, a maratlan szövetben mutatkozik az előbbinél durvább grafit kiválása, ami a 40. képen látható. Ezután 6 óra múlva vizsgáltuk a szövetet, amelyet a 41. kép mutat, amikor is a perlit-ferrit aránya kb. 50—50% volt. Végül vizsgáltuk a szövetet 8 óra után, amikor is a perlit teljesen ferritre és temperszénre bomlott (42. kép). Miután megállapítottuk, hogy a magnéziumos kezelés a feltevéseknek megfelelően lényegesen csökkentette mind a cementit,

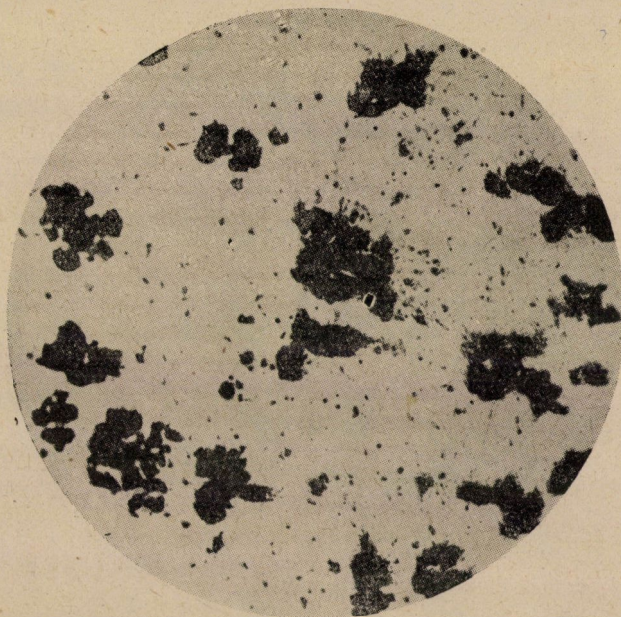


39. kép.

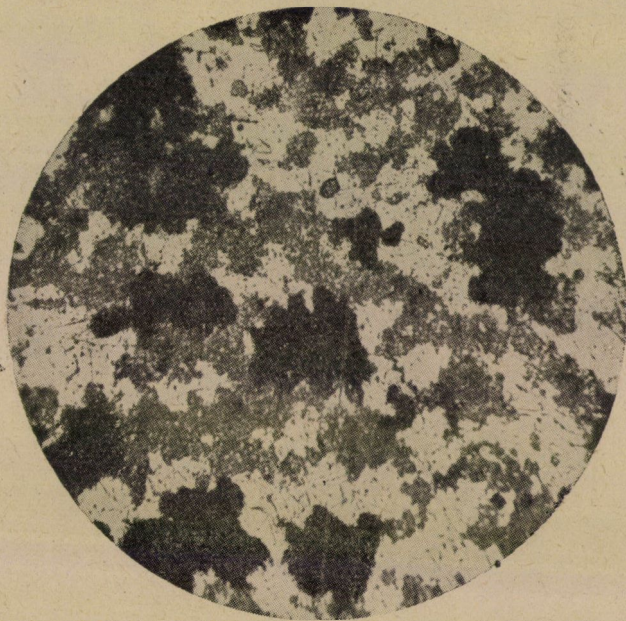


40. kép.

39. és 40. képek. Temperöntvény hőkezése

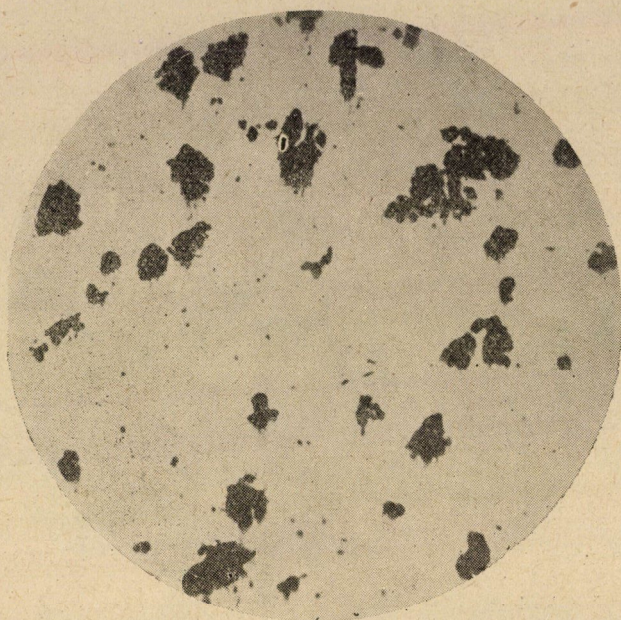


41. kép

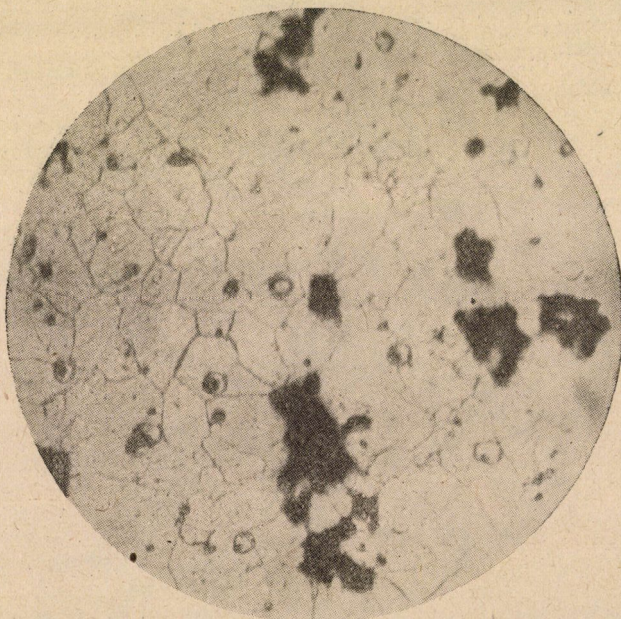


41/a kép.

41. és 41/a képek. Temperöntvény hőkezelése



42. kép



42/a kép.

42. és 42/a képek. Temperöntvény hőkezelése

mind a perlit elbomlásának idejét, újabb sorozatot vizsgáltunk, amikor figyelembe vettük, hogy ipari kemencékben a temperálást nem lehet ilyen gyors szakaszokban végrehajtani a kemencék hőtehetetlenségére való tekintettel. Ekkor a hőkezelést a következőképpen végeztük:

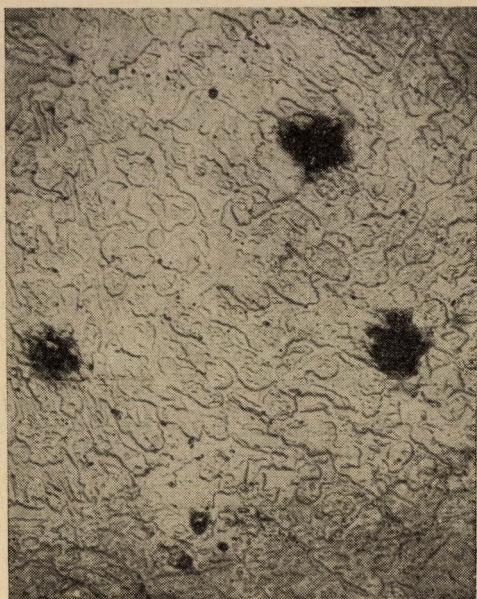
980°-ra való felhevítés	16 óra
980° hőfokon tartás	16 óra
980°-ról lehűtés 720°-ra	16 óra
720°-on tartás	16 óra
720°-ról 680°-ra hűtés	16 óra
összesen	80 óra

Ekkor a 9 mm  $\varnothing$  próbapálcákat kivettük a kemencéből és levegőn lehűtöttük.

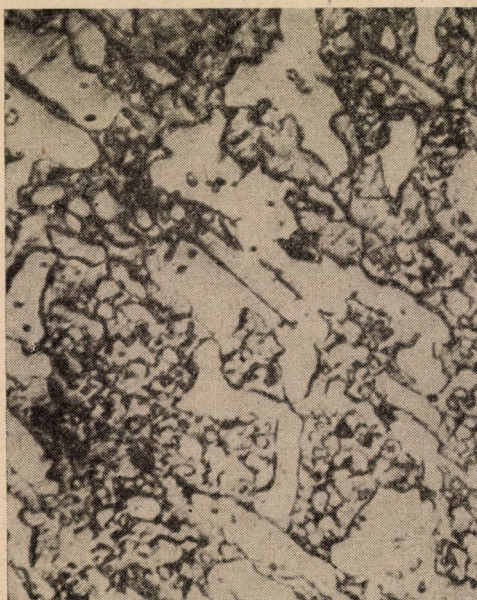
6 féle összetételű próbapálcával dolgoztunk. Az első számú próbapálcát az alapként használt folyékony vasból vettük, melynek szilícium tartalma 0,3—0,4% volt. Ehhez a folyékony vashoz lecsapolás után az üstbe adagoltunk 1, 1½, 2, 2½, 3% magnézium-szilícium segédötvözetet. A segédötvözet mennyiségének 10%-a felel meg a bevitt magnézium tartalmának. Mind a 6 próbapálcát ugyan úgy a fenti hőfokskálának megfelelően hőkezeltük. A 43—48. képek mutatják az öntvény szövetét. Látható, hogy az első három öntvény a hőkezelés után a temperszéken kívül még ferritet és perlitet is tartalmaz. A negyedik csak ferritet és temperszenet, az ötödik azonban ferritet, temperszenet és lemezes grafitot. Az utolsó próbapálcánál tehát a bevitt segédötvözzel az adott falvastagságnál túl sok szilíciumot vittünk be, ami már primér lemezes grafit kiválását is okozta. Az utolsó próbapálcát nem tekintve, a szakítószilárdság 34—39 kg/mm<sup>2</sup>, a nyúlás 12—27% között változott, a növekvő nyúlás több bevitt segédötvözet mennyiségének felel meg. A szakítószilárdság magától értetődően fordított értelemben változott. Az öntvények töretének makroszkopi vizsgálata tiszta fekete töretű temperöntvényre vallott, amit mind a hőkezelés módja, mind az, hogy kvarchomokba csomagoltuk a próbapálcákat, magától érthetővé tesz.

Fenti kísérletssorozattal bebizonyosodott, hogy a magnéziumos segédötvözzel kezelt temperöntvény lényegesen gyorsabban lágyítható, mint a kezeletlen öntvény, s az elért hőkezelési idő a gyors temperálás lehetőségét mutatja.

Véleményünk szerint ezt a gyorstemperálási eljárást jól lehet alkalmazni fekete töretű temperöntvények előállításánál, ha ennek falvastagsága a 12—15 mm-t meg nem haladja. Ennél nagyobb falvastagságnál ugyanis a bevitt segédötvözet nem tartalmaz annyi magnéziumot, hogy annak karbid stabilizáló hatása következtében fehér töretet kapnánk, ellenben a bevitt nagy mennyiségű szilícium ezen falvastagság felett már primér lemezes grafit kiválást okoz.

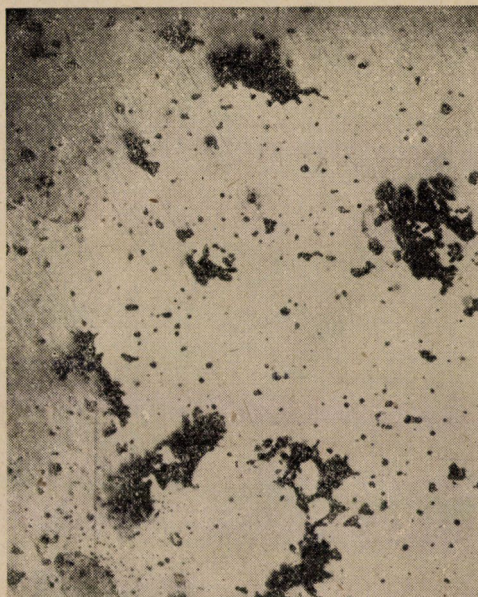


43. kép

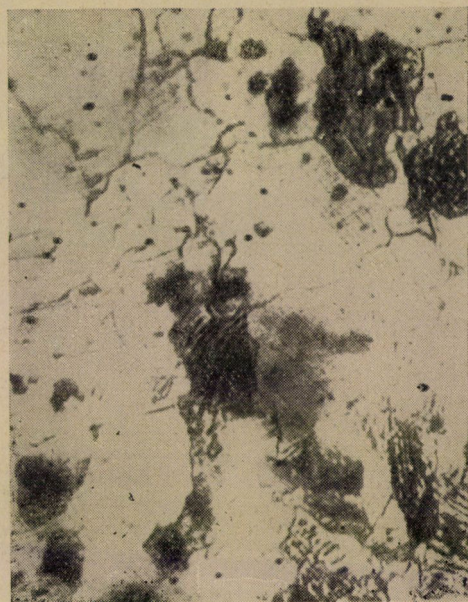


43/a kép.

43. és 43/a képek. Temperöntvény hőkezelése



44. kép

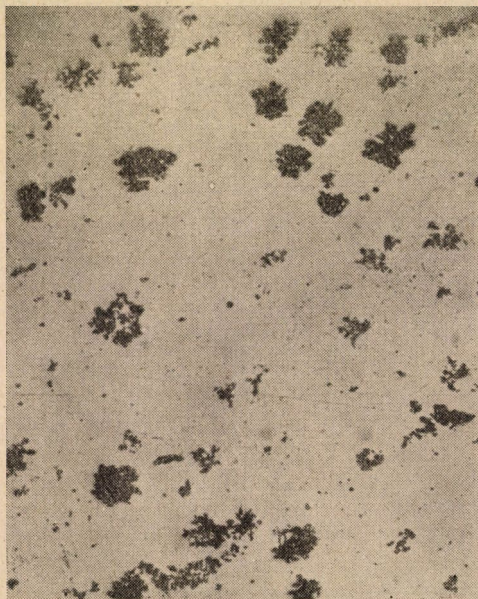


44/a kép.

44. és 44/a képek. Temperöntvény hőkezelése



45. kép



45/a kép.

45. és 45/a képek. Temperöntvény hőkezelése





46. kép

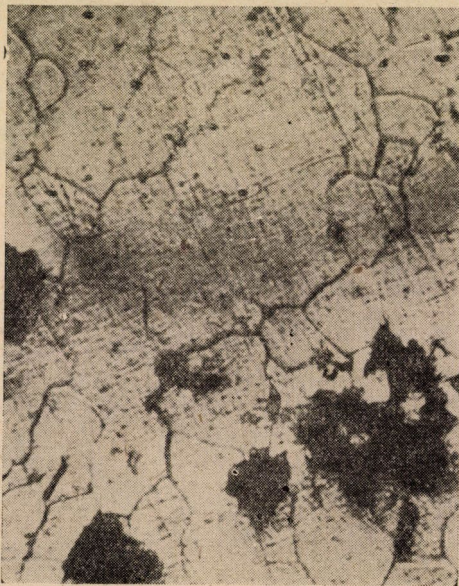


46/a kép.

46. és 46/a képek. Temperöntvény hőkezelése



47. kép

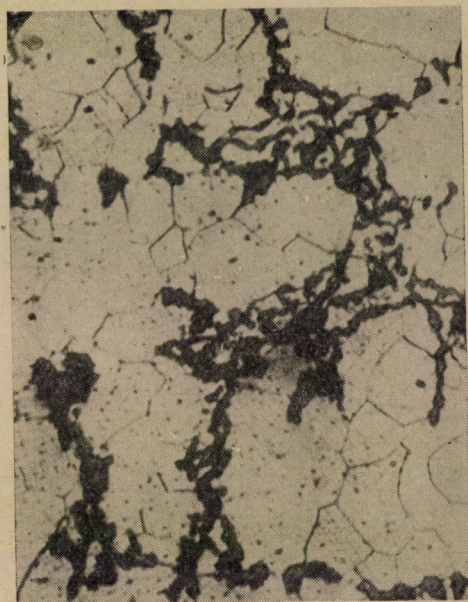


47/a kép.

47. és 47/a képek. Temperöntvény hőkezelése



48. kép



48/a kép.

48. és 48/a képek. Temperöntvény hőkezelése

Ha a nagyobb falvastagságú öntvények 0,8—1% bevitt magnéziumot tartalmaznak és azokat ferroszilíciummal nem oltjuk be, kb. 25 mm-ig szintén fehér töretet mutatnak. Az ilyen öntvények cementitje is és perlitje is hőkezelés hatására gyorsan megbomlik és temperszénkiválás figyelhető meg. Ilyenkor azonban a magnéziummal együtt bevitt szilíciumtartalom már olyan nagy értéken mozog, hogy az előbbi kísérleteknél elért nyúlási értékeknek csak töredékét kapjuk.

A bemutatott kísérletek és a párhuzamosan végrehajtott ipari öntések mutatják, milyen óriási változáson megy keresztül napjainkban az öntvények gyártási technológiája. Megállapítható, hogy a vasöntvény, mint szerkezeti anyag ma már olyan tulajdonságokkal rendelkezik, ami sok tekintetben eléri az acél szilárdságát. Ugyanakkor az ismertetett eljárásokkal készült nagyszilárdságú öntvényekből az acélnál lényegesen vékonyabb falvastagságú öntvények, sőt temperöntvények is önthetők, az utóbbiaknál lehetőségünk van a gyors-temperálásra is. Az öntvények egyéb technikai tulajdonságait, mint pl. kopásállóság, lényegesen meghaladja az acélöntvény tulajdonságait. Ezeknek a széleskörű vizsgálata a jövő évi programunkat képezi.

A jövő évben megindul öntödéinkben a ferroszilíciumos modifikált öntés széleskörű alkalmazása és egy kisebb kísérleti öntöde teljes egészében a magnéziumos modifikált öntések további fejlesztésének céljára fog működni.

Végül ki kell emelnem *Varga Ferenc*, *Balogh Imre*, *Karsai István* intézeti aspiránsok, továbbá *Réti Pál*, *Schey János*, *Solti Ferenc* RM. mérnökök, *Kajdi*, *Deméndi*, *Kocsis MÁVAG* mérnökök és *Major János*, *Vida János*, *Batiz Ferenc*, *Lerch Béla*, *Holovitz Ferenc* öntők fáradságot nem kímélő áldozatkész munkáját és támogatásukat, amellyel kísérleteink lefolyását elősegítették. Legmelegebb köszönetünket fejezzük ki ezért úgy nekik, mint a Kohó- és Gépipari Minisztérium Öntödei osztályának, mely felkarolta és támogatta a kísérleteinket.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

SZVATH GYÖRGY

Az előadás tulajdonképpen két különböző és egymástól élesen szétválasztható eljárást ismertetett. Az öntvények Fe-Si-os és Mg-Si-os modifikálását.

A Fe-Si-mal modifikált öntöttvasat általában modifikált öntöttvasnak szoktuk nevezni, a Mg-Si-al modifikált anyagot pedig gömbgrafitos öntöttvasnak.

Az előadások során a gömbgrafitos öntöttvassal Gillemot László professzor, valamint dr. Hajtó Nándor is igen részletesen foglalkoztak.

Frank kartársunk ugyancsak részletesen ismertette azokat a kísérleteket, amelyek már nem laboratóriumi, hanem ipari téren folytak a gömbgrafitos öntöttvas technológiájával kapcsolatban. A gömbgrafitos öntöttvas felhasználásának jelentősége kétségtelenül nagyon látszik, azonban nemzetközi viszonylatban sincs még egyéges felfogás arra nézve, hogy a szerkesztők milyen gépek, vagy alkatrészek tervezésénél használhatják azt előnyösen és gazdaságosan. Ez többé-kevésbé még ma is nyitott kérdés.

Sokkal tisztázottabb már a modifikált vasöntvény technológiája, felhasználásának lehetősége és alkalmazásának körülményei. Egy évvel ezelőtt, amikor öntödénkben a nyersformázásra áttértünk, igen-igen nagy nehézségeink voltak, mert az öntvények vékonyabb része, éppen a vastagabb részek keménységének és szilárdságának megnövelése miatt, igen sok esetben kifehércedett. Ez részben megmunkálási többletköltséget okozott és növelte a megmunkáló üzemek szerszámköltségeit. 1945 óta az öntöttvassal szemben támasztott minőségi követelmények ugyanis nagymértékben megnöttek. A felhasználó üzemek az öntvények legnagyobb részénél megkövetelték a szabványos minőségek közül a legjobb minőségű, a legnagyobb szilárdságú vasöntvények szállítását. Ezzel kapcsolatban megnőtt a csúszó- és futófelületekkel szemben támasztott igényük is keménység tekintetében. Öntödénk ugyanakkor tért rá a nedvesformázásra, ami a dermedési viszonyok szabályozását nem tette olymértékben lehetővé, mint a szárított formában. Természetes volt tehát, hogy a kifehércés veszélye az öntvényeknél állandóan fokozódott.

Akkoriban tartózkodott a gyárunknál dolgozó Kálmán Lajos kartársunk Moszkvában, akivel közöltük a nehézségeinket. Kálmán kartársunk elmondotta, hogy ezen a problémán a Szovjetunióban az öntvények Fe-Si-os modifikálásával segítenek. Ezt követőleg nemsokára meg is küldte a Sztankolit-gyár egyik mérnökének, *Kljóckinnak* hosszabb és alapos tanulmányát, amely a Fe-Si-os modifikálás 6 éves kutatómunkájának összefoglalását tartalmazta. Sajnos, fordítási nehézségek folytán a fordított szöveget kb. akkortájt kaptuk meg, amikor Frank kartársunk lengyelországi tanulmányútján személyesen is tapasztalhatta a Fe-Si-os modifikálás pozitív eredményét.

A szovjet ircdalomból kapott adataink alapján tudjuk, hogy a Szovjetunióban modifikált öntöttvas ma már szabványosítva van és a szabványos jelölésű modifikált vasöntvényeket a felhasználó üzemek már ilyen alakban is megrendelhetik.

A szovjet adatok szerint a modifikált öntöttvas ama tulajdonságai, amelyek különös érdeklődésre tartanak számot, elsősorban annak nagy szilárdsága, amely  $38 \text{ kg/mm}^2$ -ig is emelkedhetik és evvel megközelíti a Mg és Si-mal modifikált gömbszilikátszilikátszilárdságát.

A másik értékes tulajdonsága a normális szürkevaséval szemben annak lényegesen nagyobb kopásállósága.

A Szovjetunióban már 1940-ben kísérleteket végeztek a modifikált öntöttvas és a  $26 \text{ kg/mm}^2$  szilikátszilárdságú perlites öntöttvas kopásállóságára vonatkozóan.

Rosenberg-féle koptatógépen alternatív mozgással  $20 \text{ kg/cm}^2$  fajlagos nyomás  $32 \text{ m/perc}$  átlagos csúszási-sebességgel kenés nélkül a modifikált öntöttvas  $40\%$ -al kisebb kopást mutatott, mint a  $26 \text{ kg/mm}^2$ -es perlites öntöttvas hasonló vegyiösszetétel mellett.

A harmadik rendkívül értékes tulajdonsága, a szovjet adatok szerint és a saját gyakorlatunk alapján is, a modifikált öntöttvasnak az, hogy a beszívódásra, illetve porozításra kevésbé hajlamos.

Végül még igen értékes tulajdonsága a modifikált öntöttvasnak, hogy noha a rezgéscsillapító képessége az öntöttvaséhoz viszonyítva nem változik, addig a rugalmassági modulusa lényegesen növekedik, a szürkevaséhoz viszonyítva majdnem a kétszerese.

Mindezeket összefoglalva, azt kell mondanom, hogy az üzemi dolgozók számára szerencsésebb lett volna, ha Frank kartársunk a modifikált öntöttvas felhasználási és technológiai problémájával részletesebben foglalkozott volna és különösképpen hiányoljuk azt, hogy a modifikálási folyamat elméletével kapcsolatos kérdésekre nem tért ki. Annál is inkább, mivel az üzemi kísérleteink folyamán keletkező hibák kiküszöbölésénél nagy segítségére lenne a dolgozóknak, ha a modifikálás elméleti kérdéseit tisztázottnak látnák.

Legyen szabad néhány gyakorlati példát megemlítenem, azokkal a kísérletekkel kapcsolatban, amelyek az üzemeinkben folytak. Előre bocsátom, hogy a kísérletek nagyrészt pozitív eredménnyel jártak. Ha negatív eredményeket kaptunk, akkor annak legtöbbször az volt az oka, hogy a modifikálási folyamat komponensei közül egyik vagy másik az üzemi kísérletek folyamán nem érvényesült.

Kísérleteinknél a modifikált öntöttvasból öntött próbapálcáink szilikátszilárdsága általában  $30\text{--}33 \text{ kg/mm}^2$  között mozgott. De elértünk  $38 \text{ kg}$ -os szilikátszilárdságot is.

Az üzemi kísérletek 3 fő szempont szerint folytak. Modifikálással egyrészt fokozni kívántuk egyes öntvények kopásállóságát. Másrészt el akartuk kerülni különösen a nagyszilárdságú vasöntvények vékonyabb keresztmetszeteinek kifehéredését, harmadsorban pedig be akartuk igazolni, hogy a beszívódások megakadályozására hathatós módszer a modifikált öntöttvas alkalmazása.

A kopásállóság kérdése elsősorban az autógyári hengerperselyek öntési kísérleteinél került előtérbe. Köztudomású, hogy a magyar ipar gyártotta hengerperselyek minősége, éppen a megnövelt nagy termelékenység miatt, alatta van a megkívántaknak. Ebben az irányban többirányú kísérlet is folyt és folyik és sikerült szövetszerkezeti teljesen kifogástalan minőségű hengerperselyt gyártani. Legjobb minőségű, jól megmunkálható és elég nagy keménységű hengerperselyeket hcmoköntéssel, állva formázva készítettük, de ugyanilyen jó eredményeket kaptunk akkor, amikor maggal bélelt fémkokillába centrifugáló eljárással öntöttünk. Ezek az eljárások azonban nem mondhatók ter-

melékénynek és ezért kísérleteket végeztünk fémkokilla öntéssel, centrifugáló eljárással. Bár megállapítható, hogy különleges bevonatok alkalmazása a felületi keménységet némileg csökkentette, de még mindig 300 Br-en felüli felületi keménységet tudunk csak produkálni. A kísérletek folyamán ugyanolyan bevonatú kokillába öntöttünk modifikált és nem modifikált hengerperselyt és bár megállapítottuk, hogy a felületi keménység a nem modifikált öntöttvasnál némileg nagyobb volt, a modifikálás nem tudta csökkenteni a felületi keménységet oly mértékben, hogy a megmunkáló üzemek igényeit kielégítette volna.

Meg kell állapítani, hogy a hengerperselyek modifikálásánál fémkokilla öntésnél nem sikerült a kiféheredést a felületi kérgen komolyabb mértékben megakadályozni.

A kopásállóság növelését sem tudtuk beigazolni, mert bár szövetszerkezetiileg teljesen kifogástalan öntvényeket produkáltunk, azok laboratóriumi, illetve gyakorlati vizsgálata számunkra nem volt lehetséges. Teljesen pozitív eredmények voltak azok az üzemi kísérletek azonban, amelyeket a beszívódással, porozitással kapcsolatos hibák kiküszöbölésének elkerülésére végeztünk. Több szerszámgépöntvény-nél sorozatban is öntöttünk modifikálva, ahol a beszívódás veszélye eddig mindig fennállt. Az eredmény kivétel nélkül mindig jó volt.

Meg kell azonban mondanunk, hogy a jelenlegi üzemi viszonyok mellett a leggondosabb kupolóvezetéssel sem biztosítható mindig a megkívánt magas csapolási hőmérséklet. Ezért a modifikálás üzemserű bevezetésénél a megfelelően osztályozott FeSi-t, kis Si-tartalmú nyersvas biztosítása mellett még fontosnak és feltétlenül szükségesnek tartjuk, hogy kupolózemeinket megfelelő előtétkemencékkel, illetve mixerekkel lássuk el, túlhevítés megoldásban, mert ezzel lehetővé válik az eddig fennálló bizonytalansági tényezők semlegesítése.

#### TÖMÖSKÖZY JENŐ

Mi, üzemi mérnökök, akik közvetlenül foglalkozunk az üzemek problémáival, örömmel üdvözöljük az olyan kutató munkát, amelyenkről most Frank László kartársunk beszámolt. Ez az előadás a »nagyszilárdságú öntöttvasak« előállításának nemcsak elméleti lehetőségeit ismertette, de olyan üzemserű eredményekről számolt be, amely a gyakorlati útmutatója lehet minden technológusnak, aki a feladat megoldásával behatóbban kíván foglalkozni.

Az előadásban ismertetett kutatási eredményeket nem akarom bírálni, csak néhány gondolatot felvetni, amit tisztán az üzemben kifejlődött érzésem irányít. Ha a Vasipari Kutató Intézet további kísérleteit az általam felvetett problémákra is kiterjeszti, talán hamarabb jut el ahhoz az eredményhez, mellyel a magyar öntőipar fejlődéséhez értékes segítséget kíván nyújtani. Ismeretes az a gyakorlati megállapítás, hogy a kémiaiilag teljesen azonos összetételű nyersvas — a kupolóban történő átolvasztás után — egészen más szövetszerkezetű öntvényt ad akkor, ha a nyersvasat faszenes olvasztóban vagy ha kokszos olvasztóban termelték. A nyersvasban lévő szövetszerkezetbeli tulajdonság átöröklődik a készöntvénybe. Ugyanígy feltehető, hogy a modifikálással elért szövetszerkezet is — legyen az Fe-Si-os vagy Mg-os modifikálás eredménye — legalább is részben átöröklődhet, ha a beolvasztáshoz a modifikált öntvény felöntéseit, beömlőit vagy hulladékait használjuk fel. Amennyiben ezen feltevésnek helyessége a további kutatásoknál megállapítható lenne, úgy lényeges megtakarítás lenne elérhető a modifikátorként felhasználandó segédöntvényekben.

Az előadásból hallottuk, hogy milyen nehézséggel jár olyan Mg-os segéd-öntvözet előállítása, amely biztosítja, hogy a legkevesebb veszteséggel elegendő mennyiségű Mg-ot lehessen bevinni a folyékony vasba, a gömbszemcsés grafitú szövetszerkezet elérése végett. Itt felvetem azt a gondolatot: ahhoz, hogy Mg-ot vigyünk be a folyékony vasba, feltétlenül szükség van-e segédöntvözetre? Elgondolásom szerint, meg van a lehetősége annak, hogy Mg-ot gőz alakjában vigyünk be a fürdőbe, minek folytán nemcsak a segédöntvözetben lévő Mg-nak 80%-os elégeése lenne elkerülhető, de a Mg elégeése következtében keletkező »könnyű fajsúlyú és igen magas olvadáspontú Mg-oxid sem helyezkedik el a folyékony vas felületén és nem akadályozná meg a Mg diffúzióját a folyékony vasban.«

Szilumin öntvény gyártásánál alkalmazzuk a fémnek Na-al való nemesítését. A Na fém a szabad levegőn azonnal elég, miért is csak petróleumban tartható el. Vegyrokonsága tehát az O-hez lényegesen nagyobb, mint a Mg-é. Szilumin-fürdőbe mégis oxidáció nélkül bevihető. A Na-ot harang alá helyezve nyomjuk be a fürdő fenekére, ahonnan mint Na gőz jön fel a fürdőn át a felületre. Ugyanígy, vagy ehhez hasonló módon esetleg neutrális gázzal telt kis bombákban, vagy nyomásszabályozóval ellátott elgőzöltető készülék segítségével, be lehetne vezetni a Mg-ot oxidáció nélkül is a folyékony vasba. A Mg-nak fém-Mg, illetve Mg-gőz alakjában való bevitelével megoldódnék az a probléma is, hogy a segédöntvözetből miként lehetne a Cu-ot kiküszöbölni, a Mg-tartalmat fokozni és a Si-tartalmat csökkenteni.

Van azonban még egy dolog, amelyre itt fel kell hívnom a jelenlevő kartársaim figyelmét és ez a magas csapolási hőmérsékletű folyékony vas előállításának kérdése. Az előadás rámutatott arra, hogy úgy a Fe-Si-os, mint a Mg-os modifikálásnál mennyire fontos a minél magasabb csapolási hőmérsékletű folyékony vas előállítása. Az előadó megállapítása szerint a Mg-os modifikálásnál is, az 1400 C°-ú csapolási hőmérsékletnél csak azért nem tanácsos magasabb hőfokra felmenni, mert a túl heves reakció folytán még nagyobb lenne a Mg-veszteség. Öntődéink sem lángkemencékkel, sem elektromos olvasztóberendezésekkel nem igen rendelkeznek. A magas csapolási hőmérsékletű folyékony vasat tehát csak kupoló kemencéinkből állíthatjuk elő. Kupolóink azonban olyan elavult rendszerűek, hogy azokkal — különösen most, amikor a rendelkezésre álló olvasztó koks sem minden esetben felel meg a követelményeknek — magas, 1400 C°-on felüli csapolási hőmérsékletű folyékony vas előállítását biztosítani nem tudjuk. A modifikált öntvény gyártásának bevezetése előtt ezt a kérdést nekünk üzemi dolgozóknak kell megoldani.

Meg kell ezt a kérdést oldani azonban az öntődékben is, amelyek egyelőre nem tudnak modifikált öntvényt gyártani, mert a műszaki fejlesztési tervben rájuk vonatkozólag is előírt selejtcsökkentést és a fajlagos koks-fogyasztás csökkentését másként nem oldhatjuk meg, csak úgy, ha kupolóinkat átállítjuk, illetőleg kevesebb koks-fogyasztással is, magasabb hőfokú vas előállítására tesszük alkalmassá. Az előmelegített levegővel, az oxigénnel dúsított levegővel járatott kupolók a magasabb hőmérsékletű folyékony vas előállításának kérdését többé kevésbé megoldják, hazánkban azonban, még ilyen rendszerű kupoló kemencék nincsenek üzemben.

Felhívom azonban a kartársak figyelmét a Mávag-ban már üzemben lévő Király-féle kupoló kemencére, amely a kupolóban a CO<sub>2</sub>-nek CO-ra történő redukciójához felhasznált endothermikus meleget értékesítve 8%-os koks-felhasználással a minimális 1400 C° hőmérsékletű vas előállítását biztosítan



tudja. Ez a rendszerű kupoló korszakalkotó jelentőségű újítás a kupolók történetében.

Fel kell még hívnom a figyelmet arra, hogy az R. M.-művekben, valamint a Mávagban is használatos kétsoros fuvókarendszerrel egész jó eredményeket lehet elérni. A Vasöntőde és Gépgyárban beépített kétsoros fuvókarendszerű kupolóban pedig 2 havi üzemidő alatt, átlagosan 15%-os kokszmegtakarítást tudtunk elérni, azonos minőségű koksz felhasználással és a kemence óránkénti olvasztási teljesítménye is cca 35%-kal emelkedett, a vas csapolási hőmérséklete pedig eléri az 1400—1420 C°-ot.

Kisebb kokszfogyasztás természetesen a kén felvételét is csökkenti és ezáltal az ilyen rendszerű kétsoros kupolókkal is már megfelelő minőségű folyékony vas állítható elő, a modifikált öntvény gyártásához.

Arra kérem itt a Vasipari Kutató Intézetet, tegye megfontolás tárgyává az előzőekben ismertetett elgondolásaimat. Illessze be további kutatási programjába és vizsgálja meg abból a szempontból, hogy az eddigi kísérleti eredményeket nem lehetne-e nagyobb találati biztonsággal, kevesebb nehézségekkel és gazdaságosabban elérni. Minthogy pedig a Fe-Si-mal való modifikálás már teljesen megérett arra, hogy azt öntődéinkben bevezethessük, a Vasipari Kutató Intézet írja elő a gyártási technológia minden részletét, irányítsa és ellenőrizze a gyakorlati végrehajtást és mi az öntődék vezetői éppen úgy mint a Kutató Intézet dolgozói vállaljuk, hogy ezen korszerű technológiai módszerek alkalmazásával, öntőiparunk elmaradottságát a legrövidebb időn belül be fogjuk hozni és ezzel nehéziparunk ötéves tervének sikeres végrehajtását biztosítjuk.

#### TÓTH ANDRÁS

A ferroszilíciummal való beoltás jótékony hatása a szürkeöntődék dolgozói előtt már évtizedek óta ismeretes. A Frank kartárs ismertette eljárásán kívül az üzemek még több oltási eljárást is ismernek. Ilyenek például a folyékony fémmel, vagy valamely öntvénydarabbal való oltás is. Közel húsz évvel ezelőtt azt akartam bebizonyítani, hogy helytelen szokás az, amikor a forró vasba hűtés céljából beömléstarabokat, vagy felöntés csonkokat dobnak be. Az így kezelt vasból vett próbapálcák azonban mindig jobb eredményt adtak, mint a kezeletlenek. Ezt az öntudatlanul végzett oltást, illetve modifikálást azóta is nagyon sok öntődében láttam és alkalmaztam is, de a jelenség magyarázatát először a szovjet szakirodalomban találtam meg. A ferroszilíciummal való modifikálás és általában a modifikálás annál eredményesebb, mennél nagyobb a vas hőmérséklete és mennél kisebb a vas kén-tartalma. Elősegíti a modifikálást a a vas kevés szén- és szilíciumtartalma. A modifikálás szempontjából azonban ez a két elem nem annyira fontos, mint a vas oltásközbeni nagy hőmérséklete, vagy pedig a vas kis kén-tartalma. A helyesen végrehajtott modifikálásokkal a szürkevas szilárdsága a leggyakrabban 30—32 kg/mm<sup>2</sup> között van, de volt eset, amikor az oltáskor a vas hőmérséklete 1420 C° volt és ekkor 40 kg/mm<sup>2</sup>-t is sikerült elérnünk. Ezek az eredmények azt igazolják, hogy mindazok a feltételek, amelyek a nagy hőmérsékletű vas előállítását lehetővé teszik, a jó szilárdságú modifikált vas létrehozását is biztosítják, tehát a modifikálásra szánt vas olvasztásához jó kupolókemencét és jó minőségű kén-szegény kokszot kell használnunk.

A Mg-mal való modifikálásra is ma már bőséges üzemi tapasztalat áll rendelkezésre. Sajnos, ennél az igen nagy jövőjű eljárásnál még nem dicsekedhetünk annyi jó eredménnyel, mint az előbbinél. Nyúlást az öntési állapotban

még nem sikerült elérni, sőt nagy daraboknál, mint a bemutatott képeken szereplő lánckerekeknél, még különböző hőfokon való hőkezeléssel sem sikerült biztosítani. Ezeknél az öntvényeknél nem egyszer tapasztaltuk, hogy nemcsak az öntvény anyagának nyúlását, de még a feszültségektől mentesítését sem sikerült elérnünk, mert voltak öntvények, amelyek hőkezelés után is minden külső erőhatás nélkül elpattantak. Nem sikerült tisztázni a kérdést, hogy ez a romboló feszültség a hibás hőkezelés, vagy pedig annak az óriási feszültségnek az eredménye volt-e, amely valószínűleg a grafitnak gömbalakba kényszerítését okozza. A Mg-al modifikált öntvény technológiája, bár az anyag sokban hasonló az acélhoz, azzal mégsem azonos. Ennek oka, hogy a gömbszemcséjű anyag sokkal nagyobb mértékben szívódik, mint az acél és zsugorodása is lényegesen nagyobb annál. Néhány öntvényen 25 és 33% közötti értékeket mértünk.

A Mg-mal modifikált öntvény szövetszerkezetét nagy mértékben befolyásolja a falvastagság. Az elrepedt, nagyméretű lánckerék-öntvények vékony küllőiből kivett csiszolatban nagyon szép gömbszemcsés grafitot lehetett látni, míg a vastag agyrészből kivett csiszolatban a grafit quasi flake-alakzatú volt. Véleményem szerint ez az egyetlen szövetszerkezet is nagyban hozzájárulhatott a kerékben lévő feszültségek megszüntetését célzó sikertelen hőkezelésekhez. Meg kell jegyezni, hogy a szóban lévő öntvényeket acélból gyártva, sem a gyártás, sem a megmunkálás alkalmával semmi zavaró szívódást, vagy repedést okozó feszültséget nem tapasztaltunk, ami szintén igazolja azt, hogy a Mg-mal modifikált vas az acéltól eltérő és a temperöntvényhez közelebb álló anyag és technológiája is a temperöntvényekhez fog jobban hasonlítani.

A hivatalos szövegben az Al-tartalmú segédöntvözetéről is ír Frank kartársunk. Ezzel legyünk óvatosak. Az üzemi tapasztalatok szerint az Al igen jó addig, amíg a vasnak fölös oxidtartalmát kell lekötnie, abban az esetben azonban, amikor az Al fölöslegben van, a forma nedvességének megbontásán túl igen nagy mértékben rontja a vas higfolyósságát és ezzel együtt annak formatöltő képességét. A Mg-os modifikálásnál az alacsony ötvözési hőmérséklettel nem értek egyet, mert miként a nagyobb Mg-tartalmú Mg-segédöntvözet nem jár hevesebb reakciós jelenséggel, éppen így a nagyobb hőmérséklet sem okoz káros Mg-veszteséget. Sőt a modifikálás eredményessége is jobb, amit igazol De Sy kísérletén kívül az az üzemi megfigyelés is, hogy az elektromos kemencében túlhevített vas nagyobb kéntartalma ellenére sokkal finomabb, tömörebb gömbszemcsés szerkezetet eredményez, mint az alacsonyabb hőfokú kúpolóban modifikált vas.

Az alacsony modifikálási hőmérséklet a gyakorlatban számos nehézségre vezet. A modifikálást, mint Frank kartárs is megemlíti, sokkal sikeresebben tudtuk nagyobb üstben elvégezni. A salaklehúzással, valamint a hosszú öntési idővel azonban a vas igen nagymértékben lehült és ezért nem egyszer nagy üst-cserepeket kapva, vékonyabb öntvények öntésére nem is lehetett gondolni. A Mg-os oltásnak tehát nagyobb hőmérsékletű anyagban kell történnie nemcsak a Gillemot professzor előadásához való hozzászólásomban kifejtett okok miatt, hanem azért is, hogy így hosszabb ideig kellően higfolyó és a vékony kis öntvények öntésére is alkalmas anyag álljon rendelkezésünkre.

A Mg-os modifikálásnál azt a zavaró jelenséget, hogy a vas felszínén úszó, nehezen lehúzható finom MgO port ne kelljen eltávolítani, az öntéshez teás-kannaszerű üstöt kell alkalmazni. Így a salak eltávolításával nem kell időt tölteni és ezzel a vas lehülését is nagymértékben sikerül csökkentenünk.

A vasnak Mg-mal való modifikálására igen nagy jövő vár. Ha a felsorolt hiányosságokat sikerül kiküszöbölnünk, ha nem is egészen, de nagymértékben sikerül közel kerülnünk a célhoz. Talán az évtizeden át acélöntéssel eltöltött időből visszamaradt csökevény az, hogy nem értek egyet Frank kartárral abban, hogy a Mg-al kezelt vas sokkal kopásállóbb, mint az acélöntvény. Én még ma is az acélt tartom a legjobban feltárt és legjobban kezelhető anyagnak, mellyel csaknem tetszésünk szerint bánhatunk és amelyből tetszés szerinti minőségi értékeket tudunk biztosítani. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy ettől a Mg-mal modifikált új anyagtól nem várok nagyon sokat. Erre a könnyebben gyártható és sokat ígérő anyagra iparunknak igen nagy szüksége van és éppen ezért élénken figyeljük mindazt, ami a vele való kísérletezés közben történik és amivel ez az anyag is az acélhoz hasonló biztonsággal irányítható minőségű anyaggá válik. Mindazoknak, akik ezzel a kérdéssel foglalkoznak, további bő sikereket kívánva, hiszem, hogy az az idő nincs messze és iparunk fejlesztésébe ezt az anyagot is rövidesen bevonjuk.

### KŐRÖS BÉLA

Frank kartárs részletes beszámolója az öntöttvas nemesítése terén a most záruló évben végzett nagyterjedelmű és problémákkal teljes kutatásáról, lényegéről, azt a kérdést veti fel előttem: merre kell tovább haladnunk? A kérdés felvetése indokolt, mert az év folyamán Magyarországon is erősen előtérbe került a modifikált öntöttvas kérdése, ami nálunk ezideig — eltérőleg a Szovjetuniótól, Lengyelországtól stb. — ipari kísérletek tárgyát, még kevésbé tudományos kutatásokét, nem képezte.

A modifikált öntöttvasat, melynek gyökereit a szovjet szakirodalom is az irodalomból nálunk ismert mechanite (mihenit) öntöttvasra vezeti vissza, a több mint negyedszázados múltú perlitos öntöttvas fölé, de jóval a Cu és Ni segédötvöztes Mg-os, gömbgrafitos minőség mögé kell helyezni. Tudjuk, hogy a perlitos öntöttvasat, min. 26, a modifikáltat min. 30—38 és a Ni-ötvözésű gömbgrafitosat 45—55 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság jellemzi, illetve így gyárthatók. A csabító irány tehát látszólag kétségtelenül a gömbgrafitos anyag lenne, amely rövid időtartamú célszerű hőkezeléssel az acélöntvényeknek közepes szilárdsági kategóriáit, vagyis jelentős hányadát alkalmas helyettesíteni, kisebb önköltség mellett.

Valójában a helyzet azonban az, mint azt Frank kartárs beszámolója is világosan igazolja, hogy nálunk figyelembe vehető Fe-Si-os segédötvözet útján csak a min. 40 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdság biztosítható. Tehát olyan minőség, amely egész szorosan van csak felette a modifikált minőség felső határának. Kiténik az előadásból továbbá a FeSi-nak mint beoltónak, vagy modifikátornak döntő hatása, amit az előadó kutatásai erősen kiemelnek. A FeSi pedig, mint tudjuk, a modifikált öntöttvas kecsanyaga, de egymagában sem gömbgrafitot sem S-csökkentést létrehozni nem tud.

És most ehhez kapcsolódva, viszonyulok azokhoz a hazai 20—22 év előtti nem tudatos »modifikálásokra«, amelyekről az előadó is megemlékezett a Győri Vagongyár akkori öntödéjével kapcsolatban. Részben még ma is élő akkori munkatársaim nevében elsősorban köszönöm ezt a megemlékezést akkori, bizony sok problémával járó munkánkról. Kevesen lesznek, akik tudják, hogy nem néhány elszigetelt kísérletről, hanem megszakításokkal több éven át 2—2,5 fm. hosszú, 40 atm. nyomásra igénybe vett tápvízmelegítő

bordácsövek gyártásáról volt akkor szó. Ebből az anyagból 600-nál is több készült az egyik nagy erőközpontunk kazánháza részére.

Akkor már a perlites nagyszilárdságú öntöttvas gyártásának elvi alapjait a szakirodalom kellően tisztázta ugyan, mindazonáltal vagy éppen ezért, érdemes megemlíteni, hogy milyen pontosan ellenőrzött kohászati technológiával kellett dolgozni. Mai szemmel nézve talán nem különös, de akkor merész vállalkozás volt 40% acélhulladékot, 7% tükrös nyersvasat tartalmazó eleggyel dolgozni. A FeSi adagolás (nevezzük ma modifikálásnak) rendszeres volt ugyan, de nem történt kivétel nélkül minden üstnél, hanem csak az ékpróbaknak megfelelően. Egyébként is átlagosan nem haladta túl a 0,25%-ot. A szakító próbapálcák  $20 \times 20$  mm keresztmetszvényű nyers öntvényből kimunkáltak voltak. Csúcsértékként 36—37 kg is adódott. Ellenőrzésünk pontosságára jellemzésül csak egyet említek meg: ha pl. a betét nyersvasa körül a legkisebb kétségeink voltak, akkor sokszor bizony egy-egy nyersvas rakásból minden 3.—4. tömböt vizsgáltuk, legalább is Si-tartalomra. A forró olvasztás minden előfeltételét nem csak megteremteni, de fenntartani is sikerült.

Ma visszatekintve, tájékozódási lehetőségeinket, elszigeteltségünket tekintve — úgy gondolom — komoly feladatot teljesítettünk, de ezek az adatok arra figyelmeztettek elsősorban, hogy legerőteljesebben vegyünk irányt a modifikált öntés elterjesztésére. Nem csupán azért, mert ezt — úgy gondolom Frank kartárs kezdeményezésére — hivatalos körök is magukévá tették, de mert ez az anyagminőség szervesen épült rá, szerves folytatása a perlites öntöttvas építményének és bár elmélete körül ugyancsak vannak vita tárgyát képező pontok, de lényegében kevésbé látszik függni az ipari gyártás sikere a még tisztázandó elméleti kérdésektől, mint a gömbgrafitos öntésnél. A Mg—Si—Fe gömbgrafitos anyagtól szilárdságban, (pusztán a 20—22 év előtti győri adatokat mérlegelve) csak 7 kg/mm<sup>2</sup>-tel marad el; találati biztonságban felülmúlja, előállítás egyszerűbb és olcsóbb.

Állásfoglalásom nem kíván fékezője lenni a gömbgrafitos anyag tudományos és gyakorlati kutatásának. Nem is lehet arról szó, hogy 50—60 kg/mm<sup>2</sup>-t is elérőssel emellett hőkezelve komoly szívósságot nyújtó öntöttvasanyag kutatását, fejlesztését háttérbe szorítsuk. De állapítsuk meg, hogy a gömbgrafitos anyag még nem »szorított magának helyet« az öntvényfajták társaságában és valószínűnek látszik, hogy a modifikált öntés kifejlesztése folytán, különleges célokra acélöntvényt helyettesítve vagy újszerű szerkezetek anyagaként fog érvényesülni. Mennyiségben tehát nem jelentősen, minőségben nyilván annál fontosabban.

Az, hogy a különféle öntöttvas termékek milyen helyet vívnak ki maguknak, nagymértékben függ attól is, hogy üzemeinkben legyen meg a fejlesztésükhöz kezdeményező és lendítő erő, de talán mégjobban attól is, hogy jelentkezzenek is olyan igények a gépszerkesztők, öntvényfelhasználók részéről, ami ezt a lendületet megadja, megköveteli. Ez volt az eset az említett 21 év előtti »nem tudatos« modifikálás esetében is. Meggyőződésem szerint a problémák, a modifikált anyagra gondolok most, akkor sem voltak kisebbek.

Fontos, hogy az új öntöttvas ipari felhasználói ne csupán a szövetről, a vegyi összetételről, hanem egyéb számukra talán még érdekesebb fizikai jellemzőkről is tájékoztatást kapjanak. Így a keménység, megmunkálhatóság, a falvastagság érzékenység stb. alapvető kérdésekről. Mielőbb elindítást kíván a hazai gömbgrafitos anyag hőkezelési kérdése. Ha csak néhány %-os nyúlást is sikerült rövid időtartamú hőkezeléssel biztosítani, az máris javítaná az

anyagot, hogy a közönséges acélöntvény és temperöntvény helyettesítője legyen.

Végül megemlítem a duzzadás-állósági vizsgálatok megindításának fontosságát, a lágyabb minőségű perlit-ferrites gömbgrafitos anyag ciklikus hevítésekkel szemben kifejtett ellenállásának tisztázása hengerfejek, égőfejek, sőt esetleg acélművek kokillái stb. részére is érdekességgel, esetleg jelentőséggel is bírhat. Ezt egyes külföldi közlések is hangsúlyozzák.

#### HAJTÓ NÁNDOR

Az előadásban ismertetett kísérleteket javarészt nagyüzemekben végezték. Az üzem műszaki vezetői — legalább is részben — a kísérletek során szerzett tapasztalataikról már nyilatkoztak.

Figyelmemet sok minden között elsősorban éppen az ragadta meg, hogy a kísérletek javarészt nagyüzemekben történtek. Ez a laboratóriumi kísérletekkel, illetve azoknak tervezési lehetőségeivel, valamint tervszerű végrehajtásával érdekes összehasonlítási lehetőségeket nyújtott. Bevallom, nekem az az impresszióm, hogy ez a vonalvezetés meglehetősen zeg-zúgos, aminek az okát elsősorban abban látom, hogy a kutatások tematikai terve gyakran és érzékenyen reagált az újabb és újabb irodalmi megnyilatkozásokra.

Frank kartárs előadása közben válaszolt egy előbbi megjegyzésemre, legyen szabad ezzel kapcsolatban emlékeztetnem arra, hogy a gömbgrafitos öntöttvas nagyszilárdságú voltát nem vontam kétségbe. Ellenkezőleg, sajnálkoztam azon, hogy mi még a mi gömbgrafitos öntöttvasunkat csak a nagyszilárdságú öntöttvasak csoportjába sorozhatjuk, mert ez azt jelenti, hogy legfeljebb öntöttvasként alkalmazható és nem alkalmas olyan célra, amelyre megfelelő szívóssága kellene, hogy predesztinálja. Meggyőződésem az, hogy a vele kapcsolatos többletköltségeket csak az ilyen felhasználás indokolhatja.

Érdeklődéssel hallottam továbbá az új, az eddiginél lényegesen kedvezőbb tulajdonságú segédötvözetek keletkezéséről szóló beszámolót. Sajnos, az előadó ezt a részt — az előadás szokatlan terjedelme ellenére, vagy talán éppen ezért — csak távirati stílusra korlátozta és az új segédötvözetek felsorolásán kívül mást alig mondott. Ezért arra kérem, hogy ezeknek a készítési módját és körülményeit a műszaki sajtóban pótlólag ismertetni szíveskedjék.

Tömösközy kartárs hozzászólásával kapcsolatban csak annyit kívánok megjegyezni, hogy a Mg-nak gőzalakban való bevitelére vonatkozó kísérletek már kerekén  $\frac{3}{4}$  éve — de egyelőre még, sajnos, eredmény nélkül — folynak.

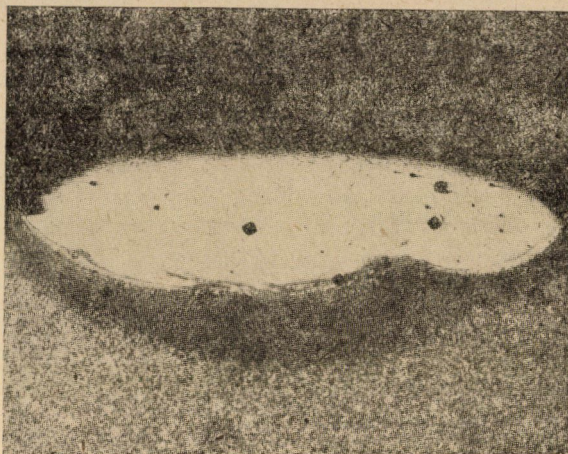
#### ZORKÓCZY BÉLA

Nem volt szándékomban a gömbszemcsés grafitú öntöttvas kérdéséhez hozzászólni, mert evvel a problémával behatóan még nem foglalkoztam. A konferencia két utolsó napján elhangzott előadások és különösen az azokat követő igen élénk vita azonban arról győzött meg, hogy e kérdéshez hozzászólnom kötelességem. Úgy érzem nevezetesen, hogy e kérdéssel foglalkozó kutatókat közelről fogják érdekelni azok a jelenségek, amelyeket másirányú kutatásaink során, mint mellékes kísérőjelenségeket észleltünk. Sőt, az is lehetséges, hogy hozzászólásom e kérdés felderítésének új útjait fogja feltárni.

A Vasipari Kutató Intézet Hegesztési Osztálya öntöttvas hegesztésével végzett kutatásának egyik célja a szürkevas-bázisú *hegesztőpálca kísérletezése*. Olyan bevont ivhegesztő elektródát keresünk, amely hegesztéssel a szürkevas alapanyag tulajdonságaihoz közelálló, megmunkálható hegesztővarratot ad. E vizsgálataink során a különféle kísérleti hegesztőpálca-bevonatok hatásaként

találkoztunk az itt szóba hozott összes grafit-kristályféleségekkel. Az ilyen hegesztés közben kapott grafitfajtákat egy képsorozattal mutatom be.

Az 1. kép négyszeres nagyításban mutatja egy varrathernyó keresztmetszetét makroszkópos maratással. Jól látható a kép alján lévő szürkevas



1. kép. A varrathernyó keresztmetszete. 4×

alapanyagnak a varrathernyóval szomszédos, átkristályosító hőhatásnak kitett sötétebbre maratott hőhatásöve, valamint a varrat és az alapanyag határán húzódó átmeneti ledeburitos vékony kéreg.

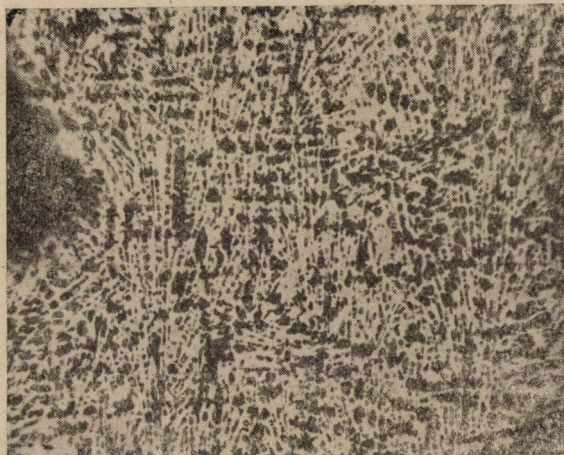


2. kép. Az alapanyag mikroszövege. 640×

A 2. kép a hegesztésre felhasznált szürkevas alapanyag mikroszkópi képe a következő felvételekkel azonos 640-szeres nagyításban, a grafitkris-

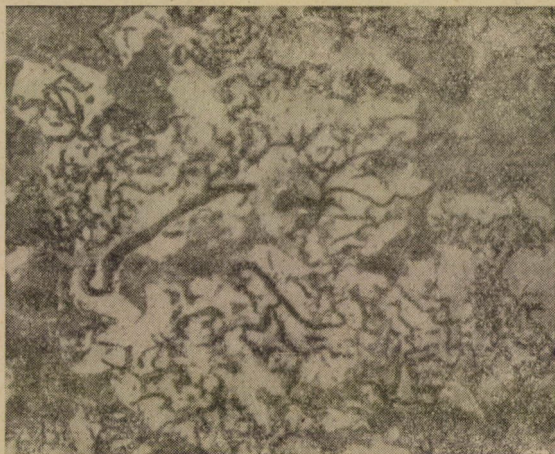
tályok nagyságának összehasonlításául. Az alapanyag összetétele: 3,64% C, 1,75% Si, 1,23% Mn, 0,11% S, 0,11% P.

A 3. kép szürkevas-elektrodával minden bevonat nélkül készített varrat ömledékének szövete: ledeburit.



3. kép. Csupasz hegesztő elektróda varratának szövete: ledeburit. 270×

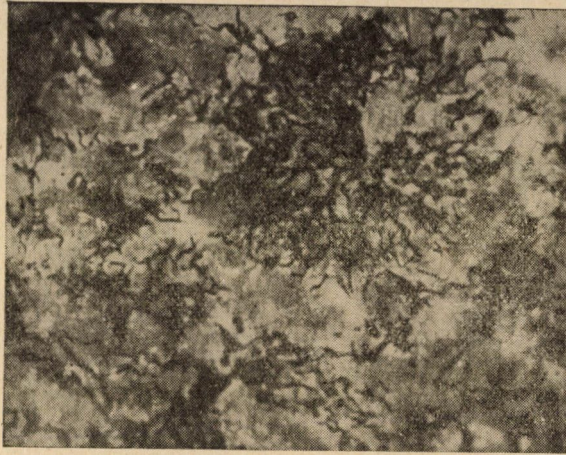
A 4. kép már bevont hegesztőpálcával készült varrat szövetét mutatja. A hegesztőpálca alapanyaga kereskedelmi »WAG« szürkevas gáz-hegesztőpálca volt az összes ezután bemutatott szövetű varratok hegesztésénél, melynek



4. kép. C és Al grafitkiválasztó hatása. Lemezes grafit. 640×

összetétele: 3,40% C, 3,00% Si, 0,40% Mn, 0,10% S, 0,11% P. A hegesztőpálca bevonatához olyan anyagokat választottunk, amelyek az ívtartás elősegítésén kívül a grafit kristályosodását segítik elő. A grafit-kiválást elősegítő

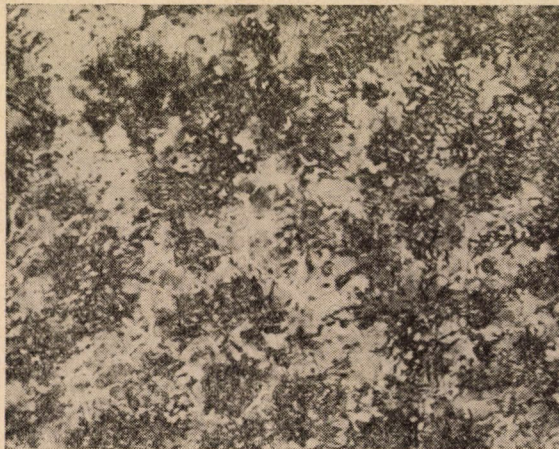
ötözők hatásosságuk sorrendjében : C, Si, Al, Ti, Ni, Co, Cu. Ezek közül a 4. számú mikrofotográfián bemutatott grafitkiválást szénrel és alumíniummal értük el. E pálcák bevonata tehát ferroszilíciumot nem tartalmazott. Látható



5. kép. C+Si+Al grafitkiválasztó hatása lassú hűtésnél : rozettás grafit. 640×

a képen mind a nagyobb méretű primér, mind a finomabb eutektikus grafit, mindkettő lemezes alakban. A tisztán alumíniummal elősegített grafitkiválás modulált grafitot nem mutatott.

A 5. kép az előbbivel azonos nagyításban mutatja olyan hegesztőpálca ömledékének grafitkristályosodását, melynek bevonata grafiton és alu-

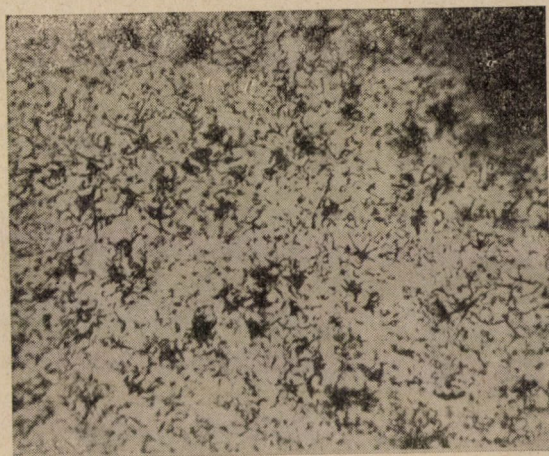


6. kép. Ugyanaz, mint az 5., kisebb nagyításban. 270×

míniumon kívül ferroszilíciumot is tartalmaz. A grafitkristályosodás alakja az ismert rozettás.



A 6. kép ugyanezt a szövetet mutatja kisebb, 270-szeres nagyításban. A két utolsó mikrofotográfia ömledékének kristályosodását jellemzi az, hogy ez a varrat 6 mm vastag, tehát vékony, aránylag kis darab szürkeöntésen készült, az ömledék lehülése tehát aránylag lassú volt.



7. kép. C+Si+Al grafitkiválasztó hatása gyors hűtésnél: csomós grafit. 270×

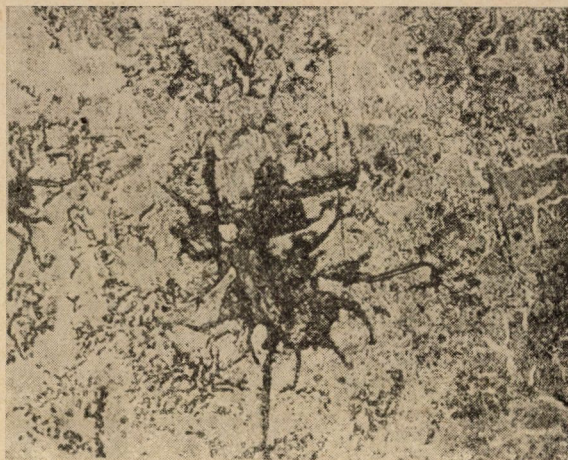
A 7. kép szintén 270-szeres nagyításban mutatja ugyanezen hegesztő-elektroda, tehát bevonatában Al-ot, Fe-Si-ot és grafitot egyide-



8. kép. Ugyanaz, mint 7., nagyobb nagyításban. 640×

jűleg tartalmazó hegesztőelektroda ömledékének szövetét. Itt már megjelenik a grafit-kristályosodás modulált alakja, melyet Gillemot professzor előadásában »lemezszerű«, dr. Hajtó Nándor »quasisflake« grafitnak nevez.

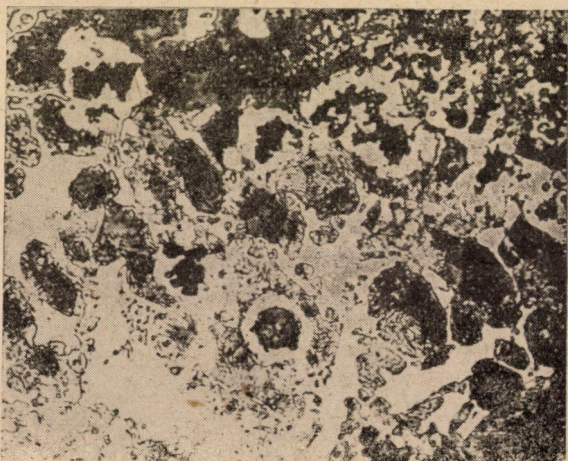
A 8. kép a 7. sz. felvétel egy részletének 640-szeres nagyítását mutatja be. Ezen a felvételen a grafit modulációjának törekvése a gömbalak felé jól megfigyelhető. A két utolsó felvétel varrata 25 mm vastagságú



9. kép. C+Si moduláló hatása : csomós grafit. 500×

nagyméretű öntvény felületén készült. A kristályosodás körülményeit tehát az aránylag gyors lehűlés jellemzi.

A 9. kép olyan hegesztőpálca varratáról készült, amely az eddigiektől abban tér el, hogy bevonatát két rétegben vittük fel a hegesztő-



10. kép. C+Si hatása a ledeburitos átmeneti részben : szferolitos grafit. 750×

pálcára. A belső réteg grafitot, a külső pedig Fe-Si-ot tartalmazott. A varratanyag ömledéke a 9. sz. mikrofotográfián 500-szoros nagyításban feltüntetett csomós primér, vagy dr. Hajtó szerint a túlhűtés során ömledékből kristályo-

sodott quasi-primér csomós grafitkristályt, valamint finomabb eloszlású eutektikus grafitot tüntet fel. Ez a felvétel a varrat ömledékének közép részéről készült.

A 10. kép ugyanennek a varratnak az alapanyagba való átmenete közelében húzódó ledeburitos részéből készült 750-szeres nagyításban. Ezen a képen már a tiszta szferolitos grafit képe is megjelenik. (Mint érdekességet említem meg, hogy ezt a jellegzetesen szferolitos grafitkristályosodást hegesztővarratban mindezeideig ma reggel találtuk először. Müller László és Szűcs Ervin kartársak gyors munkájának köszönhető, hogy ezt a mikrofotográfiát itt bemutathatom.)

Fentiek során bemutatott felvételekből három megfigyelést rögzíthetünk: 1. Al-nak mint grafitkiválasztónak hatására csak lemezes kristályosodás következik be. 2. Fe-Si modulátor alkalmazása már az összes modulált grafitféleségeket előidéz, mégpedig annál jobban közelíti meg a gömbszemcsét, minél erősebb a túlhűtés, tehát minél gyorsabb a hűtés. 3. A modulált és szferolitos grafitkristályosodás ívhegesztésnél Ce, Mg, Ni, vagy Cu segítségével hívása *nélkül* is bekövetkezik. Valószínűnek látszik, hogy a Fe-Si modifikáló hatása bizonyos körülmények között még szferolitos grafit előállítására is képes.

#### Következtetések

1. A szferolitos grafit folyékony fázisból, tehát priméren, vagy — dr. Hajtó szerint — a túlhűtés miatt quasi-priméren kristályosodik.

2. A gyors hűtés, illetve annak következménye a túlhűtés olyan tényező, mely szferolitos grafit kristályosodásához szükséges feltétel. Az ívben bekövetkező túlhevítés vagy annak következménye, a nagy hőfokesés ugyancsak kedvez a grafit szferolitos kristályosodásának.

3. A villamos ívben végbemenő folyamatok segédítővöze szerepét bizonyos körülmények között átvehetik.

4. Tekintettel arra, hogy kísérleteinknél mind az alapanyag, mind a hegesztőelektróda anyaga legalább 0,1% S-t tartalmazott és az ívhegesztés közben a varrat S-tartalmában tapasztalat szerint, dúsulni és nem csökkenni szokott, a S-tartalom hatásit a gömbszemcsé képződésre gondosan felül kell vizsgálni.

5. Az ívhegesztés igen alkalmasnak látszó olcsó, termelékeny munkamódszer a grafitkristályosodás tanulmányozására. Felhívom erre az e téren kutató kartársaink figyelmét.

#### FRANK LÁSZLÓ válasza

Köszönetemet kell kifejezmem a sok és értékes hozzászólásért, ami bizonyos mértékig nekünk is iránynt mutat a jövő kutatásai szempontjából.

Szvath kartársnak válaszom az, hogy a ferroszilíciumos modifikáló technológiai utasítását tudomásom szerint a KGM Öntödei Osztálya má szétküldte. Egyébként Hargitai kartárssal, az RM öntöde vezetőjével a kérdést már részletesen megbeszéltük. Annak oka, hogy nem foglalkoztam eléggé a ferroszilíciumos modifikálás elméletével az, hogy ez nem volt feladatomban. A ferroszilíciumos modifikálás elméletének kérdésében majdnem olyan bizonytalanságban vagyunk, mint a gömbszemcsés grafitú modifikálás kérdésében. A szovjet tudósok kutatásai a kérdést lényegesen előre vitték, de megoldottak nem tekinthető. Jóllehet a modifikálás elméletét még nem ismerjük, az eljárást úgy a Szovjetunióban, mint Lengyelországban minden komoly öntöde használja. A mi öntödeink is elindultak ezen az úton és a kezdeti sikerek biztatók, de hangsúlyozni kell, hogy az alapvető technológiai feltételek hiányában és be nem tartásuk

esetén csak részlet- és kezdeti sikerekre számíthatunk. Komoly és állandó sikereket csak az öntődei technológiai színvonalnak a jelenleginél lényegesen magasabb szintje fog biztosítani.

*Tömösközy* kartárs javaslatára dr. Hajtó Nándor válaszolt, ehhez nekem hozzátennivalóm nincs.

*Tóth* kartárs hozzászólásához az a megjegyzésem, hogy a magnéziumos modifikálás bevezetésével kapcsolatban természetesen vannak nehézségek, ezek a nehézségek azonban legyőzhetők. Ilyen nehézség például az, amit megemlít a lánckerek öntésével kapcsolatban, amelyek közül utólag sok az öntési feszültség következtében megrepedt. Nem hagyható figyelmen kívül azonban az, hogy ezek a kerek szürke öntésre és nem acélöntés technológiájára voltak tervezve, már pedig előadásomban is hangsúlyoztam, hogy a nagyobb szilárdsággal együtt jár a nagyobb belső feszültség is és ezt az öntvény modell szerkesztésénél figyelembe kell venni. A *Tóth* kartárs javasolta teáskannás üstök használatával egyetértek, ezek azonban szélesszájú üstök legyenek, nem kell félni a folyékony vas gyors lehűlésétől, miután a magnéziumos előötvözet egy exotherm ötvözet, ami megakadályozza annak gyors lehűlését, ha letakarja a folyékony vas felületét.

*Dr. Kőrös* kartárs hozzászólásából ki kell emeljem azt a fontos szempontot, hogy elérkezett annak az ideje, hogy a szerkesztők megköveteljék gépszerkezetekben a modifikált öntvény alkalmazását, mert egyrészt ez egyik legfontosabb lendítő ereje lesz ezen öntvényfajta elterjedésének, másrészt ez fontos tényezője lesz ezen öntvényfajttal elérhető gazdasági megtakarítások megvalósításának.

*Dr. Hajtó* kartárs hozzászólásával egyetértek, amikor azt mondja, hogy kísérleteink nem egy szoros tematikához igazodtak. Ennek oka az volt, hogy kísérleteink legnagyobb részét üzemekben kellett elvégeznünk, s így alkalmazkodni kellett az adottságokhoz és lehetőségekhez. Mióta a Kutató Intézetben folytatjuk kísérleteinket, azóta természetesen pontos tematikai terv alapján dolgozunk. Miután az ipar követelményei sürgetők, természetesen kísérleteinknél mindig figyelembe vesszük ezen a téren az általános haladás eredményeit, s így igyekszünk minél gyorsabban az ipar számára hasznos támpontokat nyújtani az eljárás alkalmazásához.

*Zorkóczy* professzor közlései mindnyájunkat mélyen impresszionáltak. Visszaemlékezem arra az időre, amikor vita folyt arról, hogy a Vasipari Kutató Intézet hegesztési osztálya foglalkozzék-e öntöttvas hegesztőpálca kidolgozásával vagy — miután ebből az ipar szükséglete aránylag nem túlságosan nagy — vegyük-e meg ezeket a hegesztőpálcákat külföldön. Mi akkor azon az állásponton voltunk, hogy kísérletezni kell a hazai öntöttvas hegesztőpálcákkal, mégpedig az öntöttvas kutatása terén elért legújabb eredmények alapján. Akkor tehát mi nyújtottunk segítséget a hegesztőknek és most örömmel látjuk, hogy kutatásaik eredményei nyújtanak segítséget nekünk az öntődei kutatásokhoz. Eredményesnek mutatkozik tehát viszonylag távoleső területek kutatásainak kölcsönhatása. Reméljük, hogy ez a kölcsönhatás a továbbiakban még csak fokozódni fog és segítséget fog nyújtani a hegesztőknek az öntöttvas hegesztőpálcák kidolgozásában éppúgy, mint ahogy segítséget fog nyújtani az öntődei kutatóknak a modifikált öntés területén a grafit kristályosodási elméletének egyes, ma még homályos részleteinek tisztázása terén.

# ÚJABB ADALÉKOK A MAGNÉZIUM-MANGÁNÖTVÖZETEKHEZ

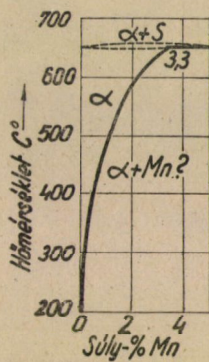
EMŐD GYULA

A színmagnéziumot kis szilárdsága és erős korróziós hajlamossága miatt egymagában ritkán alkalmazzák, de annál inkább ötvözeteit. Ötvözésére alumíniumot, cinket, mangánt és szilíciumot, ezenkívül cirkont, stronciumot, cériumot is használnak.

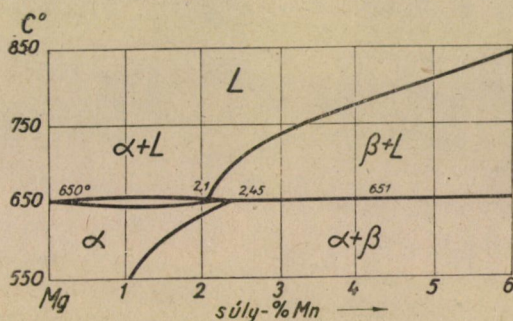
Technikai felhasználás szempontjából leginkább azokat az ötvözeteket alkalmazzák, amelyek könnyen alakíthatók, jó közepes szilárdságúak és korrózióra a legkevésbé hajlamosak. Ilyenek pl. a képlékenyen is jól alakítható Mg—Mn-ötvözetek.

A mangán a magnéziumötvözetek hegeszthetőségét is előnyösen befolyásolja. Ezzel az ötvözetrel foglalkoznunk érdemes már csak azért is, mert mangánércünk van és így a magnézium ötvözéséhez nem kell ötvözőanyagot importálnunk.

*E. Schmid* és *G. Siebel* vizsgálatai szerint [10] 645 C° eutektikus hőmérsékleten a magnézium 3,3% mangánt szilárd oldatban tart (1/a. ábra). A hőmér-



1/a. ábra



1/b. ábra

séklet csökkenésével azonban a mangán kiválik és 200 C°-on mangán gyakorlatilag nem oldódik.

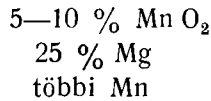
Az újabb kísérleti adatok szerint a Mg—Mn-ötvözetrendszer peritektikus és az olvadt magnézium a különböző hőmérsékleteken különböző mangánmennyiséget old (1/b. ábra). *J. D. Grogan, J. L. Haughton, N. Tiner, G. F. Sager*

és *B. I. Nelson* kísérletei alapján [14] és [15] az olvadt magnézium a következő mangánmennyiségeket oldja :

Hőmérséklet C°.....	651	670	700	765	850
Mn % .....	2,1	2,3	2,6	3,9	6,6
Szilárd Mg-ban oldható Mn :					
Hőmérséklet C°.....	651	620	540	455	
Mn % .....	2,45	2,06	1,00	0,25	

A Mg—Mn-ötvözetet önállóan általában 1,5%, legfeljebb 1,8% Mn-tartalomig alkalmazzák. A 0,1—1% Mn-tartalomig a mangánt csak másodrendű ötvözőként használják.

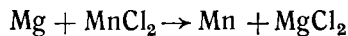
A nagy fajsúlyú és magas olvadáspontú mangánfém még az erősen túlhevített Mg-olvadéokban is csak kismértékben oldódik. A Mn bevitelére éppen ezért olyan megoldást kerestek, amelynek segítségével a Mn beötvözési ideje megrovidíthető. Ilyen célból javasolták pl. a következő keverékkel történő beötvözést :



Ezeket az alkotókat poralakban keverik össze és briketté sajtoltan adják a Mg-olvadékba. Magnézium helyett alumínium, vagy cérium is lehet benne, a Mn O<sub>2</sub> helyett más oxidáló anyag is használható.

Ezen a módon magunk is végeztünk kísérleteket és azt tapasztaltuk, hogy a Mn bevitele ilyen módon teljesen bizonytalan. *Schneider* és *Stobbe-Scholder* kísérleteket végeztek a Mn-nak MnCl<sub>2</sub> só alakjában történő bevitelére [13]. Kísérleteiket zárt térben, argongáz atmoszférában folytonos rázás közben végezték. Megfigyelték a szükséges MnCl<sub>2</sub> mennyiségét, az oldási hőfokot és az idő hatását. Kísérleteiket szinte ideális körülmények között végezték és így szükségesnek mutatkozott a gyakorlati használhatóság céljából ezen módszernek az üzemi körülmények figyelembevételével történő vizsgálata. Ezen adatok ismeretében Intézetünkben is foglalkoztunk Mn Cl<sub>2</sub> alakjában Mn bevitelével, és pedig *nyitott tégelyben*, amikor is vizsgáltuk a Mn Cl<sub>2</sub> szükséges mennyiségét, a hőfok és az idő hatását.

MnCl<sub>2</sub>-al a kémiai folyamat a következő :



A reakció a kísérletek szerint jól végbement.

A Mn Cl<sub>2</sub> sóval történő ötvözéskor a Mg-olvadék redukálja a Mn-t és Schmid és Siebel szerint az így kapott fémmangán nagy kristályokat alkot, anélkül, hogy azok a magnéziumban oldódnának. További olvasztással a Mn-kristályok a magnéziumban oldódnak. Schmid és Siebel ugyanekkor azt is megállapították, hogy szilárd állapotban az összes Mn kiválik. A Mn Cl<sub>2</sub>-ből redukált mangán

nem képez szabályos alakot. Ezzel szemben lassú lehütéskor a mangánnak szabályos kristályalakja van.

Kísérletünkkel tisztázni akartuk a  $MnCl_2$  fölös mennyiségét, az oldás sebességét és az optimális oldási hőmérsékletet, amikor t. i. 0,5, 1, 1,5 és 2% mangántartalmú ötvözetet állítottunk elő. Az olvasztást öntöttvas tégelyben, részben kokszkemencében, részben pedig elektromos ellenállásfűtésű kemencében végeztük. Az olvadék fedésére először az »Elrazal« néven ismeretes fedősót, majd pedig a következő házilag összeállított sókeveréket használtuk:

$MgCl_2$ .....	34% (vízmentes)
KCl .....	55%
$CaF_2$ .....	2%
$BaCl_2$ .....	9%

Az olvadt fémbe különböző hőmérsékleteken bekevertük a víztelenített  $MnCl_2$ -t. A  $MnCl_2$ -t adagoltuk egymagában, fedősóval keverten és azonkívül a Dow Chemical Company ajánlata szerinti következő összetételben: 76%  $MnCl_2$ , 13%  $CaF_2$ , 55%  $MgO$ . A só bekeverése után az olvadékot 10 percig a kemencében tartottuk, ezután a hőmérsékletet mértük és a kemencén kívül általában 700 C°-ra lehűtött olvadékot kiöntöttük. A kiöntést kettő, illetve három részletben végeztük és közben 10—10 percre a tégelyt a kemencébe visszahelyeztük. Ily módon minden ötvözésnél két, illetve három próbát kaptunk. Ennek az eljárásnak az oldási sebesség megállapítása volt a célja.

A  $MnCl_2$  fölös mennyiségének megállapítására a stöchiometriailag számított mennyiség adagolásából indultunk ki. 2 kg bemért magnéziumhoz 0,5%  $Mn$  bevitele végett stöchiometriai számítás szerint 23 g víztelenített  $MnCl_2$  sót kellett adagolnunk. Az ötvözet  $Mn$ -tartalma így 0,30—0,35%-nak adódott. Ezután lépésről-lépésre kerestük a szükséges  $MnCl_2$  mennyiségét.

A továbbiakban 2 kg magnéziumra 30 g víztelen  $MnCl_2$  sót adagoltunk. A bekeverést 850 C° hőmérsékleten végeztük és három próbavétel után a mangántartalom csak 0,35% volt. Amikor a  $MnCl_2$  mennyiségét 40 g-ra növeltük és az előbbivel azonos körülmények között végeztük a bekeverést, tíz percnyi várakozás után sem kaptunk nagyobb  $Mn$ -tartalmat. A  $MnCl_2$  mennyiségét végül 50 g-ra növeltük és az előbbiekből leírt bekeverés és 10 percnyi várakozás után a  $Mn$ -tartalom 0,55% volt.

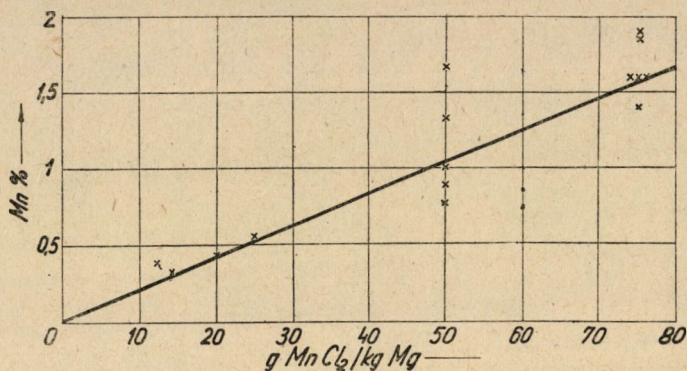
Megállapíthatjuk tehát, hogy a stöchiometriailag számított  $MnCl_2$  mennyiségének kb. kétszeresét kell adagolnunk ahhoz, hogy a kívánt  $Mn$ -tartalmat az ötvözetben elérjük.

Az ezután következő kísérleteinket két csoportra oszthatjuk:

1. kokszkemencében végzett kísérletek;
2. elektromos kemencében végzett kísérletek.

1. Kokszkemencében 0,5, 1 és 1,5% mangántartalomra ötvöztünk. 2 kg megolvasztott  $Mg$ -hoz 50, 100, illetve 150 g víztelenített  $MnCl_2$ -t kevertünk, elrazal

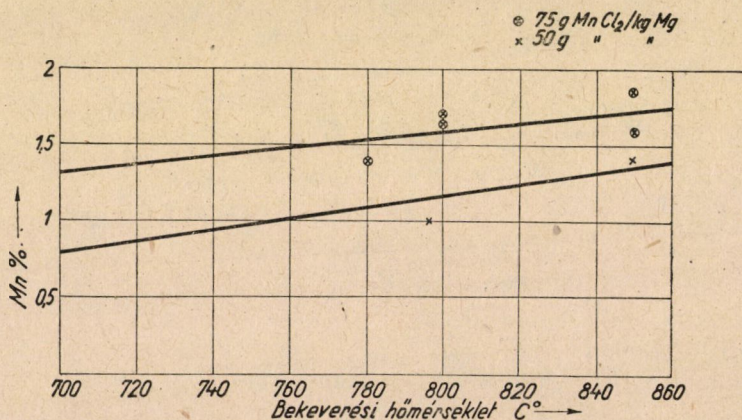
vagy házilag előállított fedősó alatt. Különböző hőmérsékleten és 10 perces várakozás és keverés után kiöntöttük az első próbát. A kemencébe visszahelyezett anyagot 10 percig melegítettük és újabb próbákat öntöttünk. Ugyanezt harmadszor is megismételtük. Az 1% Mn-tartalom elérésére a 2 kg Mg-hoz



2. ábra

100 g víztelenített Mn Cl<sub>2</sub> sótadtunk. A Mn-tartalom 0,78—1,63%-ig változott. A nagyobb értékek általában a 800 C° feletti hőmérsékleten történt bekeverésnél adódtak.

Az 1,5% Mn-tartalom beötvözésére vonatkozó kísérleteinket szintén a koksztüzelésű kemencében 2 kg Mg beméréssel végeztük. A Mn Cl<sub>2</sub> mennyi-



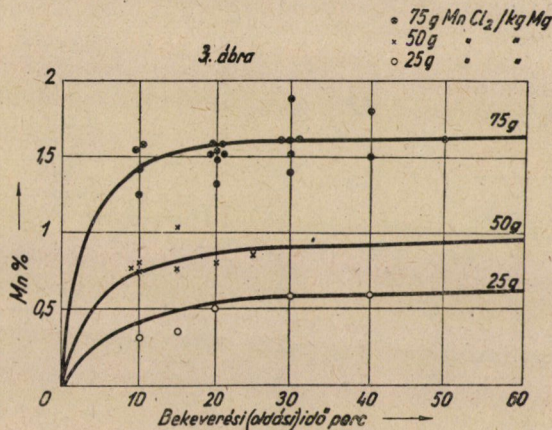
3. ábra

sége 150 g volt. Az ötvözetben a Mn 1,53—1,85% volt, aszerint, hogy 800° alatt, avagy 830° körüli hőmérsékleten dolgoztunk.

2. A mangántartalom váratlan ingadozásának okát a kokszkemence nehéz szabályozhatóságában láttuk és ezért az 1% Mn-tartalomra történő ötvö-

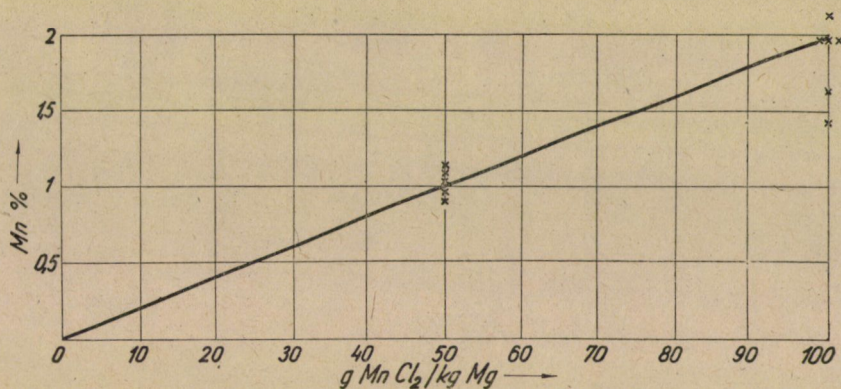


zési kísérleteinket Junker gyártmányú elektromos ellenállásfűtésű kemencében megismételtük. Kísérleteinknél az előbbieken használt 40 márkás öntöttvas téglébe itt is 2 kg Mg-t és 100 g víztelenített  $MnCl_2$ -t mértünk be. A Mn-tartalom 0,92—1,14%-ig változott. Azt tapasztaltuk, hogy elektromos kemencében



4. ábra

cében a reakció sebessége kisebb, mint kokszkemencében, mert itt a hőmérséklet lassan emelkedik. A kokszkemencében rövid időn belül előidézett nagyobb hőmérsékleten az oldási sebesség is nagyobb volt. További kísérleteink 2% Mn-tartalom bevitelére irányultak. A bemérés itt is 2 kg Mg, de a víztelenített



5. ábra

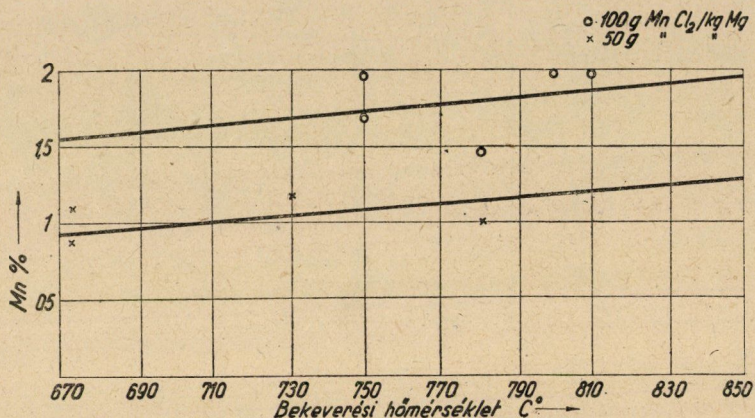
$MnCl_2$ -t 200 g-ra emeltük. Az olvasztás az előbb említett Junker kemencében történt.

A kísérleteinknél a Mn-tartalom 1,96—2,17% között változott. Kísérleteink jobb áttekinthetősége céljából diagrammokat állítottunk össze. A diagrammok ordinátájára mindenütt a százalékos Mn-tartalmat, az abszcisszára a

2. és 5. ábrán a  $MnCl_2$  mennyiségét, a 3. és 6. ábrán a bekeverési hőmérsékletet és végül a 4. és 7. ábrán az oldadási időt vázoltuk.

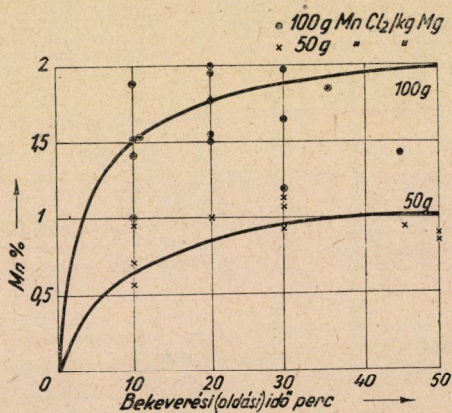
Az ábrákat két csoportra osztottuk aszerint, hogy koksztüzelésű tégelykemencében, avagy elektromos ellenállásfűtésű kemencében végeztük a kísérletet.

A 2. és 5. ábra szerint a  $MnCl_2$ -tartalom növekedésével lineárisan növekszik az ötvözet Mn-tartalma is.



6. ábra

A 3. és 6. ábra a bekeverési hőmérséklet befolyását mutatja, mindkét diagrammon a különböző  $MnCl_2$ -tartalomnak megfelelő görbék csupán némi

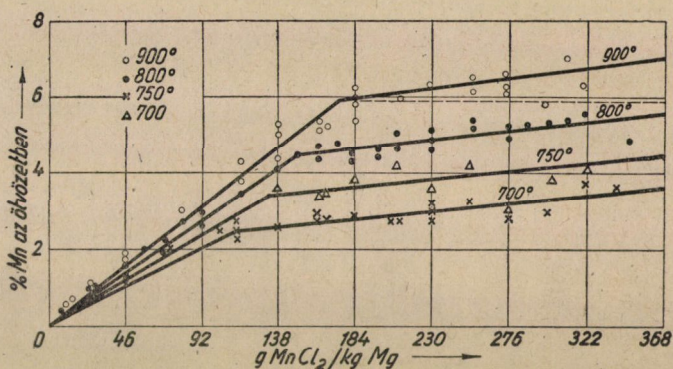


7. ábra

emelkedést mutatnak. Az eddigi diagrammok a koks- és elektromos kemencében végzett kísérletek között számottevő különbséget nem mutatnak.

A legszembetűnőbb különbség az oldási sebességnél tapasztalható. A 4. és 7. diagrammon az oldási sebesség függvényében tüntettük fel a Mn-tartalmat.

A 4. diagramm koksztüzelésű kemence, a 7. pedig elektromos kemencére vonatkozik. A koksztüzelésű kemencében az oldási sebesség nagyobb és így a görbe meredekebb emelkedésű. Ugyanakkor elektromos kemencében az oldási görbe lényegesen laposabb. E különbség arra vezethető vissza, hogy a kokszkemencében általában nagyobb hőmérsékleten dolgoztunk és a tégely ismételt visszahelyezésekor az újrafelmelegedés rövidebb idő alatt következett be. Az elektromos kemencében a hőmérséklet emelése köztudomásúan lényegesen több időt vesz igénybe. *Schneider és Stobbe-Scholdernek* a *Metall* 1950. májusi számában közölt tapasztalataival eredményeink megegyeznek (8. ábra). Ők az adagolandó  $MnCl_2$  mennyiségével és az oldási hőmérséklettel foglalkoztak.



8. ábra

*Schneider és Stobbe-Scholder* vizsgálataikat egészen 14% Mn, azaz 322 g  $MnCl_2$ /kg Mg adagolásig végezték és azt tapasztalták, hogy 120 g  $MnCl_2$ /kg Mg adagolásnál a diagrammban már törés mutatkozik, azaz ezen felül további Mn-t a Mg-olvadék már nem old és a  $MnCl_2$  fölös mennyisége csak a salakot szaporítja (8. ábra). Végső következtetésként leszűrhetjük, hogy a stöchiometriailag számított  $MnCl_2$  mennyiségének kétszeresét kell adnunk ahhoz, hogy a szükséges Mn-tartalmat elérjük. *Sztrelec*: Magnézium kohászata c. könyvében közölt 0,3% Mn-ra 1%, azaz 3,3-szoros  $MnCl_2$ -só mennyiség a mi kísérleteinknél 5-szörös értéknek mutatkozott, azaz 0,3% Mn-tartalomhoz 1,5% víztelenített  $MnCl_2$  sőt kellett adagolnunk, ami *Schneider és Stobbe-Scholder-t* igazolja.

A hőmérséklet csak kis mértékben befolyásolja az oldást, ha 700 C° alatt megy végbe a reakció, 800 C° felett pedig lényegesen jobb az oldás.

Az oldási sebesség erős befolyást gyakorolt az oldásra és megállapítható volt, hogy az oldás már az első 10 percben a legtöbb esetben kielégítő módon következett be.

Eddigi kísérleteinkkel tisztáztuk, hogy fémmangán helyett lényegesen kényelmesebb módon, egész százalék Mn-tartalom is beötvözhető olcsó és itthon is könnyen előállítható  $MnCl_2$ -sóból történő beötvözéssel.

## IRODALOM

1. *H. I. Sztrelec, A. Ju. Taic, B. C. Guljanickij* : Magnézium kohászata. 1951. Budapest. Nehézipari Könyvkiadó.
2. *A. I. Bjeljajev* : Könnyűfémek kohászata. Metallurgizdat, 1949.
3. *A. Beck* : Magnesium und seine Legierungen. Berlin, 1939. Springer.
4. *V. D. I.* : Werkstoff Magnesium, Berlin. 1939.
5. *M. H. Karapetyánc* : Kémiai termodinamika. Budapest, 1951. (Moszkva, 1949.)
6. *L. A. Carapella* : New Developments in Magnesium Foundry Technology Aluminium and Magnesium, 1946. Aug.—Sept.
7. *V. V. Krimov* : Magnézium ötvözetek öntése. Oborongiz, 1948.
8. *Sz. I. Rosztoszev* : Metallurgiai folyamatok elmélete. Metallurgizdat, 1944.
9. *H. Ulich* : Kurzes Lehrbuch der Physikalischen Chemie. Drezda. Steinkopff, 1938.
10. *E. Schmid* und *G. Siebel* : Z. Elektrochemie, 37, 1931. és Metallwirtschaft 10, 923. (1931).
11. *E. F. Bachmetev* és *I. M. Golovhinov* : Z. Physik. Chem. 6. 1935.
12. *W. Bulian* und *E. Fahrenhorst* : Metallographie des Magnesiums. Berlin. Springer, 1949.
13. *Schneider* és *Stobbe-Scholder* : Über den Aufbau und die technische Herstellung korrosionsfester Mg-Mn Legierungen. Metall, 1950. V.
14. *G. F. Sager* and *B. J. Nelson* : Aluminium Research Laboratories, New Kensington, Pa. (Metals Handbook, 1225. old.) 1948.
15. *J. D. Grogan* and *J. L. Haughton* : J. Inst. Metals, 69, 241. (1943). N. Tiner, Trans AIME, 161, 351 (1945.)

## HOZZÁSZÓLÁSOK

SOLTI MÁRTON

Magnéziumkohó tervezett felállításával és üzembehelyezésével hazánk technikai fejlődése újabb nagy lépéssel halad előre, mert a Mg az alumíniumnak egyik legfőbb ötvöző eleme. Igen nagy jelentőségű, különösen a légi járműipar szempontjából, mert köztudomású, hogy a Mg fajúsúlya 1,8, ami csak  $\frac{2}{3}$  része az alumíniuménak. Amikor foglalkozunk a magnéziumnak az ötvözői technológiájával, nem követjük el azt a hibát, amivel az alumíniumkohászatot kezdtük, hogy annak ötvözőjéről nem gondoskodtunk és olyan nehéz helyzetbe kerültünk, mint most a Si-fémmeel.

Hazánkban Mg-ötvözéssel ezideig nem foglalkoztunk. Az öntési célra alkalmas Mg-ötvözeteket kész állapotban hoztuk külföldről, tehát az ötvözés technológiájára vonatkozólag semmiféle tapasztalatunk nincs.

Ma azonban kézenfekvő a gondolat, hogy a Mg—Mn-ötvözetbe Mg-t Al Mg-segédötvözet alakjában vigyük bele, annál is inkább, mert ennek elkészítése semmiféle akadályba nem ütközik. Az alumínium-magnéziumötvözetnek 10%-os összetételében  $610\text{ }^{\circ}\text{C}$  az olvadási pontja és nyilvánvaló, hogy ez a magnéziumban könnyen oldódik. Ez volna az ötvözésnek egyik módja.

Ennek a megoldásnak azonban az a szépséghibája, hogy ehhez az ötvözethez a Mn-fémet külföldről kell behozni és így ha ez a mennyiség devizagazdálkodás szempontjából nem is jelentős, mégis függő viszonyba hoz bennünket a külfölddel szemben.

Nyitott kérdés lenne még az olyan ötvözetnek a készítése, amelyik Al-t nem tartalmaz. Erre ad lehetőséget Emőd Gyula kartárs elhangzott beszámolója az általa végzett reprodukciós kísérletekről. A kísérleti beszámolóból kitűnik először is az, hogy a mangánklorid itthon is előállítható, tehát nem kell érte valutát fizetni, ez óriási előnye az eljárásnak. Hangsúlyozni kell, hogy bennünket, gyakorlati embereket különösen érdekel, hogy a végzett kísérletek üzemi síkon mozogtak-e és így a tudományos kísérletezés mindjárt az üzemi viszonyokra is tiszta képet ad-e. Magának az ötvözési technikának háromféle lehetősége nyílik, vizsgáljuk meg ezeket egyenkint:

1. az ötvözést felhasználás előtt tégelyenkint készítenénk el;
2. a legnagyobb koncentrációjú 3,3% Mn—Mg-ötvözetet készítjük el és ezt mint ötvözetet használjuk fel;
3. a harmadik lehetőség lenne, ha a Mg-ötvözetet a többi alkotóval együtt nagy tételben készítenénk el és így a többi ötvözőelemek között a mangánt az előbb említett eljárás szerint vinnénk be az alapanyagba.

Az első eljárás szerint, vagyis a felhasználáskor tégelyenkint ötvözni, eléggé bizonytalan eredmény lenne várható a mangán bevitelénél, mert amint a kísérletekből kitűnik, a mangánötvöződés mértéke függ az időtől, függ a hőfoktól, tehát olyan tényezők befolyásától, amelyeket egy üzem vezetője nem tud szorosan kézben tartani. Valószínűleg ez vezethette a magnéziumkohásokat arra, hogy az egyes öntőüzemeknek mindig kész ötvözetet adtak és öntődékben magnéziumot soha sem ötvöztek.

A második lehetőség, hogy a mangánt nagy koncentrációban vigyük be a fürdőbe. Ez már biztosabb alapot nyújt az öntőde vezetőjének az ötvözésre,

mert így egy elemzett segédötvözetrel van dolga, amellyel kimérés útján pontosan szabályozni tudja az ötvözetben az előírt mangántartalmat.

Mindenesetre gondolkodóba ejtett az a körülmény, hogy amint az előadásból hallottuk, stöchiometriailag a beadagolt mangánmennyiségnek csak 50%-át tudjuk az ötvözetbe bevinni és így 3,3% Mn-tartalmú segédötvözet készítésénél ugyanilyen Mn-tartalom az ötvözőtégely fenekére ülepszik le. Feltételezem, hogy az előadó tovább fogja folytatni ezirányú kísérleteit és nagyon érdekes lenne arra rávilágítani, hogy vajjon egy rákövetkező adag készítésénél azt a Mn-mennyiséget, amelyik a tégely fenekén leülepszik, értékesíteni lehetne-e, illetve a második adag beolvasztásánál is szükség van-e a 100%-os mangánklorid túladagolásra?

Mint előbb is említettem, legalkalmasabbnak tartom azt, ha a Mg-ötvözetet készítőzet alakjában bocsátjuk az öntődék rendelkezésére azért, hogy az üzemekben ne kelljen a magnéziumötvöztés technológiájával foglalkozni. Elég gondot okoz már magában az a körülmény, hogy a Mg-ötvözetek olvadáspontjukon felül rendkívül gyúlékonyak, különös gonddal kell bánni magával a fűrdővel, de még a formázó homokkal is, hogy a meggyulladás elől védjük.

Az ötvöztést nagyobb tételekben gondolom keresztülvinni, éppen ezért ajánlatos ezt csak a kohóművekben elvégezni, ahol erre minden biztonsági felkészülés és a célnak legjobban megfelelő berendezés áll rendelkezésre. Az ötvöztést 1 vagy 1½ tonnás befogadóképességű, különlegesen erre a célra készített öntött acélüstben gondolom készíteni, amelyet csőr körül billenthető kemencébe építünk be és amelyet felszerelünk a megfelelő öntőlánccal, hogy annak gyors kiürítését tegyük lehetővé.

Az előadásban hallottuk, hogy Schmid és Siebel kísérletei szerint a mangánklorid sóból redukálódott Mn eleinte nem oldódik a magnéziumban és csak további olvasztás során történik meg az oldódás. Mindenesetre nagyon érdekes lett volna, ha az oldódás mértékétől a különféle összetételű oldatokról néhány mikrofelvételt láthattunk volna, annál is inkább, mert mint hallottuk Siebel, Bachmetev és Golovhinov, valamint Savanov felfogásai között különbség van.

Ha összehasonlítjuk ezt az egyszerű eljárást azzal a nehézkes, üzemi munkára nem használható kísérlettel, amelyet az előadó a Schneider és Stobbe-Scholder módszereiről elmondott, rögtön láthatjuk az előadó kísérleteinek a nagy jelentőségét, melyet különösen mi, gyakorlati emberek igen nagyra értékelünk.

Emőd Gyula kartárs kísérleti eredményei a könnyűfém technológiáját egy jelentős lépéssel viszik előbbre és a magnéziumötvöztés technikájának egy eddig ismeretlen tényezőjére világított rá s ezért én a gyakorlati emberek nevében köszönetet mondok.

#### EMÖD GYULA

Solti Márton hosszászólására megjegyzi, hogy bár Al—Mn-segédötvözet készítése a gyakorlatban szokásos, azonban csak az alumíniumtartalmú Mg-ötvözeteknél használható. Általában Mn-t, mint kiegészítő ötvözőanyagot legfeljebb 0,1—1%-ban használnak. A szokásos 0,3% Mn feladata csak a korrózióállóság elősegítése. Nagyon kényelmes, egyszerű módszer a Mn Cl<sub>2</sub>-os. Ha Al—Mn segédötvözetet készítünk, magas hőmérsékleten kell a Mn-t oldani.

Nagyobb Mn-tartalmú ötvözet készítése a gyakorlatban feltétlenül előnyösen használható. Az I. G. Farbenindustrie is készített így előre Mn-tartalmú segédötvözeteket.

Mi is kísérleteztünk hasonló gyártási mód vizsgálatával. Felvetődött a kérdés, hogy a visszamaradt  $Mn Cl_2$ -t fel tudnánk-e használni még egyszer. Felhasználni lehetne, azonban a kiöntés után azonnal ötvözni kell, mert lehülnie nem szabad, a visszamaradt sómaradvány ugyanis erősen higroszkópos. Figyelembe kell venni, hogy az ilyen maradék erősen oxidos és a további olvasztásnál zavar.

Solti kartársunk esetleges további kísérletek során a kísérleti eljárásban módosítást ajánl, amelyet figyelembe fogunk venni.

#### FEKETE LÁSZLÓ

Ha a magnéziumnak mangánnal való ötvözése céljából magnéziumolvadékba vízmentes  $Mn Cl_2$ -t viszünk be, akkor lényegében két főfolyamat játszódik le egyidejűleg:

a) a  $Mn$  redukciója a  $Mg + Mn Cl_2 = Mn + Mg Cl_2$  reakcióegyenlet szerint;

b) a redukált  $Mn$  oldódása a főlös  $Mg$ -ben.

A következőkben ezeknek a folyamatoknak a sebességét meghatározó tényezőket röviden összefoglalom, majd az előadásban ismertetett kísérletek egyik csoportjával kapcsolatos észrevételeimet adom elő.

A heterogén reakciók sebessége (tehát az időegység alatt átalakult anyag mennyisége) függ a reakció affinitásától, az érintkező felület nagyságától, továbbá a kiinduló anyagokat odaszállító és a termékeket elszállító diffúzió sebességétől.

Az  $Mn$  redukciójánál lejátszódó reakció normálaffinitásának a kiszámításánál figyelembe kell venni, hogy a bennünket érdeklő, 700-tól 900  $^{\circ}C$ -ig terjedő hőmérsékletközben a reakcióban résztvevő komponensek részben halmazállapotváltozáson [ $Mg Cl_2$  (sz)  $\rightarrow$   $Mg Cl_2$  (f)], részben pedig allotróp átalakuláson [ $Mn$  ( $\alpha$ )  $\rightarrow$   $Mn$  ( $\beta$ )] mennek át.

A termodinamikai normálpotenciál értéke 700  $^{\circ}C$ -on  $\Delta G^{\circ} = -30857$  kcal/kgmol-nak, 900  $^{\circ}C$ -on pedig  $\Delta G^{\circ} = -29195$  kcal/kgmol-nak adódik, vagyis azonos kiindulási aktivitásokat feltételezve a reakció affinitása a hőmérséklet emelésével csökken.

A diffúzió sebessége viszont a hőmérséklet emelkedésével nő. Ha a diffúziósebesség növekedésének mértéke nagyobb mint az affinitás csökkenése, akkor adott kiindulási aktivitásoknál és érintkező felületnél az időegység alatt redukált mangán mennyisége nő a hőmérséklet emelésével.

A reakciósebességnek a meghatározása lett volna az ismertetett kísérletek egyik célja.

A mangánnak a vizsgált hőmérsékletközben stabilis  $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -módosulata szabályos rendszerbeli kristályokat alkot. A  $\gamma$ -módosulat tetragonális. A  $\beta \rightarrow \gamma$  átalakulás hőmérséklete 1100  $^{\circ}C$ , úgyhogy a  $\gamma$ -módosulattal csak akkor találkozhatnánk, ha a reakciót közvetlenül a magnézium forráspontja (1107  $^{\circ}C$ ) alatti hőmérsékleten folytatnánk le. A reakció során keletkező mangánkristály a telítetlen magnéziumolvadékban oldódni kezd.

Az oldódás folyamatának első eredményeképpen a kristállyal közvetlenül érintkező  $Mg$ -olvadék réteg a mangánra nézve telítetté válik.

További oldódás csak olyan mértékben lehetséges, amilyen mértékben az oldott mangán a telített zónából a  $Mg$ -olvadék belseje felé diffundálni képes.

A diffúzió sebessége a hőmérséklettől, továbbá a telített réteg és az oldat belseje között fennálló koncentráció-különbségtől függ.

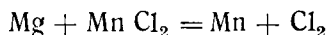
A telített rétegben a Mn-koncentráció maga is függvénye a hőmérsékletnek (likvidusz görbé!), de függvénye az oldódó kristály szemmagyságának is.

Ostwald és Hulett kísérletéi szerint a kisebb kristályok oldhatósága nagyobb mint a nagy kristályoké. Csupán kis kristályokkal érintkező telített oldatban az oldott anyag koncentrációja adott hőmérsékleten nagyobb, mint csupa nagy kristályból álló szilárd fázissal érintkező telített oldatban.

Ha nagy kristályokkal érintkező telített oldatba kis kristályt teszünk, akkor az előbbieken alapján a kis kristály oldódni kezd, hogy a koncentrációt a saját egyensúlyának megfelelő mértékre emelje. Ezáltal viszont az oldat a nagy kristályok szempontjából túltelítetté válik és megindul az oldott anyagnak a nagy kristályok felületére történő kiválása. Ez a folyamat mindaddig tart, míg a kis kristály teljesen el nem tűnik és az oldat telítettségi koncentrációja a megnövekedett nagy kristályok oldhatóságának megfelelő mértékre nem csökkent.

Ha telítetlen oldatba különböző szemmagyságú kristályokat teszünk, akkor valamennyi kristály elkezd oldódni, de a kristályok oldódási sebessége azonos hőmérsékleten nagyobb lesz, mint a nagy kristályoké.

Az a körülmény, hogy a mangánt könnyebben be lehet vinni az ötvözetbe Mn Cl<sub>2</sub> közvetítésével, mint fémes alakban, szerintem azzal magyarázható, hogy a



reakció során keletkező Mn igen finom eloszlása folytán az oldódás sebessége azonos hőmérsékleten lényegesen nagyobb, mintha fémes mangánt tettünk volna a magnéziumfürdőbe.

A felszabaduló reakcióhő helyi túlhevüléseket hozhat létre, ami ugyan csak a folyamatnak kedvez.

Az előadás szerint az ismertetett kísérletek egyik sorozatának az oldási sebesség meghatározása volt a célja. A megértés szempontjából zavarólag hat, hogy a kísérletek eredményeinek értékelésénél váltakozva fordul elő a reakciósebesség és az oldási sebesség említése.

Ettől a kérdéstől függetlenül, tehát akár reakciósebességet, akár oldási sebességet akartak mérni a valójában, nem tudok egyetérteni a próbavétel módjával.

Mind a reakciósebesség, mind az oldási sebesség függvénye ugyanis a hőmérsékletnek.

Ha a reakciósebességet az idő függvényében redukálódott mangán mennyiségével, illetőleg az oldódás sebességét az idő függvényében feloldott mangán mennyiségével akarjuk jellemezni, akkor a rendszer hőmérsékletét a próbavételek között nem szabad változtatni.

Ha az ilyen körülmények között redukált vagy oldott mangán mennyiségét az idő függvényében ábrázoljuk, minden hőmérsékletre külön görbét kell kapnunk. A reakciósebesség és az oldási sebesség szempontjából közömbös, hogy a kísérlet folyamán állandó értéken tartott hőmérsékletet kokszkemencében vagy elektromos kemencében állítottuk-e elő.

Ha a kísérletek során a hőmérséklet és az idő is változik, akkor a redukált mangán mennyiségét térbeli diagrammon lehet feltüntetni.

A fentebb említett kísérleteknél a redukált mangán mennyiségét az idő függvényében feltüntetető görbe tehát térbeli görbe, amelynek csak a kiinduló



pontja határozott, miután a hőmérsékletnek az idővel való változása nem képezte a mérések tárgyát és így a kapott eredményekből levont elméleti következtetések — mint pl. hogy a reakciósebesség kokszkemencében nagyobb lenne, mint elektromos kemencében — nem helytállóak.

Véleményem szerint a kísérletek pozitív eredményeként könyvelhetjük el azt a tényt, hogy a kutatóknak sikerült a magnéziumnak mangánnal való ötvözését  $Mn Cl_2$  közvetítésével *nyitott téglében* az általuk összeállított fedősó alkalmazása mellett végrehajtani és hogy megállapították az ilyen körülmények között bizonyos százalék mangántartalom elérése végett beadandó  $Mn Cl_2$  mennyiségét.

Érdekes kiegészítése lett volna a beszámolónak, ha azt is érintette volna, hogy a házilag előállított fedősó összetételét milyen megfontolások vagy kísérletek alapján választották és hogy annak milyen előnyei vannak az egyes kísérleteknél alkalmazott másik két fedősóval szemben. Az egyik kísérletsorozattal kapcsolatban tett megjegyzéseim tisztán elméleti vonatkozásúak és nem érintik a többi kísérlet során elért eredmények gyakorlati jelentőségét.

EMŐD GYULA válasza

Köszönettel veszem az előadásom kiegészítésére szolgáló hozzászólást és különösen értékesnek tartom a reakció sebességével foglalkozó elméleti fejtegetést.

A  $Mn Cl_2$ -ből redukált Mn Schmid és Siebel szerint (mikroszkópi és Röntgenvizsgálatok alapján) nagy kristályokban redukálódik. Ennek ellenőrzésére semminemű vizsgálatot nem végeztem. Szerintem is érdekes lenne ennek pontos ellenőrzése, mivel természetesnek látszik Fekete kartársamnak az a feltételezése, hogy a redukció folyamán a Mn igen finom eloszlásban keletkezik.

A reakció sebességét és az oldási sebességet egyízben egymás mellett úgy említem, mintha azok azonos jelenségek lennének.

Ennek magyarázatára ki kell emelnem, hogy célunk az volt, hogy  $Mn Cl_2$  segítségével gyakorlatban keresztülvihető ötvözési módszert dolgozzunk ki. Ötvözéstechnikai szempontból azt tartottuk lényegesnek, hogy megvizsgáljuk azt a hőmérsékletet és azt az időt, ami szükséges ahhoz, hogy üzemi körülmények között a lehető legnagyobb mennyiségű Mn-t a Mg olvadékba bevigyünk. Ebben az esetben a reakció sebességének vizsgálata csak akkor volna lényeges, ha a reakció hosszú időt venne igénybe, az oldási sebesség viszont, ha az ötvözet tulajdonságait is vizsgálnánk. A reakciósebesség és az oldási sebesség között kerestünk egy folyamatot, amelynek lényege abban állott, hogy  $Mn Cl_2$ -ből Mn-t redukáltunk Mg olvadékban. A cél az volt, megállapítsuk annak üzemi körülményeit, hogy Mn hogyan vihető be a legelőnyösebben Mg-ba. A hőmérséklet változtatására az üzemi körülmények (túlhevítés, különböző öntési hőmérsékletek) figyelembevételére miatt volt szükség. Az üzemnek fontos azt is tudni, hogy az egyes tüzelési módok mennyire befolyásolják az ötvözést. Ezt a célt szolgálták a koks- és elektromos kemencében végzett kísérletek.

Arra a kérdésre, hogy a házilag előállított fedősót milyen megfontolások alapján választottuk meg, válaszom, hogy ez a Dow Chemical Company egyik fedősó összetétele, amely az Elrazál-hoz a legközelebb áll. A só teljesen hasonló módon viselkedett, mint az Elrazál. Előnyeit, illetve hátrányait alaposabb vizsgálat tárgyává nem tettük.

A  $Mn Cl_2$  tartalmú fedősót tisztán a Mn bevitelére használtuk, ugyancsak a Dow Chemical Company ajánlata szerinti összetételben.

A Solti és Fekete kartársaim hozzászólásából és dr. Verő professzor zárószavaiból is kitűnik, hogy ez az aránylag egyszerűnek látszó kísérletsorozat is mennyire szerteágazó vizsgálatot és kísérletet kíván és minél mélyebben merülünk a témába, annál több kérdés vetődik fel. Ennél a témánál különösen nagy eltérések mutatkoznak az egyes kutatók vizsgálati eredményei között. Nagyon érvényes dr. Geleji professzornak az egyik akadémiai bizottsági ülésen, az ösztöndíjasok beszámolójával kapcsolatos ama kijelentése, hogy a kísérleteknél a kísérleti eszközöket és a kísérlet pontos lefolytatását közölni kell, mert csak ennek alapján lehet és kell az eredményeket pontosan kiértékelni. Csak így lehet más kutatási eredményekkel megfelelően összehasonlítani.

# A BAUXITFELTÁRÁS ÚJABB ÚTJAI

GEDEON TIHAMÉR

A földtani értelemben bauxitnak minősített kőzet közül nem mindegyik alkalmas a Bayer-eljárás szerinti timföldgyártásra. A bauxit kiválasztását régebben bizonyos alapérték »A« szerint végezték, amelyet úgy számítottak, hogy a bauxit %-os összetételében kapott timföldből a kovasav kétszeresét levonták :

$$A = \text{Al}_2\text{O}_3\% - 2 \cdot \text{SiO}_2\%$$

Az ily módon számított alapértéknek legalább 52-nek kellett lennie. Ez más szóval azt jelenti, hogy Bayer-féle timföldgyártásra alkalmas bauxittól megkivánták, hogy timföldtartalma 56—58%, kovasavtartalma pedig 2—3% legyen.

A timföldgyártás fejlődésével együtt járt a kisebb timföldtartalmú bauxitok gazdaságos feldolgozása is. 1941-ben lépett életbe a Szovjet első bauxit-szabványa (GOSzT, 972—41), amely 14-féle bauxitminőséget szabványosított. Az újabb bauxittelepek fölkutatásával és azok anyagának megismerésével kapcsolatban a bauxitszabványt 1950-ben módosították és jelenleg a Szovjetunióban az új bauxitszabvány van érvényben (GOSzT, 972—50). Ez az új szabvány már csak 10-féle bauxitminőséget tart nyilván. A bauxitszabvány a bauxit minőségi értékelésére új fogalmat vezetett be. A szabvány szerint a bauxit értékelését úgy végzik, hogy a timföld %-át osztják a kovasav %-ával. Ezt az értéket »H« hányadosnak nevezzük.

$$H = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{SiO}_2\%}$$

Míg az 1941-es Szovjet-szabványban a B. 1 és B. 2 jelzésű bauxit, amely 50% timföldtartalommal 12, illetve 10-es hányadosú volt, minősült a timföld és műkorund gyártásra alkalmasnak, addig az 1951-es szabványban a B—V, valamint B—O jelzésűek 52% timföldtartalommal 12, illetve 10-es hányadossal csak műkorundgyártásra, a B.1 jelzésű bauxitminőség pedig 49% timföldtartalommal 9 hányadossal határozza meg a timföldgyártásra alkalmas minőséget. Ez az új értékelés is azt mutatja, hogy a Szovjet timföldipar 10 év alatt nagyot

fejlődött és a kisebb hányadosú bauxitot is már gazdaságosan fel lehet a Bayer-eljárással dolgozni.

A kovasavban dús bauxit feldolgozásának a Bayer-eljárás szerint különösebb akadálya nincs. Hogy mégis csak kovasavban szegény bauxitot használnak fel erre a célra, annak gazdasági oka van. A bauxitnak nátronlúggal történő oldásakor a bauxit kötött kovasava oldódik, azonban az autoklávban levő nyomás hatására nátriumalumínium-hidro-szilikáttá alakul és így, mint nem oldódó termék, a vörösiszappal együtt kiválik. Minél nagyobb a kovasavtartalom, annál nagyobb a vele együtt veszendőbe ment timföld és nátrontartalom is. A Dorr-ülepítőből kiömlő tiszta alumínátlúg általában már csak 0,15—0,50 g/l  $\text{SiO}_2$ -t tartalmaz. A tin-földhidrát kikeverése alkalmával ez a kovasavmennyiség már nem zavar és a tin-földhidrátot nem szennyezi. A Bayer-eljárásban a lúg kovasavtartalma a fenti értéknél nagyobb nem szokott lenni. Gyakorlati tapasztalat szerint a vörösiszapban a kovasavnak mintegy kétszeres mennyisége a timföldtartalom és közel azonos mennyiségű benne a nátrontartalom. Ezt mutatja az alábbi vörösiszap átlagának elemzése is. (Az összes elemzések 110 C°-on szárított anyagra vonatkoznak és a számértékek %-ot fejeznek ki.)

$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{V}_2\text{O}_5$	Izzv.
19,72	8,08	44,20	5,22	4,80	0,45	9,09	0,66	0,18	9,30

A bauxit értékelésének régi megállapítása az ilyenféle vörösiszap összetételekre vonatkozott. Ebben az esetben tényleg a bauxit kovasavtartalmának kb. kétszeres mennyiségével azonos tin-föld távozott kihasználatlanul a gyártásból.

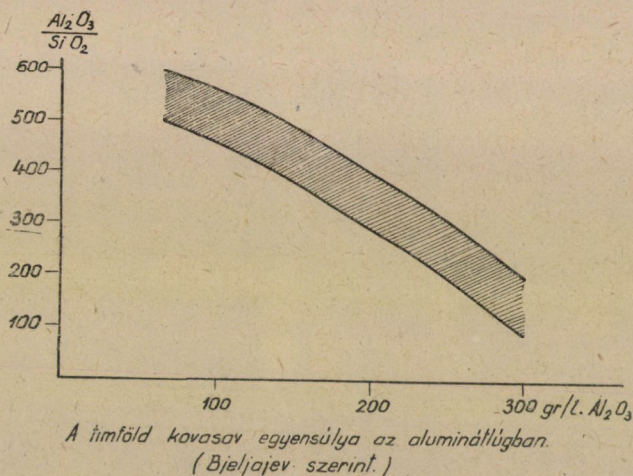
A Bayer-eljárás vörösiszapját sokan tanulmányozták és az autoklávban képződő nátrium-alumínium-hidro-szilikát jelenlétét mindannyian megállapították. Ennek a vegyületnek az összetételére különféle képleteket állítottak föl. Így megállapították, hogy a vegyületben a kovasav, timföld és nátron molekula aránya különböző. Az alábbi táblázat ezt jól szemlélteti (a vörösiszapban található összes timföldet, kovasavat, nátront lekötött alakban tételezve fel):

	Molekula arányok		
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$
Edwards és Mason .	3	2	2
Metzker és Fuss . . . .	2	1	1
Bayer és Waeser . . .	3	1	1
Terebesi . . . . .	1	1	1

A molekula arányokat súlyarányokra átszámítva a következő értékek adódnak:

	Súlyviszonyok aránya		
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
Edwards és Mason (elméleti)	1	1,13	0,69
Edwards és Mason (gyakorlati) .....	1	1,1—2,0	0,58—1,75
Metzker és Fuss .....	1	0,85	0,52
Bayer és Waeser .....	1	0,57	0,35
Terebesi .....	1	1,70	1,03

A fentiekből azt látjuk, hogy a különböző kutatók vizsgálta vörösiszapok különböző üzemekből erednek és a különféle helyről származó bauxitból részben eltérő körülmények között, de mindig autoklávban keletkezett szilikátvegyület összetétele is eltérő. Azt is megállapíthatjuk tehát, hogy a zeolitszerű nátrium-alumínium-hidro-szilikát képződése összefüggésben lehet a bauxitot alkotó ásványos elegyrészek fajtáival.



1. ábra

A Szovjet timföldipar szigorú követelményeket támaszt az alumínátlúg kovasavtartalmával szemben. Bjeljajev és munkatársai megállapították az összefüggést az alumínátlúg timföld és kovasav arányára. Ez az arány (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Si O<sub>2</sub>) az alumínátlúg töménységével fordítva arányos. Tehát minél nagyobb a lúg timföld- és nátrontartalma, a fenti arány hányadosa annál kisebb. Kikevert híg lúgban

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Si O}_2 = 600$$

egyen. Általában jó minőségűnek és kovasavban szegénynek minősítik a lúgot akkor, ha az előbbi arány eredménye 500. Kisebb értéknél az alumínátlúgot autoklávban külön kovasavtalanítják (l. 1. ábrát).

Szovjet kutatók megállapították, hogy a Dorr-ülepítőből kiömlő alumínátlúg, amely 110—120 g/l  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmaz, 500—400-as hányadosú lehet és ennél az értéknél jobban kovasavtalanítani nem is lehet. Még a kovasavtalanításkor alkalmazott mészsém képes az alumínátlúgban sokkal oldhatatlanabb kalcium-alumínium-hidro-szilikátot leválasztani. Tömény alumínátlúg-oldatban még nagy fölöslegben alkalmazott mészsém képes a kovasavat teljes mértékben lekötöni.

Első kísérleteimben a bauxit kovasavtartalmának viselkedését tanulmányoztam a Bayer-eljárás folyamán. A gánti bauxitbányából származó olyan anyagokat gyűjtöttem össze, amelyeknek tin-földtartalma 60% körül és kovasavtartalma 1, 5, 10% körül volt. A finomra örlött és 130 C°-on szárított bauxitból 200 g-ot 360 cm<sup>3</sup> és 1,38 sűrűségű (40 Bé °) nátronlúggal 6 atm. nyomás alatt 3 órán át oldottam. A bauxit oldását mindig azonos szabványos autoklávban végeztem. Az autokláv 2 l űrtartalmú, 30°-os szögben fekvő forgó edénnyel, 40 atm nyomásra méretezve. Fordulatszám: 20 ford/perc. A melegítése a paláston át gázlánggal, nyomás ellenőrzése manométerrel, hőfoka a tengelyen át bevezetett hőmérővel történt. A fölhasznált bauxit, valamint a kimosott és szárított vörösiszap elemzését az alábbi táblázatban adom:

	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	Izzv.	$\text{Na}_2\text{O}$	»H«
1. gánti bauxit .....	60,8	1,0	20,4	2,2	15,6	—	60,8
vörösiszapja .....	8,5	1,6	70,0	6,2	—	6,76	—
2. gánti bauxit .....	66,2	5,6	17,2	2,3	14,7	—	10,8
vörösiszapja .....	19,0	12,8	39,2	4,4	—	13,56	—
3. gánti bauxit .....	59,8	10,7	13,1	2,0	14,4	—	5,6
vörösiszapja .....	24,0	19,2	23,0	3,5	—	18,52	—

Mind a három bauxit oldási kísérleténél az  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$  mol. aránya 1,8 volt. A szokásos módon számított feltárhatósági % a következő volt:

1. 96,22%, 2. 86,82%, 3. 77,12% feltárhatóság.

A vörösiszap összetételéből számítottam a kovasavra eső timföld- és nátronmennyiséget. Ugyancsak kiszámítottam a timföldre eső nátronvesztéséget is. Az eredmények:

	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Na}_2\text{O}}$
1-ső kísérlet .....	1	5,31	3,69	1,51
2-ik „ .....	1	1,48	1,07	1,38
3-ik „ .....	1	1,25	0,96	1,29

A kísérlet azt mutatja, hogy a bauxit kovasavtartalmának növekedésével csökken a Bayer-eljárással kitermelhető timföld mennyisége. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy a kovasav mennyiségének növekedésével az oldhatatlanul

viisszamaradó timföld és nátron mennyisége a kovasavhoz viszonyítva nem emelkedik arányosan, hanem több kovasavat tartalmazó bauxitnál a timföld és nátronvesztés csökkenő irányzatot mutat. Figyelemre méltó a kísérlet-sorozatban a timföld nátronaránya, amely láthatólag arányosan csökken a kovasavtartalom emekedésével. Egyébként pedig közel azonos értéknek tekinthető.

A vörösiszapban kivált nátrium-alumínium-hidro-szilikát összetételét illetőleg megállapíthatjuk, hogy az a bauxit összetételének arányában változhatik és azonos lelőhelyről származó bauxitoknál is egészen eltérő molekuláris összetételt adhat.

Kovasavban dús bauxitok feltárhatóságát más lelőhelyről is tanulmányoztam. Az óbaroki bauxitbányából olyan bauxitot választottam ki, amelyben csökkent timföldtartalom mellett aránylag nagy volt a kovasavtartalom. A kísérletet részben szárított, részben pörkölt bauxittal végeztem. Az eredmények a következők:

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izzv.	»H«	Feltárhatóság
Óbaroki bauxit (szárított) .....	40,35	7,48	24,10	2,75	23,40	5,37	—
Vörösiszapja .....	19,60	—	37,00	5,50	—	—	68,36
Óbaroki bauxit .....	48,44	8,00	17,10	2,70	23,76	6,05	—
Vörösiszapja (szárított anyagnak).	27,80	—	31,40	5,20	—	—	68,75
Előbbi bauxit 300 C°-on pörköltve, vörösiszapja .....	26,10	—	33,50	5,20	—	—	72,50

A kétféle óbaroki bauxit, amelynek hányadosa a szokásos Bayer-eljárásnál alkalmazott bauxitok hányadosánál jóval kisebb volt, aránylag jó feltárhatósági eredményt adott. A 40 és 48% timföldtartalmú bauxit feltárhatósága azonosnak minősíthető. Az óbaroki bauxit hidrargillitet tartalmaz és ennek feltárhatósága 300—350 C° körüli pörköléssel javítható. A jelen kísérlet igazolta ezt, mert a 300 C°-on pörkölt bauxit feltárhatósága 4%-kal jobb eredményt adott.

Iszkasztgyörgyi bauxittal az előbbi tapasztalat alapján kísérleteket végeztem a feltárhatóság tanulmányozására. A különböző hőfokokon pörkölt bauxitnál a timföld kitermelése a kristályszerkezetben végbement változás függvénye. Erre a diaszpórtartalmú bauxit izzítása közben végbement átalakulására már *Bjeljajev* is rámutatott. *Stumpf* és *Russel* a timföld trihidrát kristályszerkezeti változásait tanulmányozták különböző hőfokon végzett pörkölés közben. Vizsgálataikkal kimutatták, hogy a hidrargillit szerkezeti röntgenszinképe 400 C°-on már erős kristályszerkezeti változást mutat. Ez természetesen nagy befolyással van a bauxit feltárhatóságára is. A fenti megállapítást igazolják az iszkasztgyörgyi bauxittal lefolytatott kísérleteim is. A bauxit izzítását különböző hőfokon mindig 1 órán át végeztem. A bauxit oldáshoz 1,8 nátron-timföldarányt vettem. A bauxit oldását, mint az előbbi kísérletek

alkalmával is, forgó autoklávban 6 atm. nyomáson 3 órán át végeztem. Az eredmények a következők.

Sorszám	pörkölés C°	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izzv.	Feltárhatóság
1. bauxit ...	110	59,4	2,2	10,8	2,4	25,2	—
v. iszap...	—	17,8	7,5	35,7	8,2	—	90,35
2. bauxit ...	300	59,5	2,8	11,2	2,5	24,0	—
v. iszap...	—	15,7	9,0	42,0	9,2	—	92,97
3. bauxit ...	400	64,6	3,0	13,6	2,6	16,2	—
v. iszap...	—	21,3	8,1	40,4	9,0	—	90,42
4. bauxit ...	500	73,8	3,1	13,9	3,1	6,1	—
v. iszap...	—	19,9	9,3	43,6	8,5	—	83,87
5. bauxit ...	600	75,8	3,1	14,6	3,3	3,2	—
v. iszap...	—	51,4	5,4	23,2	5,8	—	57,29

A kísérletsorozat igazolja a pörkölési hőfok hatását a feltárhatóságra. Legalkalmasabb pörkölési hőfoknak a 300 C° minősíthető, mert ennél magasabb hőfokon a feltárhatóság már csökken. A táblázat azt is igazolja, hogy a pörkölési hőmérséklet emelkedésével a timföld oldhatósága csökken. Ez a megállapítás természetesen csak az azonos körülmények között végzett bauxitoldásra vonatkozik, mert mint később látni fogjuk, a timföld oldhatóságát nagyobb nyomás alkalmazásával fokozni lehet,

A pörkölési hőfok hatását a gánti bauxiton is tanulmányoztam. Ismeretes, hogy az iszkaszentgyörgyi bauxit timföldtartalma főtömegében mint hidrargillit van jelen. A gánti bauxitban azonban már a böhmít mennyisége van túlsúlyban és hidrargillittartalma elenyésző. Röntgen szinképe is a kevert típusú bauxitra vall. A kísérlet eredménye :

Sorszám	pörkölés C°	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izzv.	Feltárhatóság
1. bauxit ...	110	60,30	3,10	17,90	2,70	16,00	—
v. iszap...	—	17,30	7,80	53,00	7,06	—	90,27
2. bauxit ...	300	62,45	3,12	18,54	2,80	13,00	—
v. iszap...	—	17,60	7,70	52,80	7,80	—	90,12
3. bauxit ...	400	63,89	3,28	18,97	2,86	11,00	—
v. iszap...	—	18,30	7,40	51,20	7,60	—	89,82

A gánti bauxitnál a pörkölés hőfoka a feltárhatóságot lényegesen nem befolyásolja. Ez igazolja a szovjet kutatók diaszpór- és böhmittartalmú bauxitokkal végzett kísérleteit is, amelyeknek során megállapították, hogy 500 C°-ig a kristályszerkezetben lényeges változás nem következik be.

Vizsgáltam a közel azonos kovasavtartalmú bauxit feltárhatóságát is emelkedő timföldtartalommal. Erre a célra ismét iszkaszentgyörgyi bauxitot választottam ki, amelyet 110 C°-on történt szárítás után a szokásos 1,8 nátron-timföld lúgarány mellett 6 atm. nyomáson 3 órás időtartammal kezeltem.



A kísérlet eredményei a következők:

Sorszám	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Izzv.	»H«	Feltárhatóság
1. bauxit ...	55,86	1,96	13,20	3,32	25,66	28,5	—
v. iszap...	15,93	5,79	49,75	11,03	—	—	92,40
2. bauxit ...	57,70	1,70	13,00	3,30	24,30	34,0	—
v. iszap...	15,00	5,07	48,40	9,60	—	—	92,06
3. bauxit ...	59,10	2,44	12,00	2,40	24,06	24,2	—
v. iszap...	17,16	5,25	47,80	8,60	—	—	92,05

Az eredmények azt igazolják, hogy bár az egyes bauxitoknál a timföld-tartalom átlag 2%-kal nagyobb, a feltárhatóság közel állandónak adódott. Ha kiszámítjuk az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SiO<sub>2</sub>-viszonyt azt látjuk, hogy 1 súlyrész kovasav közel 3 súlyrész timföldet köt le a vörösiszapban. Az értékek a következők:

Kísérlet sz.	1.	2.	3.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :SiO <sub>2</sub> =	2,81	2,96	3,19

Ennek a kísérlet sorozatnak az eredményei is igazolják az első, gánti bauxittal végzett vizsgálatok eredményét. Ott is azt láttuk, hogy a bauxit timföld-tartalmának növekedésével, vagy ami evvel azonos, a kovasav csökkenésével, a vörösiszapban lekötött timföld mennyisége növekszik. Jól jellemzi ezt az egy súlyrész kovasavra eső lekötött timföld mennyisége:

Gánti bauxit H =	60-nál 1 rész SiO <sub>2</sub>	5,31 rész
Iszka.-i « H =	25 « 1 «	3,19 «
Iszka.-i « H =	34 « 1 «	2,96 «

timföldet köt le.

Egy másik, még kutatás alatt levő bauxitterületről származó hidrargillit-tartalmú bauxittal is végeztem bauxitoldási kísérletet, a szokásos nátron aránnyal, nyomással és időtartammal.

Szám	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. v.	»H«	Feltárhatóság
1. ....	42,50	1,70	28,80	1,65	25,35	25,0	—
v. iszap....	7,50	—	76,20	—	—	—	93,30
2. ....	45,20	2,05	26,50	1,20	24,45	22,6	—
v. iszap....	9,10	—	72,00	—	—	—	92,60
3. ....	44,40	2,30	27,40	1,75	24,15	19,3	—
v. iszap....	9,20	—	71,20	—	—	—	92,00
4. ....	44,30	5,90	25,40	1,50	22,90	7,5	—
v. iszap....	15,90	—	53,60	—	—	—	83,00

Mint az előbbi kísérletekből, úgy ebből is megállapítható, hogy a bauxit hányadosának csökkenésével csökken a feltárhatóság is.

A fenti megállapítást igazolja a sümegi szőlőhegy XVI-os aknájából származó böhmittartalmú bauxit feltárási vizsgálata is. A kísérletet növekvő kovasavtartalom arányában végeztem.

Szám	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. v.	»H«	Feltárhatóság
1.....	56,30	1,60	28,00	2,25	11,85	35,2	—
v. iszap.....	8,20	2,90	73,00	5,50	—	—	94,40
2.....	56,60	2,33	25,80	2,80	12,47	24,3	—
v. iszap.....	9,70	5,30	71,20	8,85	—	—	93,78
3.....	56,20	3,20	23,70	2,50	14,40	17,6	—
v. iszap.....	11,30	7,20	57,50	5,18	—	—	91,27
4.....	59,30	4,40	20,10	2,30	13,90	13,5	—
v. iszap.....	14,30	10,50	50,05	4,88	—	—	90,31

Az eddigi kísérletekben csak a kovasav és timföld viszonyának befolyását vizsgáltam a Bayer-eljárás szerint történő bauxit oldás folyamatára, valamint a bauxit pörkölési hőmérsékletének befolyását a feltárhatóságra. További kísérleteimben a bauxit oldására használt lúg töménységének hatását vizsgáltam. Erre vonatkozik a következő kísérletem.

Iszkaszentgyörgyi bauxitból párhuzamos oldási kísérletet végeztem 6 atm. nyomáson 1,38 és 1,19 sűrűségű lúggal.

	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. v.	»H«	Lúg-sűrűség	Feltárhatóság
Bauxit..	56,5	1,9	14,7	2,5	24,4	29,7	—	—
v. iszap..	16,0	5,4	45,2	6,8	—	—	1,38	90,79
v. iszap.	21,0	5,4	46,5	7,2	—	—	1,19	88,26

A fenti kísérlet azt mutatta, hogy híg lúggal (1,19 sűrűségű = 23 Bé°) a bauxit timföldtartalmának oldhatósága csökken. A feltárhatóság értéke 2,5%-kal kevesebb. Az előbbi kísérletet ugyanavval a bauxittal megismételtem úgy, hogy a kétféle töménységű lúg alkalmazásával a 3 órás oldási időtartam változatlanul hagyása mellett az autokláv nyomását csak 3 atm. tartottam. Így a következő vörösiszap összetételt kaptam:

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Lúgsűrűség	Feltárhatóság
3 atm.....	15,0	5,7	47,7	7,0	1,38	91,60
3 atm.....	40,0	5,6	32,0	5,0	1,19	67,50

Ez a két párhuzamos kísérlet nagyon érdekes támpontot adott az iszka-szentgyörgyi bauxit feltárhatóságára vonatkozóan. Megállapíthatjuk nevezetesen, hogy a bauxit hidrargillittartalma 3 atm. nyomás mellett éppen olyan jól (sőt valamivel jobban) oldódik lúgban, mint 6 atm. nyomáson. Üzemi szempontból ez a megállapítás nagy gőzmegetakarítást eredményezhet, mert az autokláv felfűtési ideje megrövidül és 3 atm. gőznyomás fenntartásához is kevesebb gőz szükséges, mint 6 atm.-hoz. Híg lúggal az iszka-szentgyörgyi bauxit timföldtartalma szintén kioldható, bár kevesebb eredménnyel, mint a szokásos töménylúggal.

Híg lúggal való bauxitoldási kísérleteimet gánti bauxittal folytattam, tekintve azonban, hogy híg lúggal csökkentett nyomáson rossz eredményt értem el, a szokásos 6 atm. nyomást fokoztam. Ebben a kísérletemben már kitértem a kapott alumínátlúg kovasav tartalmának meghatározására is.

Szám	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. v.	»H«	Feltárhatóság
1. ....	59,0	5,8	16,0	2,8	16,4	10,2	—
v. iszap..... 6 atm.	22,1	11,9	35,5	5,3	—	—	83,14
2. ....	58,5	3,9	19,5	2,7	15,5	15,0	—
v. iszap..... 6 atm.	25,9	7,7	36,7	4,8	—	—	77,83
v. iszap..... 12 atm.	16,4	9,4	47,8	5,9	—	—	88,81

A fenti kísérlethez felhasznált lúg töménysége és mennyisége, valamint a lúgban feloldott kovasav mennyisége a következő:

	1. kísérlet		2. kísérlet	
Nyomás, atm. ....	6	6	6	12
Idő, óra .....	3	3	3	3
Lúgsűrűség .....	1,38	1,23	1,23	1,23
Lúgmennyiség, cm <sup>3</sup> .....	480	800	800	800
Na <sub>2</sub> O : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = .....	1,8	1,8	1,8	1,8
Oldás után a lúg mennyisége, cm <sup>3</sup> .....	1720	1530	1375	1375
Lúgban oldott kovasav.....	0,9	0,0	0,0	0,2

Ez a kísérlet nagyon értékes felvilágosítást adott a bauxitból kioldható kovasav mennyiségére. Azt is igazolja ez a kísérlet, hogy híg lúggal a kovasav oldhatósága erősen csökken és az 1,23 sűrűségű (27 Bé°) lúggal a szokásos 6 atm. nyomás és 3 óra alatt meghatározható mennyiség nem oldódott.

A másik leszűrhető tapasztalat, hogy a kovasav oldhatósága az oldólúg töménységével emelkedik, de emelkedik az autokláv nyomásának fokozásával is. A kovasav oldódására jól rávilágít az alábbi kísérlet, amelyet a kemény diaszpórtartalmú brátkai (Barátka, Bihar vm. Erdély) bauxittal volt alkalom elvégezni. Eredményeim a következők:

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. v.	»H«	Feltárhatóság
Bauxit.....	58,40	4,60	22,60	2,90	11,50	12,7	—
v. iszap ....	51,80	4,98	27,70	3,10	—	—	27,63
6. atm.							
v. iszap ....	33,90	6,06	42,10	5,30	—	—	68,80
10 atm.							
v. iszap ....	5,10	12,70	63,60	7,20	—	—	96,26
20 atm.							
v. iszap ....	5,00	1,85	72,20	7,60	—	—	97,44
40 atm.							

A bauxit oldásához felhasznált lúg töménysége 1,38 sűrűségű és az autoklávós főzés időtartama mindig 3 óra volt. A felhasznált lúg mennyisége  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,8$  arányú volt. A kísérletsorozatból több értékes tapasztalat vonható le. A diaszpórtartalmú bauxit, mint régen ismeretes, a szokásos Bayer-oldási eljárással (6 atm, 3 óra) nem dolgozható fel. Ha azonban fokozzuk az autoklávban levő gőz nyomását, akkor a feltárhatóság emelkedik. Legcélszerűbbnek a 20 atm. nyomás mutatkozik. A bauxit kovasavtartalmának oldhatósága ezen a nyomáson még nem jelentős. A nyomást 40 atm.-ra növelve a bauxit feltárhatósága még keveset emelkedik, azonban a kovasav oldhatósága hatványozódik. Amint látjuk a 40 atm. nyomáson végzett oldás után a vörösiszapnak a kovasavtartalma mindössze 1,85%. Ebből a megfigyelésből még arra is következtethetünk, hogy a 6 atm. nyomáson a kovasav által lekötött nátrium-alumínium-hidro-szilikát oldhatósága jelentősen megnövekszik. A bauxitban eredetileg jelen volt 4,60% kovasavnak csak mintegy 40%-a vált ki, 60%-a oldatba jutott. Sokkal rosszabb ez az arány, ha a 20 atm.-ás autoklávós kezelés vörösiszapjának a kovasavját nézzük, mert ennek 86%-a oldódott. A nagy nyomáson oldott kovasav később a timföldgyártás folyamán kiválik és már részben a Dorr-ülepítőben köti le nátrium-alumínium-hidro-szilikát képződés közben az alumínátlúg timföld-nátrontartalmának egy részét. Az alumínátlúgból később kivált kovasav már a timföldhidrátot szennyezi.

Számos irodalmi adat foglalkozik újabb időben az alumínátlúg kovasavtól való mentesítésével, amelyek közül általában azok az elterjedtek, amelyek autoklávban 7 atm. nyomás alatt segítik elő az oldhatatlan nátrium-alumínium-hidro-szilikát képződését. Az alumínátlúghoz égetett meszet, vagy mésztejet is adagolnak, hogy ily módon a nátron egy részét visszanyerjék és kalcium-alumínium-hidro-szilikát képződését elősegítsék. *Bjeljajev* vizsgálatai kimutatták, hogy kb. 15 g/l CaO a legkedvezőbb mérték, mert hiába növelték a meszet akár 40 g/l CaO-ra is, a kovasavtalanítás mértéke nem változott.

Különösen nagy az alumínátlúg kovasavtartalma akkor, ha a bauxit feltárását forgókemencében 1200 C°-on szódával végzik. A nátrium-alumínát klinker kilúgozásakor jelentős mennyiségű kovasav is oldódik. Ezt a kovasavat

szokták az oldatból mész jelenlétében 6—7 atm. nyomás alatt eltávolítani. Tömény alumínátoldatot (200 g/l  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mész adagolás nélkül kovasavtalanítanak 3,5 atm. nyomáson 3 órán át.

Kísérleteimben az autoklávba adagolt mész hatását vizsgáltam a szokásos (6 atm.) és megnövelt nyomás alkalmazásával. A kísérlethez gánti bauxitot használtam fel. Eredményeim a következők:

Szám	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	Izz. v.	»H«	CaO	Feltárhathóság
Bauxit.....	57,0	5,3	19,6	2,6	15,4	10,7	—	—
v. iszap ... 6 atm.	17,5	11,9	42,2	6,0	11,3	—	—	82,2
v. iszap .... 10 atm.	13,7	9,4	34,1	4,8	14,4	—	16,2	83,5
v. iszap ... 20 atm.	13,7	9,7	34,8	5,0	13,9	—	17,7	85,6

A bauxit oldásához az 1,8  $\text{Na}_2\text{O}$  mol hányadost vettem, azonban mész adagolásával ezt az értéket csökkentettem 1,7-re. A mész mennyisége 5—5 g CaO volt, ami 15 g/l CaO-nak felelt meg. A 6 atm. nyomáson végzett bauxitoldáshoz meszet nem adtam. A mész jelenléte a bauxit feltárhathóságát nem növelte, a nagyobb érték a nyomás növelésének tudható be. Megvizsgáltam azonban a kapott vörösiszap  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmát. Ez már nátronmegtakarítást mutat.

Bauxitoldás :	6 atm.	10 atm.	20 atm.
CaO g/l adag	0	15	15
Vörösiszapban			
$\text{Na}_2\text{O}$ %	10,1	6,9	5,2

A kísérlet igazolta, hogy a Bayer-eljárásnál az autoklávba adagolt mésszel nátron megtakarítás érhető el (ezt a módszert egyes timföldgyáraink alkalmaz-  
zák is).

Az autoklávba adagolt égetett mésznek nincs meg az a megkívánt nátron-felszabadító hatása, ami a timföldgyárak nátron gazdálkodását kellő mértékben befolyásolná. *Fresenius* és *Jander* vizsgálataiból tudjuk, hogy a kalcium-ion oldhatósága  $\text{pH} = 8$  fölött csökkenni kezd és  $\text{pH} = 9,2$ -nél már oldhatatlanná válik. Ez a magyarázata annak, hogy töményebb lúgoldatban a kalciumoxid, illetve kalciumhidroxid nem oldódik és így cserebomlásba sem tud lépni. A kalciumionnak ez a hatóképessége, hogy a nátrium helyére az alumínium-hidroszilikát molekulába belépjen, nyomással (6—7 atm.) fokozható. A legutóbbi kísérlet sorozat is ezt mutatta. Hazai timföldgyáraink a vörösiszapból visszanyerik a benne nagyrészen kötött állapotban levő nátront. Ehhez a folyamat-hoz (kauszifikáláshoz) meglehetősen híg oldatot használnak. A vörösiszapot

annyi vízben iszapolják, hogy a nátrontartalom alapján az oldat 10—20 g/l Na OH töménységnek feleljen meg. Ha a vörösiszap szuszpenziót 10 g/l töménységre állították be, akkor az elméletileg szükséges égetett mész egyenérték súlyának háromszorosát, ha 20 g/l-re, akkor ötszörösét veszik. A 10 g/l NaOH-tartalmú oldat pH-értéke 9,5—10. A nátron visszanyerés tehát csak aránylag híg oldatban lehetséges.

A timföldgyári vörösiszapban a nátrontartalom kétféle alakban van jelen. Az egyik a vörösiszap szemcsékhez tapadt szabadlúg, amely az idők folyamán karbonáttá alakul, a másik rész, a nátron főtömege zeolitszerű kötésben, mint nátrium-alumínium-hidro-szilikát. Megvizsgáltuk a vörösiszaptól kioldható nátron mennyiségét a következő módon. A magyaróvári timföldgyárból származó friss vörösiszapot 100 C°-on történt kiszáritás után 1 : 20 vízmennyiséggel forrón kilúgoztuk. Az oldatban meghatároztuk a nátron mennyiségét. Ezt a kilúgozást megismételtük 1—1 óráig 200—300 stb. hőfokon pörkölt vörösiszappal is. A kilúgozással kapott oldatban meghatároztuk a timföld- és kovasav-tartalmat is. A kísérletben fölhasznált nyers vörösiszap összetétele :

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Izz. v.	Nedvesség
16,66	5,60	25,70	2,75	7,40	7,02	35,0

Az eredeti nedvesanyagra vonatkoztatott kioldott termékek %-ban :

Pörkölési hőfok C°	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O
100 .....	4,08	—	42,83
200 .....	5,52	—	34,86
300 .....	6,84	—	35,00
400 .....	11,45	1,07	36,21
500 .....	10,74	1,08	31,75
700 .....	4,38	1,43	25,13
900 .....	1,74	1,60	17,29
1000 .....	7,44	2,65	20,13
1200 .....	4,50	2,65	17,56

A kísérletsorozat azt mutatja, hogy bizonyos hőfokú pörköléssel (300—400 C°) a vörösiszap timföld és nátron oldhatósága növelhető anélkül, hogy a kovasavtartalomnak lényeges mennyisége oldódna. A nyers vörösiszaptól száritás és pörkölés nélkül az eredeti nátrontartalomnak csak 16—20%-a oldható ki. Az előzőekben ismertetett meszes főzéssel a vörösiszap nátrontartalmának 65—75%-a nyerhető vissza.

Teljesen újszerű módon kereste a vasdús bauxit feldolgozásának lehetőségét Wágner Emánuel (111, 517 sz. M. Szab.), aki alacsony hőfokon nyomás

alkalmazása nélkül alkáliszulfiddal tárja fel a bauxitot. Az eljárást eplényi bauxittal próbáltam ki, amelynek összetétele a következő volt :

$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	50,93	$\text{TiO}_2$ .....	1,85
$\text{SiO}_2$ .....	4,40	lzz. v. ....	18,04
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	24,28	»H« .....	11,5

A bauxitot káliumszulfiddal elegyítve, vastégelyben végeztem a feltárást. A Bayer-eljárásban használt nátron arányszámot vettem,  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,8$ . A megolvadás  $130^\circ\text{C}$ -on következett be és a keverék  $170^\circ\text{C}$ -on már teljesen beszáradt. A bauxit timföldtartalmából ilyen módon 93,6% volt kitermelhető. A kapott timföldben a  $\text{SiO}_2$  0,034%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,202%,  $\text{TiO}_2$  0,032% volt. A bauxitnak ilyen módon történő feltárása alkalmával a kolloid kén, illetve kolloid vasszulfid az oldatból nagyon nehezen volt eltávolítható. Későbbi kísérletek folyamán a vasszulfidot aktív szén bekeverésével kötöttem le és így vált az oldat könnyen szűrhetővé. A különféle változattal kipróbált föltárásban a legrosszabb feltárhatóság 82,74% volt. A kísérletek során megállapítottam, hogy a kristályos káliumszulfid ( $\text{K}_2\text{S} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) a bauxit feltáráshoz nagyon jól megfelel.\*

A következő kísérletsorozatot kristályos nátriumsulfiddal ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) végeztem. Az első kísérletekben a feltárhatóság nagyon rossz eredményt adott, mert mindössze 39,82% volt. A feltárási folyamat sokkal alacsonyabb hőfokon vette kezdetét, amennyiben az elegy  $60^\circ\text{C}$ -on már megolvad és  $166^\circ\text{C}$ -on teljesen szárazra párolódik be. Az így kapott feltárhatósági érték mindössze 86,35%. A nátriumsulfid-bauxit elegy bepárlási hőfokának emelése végett a 9 mol.  $\text{H}_2\text{O}$ -tartalmú, kristályos termékéből a kristályvíz nagyrészt lepároltam. A kristályvíztartalmú nátriumsulfidot addig szárítottam, amíg 40% súlyvesztésesség következett be. Ekkor elegyítettem hozzá a porított bauxitot és keverés közben teljesen szárazra pároltam. Ekkor az elegy hőfoka  $175^\circ\text{C}$  volt. A bauxit feltárhatósága jelentősen megnövekedett. Értéke 91,58% volt. A kapott timföld tisztasága is kielégítő  $\text{SiO}_2$  0,016,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,028%,  $\text{TiO}_2$  0,010%.

Az alkáliszulfiddal beszárított bauxit forróvízben könnyen oldható és az esetleg jelentkező kolloid vasszulfid aktív szénnel eltávolítható. Káliumpoliszulfid ( $\text{K}_2\text{S}_5$ ), nátriumpoliszulfid, kalciumsulfid a bauxit föltáráshoz nem alkalmas, mert a bauxit timföldtartalmának mindössze 35—40%-a termelhető ki. Kísérleteimben megállapítottam, hogy az alkáliszulfiddal való feltáráshoz az a bauxit a legalkalmasabb, amelynek a timföld-vasszulfid aránya 2 : 1 súlyszázalék. Ilyenkor a nátriumsulfid nátrontartalma  $\text{NaAlO}_2$ -képződés mellett tökéletesen kihasználható.

Az alkáliszulfidos bauxitfeltárásnak legnagyobb előnye, hogy autokláv nélkül, nyitott vasedényben, keverés közben, alacsony hőfokon megy végbe. A beszárított termék oldása a besűrítő edényben végezhető forróvízzel és szűrés után az oldat timföld tartalma szénsav bevezetésével választható le. A timföld leszűrése után az oldatból a szóda kikristályosítható.

A Wágner-féle feltárási módot kaolinra is kipróbáltam, azonban az eredmény nem volt kielégítő. A kaolinhoz, a feltárási nátriumszulfid kéntartalmának lekötése végett számított mennyiségű vasreszeléket adagolva, már jobb eredményt értem el. A feltárási hatás azonban alig emelkedett 50% fölé.

A nátriumszulfidos bauxitfeltárási vas és kovásvanban dús bauxitok feldolgozására alkalmas és egyszerű munkafolyamata révén hazai viszonylatban figyelemre méltó eljárás.

*Arimori, Maekawa és Matsumura* japán kutatók a mandzsúriai diaszpórtartalmú palák feldolgozását vizsgálták. Megállapították, hogy a kovásvanban dús palából NaOH-val 600–700°C-on megömlesztve, a timföldtartalom jól kitermelhető. A timföld kinyerésére a Bayer-eljárásnál szokásos 1,8 mol. NaOH-ot vették. A kovásvan tartalom lekötésére az elegyhez CaO-ot adagoltak. Ilymódon elért feltárási hatás hányad 76% volt. Az egész folyamat időtartama 2 óra.

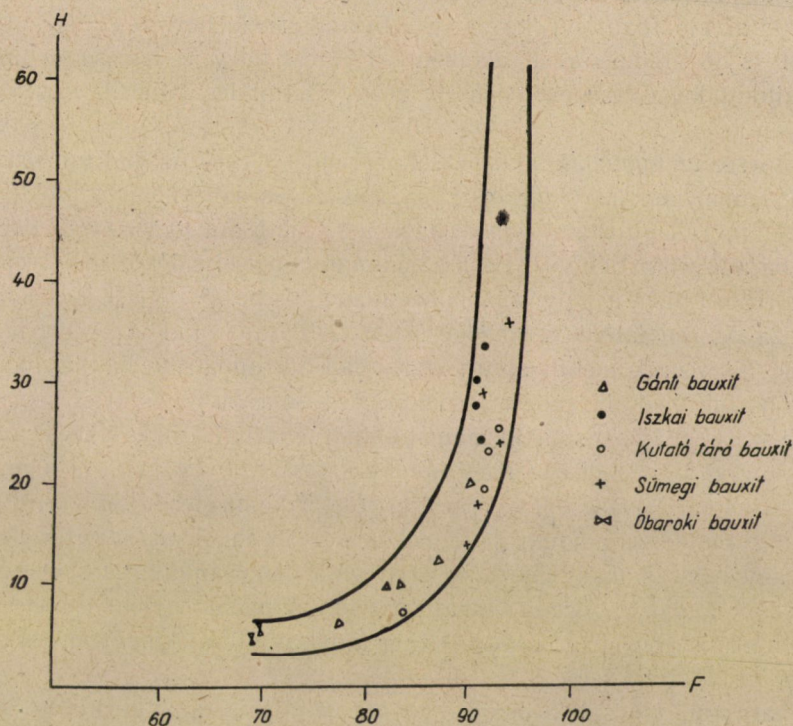
Sümegei kovásvanban dús bauxittal kísérletet végeztem szilárd nátriumhidroxiddal való feltárási. A bauxit kovásvan tartalma 13% volt. A feltárási hatás 76,76%-nak adódott. Az oldatból kapott timföldben  $\text{SiO}_2$  2,62%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,076%,  $\text{TiO}_2$  0,062% volt. A japán kutatók kísérletéből, valamint saját ellenőrző kísérletéből megállapítható, hogy kovásvanban dús bauxit feldolgozására a nátriumhidroxidos ömlesztés nem célravezető, mert a timföld szennyezése olyan nagy, hogy alumíniumkohászat céljaira alkalmatlanná válik. Az eljárás másik hátránya, hogy mindig szilárd marónátront kell felhasználni és annak ilyen alakban való visszanyerése nagyon körülményes és költséges.

Az eddig tárgyalt kísérlet sorozatok eredményeiből az egyes részlet megállapításokat az eredmények értékelésekor már megtettem. Ha végignézzük a különböző helyről származó magyar bauxitokon 6 atm. nyomáson, 3 óra alatt 1,38 sűrűségű nátronlúggal végzett feltárási kísérletek eredményeit és azokat grafikusan ábrázoljuk, kiderül, hogy az összes eredmények parabolikus görbe mentén helyezkednek el. A különböző lelőhelyről származó bauxitok feltárási hatás értékei között némi szórás tapasztalunk, de az összes eredmények két burkoló görbe által határolt területre esnek. Ezt mutatja a 2. ábra. Ez a megállapítás alkalmat ad arra, hogy a bauxit hányadosának ismeretében már nagy megközelítéssel annak feltárási hatására is következtethessünk. A megállapítás természetesen csak a hidrargillit- és böhmittartalmú bauxitokra érvényes, diaszpórosra nem. A bauxit feltárási hatás kis mértékben befolyásolható az autoklav oldási nyomásának növelésével valamint a bauxit pörkölési hőfokával. Az oldási időtartamnak is van kisebb jelentősége.

Ha a legutóbbi 10 év timföldgyártással foglalkozó irodalmát áttanulmányozzuk, azt látjuk, hogy annak jelentős része kovásvanban dús bauxitszerű kőzetanyagok feldolgozási lehetőségeivel foglalkozik. Különösen nagyszámban látjuk a szovjet, kínai és japán kutatók közleményeit. Az utóbbiak a koreai, kínai, mandzsúriai diaszpóros palák timföldgyári feldolgozásával foglalkoznak. Az értekezések javarésze a meszes, illetve meszes szódás zsugorító eljárást javasolja



Ezen a téren figyelemre méltó *Maekawa* és *Matsumura* japán kutatóknak az a módosítása, hogy a meszes szódás feltárás alkalmával gőzt fuvatnak a forgókemencébe és így a vegyfolyamat hőmérsékletét 100—150 C°-kal tudták csökkenteni. A mészkőadagolással végzett olvasztás hőmérséklete 1700 C° közelé-



Különböző hányadosú, hidrargillit és bauxit tartalmú bauxitok feltárhatósága 6 atm. nyomáson, 3 óra alatt, 10 nátron hányados alkalmazásával.

2. ábra

ben van, amíg mészkő és szóda jelenlétében az alumínátképződés már 1200 C°-on végbemegy.

Az összes ilyen eljárásoknak nagy hátránya, hogy a timföldtartalom lúgos kioldása alkalmával jelentős mennyiségű kovasav is oldódik. Az értekezéseknek jórésze az alumínátoldat kovasavtól való mentesítésével foglalkozik. Erre vonatkozó legrégebb módszer az, hogy az oldott kovasavat tartalmazó alumínátlúgot égetett mész jelenlétében 1—2 órán át 7 atm. nyomással melegítik. A kiváló alumínium-hidroszilikát jelentős mennyiségű timföldvesztéssel okoz. Az alumínátlúgból a kovasavnak az eltávolítására ajánlják az aktív szénen való átszűrést. Ily módon a kovasavnak mintegy 85%-a leválasztható. Egyidejűleg — sajnos — mintegy 20%-os timföldvesztés is bekövetkezik. A kovasavtól való mentesítésnek másik érdekes módja, hogy az alumínátlúgot mesterséges szoda-

littal oltják be, vagy derítőfölddel (fullerfölddel) elkeverve szűrik. Ezzel az utóbbi eljárással 0,09% kovasavat tartalmazó aluminátlúgban a kovasav mennyisége 0,012%-ra csökkenthető. *Fisher* a kovasav eltávolítására mézskőport és kalciumkloridot ad a lúghoz. Az oldott kovasav mennyiségének megfelelően legalább 3,5-szer nagyobb mennyiségben alkalmazza a mézskőlisztet. *Wall* ferrohidroxiddal köti le az oldatban levő kovasavat. Ferrohidroxid helyett  $\text{FeSO}_4$ -ot, vagy  $\text{FeCO}_3$ -ot is jó eredménnyel alkalmaz. Fontos, hogy a ferrosó mennyisége a ferroszilikát képződésének megfelelő arány szerint legalább 20%-os fölöslegben legyen jelen.

A mézaluminátsalak kilúgozásakor rendszeren kolloid kalciumszilikát is képződik, amelynek az oldatból való eltávolítása körülményes. A legújabb kutatások megállapították, hogy ennek eltávolítására 0,2—2,0% cukornak az oldatba adagolása előnyös. Ha a kalciumaluminát-olvadékot nedvesen őrlik, akkor a cukrot már a golyósmalomba adagolják be.

Hazai viszonylatban a feldolgozott irodalmi adatokat értékelve megállapíthatjuk, hogy nagy mennyiségű kovasavban dús dunántúli bauxitunk feldolgozására három mód áll rendelkezésünkre. Az első a vaskohászattal kapcsolatos Pedersen-szerű eljárás tisztá kalciumaluminát előállítására és ennek feldolgozása timföldre. Ez a módszer nagy hőfogyasztással jár és igen hig lúgot eredményez. A lúgnak kovasavtól való mentesítése pedig meglehetősen körülményes.

A másik módszer a bauxit feltárása méz és szóda jelenlétében forgókemencében, vagy más alkalmas eljárással olymódon, hogy az olvasztás végterméke kalciumszilikátsalak és vízben oldható nátriumaluminát legyen. Ennél az eljárásnál is fontos szerepe van az aluminátlúg kovasavtól való mentesítésének. Az eljárás hőfogyasztása nagy.

A harmadik módszer a módosított Bayer-eljárás, amelynek első részében a bauxitot a szokásos eljárással dolgozzák föl, majd a timföldben dús vörösiszapot mésszel megömlesztve vagy zsugorítva kapják vissza a nátriumaluminiumhidroszilikátból a timföld és nátrontartalmat. Kísérleteim ennek a módszernek első fázisára vonatkoztak és megállapítottam, hogy 5—6 hányadosú bauxitból is lehet 67—68% timföldet kitermelni. Megfelelően irányított eljárással pl. hig lúg alkalmazásával, valamint kevés méz (15 g/l) adagolással és az autokláv nyomásának növelésével kovasavban szegény aluminátlúg kapható. A visszamaradó vörösiszap nátronban aránylag szegény és belőle már egyszerű hőroncsolással, vagy meszes zsugorítással a timföldtartalom főtömege, valamint a nátron egy része visszanyerhető. A vörösiszapnak ilymódon történő feldolgozása természetesen a timföld termelési költségét növeli, különösen ha hozzávesszük, hogy a vörösiszaphól kapott aluminátlúgot még kovasavmentesíteni is kell.

Kísérleteim azt igazolják, hogy a Bayer-rendszerű timföldgyártáshoz 10 hányadosnál jobb minőségű bauxit a gazdaságos, tehát meglevő üzemeinknek ilyen nyersanyaggal való ellátása feladatunkká teszi a kis hányadosú (kovasavban dús) bauxitjaink fizikai módszerekkel való dúsításának sürgős

tanulmányozását. A megfelelő fizikai módszerrel dúsított bauxit timfölddús része timföldgyáraink nyersanyagát képezné, kovasavdús része pedig, mint nagyolvasztó segédanyag, alumínátsalak előállítására szolgálna.

Végkövetkeztetésül megállapíthatjuk, hogy kovasavban dús bauxitjaink feldolgozására két mód jöhet számításba, az egyik a módosított Bayer-eljárás a vörösiszap további feldolgozásával, a másik pedig a kovasavas bauxit előzetes dúsítása fizikai módszerrel timföldre és a dúsítási maradéknak más üzemben való értékesítése.

#### I R O D A L O M

- V. A. Mazeli : *Proizvodstvo Glinozema*. Moszkva, 1950.  
 N. E. Filonenko : *Doklady Akagyemi Nauk. USSR* 64. 529—532. 1949.  
 W. E. Prytherch, L. R. Harkness, W. D. Spencer : *Chemical Age* 56. 339—343. 1947.  
 W. E. Prytherch, L. R. Harkness, W. D. Spencer : *Chemical Age* 56. 607—613. 1947.  
 Blue, Conley : U. S. Bur. of Mines Report Invest. No 3923. 1946.  
 Cservényák, stb. : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4299. 1948.  
 Knox : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4329. 1948.  
 Sanford : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4427. 1949.  
 Conley, Skow : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4462. 1949.  
 McCarthy, stb. : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4527. 1949.  
 Thomson, McLeod : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4528. 1949.  
 Skow, Conley : U. S. Bur of Mines Report Invest. No 4649. 1949.  
 Nagai, Katayama : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 41. 253—256. 1938.  
 Akiyama : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 41. 376—377. 1938.  
 Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 45. 130—133. 1942.  
 Suzuki : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 45. 194—200. 1942.  
 Suzuki : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 45. 569—572. 1942.  
 Iryo : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 45. 839—840. 1942.  
 Suzuki : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 302—311. 1943.  
 Ueno, Ogura, stb. : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 312—318. 1943.  
 Iryo : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 436—437. 1943.  
 Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 750—751. 1943.  
 Suzuki : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 910—916. 1943.  
 Arimori, Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 977—983. 1943.  
 Ueno : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 1072—1075. 1943.  
 Arimori, Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 1145—1147. 1943.  
 Uchida, Kayakaba : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 46. 1163—1165. 1943.  
 Suzuki : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 30—33. 1944.  
 Yamada, Nakamishi : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 491—483. 1944.  
 Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 727—738. 1944.  
 Nagai : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 857—859. 1944.  
 Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 864—866. 1944.  
 Maekava : *J. Soc. Chem. Ind. Japan*. 47. 868—870. 1944.  
 Nagai : *Report Japan Assoc. Advanc. Sci.* 17. 75—78. 1942.  
 Yamaguchi : *Proc. Faculty Eng. Keiogijuki Univ.* No 1. 1—12. 1948.  
 Yuan Kuo Huang : *Science & Technol. China*. 2. 21—24. 1949.  
 Cirilli : *Ricerca Sci. e. Ricost.* 15. 558. 1945.  
 Ramuz : *Ann. Chim.* 3. 271—315. 1948.  
 Edwards and Mason : *The Aluminium Industry*, 1. 127. 1930.  
 Paschke und Jung : *Archiv f. Eisenhüttenw.* 5. 1—9. 1931.  
 Dyckerhoff : *Reichsamt. Wirtschafts. Chem. Ber. Prüf.* No. 93. 221—225. 1941.  
 Woody : *Wash. State Coll. Electromet. Res. Lab. Bull.* E-1, 1—31. 1943.  
 Fresenius und Jander : *Handb. d. Anal. Chem.* 3. 246. 1942.  
 Copson, Walthall and Hignett : *Amer. Inst. Mining. Met. Engrs. Trans.* 159. 241—254. 1944.  
 Pederson, Ginsberg and Wrigge : *Metall u. Erz.* 41. 32—35. 1944.

- Flint and Wells* : J. Res. Natl. Bur. Stand. 33. 471—478. 1945.  
*Heikes* : Mining a. Met. 26. 70—74. 1945.  
*Howat* : Mine and Quarry Eng. 12. 41—46. 1946.  
*Hignett* : Indust. and Eng. Chem. 39. 1052—54. 1947.  
*Séailles* : Cement and Lime Manuf. 20. 1—7. 1947.  
*Goldsmith* : J. of Geology. 56. 80—81. 1948.  
*Büche und Smetana* : Berg. u. Hüttenman. Monatsh. 93. 8—11. 1948.  
*Siegert* : Schweizerische Techn. Zeitschr. 49. 1948. Dez.  
*Klema* : Mitt. Chem. Forsch. Inst. Ind. Österr. 3. 24—29. 1949.  
*Sherwin* : Journal of Metals. 188. 661—667. 1950.  
*Bjeljajev* : Könnyűfémek kohászata. 1950.  
 Fiat Final Report. No 989.  
 Fiat Final Report. No 997.  
 CIOS Report XXXII—21.  
 BIOS Final Report No 167.  
 BIOS Finai Report No 288.

KALCIUMALUMINÁT ELŐÁLLÍTÁSÁRA VONATKOZÓ SZABADALMAK :

Anderson F. J.	430 167. sz. kanadai szabadalom		
Aluminiumindustrie A.-G.	217 476. sz. svájci	«	
Aluminiumindustrie A.-G.	220 920. sz.	«	«
Gesellschaft der Ludwig von Rollschen Eisenwerke A.-G.	255 405. sz.	«	«
Brown R. W.	2375 342. sz. amerikai	«	
Archibald F. R.	2420 852. sz.	«	«
K. L. Elmore	2452 041. sz.	«	«
Mamiyuki Hiku.	174 718. sz. japán	«	
J. C. Séailles.	602 724. sz. brit	«	
J. C. Séailles.	616 103. sz.	«	«
J. C. Séailles.	619 937. sz.	«	«
J. C. Séailles.	635 612. sz.	«	«
J. C. Séailles.	637 578. sz.	«	«
J. C. Séailles.	640 145. sz. brit szabadalom		
J. C. Séailles.	640 905. sz.	«	«
J. C. Séailles.	2 356 626. sz.	«	«
J. C. Séailles.	829 785. sz. francia	«	
Soc. des ciments franc.	632 079. sz. brit	«	
Mázeli V. A.	662 33. sz. szovjet	«	
Mázeli, Astanovits, Kaga.	69 604. sz.	«	«
Bellefille.	861 208. sz. francia	«	
Piron J.	866 045. sz.	«	«
Dykerhoff Portlandzementwerke A.-G.	444 401. sz. belga	«	
Dykerhoff Portlandzementwerke A.-G.	446 201. sz.	«	«
Klöckner-Humboldt-Deutz A. G.	448 520. sz.	«	«
Hafstad M.	68 779. sz. norvég	«	
Brodal E. és Guldhaw H.	69 052. sz.	«	«
Conradi, L. A. Gjorsteen, O. G. és Vesenberg H.	72 994. sz.	«	«
Nickelsen D.	63 969. sz.	«	«
Nickelsen D.	67 695. sz.	«	«
Nickelsen D.	67 989. sz.	«	«
Nickelsen D.	69 107. sz.	«	«
Nickelsen D.	69 318. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	67 539. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	67 696. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	67 851. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	67 878. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	68 843. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	68 844. sz.	«	«
Nickelsen D. és Hafstad M.	71 748. sz.	«	«

## HOZZÁSZÓLÁSOK

GERENCSÉR JÓZSEF

Az előadó három és végül két módszert javasol kisebb modulusú bauxitok felhasználására mint olyat, amelyek számításba jöhetnek a magyar timföldgyárak részére. Ez a javaslat azonban nem állapítja meg konkrétan, hogy egymással szembeállítva a javaslatok közül melyik lesz megfelelő nálunk. Természetesen ezt az előadó nem is állapíthatta meg ezen elaborátumában, mivel az előadásból is kitűnik, hogy ez az összefogó munka, mely kutatóink eddigi eredményét is részben magában foglalja a laboratóriumi kísérleteken túl még nem jutott.

Timföldgyáraink azonban a bauxitellátás terén már oda jutottak, hogy a három gyár közül kettő állandóan 5—10 modulussal kisebb modulusú bauxitot kénytelen feldolgozni a régi 22—26 modulusú bauxit helyett. Ezen gyárak technológiája természetesen a magasabb modulusú bauxitra épült és termelési terveikben minden vonalon, így önköltségi terveikben és fajlagos eredményeikben is állandó nehézséggel küzdenek a kis modulusú bauxit felhasználása miatt. Az illetékes főhatóság folyó évben ezen üzemek változott technológiai eljárását a rendelkezésre álló eddigi statisztika felhasználásával feldolgoztatja és ezzel oly műszaki adatok kerülnek birtokunkba, mellyel kormányzatunk 1952. év elején az eddigi elméleti és laboratóriumi eredmények alapján most már véglegesen kiadhatja nagyüzemi kísérletekre a javasolt eljárásokat. Ezek hivatva lesznek kisebb modulusú bauxitok felhasználására a megfelelő módosítást, illetve átalakítást, avagy beruházást a timföldgyáraink részére konkrét alakban megállapítani. Természetesen az előadottak alapján kormányzatunk most már 1952. évben súlyponti kérdésként kezeli ezt a kérdést. Véleményem szerint egy egészen szűkkörű, 4—8 tagból álló albizottságnak kell kiadni s a bizottság munkálatait határidőhöz kell kötni.

Amennyiben ezt a kérdést akár ezen, akár más megfelelőbb módon, 1952. év első felében műszaki szakértőink nem oldják meg kormányzatunk részére, úgy timföldgyártásunknak gondjai támadhatnak. Itt kívánom megjegyezni, hogy ez a sürgetés annál is inkább időszerű, mivel a timföldgyárak új beruházásai és létesítményei természetesen ezideig még a régi jó modulusú bauxitnak megfelelően kerültek tervezésre, illetve megrendelésre s javaslom, hogy a szűkkörű beruházásokat is ennek értelmében végezzük.

STEINER RUDOLF

Az előadó a bemutatott széleskörű kísérleti adatokkal kétségtelenül igen helyesen érzékeltette az egyes hazai bauxitféleségek feltárására vonatkozó jellegzetességeket. A kísérleti feltételek szerint finomra, nyilván 5000 szita-finomságra örölt bauxittal végezte 6 atm nyomáson 3 órán keresztül forgó autoklávban a feltárási próbákat. A feltárhatóság változik a bauxitok összetételével, a feltárásnál alkalmazásra kerülő lúg koncentrációjával, a nyomással és feltárási idővel. Mindezen tényezőknek egységes megközelítő formulába való összefoglalása hálás feladatnak látszik. Annál is inkább, mert a közölt bőséges kísérleti adathalmaz gyakorlati célokra való értékelése, csak ezen a módon válik lehetségessé. Nem hanyagolható el a feltárandó bauxitok szemnagysága, illetve őrlési finomsága sem, vagy helyesebben azok feltárára való előkészítése. A bauxitoknak két tulajdonsága szabja meg az előkészítés módját: az egyik

a bauxitfeleség kristályrácsának szilárdsága, illetve bomlási hőfoka, a másik a bauxit hidratációs képessége, ami megint csak kristályszerkezetének függvénye. Tapasztalat szerint a hazai bauxitok kivétel nélkül mind gazdaságosan feltáráshatók 120—200 C° ig terjedő hőmérsékleten. Minden bauxitfeleségnek megvan a jellegzetes kristályrácsbomlási hőfoka. Ehhez kell alkalmazkodni a technológiai eljárásnak. Felesleges tehát egy adott típusú bauxitot, mely 165 C°-nál kristályjellegét elveszti, 3 órán keresztül autoklávban hevíteni, felesleges egy más típusú bauxitot, mely 120 C°-nál már csaknem 90%-ban hidratizálódott, nagy nyomásnak kitéve órákon át magas hőfokra hevíteni. Felesleges nagy általánosságban a bauxitokat pörkölni, mert hiszen a technológiai fejlődés azt mutatja, hogy pörkölés nélkül nedvesen örölve csaknem minden bauxit hidratizálódik, előzetesen feltárodik és az autokláv kezelésnél csupán a kristályrács még épen maradt részének a bomlási hőfokra való gyors felhevítéséről kell gondoskodni, hogy tökéletes feltárást kapjunk. Jelentősége van ennek a kérdésnek a timföldgyári apparatúra jobb kihasználása és a kapacitásának újabb beruházások nélkül való fokozottabb kihasználása szempontjából is. Ha a feltárást csupán az autoklávban hajtjuk végre, akkor azt bőségesen kell méretezni és itt mindig korlátolt lesz a kapacitás. Ha azonban hidratizálódással az autokláv időt lerövidítjük, kapacitásunk jelentékenyen bővülni fog.

A nagyüzemi eljárások során a magas hőfokon való pörkölést elhagyták és helyét elfoglalta a nagy nyomáson történő feltárás. Kétségtelen, hogy ennek előnyös befolyása van a molarány csökkentésére és ezáltal a gyári térfogatok csökkentésére, de apparatív szempontból a berendezés költséges és nehezen kezelhető. Ilyen eljárások a Müller—Hiller-eljárás, mely 100 atm. lúgokkal, vagy a toronykilúgozás, mely 20—40 atm. nyomással dolgozik, vagy az ú. n. előfeltárással rendszer, ahol 200 C°-nál autoklávban előfeltárt elegy kerül az autoklávba maximális feltárás céljából. A nagyüzemi eljárások során nyert tapasztalatok azt is mutatják, hogy a kisebb lúgkoncentráció mellett a kioldható SiO<sub>2</sub> csökken. Előnyös tehát bizonyos esetekben higabb lúgoldatokkal végezni a feltárást. Az előadó által ismertetett Wagner-féle szabadalom szerinti nyomás nélküli alkaliszulfidos eljárás figyelemreméltó törekvés, azonban a nagyüzemi megoldás szempontjából még erősen megvizsgálandó, hogy az alkaliszulfidok ára mellett vasadagolással és szén-sav bevezetésével gyártsunk-e timföldet. Ami kovasavdús bauxitok feldolgozását illeti, erre a már sokízben kísérleti üzemszerű méretben ellenőrzött Pap-féle kénsav és kénessavval dolgozó feltárásmód látszik közelebbfekvőnek. Gazdasági előnyei mellett már azért is, mert körfolyamatban dolgozik és a bauxit összes komponenseinek maradéktalan kinyerését teszi lehetővé igen egyszerű módon. A bauxitfeltárás útjai a titánfém iránti kereslet növekedésével elkerülhetetlenül e felé az eljárás felé vezetnek. A Bayer-féle eljárással dolgozó timföldgyárak útja az általam már éveksorán mindig hirdetett nedvesörölés felé vezet, ahol elmarad a költséges finomörölés, elmarad a pörkölés, megtörténhet a részbeni előzetes feltárás a hidratizálás a nedvesörölműben magában és ennek folytán az autokláv munkaideje lerövidül. A hőmérség ezáltal lényegesen kedvezőbb alakul.

A bauxitfeltárás újabb útjai a nagyüzemi technológia keretében a szakaszos feltárásról a folyamatos működésű feltárássra, a nagy nyomásról a kis nyomásra, a magas feltárási hőmérsékletre a minimálisan szükséges hőmérsékletre, a költséges aprításról a nedves örölésre térnek át és ezen az úton válik lehetővé a bauxitfeltárás megjavítása timföldkihozatalunk emelése és hőmérlegünknek lényegesen gazdaságosabbá tétele.

## SUCHANEK JÁNOS

Tény, hogy ma a timföldgyárak alkalmazta Bayer-féle eljárás a legolcsóbb és a leggazdaságosabb. Ez a megállapítás azonban csak akkor érvényes, ha megfelelő összetételű bauxit áll rendelkezésre. Mivel ezidőszereint megfelelő összetételű bauxit rendelkezésünkre áll, más timföldelőállítási eljárással nem is kísérleteztünk, annál kevésbé, mert már az első pillanatban meggyőződhetünk arról, hogy más eljárás sokkal drágább, mint a Bayer-féle. A bauxit minőségének állandó rosszabbodása következtében ez az árkülönbség nemcsak a mi országunkban, hanem az egész világon általában mindig jobban és jobban elmosódik, úgyhogy már ezen oknál fogva is kényszerítve leszünk más eljárással is foglalkozni. Timföldgyárainkba tekintélyes pénzüsszeg van befektetve. Kézenfekvő tehát, hogy olyan eljárások, amelyeknél a meglévő üzemi berendezéseket akár egészben, akár részben fel lehet használni, előnyben részesítendők. Ebből a szempontból kellene a kérdést megvizsgálni, illetőleg annak megoldását keresni

Ami az előadó fejtegetéseit saját kísérleteivel kapcsolatosan a bauxit feltárására vonatkozóan illeti, úgy ebből látható, hogy általában a böhmit összetételű bauxitok nagyobb szabályszerűséget mutatnak a feltárás eredményeinél, mint a hidrargillites összetételű bauxitok, amelyek különben egy és ugyanazon bányából származnak. A legjobb feltárási eredmények és a legnagyobb  $Al_2O_3$  kitermelés gyakran váltják egymást. Ilyen eredményeket tapasztaltak jelenleg Almásfüzitőn is, ahol azonos feltárási feltételek eléréséhez az eddiginél jóval magasabb pörkölési hőmérsékletre van szükség, mint amilyeneket eddig az iszkai bauxitnál alkalmaztak.

Hasonló tapasztalatokra tettem szert jómagam is mintegy 25 évvel ezelőtt a dalmáciai Drnisből származó trihidrátos bauxittal, amelynél a feltárási lehetőség szintén erősen váltakozó volt, jóllehet a dalmáciai bauxit bizonyos mennyiségű diaszpórt tartalmaz. Habár az összetételre vonatkozó elemzések akkor nem mutattak különbséget, mégis felszínre került az említett változás az  $Al_2O_3$  hozam szempontjából. Annakidején megállapítottam a bányában, hogy a kevésbé jól feltárható bauxit olyan lerakódásból származik, amely nagyobb hegynyomásnak volt kitéve.

Végül még rátérek a nyomás kérdésére az iszkai bauxit feltárásánál. Az autoklávban a nyomás emelése korszerű gyárakban 20 atm-ig kétségtelenül bizonyos fizikai összefüggésben áll a modern erőművek nagyobb gőznyomásával. Mint ismeretes, Almásfüzitőn ezidőszereint az autoklávokban 20 atm. nyomást alkalmaznak. Az autoklávoknak erre a nyomásra való megépítésének oka abban rejlik, hogy a gyár felállításának időpontjában az iszkai bauxit még a föld mélyén volt, azaz még alig volt feltárva. Annakidején, 1940—1942-es években tudott dolog volt, hogy az a bauxit, amely diaszpórt tartalmaz, nagyobb nyomással tárando fel és így mindenképpen fel kellett készülni arra, hogy amennyiben a bauxit minősége nagyobb feltárási nyomást igényelne, ezt gyakorlatilag megvalósíthassák. Időközben az üzemben pontosan ugyanaz mutatkozott meg, mint azt az előadó is kiemeli, hogy az iszkai bauxit kisebb nyomással tárható fel. Technológiailag ez előnyt jelent, amint ez az előadó szavaiból is kitűnik. Vajjon a feltárás nagyobb vagy kisebb nyomással gazdaságosabb, még tisztázatlan kérdés, mert ennél olyan tényezők játszanak közre, ami sajnos kísérletekkel kétséget kizáróan meg nem állapítható.

## PAPP ELEMÉR

Mint ismeretes, a magyar bauxitkincs tökéletesebb felhasználási lehetőségének biztosítása most valamennyi szakemberünknek egyik legfontosabb problémája. A legutóbbi hetekben a vegyész kongresszuson is számos értékes előadás hangzott el ebben a tárgykörben.

Dr. Gedeon előadása szerencsésen összefoglalta és kiegészítette azokat, különösen az ott elhangzott: dr. Sigmond-féle előadást, és az azzal kapcsolatos felszólalásokat. Véggövetkeztetése is megegyezik kb. a Sigmond előadásában javasolt, és az előadás után tett felszólalásokban leszögezett iránnyal. Nevezetesen; másodsorba tartozónak minősíti hazai viszonylatban Pedersen rendszerű eljárásokat, valamint a teljes mész- és szódaszugorításos eljárásokat, viszont első vonalban említi, igen helyesen, a Bayer-eljárással kombinált vörösizsap feldolgozó eljárásokat.

Magának az előadásnak tartalmával kapcsolatban két megjegyzésem van. Az egyik, hogy a közölt elemzési táblázatokban, amelyeket főleg a timföld és nátronvesztés mérlegelése érdekében állít össze a szerző, meglehetősen elhanyagolja a titánkérdést és a titánnal kapcsolatos alkáli veszteségeket. A gánti bauxit és az abból származott vörösizsap elemzésénél pedig olyan adatokat közöl, amelyek nyilvánvalóan nem megbízható elemzésen alapulnak. A bauxit száz súlyrész vasoxidjára 13,5% titándioxid esik, és az ugyanabból az anyagból visszamaradt vörösizsap 100 súlyrész vasoxidjára csak 11,2% titándioxid, holott ezen értékeknek vasoxidra viszonyítva, meg kellene egyeznie. A titándioxid ugyanis a vasoxiddal együtt a vörösizsapban marad és csak egészen minimális mennyisége kerül az alumínátlúgba.

A második megjegyzésem az előadással kapcsolatban zeolitok kérdése, amely kérdésnek az előadó, igen helyesen, nagy figyelmet szentelt. A zeolitok koprecipitált nátriumoxidtartalmú  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  csapadékok. Képződési módjuk, sebességük és összetételük döntő fontosságú a bauxitfeltárás hatáskörére vonatkozólag. Előadó ismertette azokat az eltérő számadatokat, amelyeket a képződő zeolitokra vonatkozó molekulaösszetételben különböző szerzők megállapítottak. Saját számadatait is felemlítette és közölte, hogy ezek a zeolit összetételi arányok, a vörösizsap vizsgálatok alapján készültek.

Nekem egyéni meggyőződésem, hogy a zeolitok képződésének és összetételének vizsgálatára az eddig követett módszerek elvileg rosszak. Tudnunk kell ugyanis, hogy a zeolit képződése tulajdonképpen két különböző reakciósebességű folyamat végeredménye. Az egyik folyamat a bauxit feltáródása: az alumínát képződése és a vízüveg képződése. Ez a folyamat az autoklavos feltárások során a hőfok függvényében, aránylagosan gyorsan lejátszódó jelenség. A másik folyamat, amelynek egyensúlyi állapotához való közeledése hosszabb időt igényel, a vízüveg- és nátriumaluminát egymásra hatásából képződő csapadékos kiválás, a nátriumszilikóaluminát kicsapódása. Ha ezt a két folyamatot egy térben azonos idő lefutása után vizsgáljuk, tehát pl. a visszamaradó vörösizsapot elemezzük és abból vonunk le következtetéseket, úgy a nyert csapadék (oldhatatlan rész), alumíniumoxidtartalma és kénsavtartalma nem csupán a szekunder képződött zeolitokból áll, hanem beleszámítjuk a vörösizsapban talált és eredetileg fel nem tárt, pl. diaszpór vagy korundjellegű alumíniumoxidot és kvarcjellegű kovasavat is.

Ez a magyarázata — véleményem szerint — annak, hogy az alumíniumoxid és kovasav vörösizsapban levő %-os értékei, bauxitonként és feltárási módoként erősen változnak, és bár támpontot adnak az egész feltárási folyamat



gazdaságosságára, de nem adnak jó tájékoztatást és tiszta képet a zeolitok %-os összetételére vonatkozólag.

Erre csak olymódon fogunk tudni kémiaileg és fizikailag megbízható adatokat kapni, ha a két folyamatot időben is el tudjuk különíteni. Tehát pl. egy nagy hőfokon és nagy nyomáson végbemenő gyors feltárást hajtunk végre és a kapott aluminátlúgot — amely vízüvegtartalmú —, elkülönítve a vörösiszaptól, külön autoklávban hevítjük a zeolit képződése érdekében és az így kapott csapadékot vizsgáljuk. Ez a vizsgálati módszer, amelyre éppen a Fémipari Kutató Intézetben elkezdett, nagynyomású folyamatos feltárás ad lehetőséget, fényt fog deríteni az aluminátoldatok kovasavtalanítási lehetőségére, de ezenkívül az így kapott, már nem vörösizzappal kevert zeolitok összetételére és azok esetleges további feldolgozására is. Nem lehetetlen, hogy ez az irány lesz a kombinált Bayer-féle eljárás, amelyik alkalmas lesz rossz modulusú bauxitok feldolgozására. Igaz ugyan, hogy első feltáró lépésben sok kovasavat fog kiemelni az aluminátlúggal együtt, de a második (kovasavtalanító), lépésben már nem nagy vörösizzaptömeget termel, hanem mennyiségileg kevesebb alumínium és kovasav zeolitot, amelynek további feldolgozása alumíniumra, kisebb bruttó anyagmozgatással jár, mint az egész vörösizzap másodlagos kezelése.

Fenti megjegyzéseket a kép teljessége kedvéért fűzöm dr. Gedeon előadásához abban a reményben, hogy a hazai bauxitkincsünk gazdaságosabb feldolgozásához és az ebben az irányban a Magyar Tud. Akadémia által kifejlesztett tudományos erőfeszítésekhez egy építőkővel ezek is hozzájárulnak.

#### BARTHA LAJOS

Dr. Gedeon elhangzott előadásában timföldiparunk egy igen fontos és sürgős kérdését, a nagy kovasavtartalmú bauxitok feldolgozásának lehetőségeit fejtegette. Az általa elvégzett nagyszámú kísérlet sok értékes adatot eredményezett, ezeket nem részletezhetem most, de néhány megjegyzést szeretnék ezekhez is fűzni.

Kovasavban dús, kis modulusú bauxitok feldolgozása Bayer-eljárás szerint gazdaságtalan a nagy nátron- és timföldveszteség, továbbá a vörösizzap rossz ülepedése miatt. Üzemi eredményekből tudjuk, hogy 50% timföldet és 7% kovasavat tartalmazó bauxitnál a kitermelés mintegy 70%, a nátronveszteség pedig 25—30%, ez utóbbi részben az iszap rossz kimoshatóságától is ered. Továbbá üzemi nehézséget okoz, hogy nagy kovasavtartalmú bauxitok feldolgozásánál a nátriumalumíniumszilikát-kiválás a bepárlókészülékek fűtőcsöveiben igen gyors és azok teljesítménye emiatt rohamosan csökken.

Az 1 sr. kovasavra számított 1,13 sr. timföld és 0,69 sr. nátronveszteség a gyakorlatban sokkal nagyobb, mert egyrészt a Dorr-ülepítőekben jelentős timföldutánkiválás van, másrészt az iszapban visszamaradó oldható timföld és nátron mennyisége, különösen a rossz minőségű bauxitok feldolgozásánál keletkező nagymennyiségű, rosszul kimosható vörösizzapoknál fokozott mértékben jelentkezik, ezért a gyakorlati tapasztalatok a laboratóriumi eredményektől többé-kevésbé eltérnek.

Igen érdekesek Dr. Gedeonnak azok a kísérletei, ahol a feltárolóknak a szokásosnál kisebb koncentrációját alkalmazza. Az iszkaszentgyörgyi bauxit feltárhatósága 1,19 fs. lúggal 6 at nyomáson gyakorlatilag kielégíthetőnek mondható, minden bizonnyal azért, mert hidrargillit típusú bauxitról van szó. Böhmít-

típusú bauxitoknál a híg lúggal való feltáráshoz magasabb hőmérséklet és ennek megfelelő nyomás szükséges, amint az a Müller—Hiller, Neumann és a torony-eljárásra vonatkozó szabadalmakból ismert, ezt dr. Gedeon is megállapította a gánti bauxitokkal végzett kísérleteinél.

A feltárológ koncentrációnövelésének az evvel járó üzemi nehézségeken kívül az szab határt, hogy így a lúgok kovasavtartalma emelkedik, továbbá kolloid vas- és titánvegyületek keletkeznek, ami az üllepítésnél nehézségeket okoz.

A barátikai kemény diaszpóros bauxitokkal végzett kísérletsorozat igen érdekes, eddig az a nézet volt elterjedve, hogy ezeket a bauxitokat Bayer-eljárással csak igen rosszul lehet feltárni, dr. Gedeon kísérleteiből azt látjuk, hogy 10 és 20 atm. közötti nyomáson kielégítő kitermeléssel tárhatók fel Bayer szerint.

Az alumínátlúgoknak autoklávokban nyomás alatt történő kovasavmentesítése eredményes, de költséges eljárás, különösen ha meszet is használnak, mert timföld is megy veszendőbe, ezért az alumínátlúg molviszonya is megváltozik, ami a további feldolgozás szempontjából hátrányos.

A Bayer-vörösiszapban levő nátrólit termikus megbontására és az így oldhatóvá vált nátriumaluminát kilúgzására a Fémkutató Intézet folytatott kísérleteket és a gyakorlati megvalósítás irányában is tett lépéseket. A vörösiszap pörkölése költséges és körülményes, az úgynevezett kausztifikálás, vagyis a vízben szuszpendált iszapnak melegen égetett mésszel való kezelése aránylag egyszerű és kevés berendezést igénylő eljárás, de evvel az iszapban levő timföld veszendőbe megy és a nátronnak az iszap minőségétől függően legfeljebb 50%-a nyerhető vissza.

A nagy kovasavtartalmú kis modulusú bauxitok feldolgozására két irányban lehet kísérleteket folytatni. Az egyik, olyan eljárás kimunkálása, amely a marónátronnál olcsóbb anyagot alkalmaz a feltáráshoz, vagy olyané, amely az eddigi eljárásoknál kevesebb nátront fogyaszt. Az első csoportba sorolható a bauxitnak a mész és szódával való összeolvasztása 1100 C°-on, az ú. n. pirogén-eljárás, ezt azonban nagy hőszükséglete és a timföld nagy kovasavtartalma miatt kiszorította az olcsóbb és jobb végterméket eredményező Bayer-eljárás. A szulfidokkal való feltáráson alapul *Peniakoff* eljárása, amely a bauxitot nátriumsulfát és szén keverékével olvasztja össze forgókemencében.

A kevés nátront használó eljárások közül a kombinált Bayer-eljárás alkalmazták iparilag nagy kovasavtartalmú bauxitok feldolgozására, az első fázisban a bauxitot a normális Bayer-folyamattal tárták fel, a nagy timföld- és nátrontartalmú vörösiszapot pedig újra feltárták a pirogén eljárás szerint szódával és mésszel keverve, az olvadék kilúgzása után kapott híg nátriumaluminátoldatot pedig visszavezették a Bayer-üzembe. Bár így a feldolgozott bauxit tömegének csak egy részét kell újra felhevíteni, az eljárás hőszükséglete elég nagy és gazdaságossága kétséges.

A másik figyelemreméltó eljárás csoport a mészaluminátsalakok feldolgozása, amelynek iparilag a *Pedersen*-féle változatát valósították meg. A kalciumaluminátsalakot elektromos kemencében állították elő, 1 t timföldre kb. 300 kg jóminőségű nyersavat termeltek. Az eljárást általában 7% kovasavtartalmú, 7 modulus körüli bauxitokra alkalmazták sikerrrel. Az eljárás áramfogyasztása rendkívül nagy, 1 t timföldre számítva 4,000 kWó, ami hazai viszonylatban elviselhetetlen, alkalmazása csak ott jöhet szóba, ahol igen olcsó áram áll rendelkezésre. Van azonban egy másik lehetőség, ami esetleg hazai viszonylatban is alkalmazhatóvá teheti az eljárást és pedig a kalciumaluminátsalaknak forgó-

kemencében való előállítása Krupp-féle hömpölygető eljárás (Krupp—Rennverfahren) szerint, amikor szivacsos fémvas keletkezik a folyékony salak mellett. A forgókemence szénportüzeléssel fűthető és így a tüzelőanyagfogyasztás esetleg összhangba hozható belföldi viszonyainkkal. A kalciumaluminátsalakkból szódaoldattal kilúgozott nátriumaluminát lúgkoncentrációja ugyan kicsiny, de ez csak tartánykapacitásban okoz változást, mert a hidrát leválasztásához szükséges további műveletek aránylag alacsony hőmérsékleten mennek végbe. Mindenesetre érdemes volna foglalkozni ezzel a kérdéssel is, mert az idő erősen sürget és az üzemi kísérletek lefolytatására a lehetőségek adva vannak.

A magyar bauxitok fizikai dúsítására már folytak és most újból indulnak kísérletek, itt bizonyára lesznek nehézségek, éppen magyar bauxitok sajátosság fizikai struktúrája miatt, a kísérletek eredményeitől függnek e téren a további lépések.

A magas kovasavtartalmú bauxitok feldolgozásával kapcsolatban igen figyelemreméltó eredményeket értek el mágneses dúsítás útján *Fehér* és *Mosóczy*. Az eddigi kísérletek pozitív eredményei után remélhető, hogy ez az eljárás nagy lépéssel visz közelebb a kérdés megoldásához.

#### LÁNYI BÉLA

Az előadás első része statisztikai adatokat sorol fel különféle  $\text{SiO}_2$ -tartalmú bauxitok feltárhatóságára nézve.

Ezek az adatok akkor értékesek, ha egységes vizsgálati módszer szerint készülnek. Kár, hogy Gedeon vizsgálatai nem követik eléggé a nátronlúgképződés menetét, hanem csak egyszerű tudomásulvételét jelentik annak a közismert ténynek, hogy nátronlúg által megtámadható szilikátok jelenlétében, a kihozatal annyi meg annyi %-kal csökken. A Dunavölgyi Timföldipar igazgatóságának megbízásából 1949-ben — éppen azért mert az ilyen jellegű vizsgálatok nem történtek szabványosított körülmények között — Perczel Árpád és Horváth Endre munkatársaimmal nekifogtunk az iszkai bauxit vizsgálatának. Eredményül, a szabványosítható kísérleti körülmények között kapott adathalmazból következtetéseket lehetett levonni az iszkai bauxit magatartására nézve. Éppen a munka statisztikai adatai miatt nem is siettünk a nyilvánossághozatalával.

Ami az új utakat jelentené, a tájékozatlan előtt érthetetlennek látszik, hogy most kell megállapítani azt, hogy bauxitjaink kisebb nyomással is feltárhatók aránylag jó eredménnyel. Ebben semmi új nincsen. Jakóby István több, mint 25 évvel ezelőtt a Mérnök és Építész Egylet Közlönyében leírta, hogy közönséges nyíltságon feltárta 90%-os kihozattal kb. 3 óra alatt a gánti bauxitot.

Ez a vizsgálat a timföldgyári szakembereink előtt tudott volt, és voltak ők is annyira jóérzékű mérnökök, hogy a hógazdálkodás legelemibb törvényeit azonnal alkalmazták volna a feltárásoknál. Azonban közismert egyéb okok miatt dolgoznak még ma is legalább 5—6 atm. nyomású autoklávban. A fűtői gyárról pedig köztudomású, hogy nehezen feltárható bauxitok feldolgozására is alkalmassá akarták tenni a tervezés folyamán.

A statisztikus feltáramunka nélkül nem lehet bauxitjainkat osztályozni, nem lehet anélkül hozzáfogni a Bayer-gyártásba való beiktatáshoz, de ez a munka nem is elegendő ahhoz, hogy új utakat jelölhessünk ki a kis modulusú bauxitjaink felhasználására. Világosan kell látni a nátronképződés reakció kinetikáját, amire nézve azonban nem elegendők ezek a kísérletek.

Az új eljárásoknál — amennyiben Bayer-szerűek maradnak, — nem kell félni attól, ha sok kovasav kerül a nyers alumínátlúgba, hiszen a deszilifikálás

egyszerű eljárás, terméke pedig a mesterséges zeolit (permutit), értékes kereskedelmi anyag. Ha pedig a nátront és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at ki akarnók belőle nyerni, ezt is könnyen tudjuk megcsinálni, kiszabadítva őket a szilikátkötésből.

Mintegy 50 éve tart a harc a kis modulusú bauxitok feltárhatósága érdekében különféle eljárásokkal és mégis a timföldnek kb. 70%-át ma is Bayer szerint készítik, ha néhol módosították is, jelentős kiegészítésekkel az eredeti eljárást.

Kormányzatunk meg fogja találni a helyes utat, amelyet járnunk kell, hogy eredeti Bayer-gyártásra alkalmatlan bauxitjainkat gazdaságosan dolgozhassuk fel.

#### GEDEON TIHAMÉR válasza

Az elhangzott hozzászólásokért köszönetet mond. Ezek szervesen egészítették ki előadását, amelyekre idő hiányában nem térhetett ki.

Steiner Rudolf kartárs hozzászólását nagyon helyesli az újabb timföldgyári technológiával kapcsolatban, amellyel elkerülhető a bauxit pörkölése, ha a nedves őrlést bevezetik. Ezen a módon végbement hidratáció miatt a bauxit feltárása is hamarabb történik. Dr. Polinszky vizsgálataiból tudvalevő, hogy a bauxit hidratációja vízben már 5—6 atm. nyomáson bekövetkezik. Érdekes ebből a szempontból az őrlött bihari bauxit feltárhatósága, amely csak 20—22%. Az említett felismerés jelentős és azt jelenti, hogy a diaszpórtartalmú bauxitot (mint a biharit) is teljes eredménnyel lehet a Bayer-eljárásban alkalmazni, ha előzőleg hidratációnak vetették alá. Jónak tartja Pap Jenő savas eljárását, mely a timföldgyártásra azonban talán kissé költséges. Míg az alumíniumhidrátból 45—48% vizet kell elpárolni izzítással, addig Pap Jenő eljárásával nyert alumíniumsulfátból, amely 16% timföldet tartalmaz, 84% az a víz- és szulfátmennyiség, amit izzítással el kell távolítani, hogy timföldet nyerjenek.

Gerencsér József hozzászólása önmagáért beszél.

Dr. Papp Elemér hozzászólása is kiegészítette az előadást. A bauxitfeltárás technológiai folyamatának megválasztása népgazdaságunk jelentős feladata. A zeolit keletkezés kérdésének tisztázása kiegészíti eddigi megfigyeléseinket. Az eddigi kísérletekben a vörösiszapnak timföld-, nátron- és kovásvartartalmát zeolitos kötésben jelenlevőnek tételeztük fel.

Bartha Lajos kartárs felszólalásából szomorúan hallotta, hogy az 50%-os timföld- és 7% kovásvartartalmú bauxit feltárása 70% volt és emellett 23% nátron ment veszendőbe. Ennek megváltoztatása elsőrendű fontosságú. Az említett mágneses pörkölés és a vörösiszapnak mágneses üleptése nagy mértékben fogja a timföldgyárak teljesítőképességét emelni.

Dr. Lányi professzor hozzászólásához megjegyzi, hogy a kovásvav oldódása az autoklávban való feltárás közben nagyobb nyomásnál gyorsabban megy végbe és több kovásvav oldódik. Erre mutat a 10—20—40 atm. nyomáson végzett bauxitoldási kísérletsorozat is. Permutit képződése nyomás nélkül is végbemegy, egyszerűen nátriumaluminátoldat és vízüvegoldat elegyítése közben. Aluminátoldatból a kovásvav eltávolítása veszteség nélkül még nincsen megnyugtató módon megoldva. Az iszakai bauxitnak 20 atm. nyomáson való feltárása valóban szükségtelen.

Néhai Jakóby István bauxitoldási szabadalma nem 1,8, hanem 2,0 nátrónhányadosú feltárási arányra vonatkozik, mert ilyen töménységben a lúg—bauxitlegely forráspontja 136 °C fölé emelkedik és a bauxitot igen jó eredménnyel

oldja. Az iszkai bauxittal a kísérleteket azonnal, már a telep 1940-ben történt felismerése után és kutatása közben megkezdték. A vizsgálatokat az Alumínium-érc Kísérleti Laboratóriuma végezte és kísérleteinek eredményei alapján történt az almásfüzitői gyár tervezése. A már akkor felismert pörkölési hőmérséklet alapján tervezték meg a Humboldt-rendszerű emeletes álló kemencét, valamint a timföldgyárakban szokásos 9 m átmérőjű Dorr-ülepítő helyett, a nehezen ülepedő iszkaszentgyörgyi vörösiszap miatt építettek 14 m átmérőjű ülepítőket. Jövő timföldgyártási irányunk gerincét a Bayer-eljárásnak kell képezni, valamilyen előkészítő, vagy visszanyerő eljárással kiegészítve.



# A TITÁN ELŐÁLLÍTÁSÁNAK HAZAI ÚTJAI

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

A titán, mint ötvözőelem mind az acél-, mind az alumíniumiparban széles körben ismert és elterjedt volt már évtizedek óta. Erre a két célra ferrotitán, illetőleg titán-alumínium segédötvözeteket használtak. A teljesen tiszta fémtitán, illetve ötvözeiteinek kutatása csak az utóbbi néhány évben vett nagyobb lendületet és a fémtitán termelése világviszonylatban még ma sem haladja meg egy nagyobb szabású kísérleti üzemnek a termelését. A fémtitán kérdését az hozza előtérbe, hogy a földkéreg 0,65%-a titán, úgy, hogy a vas, az alumínium és a magnézium után a titán a leggyakrabban előforduló fém. Az egyes fémeknek földkéregben való eloszlását az alábbi felsorolás mutatja :[1,2]

Al %	8,13	Fe %	0,50	Mg %	2,1	Ti %	0,65
Cu %	0,01	Zn %	0,04	Pb %	0,02		

Ezek szerint a titán nagyságrendileg nagyobb mennyiségben áll rendelkezésre, mint a színesfémek. Kétségtelen azonban, hogy ezek a számok mindjárt más képet mutatnak, ha a gyakorlatilag számottevő titán-tartalmú érceket vizsgáljuk. Igaz, hogy a világ feltárt és ismert hasznosítható titánérci még így is sok száz millió tonna  $TiO_2$  tartalomnak felelnek meg; még akkor is, ha ennél a számításnál csak a 30%-nál nagyobb  $TiO_2$ -tartalmú érceket vesszük figyelembe. A két legfontosabb titánérc a rutil és az ilmenit. A rutil kb. 90%  $TiO_2$ -t tartalmaz, további alkotói zirkon, vanádium, vas, szilícium, króm és alumíniumoxidok. Az ilmenit, amely megközelítőleg a  $FeTiO_3$  képletnek felel meg, elméletileg 52,7  $TiO_2$ -tartalmú, normális átlagban 30—40%  $TiO_2$ -t tartalmaz. Csak összehasonlításképpen említem meg, hogy a Szovjetunió feltárt ilmenit készletei régebbi adatok alapján kb. 100 millió tonna  $TiO_2$ -nek megfelelő nagyságrendben vannak. Még ezen mennyiségek mellett sem jelentéktelenek azok az érckészletek, amelyekkel Magyarország rendelkezik ebben a tekintetben.

Nálunk két titán-tartalmú érc vehető figyelembe, az egyik a bauxit, amelynek mennyiségét Schmidt Elégus Róbert [3] kb 200 millió tonnára becsülte, a másik pedig a wehrlit, amelynek mennyiségéről a vélemények megoszlanak, azonban reálisan kb. 200 ezer tonnára becsülhető. A bauxit átlagos  $TiO_2$ -

tartalma 2,5—3% között van, ha középértékben 2,5%-kal számolunk, akkor a bauxitban lévő  $TiO_2$  mennyisége kerekén 5 millió tonna. A wehrlitben lévő  $TiO_2$ -tartalom erősen ingadozó, de ha itt is óvatos középértékkel, mintegy 7%-kal számolunk, akkor a wehrlitben lévő  $TiO_2$  kb. 14 000 tonnára rúg, amiből kitűnik, hogy a wehrlit, mint titánforrás, nem túlságosan számottevő. A bauxitban lévő 5 millió tonna  $TiO_2$  azonban már világviszonylatban is számottevő mennyiség, csupán azt kell megfontolni, hogy ilyen kis titántartalmú érc tisztán  $TiO_2$ -ra való feldolgozása önmagában rentábilis-e. Valószínűleg nem, de ez nem zárja ki, hogy később egyes bauxit fajtákat nem lesz-e esetleg érdemesebb titánra feldolgozni, mint alumíniumra. Ez azonban természetesen csak a nagyon távoli jövő kérdése.

Három évvel ezelőtt, amikor a Fémipari Kutató Intézet és a Mechanikai Technológiai Intézet megkezdte a fémtitán előállítására vonatkozó kísérleteit, a leghelyesebb elvi kiindulási alapnak az látszott, hogy a timföld-előállítás melléktermékeképpen kapott vörösiszapból kell a  $TiO_2$ -t kinyerni. Ez az elgondolás annál is inkább helyesnek látszott, mert a vörösiszapból egyéb, a timföldgyártás számára hasznos melléktermékeket is vissza lehet nyerni. A több évig tartó kutatómunka első lépései tehát a vörösiszapból való  $Na_2O$  és  $Al_2O_3$  kinyerésére irányultak. Az idevonatkozó kísérleteket *Lányi* [4] ismertette a tavalyi akadémiai nagyhatén.

Az eljárás ma nagyobb méretekben is ki van már próbálva és a tapasztalatok alapján egy, már számottevő teljesítményű kísérleti üzem épül, amely a tervek terint 1953-ban kezdi meg termelését.

Ezzel az eljárással a  $Na_2O$  és az  $Al_2O_3$  részleges kinyerése útján dúsított vörösiszap keletkezik, amelynek összetételét szembeállítva a kiindulási vörösiszappal, az alábbi táblázat mutatja :

	Ajkai vörösiszap	Dúsított vörösiszap
$SiO_2$ ....	6,62	10,12
$Fe_2O_3$ ....	52,81	71,92
$Ti_2O_3$ ...	5,23	6,27
$Al_2O_3$ ...	19,04	11,64

A táblázat csupán példát mutat, amelynek kiegészítéseképpen meg kell jegyezni, hogy a dúsított vörösiszapban a  $TiO_2$ -tartalom a kiinduló vörösiszaptól függően 9—10%-ig is emelkedhetik. Az ilyen módon dúsított vörösiszap igen nagy vasoxid tartalmánál fogva, mint tudjuk, tömörítés után kiválóan kohósítható nyersanyag. Tömörítés céljára az eddigi kísérletek alapján a legcélszerűbbnek látszik a pelletizálási eljárás. Ezt a kérdést a Vasipari Kutató Intézet dolgozta ki egyelőre kisipari méretekben. A dúsított vörösiszap kohósításához, mivel a kísérleti üzem még nem működik és a pelletizálás sincs nagyipari méretekben megvalósítva, még nem tudtunk nagyolvasztót használni,



ezért a dúsított vörösiszap kohósítását villamos ívkemencében végezték el. A salak összetétele:  $SiO_2$  31,9%,  $Fe_2O_3$  11,8%,  $TiO_2$  19,7%,  $Al_2O_3$  36,9%. A villamos ívkemencében végzett kísérletek természetesen nem mértékadók a nagyolvasztóban való kohósítás számára, azonban kiindulásként alkalmasak voltak a további kísérletekhez, amelynek célja ebből a salakból  $TiO_2$  kinyerése volt. Ez a salak már eléggé nagy  $TiO_2$ -tartalmú és innen a  $TiO_2$  már gazdaságosan kitermelhető. A követett útnak a legfőbb előnye, hogy a vörösiszap dúsítása az  $Na_2O$  és  $Al_2O_3$  visszanyerése révén önmagában kifizetődő, a dúsított feketeiszap pedig a legjobb ércminőségeknek felel meg, a vasra való kohósítása tehát önmagában is szintén kifizetődő. Végeredményben tehát ez a titándús salak olyan gyártási eljárások hulladékanyagaként áll rendelkezésre, amelyek  $Al_2O_3$ -t,  $Na_2O$ -t és nyersvasat szolgáltatnak önmagukban is gazdaságos úton.

A titándús salak feldolgozását a Fémipari Kutató Intézet dolgozta ki. Az eljárás lényege, hogy a finomra őrölt salakot kb. 50%-os kénsavval 170–180°-on feltárjuk, a képződött szulfátokat, közte a titánszulfátot is, vízzel extraháljuk, a szüredéket vízzel bőségesen hígítva, forraljuk, a keletkező meta-titánsav csapadékot leszűrve, szárítva és izzítva,  $TiO_2$  adódik. A fent leírt eljárás kénsav fogyasztása kb. 10 kg 1 kg  $TiO_2$ -re számítva. A jelenleg még folyamatban lévő kísérletek alapján feltételezhető, hogy a kénsavfogyasztást ebben a munkamenetben csökkenteni sikerül. Ezek szerint pusztán a timföldgyártás melléktermékeképpen gazdaságos munkamenetekkel olyan mennyiségű  $TiO_2$  áll rendelkezésre, amely egyaránt hasznosítható fémtitánra, a ferrotitán-kérdés megoldására, továbbá a hegesztőpálcák bevonatánál szükséges különböző titánötvözetek előállítására.

A rendelkezésünkre álló vörösiszap teljes mennyiségének feldolgozása folytán a kinyerhető fémtitán mennyisége még mindig háromszor annyi lesz, mint amennyi Magyarország legnagyobb évi fogyasztása volt krómnikkel acélban.

Ennél a becslésnél azt vettük tekintetbe, hogy a vörösiszapban lévő  $TiO_2$ -nek az eddigi vizsgálatok szerint 80%-a nyerhető ki, továbbá azt, hogy a  $TiO_2$ -ből való fémtitán-gyártásnál a sztöchiometriai értékekhez képest szintén kb. 80%-os kihozattal lehet számolni.

Ezekkel az összehasonlító adatokkal azt kívánom bemutatni, hogy ez a tinföldgyártás melléktermékeképpen adódó alapanyagból előállítható fémtitán mennyiségilag egyáltalában nem elhanyagolható tényező lesz a gazdasági életben. Természetesen meg kell jegyezni azt, hogy az ilyen méretű ipari előállítás még hosszú idő kérdése, de az adatok arra mutatnak, hogy a fémtitán előállításának a kérdését igen nagy súllyal érdemes kezelni.

Maga a fémtitán-előállítás ipari megoldása ezek szerint még hosszú időt vesz igénybe, de már közvetlenül hasznosíthatók az eddigi eredmények a ferrotitán hazai előállítására. Erre a célra nem is szükséges a dúsított vörösiszap

teljes mennyiségét  $TiO_2$ -vé feldolgozni, hanem a feldolgozási költségek csökkentése érdekében elegendő az előbb említett kísérleti üzem termelésének törtrészét tiszta  $TiO_2$ -re feldolgozva, a dúsított feketeizzal egyesíteni és aluminotermikusan közvetlenül a ferrotitánt előállítani. Mivel az ilyen irányú kísérletek is biztató eredménnyel végződtek, a kísérleti üzem megépülte után, tehát 1953-ban az ország teljes ferrotitán szükséglete hazai forrásból fedezhető lesz, figyelembe véve még azt is, hogy a titánnak egyre fokozódó szerepe lesz takaré-áceljaink előállításánál, amire vonatkozó kísérletek szintén folyamatban vannak.

A ferrotitán-előállításának kérdésére itt bővebben nem kívánok kitérni, csupán megemlítem, hogy mivel a hazai nyersanyagból készülő ferrotitán 1953-ban kerül nagyipari mértékben forgalomba, addig is kidolgoztuk laboratóriumban az ilmenitből való ferrotitán-gyártást. A kiindulási anyagul szolgáló ilmenit összetétele:  $SiO_2 = 1,41\%$ ,  $TiO_2 = 41,70\%$ ,  $Fe_2O_3 = 56,61\%$  volt. Az ilmenitből előállított ferrotitán titántartalma 18—23%-ig változott, ami az üzemi célokra megfelel. Ilyen módon a ferrotitán problémára részben azonnali megoldás áll rendelkezésre az ilmenitből való aluminotermikus redukció révén, másrészt pedig a vörösiszap kísérleti üzem elkészülte után az ország ferrotitán fogyasztását messzemenően fedező ferrotitán mennyiség fog rendelkezésre állni. A ferrotitán kérdés részletesebb ismertetését mellőzve, megállapítható, hogy a távolabbi jövőben a rendelkezésre álló titán-bázis mind a ferrotitán gyártásra, mind pedig a fémtitán előállításához elegendőnek látszik.

A fémtitán, mint említettem, rendkívül érdekes és jó sajátságokkal rendelkezik. Fizikai adatait a vassal összehasonlítva, az I. táblázat mutatja:

I. TÁBLÁZAT

Olvadáspont C°	Fajsúly gr/cm <sup>3</sup>	Hőtágulás mm/mm/C°10 <sup>-10</sup>	Fajhő kal/gr/C°	Villamos vezető- képesség
Ti[5] 1725	4,54 4,507[6]	8,5	0,142	3,2
Fe 1539	7,87	11,7	0,11	17,8

A táblázatból figyelemreméltó a titán viszonylag alacsony fajsúlya, amely kb. középen van a vas 7,87 és az alumínium 2,7 gr/cm<sup>3</sup> fajsúlya között.

A titán szilárdsági adatainak vizsgálatánál figyelembe kell venni a titán szennyezéseit, ennek folytán a fémtitán szilárdsági adatai erősen különböznek egymástól attól függően, hogy milyen eljárással történt az előállítás. A legtisztább titánt ma a *Van Arkel* és *De Boer* [7]-től származó eljárással lehet előállítani. Ez az eljárás azonban, mint a későbbiekben látni fogjuk, ipari termelésre nem alkalmas. Ipari célokra ma legjobbnak látszik a *Kroll* [8]-féle eljárás, ezért a szilárdsági jellemzők összehasonlításánál ennek a két minőségnek a

## II. TÁBLÁZAT

A Kroll-eljárás és a Van Arkel-eljárás szerint kapott titán szilárdsági jellemzői

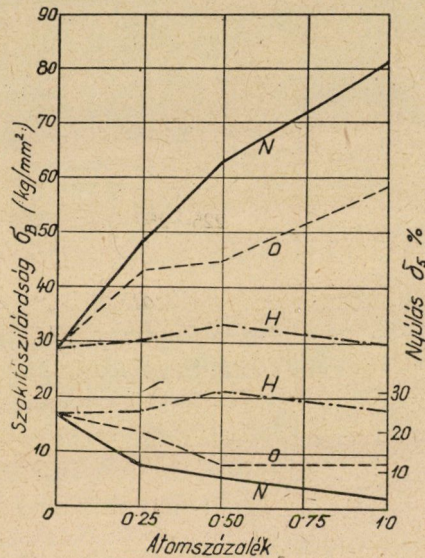
	Kroll-eljárás	Van Arkel-eljárás
$\sigma_S$ kg/mm <sup>2</sup> .....	56—64	35
$\sigma_B$ kg/mm <sup>2</sup> .....	40—47	42
$\vartheta$ % .....	25	37
$\psi$ % .....	40—65,7	70
$E$ kg/mm <sup>2</sup> .....	11760	10780
$H_B$ .....	225—250	60—135

szilárdsági adatait mutatom be a *II. táblázaton*. Már ezekből a tájékoztató szilárdsági adatokból is látható, hogy a fémtitán a közepes C-tartalmú acélokkal egyenértékű és a legnagyobb szilárdságú ötvözött alumínium szilárdságát is meghaladja. Itt előre kell bocsátanom, hogy bár a titánötvözeteket eddig még igen kevésbé ismerjük, és az eddigi eredmények csak tájékoztatásul alkalmasak, mégis összehasonlítást lehet tenni a szilárdság és a fajsúly szempontjából a titán, az acél és az alumínium ötvözetek között. Vegyünk egy szabványos nemesített krómnikkel acélt ( $\sigma_B = 90$  kg/mm<sup>2</sup>), egy nagyszilárdságú titánötvözetet  $\sigma_B = 120$  kg/mm<sup>2</sup> és egy kereskedelmi minőségű dural ötvözetet ( $\sigma_B = 45$  kg/mm<sup>2</sup>), a szakítószilárdság és a fajsúly viszonyozása a következőképpen adódik: krómnikkel acélnál kb. 11,5, a titánötvözetnél 28,8, a duralumíniumnál pedig 16,7. Ezekből a nyers tájékoztató számokból már látható a titán egyik nagy jelentősége minden olyan helyen, ahol a szakítószilárdság és a fajsúly viszonyának, tehát a szerkezet könnyűségének döntő szerepe van. Ez a viszonyozás még kedvezőbb, ha a titán viselkedését a könnyűfémekével magasabb hőmérsékleten hasonlítjuk össze. A titán szilárdsága a hőmérséklet függvényében csökken, legjelentősebb a csökkenés 0—100 C° között, 100 C° felett valamivel lassúbb. 500 C°-on a titán szakítószilárdsága 28 kg/mm<sup>2</sup>, a  $\sigma_{02} = 19$  kg/mm<sup>2</sup> és még elég számottevő a tartós folyási határa is [9].

A Kroll-eljárással előállított titánnak kifáradási határa kereken 36 kg/mm<sup>2</sup> [10]. Ezeket az inkább tájékoztató jellegű szilárdsági adatokat még érdemes kiegészíteni a titán egy-két korrózió ellenállási sajátosságával.

Így pl. kénsav, salétromsav keverékével, királyvízzel, nedves klórgázzal, kéndioxiddal telített vízzel szemben, stb. a titán tökéletesen

korrózióálló, vagyis az évenként a korrózió következtében elvesztett rétegvastagsága kisebb, mint 0,13 mm. Általánosságban a titán korrózió ellenállását avval lehet jellemezni, hogy bizonyos közegekkel szemben jobb, másokkal szemben viszont rosszabb sajátságokat mutat, mint a 18/8 krómnikkel acél, nagy általánosságban azonban korrózióállóság szempontjából a rozsdálló acélt megközelíti [11]. Ezek az itt inkább példaképpen bemutatott sajátságai egybevetve a kiváló szilárdsági tulajdonságokkal és kis fajsúllyal, a titánt igen értékes szerkezeti elemmé tehetik a vegyiparban, a közlekedési technikában és a gépészetben egyaránt, amennyiben



1. ábra. Hidrogén, nitrogén és oxigén befolyása a titán szilárdságára és nyúlására

az előállítási árát csökkenteni lehet. Az előállítási ár ma még meglehetősen nagy, amerikai adatok szerint kerekén kb. 10 dollár/kg, de — ugyancsak ottani vélemények szerint — nagyipari termelésnél az ára 1 dollár/kg-ig csökkenthető. A helyzet ma kb. az, mint az alumíniumiparban volt a kezdet kezdetén és talán nem túlzott optimizmus azt feltételezni, hogy a technika fejlettségénél fogva a titán előállítási ára sokkal gyorsabban fog csökkenni, tehát az már rövidebb idő alatt lesz elfogadható, mint amennyi időre az alumíniumnál szükség volt. A titánnak tiszta fémként való előállítása elsősorban azért okoz rendkívüli nehézségeket, mert az oxigén, nitrogén és a hidrogénnel szemben igen nagy az affinitása. A három gáznak a hatása a titánra nem teljesen egyforma, mert a hidrogénatomok a titán térrácsában oldódnak és onnan el is távolíthatók. A hidrogén a tiszta titán szilárdságát és nyúlását nem befolyásolja számottevő mértékben, mint azt az 1. ábra mutatja. Az oxigén és a nitrogén azonban a szilárdságot erősen növeli, ugyan akkor a nyúlást jelentékeny mértékben csök-

kentik, úgy, hogy végeredményben viszonylag kismennyiségű nitrogén, vagy oxigén jelenlétében az anyag rideggé válik [12]. Az oxigén, nitrogén és hidrogén iránti nagy affinitás egyben megmagyarázza a titán előállításának rendkívüli nehézségeit, amit leginkább az mutat, hogy bár Berzelius már 1825-ben ismertette a titánt, tiszta, duktilis fémtitánt először Hunternek [13] sikerült előállítania 1910-ben. Általában a fémkohászatban szokásos redukciók eredménytelennek mutatkoztak, így *Beljakova*, *Komár* és *Mihailov* [14] megállapították, hogy a  $TiO_2$ -nek hidrogénnel való redukciója  $1200\text{--}1500^\circ$  között főleg  $Ti_2O_3$ -t eredményez,  $TiO$  csak  $1500^\circ$  felett észlelhető hidrogén redukciónál igen kis mennyiségben. Fémét előállítani azonban hidrogénnel való redukció útján nekik sem sikerült. A karbonnal való redukció szintén teljesen eredménytelennek bizonyult.

Anélkül, hogy a számos sikertelen próbálkozás részletes felsorolását itt ismertetném, megemlítem, hogy *J. S. Gajevnek* [15] sikerült  $TiCl_4$ -t  $800\text{--}950\text{ C}^\circ$  között fémnátriummal redukálni és ezzel olyan fémtitánt kapott, amely csak ferrummal volt szennyezve.

A tiszta titán előállítására ma leginkább alkalmasnak látszó módszerek a következők:

1.  $TiO_2$ -nek kalciumhidriddel való redukciója (*Alexander*) [16];
2. Titántetrakloridnak magnéziummal való redukciója (*Kroll*) [8] és
3. A titánjodid disszociációjából való titánelőállítás (*Van Arkel*) [7].

A 2. és 3. módszer szerint előállított fémtitán összetételét irodalmi átlag-adatok alapján tájékoztatásul a III. táblázat mutatja [17].

### III. TÁBLÁZAT

*A fémtitán szennyezései a jodid, illetve a klorid eljárás szerint*

	Jodid eljárás	Klorid eljárás
Titán .....	99,9	99,1 — 99,5
Nitrogén .....	0,002—0,009	0,01— 0,03
Oxigén .....	?	?
Hidrogén .....	—	0,006—0,2
Szilícium .....	0,01—0,05	0—0,01
Carbon .....	0,02—0,03	0,01—0,05
Vas .....	0,01—0,05	0,05—0,25

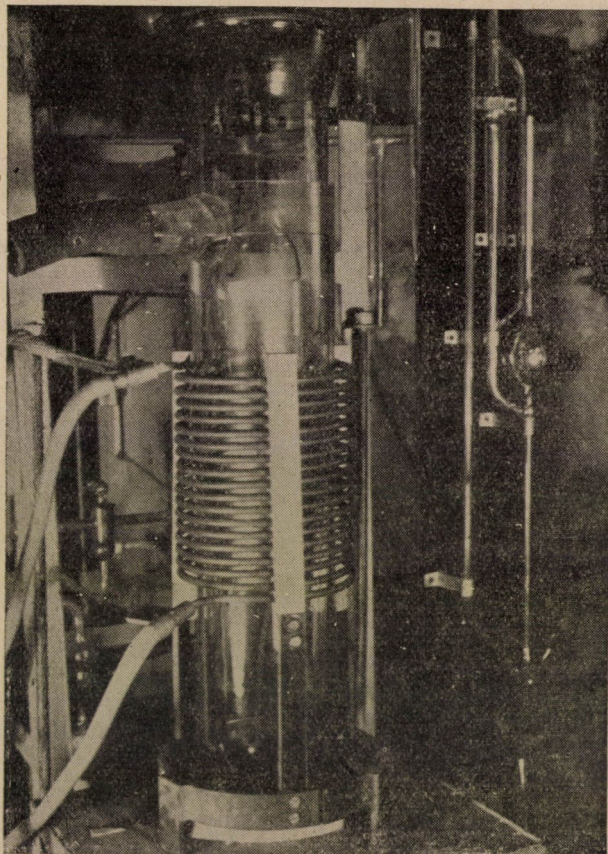
Kísérleteink során mi is ezt a három eljárást vizsgáltuk, de egyben az első eredményesen előállított fémből rögtön megkezdtük a titánötvözetek vizsgálatát is, valamint párhuzamos kísérletsorozatokat kezdünk nagy titán tartalmú (70—80%-os) segédötvözeteknek védőgáz alatti aluminotermikus előállítására céljából. Jelenleg folyamatban van két kétalkotós és háromalkotós titánötvözet állapotábrájának, vagy helyesebben szövetelem ábrájának kidolgozása. Ezeknél a kísérleteknél egyelőre csak az volt a célunk, hogy mikroszkópi vizsgálatok alapján az ötvözetben képződő szövetelemeket vizsgáljuk. Ezekről a kísérletekről, mivel még a megkezdett munka nincsen teljesen készen, más alkalommal fogok megemlékezni, azonban ezeket a kísérleteket a fémtitán előállításával párhuzamosan kellett folytatnunk, nem csupán a technológiailag esetleg használható ötvözetek tulajdonságainak a tisztázására, hanem azért is, hogy a fémtitán előállításánál felhasznált szerkezeti anyagokkal való ötvözetképződés lehetőségeit megvizsgálhassuk.

A három vizsgált eljárással elért eredményeket az alábbiakban foglalom össze :

A  $TiO_2$ -nek kalciumhidriddel való redukcióját *Alexander* ismertette először. Az eljárás értékéről a vélemények erősen megoszlok, t. i. ezzel csak legfeljebb 97—98% *Ti*-tartalmú fémet lehet előállítani. A kalciumhidrid előállításához fémkalcium felett 400 C°-nál magasabb hőmérsékleten hidrogént kell áramoltatni, a keletkező kalciumhidrid könnyen porítható és  $TiO_2$ -vel összekeverve és pasztillává préselve, vákuumban, vagy hidrogén atmoszférában a titán kinyerhető. A kísérletekhez a 2. ábrán bemutatott berendezést használtuk. A kísérleti anyag molibdén lemezből készült serlegekben volt felfüggesztve kb. 100 mm Ø üveg-, illetve kvarccsőben, amelyben  $10^{-5}$  Hgmm-nek megfelelő vákuumot létesítettünk. A redukcióhoz szükséges hőfok előállítása nagyfrekvenciás fűtéssel történt, ahol a tekercset az üveg, illetve kvarccső külső oldalán helyeztük el. A nagyfrekvenciás áram révén a molibdén serleg felhevült és ilyen módon fűtötte az elegyet. A reakció során hidrogén atmoszférában titánhidrid képződik, amelyből a hidrogén 400 C° felett  $10^{-6}$  Hgmm vákuumnál eltávolítható és fémtitán marad vissza. Mivel mi a kísérleteinket vákuumban végeztük, a redukció során már fémtitán keletkezett, amelyet a kísérletek egyik sorozatánál újból kalciumhidriddel keverve, ismételtelen redukáltunk. Az ilyen módon előállított fémtitánt hidrogénáramban 900 C°-on kezelve, ismét titánhidriddé alakítottuk és az így kapott titánhidridet a Vasipari Kutató Intézet porkohászati kísérleteinél használtuk fel pormágnesek előállításánál. A titánhidrid alkalmazása a mágneses sajátságokban jelentős javulást eredményezett. Ugyancsak a titánhidridet használtuk a már említett ötvözesi kísérleteknél egyes ötvözetek porkohászati úton való előállítására. Eddigi megállapításaink szerint a hidrid eljárással kapott fémtitán termelése nem látszik túlzottan érdekesnek, mert előállítása során részben a  $TiO_2$ , részben pedig a kalcium szennyezései iránt rendkívül érzékeny, ennél fogva megfelelő minő-

ségű duktilis fémtitán előállítása csak igen nagy gonddal tisztított  $TiO_2$ , desztillált kalcium és különlegesen tisztított hidrogéngáz felhasználása árán lehetséges.

Amennyiben ezek a feltételek nincsenek meg, akkor a redukció során a kalciumban lévő nitrogén a titánba kerül, úgy, hogy nem desztillált kalcium



2. ábra. Berendezés a calciumhydriddel történő redukcióhoz

használatánál a titán az egyik legkellemetlenebb szennyezővel, a nitrogénnel szennyeződik.

A másik nehézség az, hogy magasabb hőmérsékleten a reakció ugyan gyorsabb, de a kalciumnak egy része a titánból a szokásos sósavas mosás után sem távolítható el. Így 1100 C°-on végrehajtott redukciónál a fémbe gondos, sósavval való mosás után is 10,4% kalciumot lehetett kimutatni, a mikroszkópi vizsgálat pedig ugyanennél a fémnél két fázist mutatott. A fázisokat azonosítani jelenleg még nem sikerült és nem tudjuk megállapítani,

hogy a kalcium: itt szabályos ötvözet alakjában van-e jelen. Miután többszöri sósavval való mosás után sem sikerült a kalciumot eltávolítani, ez a tény ötvözetképződésre enged következtetni. Ugyanakkor viszont 900 C°-on végzett redukció után a kalcium négyszeri hígított sósavban való mosás után kvantitatíve eltávolítható. A kalciumhidrides redukció tehát végeredményben szükségessé teszi a kalcium desztillációját, a hidrogén rendkívül gondos tisztítását és végül, de nem utolsó sorban a  $TiO_2$  tökéletes tisztítását, úgy, hogy mindezeket egybevéve, lényegesen költségesebbnek látszik, mint a később ismertendő eljárás, a titántetrakloridnak magnéziummal való redukciója. Mindenesetre ez az eljárás a porkohászati célra szükséges titánhidrid gyártásához megfelelőnek látszik, még akkor is, ha az említett nagy tisztasági követelményekre nem tekintünk és eleve számolunk avval, hogy az ilyen módon előállított titán legfeljebb 97—98%-os. Ez a titán, illetve a belőle készült hidrid tehát eredményesen alkalmazható ott, ahol a bennelevő *Si*, *Fe*, illetve *N* szennyezés a készítendő porkohászati ötvözetet számottevően nem befolyásolja.

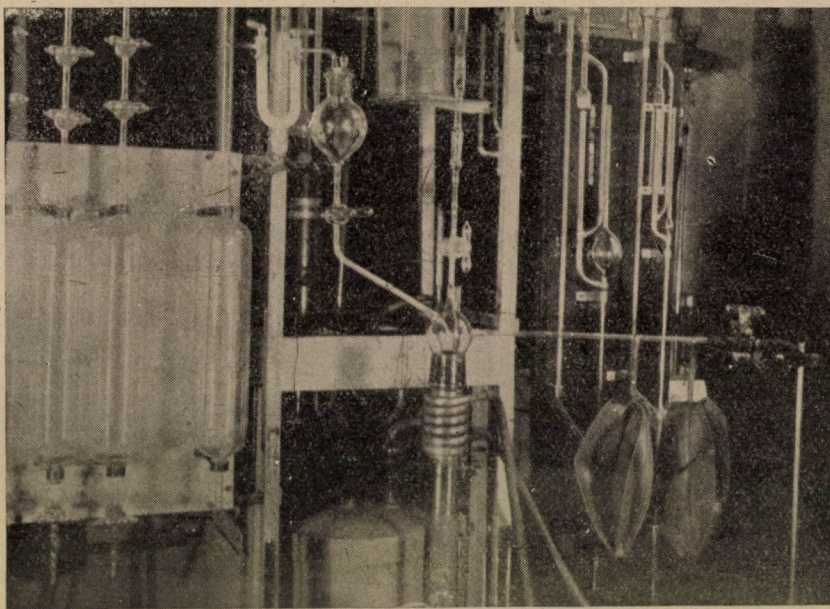
A kalciumhidrides redukcióval párhuzamosan a *Kroll*-féle eljárást vizsgáltuk. A *Kroll*-féle eljárás alapja a titántetrakloridnak magnéziummal való redukciója az alábbi reakció-egyenlet értelmében:



A külföldi kísérletek kezdetben hélium, később argon atmoszférában folytak. Kísérleteink kezdetén megfelelő tisztaságú argon nem állt rendelkezésre, ennek folytán először  $10^{-5}$  higanymilliméter nagyságrendű vákuumban folytattuk le a kísérleteket. Ezeknél a kísérleteknél először vasedényzetet használtunk. Kezdetben azt tapasztaltuk, hogy a reakció, amelynek az irodalmi adatok szerint 900 C°-on kellene lefolynia, csak 1100 C° körül indul meg. Tekintettel a magas hőfokra és a használt vas apparaturára, a kísérletek kezdetben eredménytelenek voltak, és vákuumban csak akkor lehetett eredményt elérni, amikor a berendezést molybdénbéléssel láttuk el. A reakció termékeképpen titánpor és vízmentes  $MgCl_2$  adódik. Ezeknek szétválasztása híg sósavban való mosással oldható meg. A kapott port ennél az eljárásnál és a későbbi feldolgozás során is, tekintve, hogy ömlesztő berendezés nem állott rendelkezésre,  $6 \times 6 \times 50$  mm-es rudakká sajtoltuk hideg állapotban kb. 60 kg/mm<sup>2</sup> nyomással. A sajtoló szerszám kettős működésű volt és a próbatest két hosszanti felületére merőleges irányban történt a sajtolás. Az így kapott rudakat vákuumban nagyfrekvenciás hevítéssel izzítottuk. Az izzítási kísérletek során legcélszerűbben mutatkozott az 1200 C°-on való izzítás. A kapott rudak általában meleg állapotban kovácsolhatók, kovácsolás és újra való izzítás után keménységük 260 Vickers-nek felelt meg. Az eljárás még ebben az alakjában is kedvezőbbnek mutatkozott, mint a kalciumhidriddel való redukció, tekintve, hogy a titántetrakloridnak a tisztítása lényegesen kisebb nehézséggel jár, mint a kalciumhidrides eljárásnál a titándioxidnak, illetve a kal-



ciumnak a tisztítása. A kísérletekhez használt *Mg* szennyezései:  $Si = 0,013\%$ ,  $Fe = 0,35\%$  volt. A kísérletek során kapott por összetétele 98,6 és 99,2% között változik, ahol azonban figyelembe kell venni az analitikai eljárások pontatlanságát. Ez főleg onnan ered, hogy a meghatározás nem a szennyezésnek, hanem a tiszta fém vizsgálatára irányult, tekintve, hogy a berendezés kicsinyége folytán az egy-egy kísérletből kapott



3. ábra. Berendezés  $TiCl_4$ -nak magnéziummal való redukálására

por mennyisége teljes analitikai, illetve mechanikai vizsgálatához nem volt elegendő: nem is beszélve arról, hogy épp a 3 legfontosabb szennyezőnek, az oxigénnek, nitrogénnek és hidrogénnek, főleg pedig az oxigénnek a meghatározása komoly nehézségeket okoz.

A kísérleteket később külföldi eredetű argongázban folytattuk, azonban az eredmények azt mutatták, hogy még a legtisztábbnak jelzett argongáz (99,6%-os) is tisztításra szorul. Ennek folytán a továbbiakban az első kísérletek során kapott titánporok az a részét, amely DIN 100-as szitán átesett, csak argongáz tisztítására használtuk fel, oly módon, hogy akár a redukció, akár pedig a zsugorítás, illetve hőkezelés során alkalmazott argongázt csökemencében izzított titánporon vezettük át. Mivel a titán magasabb hőmérsékleten általában fémekkel ötvöződik, a kerámiai anyagok oxidjait pedig redukálja, egyedül a thoriumoxidot találtuk megfelelőnek és a gáz tisztítására használt titánport thoriumoxidba ágyaztuk. Ezek után hajtottuk végre a 3. ábrán bemutatott

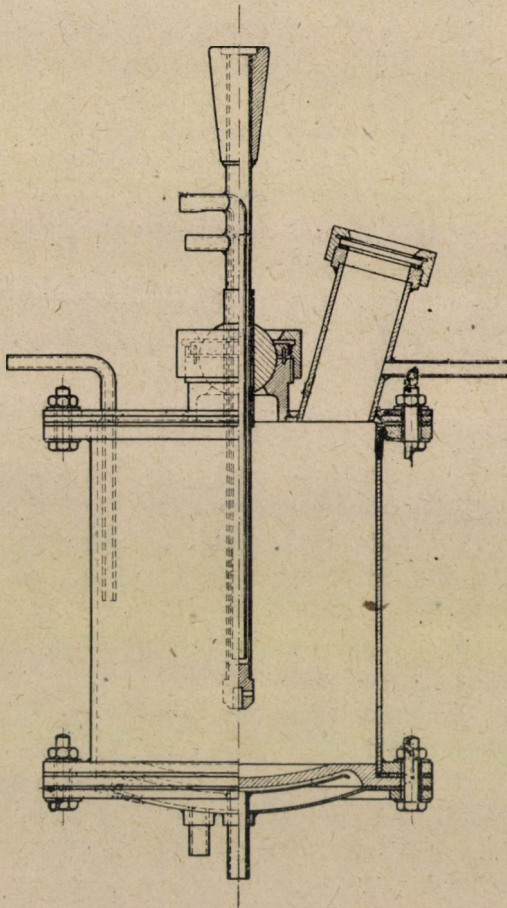
berendezés segítségével az újabb kísérleteket, most már argongáz alatt. A reakciós tér kb. 60 mm belső átmérőjű vascső, amely alul egy kemencébe csatlakozik, felső részét pedig az ábrán látható réz spirálisban keringő víz hűti. A cső felső részéhez üvegből készült búra csatlakozik, amely függőlegesen a vákuumszivattyúhoz, egyik oldalt a titáنتetrakloridot tartalmazó edényhez, másik oldalt pedig két gumiballonnak a közbeccsatolásával a tisztítóberendezéshez és ezen át a gázpalackhoz csatlakozik. Az egész rendszert először kiszivattyúztuk, majd pedig tisztított argonnal töltöttük meg olyan módon, hogy a nyomás 1 atmoszféránál még kisebb legyen. A magnézium beolvadása után, kb. 920 C°-nál indítottuk meg a titáنتetraklorid adagolását, mely a képen látható üvegcsővön keresztül csepegett be a reakciótérbe. Annak érdekében, hogy a titáنتetraklorid a levegő nedvességével ne reagálhasson, a titáنتetrakloridot tartalmazó edényt U-alakú csővön keresztül kötöttük össze a külső atmoszférával, a cső maga kalciumkloriddal volt töltve. A reakció során a hőmérsékletet a cső külső falán mértük thermoelemmel. A hőmérséklet a reakció megindulásakor 960 C°-ig emelkedett, amit a kemence fűtésének csökkentésével szabályoztunk ismét 900 és 920 C° közé. Eredményképpen igen szép, táblás kristályokban vált le a magnéziumklorid legnagyobb része, míg a titán némi fémmagnéziummal és magnéziumkloriddal keverve, durvább, szivacszerű darabokat alkotott, szemben a vákuumban vagy pedig a kalciumhidrides eljárással kapott igen finom porral. Sósavas mosással a titán a magnéziummaradványoktól és a magnéziumkloridtól teljesen elválasztható volt. Mosás közben arra kell ügyelni, hogy a mosó folyadék hőmérséklete sohasem emelkedjék 25 C° fölé.

Nehéz természetesen gazdasági számítást ilyen kis mennyiségekben végzett kísérletek után felállítani, annyi azonban már durva számítással is kiadódik, hogy a második eljárás, a titáنتetrakloridnak argongáz alatt való redukciója magnézium segítségével, a hidrid-eljárásnál lényegesen olcsóbb és lényegesen jobb minőségű fémtitán szolgáltat.

A kísérleteket tehát elsősorban ezen az úton kívánjuk folytatni az eddigi eljárások további módosításával.

A következő célkitűzésünk: nagyobb mennyiségek előállításához szükséges berendezés kivitelezése. A berendezés tervei már részben elkészültek és ettől a berendezéstől reméljük nagyobb mennyiségű és homogén minőségű fémtitán előállítását. Erre annál is inkább szükség van, mert a kis mennyiségek gyártása során a legkülönbözőbb hibaforrások adódnak. Amennyiben a kísérlet során a hőmérséklet emelkedik, úgy könnyen lényeges szennyeződés mutatkozik, amire csak példaként említem meg, hogy vasapparaturában 1100 C° hőmérsékleten a titán már vassal kissé szennyeződik, sőt egy alkalommal titánmagnézium ötvözet képződését is észleltük, anélkül azonban, hogy ennek az ötvözetnek közelebbi sajátságait, tehát azt, hogy ez valóban ötvözet-e, megállapítani sikerült volna, éppen a rendelkezésre álló mennyiségek kicsinyisége folytán.

Ezen a téren a következő lépés a fém öntésének a kidolgozása lesz. Eddigi kísérleteinknél — mint már említettem — igen nagy hátrányt jelentett, hogy csak porkohászati úton tömörített anyaggal tudtunk dolgozni. A titán öntését igen megnehezíti magas olvadáspontja és a már említett nagy affini-



4. ábra. Laboratóriumi ivkemence

tása az oxidok iránt. Eddig titánt ömlesztani eredményesen csak vízzel hűtött réz apparaturában lehetett, vagy pedig igen jóminőségű grafittégelyben, az utóbbinál azonban számolva azzal, hogy a titán a karbonnal ötvöződik. Az idevágó adatok szerint azonban néhány tized százalék karbon a titán duktilitását még nem rontja számottevő mértékben. Mivel megfelelő minőségű grafittégelyek csak kis mértékben és kis mennyiségben állanak rendelkezésre, a 4. ábrán Maddex és Eastwood nyomán [18] bemutatott egyszerű berendezést terveztük, amelynek fenéke rézből készült és a vízhűtés számára megfelelő hely van biztosítva, ugyanez a fenék egyben az ív egyik sarka is. A másik elek-

tróda egy függélyesen benyúló wolframpálca, amely ugyancsak vízzel hűthető. Az ömlesztés argon alatt történik, amelynek bevezetésére a baloldali cső szolgál. A jobboldalon látható nyúlvány kvarcüveggel van fedve és az olvasztás menetének megfigyelésére szolgál. Ennek a kemencének a kipróbálása után, tehát az összes folyamatnak, a tetraklorid tisztítás, a redukció munkafolyamata és az ömlesztés munkafolyamatának megvizsgálása és a szükséges tapasztalatok megszerzése után kívánjuk a nagyobb méretű berendezéseinket megszerkeszteni és pedig abból kiindulva, hogy részben a fém tisztasága, részben pedig a sósavas mosás megtakarítása szempontjából igen előnyös olyan berendezés, ahol a redukcióhoz szükséges berendezés és az ömlesztő berendezés egybe vannak már építve. Maddex és Eastwood [18] ezt úgy oldották meg, hogy a titántetrakloridgőzzel telített térbe folyékony magnéziumot csepegtettek be, a reakciótermék egy ívkemencébe került, természetesen védőgáz alatt, aholis a magnéziumkloridot elgőzöltgették, a titán pedig rögtön regulusokká olvadt össze. Anélkül, hogy a kérdésben végleges állást foglalhatnánk, célszerűbbnek látszik a reakciós térbe mind a titánt, mind pedig a magnéziumot gőzfázisban bevinni, ami várakozás szerint egyrészt a reakciót gyorsítaná, másrészt pedig a villamos kemencébe való továbbítást jelentős mértékben megkönnyítené. Ez a berendezésünk a kemence kipróbálása után már erre a rendszerre fog épülni. A teljesség kedvéért említem meg csupán, hogy az eddigi kísérleti tapasztalatok általában arra mutatnak, hogy egy teljesen zárt körfolyamatnál lesz jól megvalósítható a teljesen homogén és állandó minőségnek az előállítása, nem beszélve arról, hogy gazdaságilag is ez a legolcsóbb.

Ha megvizsgáljuk a nyersanyag-helyzetet, akkor kétségtelenül megállapítható, hogy a magnéziumgyártásnak Magyarországon igen tekintélyes bázisai vannak, tehát egy magnéziumgyár üzembehelyezése után a titánnak akár nagy mennyiségű előállításához szükséges magnézium sem okozna gondot. Sokkal nehezebb a klórnak a kérdése, ez azonban mint a továbbiakból kiderül, elvileg a titángyártás zárt körfolyamának rendszerében csekély veszteséggel lesz utánpótolható. A folytonos működésű zárt körfolyammal dolgozó üzem terve a következő. Az előállított titántetraklorid közvetlenül tisztító berendezésbe kerül és frakcionált desztilláció után jut a reakcióterbe, ahol gőzfázisban lévő magnéziummal reagál. A reakció termékei: a titán és magnéziumklorid, védőgáz alatt villamos ívkemencébe kerül, ahol a titán regulusokká önthető, a magnéziumklorid viszont az ív hőfokán elgőzölög és közvetlenül mint vízmentes magnéziumklorid kerül az elektrolízisbe. Közismert, hogy a magnézium elektrolízisének a legkárosabb szennyezés a víz. Idevágó kísérletek szerint az elektrolit 0,1% víztartalma az áram hatásfokát 1%-kal csökkenti. A titán-előállítás során keletkező magnéziumklorid teljesen vízmentes, úgyhogy az elektrolízishez közvetlenül felhasználható. Az elektrolízis áramfogyasztása 15–16 kW óra/kg magnézium. Az elektrolízisből származó klór szennyezett és csak 80–85%  $Cl_2$ -t tartalmaz. A klór visszavezethető a titántetraklorid

gyártásához, az elektrolizisnél keletkezett fém magnézium pedig visszavezethető a titántetraklorid redukálásához.

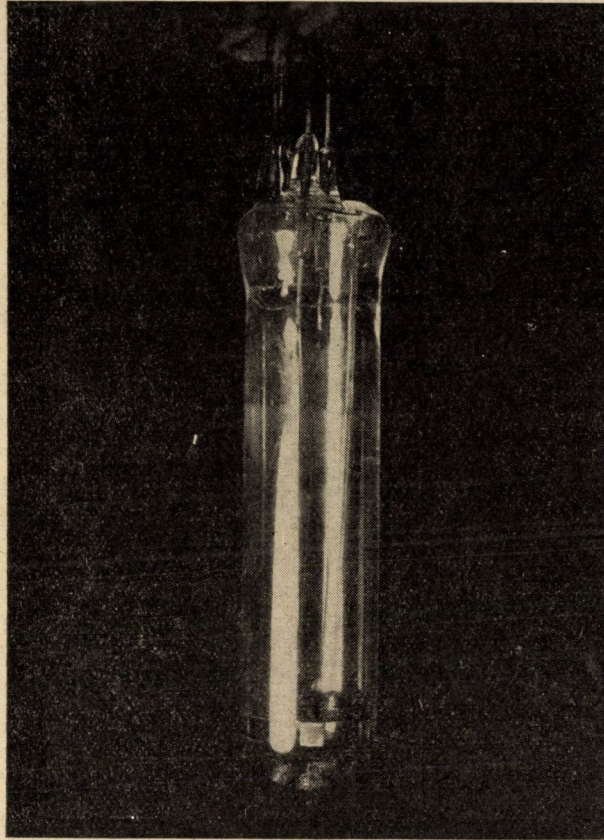
Ezzel a rendszerrel egy létesítendő üzem főbb költségtényezői: a titántetraklorid gyártásához szolgáló titándioxid, amely — mint a bevezetésben említettem — egy egyébként rentábilis feldolgozási eljárás során kapott salakból állítható elő, továbbá a magnézium-elektrolízis áramszükséglete és a titán megolvasztásának energiaszükséglete, amely kb. 1,2 kW óra/kg titán. Ezek mellett még megemlítendő a klór utánpótlása, ennek a mértékére azonban szám adatot nem tudok adni, mert a kísérletek ezen a ponton szükségképpen még hiányoznak. Az eddigi tapasztalatok szerint tehát nagyobb laboratóriumi kísérleteknél is a titántetrakloridnak magnéziummal való redukciója mellett kellett döntenünk avval a munkamenettel, hogy először az egyes részletkérdéseket külön-külön fogjuk kidolgozni és csak a szükséges tapasztalatok megszerzése után próbáljuk meg a zárt körfolyamban való gyártást, természetesen avval a megszorítással, hogy a magnéziumklorid elektrolízisét felesleges kísérletileg reprodukálni, tekintettel arra, hogy az ismert és jól kidolgozott eljárás.

Jelenleg tervezzük és részben már építünk olyan berendezést, amellyel kb. havi 10—15 kg titánt lehet előállítani, amely az időközben elkészülő ömlesztő-berendezés üzembehelyezése után részben pontosabb analitikai munkákat, részben pedig az alakítási, szilárdsági és ötvözési kérdések részletes vizsgálatát teszi lehetővé.

A megoldás gyorsítása érdekében a Magyar Tudományos Akadémia a közelmúltban állandó titán-bizottságot hozott létre, melynek egyes tagjai egyes részletkérdések pontos kidolgozását is elvállalták, így *Mika* professzor és *Tomaschek* mérnök kartársak az analitikai eljárásokat, *Török* Tibor kartársunk pedig a spektroszkópiai vizsgálatok kidolgozását volt szíves elvállalni, míg *Millner* és *Winter*, valamint *Horváth* kartársak a fémtitán-előállítás kérdésében mint tanácsadók vállaltak közreműködést.

Tisztán a teljesség kedvéért megemlítem, hogy vizsgáltuk a *Van Arkel* és *De Boer* kidolgozta a titánjodid disszociációján alapuló eljárást is. A kísérletekhez használt berendezést az 5. ábra mutatja. A berendezés lényege tűzálló üvegből készült cső, melynek belsejébe kívülről fűthető wolframszálak vannak beforrasztva. Az edény fenekére az előbbi eljárások valamelyikével kapott titánt helyezve és a berendezést 175 C°-ra hevítve, titánjodid gőz keletkezik, amely kb. 1400 C° hőmérsékleten izzó wolframszál felületén meg bomlik, a titán a wolframszál felületén lerakódik, míg a jód ismét résztvesz a körfolyamban. Evvel a módszerrel legtisztább titán állítható elő, ez azonban termelési célokra egyelőre szóba nem jöhet, tekintettel a költséges berendezésre és az igen lassú termelésre. Az így kapott titán azonban jóval lágyabb, mint a kloridos eljárással kapott titán, fizikailag tisztának tekinthető, hideg állapotban is kifogástalanul alakítható, jelentősége azonban inkább csak elvi, mert csak azoknak a méréseknek az elvégzésére szolgál, ahol a tizedszázalék

feletti szennyezésnek már zavarólag hatnak. A teljesség kedvéért megemlítem, hogy ehhez az eljáráshoz már csak amúgy is igen nagy tisztaságú, tehát legalább 98,5% titántartalmú fém használható fel, ennél kisebb titántartalmú



5. ábra. Berendezés a Van-Arkel eljáráshoz

fémeknél az eljárással eredményt elérni nem sikerült. Hogy a szennyezések közül melyik az, amelyik a jodid-eljárás eredményét gátolja, ezidőszerint még tisztázva nincsen.

Befejezésül hálás köszönetemet kell nyilvánítanom a Magyar Tudományos Akadémiának, amely a kísérleteket minden tekintetben messzemenően támogatta, továbbá nemcsak a Mechanikai Technológiai Intézet munkatársainak, ahol a kísérlet legnagyobb része lefolyt, hanem a Fémipari Kutató Intézet és a Vasipari Kutató Intézet munkatársainak, valamint a Műszaki Egyetemi Elektrokémiai Intézet munkatársainak, akik analitikai, kémiai és preparatív téren egyaránt a Mechanikai Technológiai Intézet munkáját nagymértékben segítették elő.

## IRODALOM

1. *Clarke és Washington* : Geol. Survey. Washington, 1924.
2. *C. H. Mathewson* : Mining and Metallurgy, 25. (1944) 5. old.
3. *Schmidt E. R.* : ref. Geleji : Alumínium-kézikönyv.
4. *Lányi B.* : Bányászati és Kohászati Lapok, 1950.
5. *B. W. Gouser* : A. I. M. E. Journal of Metals, 1949.
6. *Fast* : Z. anorg. u. allgem. Chem. 42. (1939) 241.
7. *A. E. van Arkel és J. H. de Boer* : Z. anorg. u. allgem. Chem. 148. (1925).
8. *W. Kroll* : Transact. Electrochem. Soc. 78. (1940) 35.
9. *Broughton* : ref. Nicolaus : Werkstoffe und Korrosion 2. (1951) 328.
10. *W. L. Williams* : Metall Progress 55. (1950) 351. old.
11. *Taylor* : Ind. Eng. Chem. 42. (1950) 639.
12. *Jaffee és Campbell* : Metals Transactions : 185 (1949) 646.
13. *Hunter* : J. Am. Chem. Soc. 32. (1910) 330.
14. *Beljakowa, Komar és Michailow* : Metallurg. 14. (1939) 23.
15. *J. S. Gajew* : Metallurg. 9. (1934) 19.
16. *P. P. Alexander* : Metals and Alloys, 1937. 263. old.
17. *N. S. Spence* : Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, 54. (1959) 20.
18. *Maddex és Eastwood* : Journal of Metals, 1950. 634.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

MILLNER TIVADAR

Azt hiszem, valamennyien, akik Gillemot László akadémikus kitűnő előadásában megismerkedtünk a hazai fémtitán előállítására irányuló kísérletekkel, azt a benyomást szereztük, hogy olyan fém technológiája van ma nálunk is kiépülően, amelynek komoly hazai nyersanyagbázisa van és szűz állapotban olyan jó korróziós és technológiai tulajdonságokkal rendelkezik, hogy gyártása — ha egyszer megindult — értékes eleme lesz népgazdaságunknak.

A fémtitán gyártása, amint láttuk, sajátos és nem könnyű technológiát követel meg. Annak, akinek módja volt benyomásokat szerezni azokról a módszerbeli és apparatív nehézségekről, amelyeket kitartó munkával le kellett előbb győzni, mielőtt az előadásban ismertetett eredményekig el lehetett jutni, velem együtt talán az ragadta meg leginkább a figyelmét az előadottakból, hogy sikerült a  $TiCl_4$  és  $Mg$  között lefolyó reakciót  $900\text{ C}^\circ$  körül megindítani és állandóvá tenni.

Még nem is olyan régen úgy látszott, hogy ezt a folyamatot nem sikerül  $1100\text{ C}^\circ$ -nál alacsonyabb hőmérsékleten lefolytatni. Mivel ezen a hőmérsékleten a vasedényzet következésként a reakció áldozatául esett, egyúttal úgy látszott, hogy a magas hőfok miatt a fémtitán előállítása csak nehezen beszerezhető és költséges molybdén béléssel edényzetben végezhető.

Gillemot László akadémikus közlései a gyakorlati célt most lényegesen megközelítették.  $900\text{ C}^\circ$ -on ugyanis nem kell molybdén edényzet, mert a titán-termelő folyamat vasedényzetben is akadálytalanul elvégezhető.

Feltehetjük azt a kérdést, hogy ezt az előhaladást inkább csak próbálgatások hozták-e létre, vagy pedig megfontolások is közrejátszottak annak elérésében. Legyen szabad annak a nézetemnek kifejezést adni, hogy jelentős szerep jutott itt a megfontolásoknak is.

A korábbi titán-előállítási kísérletek ugyanis — amint hallottuk — csaknem kivétel nélkül léghijás-térben folytak és tapasztalás szerint túl magas hőmérsékletet kívántak meg. Annak a kérdésnek a megvitatása, vajjon nem volna-e előnyösebb a térfogat csökkenéssel járó titántermelő folyamatot argongáz-nyomás alatt lefolytatni éppen azért, mert térfogat csökkenéssel jár, azonnal megvilágították, hogy ebből az okból ugyan hiába alkalmaznánk argongáz-atmoszférát, előnyös lehet azonban az argongáz-atmoszféra alkalmazása más okból: a magnéziumfém felületi tisztaságának és reakcióképességének megóvása céljából.

Ez a nézet az argongáz-atmoszférában történő titán-előállítás irányába terelte a kísérleteket nem minden gyakorlati eredmény nélkül.

Öszinte köszönet illeti meg a Magyar Tudományos Akadémiát, hogy nemcsak anyagi és erkölcsi támogatást nyújtott és nyújt ma is a Fémipari Kutató Intézetnek és a Mechanikai Technológiai Intézetnek e nem könnyű feladat eredményes megvalósítására, hanem ezen felül az Állandó Titán Bizottság létrehozásával még fokozza is a kollektív együttműködés hatékonyságát e kérdésben.

KONCZ ISTVÁN

A hallottakból világosan kitűnik, hogy nagyipari, főleg konstrukciós szempontból ma még a fémtitán nem tudja eredményesen felvenni a versenyt a megszokott konstrukciós anyagokkal, legalább is a legközelebbi 1—2 esz-



tendőben, amíg a nagyipari megvalósítást elérjük. Ugyanakkor szabadjon rátérni egy másik felhasználási területre, amelyik a fémítán felhasználását már a mai állapotban is iparilag és nemzetgazdaságilag is rentábilissá teszi. Ez a terület elsősorban a hradástechnika, mégpedig az elektronika, az elektroncsövek területe. Az elektroncsövek építésénél használt anyagoknál a titán hogyha ezekből a szempontokból vizsgáljuk, kb. a nikkel és a molybdén között van. Ahol az illető anyagnak a göznyomása kb. a  $10^{-5}$  mm-t eléri, az a hőfok, ahol ha nem is tartósan, de egy ideig még az anyagot tartani lehet anélkül, hogy nagyobb mérvű elpárolgás bekövetkeznék. Ezek a hőfokok nikkelre  $1157\text{ C}^\circ$ , a nikkelnek  $1455\text{ C}^\circ$ -os olvadáspontja mellett, titánnál  $1134\text{ C}^\circ$ ,  $1727\text{ C}^\circ$  olvadáspont mellett, molybdénnél  $1923\text{ C}^\circ$ ,  $2600\text{ C}^\circ$  olvadáspont mellett. Ebből önként adódik, hogy a titánfémnek a felhasználása, mint konstrukciós elemnek, kb. e között a két fém között fog mozogni. Azt lehet mondani, hogy az eddig használt nikkel konstrukcióknál a titán a nikkel feltétlenül pótolni tudja, ebben az esetben ugyanolyan méreteknél a cső teljesítmény növekedése várható.

A molybdén pótlásánál tekintetbe kell vennünk a titánnak aránylag alacsony olvadáspontját és a molybdénnél lényegesen nagyobb göznyomását. Ezért üzemi leg  $900\text{ C}^\circ$  feletti alkatrészek pótlását nem várhatjuk eredményesen. Viszont olyan alkatrészeknél, amelyek üzemi hőfoka általában  $900\text{ C}^\circ$  alatt marad (pl. nagyobb teljesítményű sugárzóhűtésű anódák) a sugárzó felületek kisméretű megnagyobbításával a molybdént pótolni tudja. Ehhez járul még a titánporral való bevonás útján elérhető jobb sugárzóképeség is. Így a sok molybdént felhasználó elektroncső ipar valószínűleg kis konstrukciós változásokkal titán-felhasználására át fog tudni térni. Tekintve a molybdén világpiacon árat és tekintettel anyaggazdasági szempontokra, talán ez egyike a leggyorsabban megoldandó szempontoknak, ahol a titán már a laboratóriumi előállítás mellett is versenyképes.

Ugyanakkor nem hagyhatjuk figyelmen kívül a kohászat számára annyira kellemetlen nagy affinitását gázok iránt, ami a vákuum fenntartása szempontjából viszont a legelőnyösebb tulajdonságok közé tartozik. Hidrogénnyelés szempontjából a titán egyik legaktívabb anyagunk, mely szobahőmérsékleten majdnem kétszeresen aktívabb a cirkonnál és 30-szorosan aktívabb a tantálnál. Magasabb hőfokon ( $600\text{ C}^\circ$ ) ezek a viszonyszámok még ugyanebben a nagyságrendben fennállnak.

A titán getterhatásának, tehát gáznyelő képességének felhasználására gyakorlati kísérleteket is végeztünk szabványos kereskedelmi elektroncső típusokon, ahol a titánt mint gázfogó anyagot építettük be. Ezek a kísérletek két irányban folytak. Az egyik a gáztöltésű csövek vákuumának fenntartása, ahol ismeretes, hogy az általánosan használt gázfogó anyagokat, így magnéziumot, kalciumot, báriumot, nem tudunk használni, mert hígannyal oldatot képez. A titán ilyen felhasználása nem önálló eredmény, mert ismeretes, hogy kb. 6 évre visszamenőleg külföldön is használták, sőt a hazai ipar is külföldi eredetű ilyen tablettákat használt. Azóta, hogy e tabletták megszerzése nehézkes, egyes ipari vonatkozásban magnézium getterrel próbálták ezeket pótolni, mégpedig sajnos rossz eredménnyel. Kísérleti csősorozatok készültek saját előállításunkból származó titánporokkal, még pedig a hidrides eljárással készülttel, mert ez az eljárás eredményezte a legfinomabb port.

A kísérletek azt mutatták, hogy az előállított titángetterek legalább is egyenértékűek voltak az eddig használtakkal és egyelőre a tartóssági mérések azt mutatták, hogy az aktivitásukat megtartották.

Egy másik kísérletsorozatban a titánport mint getteranyagot nagyobb terhelésű vákuumcsöveknél, a zirconpor pótlására próbáltuk felhasználni. A mérések azt mutatták, hogy a getteranyag aktivitása itt is meg van, azonban a hidriddel előállított titánpornak a szennyeződéseit még annyira nem tudtuk eltávolítani, hogy a tartósságra káros befolyással ne legyen. Evvel kapcsolatban további vizsgálatok folyamatban vannak.

A getterhatás, tehát a gázelnyelő hatás mérése eredetileg úgy történt, hogy ismert gázokat próbáltunk elnyelezni, illetőleg újra felszabadítani kvantitatív mérések keretében. Ez bizonyos fokig, sőt egész pontosan fedi is a fizikai valóságot, azonban nem mindig fedi az elektroncsőben tényleg lejátszódó folyamatokat, ahol a legkritikább esetben van kvantitatív képünk a gáz-szennyeződések hatásáról. Evvel kapcsolatban folyamatban van egy új eljárás kidolgozása, amelyik azon alapszik, hogy gáztöltésű csöveknél (így higanytöltésű csöveknél is), ahol a probléma ma is világviszonylatban megoldatlannak tekinthető, a getteraktivitást illetőleg az ezzel szorosan összefüggő gázatmoszféra tisztaságát a kisülési ívben mutatkozó spektrumvonalak jelenlétével összefüggésbe kell hozni. Amennyiben a gáz teljesen tisztának tekinthető, az ionizációs nívónál magasabb gerjesztésű vonal megjelenése nem várható.

Ezek a mérések egyelőre tájékoztató jelleggel folytak. Eddig is úgy látszik, hogy ez az út követhető, természetesen a csőkonstrukciót annak megfelelően kell átalakítani, hogy az ultraibolyában lévő magasabb gerjesztésű vonalak is észlelhetők legyenek. Az eddig végrehajtott mérések azt mutatták, hogy ez az út a tényleges működésű, tehát használatban lévő csőnek az állapotáról a tényleges üzemi viszonyoknak megfelelő felvilágosítást fog adni.

A Gillemot professzor előadásában említett kalcium és titán közti igen erős kötésre vonatkozóan szabadjon még a következő kvantitatív értéket megemlíteni. Az egyik mérésnél 2,9284 g titánpor DIN 100-as szitán átmenő szemcsenagysággal, 34 cm<sup>2</sup> területre egyenletesen elosztva és 2 órán át 1200 C°-on izzítva, összesen 0,1123 g súlyvesztést mutatott. Ez 3,83%-nak felel meg, míg az anyag analitikailag 10,42% kalciumot tartalmazott. Az izzítóbúra falán lerakódott tükrök nem volt fémes megjelenésű. Ugyanez az anyag megömlesztve, mikroszkópiai képen is világosan két elkülönülő fázist mutatott, ami valószínűvé teszi, hogy ebben az esetben nem nagy felületű molekulárisan kötött réteggel, hanem tényleges ötvözzel van dolgunk.

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag válasza

Mindekét hozzászólást köszönettel veszem. Nem hagyhatom említés nélkül azt a körülményt, hogy azokban a megoldásokban, amikre Millner célzott, igen nagy része volt a közben megalakult titán-bizottságnak és mint előadásomban említettem, éppen Millner Tivadarnak, akinek külön köszönetemet fejezem ki.

GELEJI SÁNDOR lev. tag elnöki zárószava

Röviden összefoglalva, a titánkutatás helyzetképe a következő. Egyelőre az irodalomban ismertetett eljárásokat reprodukálták. Erre elsősorban apparatív, másodsorban a legalkalmasabb titán előállítási módok kikutatása szempontjából volt szükség. Itt komoly kutatás szükséges, mert az irodalom nagyon hézagos.

Most kell rátérni a titán nagy laboratóriumi előállítására, ez fogja eldönteni a kérdés továbbvitelét. Elismerést kell kifejezni Gillemot László és munkatársai eddig végzett munkája felett és meg vagyok arról győződve, hogy ezt a munkát továbbra is ugyanúgy fogják elvégezni.

# OLDAL- ÉS FELSŐTÜSKÉS ANÓDÁKKAL MŰKÖDŐ ALUMÍNIUM ELEKTROLIZÁLÓ KÁDAK KRITIKAI ÖSSZEHALONLÍTÁSA

SZAKÁL PÁL

Az alumínium kohászati előállítása jelenleg kizárólag olvadék-elektrolízis útján történik. Figyelembevéve az alumíniumtermelő üzemek évi kétmillió tonnát elérő világtermelését, megállapíthatjuk, hogy az ipari olvadék-elektrolízis eljárások közül az alumíniumé egyedülálló méretekben folyik, ami mellett a magnézium, kalcium, nátrium, berillium és cérium ötvözet előállítása, mint ipari olvadékelektrolízis aránylag szerény méretek között fejlődött. Ezt figyelembevéve igen nagyjelentőségű az alumínium-elektrolízis technológiájának fejlődése, amelynek során az eljárás elvének változatlanul maradása mellett, egy félévszázad leforgása alatt a fajlagos elektromos energiafogyasztást kb. felére sikerült csökkenteni, az elektrolizáló kádák termelőképességét pedig 6—10-szeresére emelni, evvel egyidejűleg az egy tonna előállításához szükséges munkaórák számát lényegesen csökkenteni.

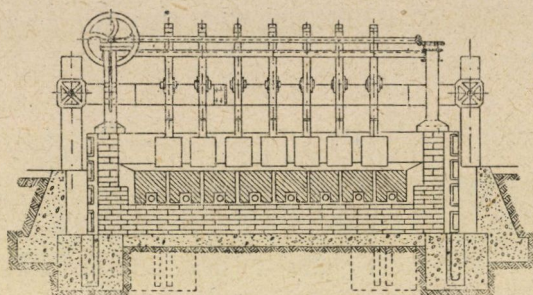
Az elektrolizáló kádák lényegében szénelektrodával bélelt, hőszigeteléssel és külső vasköppennyel, valamint merevítéssel ellátott teknők, amelyekben a kb. 950° hőmérsékletű olvadék-elektrolit foglal helyet. A szénbélés megfelelő áramkivezetésekkel van ellátva és az elektrolit befogadásán kívül katódként szerepel. Megfelelő tartó- és emelőszerkezet segítségével rögzített egy vagy több anóda felülről lóg az elektrolitba. Az anódák szintén elektródaszénből készülnek és megfelelő áramhozzávetéssel vannak ellátva. Az alumínium a timföldet oldott állapotban tartalmazó kriolitolvadék elektroliton áthaladó egyenáram hatására a katódán kiválva nagyobb fajsúlyánál fogva az elektrolit alatt külön olvadékrétegben helyezkedik el.

Az elektrolízis során az anódán kiváló oxigén hatására a szénanódák jelentős fogyása jelentkezik, amelynek megfelelően ezek magasságának időnkénti szabályozásáról, illetve utánpótlásukról kell gondoskodni.

Az első kialakult kádtípusnál az anódák előre kiégetett, sajtolt széntestek, amelyeket elhasználásuk után szakaszcsan cseréltek. Ezt a típust blokkánódás, előreégetett anódás vagy többtanódás kád néven ismerik a szakirodalomban.

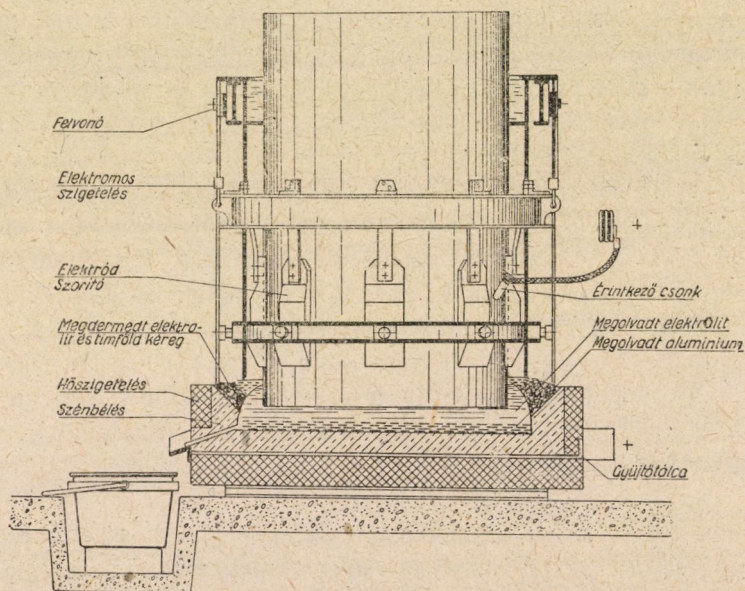
Ilyen anódaszerkezettel kb. 60.000 A áramerősségig építettek kádakat. Érdekes megemlíteni, hogy még a második világháború alatt is nagy üzemeket létesítettek ilyen anódaszerkezettel. (1. ábra.)

Söderberg szabadalma nyomán az elektromos ívfény kemencéknél alkalmazott önsülő elektródának az alumínium elektrolízisben való alkalmazására irányuló első kísérletek az 1920-as években történtek. Ennél az anódátípusnál



1. ábra

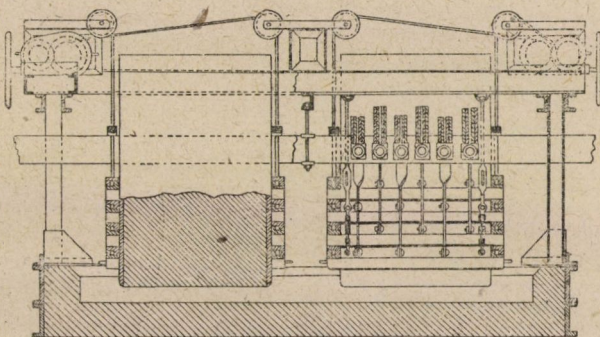
az előzővel szemben olyan folytonos anódáról van szó, amely egy lemezköpenyen belül elhelyezett, koksörleményből és kőszénkátrány és szuroktartalmú kötőanyagból álló úgynevezett elektróda-masszából részben vezetett, részben



2. ábra

Joule-meleg hatására a felhasználás helyén ég ki monolittá és a massa utánadagolásával folyamatosan pótolható. Az első lépések ezen a téren az ívfénykemencék elektródáinak mintájára, belül bordázott vaslemezköpennyel borított anódák alakjában jelentkeztek. (2. ábra.) Hamarcsan kitűnt, hogy a vaslemezköpeny megolvadása nagymértékben szennyezi a termelt alumíniumot,

viszont a vasköpeny levékonyítása az áramátadó szorító pofák által a köpenyen át a szénbe vezetett áram útjába az ellenállás és ezzel az anódikus feszültségesés jelentős emelkedését idézte elő. 1925-ben ez a szerkezet olyképpen módosult, hogy az árambevezetés funkcióját a külső köpenytől függetlenül, cserélhető, oldalról az elektródába helyezett vastüskékkel oldották meg, amivel egyidejűleg



3. ábra

a lemezköpenyt alumíniumból kezdték készíteni. Ezidőben az önsülő anódákat még kör-keresztmetszettel készítették. 1931-ben alakult ki a négyszög, illetve téglalap keresztmetszvényű anóda vízszintes tüskével, az úgynevezett Rioupe-roux-típus először két anódával. (3. ábra.) Ennek alkalmazása megkönnyítette a kád légtérének lezárását és a gázok összegyűjtését, valamint lehetővé tette nagyobb, kb. 30.000 A-ig terjedő áramerősség alkalmazását. 1940-től kezdve ezeket a kádakat egy anódával képezték ki. A tatabányai 24.000-es és az ajkai 30.000 A-os kádjaink a kádszerkezet fejlődésének ezen időszakából származnak. A negyvenes évek elején az a nézet uralkodott, hogy a vízszintes tüskéjű anódokat csak 110 cm szélességig lehet alkalmazni, mert ezen felül árameloszlási zavarok mutatkoznak. Azóta ez a feltevés megbukott, amit pl. a *Bjeljajev* megadta 1650 mm-es anódaszélesség bizonyít.<sup>1</sup>

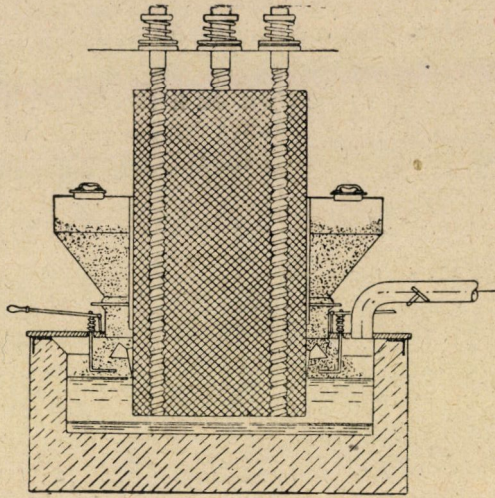
Először 1931-ben merült fel az az elgondolás, hogy az önsülő anódában az áramot ne oldalról, hanem felülről vezessék be.

Ettől a megoldástól azt várták, hogy lehetővé teszi az elektrolit hathatósabb letakarását és a hőszigetelést, valamint az anódgázoknak az anóda melletti lezárt térben való jobb összegyűjtését, ami a környezetben okozott mezőgazdasági károk csökkentésére alkalmas. Az első kísérletek ezen a téren felülről bevezetett különleges menettel kiképzett csavartüskékkel történtek.<sup>2</sup> (4. ábra.)

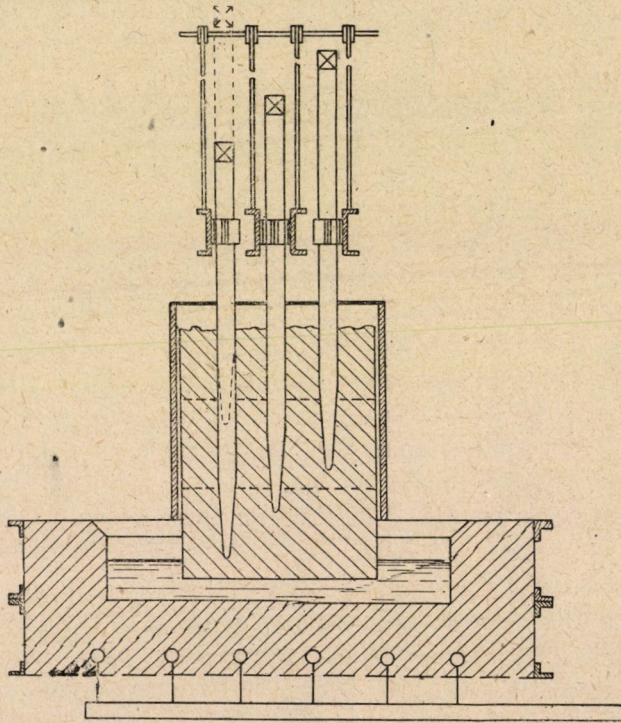
A konstrukció üzembe helyezhető volt, azonban a tüskék besülése és szulfidosodása igen súlyos nehézségeket okozott. A jobb felszíni hőszigetelés

<sup>1</sup> *Bjeljajev*: Könnyűfémek kohászata. (Magyarul 1950. 223. oldal).

<sup>2</sup> *Raffaale Trematore*: U. S. Pat. 2,100,927. 1937. nov. 30.



4. ábra

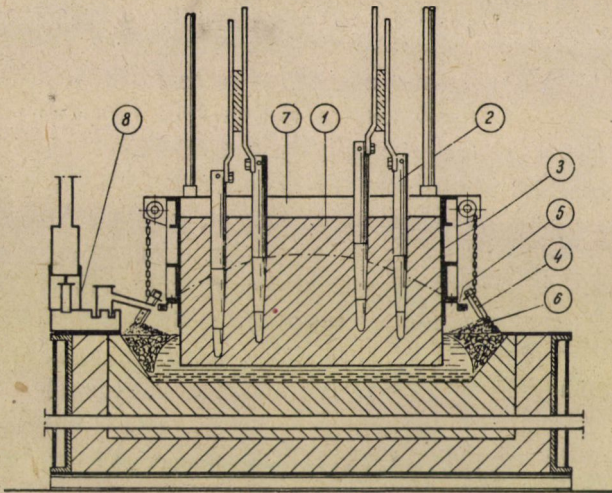


5. ábra

lehetősége azonban már ezen kísérleteknél beigazolódott. 1939-ben végeztek kísérleteket sima felületű, felülről az anódába vezetett függőleges tűskéjú anódákkal, amelyeknél az előbbi nehézségek elmaradtak. Ezen eredmények

alapján tervezték a bolzanói kohóban 1940-ben üzembehelyezett 27.000 A-es kádákat.<sup>3</sup> (5. ábra.)

Ennél a kádtípusnál az ovális keresztmetszetű anóda függőleges vasköpenybe helyezkedik el, az anóda súlyát a tüskék tartják, az anóda emelése és süllyesztése a tüskék segítségével történik, miközben a vasköpeny helyben marad. Az anódát borító alumíniumlemez elmarad, az anóda mellett a körös-körül elhelyezett hőszigetelő fedők teljesen lezárják az elektrolitot és ennek timföldtakaróját a külső légtértől. Ezen kádtípussal, annak ellenére, hogy a katóda konstrukciója szűknek és rossz hőszigetelésűnek bizonyult, kg-ként 17,7 kWó egyenáram fogyasztást értek el. Azóta a függőleges konstrukciót tökéletesítették. 1947-ben vezették be az anóda körül alkalmazott, aránylag szűk keresztmetszetű gázharangot, ami lehetővé teszi, a timföldkéreg jó hozzáférhetősége



6. ábra

mellett az anódgázoknak teljesen koncentrált állapotban való gyűjtését, egyidejűleg biztosítva az anód alsó, meleg részének redukáló atmoszférában való tartását. (6. ábra.) *Bjeljajev*: »A könnyűfémek kohászata« című könyvében az anódaszerkezet kilátásos fejlődési irányának a függőleges árambevezetésű kádszerkezetet jelöli meg, hangsúlyozva, hogy ez újabb lehetőséget ad a káros elektromos és hőenergia veszteségek további csökkenésére, valamint a kádák kezelési munkáinak további gépesítésére.<sup>4</sup>

Figyelembevéve, hogy ma a világ alumínium-elektrolízis teljesítményének több, mint fele önsülő anódokkal felszerelt kemence, amin belül a függőleges tüskéjű típus egyre inkább teret hódít, ez a téma nagyfotosságú annál is inkább,

<sup>3</sup> *Luigi Manfredini*: U. S. Pat. 2,224,739. 1940. dec. 10.

<sup>4</sup> *Bjeljajev*: *Könnyűfémek kohászata*. (Magyarul 1950. 224. oldal.)

mert egyes szerzők evvel a fejlődéssel kapcsolatban a jelenlegi 17—19 kW<sub>6</sub> egyenáramú kg-kénti fogyasztással szemben 14—15 kW<sub>6</sub>-t jelölnek meg, mint elméleti megfontolások alapján elérhető értéket.<sup>5</sup>

Tekintve, hogy az alumínium-elektrolízis technológiájának sikeres irányítása számos termikus, elektromos, kémiai és elektrokémiai folyamat és egyensúly nehezen áttekinthető viszonyainak jó összehangolásán alapszik, ez a technológia túlnyomórészt empirikusan fejlődött. Ezt igazolja a kemenceszerkezetnek előbb vázolt óvatos, lépésről-lépésre való fejlesztése, amelynek során mindig csak több változatban kivitelezett prototípusok eredményei alapján sikerült általánosan kivitelezhető újabb típusokhoz eljutni.

Ennek megfelelően megkísérlem az üzemi gyakorlat szemszögéből vizsgálni a függőleges tüskékkel felszerelt felső árambevezetésű anódájú kemence típust, amely a korszerű fejlődés egyik jelentős állomását képviseli és igyekszem párhuzamot vonni a hazánkban gyakorlatilag is jól ismert oldalbevezetésű típusal.

Lássuk először a kemence nagyságát és az evvel összefüggő kérdéseket. A fajlagos áramfogyasztás csökkentése elsősorban a külső hőszigetelés növelése és az áramsűrűség csökkentése útján érhető el. Ennek a feltételnek a nagyobb kemenceegységek kialakítása kedvez. Mint az irodalomból is kitűnik, függőleges tüskékkel 50.000 A-en felüli méretekig sikerült kádkonstrukciókat létrehozni, azonban ebből a szempontból éppen a szovjet irodalomból ismert eredmények alapján a függőleges tüskéjű elrendezéssel elért ezen eredményt nem mondhatjuk egyedülállóknak, mert vízszintes tüskékkel is sikerült 50—60.000 A-es áramerősségű, üzemben jó bevált konstrukciókat létrehozni. Tekintettel arra, hogy az optimális kádnagyság több szerző véleménye szerint egybehangzóan 45—50.00 A között van, (Bajmakov, Luzzato), a függőleges rendszerrel való további méretnöveléstől várható előnyök egyelőre csak elméleti síkon mozognak. A kád nagyságának további növelése szempontjából a kezelés, egyenletes áram- és hőmérsékleti eloszlás biztosításának nehézségein kívül különösen figyelemre méltó az a szempont, amire *Bajmakov* hívja fel a figyelmet, nevezetesen, hogy az anóda szélességének felső határaként 170 cm-t kell tekintenünk. Ezen felül ugyanis az anóda közepe alatt az elektrolitnak jelentős túlhevülése mutatkozik, ami 60—80° hőmérséklet különbségként jelentkezik, pl. 2 m Ø kerek anódánál. Ez viszont az áramhatásfok csökkenését idézné elő. Nem elhanyagolandó szempont az anódaméretnek szempontjából az sem, hogy növekvő szélesség mellett az elektrolízis-gázokban a szénmonoxid tartalom növekszik annak következtében, hogy a primér kiváló széndioxid távozása közben hosszabb úton kénytelen érintkezni az anóda meleg szénanyagával, ami lehetőséget nyújt a Boudouart-egyensúly jobb megközelítésére. Ez viszont magasabb anódamassza

<sup>5</sup> *Bajmakov* : Elektrolízis a kohászatban. III. kötet. — *Luzzato* : Tr. Aime Vol. 188. 12 1-1950. pp. 105—1921. *Sem, Sejersted, Böckmann* : Journal Elchem. Soc. 1948. nov. pp. 220—231.



fogyasztással jár. Az áramsűrűségi viszonyok mindkét anódatípusnál a katóda hőszigetelésétől függően 0,7, 0,8 A/cm<sup>2</sup> között vannak, tehát ilyen szempontból a vertikális rendszer nem tekinthető specifikusnak.

Ami a gyakorlati üzemviteli problémákat illeti, a rendszer működésének a konstrukció természetéből folyó alapvető feltételeit kell szemügyre vennünk. Ezen feltételek:

1. A függőleges tüskék és az anóda közötti súrlódó erők az anóda súlyának tartását biztosítják.

2. Az anóda akadálytalanul, szorulásmentesen csúszsék a permanens köpenyben anélkül, hogy az anóda kiégett alsó része és híg, felső rétege határvonalán a tömités hiányosságai következtében a híg rész kifolyása bekövetkeznék.

3. Biztosítani kell az anódába visszahelyezett tüskék jó elektromos kontaktusát.

4. Biztosítani kell az egyenletes árameloszlást.

5. El kell kerülni a tüskék végeinek megolvadása miatti vasszennyezés növekedést az alumíniumban.

6. A gázharanggal letakart magas hőmérsékletű anódarészen redukáló atmoszférának kell uralkodni.

Ha ezen problémákat részleteiben vizsgáljuk, a gyakorlati kivitel számos kényes kérdésével találkozunk. Az anóda és a tüskék közötti súrlódó erők tekintetében, mint az irodalomból is kitűnik, nem mutatkoznak nehézségek, különösen a kivitel olyan változatánál, amelynél a kihúzott tüskéket olyan módon helyezik vissza az anódba, hogy alsó végük az anóda kiégett, 400° feletti hőmérsékletű zónájába érjenek. A tüskehúzás erőszüksége a tüske felületének 1 cm<sup>2</sup>-re vonatkoztatva, nagyjából azonosnak bizonyul, a vízszintes tüskék húzásánál fellépő erőszükséglettel. Ez viszont olyan mértékű, hogy az anóda leszakadásától egyáltalán nem kell tartani.

Ami az anódának a vasköpenyben való akadálymentes, de tömitést biztosító csúszását illeti, alumíniumköpeny alkalmazása nélkül meglehetősen kényes egyensúllyal van dolgunk. Ezen funkció zavarmentes elvégzésének előfeltétele, hogy az anóda 400°-os izotermája a köpeny mentén vízszintesen helyezkedjen el valamivel a vasköpeny alsó szélének szintje felett. Ennek előfeltétele viszont az egyenletes árameloszlás és többek között a tüskék helyes elhelyezése. Külön problémát jelent az anódamassza megfelelő kötőanyagtartalmának és plaszticitásának kiválasztása, ami hivatva lenne biztosítani, hogy a tömitést végző részen, a lágymassza alsó zónája ne híg folyós, hanem sűrűkásás legyen. A tömitési probléma nehézségei fokozottan jelentkezhetnek, ha a csapolást hosszabb periódusonként pl. három-négy naponként akarják végezni, ami az anóda egyszer történő nagyobb mértékű leeresztésével jár.

A tüskék jó kontaktusának kérdése az anódában külön fejezetet képez. Amíg a vízszintes tüskéjű rendszernél a tüskéket az anóda magasabb zónájában teljesen lágy és nyers masszába helyezik, addig itt a gyakorlat a következő:

Az egyenletes árameloszlás és a tüskehúzás megfelelő időbeni ritmusának biztosítása érdekében a tüskék különböző magasságban helyezkednek el az anódában. Tüskehúzáskor a legalsó helyzetben levő tüskéket kihúzzák, az ezek helyén visszamaradó lyukba nyersmasszát helyeznek, majd a tüskét úgy helyezik vissza, hogy hosszának alsó szakasza még az anóda kiégett részébe érjen. Ez gyakorlatilag a tüske kb. 300 mm-el való megemeléseinek felel meg. Az evvel összefüggő problémák elsősorban a tüske alá helyezett anódamassza kiégésének rendkívüli körülményeiben rejlenek. Ez a massa rendkívül gyors kiégés mellett kell, hogy jól töltse ki a tüske és az anódalyuk fala közötti üredek, megfelelően kell, hogy hozzácsüljön úgy a már kiégett tüzes anódaszövethez, mint a vastüske anyagához. Ezeknek a feltételeknek természetesen nem minden massa-minőség felel meg. Ebből a szempontból nyilvánvaló, hogy túldurva szemcse vagy kevés kötőanyagtartalom nem lehet előnyös. Tekintettel arra, hogy a tüskehúzásnál csak napi néhány tüske kerül sorra, a vízszintes rendszerrel szemben tüskehúzáskor feszültségemelkedés nem várható.

Az egyenletes árameloszlás kérdése elsősorban a tüskék elhelyezésének kérdésével függ össze. Itt mérlegelni kell a tüskék egymásközötti, valamint a tüskék és az anóda széle közötti helyes távolságot, esetleg arra gondolva, hogy az anóda közepe felé a tüske közötti távolságot megnövelve ott a túlmelegedés elkerültesse. Nem közömbös ebből a szempontból a tüskék magassági eloszlása sem. A cél az lenne, hogy a különböző magassági szinten elhelyezkedő tüskék az anódák részei között lehetőleg egyenletesen oszoljanak meg, ami azt eredményezi, hogy egymásmellé kerülnek alacsony, közepes és magas állású tüskék. Ehhez a tüskék húzásának szabályszerű ritmusát kell bevezetni, amelynek viszont előfeltétele, hogy a tüskék húzás utáni visszahelyezésekor előre definált magasságra kerüljenek. Ehhez szükséges ismét az anódamassza mennyiségének meghatározott volta. Az anódaméretetek növelésével egyidejűleg fokozódik az anóda repedéseinek veszélye, ami szintén kedvezőtlenül hat az árameloszlási viszonyokra.

A tüskevégek leolvadásának veszélye nyilvánvalóan az egyenletes árameloszlás biztosításával csökkenthető. Ilyen szempontból veszélyesnek látszik a tüskék hegyének az elektrolit szintje alá való leengedése, ami anódarepedésnél közvetlen elektrolit-tüskezárlatokra vezethet. Ez a körülmény viszont korlátozza az anódikus feszültségesés szélsőséges csökkentésének lehetőségét.

Az anóda redukáló, védő atmoszférában való tartása akkor látszik biztosítottnak, ha a gázharang alatti huzatviszonyok megfelelőek. Ehhez tudnunk kell, hogy a gázharang alatt összegyűlő anódagázok egy külön gázegőben kerülnek elégetésre és az égéstermékek onnan kerülnek egy gyűjtő csőhálózaton keresztül elszívásra. Amennyiben a gázharang alatt túlnyomás mutatkozik,

a gázok a gázharang tömítetlenségén keresztül a munkatérbe hatolnak. Ha a gázharang alatt szívás van, a gázharang körüli timföldtömítésen keresztül a levegő oxigénje behatol a gáztérbe és az anód korrózióját idézheti elő. Ilyen szempontból tehát a gázegő és az elszívó vezeték méretezése döntő fontosságú.

Tekintve, hogy ennél szerkezetnél elmaradnak az oldalbevezetésű tüskénél ismert szelvényvas keretek, melyek az anódát és ennek köpenyét oldalirányban merevítik, ezen konstrukciónál gondoskodni kell az anóda vas-köpenyének erőteljes merevítéséről.

A tüskéhúzás kivételére vonatkozólag a vízszintes tüskéjű típusoknál, mint ismeretes, vagy hidraulikus vagy pneumatikus, esetleg mechanikus szerkezetek jönnek tekintetbe, amelyek vagy egyszerű húzással, vagy kombinált csavarással és húzással távolítják el a tüskéket. Független tüskék húzásánál hasonló szerkezetek használhatók, természetesen figyelembevéve a nagyobb tüskék beégett felületének nagyságát és ezzel összefüggő erőszükségletet. Ezen szerkezetek célszerűen darun helyezhetők el.

Az anódagázok mennyisége és minőségére vonatkozóan megállapítható hogy az elszívandó gázok mennyisége az oldaltüskés típusokhoz képest annak egy, tizede, ennek megfelelően a gázok fluor tartalma  $500 \text{ mg. F/m}^3$  nagyságrendű. Figyelembevéve, hogy a távozó gázok, amelyek anódmassza lepárlási termékeket is tartalmaznak, a gázegőben megfelelő viszonyok mellett teljes égésnek vannak alávetve, az elszívott gázban kátránymentes, száraz szállóport kell kapnunk, ami a csőhálózat tisztítását gáiban megkönnyíti.

A beruházási költségtényezőkre való kihatása szempontjából kétségtelenül előnyt jelent az anóda és tartószerkezetnek szembevető egyszerűsége. A kontaktusok számának csökkentése szempontjából figyelemreméltó a tüskéknek a fősínhez való közvetlen kapcsolási lehetősége. Az oldaltüskéktől megszabadított kádon az anódtüske-flexibilisek és az anóda keretek karbantartásának jelentős költségei elmaradnak és fokozottnak látszik a kéreg gépesített betörésének lehetősége, ami a termelékenység új perspektíváit nyitja meg. A kismennyiségű koncentrált gáz elszívásának erőszükséglete, a csőhálózat beruházási költségei és a gázmosás rentabilitása kedvezőbbnek látszik a vízszintes tüskés rendszerhez viszonyítva.

A vertikális tüskéjű rendszer alkalmazása a felhasznált nyers- és segédanyagok minőségének szempontjából bizonyos újabb követelményeket jelent. A timföld fizikai szerkezetének biztosítani kell a gázharang jó tömítési lehetőségét, amely szempontból kedvezőbbnek látszik a finomabb egyenletes szemcséjű timföld (nálunk magyaróvári típus). Az alacsony rézsű-szögű timföld-félék alkalmazása rossz takarásra és anóda korróziókra vezethet. A tüskék jó kontaktusának biztosítása és az anóda köpeny melletti jó tömítés elérése szempontjából lényegesnek látszik az anódamassza megfelelő plaszticitása, ami elsősorban a kötőanyag mennyiségének, lágylulás pontjának és a kokszt szem-

összetételének megválasztásától függ. Emellett a nagyobb kádméretekre való tekintettel az anódmasszának a repedésmentes kiégetését is biztosítani kell.

Összefoglalva: a függőleges tüskéjű anódatípussal előnyös eredmények érhetők el a kádméret növelése, az áramsűrűség csökkentése és evvel párhuzamosan a fajlagos áramfogyasztás csökkentése terén, azonban hasonló eredmények elérhetők egyéb szerencsésen megválasztott önsülő anódszerkezettel is. A függőleges tüskéjű anóda lehetővé teszi a timföld minőségétől függően a fürdőkéreg jó takarását. Aránylag egyszerű konstrukciót jelent a karbantartási költségek egyidejű csökkenésével, a kemencekezelési munkák fokozott gépesítési lehetőségével.

Lehetővé teszi az alumíniumköpeny alkalmazásának elmaradását és az ezzel járó költségek megtakarítását. A gázharang alatti redukáló atmoszféra az anódkorróziók csökkentésével az anódmasszafogyasztás csökkenését eredményezi. Az elszívott anódgázok mennyisége kisebb a másik kádtípushoz viszonyítva, azok nagy fluor- és kátránygőzmentes szállópor tartalmúak, ami a gáz mosását megkönnyíti. Evvel szemben a függőleges tüskéjű árambevezetés alkalmazása a gyakorlati kivitel terén számos nehézséget rejt magában, ami üzemét kényessé, gondos ellenőrzést igénylővé teszi, ezenkívül a felhasznált timföld és anódmassza minősége szempontjából is a vízszintes tüskéjű típuson túlmenő követelményeket támaszt.

Arra vonatkozóan, hogy a vízszintes és függőleges tüskéjű kádtípus között párhuzamot vonva az elsőbbséget eldönthessük úgy hiszem, még túl kevés tapasztalat áll rendelkezésre és erre a kérdésre a választ a következő évek fejlődése fogja csak véglegesen megadni.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

LOMNICZY DEZSŐ

Alumíniumiparunk soha nem látott méretekben fejlődik és a fejlődés útjának egyengetéséhez nélkülözhetetlen az oldal- és felsőtüskés anódákkal dolgozó alumínium elektrolizis kádak kritikai összehasonlítása. Egyetértek az előadóval, hogy ez az összehasonlítás egyelőre még nem döntheti el az elsőbbség kérdését. Véleményem szerint a kérdést a termelt fém önköltsége fogja eldönteni, ez pedig a felsőtüskés kádtípusnál kisebb. Már csak azért is, mert a permanens anódköpeny folytán elmarad az alumínium anódköpeny és ez minden tonna termelt fémre 3·8 kg alumíniumlemez megtakarítást jelent. Továbbá lényegesen kisebbek az anóda karbantartási költségei is. Egy 10.000 tonna évi teljesítményű üzemben oldaltüskés kádtípusnál 40 fő anóda karbantartó dolgozó munkája szükséges. Felsőtüskés kádaknál ezen létszámnak csupán a fele. Itt említem meg, hogy a Szovjetunióban vannak oldaltüskés kádak, ahol nem használnak anódkeretet. Ez esetben az anóda karbantartási költség egyezik a felsőtüskés kádéval.

Az önköltség után a másik tényező, ami a felsőtüskés típusnak kedvez, a kemencegázok mennyisége. Az előadásban hallottuk, hogy ez csak egytizede annak a gáznak, mint amivel az oldaltüskés kádnál számolni kell. Ez igen lényeges szempont, különösen ha figyelembe vesszük, hogy pl. az ajkai kohó 1952. évi tervének teljesítése azon fog múlni, hogy miképpen tudjuk megoldani az oldaltüskés kádjaink termelt nagymennyiségű anódagázok elszívásának kérdését. A nyári hónapokban munkaerőhiány is adódhatik a kohóban, ha nem harcolunk sikeresen az elektrolizis folyamán keletkező kohógázok ellen.

Kétségtelen, hogy sokkal könnyebbek a munkafeltételek felsőtüskés kádakból álló kádcsarnokban, ahol a keletkező kemencegázok szabályozható gázegőben távoznak, ahol nemcsak a gáz kb. 35%-os CO<sub>2</sub>-tartalma ég el CO<sub>2</sub>-vé, hanem az anódamassza desztillációjából származó termékek is részben.

Még egy dolgot említek meg a függőleges tüskés típus javára. Ennél a típusnál lehetőség van arra, hogy a timföldes láda közvetlen az anóda oldalán legyen elhelyezve és ott hőszigetelőként működjék, azonkívül az innen való timföldadagolás mellett nyilván a porzási veszteség is kisebb. Ilyen kád már üzemben van a Szovjetunióban.

Minden elektrolizisnél a cél a fajlagos áramfogyasztás csökkenése. Ezt az áramsűrűség csökkenésével és a külső hőszigetelés növelésével érhetjük el. Ezek eléréséhez minél nagyobb kádméret kell. Oldaltüskés káddal is érhető el olyan jó fajlagos áramfogyasztás, mint a felsőtüskés típusnál. Sőt, Amerikában járt szovjet szakemberek szerint az eszmei 14—15 kWó/kg áramfogyasztást még nem érték el sehol és figyelemre méltó, hogy az eddig üzemben elért fajlagos legjobb áramfogyasztás 16,2 kWó/kg és ezt az urali alumíniumkohóban érték el, mégpedig oldaltüskés típusú káddal.

Szerintem az áramelosztás oldaltüskés kádnál kedvezőbb, mert az áram útja rövidebb. *Bajmakov* azon tétele, hogy 170 cm-et kell tekinteni azon anódszélesség felső határaként, időállónak látszik. Nagyobb méretű oldaltüskés kádaknál feltétlenül kell tüskét tenni a rövidebb anódoldalakra is.

A gyártás technológiája terén, az üzemvitellel, kapcsolatban számos nem annyira hátrány, mint inkább nehézség van felsőtüskés típusnál az oldaltüs-

késsel szemben. A masszaminőségre való nagyobb érzékenység és a timföld fizikai szerkezetére való nagyobb figyelem kiküszöbölhetőnek látszik, mert a technológia és a káderek is állandóan fejlődnek.

A legnehezebb probléma a felső tüskés típusnál az, amit az előadó úgy jelöl meg, hogy biztosítani kell az anódába visszahelyezett tüskék jó elektromos kontaktusát. Az a véleményem, hogy e téren kell még sok üzemi tapasztalatot szereznünk.

Összefoglalva: a kérdés, hogy melyik típus lesz a jövő típusa, nem dönthető még el. Egyelőre az önköltség és a gázmennyiség, illetve a gázelszívási lehetőség miatt a felsőtüskés típus felé látszik billenni a mérleg.

#### PÁLOVITS PÁL

Az előadás végső eredményképpen megállapítja, hogy a két kemence-típus között az elsőbbség eldöntésére még kevés tapasztalat áll rendelkezésre.

Ha azonban az előadás alapján a gyakorlati üzemviteli problémákat nézzük, akkor megállapíthatjuk, hogy a felsőtüskés kemencetípus az egyszerű és jól áttekinthető szerkezet következtében könnyebben kezelhető. Továbbá nagyobb a gépiúton való kemencekezelés lehetősége, ami a kohászok munkaviszonyain erősen javíthat. A gázharang használata felsőtüskés megoldásnál szemben az oldaltüskés redőnyös kivittel, egyrészt a keletkező anódgázok jobb elvezetését biztosítja és ezáltal a kohócsarnok levegője jobban mentesíthető a gáztermékektől, másrészt az elszívott gázmennyiség kb. egytized része az oldaltüskés kemencével szemben. Ez további előnyökkel jár, mint: a gázmosás rentabilissá válik, miáltal a fluorvesztés csökkenthető, valamint az elszívó ventilátor teljesítménye is egytizede a hasonló nagyságú oldaltüskés kemencével szemben. Meg kell említeni még azt is, hogy a kisebb mennyiségű gáz elvezetése feltétlen kihat a fajlagos kWó fogyasztás csökkentésére.

Egyedüli komoly nehézséget a nem megfelelő anódmassza minősége okozhatja, melyre az előadó részletesen ki is tér. Ezen kérdés megoldhatónak látszik azzal az oldaltüskés kemencéknél szerzett tapasztalattal, hogy a különböző anódmassza minőségek káros hatása, az anóda magasságának növelésével hárrítható el. Ez a felsőtüskés kemencerendszerénél is megoldható.

Tehát mondhatjuk, hogy a felsőtüskés anódákkal dolgozó elektrolizáló kemencetípus előnyei mellett szólnak, hogy a fejlődés ebben az irányban várható.

#### BECKER ERVIN

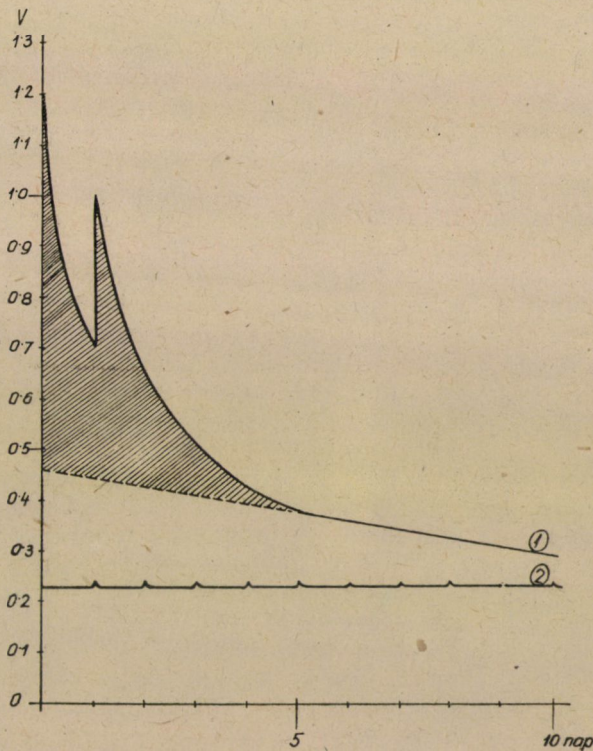
Szakál Pál igen értékes előadásában összehasonlítja a világ alumínium iparának egyik legnagyobb jelentőségű újítását és szabadalmát, a vertikális bevezetésű Soederberg-anódát a régebbi oldalbevezetésű anódával.

Módomban volt a Soederberg-rendszerű anódák egész fejlődését gyakorlatban figyelemmel kísérni.

Csepelen az első magyar alumíniumkohó 1934—35-ben Soederberg-rendszerű anódákkal épült. Magyarország volt a második Európában, mely ezt a rendszert a spanyolországi Sabinanigo után alkalmazta. Kezdetben 12.000 A-es oldalbevezetésű anódákkal dolgoztunk, később a bővítésnél az áramerősséget 24.000 A-ra növeltük. Tatabányán 1939-ben a kohó 24.000 A-es és ezt követően 1942-ben az ajkai kohó 30.000 A-es kádakkal épült.

Kiegészítve Szakál Pál előadását néhány részletre kívánom a figyelmet felhívni. Oldalbevezetésű anódáknál a tüskék cseréje 8—10 naponként történik.

Első napon a legelső sorban levő árambevezető tűskék felét, a következő felét pedig a második napon húzzák ki. Erre a részletre azért térek ki, mert a Soederberg-rendszerénél éppen a csatlakozók cseréje átmeneti feszültségemelkedéssel jár. Ez kellemetlen, mert az üzem szempontjából az a kívánatos, hogy a kádakat állandó feszültségre szabályozzák. Ezt a feszültségemelkedést az üzemekben végzett mérésorozatok alapján diagrammban ábrázolják. A vízszintes tengelyre a napokat, a függőleges tengelyre a feszültséget rakják fel. Az anódikus feszültségcsökkenés a tűskecsere előtt ca. 0,3 V. A csatlakozók cseréjénél a feszültségcsökkenést az első órában óránként, később 24 óránként ellenőrizve, a diagrammban látható feszültséggörbét kapjuk.



① Anódikus feszültségcsökkenés oldalbevezetésű anódoknál.

② --- --- vertikális bevezetésű ---

7. ábra

A feszültség 1,2 V-ról az első órában gyorsan esik, 24 óra múlva a következő tűskecsoport kihúzásánál ismét emelkedik, ettől fogva a feszültség az elektróda kiegészésének mértékében egyenletesen csökken. A negyedik naptól pedig az elektróda fogyása következtében a feszültségcsökkenés már lineáris a végértékig, 0,3 V-ig.

A kiegészés elektróda hosszcsökkenéséből származó lineáris ohmikus feszültségcsökkenés vonalát az ordinátáig meghosszabbítva, a valóságos feszültségcsökkenés

görbéje egy területet zár be. Ez a terület a nyers elektróda kiégetéséhez szükséges energiamennyiséget adja meg.

A vertikális bevezetésű anódáknál a tüskék húzása 16 napos periódusokban történik, napi két tüske kihúzásával. Két tüske kihúzásánál feszültségemelkedés gyakorlatilag nem jelentkezik. A tüskék egyenletes elosztása következtében és a kisebb áramsűrűség következtében az egyébként is alacsonyabb anódikus feszültségesés konstansnak tekinthető.

Nem értek egyet Szakál Pállal abban, hogy az árameloszlás oldalbevezetésű anódáknál egyenletesebb. Vertikális anódáknál a tüskék megfelelő elosztásával, továbbá ezek magasságának ritmusát megfelelően beállítva, az áramsűrűség egyenletessége véleményem szerint jobban biztosítható.

A keletkező gázmennyiség mind a két rendszernél azonos, míg azonban a régi típusú kádáknál az anóda desztillációjából származó lepárlási termékek a tüskék mellett, továbbá a keret hézagain keresztül a munkatérbe jutnak, addig az új rendszernél a zárt permanensköpenyhez csatlakozó gázharang nemcsak a redukciójánál keletkező gázokat, hanem a nyers anóda lepárlási termékeit is összegyűjti.

Az anóda felső plasztikus része megfelelő magasságnál, mint folyadékzár működik és a lepárlási termékek az anóda alsó porozus részén keresztül távozva a gázharangba gyűlnek össze és az itt alkalmazott bunsenégőben quantitative elégnak. Köztudomású, hogy a régi rendszernél a desztillációs termékek elégtelenül keverednek a redukcióból származó gázokkal és eltávolításukhoz az egész anódát és katóda felső részét egy zárt szekrénybe kellett helyezni és a keletkező gázokat és lepárlási termékeket aránylag nagy levegőfeleslegge kellett elszívni. A vertikális rendszernél alkalmazott gázharang jobb munkaviszonyokat, energiamegtakarítást és a szellőzés jobb megoldását teszi lehetővé.

A nagyméretű anódákon, mint az előadásból is hallottuk, repedések keletkezhetnek. Azok a repedések, amelyek a szélső tüskesor és az anóda széle között keletkeznek, nagyméretű anódáknál az anódmassza minőségétől függően normálisaknak tekinthetők. Veszélyesek azok a repedések, amelyek az elektródán keresztül húzódnak és az elektródát több részre osztva, komoly eltolódásokat idézhetnek elő az áramsűrűség egyenletes eloszlásában. Újabbban ezt úgy igyekeznek megakadályozni, hogy az anóda középső részén mesterséges repedést állítanak elő oly módon, hogy az anóda közepébe egy kilyuggatott 0,5 mm-nél vékonyabb alumínium fóliát vezetnek be és ezáltal a nagyméretű anódát mesterségesen két egymástól különálló részre választják. Ez az eljárás egyrészt megszünteti a nagyméretű anódában jelentkező belső feszültséget, továbbá az anóda két felében egyenletes árameloszlást biztosít.

További előnye az új rendszernek, hogy a munkaviszonyok javulása, továbbá a gépesítés lehetőségének megnövekedése következtében a fajlagos munkaóra felhasználás csökken. A korszerű oldaltüskés anódákkal dolgozó üzemeknél a munkaerőszükséglet ca. 60 óra/t. Egészen gépesített vertikális anódákkal dolgozó üzemeknél a felhasznált munkaerő 25—30 óra/t-ra becsülhető.

Az energiafelhasználással kapcsolatban véleményem szerint feltétlenül előnyei vannak az új rendszernek. Az anódikus áramsűrűség csökkentése nemcsak az anódikus feszültségesést csökkentette, de szükségessé tette a katóda átkonstruálását is. Míg a 12.000 A-es kádáknál az anóda szélének távolsága a szénbéléstől 250 mm volt, később a 24—30 ezer A-es kádáknál ezt a távolságot



350 mm-re növeltük. A korszerű katódáknál az anóda szélének távolsága a katódabéléstől már 550—600 mm.

Régebben a katódákat a szénbélés alatt egy sor téglával szigetelték. Az újabb katódáknál éppen az áramsűrűség csökkenése miatt a katódák erősebb hőszigetelése vált szükségessé. Ez egyrészt az anóda és a katódabélés közötti távolság megnövelésével, másrészt pedig a fenékszigetelés 350—400 mm-re való növelésével érhető el.

Lehetséges a katódákat megfelelő vastagságú téglaszigeteléssel közvetlenül a talajra építeni, mint a Szovjetunióban teszik. Ez azonban az üzem vezetésében különleges gyakorlatot igényel. Hazánkban, ahol katódszénben behozatalra vagyunk utalva, igen fontos a katódák bélésének hosszú élettartama. A közvetlenül a talajra épített katódáknál az idő folyamán, előregedés következtében megnövekedett katódikus feszültségesés a katóda elmelegedését idézheti elő. Egy bizonyos határon túl az anód-katódszén távolság csökkentésével a keletkező túlmelegedés már nem kompenzálható és a kádat ki kell kapcsolni. A nem közvetlenül talajra épített katódáknál megvan a hűtés lehetősége, ha kezdetben a katódát homokkal vagy téglákkal zárjuk körül. A katódikus feszültségesés növekedésével módunkban van a katóda alsó szigetelését fokozatosan csökkenteni és ezáltal a katódabélés élettartamát megnövelni.

#### LÁNYI BÉLA

Az egész előadás alap gondolatát a ferde és függőleges anódákkal épített kemencék párhuzamba állítása képezte. Kétségtelen kihangzik belőle az újabb kivitelű függőleges tüskékkel dolgozó szerkezetek előnye, de — nagyon helyesen — nem hiányzik az a kitétel sem, hogy a kohóknak kb. 50%-a még most is a régebbi blokkrendszerekben dolgozik.

A blokk- és a Söderberg-rendszer közötti párhuzamot nehéz megvonni, de a racionális dolgozási lehetőségek szempontjából az ellentéteket is nehéz egymásmellé sorakoztatni. Kiváltképpen nehéz a tényezőket a Söderberg-masszával dolgozó két rendszer számára világosan magunk elé állítani akkor, amikor együttesen kell az összes gazdaságossági összetevőket mérlegelni.

Ma korszerű kontakt-egyenirányítóink aránylag kicsiny feszültségen könnyedén tudnak 100.000 A-es áramokat egyenirányítani. Ezért a cellasor zavarása nélkül egyes kádatok külön is üzemben tarthatunk, tehát felmerülhet az a kérdés, vajjon energiagazdálkodás szempontjából elértük-e már a határt, amelyet a most szokásos 50.000 A-es kádatok, mint optimumot mutathatnak.

A nagy áramerősségek számára Bjeljajev 170 cm-ben állapítja meg egy Söderberg anóda szélességét. A hossza sokszorta nagyobb lehet, hogy a kb. 0,7 A/cm<sup>2</sup>-nyi áramsűrűség számára még elegendő felületet nyerhessünk, anélkül, hogy a fürdőben káros túlmelegedések az elektrizist megzavarnák. 100.000 A-es kádatnál ilyenkor az anóda hossza lenne túlságosan nagy, és emiatt a kád a két végét nem lehet jó hőegyensúlyban tartani.

Itt lépne előtérbe a blokk-anódás rendszer — összes hátrányaival együttesen. Egyik hátránya számunkra, hogy a kohó nem független a blokkokat készítő műszéngyártól.

Ha a cellában nagy teljesítmények felé megyünk, akkor a vastag rétegben tartott olvadt alumínium segíthet valamit a hőkiegyenlítésben. Elvezetheti a káros meleget, amely a fémtükrőhöz már is gyakorlatilag az alsó határhoz közel álló anóda miatt az elektrolizist zavarná. Ezt a távolságot pedig megnö-

velni úgy látszik ma sem célirányos, mert minden olyan kWó, melyből az ohmikus ellenálláson fölös meleg fejlődik és ez vezetés útján eltávolítandó a cellából, energiavesztéséget jelent.

Azt a kérdést tehát, hogy ferde-, vagy függőleges tüskés cellák mellett kössünk-e ki, elsősorban javarészen bonyolult hőtechnikai számításokkal kell eldönteni, akár 50.000, akár 100.000 A-es kádáról legyen szó. Másodsorban, de könnyebben is lehet dönteni arról, hogy kezelés szempontjából mit jelent az 50.000 és mit a 100.000 A-el való dolgozás. A hőtechnikai számítások alapjául szolgáló termoelemes méréseket a Fémkutató Intézet megkezdte. Vizsgálva a hővándorlást, a ferde- és függőleges anódú cellák hőenergetikai viszonyairól lehet mértékadó képet kapni. A gazdaságos kezelés kérdésében pedig nyilvánvalóan máris a függőleges tüskék mellett lehet dönteni. Aki ilyen anódokkal dolgozott, az a kedvező lehetőségeket — ezen a téren — feltétlenül azonnal át tudja látni.

Ajánlom, hogy a »horizontális« tüske nevet hagyjuk el és használjunk más a geometriai helyzetnek megfelelőbb pl. »ferde« tüskés anóda elnevezést.

#### SZAKÁL PÁL válasza

Köszönettel veszem, hogy a fölszólaló kartársak annyi értékes szempontból egészítették ki, másrészt más szempontok szerint is megvilágították a témákat.

*Lomnici* kartárs a kádakra szerelhető timföldtartályok kérdéséről beszélt. Ez egy olyan perspektíva, amit eddig Magyarországon egyáltalán nem használtak ki.

*Pálovits* kartárs megemlítette, hogy a fajlagos áramfelhasználás szempontjából a felsőberendezésű rendszernél előnyt jelent, hogy a gázok által elszállított kW órák mennyisége csökken.

*Becker* kartárs részletesen kitért sok olyan tényre, a felső tüskés rendszernél, amit terjedelmi okokból nem tudtam részletesen kifejteni. Azt, hogy az árameloszlásban előnyt jelent-e a függőleges tüskés rendszer, az a véleményem, hogy korai lenne e kérdésben dönteni. A tapasztalat alapján a következő években lehet csak végleges véleményt kialakítani. A kátránygőzöknek az anóda alsó pórusain és repedésén keresztül való távozása olyan körülmény, amit nem világítottam meg eléggé. Ez magyarázza meg, hogy a kátránygőzök miért kerülnek a gázharang alá és miért lehet tiszta munkatér levegőt biztosítani.

Nem értek egyet *Becker* kartással abban, hogy a fajlagos áramfogyasztás csökkentése az új rendszernek jelenti specifikus előnyét. Az a véleményem, amit az előadásban is kifejtettem, hogy alapjában ez a kérdés eldöntetlen, másodsorban az irodalmi adatok alapján nemcsak ennél a rendszernél sikerült ilyen mértékben a fajlagos energiafogyasztást csökkenteni. Ebből a szempontból az áramsűrűség kialakítása és a kádak hőszigetelésének mértéke lehet mérvadó és ebből a szempontból mindegy, melyik oldalról vezetjük be az anódba az áramot. Amennyiben sikerül egyenletesebb árameloszlást biztosítani, illetőleg csökkenteni lehet a gázokkal távozó hőmennyiséget, esetleg lehetőség van a fajlagos áramfogyasztásnak a felső áramberendezéssel kapcsolatos csökkentésére. Ez a kérdés ma azonban még eldöntetlen.

Köszönöm *Lányi* prof. javaslatát, hogy inkább a »ferdetüskés« elnevezést használjuk a »horizontális« tüskék helyett.

Ami a katódfenek szigetelés növelésének kérdését illeti, arra az esetre, ha a katóda nem légréssel, hanem közvetlenül beton alapzatra épül, Magyar-

országban tapasztalataink nincsenek. Mindenesetre valószínű, hogy a katódában hosszabb életkorban túlhevülések állanak elő. A 100 ezer A alkalmazása a kádegységben olyan perspektíva, ami felé törekedni kell. Az eddigi fejlődés azt mutatja, hogy minél inkább növelték a szerkezetet, annál jobb eredményt sikerült elérni. Mindenesetre több szerző véleménye szerint ma 50 ezer A-nél mutatkozik a felső határ.

A kád nagyságának 50 ezer A fölé való növelése lehetséges blokkánódás rendszerrel, amelynek azonban hátránya a sok anóda kezelésével járó nehézség és az anódák magasabb költsége. Ezen felül a fürdőfelületnek az anódák által takart része itt kisebb, ami a hőveszteségek szempontjából kedvezőtlen és csak magasabb áramsűrűséggel kompenzálható.

A folytonos üzemű anóda szélességének, mint előadtam, határai vannak, amelyeknek következtében az 50 ezer A feletti kádnagyságnál egészségtelenül hosszú kádforma alakul ki, amelyen belül igen nehéz egységes hőmérsékleti, koncentrációs és áramsűrűségi viszonyokat biztosítani. Úgy látszik tehát pillanatnyilag a fejlődés ezen a vonalon átmenetileg nyugvópontra jutott.



# TITÁNNAL ÉS VANÁDIUMMAL SZENNYEZETT ALUMÍNIUM VILLAMOS VEZETŐKÉPESSÉGÉNEK BÓROS KEZELÉSEL TÖRTÉNŐ JAVÍTÁSA

Dr. DOMONY ANDRÁS és VASSEL K. RÓBERT

Megbízható becslés szerint a világ alumíniumtermelésének kb. 15—20%-át az elektromos ipar használja fel. A villamosipar fogyasztotta alumínium legnagyobb része távvezetékek áramvezető huzalaként kerül beépítésre. A huzalok méretezése és a távvezetékek hatásfoka szempontjából döntően fontos a kész huzal szilárdsága és fajlagos villamos ellenállása.

Az alumíniumhuzal nagyüzemi gyártásánál bebizonyosodott, hogy lényegtelennek látszó körülmények a kész vezetőhuzal mechanikai és fizikai értékeit lényegesen befolyásolhatják.

Az u. n. klasszikus szabvány szerint a keményrehúzott, 99.5%-os alumínium vezetőhuzal fajlagos ellenállása  $28.6 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ , ezt az értéket azonban sokszor nem tudták elérni. Tudjuk, hogy a huzalnak a szabványos értékeknél nagyobb fajlagos ellenállását két tényező idézheti elő.

1. A huzalgyártásra felhasznált fémalumínium tisztasága; illetőleg néhány, a készárú villamos vezetőképessége szempontjából fontos szennyező jelenléte.

2. A kész huzal villamos vezetőképességét hátrányosan befolyásoló gyártási körülmények (mint pl. a megengedettnél nagyobb sajtolási hőfok, huzalhúzásnál a készárú melegedése és hátrányos rekrisztallizációja, stb.)

Jelen előadásomban foglalkozom a kész alumíniumhuzal villamos vezetőképességét nagy mértékben csökkentő, a hazai alumíniumban előforduló néhány szennyező elemnek, nevezetesen a titánnak és vanádiumnak, a kohóalumíniumból történő eltávolításával.

Az 1. táblázat az alumíniumban fellelhető leggyakoribb szennyezőknek a villamos vezetőképességet csökkentő hatását szemlélteti.

Amint a táblázatból látható, a cinknek és a vasnak a vezetőképességet csökkentő hatása nagyságrendileg csaknem azonos negyvenedrész annyi titánnal és vanádiummal. Villamos vezetőképesség szempontjából veszélyes szennyezők közül hazai kohóalumíniumunk csak titánnal és vanádiummal szennyezett.

Elektromos- és alumíniumiparunknak egyaránt sok éves törekvése, hogy a titánnal és vanádiummal egyszer már szennyezett, elektromos vezetőképesség szempontjából ki nem elégitő alumíniumot utólagos tisztítás segítségével annyira

1. TÁBLÁZAT

Szennyező	Fajlagos ellenállásnövekedés		
	%	abszolút ohm. mm <sup>2</sup> /km	%-os
Si . .	0,4	0,16 <sup>(1)</sup>	0,55
Zn .	0,4	0,32—0,28 <sup>(1)</sup>	1,00
Fe .	0,4	0,33 <sup>(1)</sup>	1,15
Co .		nincs adat	
Ni .		nincs adat	
Cu .	0,4	0,8 <sup>(1)</sup>	2,8
Ag .	0,4	1,0 <sup>(1)</sup>	3,5
Mg	0,4	2,2 <sup>(1)</sup>	7,7
Ti	0,01	0,3 <sup>(1)</sup>	1,1
V	0,01	0,4 <sup>(1)</sup>	1,4
Cr	0,01	0,8 <sup>(1)</sup>	2,4
Mn	0,01	0,8 <sup>(1)</sup>	2,8
Zr		nincs adat	
Mo		nincs adat	

1) Van Arkel-Gadeau: Die reine Metalle.

Megjegyzés: A fajlagos ellenállás-növekedés %-os értéke 28.6 ohm/mm<sup>2</sup> alapértékből számítva.

meg lehessen javítani, hogy az ebből gyártott vezetőhuzal fajlagos villamos ellenállása a klasszikus szabványban megadott értéket ne haladja meg.

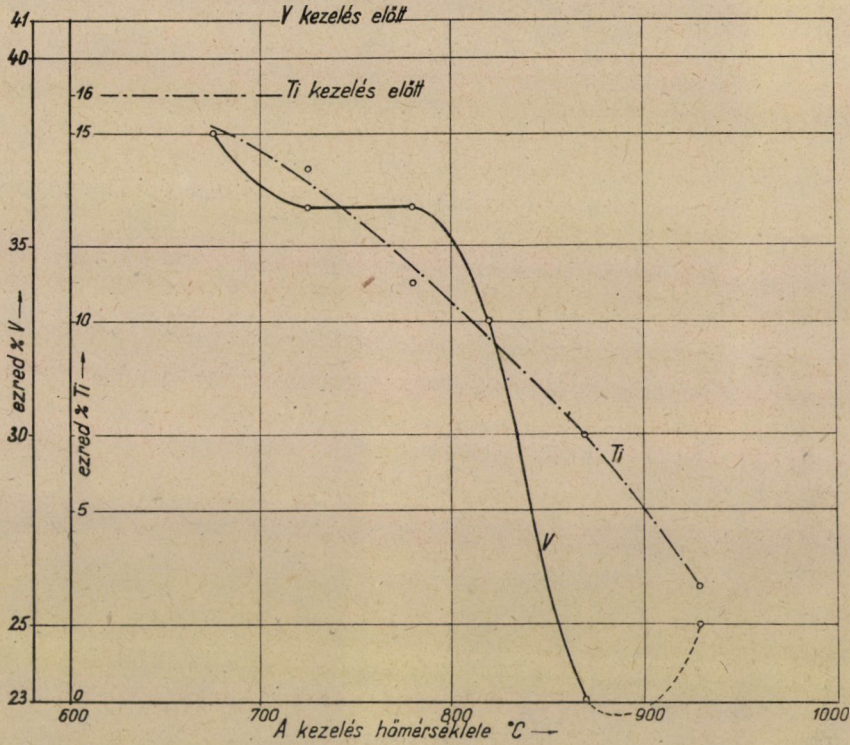
Klasszikus fajlagos ellenállással, — tehát 28.6 ohm.mm<sup>2</sup>/km értékkel —, csak olyan 99.5% tisztaságú alumíniumból gyártott huzal rendelkezik, amelyben a titán és vanádium összege a 0.03%-ot nem haladja meg. A hazai kohó alumíniumban ezzel szemben a titán és vanádium együttes mennyisége gyakran a 0.045—0.05%-ot is meghaladta. Az ilyen szennyezett anyag fajlagos ellenállása pedig a 28.6 ohm.mm<sup>2</sup>/km-el szemben 29.4 — 31.0 ohm.mm<sup>2</sup>/km.

Kohóalumíniumunkból gyártott huzal villamos vezetőképességének javítása végett a titán és vanádium szennyeződésének mennyiségét kell csökkenteni, illetve ezen szennyezőket a fém elektromos tulajdonságaira nézve kevésbé káros alakban lekötöni.

A kohóalumínium titán- és vanádiumtartalmának eltávolítására már régen folytak kísérletek; a javasolt módszerek a titán és vanádium halogén-vegyületeinek különböző illékonyságán alapulnak.

Ezeket a régebben ismert kísérleteket Intézetünkben is megismételtük, mivel a folyékony alumíniumnak klórozással, vagy bomlékony fluoridos sóval történő kezelése a titán és vanádium mennyiségét — a szennyezők szublimációja révén, bizonyos határig — valóban csökkenti. Ily módon mesterségesen szennyezett eredetileg 1,5% titán- és 1,3% vanádium-tartalmú fémekben klórgázzal történő

átfújtatással, illetőleg kénklórürös kezeléssel a titánt 1.03%-ra, és a vanádiumot 0.76%-ra csökkentettük. Egy másik esetben az eredeti 1.30% Ti és 0.40% V-tartalom 20 perces 850 C°-on fluoridokkal és kloridokkal történő kezelés után 1.00% titánra és 0.20% vanádiumra csökkent.



1. ábra

Amikor azonban a titán és vanádium csupán század százaléknyi mennyiségben van jelen, sem a klórgázzal való átfújtatás, sem a sóval való kezelés nem volt eredményes. A kénklórürös tisztítási kísérletek szintén negatív eredménnyel végződtek. Bár egyes sóösszetételeknél a vanádium-tartalom bizonyos mértékben csökkent, (az eredeti 0.038% V-ról 0.030—0.025% V-ra); de a tisztítóhatás bizonytalan volt, az eredmények egyáltalában nem voltak kielégítőek. A titán mennyiségét a sókezelés egyáltalán nem befolyásolta, az kezelés előtt és után változatlanul 0.018% volt.

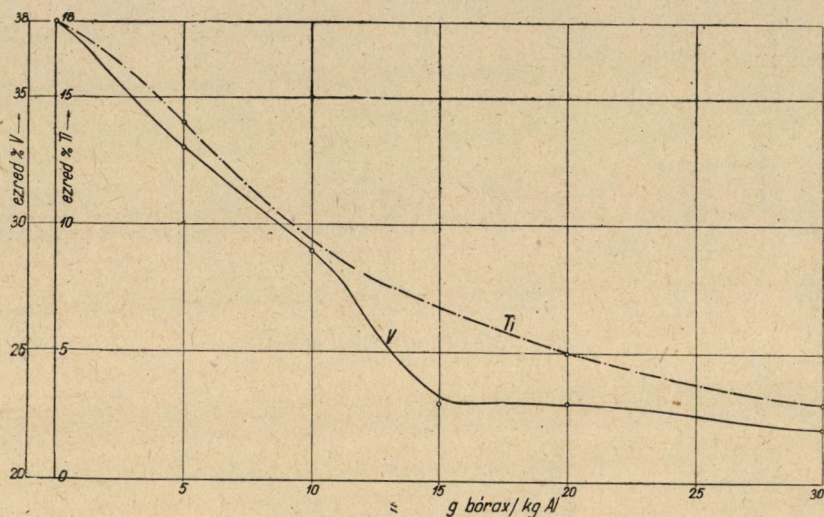
Több ismert adat tanúskodik arról, hogy amikor a tisztítószókhöz börtartalmú sókat kevertek, a titán és vanádium eltávolítása eredményes volt. Ily módon nekünk is sikerült a börtartalmú sókeverékkel az eredetileg 0,038% vanádiummal és a 0,018% titánnal szennyezett kohófémben a vanádiumot 0,020—0,010%-ra és a titánt 0,005—0,003%-ra csökkenteni.

Kísérleti munkánk kettős irányú volt :

1. megállapítani a bóros kezelés gyakorlatilag legkedvezőbb körülményeit ;

2. kidolgozni a bóros tisztítás elméleti összefüggéseit.

Az első feladatot az 1., 2., 3. és 4. ábrák szerint, valamint az eljárásnak időközben történt üzemi bevezetésével, befejezettek tekinthetjük.



2. ábra

Megállapítottuk, hogy a bórvegyülettel történő eredményes tisztítás 820—900 C° hőmérsékletet kíván. A tisztítási folyamathoz fluoridós sók és bór-tartalmú vegyület keveréke szükséges. A 4. ábra szerint a tisztítási folyamat jó eredményéhez a fluorid jelenléte nélkülözhetetlen. Intézetünk a kísérleteket kezdetben vízmentes boraxsal végezte, majd dr. Dobos György javaslatára, hasonló jó eredménnyel áttértünk a vízmentes kalciumborát (kolemanit) használatára. Mivel a kolemanit olcsóbb, mint a borax, annak használata az eljárás gazdaságosságát nagy mértékben javította.

Az üzemi bóros kezelés hatására a kohóalumíniumban lévő titán és vanádium mennyisége a kezelési időtől és a hőfoktól függően 40—60%-kal csökkent. Az így javított anyagból gyártott huzal vezetőképessége a klasszikus szabványban előírt érték alatt volt. Mérések azt bizonyították, hogy az ilyen anyagból gyártott kemény 3,80 mm  $\varnothing$ -jú huzal átlagos fajlagos ellenállása 28,05—28,35 ohm.mm<sup>2</sup>/km. A bóros kezelés folytán a fém spektrálanalitikai módszerekkel kimutathatóan 0,01% bórral ötvöződött.

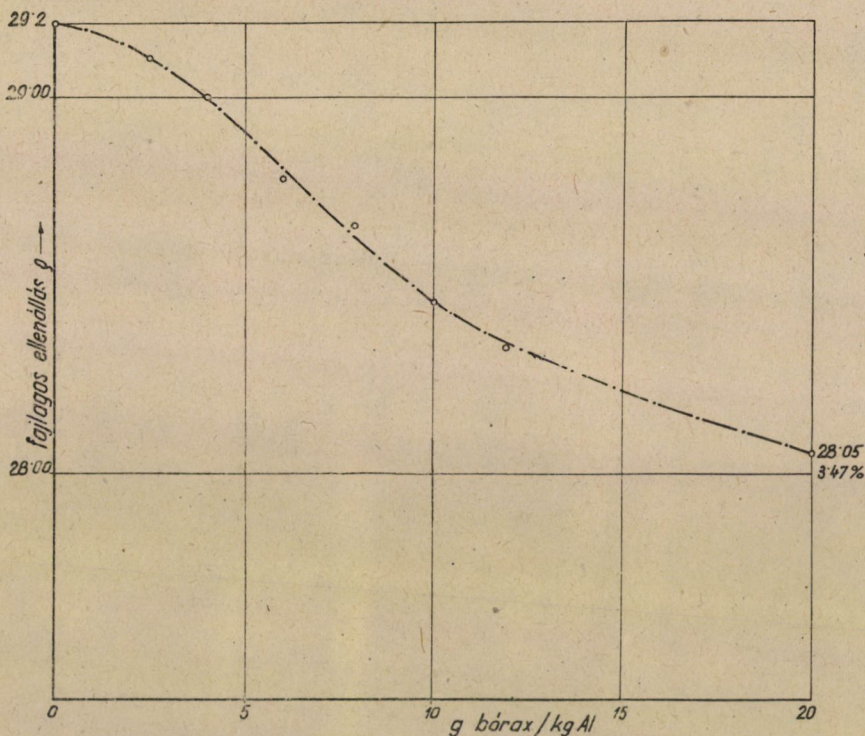
Második célkitűzésünket — a bóros tisztítás elméleti magyarázatát — ezideig még nem sikerült teljes mértékben megoldani.



A bórnak a titánra és a vanádiumra gyakorolt hatása véleményünk szerint kettős:

1. A titán és vanádium egyik része az alumíniumból eltávozik, tehát mennyisége csökken.

2. A titánnak és vanádiumnak a fémekben maradó másik része, kedvező körülmények között, különösen ha csak jelentéktelen mennyiségben van jelen,



3. ábra

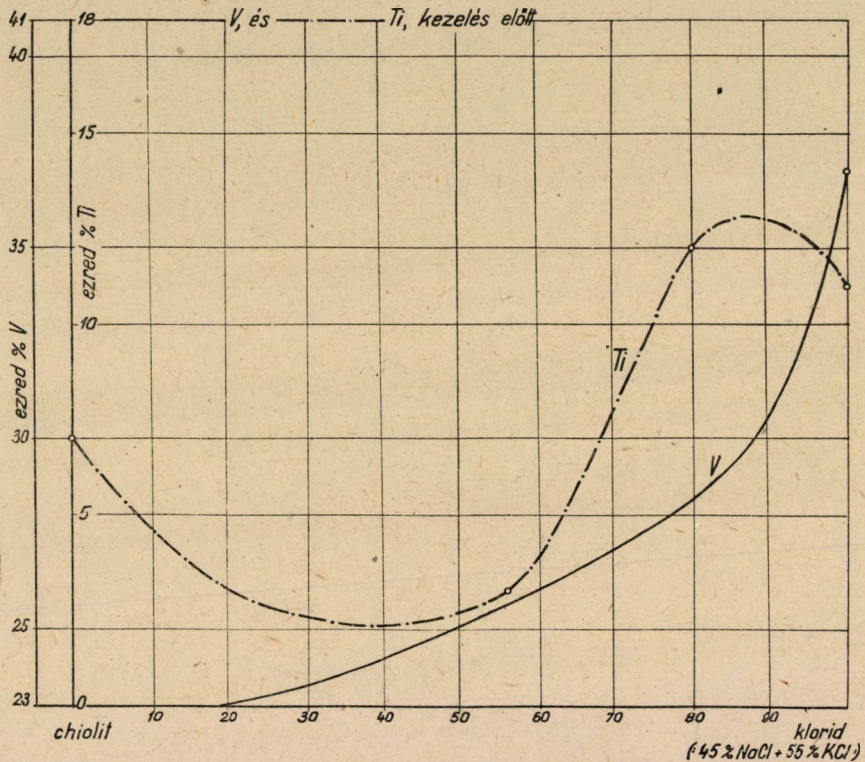
egészen vagy egyébként csak részben olyan vegyületté alakul, amely minőségi változást jelent.

Ilyen átalakulás titánnál pl. a  $TiB_2$ , vagy komplex alumínium-titán-borid, esetleg komplex titán-karbid-borid; vanádiumnál pedig pl. a  $VB_2$ , vagy komplex alumínium-vanádium-borid, esetleg vanádium-karbid-borid képződése. Ezt látszik igazolni az a körülmény is, hogy amíg a titán fajlagos ellenállása az alumíniuméhoz képest húszszoros, a  $TiC$ -é százszoros, addig a  $TiB_2$ -é csak hétszoros; a vanádium fajlagos ellenállása pedig az alumíniumhoz viszonyítva nyolcszoros,  $V_4C_3$ -é hatvanötszörös, míg a  $VB_2$ -é csak hétszoros.

A titán és vanádium vezetőképességet csökkentő rendkívüli hatásának az is lehet az oka, hogy titán és vanádium szennyeződésnél e fémek kar-

bidjai az alumínium alapanyag kristálymagjai. A karbidok ellenállása tudva-  
levőleg a fémekhez képest tízes nagyságrenddel nagyobb.

Ez azt jelentené, hogy míg a 0,01%  $Ti$  esetén bór nélkül a fajlagos  
ellenállásnövekedés 0,3 ohm. $mm^2/km$ , bór jelenlétében csak kb. 0,1; ugyan-  
így 0,01% vanádiumnál bór nélkül a növekedés 0,4 ohm. $mm^2/km$ , bór  
jelenlétében kb. 0,1—0,2. Ezt a feltevést saját laboratóriumi és üzemi kísér-  
leteink is igazolják.



4. ábra

Ilyen alapon 0,02% titán eltávolításához, illetve más kötésbe viteléhez,  
avagy 0,04% vanádiumnak vezetőképesség szempontjából való közömbösíté-  
séhez mintegy 0,24—0,36% bór szükséges. Üzemi kísérleteink is igazolták,  
hogy a kb. 0,05—0,06% titánnal és vanádiummal szennyezett fémek 0,4—0,45%  
bór adagolással (alumíniumra számítva) kielégítő mértékben lehetett titántól  
és vanádiumtól mentesíteni. Meg kell jegyeznünk, hogy mikroszkópon a *nagyobb*  
mennyiségben (1—5%) titánnal és vanádiummal mesterségesen szennyezett  
alumíniumötvözet a bóros kezelésre csak mennyiségi változást mutat, amikor  
is a titán és a vanádium mennyisége egész százalékos mennyiségében csökken.

A feltételezett *minőségi* változás, azaz boridok keletkezése csak kis mennyiségben (0,1% alatt) mikroszkópon nem észlelhetően következik be.

Mint mondtuk, az eredményes tisztításhoz börtartalmú anyagon kívül fluorid jelenléte is szükséges. A reakció kedvező lefolyása továbbá függ a hőmérséklettől, legkedvezőbb 820—900 C°, ezen alul csak rossz hatásokkal megy a reakció végbe. Kérdés még az, hogy miként viselkednek a titán és vanádium tartalmú fázisok és milyen a folyékony fázis egyensúlyi diagramja és tisztázásra vár még a reakció folytán a különböző fázisok között keletkezett egyensúly. Gyakorlati szempontból a 825° és 900° C közé eső hőmérsékleti köz érdekes, mert az üzemekben a tisztítás ezen a hőmérsékleten történik.

A szóbanforgó reakciók lefolyására nézve az irodalomból ismert analógiák egybevetéséből a következő következtetéseket vonhatjuk le.

1. A fürdőben  $BF_3$ , valamint  $(BOF)_3$  képződik, amelynek egyik része elillan, másik része résztvesz a reakcióban.

2. A 900 C° körüli alumíniumfürdőben lehetséges titán és vanádium vegyületek megfelelő körülmények között egyrészt  $B_2O_3$ -al és fluoridokkal, másrészt a keletkező  $BF_3$ -al, valamint  $(BOF)_3$ -mal reagálnak és keletkezik:

a)  $TiF_4$  és  $VF_3$ , amely gőzként eltávozik;

b)  $TiB_2$  és  $VB_2$ , amely részben a salakba megy, részben az ötvözetben marad;

c) komplex titán-karbid-borid és vanádium-karbid-borid, amely részben salakba megy, részben a fémbe marad;

d) komplex titán-alumínium-borid és vanádium-alumínium-borid, amely finom cioszlásban a fémbe marad.

3. Az alumínium egy része ( $AlF_3$ -ként) szintén gőzként távozik, kis részben oxidálódik, továbbá kis mennyiségben  $Al_xB_y$  keletkezik.

A gőzfázisok távozását igazolják a kísérleteknél csekély mértékben észlelhető gőzmennyiségek, továbbá olyan salak, amelyben a titánnak és vanádiumnak csak egy része volt megtalálható. A karbidképződés különösen laboratóriumi kísérleteinknél volt észlelhető.

Az irodalmi adatok egybevetéséből látható, hogy a tisztítási folyamat valószínű fizikai és vegyi mechanizmusát valamelyest megközelítettük. A kérdés végleges tisztázása érdekében az alábbi kísérleti program végrehajtása látszik szükségesnek:

a) lépésről-lépésre ellenőrizni a reakciók megindulásának követelményeit és körülményeit, az idő és a hőmérséklet hatását, a fém-salak-gázfázisok egyensúlyi tényezőit és keletkezési hőit. Ellenőrizendő elsősorban, hogy a karbidképződés valóban végbemegy-e és az ebből folyó következtetések (karbidredukció, komplex karbidképződés stb.), bebizonyosodnak-e. Tisztázandó továbbá nagymennyiségű alumínium jelenlétének a fémboridok és fluoridok egymásközötti egyensúlyi állapota;

b) megfelelő anyagokból kiindulva finomszerkezeti (röntgen és elektron-diffrakciós), valamint ellenállás és hőtágulás mérésekkel minden szóbajöhető kombinációnál tisztázandó a különböző fázisok egymásra gyakorolt hatása.

Csak a kétféle vizsgálat egybevetéséből lehet tudományos szempontból az alumínium vezetőképességével és a bór-fluoros kezeléssel kapcsolatos valamennyi kérdést véglegesen tisztázni.

Ezúttal is köszönetemet fejezem ki munkatársaimnak *Pálvölgyi Árpád*, *dr. Vargha György* és *Waldhauser Ilona* kutatóknak, akiknek odaadó munkássága tette az eddigi eredmények elérését lehetővé. Hálával kell még megemlékezni *dr. Török Tibor* kartársamról, akinek spektroszkópiai analitikai munkássága az eredményes kutatáshoz nagyban hozzájárult.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

MÁRIÁSSY MIHÁLY

A bór-fluorsókkal való együttes kezelés segítségével valóban el lehet érni a fém vezetőképességének kívánt mértékű javítását és a színképelemzés tanúsága szerint ez valóban a vanádium és titán mennyiségének csökkentésében leli magyarázatát.

A vanádiumtartalom változására nézve az előadáshoz néhány megfigyelésemet fűzhetem hozzá :

Kellő hőfoktartásnál és megfelelő keverésnél, főleg azonban, ha a tisztító adagot növeljük, vanádiumra nézve »színképi tisztaságú« fémeket tudunk előállítani, jóllehet a vanádium ezred %-nyi mennyiségben való kimutatása a használatos spektrográfoknál nem okoz nehézséget.

Ezen megfigyelés alapján alig lehet különös jelentősége annak, hogy a lehetséges kedvező *minőségi* változásokat, tehát vanádium-karbid-borid stb. keletkezését kutassuk, hiszen ezen vegyületek mindegyike — ha jelen lennének — sugározná megfelelő gerjesztésnél a vanádium jellemző színképi vonalait. Legalábbis nem valószínű, hogy olyanféle jelenségekkel kellene számolnunk, mint amilyeneket pl. a foszfátok lánggerjesztésénél a spektro-titrimetris módszerek gyakorlatánál *dr. Török Tibor* nyomán hasznosíthatunk.\*

Más a helyzet a titánnál ; ezt a szennyezőt teljes mértékben eddig nekünk sohasem sikerült a fémből a vázolt kezeléssel eltávolítani, függetlenül a kiindulási mennyiségtől és a tisztító mennyiségének, illetőleg a tisztítás körülményeinek variálásától. Ennél a fémnél tehát a *dr. Domony* szerint feltételezett minőségi változások tanulmányozásának nagy érdeklődéssel tekintünk elébe.

A kérdés megoldásához azonban csak igen hosszadalmas és fáradtságos úton juthatunk. Elsősorban elemzési módszereinket kell tökéletesíteni, illetőleg erre a speciális feladatra átdolgozni.

Amíg ez a kérdés megbízhatóan megoldva nincsen, addig a finomszerkezeti, röntgen- és elektron-diffrakciós, metallográfiai és egyéb vizsgálatok a kérdést csak az egyik oldalról tudnák megvilágítani. A *Ti-B-C* és *F* stb. arány ismeretében fogunk tudni csak végleges képet alkotni.

A viszonyok teljes tisztázása céljából befektetett energia azonban semmiestre sem hiábavaló. A kutatások olyan összefüggéseket tárhatnak fel, melyeknek ismeretében hazai kohászati iparunk új célkitűzéseken át új eredmények birtokába juthat.

Nem mulaszthatom el, hogy rá ne mutassak arra, hogy az eljárásnak vannak hátrányai is. Akár boraxsal, akár kolemanittal dolgozunk, a tisztítás jelentős költségekkel jár, főleg az alábbi okok miatt :

1. A bőrvegyületek, valamint a felhasznált fluórtartalmú sók igen drága importárúk ;

2. a kezelés fémvesztéssel jár, mert a salakozás nem végezhető tökéletesen.

Az eljárás olcsóbbá tétele végett üzemünk mindenképp előtt azt vizsgálta, hogy a tisztító hányszori kezelés folyamán tartja meg hatásosságát :

a) a tisztító eredeti állapotában ;

b) az alumíniumfluorid esetenkénti utánpótlása mellett.

\* *Z. f. Anal. Chemie* 119 (1940) 120.

Ily módon a salakozást csak az 5—10-ik kezelés után végeztük el és így a salakkal eltávozó fém mennyiségét sikerült csökkenteni az eredeti mennyiség 20%-a alá. Ilyen módon végzett tisztításnál azonban a keverési időt különös gonddal kell betartani. Az alumíniumfluorid utánadagolása célszerű, különösen a titán eltávolítása szempontjából.

A fémvesztés így minimumra csökkenthető, ezzel szemben nem oldottuk meg a használt tisztítószó regenerálásának kérdését. A fluorvegyületek és a bórvegyületek elválasztására talán egyszerű utak kínálkoznak. A fémből kivont szennyezések az egyik vagy másik frakcióba kerülhetnek, így a drága tisztítóanyag legalább részben újra felhasználható lehetne. A kísérleteket ebben az irányban feltétlenül sürgősen meg kell indítani, hiszen az egy év alatt tisztítandó fém mintegy 60 t kolemanit, 15 t alumíniumfluorid és 45 t kryolith elvesztésével járna, amely anyagok véleményem szerint olcsó eljárással a kellő tisztaságban visszanyerhetők lennének.

Kétségtelen, hogy a vanádium és a titán nagyobb részben a timföldből kerül a fémbe. Az, hogy dr. Domony András munkája nyomán most már a megengedettnél jobban szennyezett timföldből is tudunk vezetőként alkalmas fémeket készíteni, ne terelje el figyelmünket a timföld minőségi javításának nagyon is égető kérdéséről. Ellenkezőleg, eddigi sikeres munkájuk tapasztalatait a gyakorlatba fokozott ütemben átültetve teremtsenek olyan minőséget, hogy a fém drága utókezelésére ne legyen szükség. Dr. Domony kísérleteinek eredménye időt engedett a timföldgyáraknak ahhoz, hogy ezt elérjék, de most már a cselekvésen van a sor. Meg vagyok győződve arról, hogy dr. Domony Andrásnak megelégedésére lenne, ha a timföldipar olyan helyzetbe kerülne, hogy a fém utólagos kezelése szükségtelenné válnék, illetőleg csak olyan esetben kellene ehhez a módszerhez folyamodni, amikor a szennyezések az anódmasszából kerülnek a fémbe.

#### DENIFLÉE SÁNDOR

Dr. Domony András előadásából kitűnik, hogy kísérletei a kohó-alumínium több, mint tízéves égető problémáját a vezető-alumínium fajlagos vezetőképségének kérdésében hatalmas lépésben vitték előre. A kísérletek alapján ki lehetett dolgozni az alumíniumkohókban követendő oly eljárást, mely lehetővé teszi hazai alumíniumból klasszikus 28,6 ohm. mm<sup>2</sup>/km fajlagos ellenállású kemény alumíniumhuzalt szabad vezeték céljára gyártani. Ez a megoldás nem pusztán elméleti jelentőségű, jelentősége gyakorlati, s mennyiségi, helyesebben anyagmegtakarítási vonalon nagy, nem is szólva azokról az előnyökről, melyeket pl. árammegtakarítási szempontból jelent.

Az anyagmegtakarítás jellemzésére a 300 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű acél-alumínium sodrony, — amelynek szerkezete  $7 \times 3 \varnothing + 26 + 3,80 \varnothing$  — példáját említtem. Ha az ehhez felhasznált alumíniumhuzal fajlagos ellenállása a klasszikus 28,6 ohm mm<sup>2</sup>/km, úgy 3,80  $\varnothing$  huzalnál az 1 km hosszú sodronyban 808,86 kg alumínium van. Ha ellenben a felhasznált alumínium fajlagos ellenállása 30,5 ohm.mm<sup>2</sup>/km, vagyis 6,65%-kal nagyobb, akkor a huzal ellenállásának 2,52 ohm. értéken tartása érdekében nagyobb, 6,65%-al növelt keresztmetszetet s ennek megfelelőleg 3,92  $\varnothing$ -ú huzalt kell besodorni. Ez azt jelenti, hogy 1 km sodronyhoz 847,22 kg alumíniumhuzal szükséges, ami km-ként 51,10 kg-al több és pl. 333 km-es háromfázisú távvezetéknel 51.000 kg alumínium többletet jelent. Így a bórral történő minőségi javításnak gazdasági jelentősége nyilvánvaló, s hazai nagy villamosítási programmunk végrehajtásánál is

jelentős alumínium megtakarítást jelent az ezen eljárással elérhető klasszikus fajlagos ellenállású alumínium felhasználása.

A gyártásnál a fajlagos ellenállás csökkentése végett *Field* kísérletei alapján alkalmazzuk a sajtoló, illetőleg hengerelt alumíniumhuzalnak  $300 \pm 10$  C°-on történő hőkezelését. Ily módon mindenféle tisztaságú alumíniumnak javítani lehet fajlagos vezetőképességét. Fontos ebből a szempontból a  $450 \pm 20$  C° sajtolási, illetve hengerelési hőfok betartása is. *Dr. Domony* András azon megállapításával szemben azonban, hogy a húzásnál a huzal melegeése és hátrányos rekrisztallizációja rontja a fajlagos vezetőképességet, az a valóság, hogy ilyenkor éppen ellenkezőleg csökken a fajlagos ellenállás és csökken a szakítószilárdság is. A lágy huzal fajlagos ellenállása mindég kisebb, mint a keményé. A megfelelő húzóüreg, a húzószög, a húzóüreg felületének kidolgozása, a húzási sebesség, a készre húzó dob s a szerszámok hűtése azok a tényezők, amelyek a huzal mechanikai tulajdonságait ugyanazon tisztaságú alumíniumnál meghatározzák és befolyásolják, nem is szólva a hidegalakításnak helyesen beállított fokozatairól. Nem szabad ugyanis elfeledkeznünk arról, hogy a huzalt oly szakítószilárdsággal kell előállítani, hogy az egy perces terhelési próbát is kiállja.

Az előírásnak megfelelő mechanikai tulajdonságú kemény, s egyben klasszikus fajlagos ellenállású huzal készítéséhez elsősorban az alapanyag, vagyis a kohóalumíniumnak minősége fontos, úgy kémiai, mint strukturális szempontból.

A fajlagos ellenállást növelő szennyezők a *V*, *Ti*, *Cr* és *Mn*. A *Mn* nálunk nem jön számításba, a *Cr* állandóan 0,001% ; a hazai alumíniumban a fajlagos ellenállást növelő szennyezők a *V* és *Ti*. A bóros kezelés éppen ezeket, főleg a *Ti*-t távolítja el, illetve hozza más kedvezőbb alakba. Ebben rejlik nagy értéke *Dr. Domony* András kísérleti eredményeinek. Van azonban néhány probléma, ami nem világos, s ami az előadásban említettekén kívül is tisztázásra szorul.

A Rákosi Mátyás Művek Fémművében felsőgallai nem bórozott egalizált tömbökből öntött adagok között voltak olyanok, amelyekben 99,60% *Al*-tartalom mellett a *V + Ti + Cr* tartalom 0,028%, sőt ennél kevesebb is volt, az ezekből gyártott huzal (3,85  $\varnothing$ ) fajlagos ellenállása az előírt mechanikai tulajdonságok mellett mégis 29,50 ohm.mm<sup>2</sup>/km fölé emelkedett, általában 29,50 és 29,90 ohm.mm<sup>2</sup>/km között volt. Ugyanekkor svájci eredetű 99,60%-os alumíniumból, melyben a *Cr + V + Ti*-tartalom 0,020% körül volt, előírt mechanikai tulajdonságok mellett, minden nehézség nélkül lehetett olyan huzalt készíteni, amelynek fajlagos ellenállása jóval a klasszikus értékek alatt volt. Hasonlóan kitűnő értékeket kaptunk a bórozott felsőgallai alumíniumból is.

Méréseink szerint a nem bórozott felsőgallai egalizált alumíniumból készült huzal fajlagos ellenállásának átlaga 29,39 ohm.mm<sup>2</sup>/km, a svájci alumíniumé 28,32 ohm.mm<sup>2</sup>/km, a bórozott egalizált felsőgallai alumíniumé pedig 28,12 ohm.mm<sup>2</sup>/km, ami egyezik az előadásban hallottakkal.

Tisztázni kell azonban, mi a különbség már születésekor a felsőgallai nem bórozott, a svájci kitűnő vezetőképességű és a bórozott kitűnő vezetőképességű felsőgallai alumínium szövetségében. Úgy látszik, a vezetőképességre káros szennyezők más és más alakban képezik a kristálycsírákat a háromféle kohóalumíniumban. Valószínű, miként a kísérletek is sejtetik, hogy a bórozott felsőgallai alumíniumban visszamaradó *Ti* és *V* a fajlagos vezetőképességre nem kedvezőtlen oxidok, vagy boridok, vagy ezeknek valamiféle komplex alakjában vannak jelen. Ezek a körülmények azonban, valamint az eredményes bóro-

záshoz szükséges fluoridok szerepe, de más egybek is, még tisztázásra szorulnak. Remélhetjük, hogy további kutatások mindezekre általában a bórozás folyamataira fényt fognak deríteni.

Megjegyzem még, hogy a Szovjetunióban *Bjeljajev* professzor végezte kutatások az alumíniumelektrolízisének éppen a fiziko-kémiai mechanizmusára vonatkozólag vezettek máris értékes eredményekre, melyeket ajánlatos volna megismerni és a további kutatások folyamán alapul venni, s lehetőleg kibővíteni.

### KÖVES ELEMÉR

Hazai viszonylatban az elmúlt háború okozta rézbehozatali nehézségek miatt a fémműveknek 1940. körül kellett először nagyobb mennyiségű alumínium huzalt gyártani. Ekkor kitűnt, hogy a keményre húzott 99,5%-os alumínium huzalra világviszonylatban elfogadott 28,6 ohm. mm<sup>2</sup>/km ellenállás értéket az üzemek általában nem tudták elérni. A vizsgálatok szerint az ellenállás növekedését a megengedettnél nagyobb titán és vanádium szennyezés okozta. A  $Cr + Ti + V$  megengedett szennyezésével szemben a hazai kohóalumínium 0,04—0,05%-ot is tartalmazott.

Később, éspedig 1948-ban megállapították, hogy króm nincs, titán és vanádium pedig hazai bauxitjainkból került a fémbe. Ezért először is timföldgyárainknak kellett a megfelelő minőségű timföld rendszeres gyártását elkezdeni. Ez megtörtént, de a kohóalumínium vanádium szennyezése még mindig nagyobb volt a megengedettnél, a kohóban végzett részletes kutatások kimutatták, hogy a vanádium bizonyos anódmassza petrolkokszából származott.

Mikor 1950-ben a Rákosi Mátyás Műveknek nagyobb mennyiségű klasszikus szabványú alumínium huzalt, illetőleg ebből sodort acél-alumínium szabad vezetőket kellett szállítania, ismét jelentkeztek a nehézségek. Sőt keményre húzott, 3,8 mm  $\varnothing$ -ú huzal előírt 28,6 ohm. mm<sup>2</sup>/km értékét még akkor is nehéz volt elérni, mikor a dróthúzómu szabványnak megfelelő kohóalumíniumot kapott és használt fel e célra.

Az üzemnek ekkor segítségére jött a bóros tisztítási módszer. Az eredmény az volt, hogy a szóbanforgó alumínium huzalok gyártása teljes megnyugvásra megoldódott.

Amint a nagyon szép előadásból hallottuk, a bór-fluoros kezelés a kohóalumínium vanádium és titán szennyezéseit képes csökkenteni, az így kezelt alumíniumból pedig a klasszikus szabványú alumíniumhuzalok már üzemszerűen gyárthatók. A szóbanforgó sókezeléssel kapcsolatos reakciók is ismertetést nyertek, célszerű volna azonban e téren még a további jelzett kísérleteket is elvégezni, hogy ezek útján a kérdés minden részletében tisztázható legyen.

### TROMBITÁS MIKLÓS

Az 1949. év első hónapjaiban annyira megromlott az alumíniumvezeték huzalok fajlagos ellenállása, hogy túlhaladták az annakidején szükségsszabványban előírt 30,5 ohm. mm<sup>2</sup>/km-t. Megállapították, hogy a nagy fajlagos ellenállás oka csak a titán, vanádium, króm rondítóanyagok hatása lehet. Különböző műszaki intézkedéseket foganatosítottak ezek csökkentése érdekében és sikerült elérni, hogy alumíniumvezetékünk fajlagos ellenállása nem lépte túl a 29,8 ohm. mm<sup>2</sup>/km-t. A szakemberek azonban tovább folytatták az alumíniumnak a



titán vanádiumtól való mentesítésére vonatkozó kísérleteiket és ennek kapcsán végezte az előadó sikeres kísérleteit. Vállalatunknál is megállapítottuk, hogy a titántól és vanádiumtól mentesített huzal fajlagos ellenállása valóban megfelel a klasszikus szabványban előírt minőségnek, 28,6 ohm. mm<sup>2</sup>/km-nek. Ennek a körülménynek elsősorban az a fontos jelentősége, hogy a magyar ipar is elő tudja állítani a klasszikus szabvány szerinti alumíniumhuzalt.

Második fontos jelentősége az, hogy az alumínium nagyobb vezetőképessége révén kb. 4%-al kisebb mennyiségű nyersanyag felhasználása válik lehetővé azonos keresztmetszetű vezetékek előállításánál. Tehát konkrét példaként áll előttünk, hogy a minőségjavítás révén komoly anyagmegtakarítást érhetünk el. Ezzel ugyanis népgazdaságunk évenként többszáz tonna alumíniumot takarít meg.

#### VAJK PÉTER

Az előttem felszólalók részletesen foglalkoztak az ismertetett eljárások üzemi tapasztalataival. Ezek alapján az eljárás eredményessége világos és vitathatatlan. Az Akadémia feladata ezek után a gyakorlati tapasztalatok mélyére hatolva, az eljárás elméletét is még jobban tisztázni és a szükséges következtetéseket levonni. Dr. Domony az irodalomból levezetett feltevése, hogy a  $Ti$  és  $V$  karbidok boridokká alakulnak át és a  $TiB_2$ , valamint  $VB_2$  képződik, nem nagyon megnyugtató. Az irodalomból ismert hasonló vegyefolyamatok egyenleteiből tudjuk, hogy a  $B$  hasonló körülmények között mindig három vegyértékű. A  $Ti$  szokásos vegyértéke ezen a hőmérsékleten, 4,  $V$ -é 5. Nem valószínű, hogy éppen a  $B$  hatására mindkét fém hirtelen 6 vegyértékűvé változik. Sokkal valószínűbb, hogy a keletkező vegyületek sokkal bonyolultabbak. Elképzelhető pl.  $Ti_3AlB_5$  és  $VAIB_8$  képletű komplex vegyületek keletkezése.

Érdekesen kapcsolódik ehhez dr. Domonymak az a megjegyzése, hogy az eljárás csak akkor hatásos, ha a  $B$  mellett fluoridokat is alkalmazunk, kloridok alkalmazása azonban eredményre nem vezetett. Érdekes véletlen folytán azonban kísérleteinél kriolitot használt és ennek jó hatását  $NaCl$  és  $KCl$  keverék hatásával hasonlította össze. Ismeretes, hogy a  $Na_3AlF_6$  összetételű kriolit minden további nélkül könnyen szétválk  $3NaF + AlF_3$ -ra. Domony dr. eljárásánál tehát  $AlF_3$  volt jelen. Az ismertetett egyenletekből látjuk, hogy a bórsav felbontja a  $CaF_2$ -t, nincs okunk feltételezni, hogy az alumínium-fluoridra hatástalan marad. Elképzelhető tehát, hogy az olvadt fürdőben az  $AlF_3$ -ból  $Al$  válik ki és ez mondhatnók, in statu nascendi könnyen beléphet pl. az előbb feltételezett komplex sóba. Ha ez az elképzelés helytálló, akkor az eljárás lefolyását nem a fluorid, hanem az alumíniumatom jelenléte biztosítja és ebben az esetben a drága kriolit helyett pl.  $AlCl_3$ -at is alkalmazhatunk.

#### RÉTI PÁL

Az előadásban ismertetett feladat a magyar ipar kérdéseinek homlokterében áll. Az alumínium vezetőhuzal elektromos vezetőképességének növelése műszakilag és gazdaságilag egyaránt rendkívül nagyjelentőségű kérdés, amennyiben a fajlagos ellenállás csökkenése folytán a népgazdaság számára jelentős mennyiségű alumínium takarítható meg, a vezetőhuzal keresztmetszetének csökkentése révén.

Az alumíniumnak bórral történő kezelése — mint azt a rendelkezésünkre álló, egyelőre nem túl nagy számú adat mutatja, — valóban a *Cr*, *V* és *Ti* szennyezőknek részbeni eltávolítását eredményezte. A szinképelemzéssel végzett vizsgálatok tanúsága szerint a bórral kezelt adagokban a fenti három szennyezőnek mennyiségét — mint az alábbi táblázat mutatja — jelentős mértékre sikerült leszorítani, míg a bór kimutatása általában nem sikerült, amiből arra kell következtetnünk, hogy az eljárás során a keletkező boridok a salakba távoztak. Az adagok *Zn* és egyéb szennyeződései természetesen továbbra is megmaradtak 0,02—0,04% határértékek között.

A rendelkezésünkre álló és kétségtelenül azonosítható, 3,8 mm  $\varnothing$  huzalokon végzett mérési eredmények és adagelemzések alapján kapott értékek az alábbi összefüggéseket mutatják.

A táblázatból kitűnik, hogy valóban sikerült a klasszikus fajlagos ellenállás értékét, nevezetesen a 28,6 ohm. mm<sup>2</sup>/km-t elérni, helyenként ennél jobb értékeket is kapni. Azonban az eredmények szórása, amelyek során a 29 ohm. mm<sup>2</sup>/km körüli értéknél nagyobbak is voltak találhatóak, arra engednek következtetni, hogy az eljárás jelenlegi alakjában még sem elméletileg, sem gyakorlatilag nem irányítható tetszésünk szerint.

A kérdés bonyolult voltát mutatja az a tény is, hogy eltérően *Van Arkel* és más kutatók megállapításaitól, valamint a DIN és egyéb szabványoktól,

Adag- szám	Kémiai összetétel: %					Fajlagos ellenállás $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$	Mérések száma
	Cr	Ti	V	Zn	B		
438...	<0,001	ny	< 0,01	0,024	0	27,93—28,38	72
439...	<0,001	ny	<0,01	0,020	ny	27,93—29,10	58
440...	<0,001	ny	<0,01	0,020	0	27,97—28,30	44
442	<0,001		<0,01	0,015	0	28,03—28,52	64
443...	<0,001		<0,01	0,016	0	28,00—28,58	60
573...	<0,001		<0,01	0,030	0	27,98—29,34	38
574...	<0,001		<0,01	0,020	0	28,05—28,25	24

amelyek előírják a *Cr + Ti + V* szennyezők 0,03%-nyi maximális mennyiségét, jelentős számmal végeztünk méréseket, ahol fenti szennyezők 0,045, sőt ennél nagyobb értékeket is adtak és ugyanakkor a fajlagos ellenállás értéke a klasszikus szabvány előírásának közelében volt.

Feladataink ezen a téren tehát a következőkben a bórozás elméleti vonatkozásainak tisztázása, de az eddigi biztató eredmények után a gyakorlati téren a tapasztalatok rögzítése és ezeknek alapján a vonatkozó szabványok mielőbbi módosítása avégből, hogy ezen keresztül népgazdaságunk a kérdés rendezéséből származó anyagi lehetőségeket mielőbb kiaknázhassa.

Dr DOMONY ANDRÁS

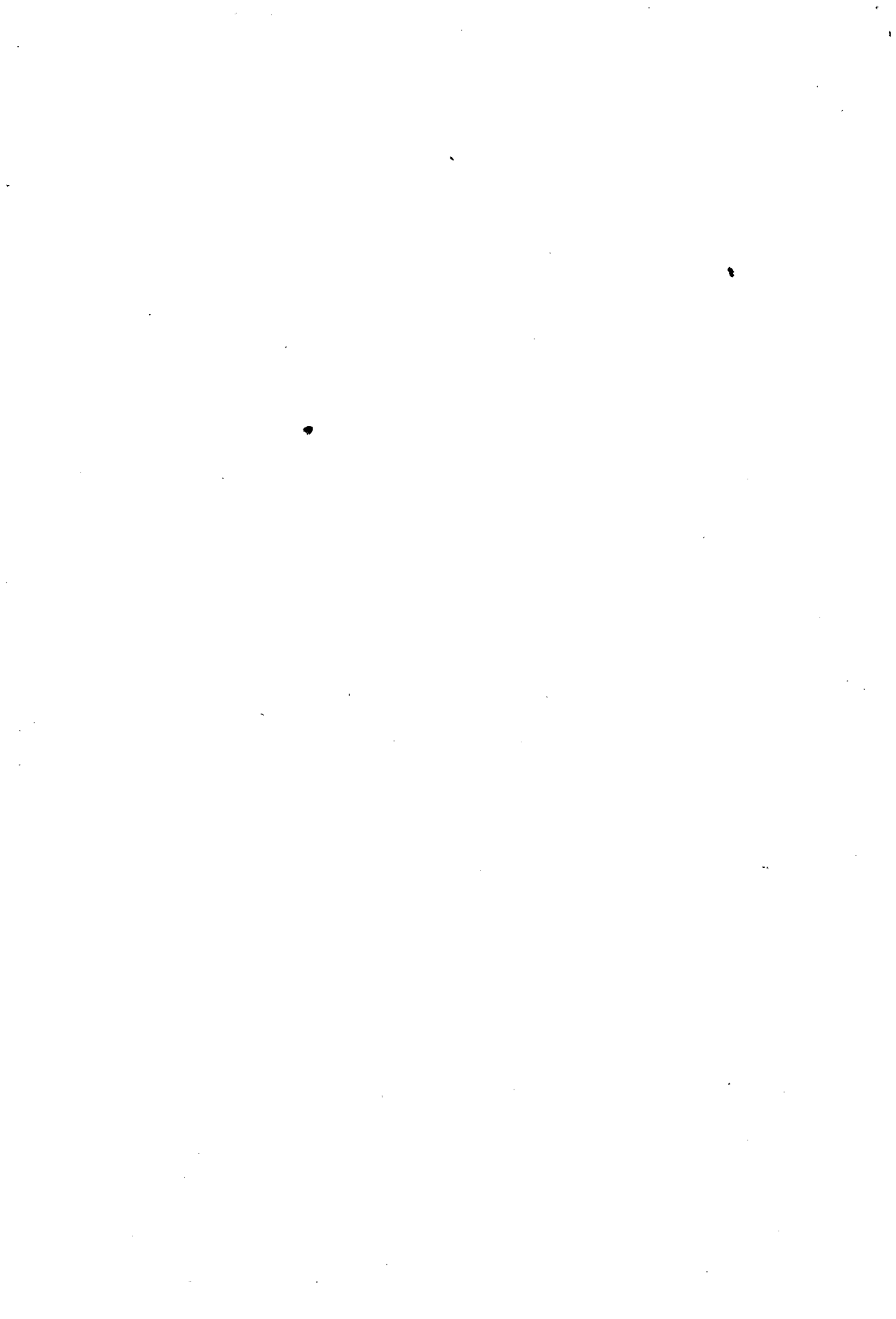
A felszólalásokkal kapcsolatosan elsősorban kötelességemnek tartom megköszönni a Magyar-Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. ajkai telepén dolgozóknak és elsősorban Máriássy Mihály főmérnök kartársnak, a Rákosi Mátyás Fémmű dolgozóinak, elsősorban Deniflée Sándor igazgató kartársnak, a tatabányai Alumíniumkohó dolgozóinak, Szakál Pál vezérigazgató kartársnak és Kolossy Ernő főmérnök kartársnak azt az odaadó lelkes támogatását, amely lehetővé tette, hogy a Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott tisztító eljárást üzemünk ma nagyiparilag eredményesen használhatják.

A felszólalások megegyeztek abban, hogy a kutatásokat folytatni kell.

Reméljük, hogy a bóros tisztítási eljárással kapcsolatos munkásságunk révén az alumínium vezetőhuzal gyártásának számos, ma még ismeretlen, a felszólalók kiemelte körülményeit tisztázni lehet. Meg vagyok győződve, hogy amennyiben a további tudományos kísérletek konkrét eredményekre vezetnek, akkor nemcsak a bóros kezeléssel és az alumínium huzalgyártással kapcsolatos problémák egy része tisztázódik, hanem magyarázatot kapunk az alumínium technológiájának még számos ismeretlen pontjára is. A kérdés igen nehéz. Utalok ezzel kapcsolatosan dr. Verő József professzornak egyik akadémiai előadásával kapcsolatosan elhangzott zárószavaira, amikor rámutatott arra, hogy a csíráképződéssel kapcsolatos problémák vizsgálata elsősorban fontos, de a kérdéskomplexummal kapcsolatosan ma még meglehetősen bizonytalanságban tapogatózunk.

Máriássy Mihály főmérnök kartársam felvetette kísérleteket nagy energiával megindítjuk, tekintve, hogy a tisztító sókeverék regenerálása az eljárás gazdaságossá tételéhez feltétlenül szükséges.

Ugyancsak megindítjuk a Deniflée Sándor igazgató kartársam által az alumíniumhuzalok hőkezelésével és húzásával kapcsolatosan felvetett kérdés-komplexum tisztázására irányuló kísérleteket, amint megfelelő berendezések rendelkezésre állanak.



# A GYÖNGYÖSVIDÉKI CINK- ÉS ÓLOMÉRC HAZAI KOHÓSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE ÉS JELENTŐSÉGE AZ ELSŐ ÖTÉVES TERVÜNK BEN

JAKÓBY LÁSZLÓ

## *Előzmények*

A Kohászati Lapok 1951. 2. számában összefoglaló cikket írtam a hazai cinkkohászat megteremtésének lehetőségéről. Még a cikk megjelenése előtt a Bányászati és Kohászati Egyesületben tartott egyik előadásomban is ki-domborítottam a kérdés népgazdasági jelentőségét. Mind a két ténykedés-emnek az volt a célja, hogy felhívjam a hazai bányászati és kohászati közvélemény figyelmét a kérdés időszerű voltára és ipari kormányzatunk figyelmét arra, hogy a gyöngyösvidéki érc kutatásokat hazánk színesfém-ellátása érdekében erősen fokozni kell. Előadásomban, illetve cikkemben közölt ércvagyoni adataimat — noha a kérdés nem újkeletű — a szakkörök egyike-másika igen túlzot-taknak minősítette.

Cikkemben röviden vázoltam a hazai cinkszükséglet ércbázisát, amely eddigi ismereteink szerint biztosítottak látszik, viszont a geológusok és a bányamérnök-geológusok feladatául jelöltem meg azt, hogy a részemről túlzott optimizmus nélkül az ércvagyonra nézve megítélt adatokat a kormányzat részére megnyugtatóan alátámasszák.

Minthogy az ércvagyon megítélésében a vélemények az ércelőfordulás műrevalóságától egészen a milliós-tonna nagyságrendig ingadoztak, a Fém-ipari Kutató Intézet 1951. február 7-én országos értekezletre hívta össze az illetékes intézményeket és szakembereket annak megállapítására, hogy az eddigi feltáró kutatásokból megállapítható-e oly komoly ércelőfordulás, mely alapját képezhetné a hazai cink- és ólomkohászatnak.

Az értekezlet megállapította, hogy :

»A Földtani Intézet 1936. évi részletes bánya-geológiai becslése szerint a Gyöngyösoroszi-i arany-ezüst tartalmú ólom- és cinkelőfordulás bányá-szatilag ténylegesen feltárt ércvagyona 277 000 tonna, a nyers érc 1,8 g/t Au-t, 30 g/t Ag-t, 6% Zn-t, 2,5% Pb-t és 4,5% ként tartalmaz.«

Előbb említett cikkem és az országos értekezletnek a jegyzőkönyve illetékes helyre került, s ezek alapján ipari kormányzatunk a gyöngyösvidéki, közelebről Gyöngyösoroszi-i komplex cink- és ólomércelőfordulás intenzív feltáró kutatására adott utasítást s ennek anyagi feltételeit is megteremtette.

\*

A Fémipari Kutató Intézet, amely már 1950-ben foglalkozott, a hazai cinkhulladékok (pl. a peremartoni hidroszulfid gyártásánál keletkezett cinkiszapok) feldolgozásának kérdésén kívül, a hazai cink- és ólomércek kohósításának kérdésével is, e téma keretén belül három főcélra tűzött ki.

1. A Földtani Intézettel, a hazai ércbányászattal és a Bányászati Kutató Intézettel együtt az előfordulás műrevalóságának megállapítását.
2. A nyers érc és a belőle termelt színporok átlagos összetételének megnyugtató tisztázását.
3. Az érc kohósításának a vizsgálatát.

1. Az első kérdést már bevezetőmben röviden érintettem. Idézett cikkem és az említett országos értekezlet ércvagyonai megállapításaitól függetlenül erős iramban megindult Gyöngyösorosziban az ércelőfordulás feltáró kutatása. A kormányzat rendelkezéseinek értelmében az ottani bányászatnak már az első ötéves tervünk végére, az ércelőkészítő felépítésével együtt, annyira kell fejlődnie, hogy az ugyancsak az ötéves terv végére felépített cinkkohót saját előkészített dúsérccel el tudja látni.

E kérdésről, lévén ez főleg bányászati feladat, nem óhajtok többet szólni, csak megállapítom, hogy a kezdeményezés a Fémipari Kutató Intézeté volt.

2. A nyers érc átlagos összetételének vizsgálatánál Intézetünket két szempont vezette. Miután az érc kohósításához 40%-nál dúsabb cink- és ólomércekre, illetve színporokra van szükség, ezek összetételének vizsgálata végett mindenekelőtt érceinkből előállított színporokra volt szükség. Legegyszerűbbnek mutatkozott, ha erre a célra a színporokat flotációs úton Intézetünk maga állítja elő, s ezeket a színporokat mindjárt a kohósítás szempontjából is vizsgálni fogja. Mivel egy kísérleti flotációs berendezés gyors beszerzése nehézségekbe ütközött, egész kis laboratóriumi méretekben 600 g-s befogadóképességű cellákban a soproni Érc- és Szénelőkészítési Tanszéken kb. 70 kísérlettel *színportertermelést* kezdett és végzett, hogy az itt kapott színporokat már a kohósítás, elsősorban a pörkölés, majd a lúgzás szempontjából vizsgálhassa. Ekkor ugyanis már többé-kevésbé kialakult az ügyet intéző szakembereknek az a véleménye, amelynek alapján kormányzatunk a színporoknak lúgzás és elektrolízis útján való feldolgozására határozta el magát.

A két első feladat volt tehát az érc átlagos összetételének pontos meghatározása és az ércből termelt színporok összetételének megállapítása. Ezt az Intézet nagyjából elvégezte, mert időközben a soproni Ércelőkészítő Tanszék segítségével először egy 10 literes, Tarján Gusztáv egyetemi tanár tervei alapján készült mechanikai flotációs cellában termelt már kb. 50 kg mennyiségű cinkszinport amelynek részletesebb vizsgálata és pörkölése most van folyamatban. Ugyancsak dr. Tarján Gusztáv tervei szerint készült egy 5 cellás, egyenként 2 literes folytonos üzemű zagykeverővel és golyósmalommal felszerelt kísérleti flotációs aggregátumunk, amellyel sokkal megnyugtatóbb

eredményeket remélünk elérni, mint akár a soproni 600 g-s, vagy most már az Intézetünknek is rendelkezésére álló 10 literes, de mégis egycellás elrendezésben, amelyben a középtermékek flotálása nehézkes.

Az út, amelyet az Intézet a szinpor termelése, tehát a flotáció terén követett, nem új, mert ennek irányát néhai *Finkey* József az érc- és szénélőkészítés világszerte ismert professzora szabta meg, a Magyar Tudományos Akadémia »Mathematikai és Természettudományi Értesítője« 1940. évi LIX. kötetében megjelent értekezésében.

Ebben az értekezésben *Finkey* közli, hogy az 1936-ban víztelenített és újból feltárt Péter-Pál és Károly-telérek átlagos összetétele, *Széki* János egyetemi tanár elemzése szerint, a következő:

	Péter-Pál-telér	Károly-telér
	Pb = 1,50%	1,24%
	Zn = 7,20%	6,00%
	Fe = 2,00%	
	S = 6,50%	3,10%
Savban		5,20%
oldhatatlan	= 67,60%	75,20%
	Au = 2,00 g/t	2,00 g/t
	Ag = 25,80 g/t	26,80 g/t

Számos frissen lefejtett nyers ércet vizsgáltunk, amelyeknek összetétele közelítőleg egyezett *Széki* János fentebbi adataival, de olyan érceket is találtunk, amelyek lényegesen jobbák *Széki* professzor megadott összetételeinél.

Három ilyen érc összetétele pl. a következő:

	I.	II.	III.
Pb .....	3,45	1,20	2,40
Zn .....	11,14	9,92	7,10
Fe .....	3,75	6,20	3,20
S .....	10,66	11,20	8,20
Cu .....	0,23	0,05	0,12
Mn .....	0,14	0,13	0,12
As .....	0,12	0,08	0,10
Sb .....	0,06	0,10	0,09
W .....	n y o m o k b a n		
Cd .....	0,20	0,19	0,15
SiO <sub>2</sub> .....	40,50	39,75	54,80
CaO .....	10,30	9,50	16,80
MgO .....	4,30	4,15	5,60
Au .....	2,60 g/t	1,80 g/t	2,20 g/t
Ag .....	31,20 g/t	43,20 g/t	46,50 g/t

Az oxidokat karbonátokra átszámítva az összetétel közel 100%-ot ad s így az elemzés megbízhatónak látszik. Feltűnő, hogy az újabb vizsgálatoknál az ércek Fe-tartalma általában nagyobb, mint a Finkeytől vizsgáltaké, aminek a színpor lúgzásánál van jelentősége. A tőlünk vizsgált érceknél — ha a próbavétel helyes volt — örvendetes a nagyobb Zn-tartalom.

A próbavételt mi magunk mindig úgy végeztük, hogy a telérből, vagy a vajatvégből robbantott érc 1—2 tonnájából vettünk 2—300 kg-s átlagmintát.

A Műszaki Egyetem atomfizikai tanszékén megvizsgáltattuk az ércet, különösképpen indium, kobalt, króm, plafina és rhodiumra. A színképelemző vizsgálat eredményeképpen az Intézet megállapította, hogy az ércminta kalciumot, *wolframot*, ólmot, mangánt, alumíniumot, ezüstöt, *nátriumot*, cinket, rezet, szilíciumot, magnéziumot és vasat tartalmaz, de nem tartalmaz kobaltot. Ennek azért van jelentősége, mert a cinkelektrolízisnél nem kell a lúgnak kobalt-talanítására gondolnunk s ezenfelül nem tartalmaz germániumot sem, amely az elektrolízisnél erősen zavar. A színképelemző vizsgálat eredményeiből megállapítható nátrium a majdnem minden érchez hozzátapadt földpátokból, szilikátokból ered.

Az ércek szelektív flotálásánál, nemcsak a pusztá színportermelésre fektettük a súlyt, hanem igyekeztünk Finkey eredményeit reprodukálni.

Nagyon hosszúra nyúlna kísérleteinkből a galenit, a szfalerit és a pirit flotálásához felhasznált reagensek minőségét és mennyiségét közölni, csupán annyit ismétlünk meg, hogy Finkey TT keverékkel (amely tiókarbonilidnek ortotoluidinben való oldata) történő flotálással oldotta meg a gyöngyösoroszi-i ércek szelektív úsztatását.

Kísérleteinkkel elsősorban megállapítottuk, hogy még a Finkey meghatározta 0,16 mm szemnagyság is túl nagy és a maximális szemnagyságnak 0,1 mm körül szabad és kell lennie. A TT keverékkel történő flotálást mi is megkíséreltük, azonban erős habképződésnél nagyon szegény és iszapos koncentrátumot kaptunk. Ennek részleteiről egyébként külön tanulmányban fogunk beszámolni.

Első kísérleteinket 2 literes Slide-készülékkel végeztük és az ércet kollektive úsztattuk 400 g/t égetett mész, 1000 g/t rézszulfát, 50 g/t xantát és néhány csepp fenyőtúolaj adagolásával. Ekkor először a galenit úszott a felszínre a pirittel, majd pedig a szfalerit ugyancsak a pirittel. A meddőtől ugyan el tudtuk választani az érceket, de az így kiúztatott érckoncentrátumok nem voltak szelektálhatók.

A xantátos vegyszeradagolásnál a Tarján professzor elgondolása szerint készült már említett, 10 literes mechanikai keverésű flotáló készülékben az érc szelektív flotálása kifogástalanul ment. A pirit teljes kihozatala azonban különböző próbálkozások után sem sikerült, ezt a feladatot teljesen még ma sem tudtuk megoldani. Kísérleteink eredményeit Finkey kísérleteivel összehasonlítva, a következő összeállításban közöljük:



<i>Finkey</i>		<i>Intézetünké</i>	
<i>Érc összetétele :</i>		<i>Érc összetétele :</i>	
Péter-Pál-telér	Károly-telér	Kevért-telér	Károly-telér
Pb ..... 1,50%	1,24%	1,50%	2,23%
Zn ..... 7,20%	6,00%	6,50%	6,91%
Fe ..... 2,00%	3,10%	6,20%	3,60%
<i>Kihozatal :</i>		<i>Kihozatal :</i>	
20 kg 60%-os PbS	10—12 kg	17—24 kg 60%-os PbS	32 kg 55%-os PbS
120 kg 45%-os ZnS	60—65%-os PbS	76 86 kg	94 kg 51—55%-os ZnS
	70 kg 50%-os ZnS	61—58%-os ZnS	
<i>Vagy :</i>			
100 kg 50%-os ZnS	80 kg 45%-os ZnS		
30 kg 40 S %-os pirit	20 kg 40 S %-os pirit	62 kg 37,5 Fe %-os pirit	

Ezeknek az eredményeknek összehasonlításából azt látjuk, hogy Finkeynek a Károly-telérnél lényegesen kisebb kihozatala volt, mint nekünk. Finkey meg is említi idézett munkájában, hogy a Károly-telér érce nehezebben flotálható, mint a Péter-Pálé, amit azonban mi nem tapasztaltunk. Ennek az ellentmondásnak több oka lehet, pl. az, amit ő maga is említ, hogy erősen mállott közzettel dolgozott, másrészt pedig valószínűleg nem volt egészen szerencsés reagense megválasztásában, mert mi a TT-keverékkel kielégítő eredményeket nem tudtunk elérni, de Tarján professzor sem.

A soproni tanszéken a flotációs kísérleteket, Intézetünk célkitűzéseinek megfelelően dr. Tarján professzor irányításával *Emőd* Gyula intézeti kutatómérnök kartársam végezte, aki már annak idején Finkey kísérleteinél Recskén is résztvett. A most Sopronban végzett kb. 70 kísérletéről szóló részletes beszámoló cikke, Intézetünk közleményei között 1952. év folyamán a Kohászati Lapokban jelenik meg.

A Sopronban végzett, tulajdonképpen színpor termelésére irányuló, de megfigyelésekkel kísért, flotációs kísérleteinket Intézetünkben is megismételtük, illetve pörkölési kísérleteink részére további színport termeltünk. Ezeket a kísérleteket nedvesen őrlött 0,2 mm-es és 0,1 mm-es lyukbőségű szitán áteső érccel végeztük. A feladott mennyiség mindkét esetben 400 g körüli volt. A 0,2 mm lyukbőségű szitán áteső érccel végzett flotációs kísérlet eredménye a következő volt :

Anyag	Súlykihozatal, %	Fém tartalom			Fémkihozatal		
		Pb%	Zn%	Fe%	Pb%	Zn%	Fe%
Feladás .....	100	7,21	11,48	9,68	100	100	100
Ólomszínpor .....	14,45	48,63	4,80	10,42	97,2	6,0	15,5
Cinkszínpor .....	16,20	0,68	59,56	9,6	1,5	84,0	16,0
Piritszínpor .....	10,10	0,90	11,10	33,45	1,3	10,0	34,9
Meddő .....	59,25	—	—	5,5	—	—	33,6

A feltüntetett eredmények a feladás *egyszeri* flotálásából adódtak. A kísérlet célja ugyanis nem a szokványos fémtartalmú színporok előállítása, hanem az egyes ércásványok *elválasztásának vizsgálata* volt.

A flotálás termékének mikroszkópi vizsgálata megmutatta, hogy a galenit-pirit-szfalerit között, valamint a galenit-szfalerit-meddő között *nincs összenövés*. Kismértékű pirit-meddő összenövés ritkán mégis előfordul.

Az 1 mm-es lyukbőségű szitán áteső érccel végzett flotálási kísérlet eredménye :

Anyag	Súlykihozatal %	Fémtartalom			Fémkihozatal		
		Pb%	Zn%	Fe%	Pb%	Zn%	Fe%
Feladás .....	100	3,45	15,1	8,28	100	100	100
Ólomszínpor .....	5,8	52,21	3,28	2,30	88,0	2,3	2,1
Cinkszínpor .....	16,8	1,50	46,8	3,73	7,3	95,0	10,2
Piritszínpor .....	12,4	1,30	1,80	25,55	4,7	2,7	50,5
Meddő .....	65,0	—	—	3,51	—	—	37,2

Ezeket az eredményeket is egyszeri flotálással kaptuk s a kísérlet célja szintén nem tiszta Pb-Zn-pirit színpor előállítása, hanem az egyes ásványfélések *elválaszthatóságának* és ennek eredményeként az elérhető kihozataloknak tanulmányozása volt.

A flotálási zagy szilárd anyagában a mikroszkópi vizsgálatok szerint az egyes alkotók között szintén *nincs összenövés*.

A kísérletek tanulsága szerint a nedves őrlés *nem biztosít* jobb ércelőkészítési eredményeket. Ez érthető, mert a feltárás mértékének növelése gyakorlatilag már nem lehetséges, az ásványok felülete pedig a száraz őrlésnél nem oxidálódik az őrlés és felhasználás között eltelt 24 óra folyamán. Ezeket a vizsgálatokat intézeti helyettesem, ifj. Romwalter Alfréd kartársam végezte.

### *Pörkölési és lúgzási kísérleteink*

Az elektrolízissel kapcsolatos pörkölési módok mások, mint a termikus eljárásnál alkalmazott pörkölése. A termikus eljárás zsugorító pörkölést kíván, amelynél a kén a különböző berendezésekben majdnem teljesen, pl. a D. L. készülékben 0,25% S-ig csökken.

Az elektrolízist megelőző pörkölésnél az a cél, hogy a ZnS-t híg kénsavban könnyen oldódó ZnO-dá és ZnSO<sub>4</sub>-tá alakítsuk át, vagyis arra törekszünk, hogy a pörkölt koncentrátumban bizonyos mennyiségű szulfátkén maradjon vissza, amellyel a lúgzási kénsavvesztéset ellensúlyozzuk. Gyakorlatilag e célra teljesen elegendő 3—4% szulfát-ként visszatartani a pörköben. Szulfátkén hiányában ugyanis a lúgzómű oldataihoz kénsavat kell hozzáadnunk, viszont szulfátkén feleslegnél a fölös savat kell közömbösítenünk. A színporoknak tehát egészen finom poralakban kell lenniök, mert a szemcsék összesülése durvítaná a szem nagyságot, ami a lúgzási folyamat sebességét csökkentené.

• A kapott cinkszinporokkal *laboratóriumi méretű pörkölési* kísérleteket végeztünk. E kísérleteinket oly berendezésekben óhajtanók végezni, amelyeknél a tömeghatás jobban érvényesül, mint az egészen kisméretű laboratóriumi berendezésekben. Nagylaboratóriumi és kisüzemi pörkölő berendezéseink még nem készültek el, így az eddigi pörkölési kísérleteinket kislaboratóriumi tokos kemencében végeztük, hogy megállapíthassuk szinporaink legkedvezőbb pörkölési hőmérsékletét, és azoknak különböző koncentrációjú (10—20—30%-os) kénsavban történő oldását.

Ezekről a kísérletekről, amelyek során egyszerre mindössze 200 g-ot pörkölünk, röviden a következőkben számolunk be.

A cinkszinport 650 C°, 700 C° és 750 C° hőmérsékleten pörköltük, mindig 4—6 és 8 órán át. A cinkszinport a hideg kemencébe raktuk be, a kísérleti hőfokon a megkívánt ideig tartottuk, majd a kemencében hagytuk lehűlni. A kísérleti eredmények szerint az eredetileg 50,5% Zn-tartalmú szinpor cink-tartalma az alábbi táblázat szerint növekedett:

Hőfok C°	Idő óra	Zn-tartalom %
650	4	53
	6	54
	8	55
700	4	55
	6	56
	8	57
750	4	57
	6	58
	8	58

A pörköléseket 10 g-os tételekben 10—20—30%-os kénsavval oldottuk s a visszamaradt anyagban meghatároztuk a ki nem oldott cink mennyiségét. Vizsgáltuk a különböző pörkölésekben a ZnSO<sub>4</sub> mennyiségét is.

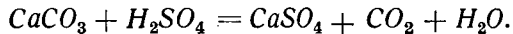
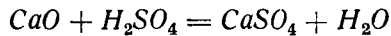
*E kísérletek eredményeként megállapítottuk, hogy növekvő pörkölési idővel és hőfokkal általában nő a cinkszinpor Zn-tartalma, de csökken a 10—20—30%-os kénsavban oldható cink mennyisége.*

Az oldási kísérletekből megállapítható, hogy a 650 C°-on pörkölt cinkszinporokból oldható ki a legtöbb cink.

Laboratóriumi kísérleteink másik fázisa a pörköléseknek *oldásából származó oldat tisztítását célozta.*

A szinporok oldásánál az irodalomban ismert adatokból eltérő jelenségeket nem tapasztaltunk. Különös figyelmet szenteltünk azonban a lúg tisztításánál a kalcium viselkedésének. A kalcium a pörkölt cinkkoncentrátumban szulfát, karbonát és oxid alakjában lehet jelen. Lúgzásnál a kalcium oxidjai és karbonátjai szulfatizálódnak, a szulfátok a szüredék pogácsájában maradnak, a keletkezett gipsz azonban részben oldódik. Hasonlóképpen viselkedik a bárium

is, avval a különbséggel, hogy a keletkezett bárium-szulfát nem oldódik. A mi ércünkben azonban bárium nincs. A lúgzásnál a kalcium kb. a következő egyenletek alapján szulfatizálódik:



Sem a pörkölési, sem pedig a lúgzási kísérleteink még nem fejeződtek be s így a gyöngyösoroszi szinporok pörkölési és lúgzási eredményeiről csak akkor fogunk tiszta képet kapni, amikor a soproni Fémkohászati tanszéken elkészített nagylaboratóriumi, elektromosfűtésű forgó pörkölő kemencében kísérleteinket megismételjük. Ezután a lúgzást és a lúgtisztítást már 2—3 m<sup>3</sup>-es kádakban, az elektrolízist pedig 42 literes nagylaboratóriumi elektrolizáló cellákban fogjuk a jövő év folyamán elvégezni. A pörkölés, a lúgzás, a lúgtisztítás kísérleteit s ennek elemzési munkálatait *Szmolka Lajos* és *Czakó Károly* kartársaim végezték.

### 3. Az érc kohósításának vizsgálata.

A mondottak alapján abban a helyzetben vagyunk, hogy a kohósításnak a lehetőségét a gyöngyösvidéki ércekre megállapíthatjuk. Néhai *Finkey* idézett munkájában még azt írta, hogy a gyöngyösoroszi-i ércek fémekben szegények ugyan, »mindazonáltal technikailag jó eredménnyel előkészíthetők.« Fejtegetéseiből világosan megállapítható, hogy az ércek kitűnően készíthetők elő. Azt is írta, hogy értékesítésük a rentabilitás határán van, mert az ő idejében még az uralkodó világszabványok szabták meg egy kohó telepítésének a kérdését. Az érc-előkészítés, illetve dúsítás mérvét az is befolyásolja, vajjon az érceket eladásra, vagy saját kohósításra készítik-e elő. A világ fémpolitikájának a jelenségeit idézett cikkemben már részletesen vázoltam, a ma helyzete azonban más. A feltáró bányászati kutatási eredmények egyre biztatóbbak, a jelenleg feltárt ércvagyon a legszkeptikusabb bányageológusok megállapítása szerint is, már az 1 millió tonna körül mozog. Most már csak a cink- és ólomkohó megtervezésének a mikéntjével kell foglalkoznunk.

A cink-kohó tekintetében teljesen tisztán látunk. Az intéző szakkörök felfogása szerint elektrolízis útján való feldolgozásra kell berendezkedni. Az eddigi kutatási eredmények alapján a cinkércek minőségét ismerjük, azok nem tartalmaznak az elektrolízisre káros indiumot, germániumot, kobaltot, vagyis, mint említettem, nincs szükség a kobaltoxid-gyártás melléküzemére. Arzénben elég szegények, ami lehetővé teszi a pirites arzéndús cink ólomérceknek a Pauling-eljárással való feldolgozásának mellőzését.\*

\* A *Pauling*-eljárásnak az a lényege, hogy az arzénben dús, pirites ólom-cinkércet salétromsavban oldja. Az ércet először levegő kizárásával 750 C°-ra hevítik, aminek során az arzén mint realgar a pirit-kén egy részével együtt eltávozik. Ezután az ércet 5—9%-os salétromsavval kezelik, ekkor 95 C°-nál a cink, az ólom és a vas oldódik, míg az ezekhez a fémekhez kötött szulfidkénnék nagyrésze elemi állapotban marad vissza és maradékként kinyerhető. Az oldat lehűlése után az ólom mint szulfát esik ki, a szüredékből a vasat cink-oxidokkal, a rezet, ezüstöt és az ólom maradékát fémcinkkel ejtik ki. Végül az oldatot bepárolják s a cinknitrátot 300 C°-on cinkoxiddá s könnyen salétromsavvá regenerálható nitrogén-oxidokká bontják.

Az ólomszínporokat illetőleg azonban még van tennivaló. Az erre irányuló vizsgálatokat már megkezdtek, azonban még nem egyértelműek az eredmények. Nem tudjuk pl. pontosan és megnyugtatóan, hogy ólomszínporaink mennyi bizmútot tartalmaznak. Márpedig a bizmúttartalom szabja meg, hogy kell-e az ólom bizmúttalanításához külön berendezés, illetve lehet-e bizmút termeléséről szó. Nincs tiszta képünk az arany-ezüst tartalmat illetően sem, annyit tudunk, hogy ezek nagyobbrészt az ólomszínporba mennek át, de az eddigi analitikai meghatározások alapján a legváltozatosabb mennyiségeket kaptuk. Az arany az ólomszínporokban 25—40 g/t, az ezüst 400—700 g/t között váltakozik.

*A hazai cink- és ólomkohászat jelentősége az első öt éves tervünkben*

Tárgyunknak érről a részéről tulajdonképpen nem is kellene külön szólnom. Mindenki előtt világos, hogy népgazdaságunknak saját termelésű cinkre és ólomra szüksége van. Gazdasági szempontból egyszerűen meg kell szoroznunk a jelenleg teljes egészében külföldről behozott ólom és cink mennyiségét a világpiaci árral és fuvar költséggel, és máris megállapíthatjuk, mennyi valutára van évenként a behozatalhoz szükségünk. A kérdés más oldalú megvilágításából levonhatjuk a következtetést, hogy 1 évi valutakiadásunkból már könnyen fel tudjuk építeni a szükségleteinknek megfelelő teljesítményű korszerű cink- és ólomkohót.

Ha ehhez még hozzávesszük, hogy a cink- és ólomércek itthoni feldolgozásával aranyat, ezüstöt és még exportra is számbavehető mennyiségű kadmiumot fogunk termelni, nem lehet kétséges a két kohó felépítésének szükségessége. Ettől a megállapításomtól függetlenül vessünk egy pillantást az utolsó évek cink-kohó telepítéseire. Természetes, hogy e tekintetben is a Szovjetunió áll az élen a Konstantinowkában felállított desztillációs-, a Leninogorszkban, Ordskonikidseben, Tscheljabinszkben stb. felállított elektrolitikus kohóival, amelyekben a Szovjetunió a cári uralom 1913. évében elért legnagyobb termelés tizenötszörösét termeli. A Szovjetunió cink-termelésének jelenleg már 90%-át termeli elektrolit-cink alakjában.

A nyugati államokból is egyre hallunk új kohók telepítéséről. Amerikában elektrolitikus és álló retortás kohókat telepítenek, ott a termelés kb. 55%-a jut az elektrolízisre, 35% a fekvő és 15% már álló retortás berendezésre. Angliából szintén hallunk hatalmas bővítésekről, amiket főleg az elektrolitikus művekben visznek végbe. A demokrata Németországban is fejlesztik az elektrocink-kohászatot. Olaszországban a cinktermelés 85%-a esik az elektrolízisre s nem rég kaptunk hírt arról, hogy a kibővített Portho-Margera-i kohón felül Bergamóban újabb 10 000 tonnás elektrolízist állítanak fel. Hasonló híreket olvasunk a francia Marokkóból, ahol az eddigi évi 30 000 tonna cinkszínpor-termelést 120 000 tonnára emelték. Belga-Kongóból is ilyen híreket kapunk. E számok önmaguktól és részünkre parancsolóan beszélnek.

A cink-elektrolízis nem nagy áramigényű, mert mindössze 20—25%-a az alumínium- vagy magnéziumi-előállításnál felhasznált energiának, vagyis 3,4—3,8 kWó/kg. A mi áramunk ugyan nem olcsó, de erre lesz kapacitásunk.

A cink- és ólomkoháshoz végül nincs szükségünk behozatali segédanyagokra, ez is nagyban megkönnyíti népgazdaságunk ezirányú célkitűzéseinek megvalósítását, illetve iparosodásának fejlesztését és fémkohászati iparunk valóságos megteremtését.

\*

Még befejezésül a falubattyáni ólomércről akarok szólni néhány szót. A szükség előírta, hogy az ottani kutatás közben termelt, kb. 35—40%-os dús galenitet pörkölő hiányában közvetlenül kohósítsuk. Ezt meg is csináltuk, amikor a rendelkezésünkre álló mennyiségből 30 tonna kohó-ólmot termeltünk, amit finomítottunk is. Ezután a Fémipari Kutató Intézet nagylaboratóriumi keretek között az ottlévő szegény ércekre, amelyek a kutatás közben termelődtek, ülepítő eljárást dolgozott ki és a bányánál először nagyobb kísérleti termelő-ülepítőt s ennek eredményei alapján pedig javaslatunkra a BEM egy nagyobb ülepítőt létesített, amely párhuzamosan dolgozik a régi termelő kísérleti ülepítővel. Kísérleti eredményeink szerint legcélszerűbb a 2 mm alatti finom ércet ülepíteni, mert ilyen szemmagyságú, átlagosan 10%-os szulfidot annyira sikerült dúsítani, hogy 11,8%-os súlykihozatalú, 73,2% Pb-tartalmú dúsítmányt kaptunk. 2—12 mm átmérőjű szemmagyságnál a súlykihozatal 6,2%-ra csökkent, a Pb-tartalom pedig 63,2%-ra. Ezeknek az eredményeknek az alapján állítottuk fel a termelő-ülepítő berendezéseket is. Erről részletesen szintén külön fogunk beszámolni.

Mint említettem, a falubattyáni kutatások reményre jogosítók és ha még eredményesebbek lesznek, kedvezően fogják kiegészíteni a gyöngyösoroszi-ólomércstermelést és hozzá fognak járulni egy virágzó magyar ólomkohászat kifejlesztéséhez.

\*

Egy évvel ezelőtt, a Magyar Tudományos Akadémia ünnepi nagyhatén szerény felszólalás hangzott el, amely megállapította, hogy mind ipari kormányzatunknak, mind pedig a Magyar Tudományos Akadémiának a magyar fémkohászat mostohagyermeké.

Azóta a magyar fémkohászat ügye súlyponti kérdéssé vált és amikor ma, a Tudományos Akadémia eme nemesveretű csarnokában már beszélhettünk a hazai ólom- és cinkkohászat s egyéb fémkohászati feladatok megteremtéséről és jelentőségéről, köszönetet mondunk mind az ipari kormányzatunknak, mind a Magyar Tudományos Akadémiának és reméljük, hogy a magyar fémkohászat felépül és virágzásnak indul.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

HORVÁTH ZOLTÁN

Az előadásnak ahhoz a részéhez szólok hozzá, amelyekben az előadó az ércelőkészítésből származó színpороk kohósításával foglalkozik.

Tudomásom szerint a *cinkszínpор* pörkölés után az elektrolízis vég-lúg-jával való lúgzáshoz kerülne, az *ólomszínpорból* pedig zsugorító pörkölés után, aknás kemencében végzett redukáló olvasztással termelnék az ólmot. Megállapítom, hogy a feldolgozásnak ez a terve az adott esetben a lehető legjobb. A kohósítási művelet aprólékos és végleges megállapítása előtt azonban igen sok körülményt kell szemügyre venni. A továbbiakban néhány ilyen megfontolandó szempontot említek fel.

Az előadó említette, hogy a kohósításhoz kerülő *cinkszínpор* 50,5% cinket, 1% ólmot és 6,3% vasat, az *ólomszínpор* pedig kb. 60% ólom mellett még 5% cinket és 5,2% vasat is tartalmaz. Ilyen ólomszínpор pörkölékének a redukáló olvasztásához a cink elsalakitása végett olyan salakra kell elegyítenünk, amelyekben a vas szinguloszilikát, a kalcium bi- vagy szeszkviszilikát alakjában van jelen, amelyik legfeljebb 20% cinkoxidot (16% Zn-et) tartalmaz és amelyekben minden súlyrész FeO mellett 0,35 súlyrész CaO van. Ezek szerint 100 kg ólomszínpор feldolgozásánál a cink kedvéért legalább 33 kg, de valószínűleg még több (lehet, hogy 50 kg) salakot kell megolvasztani. Feltételezve, hogy az ólomszínpорban az ólom PbS, a cink ZnS, a vas pedig FeS<sub>2</sub> alakjában van jelen és hogy az ólomszínpорnak az előadásban fel nem sorolt része olyan meddő, amelynek 80%-a a salakba kerül, 100 kg ólomszínpорból csak kb. 22 kg salak keletkezik. Ez a hozzátételeges számítás azt mutatja, hogy elsalakitó pótlékot kell az érchez adagolni. Erre a célra valószínűleg a legcélszerűbb a pörkölt cinkszínpор lúgzásának a maradványát felhasználni. Ez a megoldás több szempontból előnyös. Így ugyanis megkapjuk a cinkszínpорba került nemesfémeket is, azután a lúgzási maradvány — 30—35%-ra becsülhető vastartalmát tekintve — vaspótléknak számít, vaspótlék adagolása pedig — amint az előzőkben már láttuk — a cink elsalakitása miatt előnyös. Természetesen megfontolandó, hogy a lúgzási maradvány egész mennyiségét vagy ennek csak egy részét keverjük-e az ólomszínpорral. Hozzávetőleges számítás szerint 100 kg cinkszínpор pörkölékéből kb. 20—25 kg nem oldódik a lúgzásnál, 1 tonna nyersércből pedig kb. 30 kg ólomszínpор és 130 kg cinkszínpор keletkezik. Ezek szerint 100 kg ólomszínpорral együtt — ha a lúgzási maradvány egész mennyiségét vaspótlékként használnánk fel —  $\frac{100}{30} \cdot \frac{130}{4} = 108$  kg lúgzási maradványt kellene

megolvasztani. Ebből a vaspótléknak is nevezhető termékből az ólomszínpор pörkölékének összetétele folytán megkívánt mennyiséget feltétlenül a kohósításhoz kell adni. Ez azonban a 100 kg ólomszínpор feldolgozásával egy időben keletkező 108 kg lúgzási maradványnak csak kis részére rúg. Hogy a nagyobb rész is az olvasztáshoz kerülhet-e, azt főleg az dönti el, hogy ebből a részből kinyerhető ólomnak és nemesfémnek az értéke fedezi-e az összes lúgzási maradvány kohósításával járó többletköltséget. Pontos számításokat természetesen csak az összes termékek összetételének pontos ismeretében lehet végezni, ezért a kísérleteket a színpорok meddő alkotórészeinek minőségi és mennyiségi meghatározására is ki kell terjeszteni.

Ha már most, a kísérleti eredmények alapján végzett pontos számításból az tűnnek ki, hogy a cinkszínpor pörkölékéből származó lúgzási maradvány egész mennyiségét az ólomszínpor kohósításához kell adni, akkor meg kell fontolni, hogy nem lenne-e célszerűbb flotálásnál a cink- és az ólomszínport közös termékbe gyűjteni és a továbbfeldolgozáshoz ezt a kevert színpornak nevezhető terméket vinni. Ennek az irodalomban is emlegetett eljárásnak az előző elgondolással szemben az lenne az előnye, hogy egyrészt kisebb lenne a flotálás költsége, mert ennél a műveletnél 4 termék helyett csak hármat kellene előállítani, másrészt nagyobb lenne a nyersérc cinktartalmára vonatkoztatott cinkkihozatal. Ezeket az előnyöket az a hátrány kísérné, hogy a nagyobb anyagmennyiség miatt emelkednék a pörkölés és a cinklúgzás költsége, végül a zsugorító pörkölést csak idegen tüzelőanyag jelenlétében lehetne elvégezni.

Az eddigi megfontolásokból az elmondottakon kívül még azt is megállapíthatjuk, hogy a kohósítás minél gazdaságosabbá tétele végett a flotálásnál nemcsak arra kell törekedni, hogy az érchen lévő cinknek a zömét a cinkszínporba, az ólomnak és a nemesfémeknek nagyobb részét az ólomszínporba, illetőleg mindezeket az elemeket a kevert színporba vigyük, hanem arra is, hogy ezek a termékek együttesen lehetőleg csak annyi vasat tartalmazzanak, amennyi a nyersólomra való olvasztásnál a jó salak képzéséhez feltétlenül szükséges.

Befejezésül még egy megfontolandó körülményre hívom fel a figyelmet. Az előadó említette, hogy a legújabban vizsgált érc vastartalma nagyobb, mint a Finkey által vizsgálté. Ha ilyen ércekből nem lehet gazdaságosan pirítben szegény cinkszínport előállítani, akkor azzal az eshetőséggel kell számolni, hogy a lúgzás előtt alkalmazott pörköléskor — a pörkölés leggondosabb vezetésénél is — aránylag sok cinkferrit keletkezik. Erről a vegyületről köztudomású, hogy hig savban rosszul oldódik. Éppen ezért a cinkszínpor feldolgozására alkalmas nedves eljárás kiválasztásánál feltétlenül számításba kell venni a *Tainton-eljárást* is. Amint tudjuk, ennél a munkamódnál a cinkszínport pörkölik, a pörköléket mágneses szeparálással két részre osztják, a mágneses részt az elektrolízisnek, literenként 270 g szabad kénsavat tartalmazó véglúgjával lúgozzák, a nem mágneses rész lúgzásához pedig a mágneses rész lúgzásából származó, literenként kb. 100 g szabad kénsavat tartalmazó oldatot használják fel. Az oldat azután, amikor szabad kénsavtartalma elfogy, a lúgtisztításhoz és innen az elektrolízishez kerül. Ez az eljárás vasban dús cinkszínporok feldolgozásánál előnyös. Ezt alkalmazva ugyanis a pörkölésnél kevésbé kell tekintettel lenni a cinkferrit képződésére. Az utóbbi ok miatt magasabb hőmérsékleten lehet pörkölni és így a pörkölés gyorsabb menete folytán nő a pörkölökemence teljesítménye és ennek megfelelően csökken a fajlagos beruházási költség. Az eljárás további előnye, hogy koncentráltabb oldatok alkalmazása következtében kevesebb oldatot kell körforgásban tartani és az elektrolit nagyobb kénsavtartalma folytán aránylag nagy (kb. 1100 A/m<sup>2</sup> áramsűrűséggel) dolgozhatunk. Ennek az utóbbi két ténynek az előnyös hatása is a fajlagos beruházási költség csökkentésében nyilvánul meg. Ezekkel az előnyökkel szemben áll az a hátrány, hogy a forró koncentrált oldattal dolgozó üzem saválló anyagból készített berendezéseket kíván, azután az oldatokat melegíteni, az elektrolitot pedig erőteljesen hűteni kell, végül a mágneses szeparálás sokszor tökéletlen, a cinket pedig a nagy áramsűrűség miatt igen sűrű időközökben (átlag 8—10 óránként) kell lehúzni az Alkatódáról.



TARJÁN GUSZTÁV lev. tag

Az előadással kapcsolatban ismertetem az Érc- és Szénelőkészítéstani tanszéken a gyöngyösoroszi-i érc flotálásával kapott néhány legújabb adatunkat, összehasonlítva azokat Finkey és a Fémipari Kutató Intézet eredményeivel.

Az 1. táblázatban látjuk a különböző kísérletek nyersanyagának fémtartalmát ( $a\%$  : Pb, Zn, Fe), a kísérletek során kapott egyes termékek (galenit, szfalerit, pirit)  $s\%$  súlyszázalékát, e termények főfémtartalmát ( $b\%$  : a galenites terményél a Pb-, a szfaleritesnél a Zu-, a piritesnél a Fe-tartalmat) és fémkihozatalát ( $k\%$ ), végül az előkészítésének technikai hatásfokát, az  $\eta = 100 \frac{k-s}{100-s}$  képlettel számítva, hol  $s_0 = 100 a/A_0$ .

( $A_0$  a tiszta érces ásvány fémtartalma; galenitnél 86,6%; szfaleritnél 67%, piritnél 46,5%.)

Tiszta pirites terményt az újabb soproni kísérleteknél sem kaptunk, az erre vonatkozó adatok közlését ezért mellőztem is az összeállításnál.

Az 1. táblázatban terményeinek részletes elemzését, a kísérletek néhány egyéb jellemző adatával a 2. táblázat közli.

1. TÁBLÁZAT

	Finkey					Fémipari Kutató Int.					Újabb soproni kísérletek				
	a%	súly%	b%	k%	$\eta\%$	a%	súly	b%	k%	$\eta\%$	a%	súly%	b%	%	$\eta\%$
Pb	3,5	3,2	70	64	63	1,5	2,0	60	80	80	Pb 3,4	5,2	64,2	98	97
Zn	10,9	18	52	86	81	6,5	8,1	60	75	74	Zn 9,6	14,9	50,5	78	74
Fe	4,4	4	42	46	46	6,2	6,2	37	37	37	3,7	5,9	61,2	98	96
Pb	3,0	3,7	62	76	76	2,2	3,2	55	80	79	10,2	29,8	30,5	89	70
Zn	10,0	13	53	69	66	6,9	9,4	53	72	70	3,6	5,0	66,5	92	92
Fe	3,4	3,5	30	31	30	3,6	? ? ?	? ? ?	? ? ?	? ? ?	11,2	19,7	51,4	90	84
Pb	2,6	2,4	70	65	65	7,2	14,4	49	98	91	5,0	7,2	67,2	97	95
Zn	4,2	5	58	69	68	11,5	16,2	60	84	82	9,1	14,2	51,4	80	75
Fe	3,4	3,5	36	37	36	9,7	10,1	33	34	30	1,6	2,4	59,8	90	89
Pb	1,9	2,0	60	63	62	3,5	5,8	52	86	84	6,5	7,6	61,1	72	71
Zn	4,8	6,8	57	81	80	8,3	16,8	47	95	89	0,94	1,7	54,7	99	98
Fe	4,0	2,3	40	23	23	6,0	12,4	26	54	48	5,5	8,1	56,7	83	80
Pb	2,8	2,8	67	67	66	3,6	5,7	54	86	85	3,0	4,6	62,3	96	95
Zn	7,5	10,4	55	76	74	8,3	12,4	55	82	80	8,7	14,2	50,3	82	78
Fe	3,8	3,4	38	34	33	6,4	9,6	32	42	36					

A használt reagensek átlagértékben : a galenitflotálásnál : szóda, mész, vízűveg (pH = kb. 7,5), NaCN 300 g/t, cinkszulfát 1000 g/t, etilxantát 50 g/t, fenyőtúolaj. A szfaleritflotálásnál : mész (pH = kb. 8), rézgalic 1000 g/t, etilxantát 50 g/t. A piritflotálásnál : kénsav, ámilxantát.

A táblázat szitaelemzési adatai a visszamaradt meddőre vonatkoznak ; a nyersércre vonatkozó adatok kissé finomabb szemmagyság-összetételt adnak. (Pl. a táblázat első kísérleténél a meddőre vonatkozó 47,8, illetve 38,6% helyett a nyersérc megfelelő adatai -0,05 mm 51,5%, +0,10 mm 36,9%.)

## 2. TÁBLÁZAT

## Kihozatal

Súly %	Pb %	Zn %	Fe %	Pb —	Zn —	Fe —	Jegyzet
5,23	64,16	5,52	3,22	98,95	3,01	5,47	Meddő: — 0,05 mm, 47,8% Meddő: + 0,10 mm, 38,6% Hígítás: 1,3 $p_H$ gal.: 7,5 $p_H$ szfal: 8,6
9,46	0,34	47,84	7,72	0,95	46,91	23,73	
5,47	—	55,20	6,10	—	31,36	10,88	
2,24	—	37,75	13,04	—	8,75	9,48	
1,81	0,20	5,06	6,68	0,10	0,95	3,94	
75,79	—	1,15	1,89	—	9,02	46,50	
100	3,40	9,63	3,07	100	100	100	
5,91	61,18	6,44	5,00	98,55	3,72	7,11	Meddő: — 0,05 mm, 65,7% Meddő: + 0,10 mm, 0,6% Hígítás: 2,6 $p_H$ gal.: 7,9 $p_H$ szfal: 8,2
2,10	1,19	7,91	5,00	0,68	1,63	2,53	
22,12	—	33,48	4,58	—	72,27	24,35	
7,64	0,26	22,08	12,88	0,54	16,48	23,68	
3,53	0,24	7,91	13,04	0,23	2,74	11,10	
58,70	—	0,55	2,21	—	3,16	31,23	
100	3,66	10,24	4,16	100	100	100	
5,02	66,50	6,84	3,38	91,8	2,97	5,09	Meddő: — 0,05 mm, 46,0% Meddő: + 0,10 mm, 33,0% Hígítás: 3,3
19,70	0,08	51,40	8,05	4,7	87,53	47,51	
3,79	0,37	7,38	22,86	3,5	2,30	26,10	
71,49	—	0,59	1,01	—	7,20	21,30	
100	3,64	11,17	3,34	100	100	100	Meddő: — 0,05 mm, 52,5% Meddő: + 0,10 mm, 29,5% Hígítás: 3,2
7,20	67,23	6,88	1,93	96,24	5,44	3,78	
14,18	0,67	51,40	8,21	1,89	80,38	31,68	
3,41	1,65	18,98	22,54	1,12	7,12	20,92	
1,37	2,74	8,56	19,56	0,75	1,29	7,27	
73,84	—	0,71	1,81	—	5,77	36,35	
100	5,03	9,08	3,68	100	100	100	
2,43	59,8	6,4	5,23	90,61	2,40	2,05	Meddő: — 0,05 mm, 52,5% Meddő: + 0,10 mm, 29,5% Hígítás: 3,2
7,64	0,73	61,12	3,85	3,48	71,80	4,74	
2,56	3,7	4,8	32,8	5,91	1,90	13,53	
87,37	—	1,78	5,65	—	23,90	79,68	
100	1,06	6,5	6,2	100	100	100	
1,71	54,7	5,05	5,11	99,15	1,56	1,45	Meddő: — 0,05 mm, 52,5% Meddő: + 0,10 mm, 29,5% Hígítás: 3,2
8,06	0,1	56,7	4,66	0,85	82,47	6,26	
90,23	—	0,98	6,15	—	15,97	92,29	
100	0,94	5,54	6,01	100	100	100	

Jakoby szerint a nedves őrlés alkalmazása nem biztosít jobb eredményeket a száraz őrléssel szemben. Ez a megállapítás nem egyezik sem a flotációs gyakorlatban vallott általános nézettel, sem a soproni kísérleteknél szerzett tapasztalatokkal. Általánosan elterjedt »szabály«, hogy a flotálás előtti utolsó őrlésnek nedvesen kell történnie. Ekkor nagyobb felületi energiák maradnak szabadon a flotációs reagensek adszorbeálására, mint a száraz őrlésnél.

Valamely szulfidos érces ásványnak vízben keletkezett friss törési felületéhez a levegőbuborék nem tapad, a határszöge tehát zéró. A levegőben,

szárazon kettétörve az ásványt, a törési felületen — rövid idő múlva — megfigyelhető a határszög: a vízcsepp nem fut szét az ásvány felületén, hanem laposabb-domborúbb csepp alakjában megmarad rajta. A víz alatt és a levegőben kapott törési felület tehát nem egészen azonos a flotálási jelenségek szempontjából. Közvetlenül az ásvány kettétörése után, a levegőben keletkezett törési felület határszöge is zéró, (a víz teljesen megnedvesíti,) de rövid idő múlva már jelentkezik a határszög. Valószínűleg a felületi ionok-molekulák átrendeződése következik itt be ezáltal csökken — az entrópia-elv követelménye szerint — a felület szabad energiája. Vízben ez az átrendeződés nem következik be, hanem a vízmolekulák adszorpciója révén csökken a rendszer szabad energiája, úgyhogy az ásványfelület energiája a maga eredeti nagyságában, változatlanul rendelkezésre áll a gyűjtőreagens ionjainak a felületen való megkötésére. Ezért aztán nedves őrlésnél kevesebb reagenssel, tisztább termények, nagyobb fémkihozattal nyerhetők, mint száraz őrlésnél.

A soproni kísérletek is megerősítik ezt az általánosan elterjedt nézetet. Az 1. és 2. táblázatban közölt eredmények nedves őrlésnél adódtak. A 3. táblázatban száraz őrlésnél kapott érc flotálásakor elért eredményeket látunk. Fémtartalom és fémkihozatal szempontjából egyaránt gyengébbek ezek az eredmények mint az 1. és 2. táblázat eredményei.

A táblázatok adataiból egyébként az is látható, hogy egész sűrű (1,3 hígítású = 1,3 liter víz/kg érc!) zagyban is aránylag jó eredménnyel végezhető el a flotálás: a galenites termény fémtartalma és fémkihozatala ugyanolyan jó mint a hígabb zagyban végzett flotálásoké, csak a szfalerites termény Zn-kihozatala marad el kissé a hígabb zagyokéhoz képest. 0,2 mm helyett 0,1 mm-re való őrlés nem javít, hanem inkább ront az eredményen: a galenites termény fémtartalma és fémkihozatala nem változik meg lényegesen, de a szfalerites termény fémtartalma — ugyanakkora fémkihozatal mellett — lényegesen gyengébb: sok finom meddőiszap is kiflotálódik ekkor, vagyis több tisztító cellára van ilyenkor szükség, a nagyobb reagensfogyasztásról nem is beszélve.

3. TÁBLÁZAT

Nyersérc

Súly %	a%	b%	k%	$\eta$ %	—0,50 mm ±0,10 mm	PH
8,57	5,00	43,1	73,7	69	64,2	7,5
17,07	9,48	28,9	52,0	41	13,2	8,0
9,30	4,75	39,0	76,2	70	64,2	7,5
15,13	9,42	41,1	66,0	59	13,2	7,8
6,37	3,60	51,7	91,3	88	56,4	7,9
19,53	14,28	44,3	60,6	52	16,4	8,2
5,25	3,60	63,4	92,4	92	65,4	8,0
21,82	14,06	43,5	67,6	58	16,4	8,1
Átlag: 7,1	4,2	49,3	83	80	—	—
18,5	11,8	39,5	62	53	—	—

A falubattyáni ólomérccel is végeztünk ülepítési kísérleteket, a következő eredménnyel:

1. 30, 10 és 5 mm-re fokozatosan aprított ércből, minden egyes aprítási fázis után 2 mm-es szitán való ülepítéssel eltávolítottuk a feltárt galenit-

szemeket és végül a szitán átkerült 41,5 súly%-nyi 15% Pb-tartalmú anyagot 1 mm-es szitán galenitágy alkalmazásával ülepítettük.

2. Az ércet egyszerre feltörtük 2 mm-re és 1 mm-es szitán galenitágy alkalmazásával ülepítettük.

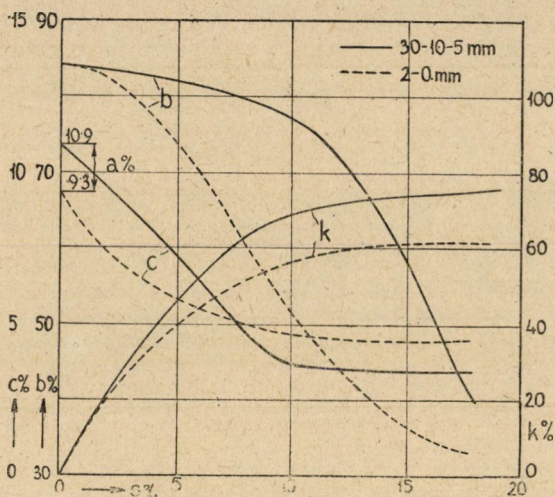
A kétféle módon elért eredményeket a 4. táblázat és az 1. ábra tünteti fel.

4. TÁBLÁZAT

1. 30—10—5 mm				2. 2—0 mm			
s%	b%	c%	k%	%	%	c%	k%
6,3	81	6,2	47	1,9	83	7,8	17
9,6	78	3,8	69	8,1	60	4,9	52
16,6	48	3,5	73	15,9	35	4,4	61
100	10,9	—	100	100	9,3	—	100

5. TÁBLÁZAT

	s%	b%	k%
30 mm	3,5	84	27
10 mm	3,7	84	29
10 mm	8,3	50	38
5 mm	4,1	83	30
5 mm	9,4	40	34



1. ábra.

A fokozatos aprítás egyes lépcsőinél kapott kumulatív galenitkoncentrátumok fémtartalmáról és fémkihozataláról az 5. táblázat tájékoztat. Látjuk, hogy a 10 és 5 mm-re való továbbaprítás csak egész lényegtelenül növelte a Pb-kihozatalt. (27%-ról 30%-ra.) A fokozatos aprítással a 4. táblázat és 1. ábra szerint elért jobb eredményt a kisebb iszapképződés okozza. Ekkor ugyanis a 10,9% Pb-tartalmú nyersércből 10,3 súly% 6,9% Pb-tartalmú iszap képződött, úgyhogy a fémvesztés 6,6% volt, míg az egyszerre 2 mm-re való aprításkor 9,3% Pb-tartalmú nyersércből 19,3 súly% 6,9% Pb-tartalmú, 14,3% fémvesztéget jelentő meddőiszap képződött.

#### FAZÉK GYULA

Hozzászólásomban az ércekben levő nemesfémekkel óhajtok foglalkozni.

A gyöngyösvidéki ércelőfordulás fontosságát mind értékben, mind pedig az ötéves terv célkitűzései szempontjából az ércek cink és ólom tartalma határozza meg. Ebből következik, hogy az ércek feldolgozásánál mindenek előtt

ezt a szempontot kell figyelembevenni. Az előadottakból megállapíthatólag a vizsgálatokat ennek a célnak érdekében helyesen így is végezték.

Ami az ércek nemesfém-tartalmát illeti, a közölt adatokból megállapíthatólag azok aranytartalma átlagosan 2 g/t, az ezüsttartalom pedig 25—40 g/t között változik. E szerint a már 1936-ban feltárt ércvagyon kerekszámban 600 kg színaranyat és több mint 8000 kg színezüstöt tartalmaz és ez a nemesfém-mennyiség az időközben feltárt ércvagyon növekedése arányában tovább emelkedett. De már e számok is rávilágítanak az előfordulás jelentőségére a nemesfémek szempontjából.

A Fémipari Kutató Intézet a nemesfémek kinyerésére is folytatott kísérleteket. Mielőtt ezek taglalására rátérnék, röviden megemlítem, hogy a legtöbbször természetállapotban előforduló aranynak a nyers bányaterméből való kinyerésére gyakorlatban ma 3 eljárás használatos, u. m. a foncsorítás, a cyanid-lúgzás és a flotálás.

A foncsorítást — ide nem tartozó okok miatt — figyelmen kívül hagyják a Kárpátkoszorú övezte területen előforduló aranyércek feldolgozásánál.

A cyanid lúgzási eljárást, — mely világviszonylatban a legjobban elterjedt módszer az aranyércek feldolgozásánál, — az ércek adott tulajdonságai — következtében nálunk kisebb mértékben használják és a mátrai ércek feldolgozásánál szintén nem jöhet szóba.

Marad tehát a gyöngyösvideki ércek feldolgozására a flotálás. Alkalmazása főleg ott előnyös, gazdaságos, ahol az aranyércek értékes fémszulfidokat is tartalmaznak. Ezeknél az érceknél ugyanis egyazon művelettel, az usztatással ki tudjuk nyerni az arannyal együtt a szulfidokat is és ilymódon a feldolgozási költségek megoszlanak az arany és a többi fém között. A flotálással elérhető aranykihozatal az északerdélyi üzemekben 75—85% között mozog. Általában a flotálással elérhető aranykihozatal kisebb, mint a cyanid lúgzással elérhető fémmihozatal.

Ma már eléggé ismert tény, hogy a kellő finomságú terméсарany szemecske igen jól úszik. De még ma is vannak kételkedő szaktársak, akiknek véleménye szerint csak a szulfidokba zárt arany úszik jól. Legyen szabad ezért alábbi, konkrét tények alapján alkotott megfigyelésekkel ezt a kérdést megvilágítani.

Közismert, hogy a Kárpátkoszorú arany-ezüst teléreiből az arany túlnyomó részben kvarchoz kötött. A kvarcon kívül a szulfidok is tartalmaznak aranyat, de százalékosan jóval kevesebbet; a szulfidok közt pedig a pirit a fő aranyhordozó, a galenit és szfalerit már kevésbé. Ezen ércek flotálásánál a következő jelenségeket észlelhetjük. Ha az ércekből csak egyféle szulfid (pirit) van jelen, az arany a kollektív flotatumban, a pirittel együtt úszik ki. Az első cellák flotatumaik mindig sokkal dúsabbak aranyban, mint a következő cellaké. Ha komplex érceket flotálunk, pl. galenit, szfalerit és pirit tartalmú érceket, vagy ha azok kalkopiritet és piritet tartalmaznak, szelektív usztatásnál az arany mindig az első koncentratumba úszik ki, a legnagyobb dúsulásban, vagyis az előbbi példában a legjobban úszó galenittel, a másik esetben a kalkopirittel. A következő cink- és pirit-koncentratumok aranytartalma mindig lényegesen alacsonyabb. Ez az eredmény nem magyarázható másként, mint azzal, hogy az őrlés következtében szabadabbá vált terméсарany szemecskéik, akár a kvarcban, akár a szulfidokban voltak bezárva, igyekeztek mint jól flotálódó részecskéik az első termékbe, tehát a szintén jól úszó galenittel, vagy kalkopirittel együtt kiúszni. Ha ez nem így volna, akkor az arany jórészt a kvarcos meddőben maradna, a szulfidok közül pedig a piritkoncentratumok volnának aranyban

a legdúsabbak, nem pedig a galenit, melybe eredetileg alig voltak arany szemek bezárva.

Ami a szulfidszemekbe zárt arany szemecskék szem nagyságát, valamint a bezárt arany mennyiségét illeti, erre vonatkozólag üzemi méretekben kaptunk megközelítőleg pontos adatokat az aranytartalmú piritkoncentratumok cyanidlúgzásos feldolgozásánál. Oly ércekből kiúsztatott piritkoncentratumokból, amelyeket kb. 65%-ban —0,075 mm szem nagyságra őröltek, az össz-aranytartalomnak átlagosan 12%-a nem oldódott ki a következő cyanidlúgzási folyamat alatt. Tehát ennyi arany nem volt hozzáférhető a cyannatriumos oldat számára a piritszemekbe való bezárás következtében. Amint e piritket tovább őröltük, úgy hogy kb. 50% 0,05 mm alá esett, az előző lúgzás után még a piritekben maradt arany kb. 25%-a volt kioldható. I. Marinescu hasonló értelmű laboratóriumi vizsgálatokat végzett Brádon különféle szulfidokból álló flotatumokkal. Az ő vizsgálatai szerint, ha a szulfidszemek finomsága 60%-a 16  $\mu$  alatti, 40% pedig 16—40  $\mu$  közötti volt, az arany kb. 5%-a maradt bezárva a szulfidokba.

Az előadottak alapján a gyöngyösoroszi-i telérek aranyának kinyerésére csak a flotálás jöhet szóba és a Fémipari Kutató ebben az irányban is elvégezte a vizsgálatokat. Eredményei a következők: 0,1 mm őrlésű anyag flotálásánál nyert termékek nemesfém tartalma:

Nyersérc	(rekalkulált értékek)	Fém tartalom		Fémkihozatal	
		Au g/t 1,14	Ag g/t 44,29	Au % 10)	Ag % 100
5,8 súly %	PbS koncentratban .....	12,80	763,60	65,0	84,4
16,8 súly %	ZnS koncentratban .....	0,80	12,50	11,8	4,0
12,4 súly %	FeS <sub>2</sub> koncentratban .....	1,70	45,30	18,5	10,7
65,0 súly %	Meddőben .....	0,08	0,70	4,7	0,9

E kísérleti eredmények az arany kiúsztatása tekintetében egészen kiválóak. A meddőben az arany kb. 5%-a maradt, 95%-a flotálódott a három koncentratumba, mégpedig 65% az ólomkoncentratumban. Ez utóbbi ténynek az ad jelentőséget, hogy ily módon a nemesfémek végső termelési költségei alacsonyak lesznek. Javaslom, hogy a színesfémek flotálására végzett többi kísérlet termékeit elemezzék meg nemesfémekre is, különösen akkor, ha a piritúsztatás kérdését véglegesen megoldották. A meginduló üzemi flotálásnál pedig arra kell gondot fordítani, hogy a színesfémek szelektálásánál mindig olyan lenyomó reagenset valasszanak, melynek aranyra minél kisebb a hatása.

Információm szerint a Fémipari Kutató arra vonatkozólag is végzett vizsgálatokat, hogy mihez van kötve az arany és hogy milyen szem nagyságban van behintve az ércekbe. E vizsgálati eredmények szerint az arany túlnyomólag kvařchoz kötött, (a galenitben) semmit nem találtak. A szem nagyság 0,2 mm-en aluli, és túlnyomótöbbségben 50  $\mu$  körüli. Ez úsztatás szempontjából elfogadható. A fenti flotálási és mikroszkópi vizsgálatok egyúttal igazolják a terméсарany úsztatásának vonatkozó erdélyi megfigyeléseim alapján előadottakat.

A létesülő ólomkohó gazdasági jelentőségével kapcsolatban annak előnyei közt még azt kívánom megemlíteni, hogy ezzel megoldást fog nyerni a recski ércekből és más aranytartalmú pörkökből kitermelt nemesiszapok hazai fel-

*dolgozásának kérdése is.* E nemesiszapokat eddig kénytelenek voltunk kohósítás végett külföldre szállítani, ami nemcsak devizális okokból volt kedvezőtlen, de azért is, mert a szállítással, anyagmanipulációkkal járó jelentékeny költségek teljesen improduktív kiadásokat jelentettek tervgazdálkodásunkban.

A pirít koncentratumokban kiúztatott arany gazdaságos kivonásának kérdését — a bennük levő vas és kén teljes kihasználásának figyelembevételével — vizsgálják. A cinkkoncentratumokban kiflotált arany az eddigi gyakorlatban elveszettnek volt tekinthető. Felvetem a kérdést, vajjon az elektrolitikus cinkkohó felállításával nem lehetne-e erre is megoldást találni, tekintettel arra, hogy a cinkkoncentratumok nagy cinktartalmának kioldása következtében a maradékiszapokban a nemesfémek erősen feldúsulnak.

A gyöngyösvidéki ércelőfordulás színesfém tartalma és szegényebb arany tartalma mintegy szimboluma annak, amit a szocialista gazdasági rendben ezek a fémek betöltenek. Az arany, amint azt Atlasz írja a »Pénzforgalom és Hitel a Szovjetunióban« című munkájában, mint kincs, a szocialista társadalomban csupán a szovjet állam központosított és világpénz-tartalékalapot jelentő aranykészleteként marad fenn, míg e bányákból kikerülő színes fémek mint az ólom, cink és vas, továbbá kén, mint elsőrendűen fontos ipari nyersanyagok járulnak hozzá a felemelt öt éves terv sikeréhez.

#### HALÁSZ ANDRÁS

A színesfémekben jelentkező szükséglet állandó növekedése világjelenség és világjelenség az is, hogy az egyre fokozódó kereslettel nem áll szemben megfelelő fémtermelés növekedés. Ez különösképpen érvényes az ólomra és cinkre nézve.

Ilyen körülmények között helyeselhető, hogy nagyszabású munka indult meg eddig is ismert ólom- és cinkérc lelőhelyeink további feltárására és ez a munka rövid pár év alatt is már azzal az eredménnyel járt, hogy a gyöngyösoroszi-i aranyos-ezüstös ólom-cink komplexérc előfordulás bányászati kihasználására az elhatározó döntését kormányzatunk megtehetette.

A Gyöngyösorosziiban több mint 100 évvel ezelőtt kezdett bányászat ennek megfelelően az 1953. év első felében újból üzembe kerül és racionálisan lehet számítani arra, hogy ugyanezen év második felétől kezdve folyamatos termeléssel hosszú éveken keresztül nemcsak ólom- és cinkfémszükségletünk lényeges részét hazai ércekből biztosíthatjuk, hanem egyben jelentős kén-szükségletünk hazai forrásból való fedezése is könnyebbé válik.

A gyöngyösoroszi-i előfordulás egyelőre az egyetlen bánya, amely a hazai ólom- és cinkkohászat megteremtésére lehetőséget nyújt. A szabadbattyáni ólomércelőfordulás, melyet *Jakóby* László előadásában megemlített, a mai megítélés szerint egészen jelentéktelennek látszik és nem volna indokolt, hogy annak, — egyébként igen jó és könnyen dúsítható, — ólomércére huzamosabb időn át számítsunk. A szabadbattyáni geológiai és bányászati kutatások különben éppen úgy, mint a Velence-hegységi és Börzsöny-i kutatások tovább folynak, a hazai ólom- és cinkkohászat felépítésénél azonban ezen kutatások eredményeire pozitívan alapozni ma még legalábbis korai lenne.

Mondhatjuk tehát, hogy ma ólom- cinkkohászatunk egyetlen hazai ércbázisa Gyöngyösoroszi. Szükséges tehát, hogy különleges figyelembe vegyük Gyöngyösoroszi mai, azaz látható remélhető jövőbeli, és esetleges távoljövőbeli termelőképességét és ércvagyonának minőségi megítélését, valamint fémtartalmának becslését is. Annyi bizonyos, hogy a még ismeretlen, reménybeli

vagy lehetséges ércminőség, azaz a fémtartalom esetleges változásából a kohászatnak technikai nehézségei nem lesznek. Az ércelőkészítés ugyanis teljesen szavatolni tudja, hogy a kohó a kívánt minőségű színporokat kapja még akkor is, ha a később feltárandó, még műrevaló érctömeg fémtartalma a már feltárt érc ismert fémtartalmánál kisebb lenne.

Az érc minőségét illetőleg tehát a kohászat számítása biztos alapokon nyugvónak látszik.

A kohósításhoz kerülő színporok minősége a hosszú jövő távlatában is adott, az érc minőségének, azaz a fémtartalomnak változását a kohász nem, legfeljebb csak a bányász fogja érezni, a változó súlykihozatalával és természetesen a változó gazdasági eredményeivel.

A probléma nem is a minőségben, hanem a mennyiségben van. Mennyi az az érc, és főleg mennyi az a színpor, amelynek termelésére hosszú időn át számítani lehet? Mert végeredményben ezen mennyiség feldolgozására kell a kohásznak felkészülnie, ezen mennyiségre kell megtervezni és egy, vagy esetleg több lépcsőben felépíteni a kohókat.

A kohász tehát joggal elvárhatja a geológustól, a bányásztól, hogy erre a kérdésre feleletet adjon. A geológus, a bányász azonban felelni nem tud. Ma még nem tud. Túl korai lenne még erre felelni. Jakóby előadásában számszerűen is felemlíti az ezideig feltárt, művelhető ércmennyiséget. Adata körülbelül megfelel a valóságnak. Ez a biztos bázis. De az ércesedés további kifejlődésének kellő pozitívumokkal alátámasztott megítélésére túl kevés adatunk van. Túl kevés az ismert, a feltárt, a megvizsgált ércesedés ahhoz képest, hogy milyen az ércesedési lehetőség. Ez természetesen inkább kedvező a jövő szempontjából, de ma még nem tudjuk leszámítani. Az optimizmust ebben a várakozásban csak növelhetik azok a szép indikációk, azok a szép és gazdag telérrészek, amelyeket a kutatások és megnyitások folyamán máris kaptunk, és emelylekre Jakóby példát hozott fel, megadva egy újonnan feltárt telérrész fémtartalmát, mely majdnem kétszeresen felülmulja a feltárt ércvagyon fémtartalmát.

Ha ilyen és ehhez hasonló indikációk joggal növelhetik is derűlátásunkat, nem elegendők arra, hogy a bányász megadhassa az üzem lehetséges végső teljesítményét, termelőképességét, sem ércben, sem színporban. Ha az ismert teleptani, genetikai megfontolások, — bányászaink, geológusaink ugyanis alaposan tanulmányozták Gyöngyösoroszit, — bizonyos általános elképzelést adnak is, ez még nem elegendő. Több, sokkal több megismerésre, kutatásra, feltárássra van szükség még ahhoz, hogy a bányász megítélhesse, és minden kétséget kizáró módon megállapíthassa a bánya hosszúléjára érvényes optimális teljesítményét. Sok még a tennivaló, de ma már ott vagyunk, hogy a nagyvonalúan megtervezett és alapos felkészültséggel kivitelezett bányamegnyitások, altárók, keresztvágatok és aknák lehetővé tették az ércesedés felkutatását és feltárását és nem utolsó sorban lehetővé tették, hogy másfél éven belül, a bánya termelése megkezdődhessék.

Megkezdődik a termelés, egy bizonyos óvatos, olyan teljesítménnyel, amelyet a bánya jelenlegi feltárt ércvagyona észszerűen megenged.

Lehet, hogy a közeljövő ezt a teljesítményt, amit a feltárt ércvagyon kb. négy évre máris biztosít, kicsinek fogja bizonyítani.

A bánya úgy tervezte meg berendezését, hogy legnagyobb teljesítménye a kezdőkapacitásnak kb. négyszerese legyen, de dúsitóművének csak a mai kezdő teljesítményét építi meg. Helyes, óvatos eljárás, amely a jövő lehetőségeit



mit sem korlátozza, és befektetéssel, — esetleg fölöslegés befektetéssel — nem vág elébe a jövőnek.

Mi bányászok óvatosak vagyunk a kohászat alapját képező ércmennyiség megítélésében. Véleményünk szerint ugyanolyan megfontoltság ajánlható a kohászat felépítésében is. A tervezők látják, mi a biztos alap, és mi a jövőbeli, egyelőre még ködös, nem tisztázott várakozás.

Ha most, vagy a közeljövőben egyidejűleg a bánya kiépítésével, vagy csak csekély időkülönbséggel kell a kohászati tervet kivitelezni, úgy különösen a cinkkohászat kifejlesztésében ajánlatos figyelembe venni az elmondottakat. Maximumra, vagy legalább bőre tervezni, de csak a bányászattal párhuzamos teljesítményre megépíteni. Kérdés, hogy lehetséges-e ez?

Ólomnál a helyzet nem ilyen élére állított. Kohászati berendezése egyszerűbb, és termelésével a kohósítási időszak változtatásával is a színpormennyiséghez alkalmazkodhatik.

Pörkölő kemence akár a legkisebb teljesítményre is tervezhető, mert pörkölni való mindig lesz. Ha nem cink, akkor pirit. Azt hiszem, — bár erre nem vagyok illetékes, — hogy lúgzási és elektrolízis útján való kinyerés, melyre kohászaink úgy látszik, elhatározták magukat, szerencsés megoldás, és kapacitásának rugalmassága esetleg túlzott és netalán feleslegesen előlegezett beruházás nélkül megoldható.

JAKÓBY LÁSZLÓ válasza

A felszólalók szerencsésen választották meg mondandóikat, melyekkel előadását kiegészítették a bányászat, ércelőkészítés és a kohászat vonalán. *Halász* kartárs felszólalásából csak azokat a részeket ragadja ki, amelyekre rögtön tud válaszolni. Említette a falubattyáni ércelőfordulást, melytől óva int bennünket bányászati vonalon. A köteles gondosságot, mint bányász erősen kidomborította. Ezzel kapcsolatban azt feleli, hogy Falubattyánra nem is akarunk külön ólomkohót építeni. Ez csupán a gyöngyöSOROSZI-i ércekre vonatkozik. A cinkkohó kapacitásának tervezése az ország kapacitásának megfelelő nagyságrendben történik +20% biztonsággal, mely biztonsági keretben az esetleg külföldi baráti államokból behozott cinkérczek feldolgozását vettük tervbe.

*Fazék* kartárs egy konkrét kérdést tett fel, vajjon mi történik a cinkszinpor 1,8 g/t Au és 12 g/t Ag-tartalmával.

Mint az előbbieken láttuk, a cinkkoncentrátumban még 0,8 g/t Au-t és 12,5 g/t Ag-t találunk és így érthető *Fazék Gyula* kartársamnak a kérdése, hogy a koncentrátumban levő arany és ezüst hogyan viselkedik, ill. esetleg azok hogyan lennének kinyerhetők. Erre vonatkozólag közölhetem, hogy az arany a lúgzásnál, vagyis az oldásnál nem oldódik és tökéletesen a szilárd szűrletben marad. Az ezüst ellenben a koncentrátumban ezüstsulfid ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) és ezüstsulfát ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) alakban van jelen. Az ezüstsulfid a lúgzásnál nem oldódik és a szűrési maradékban marad, az ezüstsulfát viszont oldódik, azonban az oldatban jelenlévő klórionok hatására ezüstklorid alakjában kiejtődik.

Ilyenformán az arany és ezüst, amelyek a szüredék pogácsájában koncentrálnak a rézelektrolízis nemesiszapjaival együtt dolgozhatók fel. A cinkszinporokban levő esetleges arany-ezüst kinyerés kérdésével a jövő évi tervünkben fogunk foglalkozni.

Dr. Tarján professzor megállapításaira a szemnagyságot illetően a következőket óhajtom megjegyezni:

»A telér szulfidjainak tökéletes elválasztásához a mi tapasztalataink szerint igen finoman elosztott érckoncentrátumokra van szükségünk. Így például Loskutov szerint a Leninogorszk-i flotálásra kerülő ólom-cinkércek finomsága 80—85%-ban 0,06 mm-es szemnagyságon alul van. Mound Isa (Ausztráliában) még finomabb ércekkel dolgoznak. Még ilyen finom ércek esetén sem választhatók le a flotáció alkalmával teljesen az egyes szulfidok. Komplex érceknél, vagyis olyanoknál, amelyek a cinken kívül más szulfidokat is tartalmaznak, majdnem mindenütt szelektív flotálást alkalmaznak, abból a célból, hogy egyes szízfém színporokat kapjanak. Az irodalomban általában az a nézet, hogy a cinkkoncentrátumok lehetőleg ne tartalmazzanak 55%-nál kevesebb cinket, 2%-nál több ólmot és 7—8%-nál több vasat. Ezeknek a követelményeknek az általunk termelt színporok valamennyije megfelel. További feladatunk lesz a kutatások során a kadmiumszulfidot is utánflotálással kiszedni.«

A tényleges kohósítás vonalán dr. Horváth Zoltán docens remekül ki-egészítette hozzászólásával előadását. Ami pedig a kollektív flotálást illeti, ez a szakemberek között 10 éve vit, tárgyát képezi és éppen ezért nehéz így ad hoc abban állást foglalni.

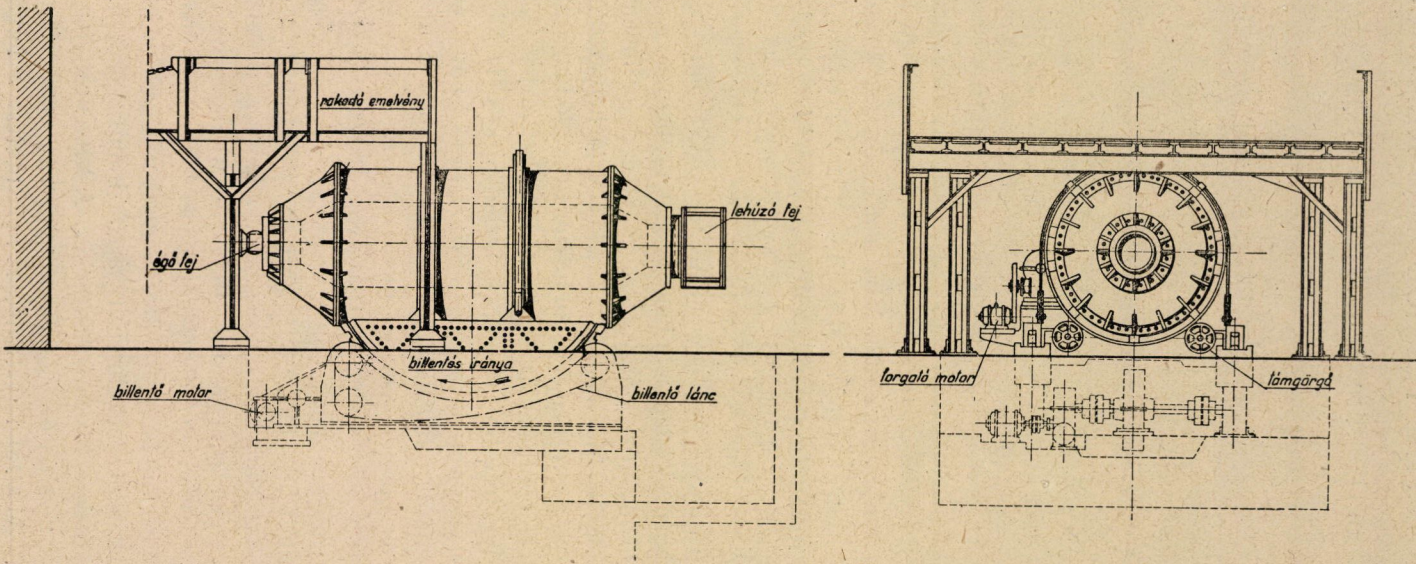
# RÉZFINOMÍTÁS FORGÓDOBOS KEMENCÉBEN

GELEJI SÁNDOR lev. tag és SCHEY JÁNOS

Az ércekből előállított nyers réz, valamint az újra feldolgozásra kerülő rézhulladékok számos olyan szennyezőt tartalmaznak, amelyek mind hideg, mind meleg állapotban lehetetlenné teszik a képlékeny alakítást. E szennyezések eltávolítása lényegében oxidáló olvasztással és ezt követő redukcióval történik. A folyamat elvégzésére használt klasszikus eszköz az álló lángkemence, amelyben a betét a művelet egész tartama alatt nem változtatja helyzetét. Az 1930-as évek elején Csepelen az akkori Weiss Manfréd Fémművekben *Gottschalk Károly* kezdeményezésére a vasöntő iparban használt, *Brackelsberg*-rendszerű forgódobos kemencét rézfinomításra alkalmazták [12, 14]. A forgódobos kemencének számos előnye van az álló lángkemencével szemben, az ezzel kapcsolatos kérdések tisztázására *dr. Geleji Sándor* rendszeres üzemi méréseket végzett. A jelen dolgozat célja e mérési eredmények alapján a kemencében végbemenő folyamatoknak és a kemence hőgazdálkodásának tárgyalása, majd ezek eredményeit leszűrve, a kemence méretezésének tudományos alapokra való helyezése.

Rézfinomításra a múltban egyedül használatos álló lángkemencék 30—400 t befogadóképességgel épülnek. Az ily méretű kemencékben elsősorban primér és elektrolit-réz finomítása történik, a rézhulladékok feldolgozására kisebb, 8—30 t befogadóképességű kemencék használatosak, mivel ezek a hulladékfeldolgozás feladataihoz jobban alkalmazkodnak. Éppen ez utóbbi téren jelent nagy fejlődést a forgódobos kemence használata. Az első forgódobos kemence 10 t névleges befogadóképességű volt, az evvel szerzett tapasztalatok alapján számos kemence épült a világ minden részén 3—60 t befogadóképességgel. [1, 2, 3] E kemencék alkalmazási területe az évek folyamán erősen kibővült, hulladékrez átolvasztásán kívül rendszeres alkalmazást találtak primér-réz feldolgozásánál, és elektrolit-réz finomításánál, wirebar-öntésénél is.

A forgódobos kemence (*1. ábra*) lényegében két végén kúposan összeszűkülő henger. A köpeny acélöntésű, vagy kazánlemezről hegesztve készül. A döngölt bélés szabad terjeszkedésének biztosítására a kúpos részek ólomlátétes csavarokkal csatlakoznak a középső hengerhez. A kemencetesten levő két gyűrű villamos motorral meghajtott görgőkön nyugszik, ennek folytán a kemence percnként egy fordulattal forgatható. A kemencetest a forgatóművel együtt



1. ábra. Forgódobos rézfinomító kemence. (GORA-típus, szerk. Geleji S.)

erős, két körcikkből álló keretbe van beépítve, ennek segítségével a kemence függőleges irányban buktatható. Az égőfejet és a füstlevezőt elfordítható ajtóban helyezik el, hogy a kemence buktatását ne akadályozzák. Az adagolás emelvényről történik, a salakozóvödröket, buzgatófát és öntőüstöt daru tartja a kívánt magasságban.

A forgódobos kemencében végbemenő kémiai folyamatok ugyanazok, mint az álló lángkemencében, jellegzetes azonban az egyes műveletek időtartamának nagymérvű csökkenése.

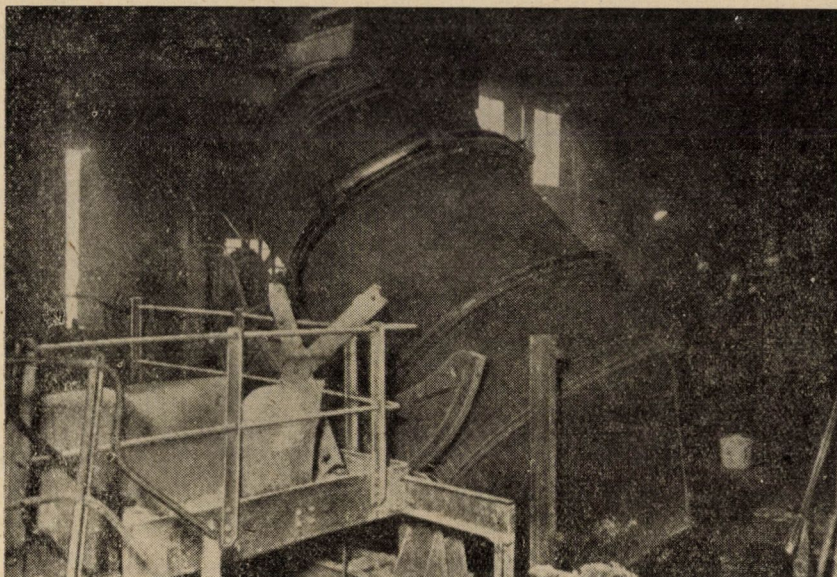
A rézfinomítás lényegében a következő műveletekből áll :

	A művelet időtartama	
	álló kemencében	forgódobos kemencében
1. adagolás.....	1—3 óra	20'—1½ óra
2. olvasztás.....	8—11 óra	1—2 óra
3. oxidálás és salakozás.....	3—5 óra	40'—2½ óra
4. buzgatás.....	2—3 óra	30'—1 óra
5. öntés.....	4—9 óra	20'—2 óra

A teljes adagtartam tehát álló lángkemencében rendszerint 24 óra [4, 5], kedvezőtlen esetben ennél is több, ugyanakkor forgódobos kemencében 3—6 óra, s csak igen ritkán, szélső esetekben növekszik ez az idő 12 órára.

A berakás az álló lángkemencébe az adagoló ajtókon keresztül történik, kisebb kemencéknél kézíróvel, nagyobb kemencéknél gépesítve, berakódaruk segítségével. A forgódobos kemencébe az adagolást buktatott állapotban végezzük (2. ábra) a magasabban elhelyezett adagolószintről. A berakáshoz elegendő, ha a rezet egyszerűen a kemence szájába borítjuk, az adag egyenletes elhelyezkedéséről a kemence forgatásával gondoskodunk. Ez a módszer az adagolási időt erősen csökkenti, nyersrész tömbök, továbbá jól csomagolt hulladék 20—25 perc alatt beadagolható a 10 tonnás kemencébe. Terjedelmes hulladék, kuszált drótkötegek berakása arányosan több időt vesz igénybe, emellett ezek a kemence térfogatát is hamar kitöltik; ilyenkor a berakást részletekben kell elvégezni közbenső olvasztással.

A berakást követő művelet a beolvasztás. Ennek tartama alatt meg kell olvasztani a beadagolt rezet, túl kell hevíteni mintegy 80 C°-kal, pótolni kell a kemencetestben a berakás időszaka alatt jelentkező melegvesztéseket, továbbá, a kemence beolvasztás alatti hővesztéseit. Álló lángkemencében a füstgázok által érintkezés és sugárzás útján leadott meleghez csak a boltozat sugárzó hatása járul hozzá, a fenék felől az adag hűl. Ennek megfelelően a beolvadási időtartam hosszú, és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztás nagy. Így pl. a 10—25 tonna befogadóképességű álló lángkemencék a bevezetett melegnek csupán



2. ábra. Adagoláshoz buktatott kemence. (Murex, Thomas-típus)

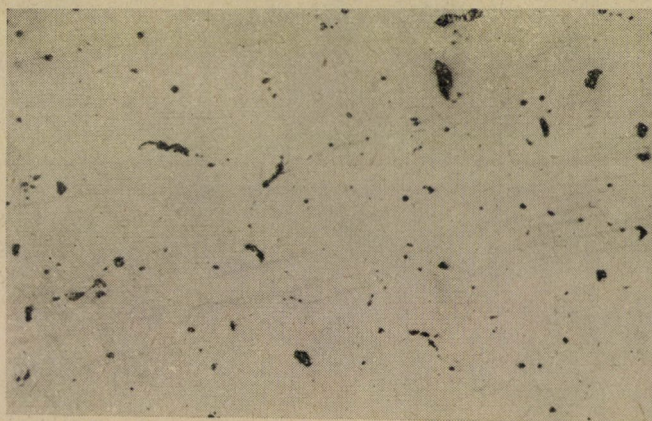
6—15%-át hasznosítják a réz hőtartalmának növelésére [6]. A forgódobos kemencében evvel szemben a kemence forgatásával mindig új és új bélésrészlet érintkezik az adaggal. Az adag tehát alulról nem hűl, hanem éppen ellenkezőleg a bélés által átadott meleg segítségével sokkal rövidebb idő alatt megolvad. A kemence forgatásának másik nagy előnye, hogy az adag felmelegedésével egyidejűleg a bélés rendszeresen lehűl, ennek folytán nagyobb hőmérsékletű lánggal dolgozhatunk, és az időegységben térfogategységként felszabaduló meleg mennyisége lényegesen több lehet, mint álló lángekemencében. Ezeknek a tényezőknek a mennyiségtani vizsgálatával a kemence hőmérlegének tárgyalása során fogunk foglalkozni. A finomítási folyamat célja a szennyező elemek elsalakítása, éppen ezért már a beolvasztás kezdetétől oxidáló lánggal dolgozunk, s evvel a tüzelőanyag tökéletlen elégéséből származó melegveszteségeket elkerülhetjük.

Az adag nagyobb részének megolvadása után az oxidáció meggyorsítása végett a fémfürdő felületére levegőt fújtatunk. A forgódobos kemencénél ez oly módon történik, hogy az égőfej mellett kétoldalt levő nyílásokon 0,7—1,5 atm-ás levegőt vezetünk be tűzálló acélcsöveken. Az oxidálás periódusa alatt a tüzelést fenntartjuk, hogy az adag a szükséges mértékig túlhevülhessen, és ugyanakkor pótoljuk a kemence sugárzási veszteségeit és az oxidáló levegő felesége által elvitt meleget. A művelet tartama alatt a kemencét állandóan forgásban tartjuk, evvel megakadályozzuk a boltózat túlhevülését és növeljük a betét felé irányuló hőátadás mértékét. A fürdő felületére fúvott levegő oxigénje a rézzel kupro-

oxidot ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) ad. Ez utóbbi igen gyorsan diffundál a rézfürdőben és annak minden részébe eljutva a réznél kevésbé nemes szennyezőket oxidálja. A rézben nem oldódó oxidok könnyebb fajsúlyuknál fogva a felszínre emelkednek és a kemence bélésének savanyú anyagával higanyfolyó szilikátsalakot adnak.



a



b

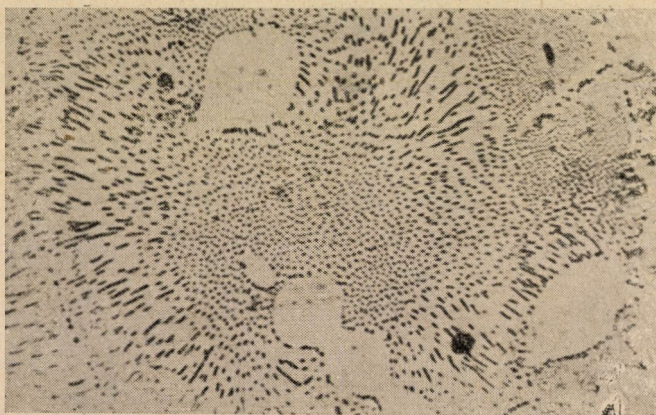
3. ábra. (a) A beolvasztás után vett meritőpróba képe, (b) mikroszkópi csiszolata ( $140\times$ ),  
 $\text{O}_2 \cong 0,08\%$

Erősen szennyezett rézféleségek feldolgozásánál előnyt jelenthet a bázisos kemencebélés a tartósság szempontjából, azonban a savanyú bélés a hulladékfeldolgozás lebonyolítására jobban megfelel, jobb minőségű végterméket ad, így tárgyalásainkat a gyakorlatban leginkább elterjedt savanyú bélésű kemencére

vonatkoztatjuk. Általános tapasztalat szerint béléanyagul legjobban az egyenletes minőségű, kb. 87—93%  $\text{SiO}_2$  és 3—5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú döngölőanyag felél meg. Ez egyszerű nedvesítéssel, vagy némi vízűveg hozzáadásával jól döngölhető, olvadáspontja legalább 1600 C°. A hőmérsékletingadozásokat jól bírja,



a



b

4. ábra. (a) Kéndioxidtól duzzadó oxidációs próba, (b) csiszolata (140 $\times$ ).  $\text{O}_2 = 0,35\%$  mechanikai behatásokkal szemben érzéketlen, hővezetőképessége kicsi. A bélés élettartama elsősorban a feldolgozott réz minőségétől függ, általában 40—120 adagot bír ki.

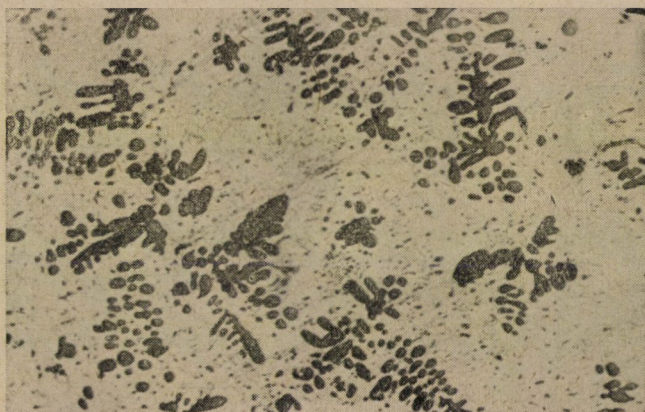
Az oxidáció menetét itt is merítőpróbákkal ellenőrizzük. Beolvasztás után a merítőpróba felülete a kiszabadulni igyekvő gázok, elsősorban kéndioxid



hatására hólyagos, szabálytalan alakú, a próbának a törete zárványokat tartalmaz, színe nem egyenletes (3. ábra). Az oxidáció előrehaladásával intenzívebb lesz a kéndioxid-fejlődés, mert a  $\text{Cu}_2\text{O}$  és  $\text{Cu}_2\text{S}$  egymáshatásából szín-réz kiválása mellett  $\text{SO}_2$  szabadul fel. A merítőpróba erősen duzzad (4. ábra), a töretében nagy gázhólyagok találhatóak. A nagy mennyiségben jelenlevő



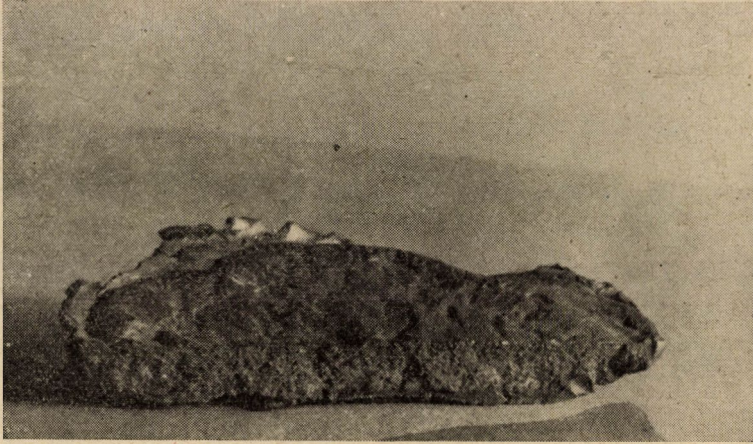
a



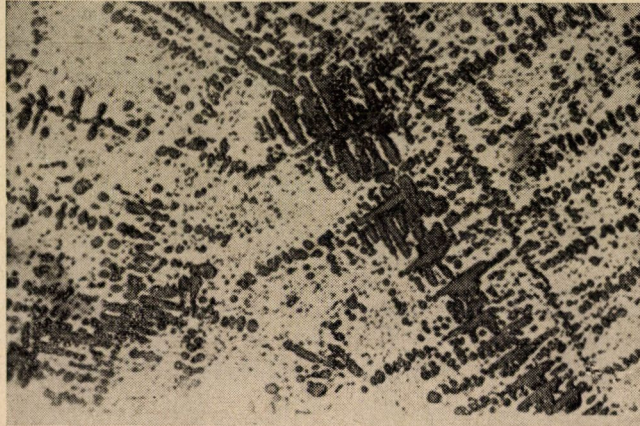
b

5. ábra. (a) Merítőpróba az oxidáció befejezése előtt, (b) Csiszolat (140 $\times$ ).  $\text{O}_2 \cong 2,00\%$  szennyezők eltávolítása általában gyorsan indul meg, a folyamat azonban a szennyezők mennyiségének csökkenésével állandóan lassul. Kismennyiségű szennyezések eltávolítására a fürdő oxigéntartalmát aránytalanul kell növelnünk, és ennek megfelelően nagyobb mennyiségű réz is jut a salakba. A legtisztább rezeknél kb. 0,6—0,9%  $\text{O}_2$  tartalomig szokás oxidálni, szennyezettebb rezeknél néha 3%-on túl is (5. ábra). Az oxidáció befejezésekor a merítőpróba már nem duzzad, töretében sem gázhólyagok, sem elszíneződések nem láthatók (6. ábra),

a töret durvakristályos, téglavörös színű. Az egyes szennyezések viselkedésére vonatkozóan *Wanjukow* [7] végzett alapvető munkát. A róla elnevezett diagrammban feltüntette az egyes szennyező elemek koncentrációjának változását az idő függvényében. Összehasonlítóképpen közlünk egy-egy diagrammot



*a.*

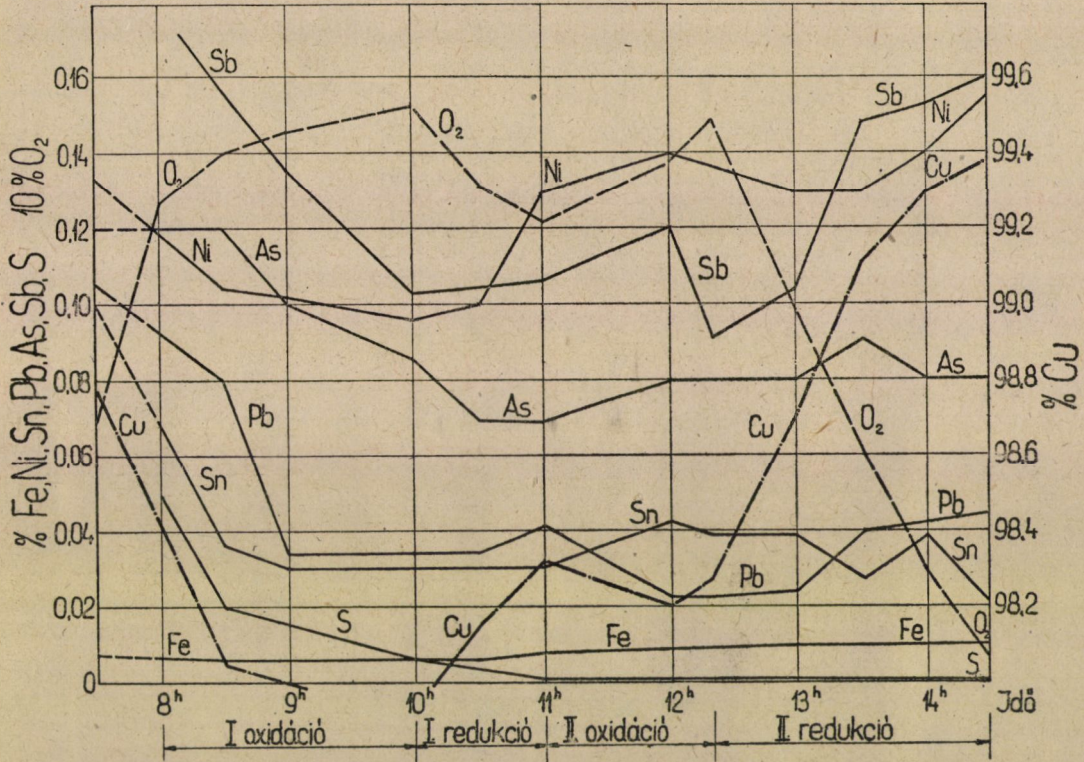


*b.*

6. ábra. (a) Az oxidáció befejeződött, (b) Csiszolat (140×).  $O_2 \cong 3,00\%$

(7. és 8. ábra) az álló és a forgódobos kemencében végbemenő folyamatról. A leglényegesebb különbség abban mutatkozik, hogy a forgódobos kemencében a fűrdő sokkal gyorsabban telítődik oxigénnel, s ennek folytán a szennyezések is gyorsabban távoznak el. E jelenség okát vizsgálva, meg kell állapítanunk, hogy a forgódobos kemencében az egy tonna betétre jutó szabad fűrdőfelület nem nagyobb, mint a hasonló befogadóképességű álló lángkemencékben;

a folyékony fém kis viszkozitása miatt a kemence forgatásával számottevő örvénylés nincs, a tényezőknek tehát nagy jelentőségük nincsen. Gyorsítja azonban az oxidációt az aránylag nagyobb, 1160—1200 C°-os hőmérséklet, amely a minden oldalról fűtött rézfürdőben uralkodik, szemben az álló kemencében uralkodó Wanjukow megállapította 1090—1110 C°-os hőmérséklettel.



7. ábra. A szennyezések eltávolítása álló lángkemencében.

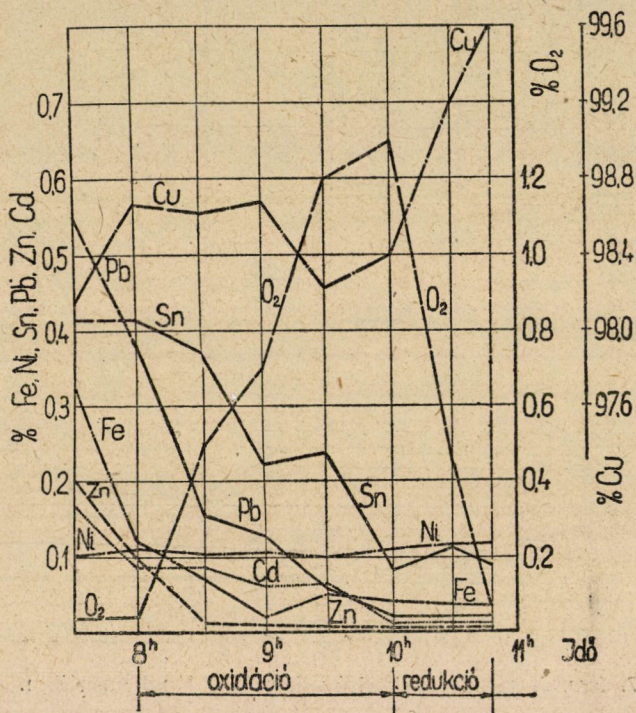
Ez önmagában még nem okolná meg az oxidációs időnek felére-harmadára való csökkenését. Fel kell tételeznünk, hogy a kemencebélés is résztvesz az oxigén közvetítésében. A friss bélés u. i. még az első adagok alatt finoman átítatódik rézzel, ez utóbbi az oxidáló atmoszférában a felületen  $\text{Cu}_2\text{O}$ -vá alakul. A kemence forgatásával ez a réteg a fémtürdő alá kerülve, azt alulról frissíti. A feltűnően gyors oxidációt csak így lehet magyarázni.

Az egyes szennyezések a forgódobos kemencében ugyanúgy viselkednek, mint az álló lángkemencében, így ezzel részletesebben nem foglalkozunk.

A finomítási folyamatban résztvevő legfontosabb elem az oxigén, amely a rézzel  $\text{Cu}_2\text{O}$  alakjában eutektikus elegyet alkot. A szennyezések eltávolítása érdekében oxigénfelesleggel dolgozunk, az így kapott réz azonban nem alakít-

ható, ezért a finomító eljárás következő lépéseként a salak eltávolítása után megkezdjük a redukciót, az ú. n. buzgatást.

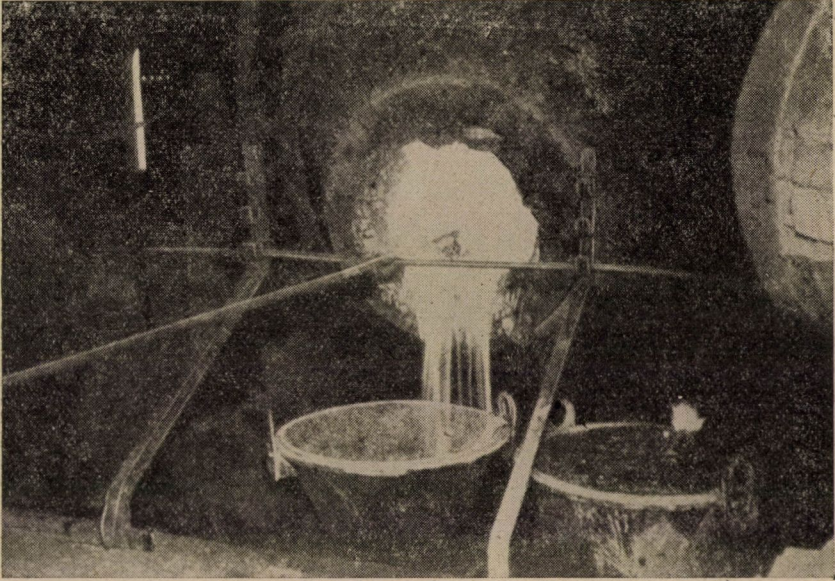
A salak eltávolítása végett a kemence forgatását megszüntetjük, eltávolítjuk a fúvócsöveket, elfordítjuk a tüzelő és a füstlevező ajtót, majd a füstlevező nyílás alá helyezük a salakozó vödröket. Ezután a kemencét addig buktatjuk, amíg a fürdő felszíne a nyílást el nem éri, majd hosszúnyelű kaparóval



8. ábra. A szennyezések eltávolítása forgódobos kemencében

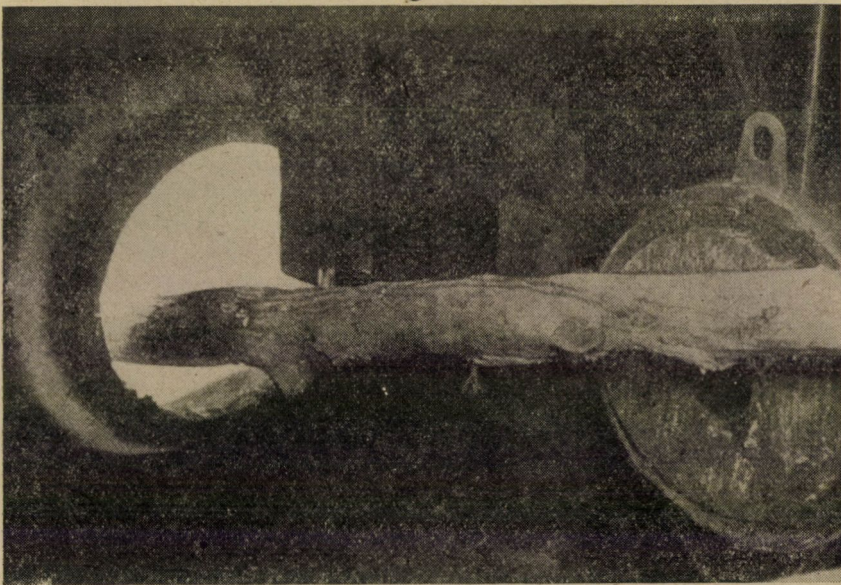
a salakot lehúzzuk (9. ábra). A kemencét vízszintes helyzetbe visszabillentve, megkezdődhet a buzgatás.

A buzgatás véghezvitelére legjobban a nyers nyirfatörzs felel meg, amelyet a kemence valamely nyílásán keresztül a fürdőbe merítünk (10. ábra). A fürdő melege a fát lepárlásnak veti alá, a felszabaduló gázok ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $H_2$  és szénhidrogének) a fürdőt átkeverik és  $Cu_2O$  tartalmát redukálják. A redukció menetét is merítőpróbákkal ellenőrizzük. A merítőpróbák célja a réz alakíthatóságának megállapítása, e végből a merítőpróbát meleg állapotban lapítjuk és egymásra hajtjuk. A redukció kezdetén a próba még törik (11. és 12. ábra). Csökkenő oxigéntartalommal a melegen való hajlítás már sikerül, erre a hajlított



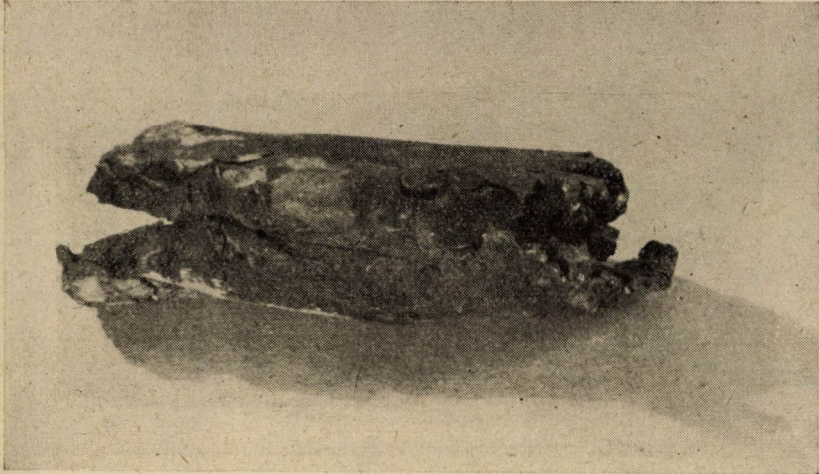
9. ábra. Salaklehúzás a buktatott kemencéből (Murex)

próbát lehűtjük, bemetsszük és hidegen hajlítjuk (13, 14, 15 ábra). Az adag akkor kész, amikor a próba a négyréthajlítást repedés nélkül kibírja (16. ábra). A próba törete jellegzetesen rózsaszínű, finom sugaras kristályos, selyemfényű.



10. ábra. Buzgatás az égőfej oldaláról (Murex)

A réz akkor 0,025—0,08% oxigént tartalmaz és megdermedése úgy megy végbe, hogy az öntött tuskók felülete teljesen sík. Ez a fémek öntésénél szokatlan jelenség a következő okokra vezethető vissza [4]: A réz oxigéntartalma a mindig jelenlevő minimális oldott hidrogénnel részben vízgőzzé változik, amely



a



b

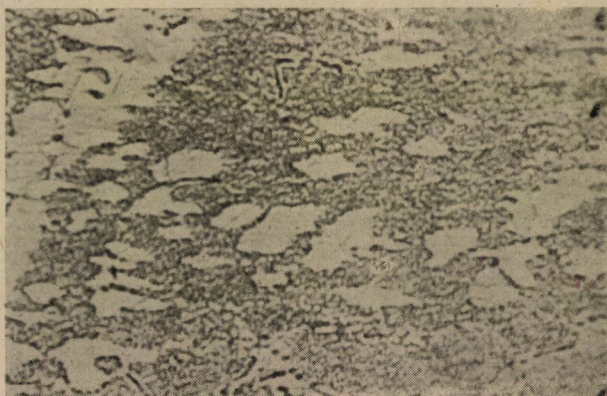
11. ábra. (a) Redukció kezdete: a próba a meleglapítást alig, a hajlítást egyáltalában nem bírja, (b) Csiszolat (140×).  $O_2 \cong 0,60\%$

a megdermedéskor felszabadulva, mikroszkópi méretű hólyagokat hagy vissza, ami a megszilárdulásakor beálló térfogatsökkenést ellensúlyozza. A gyakorlatban a réz mindig tartalmaz elegendő hidrogént ennek a folyamatnak a véghezvitelére, az esetleg feleslegben levő hidrogén a megdermedés kezdetekor a fürdőből vízgőz alakjában szabadul ki, és ezzel a gyakorlatban jól megfigyelhető finom sziporkázást idézi elő. Sík felület keletkezését a fürdő kéntartalma

megnehezíti vagy lehetetlenné is teheti. A kritikus kéntartalom ezred %-okban fejezhető ki, és amennyiben ennél több van a rézben, könnyen mutatkozik a túlbuzgatás jelensége. Az öntött tuskók megdermedésekor a réz felpuffad, szélső esetben rózsaszerűen kinyílik. A túlnagy kéntartalmú réz az oxigén-



a

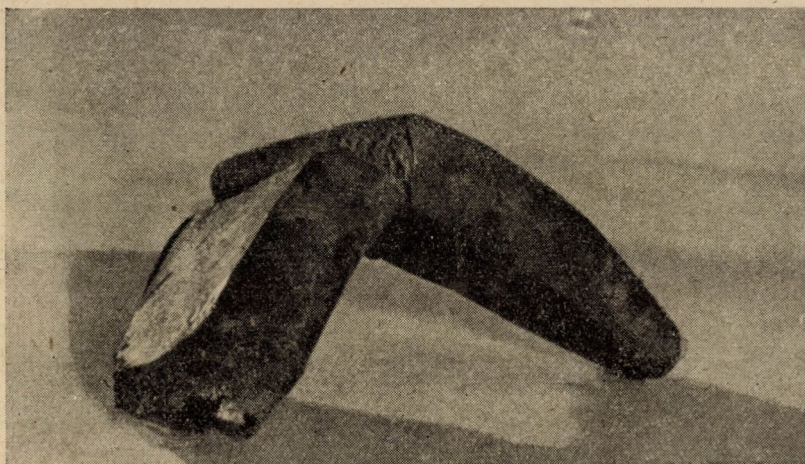


b

12. ábra. (a) Redukció: a próba a meleghajlítást még nem bírja,  
(b) Csiszolat (140×).  $O_2 \cong 0,30\%$

tartalom szabályozásával sem menthető meg, ezért újra kell raffinálni. A forgódobos kemencében a buzgatás alatt a tüzelést már megszüntetjük, mert a szükséges hőmérsékletet a kemence fűtés nélkül is tartja. Éppen ezért a tüzelőanyag kéntartalma gyakorlatilag közömbös, az adag helyes vezetésénél a fürdő felvette kén a tüzelés megszüntetése után eltávozik. Fentiek bizonyítására kísérleteket végeztünk oly módon, hogy a fűtőolaj kéntartalmát 1, 2, ill. 3%-ra

emeltük és mindegyik fajtával egy-egy adag rezet finomítottunk. A tüzelést az oxidáció befejezése előtt megszüntetve, a réz kéntartalma rohamosan csökkent és a kénes tüzelőanyag egyedüli hatása az volt, hogy a kikészítés időtartama 20—30 peccel megnőtt.



*a*



*b*

13. ábra. (a) Redukció: a próbát már melegen jól lehet hajlítani,  
(b) Csiszolat (140×).  $O_2 = 0,25\%$

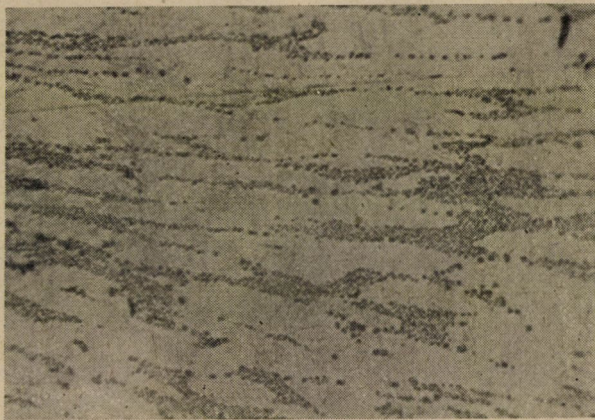
Mihelyt a meritőpróba megfelelő alakíthatóságot mutat, a fürdőt faszéntakaróval borítjuk és késedelem nélkül megkezdjük az öntést. Ha valamilyen ok miatt a buzgatás vagy öntés alatt a fürdő túlságosan lehül és emiatt újra megindítjuk a tüzelést, akkor a réz rohamosan visszaoxidálódik. Ez is valószínűleg nagyrészt a bélés aktív hatásának a következménye. Ilyenkor újra kell buzgat-



nunk. Kisebb méretű álló kemencéknél a rezet még ma is kanalakkal szokás kimerni, ez az eljárás lassú és nagy testi erőfeszítést kíván. A forgódobos kemencének egyik nagy előnye éppen abból adódik, hogy az öntés a kemence buktatásával történik (17, 18. ábra), így a kemence gyorsan kiüríthető emberi fizikai



a



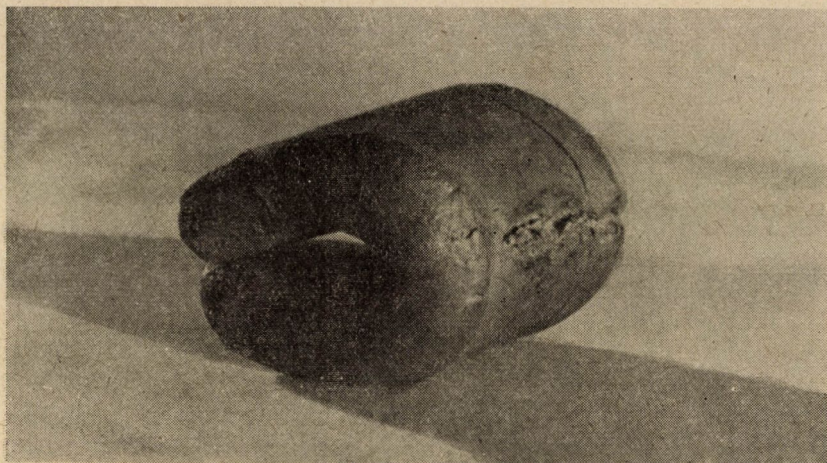
b

14. ábra. (a) Redukció : a próba hideghajlításkor eltörik, (b) Csiszolat (140×).  $O_2 = 0,15\%$

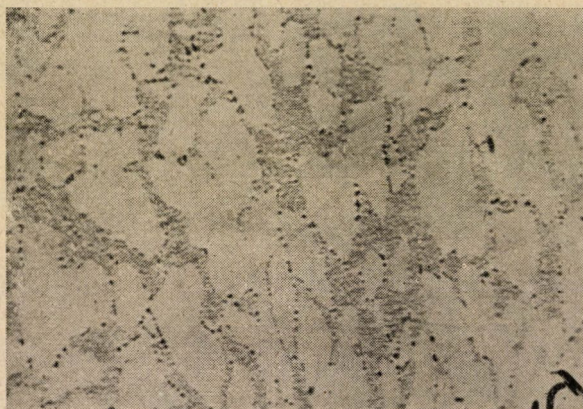
munka nélkül. Az öntés időtartama természetesen az öntőformák méretének a függvénye. Nagyméretű tömbök, melegen hengerlésre szánt lemeztuskók gyorsan leönthetők segédberendezés nélkül is. Kisméretű tömböcskék öntésénél a kemence üritése erősen meggyorsítható melegen tartó kemencék közbeiktatása segítségével [3]; ilyenkor ugyanis a kemence betétjét gyors egymásutánban üstökbe csapolják, és utána azonnal megindulhat a következő adag berakása. Az üstökből

a rezet a melegentartó kemencébe öntik, és a formába való öntés ez utóbbiból történik.

Mint már bevezetőben említettük, a forgódobos kemencében végbemenő folyamatok alapos tisztázására *Geleji* üzemi méréseket végzett. A kívánt cél



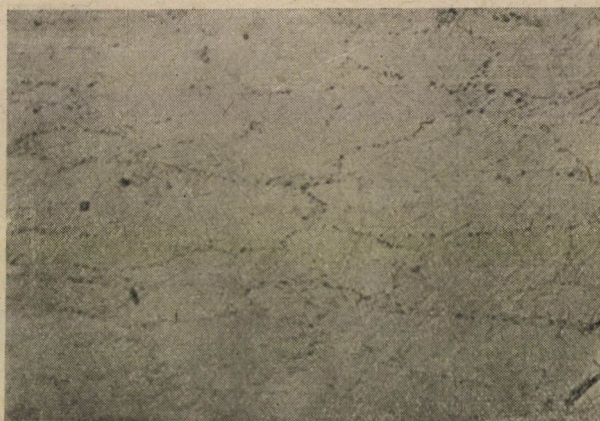
*a*



*b*

15. ábra. (a) Redukció: a próba hidegen hajlítható, de bereped,  
(b) Csiszolat (140×).  $O_2 = 0,12\%$

érdekében oly adag tartama alatt történtek a mérések, amely a forgódobos kemence programjára a legjellemzőbb, és így a kapott eredmények alkalmasak arra, hogy belőlük általános következtetéseket levonhassunk. A mérések kiterjedtek az adag metallurgiai ellenőrzésén kívül a kemence hőgazdálkodását jellemző tényezőkre is.

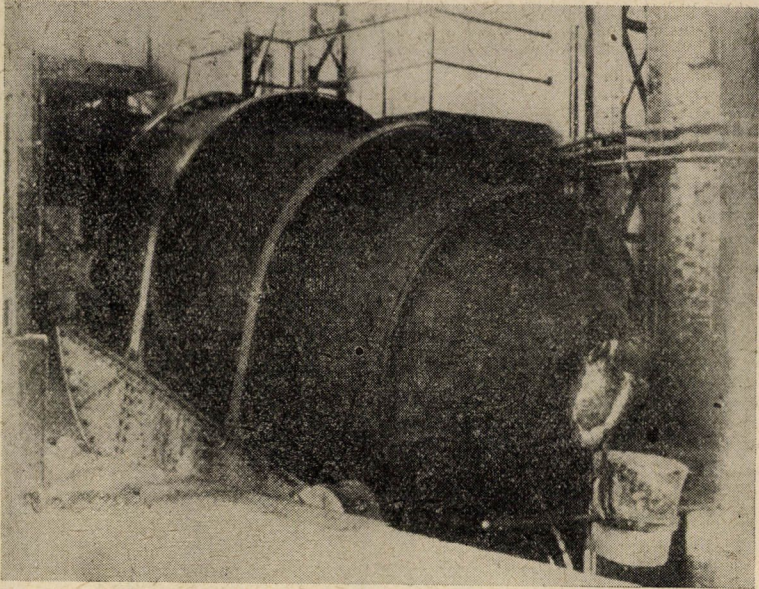
*a**b*

16. ábra. (a) Redukció befejezése : a próba hideg hajlításkor a bemetszés helyén sem reped,  
(b) Csiszolat (140 ×).  $O_2 = 0,08\%$

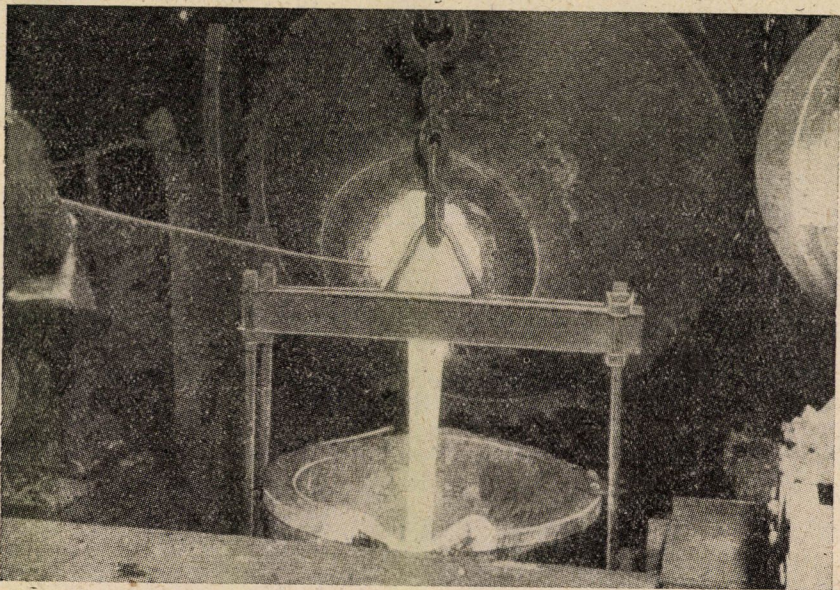
A kemence betétje a következő volt :

Pogácsába préselt rézhulladék .....	4620 kg
Pogácsába préselt elektroréz-hulladék .....	900 „
Tűzszekrény lemez-hulladék .....	2200 „
Katóda-hulladék .....	400 „
Rézforgács .....	1391 „
Angolréz (pogácsában).....	1000 „
Konverter-réz .....	500 „

A betét súlya összesen ..... 11011 kg



17. ábra. Öntéshez buktatott kemence (Cegedur; GORA-típus)



18. ábra. Öntés forgódobos kemencéből (Murex)

Az egyes műveletek időtartama a következő volt:

I. rakodás .....	9 h 20' — 9 h 56'
I. tüzelés .....	9 h 36' — 9 h 52'
II. rakodás .....	9 h 52' — 10 h 05'
II. tüzelés, beolvasztás .....	10 h 05' — 11 h 20'
Oxidáció .....	11 h 20' — 11 h 47'
Salaklehúzás .....	11 h 50' — 12 h
Redukálás .....	12 h — 12 h 36'
(A tüzelés befejezése 12 h 19'-kor)	
Öntés .....	12 h 40' — 13 h

A kihozatal a következő volt:

Lemzehengerlési tuskó .....	10291 kg
Salak 420 kg, 50% Cu .....	210 «
Hulladék a berakodásnál .....	311 «
Öntési hulladék .....	95 «
Káló .....	104 «
Összesen .....	11011 kg

A betét összetételének vizsgálata céljából a beolvasztás után, továbbá az oxidációs periódus alatt vett merítőpróbákat teljes elemzéssel vizsgáltuk, a redukációs periódusban vett próbáknak pedig oxigéntartalmát határoztuk meg. A próbák eredményei táblázatosan összefoglalva a következők voltak:

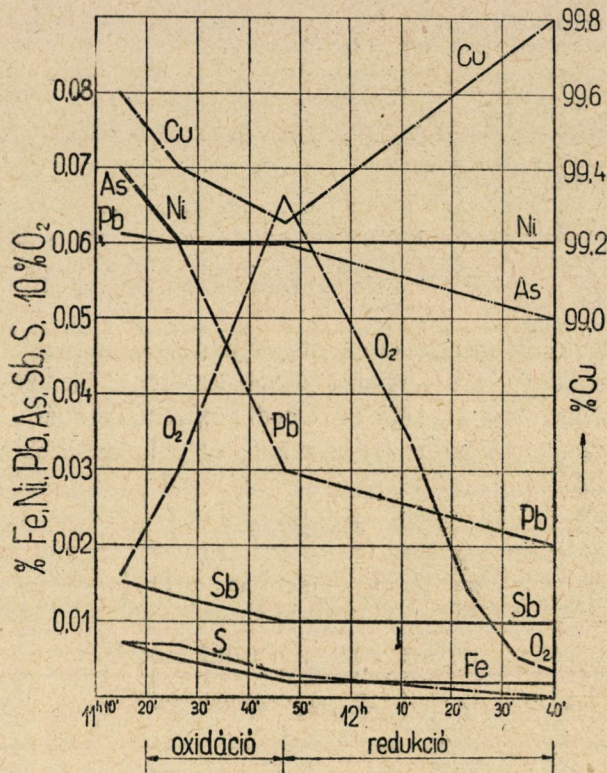
I. TÁBLÁZAT

	Idő óra perc	Cu	As	Sb	Pb	Ni	Fe	S	O <sub>2</sub>
Beolvasztási próba .....	11,15	99,59	0,07	0,015	0,061	0,07	0,007	0,007	0,16
I. oxidációs próba .....	11,26	99,40	0,06	0,013	0,060	0,06	0,005	0,007	0,30
II. oxidációs próba .....	11,47	99,25	0,06	0,010	0,030	0,06	0,002	0,004	0,66
I. redukációs próba .....	12,12	—	—	—	—	—	—	—	0,33
II. redukációs próba .....	12,23	—	—	—	—	—	—	—	0,14
III. redukációs próba .....	12,33	—	—	—	—	—	—	—	0,054
Készpróba .....	—	99,80	0,05	0,010	0,020	0,06	0,002	—	0,034

A 19. ábrán diagrammba foglaltuk az értékeket.

Az egyes alkotórészek mennyiségének időbeli változása nem mutat eltérést a megszokott, álló kemencékben véghezmenő folyamathoz képest. Jellemző azonban, mint ezt már előbb is említettük, hogy a fürdő igen gyorsan telítődik oxigénnel. A fürdőről lehúzott salak, melynek réztartalma kerekén 50%, ebből színréz alakjában 6%-ot tartalmaz. Ez kissé nagyobb a savanyú kemencékben képződő salak szokásos réztartalmánál. A kísérlet alatt mértük az oxidáló levegő mennyiségét, így megközelítőleg kiszámíthatjuk az oxidáció hatásfokát. A fúvócsöveken percenként 15 m<sup>3</sup> levegő áramlott a fémfürdő felületére, a 27 percig tartó művelet alatt tehát 405 m<sup>3</sup>. Ennek súlya 405 · 1,29 = 520 kg, a benne levő oxigén súlya 520 · 0,24 = 125 kg. Ugyanezen idő alatt a II. táblázat szerint a kb. 10 500 kg súlyú fémfürdő oxigéntartalma 0,66—0,16 = 0,5%-al, vagyis 10 500 · 0,005 =

= 52,5 kg-al nőtt. A salak nagyobb része is az oxidációs periódusban keletkezik. A salak oxigéntartalmából a  $\text{SiO}_2$  alakban kötött a béléből származik, a szennyezőelemek oxidjai pedig már részben a beolvasztás alatt keletkeznek, ezért egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy csak a kb. 50%  $\text{Cu}_2\text{O}$ -hoz kötött



19. ábra. A szennyezések eltávolítása a kísérleti adagból

$420 \cdot 0,5 \cdot 0,11 = 23$  kg oxigén származik a fűvólevegőből. A bevezetett 125 kg oxigénből tehát összesen  $52,5 + 23 = 75,5$  kg-ot, kerekén 60%-ot emészt fel a metallurgiai folyamat. Ha a levegő nitrogéntartalmát is figyelembe vesszük, úgy 14,5% az oxidáció határfoka. Ez az álló kemencékben mutatkozó oxidációs határfoknak [6] több mint kétszerese. E kedvező érték valószínű magyarázatával a kemencében végbemenő folyamatok tárgyalásánál már foglalkoztunk.

A kemence hőgazdálkodásának ellenőrzésére mértük a finomítási folyamat teljes tüzelőanyagfogyasztását, ami 513 kg fűtőolaj volt. A tüzelés összideje 140 percre terjedt, eszerint a kemencében óránként 220 kg olaj égett el. A kemence lángterének a hőmérsékletét mind a tüzelőoldalon, mind az öntőnyílás oldalán több ízben mértük oly módon, hogy a pirométer kb. 500 mm-re nyúltott be a kemencébe. Az oxidációs periódus végén, tüzelés alatt, a tüzelő oldalon

1380 C°, az öntőnyílás oldalán 1210 C° volt a kemencetér hőmérséklete. A redukció folyamán, tüzelés nélkül, a lángtér 1180 C° hőmérsékletű, az öntés kezdetére ez kb. 1140 C°-ra süllyed.

A távozó füstgázok hőmérsékletét, továbbá az elégést jellemző alkotórészek mennyiségét a II. táblázat mutatja.

## II. TÁBLÁZAT

*A kemencéből távozó gázelegy hőmérséklete és összetétele*

Hőmérséklet	A próbavétel ideje óra, perc	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO%	H <sub>2</sub> %
850 C° ...	I. 10,37	10,2	4,8	0,0	0,0 beolvadás közben
1020 C° ...	10,55	—	—	—	— beolvadás közben
1050 C° ...	11,00	—	—	—	— beolvadás közben
1170 C° ...	II. 11,15	11,8	2,8	0,0	0,0 beolvadás befejezése
1190 C° ...	III. 11,32	10,2	4,6	0,0	0,0 oxidáció alatt
1210 C° ...	11,47	—	—	—	— oxidáció végén

A távozó füstgáz éghető alkotórészt nem tartalmaz, az égés tehát a kemencetérben teljesen befejeződik.

A kísérlet folyamán mértük a kemence falának külső hőmérsékletét, ez a finomítási folyamat tartama alatt lényegesen nem változott. A felület több helyén mért hőmérsékletek átlaga 135 C°, a legnagyobb eltérés a középértéktől 2—3 C° volt.

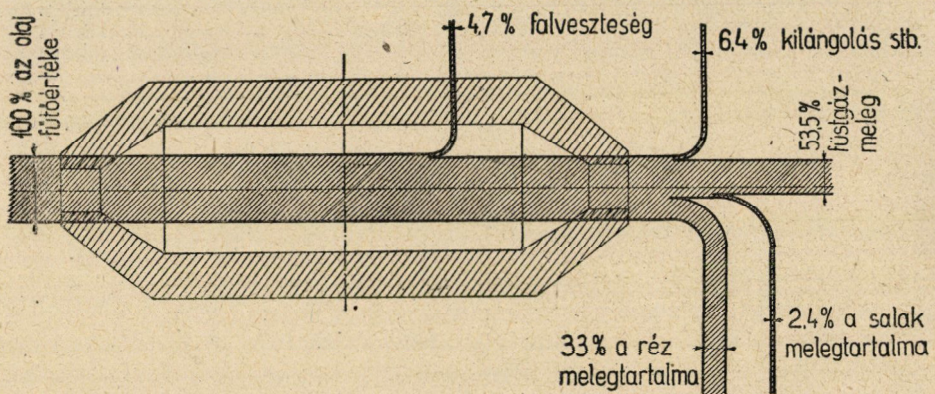
A fenti adatok alapján felállíthatjuk a kemence hőmérlegét. Melegbevitelként csak a fűtőolaj 10 460 kcal/kg-os fűtőértékét vesszük figyelembe, a betét érzékelhető melege és az oxidációs hő oly kicsi, hogy számításainkban elhanyagoljuk. Ezt annál inkább megtehetjük, mert a hőkiadások oldalán is jelentkeznek számításal meg nem határozható, járulékos veszteségek (pl. a redukció folyamán távozó gázokkal elvitt meleg, stb.). A hőmérleg kiadási oldalán hasznos bevitelként jelentkezik a leöntött réz melegtartalma. A legjelentősebb melegveszteség a füstgázokkal elvitt érzékelhető meleg.

Meglepően kicsi a kemence falán át sugárzás és áramlás útján a környezetnek leadott meleg. Ez annak tulajdonítható, hogy a kemencetést hőmérséklete nem nagy, ugyanakkor a kemence alakja miatt felülete térfogatához képest kicsi. A hőveszteségek közül meg kell említenünk a számítás útján meg nem határozott, maradéktagként feltüntetett egyéb veszteségeket. Ezek aránylag nagyoknak tűnnek fel, figyelembe kell azonban venni, hogy mind az égőoldali, mind a füstlelőoldali kemenceajtót a tartósság megnövelésére vízzel kell hűtenünk, ugyanakkor pedig az égőoldali ajtó mentén meglehetősen nagy ki-lángolási veszteség mutatkozik.

A mondottak figyelembevételével a kemence hőmérlege a következő:

Melegbevétel:		
	kcal	%
513 kg olaj, á 10 460 kcal/kg .....	5 370 000	100
Melegkiadás:		
A leöntött réz melegtartalma		
$10\,386 \cdot (162 + 0,115 \cdot 80) =$ .....	1 770 000	33,0
Füstgázok érzékelhető melege: $513 \cdot 5600 =$ ...	2 870 000	53,5
44 m <sup>2</sup> felület melegvesztése .....	252 000	4,7
A salak melegtartalma .....	130 000	2,4
Kilángolás stb., mint maradék tag .....	348 000	6,4
Melegkiadás összesen .....	5 370 000	100

A 20. ábra a hőmérleg egyes tételeit érzékelteti.



20. ábra. A forgódobos kemence hőmérlege a kísérleti adag alapján

A következőkben részletesen megvizsgáljuk a hőmérleg egyes tételeit és megkísérelünk általános érvényű következtetéseket levonni.

A hőmérleg legmeglepőbb eredménye az, hogy a kemence termikus hatásfoka több mint 30%. Ha ezt összehasonlítjuk hasonló méretű álló lángkemencék hőmérlegével, azt találjuk, hogy azok a bevezetett melegmennyiségnek csupán 6—15%-át hasznosítják [6]. A hőkihasználás növelése álló kemencéknél csak a füstgáz melegének egyébirányú kihasználása (gőzfejlesztés, levegő előmelegítés) révén lehetséges. A legkorszerűbb, nagyméretű lángkemencék is 9% olajat kívánnak a raffináló művelethez [4, 8], ugyanakkor a forgódobos kemence a kísérleti adag tartama alatt csupán 5%-ot fogyasztott. Szennyezettebb réz feldolgozásánál természetesen a forgódobos kemence tüzelőanyagfogyasztása is nagyobb, de hosszú évek tapasztalata szerint 10% fölé csak a legkritkább esetben emelkedik. E meglepő tény magyarázatára meg kell vizsgálnunk a hőközlés módját az álló és forgódobos kemencében. Álló kemencében a hőközlés egyedül a fürdő felszínén keresztül történik. Itt főleg csak a kemenceboltozat sugárzó hatása érvényesül, és csak itt tudja a füstgáz leadni melegének egy részét. Mihelyt



vastagabb salakréteg keletkezik a felületen, a hőátadás már lényegesen lassul. Forgódobos kemencénél a fürdő felületén keresztül történő hőközlésnek alárendelt szerepe van, és a betét felmelegítése nagyobbbrészt a bélés útján történik. A kemence forgatása folytán az adag mindig meleg bélésrészleggel érintkezik, és a réz jó hővezetőképessége következtében az átadott meleg az adagot gyorsan felmelegíti. Számszerűen meglehetősen nehéz kifejezni e viszonyokat, mivel a hőátadási tényezők csak megközelítően határozhatók meg, ez a megközelítő pontosságú számítás azonban céljainkra teljesen elegendő. Legyen a kemencében helyetfoglaló fémfürdő szabad felülete  $f_1$ , a béléssel érintkező felület  $f_2$ , a kemencebélés egész felülete  $F_b$ . A fürdőnek a kemenceatmoszférával érintkező felületén átadott meleg [10]

$$q_1 = \alpha_1 \cdot f_1 \quad [\text{kcal/sec}] \quad (1)$$

ahol  $\alpha_1$  = a melegátadási tényező a láng és a betét között, a betét szabad felületének négyzetméterére vonatkoztatva. Jelen esetben értéke kb.  $12 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{sec}$ .

Példánkban tehát

$$q_1 = 12 \cdot 5,5 = 66 \text{ kcal/sec}$$

Álló kemencében csak ez a meleg állna rendelkezésre a betét felmelegítésére, viszont forgódobos kemencében ehhez járul még a bélésből átadott meleg mennyisége. A hőközlésben résztvevő bélés felülete egy óra alatt

$$Q = \Theta \cdot F_b \cdot n \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot \lambda \cdot c \cdot \gamma \cdot i_0} \quad [\text{kcal/h}] \quad (2)$$

meleget ad át a fürdőnek [11].

Fenti képletben

$\lambda$  = a kemencebélés melegvezetési tényezője  $\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}^\circ$

$c$  = a kemencebélés fajhője  $\text{kcal/kg} \cdot \text{C}^\circ$

$\gamma$  = a kemencebélés fajsúlya  $\text{kg/m}^3$

$i_0$  = egy periódus (körülforgás) ideje h

$\Theta$  = a kemencebélés legnagyobb felületi hőmérsékletingadozása a középértéktől számítva  $\text{C}^\circ$

$F_b$  = a melegátadásban egy periódus (körülforgás) folyamán résztvevő felület  $\text{m}^2$

$n$  = a periódusok száma óránként.

A kísérleti kemence savanyú bélésű, a belsejében uralkodó átlag  $1300 \text{ C}^\circ$  hőmérséklet mellett

$$\lambda = 1,4 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}^\circ$$

$$c = 0,285 \text{ kcal/kg} \cdot \text{C}^\circ$$

$$\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$$

A kemence percenként végez egy fordulatot, tehát

$$n = 60/h$$

$$i_0 = \frac{1}{60} = 0,0167 h$$

A bélés hőfokingadozása 1110—1400 C°,

$$\Theta = \frac{1400 - 1100}{2} = 150 \text{ C}^\circ, \quad F_b = 22 \text{ m}^2$$

Fenti értékek behelyettesítésével

$$Q = 150 \cdot 22 \cdot 60 \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot 1,4 \cdot 0,285 \cdot 2200 \cdot 0,0167 = 600\,000 \text{ kcal/h}$$

A másodpercenként átvitt meleg

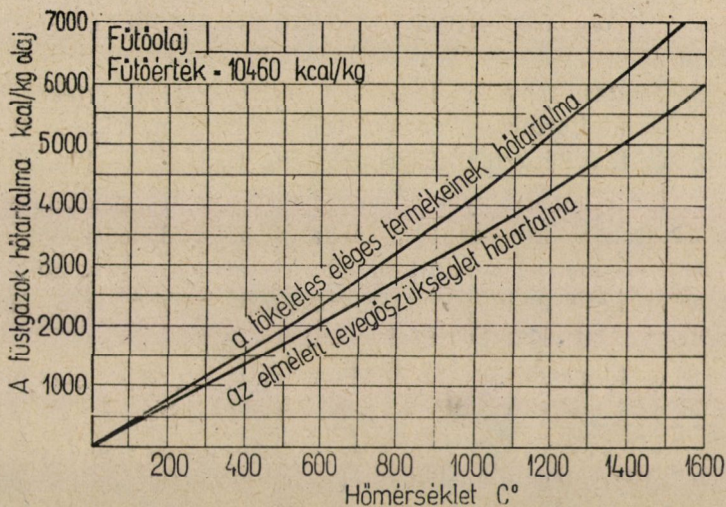
$$q_2 = \frac{Q}{3600} = \frac{600\,000}{3600} = 167 \text{ kcal/perc}$$

A betét az időegységben tehát  $q_1 + q_2 = 66 + 167 = 233$  kcal meleget vesz fel, ebből 167 kcal-t, tehát több mint 70%-ot a kemence forgatásának következtében a bélés ad át. Más szavakkal: a forgódobos kemencében ugyanannyi idő alatt négyszerannyi meleget tudunk az adaggal közölni, mint az álló lángkemencében. Ehhez képest az adagtartam is átlagosan a negyedére csökken, ennek folytán a kemence állandó jellegű veszteségei is rövidebb ideig érvényesülnek, és a kemence termikus hatásfoka erősen javul. Fenti számításainkat ellenőrizhetjük a következő módon: A betét másodpercenként 233 kcal meleget vesz fel, a tüzelés 140 perc = 8400 sec. alatt  $233 \cdot 8400 = 1\,960\,000$  kcal-t, ami a hőmérleghen mutatkozó 1 760 000 kcal-ás értékkel gyakorlatilag jól egyezik.

A füstgázokkal távozó meleg [9] a hőmérséklet függvénye (21. ábra). A tüzelés megindításakor a betét hideg, a kemence bélése is lehül a berakás alatt, így a füstgázok a lángteret kis hőmérsékleten hagyják el, közben érzékelhető melegük jelentős részét elveszítik. A betét beolvadása után csak a kemence melegvesztéseit kell pótolni, az adag a béléssel együtt fokozatosan túlhevül, ugyanakkor a füstgázok állandóan növekvő hőmérsékleten távoznak (lásd a II. táblázat első rovatát). A számbajövő hőmérsékleti határok között az érzékelhető melegtartalom a távozó füstgázok hőfokával csaknem egyenesen arányos, ezért az egyszerűség kedvéért a mért füstgázhőmérsékletek középértékével számoltunk. A mintegy 1,25-szörös levegőfelesleget figyelembe vettük.

A veszteség tételei közül meglepően kicsiny a kemence külső felülete által a környezetnek leadott meleg. Álló kemencéknél a boltozat kimélése

érdekében a felület hűtőhatását a tűzálló réteg vastagságának csökkentésével kell növelnünk, ugyancsak hűteni kell a kemence fenekét is. Mindezek következménye, hogy a nagy felületi hőmérsékletű falazat a bevezetett melegmennyiség 10—35%-át a környezetnek adja át [6]. A forgódobos kemencében a bélés lehűtéséről a réztürdő gondoskodik, tehát aggodalom nélkül növelhetjük a bélés



21. ábra. Fűtőolaj elégetéséből keletkező füstgázok hőtartalma (Trinks)

vastagságát. A kemence külső felületi hőmérséklete így kicsi lesz. A kísérleti mérések szerint a 135 C°-os felületi hőmérséklet gyakorlatilag állandó, ami arra mutat, hogy a hőmérsékletingadozás csak vékony bélésrétegre terjed ki. Ennek a rétegnek a vastagsága [10]

$$x = \sqrt{\frac{\lambda \cdot i_0}{c \cdot \gamma \cdot \pi}} \cdot \frac{\log \gamma}{\log e} \dots [m] \quad (3)$$

ahol  $\gamma$  = a bélés felületi hőfokingadozásának viszonya a keresett réteg hőfokingadozásához.

A többi érték a 2. egyenlet azonos jelzésű értékének felel meg.

Kísérleti kemencénkben annak a rétegnek a mélysége, amelyben forgatás közben a bélés felületi hőmérsékletingadozásának 1/100-része jelentkezik

$$x = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 0,0167}{0,285 \cdot 2200 \cdot 3,14}} \cdot \frac{\log 100}{\log e} = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

Ugyanúgy kiszámíthatjuk, hogy a hideg betét beadagolásakor jelentkező lehűlés csak kb. 100 mm mélységig érzeti hatását, így az 500 mm vastag bélés külső részén a hőmérséklet gyakorlatilag állandó.

A kemence felületén a melegítási tényező értékét az

$$\alpha = 6,8 + 0,046 \delta_k \text{ kcal/m}^2, \text{ h, C}^\circ \quad (4)$$

képletből [11] számítottuk. Ebben  $\delta_k$  a kemence külső felületének hőmérséklete.

$$\alpha = 6,8 + 0,046 \cdot 135 = 13 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}^\circ$$

Ezzel a melegítási tényezővel számolt melegvesztesség értékét úgy ellenőriztük, hogy kiszámítottuk a kemence bélése által azonos idő alatt elvezetett meleg mennyiségét. A két érték között az eltérés 10%-nál kisebb.

A fenti kísérleti eredmények és a rendszeres üzemi tapasztalatok elegendő támpontot nyújtanak arra, hogy a szokásos befogadóképességű forgódobos kemencék főméreteinek megállapítását elméleti alapokra helyezzük. Az, alább közölt gondolatmenet alapján számos kemence terve készült el a külföld számára (Givet, Le Havre, Outo-Kumpu, Párizs stb.).

A kemence főméreteinek megállapítása előtt azt kell eldöntenünk, hogy rövid vagy hosszú legyen-e a kemence, tehát a kemence belső hossza hányszorosa legyen a belső átmérőnek. Evvel a kérdéssel az irodalom már régebben foglalkozott [12, 13, 14], anélkül, hogy határozottan állást foglalt volna egyik vagy másik irányban.

A kérdés elbírálásánál figyelembe kell vennünk minden olyan tényezőt, amely a kemence alakjának függvénye, és a kemence üzemére, hógazdálkodására valóban befolyással van. Gondosan ki kell azonban küszöbölnünk azokat a tényezőket, amelyek a kemence alakjától függetlenül érvényesítik befolyásukat, és így igen könnyen hamis következtetésekre vezethetnek.

Vizsgálatainkhoz három kemencealakot választunk, amelyeknél a kemence belső hossza ( $L$ ), a belső átmérő ( $D$ ) egyszerese, kétszerese, illetve háromszorosa. Tehát

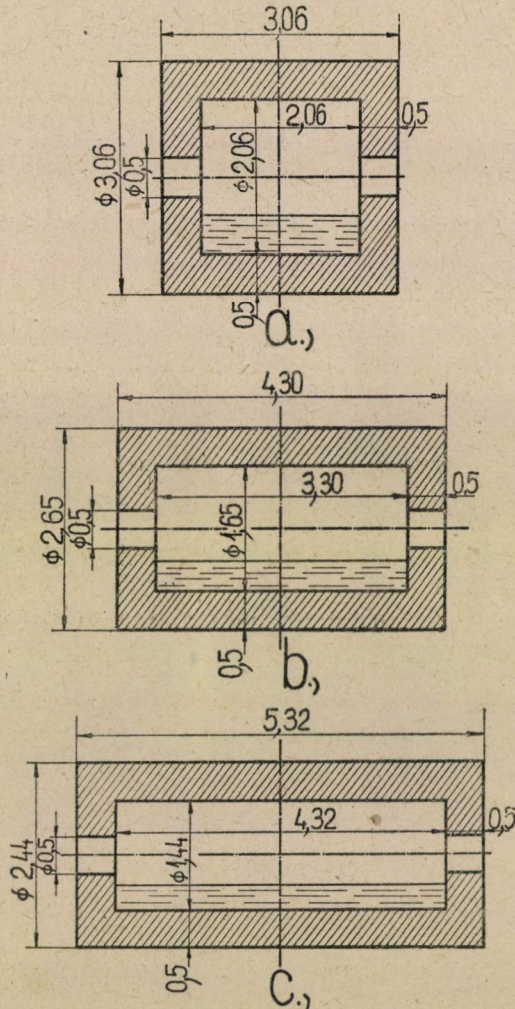
$$L_a = D_a; \quad L_b = 2D_b; \quad L_c = 3D_c$$

A névleges befogadóképességet 10 tonnára választjuk, mert ebben az esetben számításaink eredményeit tízzel osztva a hányadosokat fajlagos számokként használhatjuk fel. Az olvasztás sebességét elsősorban a lángtér térfogategységében másodpercenként felszabaduló meleg mennyisége szabja meg, ez viszont a tüzelőanyag, a levegőelőmelegítésnek, az égőszerkezetnek, a bélés hőmérsékletének stb. függvénye. Az adagidőt csökkenthetjük a fajlagos kemencetérfogat ( $\text{m}^3/\text{t}$  fém) növelésével is, ezzel együtt azonban a veszteségek is nőnek, a kemence-térkihasználás pedig csökken. A gyakorlatban 0,7—0,9  $\text{m}^3/\text{t}$  fajlagos kemencetérfogattal épült a legtöbb kemence. A kemence alakjától nagyjából független tényezők kiküszöbölésére feltételezzük, hogy mindhárom kemencében egyforma

mennyiségű tüzelőanyagot égetünk el azonos körülmények között és a fajlagos kemencetérfogatot egységesen  $0,7 \text{ m}^3/\text{t}$ -ra vesszük fel. Az utóbbi feltételből

$$10 \cdot 0,7 = \frac{D \cdot \pi^2}{4} \cdot L$$

$L$  helyébe egymásután  $D$ ,  $2D$  és  $3D$  értékeket helyettesítve, a kemencék belső hosszát és átmérőjét meghatározhatjuk. A bélés vastagságát egységesen  $500$



22. ábra. Három különböző alakú forgódobos kemence

mm-re vesszük, a kemencék mindkét végén egy-egy  $500 \text{ mm}$  átmérőjű tüzelő, illetve füstlehúzó nyílás van (22. ábra). A kemencék jellemző értékeit a III. táblázatban foglaltuk össze.

## III. TÁBLÁZAT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A kemence jele	A kemence belső		$D : L$	A kemence külső		Névleges befogadó- kapacitás t	Legnagyobb fürdő- mélység m	A béléssel érintke- ző fürdőfelüle- tek m <sup>2</sup>	A melegítadásban résztvevő belés m <sup>2</sup>	A fürdő szabad fe- lülete m <sup>2</sup>	A sugárzó belés- felület m <sup>2</sup>	Legnagyobb láng- réteg vastagsága m	A kemence külső felülete m <sup>2</sup>	A kemencebélés köbirtalma m <sup>3</sup>
	átmérője $D$ m	hossza $L$ m		átmérője m	hossza m									
<i>a</i>	2,06	2,06	1:1	3,06	3,06	10	0,51	5,7	18,3	3,7	13,9	1,55	44,0	15,5
<i>b</i>	1,65	3,30	1:2	2,65	4,3	10	0,39	6,3	20,2	4,6	14,6	1,26	46,0	16,6
<i>c</i>	1,44	4,32	1:3	2,44	5,32	10	0,34	6,9	21,9	5,3	15,6	1,10	50	17,6

Vizsgáljuk meg az olvasztási idők és hőveszteségek arányát.

1.-A fürdő szabad felületén keresztül közölt meleg egyébként azonos körülmények között a fürdőfelületnek, a láng rétegvastagságának, és a sugárzó belésfelületnek a függvénye. A fürdőfelületek viszonya a 11. rovatból  $1/1,24/1,43$ . A lángréteg vastagsága 13. rovatból  $1/0,81/0,71$ . A sugárzó belésfelületek viszonya a 12. rovatból  $1/1,05/1,12$ . A sugárzás és áramlás részeseését a felületi hőátadásban nem ismerjük, ezért csak becslésre vagyunk utalva. Nem követhetünk el nagy hibát, ha a fenti viszonzyszámokból azt a következtetést vonjuk le, hogy a három kemencében a fürdő a felületén keresztül az időegységben egyforma hőmennyiséget kap.

2. A belés által a fémfürdő felé leadott melegmennyiség azonos belésanyag, hőmérsékletkülönbség és kemencefordulatszám mellett csupán a hőközlés szempontjából hatásos felület függvénye (2. egyenlet). A három kemencénél ezek aránya a 10. rovat szerint  $1/1,1/1,2$ . A kemence hőméregének tárgyalásánál megállapítottuk, hogy az összes hasznos meleg kb. 70%-át a belés adja át, ennek figyelembevételével az olvasztási idők viszonya  $1/0,93/0,87$ .

3. A fürdőmélység az olvasztás sebességét nem befolyásolja, mivel az adott rétegvastagságú (8. rovat), kétoldalról fűtött fürdőben a réz nagy melegvezető-képessége miatt hőfokkülönbség nem keletkezhetik. A rövid kemence nagyobb fürdőmélysége azonban az oxidációt lassítja, ennek folytán az adagtartam meghosszabbodik.

4. A kemencék külső felülete (14. rovat) által az időegységben leadott melegmennyiség aránya  $1/1,04/1,13$ . Az egy adag beolvadása alatti tényleges melegvesztesség az olvasztási időktől is függ, ezek figyelembevételével a felületi veszteségek aránya  $1/0,97/0,98$ , tehát gyakorlatilag a kemence alakjától független.

5. A kemence indulásakor a felfűtés hőszükséglete a kemencebélés köbtartalmával arányos, a 15. rovatból  $1/1,07/1,14$ , ez azonban csak minden  $40\sim 80$  adag után jelentkezik.

A fentiekben nem vettük figyelembe, hogy a gyakorlati kivitelben a kemencék mindkét végét kúposan képezzük ki, mert csak így tudjuk őket buktatott állapotban daruval kiszolgálni. Ennek elhanyagolása miatt a számított értékek a rövid kemence javára kissé eltolódnak.

A fentiek alapján a hosszú kemencét kell előnyben részesítenünk, annál is inkább, mert így az égés is biztosabban befejeződik a lángtérben. Kisebb  $3\text{--}20$  t névleges befogadóképességű kemencék hosszát az átmérő hárszorosára vehetjük, a nagyobb,  $30\text{--}60$  tonnás kemencéknél a viszonyt fokozatosan csökkentjük, mert a túl hosszú kemence elhelyezése, mozgatása és kiszolgálása nehézkes. Az egy tonna betétre jutó fajlagos térfogat kisebb kemencéknél  $0,9 \text{ m}^3/\text{t}$  lehet, mert a bélés kikopásával a befogadóképesség rohamosan nő, és a névleges érték kétszeresére is felmeget, a gyors beolvasztás biztosítására ilyenkor is megfelelő lángtérnek kell rendelkezésre állnia. Nagyobb kemencéknél a fajlagos kemencetérfogatot kisebbre vesszük.

A kemence össztérfogata

$$V = v \cdot G \dots\dots\dots [\text{m}^3]$$

ahol  $v$  = a fajlagos kemencetérfogat  $\text{m}^3/\text{t}$

$G$  = a névleges befogadóképesség t

Ha az  $L/D$  viszonyt  $a$ -val jelöljük, akkor

$$V = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot L = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot a \cdot D = \frac{\pi}{4} \cdot a \cdot D^3 = v \cdot G$$

ebből a belső átmérő

$$D = \sqrt[3]{\frac{v}{a} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot G} = \sqrt[3]{\frac{v}{a} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot G} = \varphi \cdot \sqrt[3]{G} \dots\dots [\text{m}] \quad (5)$$

ahol  $\varphi$  = a kemence névleges befogadóképességétől függő tényező.

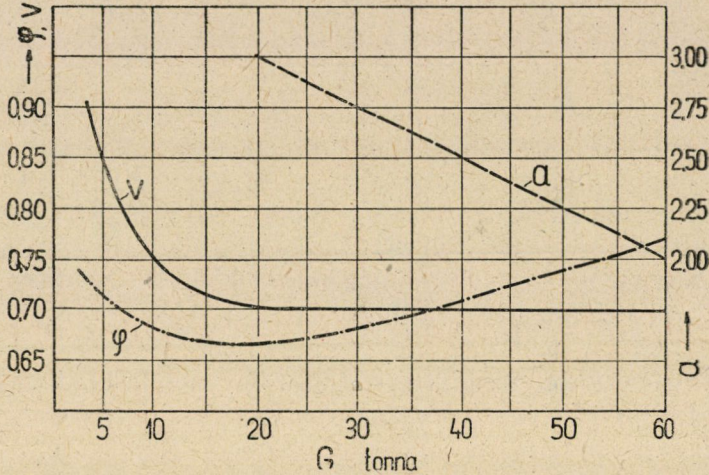
$\varphi$  értékéről a 23. ábra tájékoztat, ugyanott leolvasható az  $a = L/D$  viszonyszám értéke is.

A kemence hossza

$$L = a \cdot D \dots\dots [\text{m}] \quad (6)$$

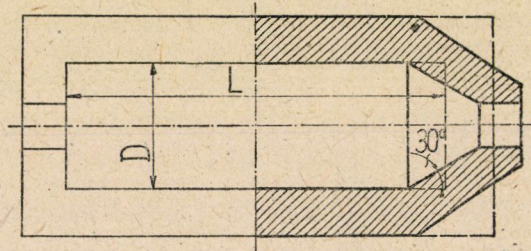
Evvel a kemence belső hosszát és átmérőjét meghatároztuk. A bélés vastagságát  $20$  t-ig  $500$  mm-re,  $20\text{--}30$  t-ig  $600$  mm-re, ennél nagyobb kemencéknél a feldolgozásra szánt réz szennyezettségétől függően nagyobbra vesszük és így megkapjuk a kemence külső méreteit (24. ábra). Ezután a kemence két végét kúposan leszűkítjük, ügyelve arra, hogy a belső térfogat ne változzék. A kúp

csúcshögét ne vegyük 30—35°-nál nagyobbra, hogy a kemence kiürítésekor a darukötélen függő üst a kiöntőnyíláshoz még jól közel férhessen. A tüzelőnyílás nagyságát a berakni kívánt anyag legnagyobb mérete szabja meg, nem



23. ábra. A kemence alakját jellemző együtthatók értékei a befogadóképesség függvényében

célszerű 500 mm-nél kisebbre venni. A füstlehúzónyílás átmérőjét is elsősorban gyakorlati tényezők szabják meg, 450 mm-nél kisebbre nem vesszük, mert különben a salaklehúzás, buzgatás nehézségekkel jár.



24. ábra. A forgódobos kemence körvonalainak megállapítása

A kemence főméreteinek megállapítása után meghatározzuk a kemence égőjének nagyságát, vagyis az óránként elégetendő tüzelőanyag mennyiségét. A tüzelőanyagszükségletet az alábbi gondolatmenet alapján számítjuk ki [15]. A kemence  $V_1$  térfogatú lángterébe  $i$  másodperc alatt a tüzelőoldalon  $Q_1$  melegmennyiség lép be, ugyanannyi idő alatt a füstgázokkal  $Q_2$  melegmennyiség távozik a lehúzó oldalon, a közben leadott  $Q_1 - Q_2$  melegmennyiség részben a betétet melegíti, részben hővesztésként jelentkezik.



$$\text{Tehát} \quad Q_1 - Q_2 = i \cdot (q_1 + q_2 + q_v)$$

ahol  $q_1$  = a betét felületén átadott melegmennyiség kcal/sec.

$q_2$  = a bélés által a betéttel közölt melegmennyiség kcal/sec.

$q_v$  = a kemence melegvesztesége kcal/sec.

$q_1$  az 1. egyenlet alapján számítható,  $q_2$  a 2. egyenletből 3600-al való osztás útján kapható. A melegveszteségek közül a felületi melegveszteségeket a 4. egyenletből  $13 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}^\circ$ -ra vehetjük, a műhelylevegő és kemenceköpeny között állandóan  $120 \text{ C}^\circ$  hőmérsékletkülönbséget feltételezve, a melegveszteség  $0,45 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{sec}$ . A kilángolást, nyílásokon való kisugárzást számítani nem tudjuk, forgódobos kemencénél célszerűen a felületi melegveszteség másfélszeresére vesszük. Ezek alapján

$$q_v = 0,45 \cdot F_k + 1,5 \cdot 0,45 \cdot F_k = 2,5 \cdot 0,45 \cdot F_k = 1,1 F_k \text{ [kcal/sec] } \quad (7)$$

ahol  $F_k$  = a kemence külső felülete  $\text{m}^2$ .

A lángtérbe  $i$  másodperc alatt bevezetett  $Q_1$  melegmennyiséget a lángtér térfogata és a tüzelőanyag tüzeléstechnikai jellemzőinek ismeretében ki tudjuk számítani, ha a lángtérben uralkodó átlagos hőmérsékletet előre felvesszük. Rézfinomításnál forgódobos kemencében  $T_k = 1400 \text{ C}^\circ$  hőmérséklettel számolhatunk. A távozó füstgázok hőmérsékletét kb.  $1100 \text{ C}^\circ$ -ra felvéve  $Q_2$  az IT diagrammból adódik.

Az égéstermékek a lángtérben tehát

$$i = \frac{Q_1 - Q_2}{q_1 + q_2 + q_v} \dots \text{ [sec] } \quad (8)$$

ideig tartózkodnak. Mivel a  $Q_1$  melegmennyiséget  $i$  sec. alatt kell a lángtérbe bevezetni, az óránként elégetendő tüzelőanyag mennyiség

$$g_t = \frac{Q_1 \cdot 3600}{i \cdot H_u} \text{ [kg/h] } \quad (9)$$

ahol  $H_u$  = a tüzelőanyag fűtőértéke kcal/kg.

A számítási módszer alkalmazásának bemutatására számítsuk ki a kísérleti kemence óránkénti tüzelőanyagfogyasztását, és a kapott értéket hasonlítsuk össze a mérési eredménnyel.

A kemence hőmérlegének vizsgálatakor megállapítottuk, hogy  $q_1 = 66 \text{ kcal/sec}$ ,  $q_2 = 167 \text{ kcal/sec}$ . Mivel  $F_k = 44 \text{ m}^2$ ,  $q_v = 1,1 \cdot 44 = 49 \text{ kcal/sec}$ .

Tüzelőanyagunk fűtőolaj (pakura) lévén, ennek fűtőértéke  $10460 \text{ kcal/kg}$ , összetétele

$$\begin{aligned} C &= 84,00\% \\ H &= 12,70\% \\ O &= 1,2\% \\ S &= 0,40\% \\ N &= 1,70\% \end{aligned}$$

Az összetétel alapján számítva 1 kg olaj tökéletes elégséhez  $10,86 \text{ m}^3 = 14,03 \text{ kg}$  levegő kell, ezzel  $11,594 \text{ m}_N^3 = 15,03 \text{ kg}$  füstgáz keletkezik. 1,25-szörös levegőfelesleg mellett  $14,35 \text{ m}_N^3 = 18,6 \text{ kg}$  füstgáz keletkezik, ennek térfogata  $1400 \text{ C}^\circ$ -on

$$V_{1400} = 14,35 \cdot \frac{1400 + 273}{273} = 88 \text{ m}^3$$

A kemence fajlagos térfogata  $0,7 \text{ m}^3/\text{t}$ . Mivel a folyékony fém fajsúlya  $7,9 \text{ kg}/\text{dm}^3$ , a fürdőtér fogat  $0,127 \text{ m}^3/\text{t}$ ; a lángtér fogat  $0,573 \text{ m}^3/\text{t}$ . A 10 tonnás kemencében a kemencetérben egyidejűleg

$$m = \frac{18,6 \cdot 5,73}{88} = 1,21 \text{ kg}$$

- égéstermék tartózkodik. Az ezzel bevezetett melegmennyiség

$$Q_1 = \frac{10\,460}{18,6} \cdot 1,21 = 680 \text{ kcal}$$

Az  $1100 \text{ C}^\circ$ -val távozó füstgázok által elvitt melegmennyiség a 25%-os levegőfelesleg figyelembevételével a 21. ábrából  $5600 \text{ kcal}/\text{kg}$ -olaj, tehát

$$Q_2 = \frac{5600}{18,6} \cdot 1,21 = 365 \text{ kcal}$$

A 8. egyenlet szerint

$$i = \frac{680 - 365}{66 + 167 + 49} = \frac{315}{282} = 1,12 \text{ sec}$$

Az óránként elégetendő tüzelőanyagmennyiség (9. egyenlet)

$$g_t = \frac{680 \cdot 3600}{1,12 \cdot 10\,460} = 208 \text{ kg/h}$$

ami a mért  $220 \text{ kg/h}$  fogyasztással jól egyezik. A lángtér térfogategységében másodpercenként felszabaduló melegmennyiség

$$k = \frac{g_t \cdot H_u}{3600 \cdot v_l} = \frac{208 \cdot 10\,460}{3600 \cdot 5,73} = 106 \text{ kcal}/\text{m}^3 \text{ sec}$$

Álló lángkemencékben a felszabaduló melegmennyiség  $35\text{--}40 \text{ kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{sec}$ , és növelése csak a boltozat tartósságának rovására történhetik. Forgódobos kemencében ilyen megfontolások nem kötnek, mert a bélést a betét erélyesen hűti, tehát aggodalom nélkül terhelhetjük  $106 \text{ kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{sec}$ -al.

Ha a fenti eredményt minden olajtüzelésű forgódobos kemencére elfogadjuk, tehát a lángtér  $1 \text{ m}^3$ -ében másodpercenként felszabaduló melegmennyiséget ( $k$ )  $100\text{--}120 \text{ kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{sec}$ -nak vesszük, úgy a hosszas számítás helyett a

kemence óránkénti tüzelőanyagfogyasztása  $t(g_t)$  az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$g_t = \frac{v_l \cdot G \cdot k \cdot 3600}{H_u} \quad [\text{kg/h}] \quad (10)$$

ahol  $G$  = a kemence névleges befogadóképessége t,

$v_l$  = a fajlagos lángtérfogat  $= v - 0,127 \text{ m}^3/\text{t}$ ,  $v$  értékét a 23. ábrából olvashatjuk le,

$k = 100-120 \text{ kcal/m}^3 \cdot \text{sec}$ ,

$H_u$  = a fűtőolaj fűtőértéke kcal/kg.

Evvel meghatároztuk az égő óránkénti teljesítményét, a megfelelő égőtípus kiválasztása gyakorlati alapon történik. Az égőnek óránként a meghatározott mennyiségű olajat kell elégetnie úgy, hogy az égés a kemence lángterében teljesen befejeződjék.

### Összefoglalás

Az elmúlt húsz év alatt különösen a hulladékrez finomítására világszerte elterjedt a forgódobos kemencék használata. Ez a dolgozat a *Geleji Sándor* által végzett rendszeres kísérletek alapján tárgyalja a forgódobos kemencék jellegzetes, az álló lángkemencék tulajdonságaitól eltérő sajátosságait.

Metallurgiai szempontból jellemző a reakciók igen gyors lefolyása, amit részben a minden oldalról fűtött betét magasabb hőmérsékletének, részben a forgó bélés aktív hatásának tulajdoníthatunk.

A hőtechnikai kérdések megvilágítására részletesen megvizsgáljuk a kemence hőgazdálkodását egy kísérleti adag tartama alatt. A betét a hasznos melegmennyiségnek csupán 30%-át kapja a szabad fürdőfelületen keresztül, 70%-át a forgó bélés közvetíti. Ezért a forgódobos kemence negyedannyi idő alatt olvaszt, mint az álló lángkemence. Mivel a hőátadásban csak 16 mm vastag bélésréteg vesz részt, a kemenceköpeny hőmérséklete gyakorlatilag állandó. A bélés hűtéséről a fémfürdő gondoskodik, így vastagságát a túlhevülés veszélye nélkül növelhetjük, ennek folytán a kicsiny külső hőmérsékletű kemencetést a környezetnek kevés meleget ad. A bélésnek a hőkezelésben való részvétele folytán megrövidült adagidő és a kis hővesztések következtében a kemence termikus hatásfoka több mint 30%.

Gyakorlati tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján egyszerű módszert dolgozunk ki a 3-60 t névleges befogadóképességű kemencék főméreteinek megállapítására. A rövid és hosszú kemencék előnyeit összehasonlítva, a hosszú kemencealak mellett foglalunk állást. A  $G$  tonna befogadóképességű kemence belső átmérője

$$D = \varphi \cdot \sqrt[3]{G} \quad \text{méter,}$$

hossza

$$L = a \cdot D \quad \text{méter,}$$

ahol  $\varphi$  és  $a$  tényezők értékei diagrammból (23. ábra) olvashatók le.

A kemence óránkénti tüzelőanyagszükségletét elméleti úton kiszámítva, a lángtér térfogategységében másodpercenként felszabaduló melegmennyiség  $h = 106 \text{ kcal/m}^3 \cdot \text{sec}$ -nak adódik. Ennek az értéknek a bevezetésével a tüzelőanyagfogyasztás az alábbi egyszerű képlettel számolható:

$$g_t = \frac{v_l \cdot k \cdot G \cdot 3600}{H_u} \quad \text{kg/h,}$$

ahol  $v_l$  = a fajlagos lángtérfogat  $\text{m}^3/\text{t}$  betét,

$H_u$  = a tüzelőanyag fűtőértéke kcal/kg.

## IRODALOM

1. Fabrication of Copper-Base Alloys. *Metal Industry*, 75, [1949], 314.
2. Copper and Brass Production, 79, [1951], 279.
3. Copper Refining. *Metal Industry*, 72, [1948], 203.
4. The Institution of Mining and Metallurgy: The Refining of Non-Ferrous Metals. *H. J. Miller: The Fire Refining of Copper*, London, 1950.
5. Prof. dr. V. I. Szmírnov: *Metallurgija medi i nikelja*. Metallurgizdat, 1950. Moszkva.
6. Dr. M. Waehlert: *Die Kupferraffination*. Wilhelm Knapp. Halle (Saale), 1927.
7. W. Wanjukow: Über den Verbrennungsprozess der Verunreinigungen bei der Kupferraffination im Flammofen. *Metallurgie*, 6, [1909], 749, 792.
8. J. Newton and C. L. Wilson: *Metallurgy of Copper*. John Wiley, New-York, 1942.
9. W. Trinks: *Industrieöfen*, VDI Verlag Berlin, 1928—31. Bd. I.
10. A. Romwalter jun: *Die Wärmeübertragung in Drehflamöfen*. *Mitteilungen der berg-u. hüttenmänn. Abt.*, 1938. Bd. I. 301—309.
11. W. Heiligenstaedt: *Wärmetechnische Rechnungen für Bau und Betrieb von Öfen*. Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1935.
12. E. J. Kohlmeier: Über das neuartige bei Drehöfen für Schmelzfluss Verfahren. *Metall und Erz*, 1935. 511—519.
13. H. Wendeborn: *Physikalische Gesichtspunkte bei hüttenmännischen Prozessen*. *Metall und Erz*, 1936. 70—73.
14. F. Thomas: *Abmessungen und Ausstattung von Trommelschmelzöfen für die Kupferraffination*. *Metall und Erz*, 1936. 538—542.
15. Dr. Geleji Sándor: *A metallurgiai lángkemencék tüzelőanyagszükségletének és átlagos lángtérhőmérsékletének kiszámítása*. *Bányászati és Kohászati Lapok*, 1936. 19. sz.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

HORVÁTH ZOLTÁN

Az elhangzott igen értékes és érdekes előadásnak ahhoz a részéhez óhajtok hozzászólni, amelyikben a szerzők a láng- és forgódobos kemencében való rafinálás oxidáló periódusában a szennyezőelemek oxidálódásának a sebességét hasonlítják össze.

Általában megállapíthatjuk, hogy a rézből oxidáló olvasztással azokat a szennyezőelemeket lehet eltávolítani, amelyeknek az oxigénhez való vegyrokonsága nagyobb, mint a rézé. Amint tudjuk, az oxigénhez való vegyrokonságot számszerűleg az oxid képződésének termodinamikai potenciáljával fejezhetjük ki. Minél negatívabb termodinamikai potenciálváltozás kíséri az oxid képződését, annál nagyobb az oxidban levő elemnek az oxigénhez való vegyrokonsága. Valamely elem oxigénhez való vegyrokonsága — és így az elem oxidjának képződésével járó termodinamikai potenciálváltozás — nemcsak az anyagi minőségtől, hanem a hőmérséklettől és az



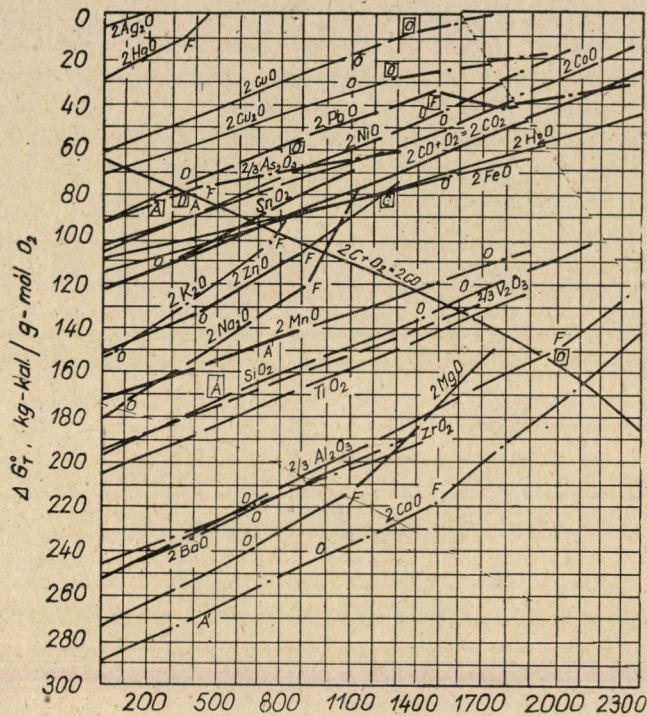
általános egyenletben résztvevő anyagok kiinduló aktivitásától is függ. Ugyanis a (1) reakció termodinamikai potenciálja a

$$\Delta G_T = \Delta G_T^\circ + RT \ln \frac{A_{\text{MeO}}}{A_{\text{Me}} \cdot \sqrt{A_{\text{O}_2}}} \quad (1)$$

egyenletből számítható. Ebben  $\Delta G_T^\circ$  az oxidképződés termodinamikai normálpotenciálja,  $A_{\text{MeO}}$ ,  $A_{\text{Me}}$  és  $A_{\text{O}_2}$  az oxidnak, elemnek és oxigénnek a kiinduló aktivitását,  $T$  pedig a Kelvin-fokokban mért hőmérsékletet jelenti. A termodinamikai normálpotenciálnak az anyagi minőségtől és a hőmérséklettől való függetlenségét a 25. ábrából láthatjuk. Ebből megállapítható, hogy a rézraffinálás munkahőmérsékletén (1100—1200 C°-on) a rézben gyakori és az ábrában szereplő elemek között — egyenlő kiinduló aktivitást feltételezve — Fe, As, Ni, Pb az oxigénhez való vegyrokonság sorrendje. Ismert kiinduló aktivitások esetén a valódi sorrend a 25. ábra és (1) egyenlet segítségével határozható meg.

Az előzők szerint *lángkemencében végzett raffinálásnál* az oxidáló periódusban a rézfürdő felületén levő elemek közül az fog először oxidálódni, amelyeknek oxiddá alakulása a legnegatívabb termodinamikai potenciálváltozással jár. Az először oxidálódó elemnek az oxigénhez való vegyrokonsága az elem koncentrációjának csökkenésével csökken, mert (1) értéke pozitívabbá válik, úgyhogy bizonyos idő múlva ez az érték az oxigénhez való vegyrokonság sorrendjében következő elem oxidálódását kísérő termodinamikai potenciálváltozással lesz egyenlő. Ettől az időponttól kezdve azután a két elem együtt oxidálódik. A fenti gondolatmenetet követve megállapíthatjuk, hogy a szennyezőelemek mennyiségének a csökkenésével az együttoxidálódó elemek mennyisége nő és hogy a fürdő felületéről oxidáló olvasztással a szennyező elemek túlnyomó részét csak úgy távolíthatjuk el, ha művelet közben a felületen levő réz egy részét is oxiddá alakítjuk.

Miközben a fürdő felületén a szennyező elemek koncentrációja csökken, a diffúzió kezdi szállítani ezeket az elemeket a fürdő belsejéből a felületre. Szerencsére a felületi rétegben keletkező  $\text{Cu}_2\text{O}$  jól oldódik a rézben és ezért ez a vegyület a diffúzió hatására a felületről a fürdő belsejébe vándorol. A két



hőmérséklet  $^{\circ}\text{C}$

25. ábra

egymással ellentétes irányban való vándorlásnak az lesz a következménye, hogy a felületen a szennyező elemek koncentrációjának a növekedése miatt megnő ezeknek az elemeknek az oxigénhez való vegyrokonsága, a fürdő belsejében pedig, ahol az aránylag nagy Fe-, As-, Ni-, Pb-, stb. koncentráció miatt ezek az elemek a réznél negatívabb termodinamikai potenciálváltozás közben oxidálódnak, a szennyezőelemek először az összes  $\text{Cu}_2\text{O}$ -molekuláktól, később azután ezeknek csak egy részétől szedik el az oxigént. Az ilyenkor lejátszódó cserebomlás közben keletkező oxidok nagy része nem oldódik a rézben és kisebb fajsúlyú, mint a réz, úgyhogy ezek a fürdő felületére emelkednek és közben a fürdőt mozgatva segítenek a diffúzióknak a koncentrációkülönbségeket kiegyenlíteni.

A fent leírt folyamatot lassítja az a körülmény, hogy az oxidálódó szennyezőelemek túlnyomórésze salakot alkot és ez a salak a rézfürdő felületén elhelyezkedve megakadályozza, hogy a rézfürdő és a fürdő felületére fújtatott levegő oxigéntartalma a fürdő egész felületén érintkezzék.

Az eddigiekben többször volt szó a diffúzióról. Tudjuk, hogy ennek a sebessége, vagyis a diffúzió irányára merőleges keresztmetszeten ( $q$ ) az időegységben átdiffundálódó anyag mennyisége  $\left(\frac{dm}{dt}\right)$  arányos a keresztmetszettel és a koncentrációeséssel  $\left(\frac{dc}{dx}\right)$ , vagyis

$$\frac{dm}{dt} = - D \cdot q \frac{dc}{dx}$$

Ebben a kifejezésben a negatív-jel azt mutatja, hogy a diffúzió abban az irányban folyik, amelyik irányban a diffundálódó anyag koncentrációja kisebb, az arányossági tényező, vagy más szóval a »diffúzió állandója« ( $D$ ) pedig az egységnyi keresztmetszeten, egységnyi koncentrációesésnél az időegységben átdiffundálódó anyag mennyiségét jelenti és a hőmérséklettel egyenesen arányos. Lángkemencében való raffinálásnál tehát a diffúziósebességet a diffúzió irányára merőleges keresztmetszeten, a hőmérsékletnek és a koncentrációesésnek a növelésével növelhetjük. Az előadásból hallottuk, hogy a hőmérséklet emelésének határt szab a bélés tűzállóságának mértéke, az előző okoskodásból pedig azt következtethetjük, hogy a diffúzió irányára merőleges keresztmetszet, valamint a koncentrációesés és így a diffúzió, valamint a szennyezőelemek oxidálódásának a sebessége a salaktakaró megjelenésekor lényegesen csökken.

*Forgódobos kemencében való raffinálásnál* a fürdő felületén lejátszódó folyamatok a lángkemence taglalásánál leírtakhoz hasonlóak. Azonban, amint ezt az előadásból is hallottuk, forgódobos kemence alkalmazásánál a fürdőbe nemcsak felülről, hanem alulról is jut oxigén. Ugyanis a forgódob béléseinek azt a részét, amelyik éppen kiemelkedik a fürdőből, vékony rézfilm borítja. Ebben a vékony rétegben levő réz azután rézoxidullá oxidálódik. Ennek a felületnek egy része a savanyú bélés anyagával rézszilikátot alkot, másik része azonban változatlan állapotban kerül a dob forgása közben a fürdő alá. Itt azután a rézoxidul fokozatosan oldódik a rézben, a rézszilikát pedig, mivel a fajsúlya kisebb, mint a rézé, a fürdőben felfelé emelkedik. A raffinálás elején a fürdő közepe felé diffundálódó rézoxidulmolekulák egész mennyiségétől, a végén ezeknek csak egy részétől veszik el a fürdő belsejében levő és a  $\text{Cu}_2\text{O}$ -val ellentétes irányban vándorló szennyezőelemmolekulák az oxigént. A rézszilikátmolekulák egy része változatlanul kerül a rézfürdő felületén úszó alakba, másik része azonban felfelé való emelkedés közben vagy a felületen reagálhat a  $\text{Cu}_2\text{O}$ -nál erősebb bázisnak számító fénoxiddal, illetőleg a  $\text{Cu}_2\text{O}$ -nál erősebb bázisú oxidot alkotó fémmel. Az utóbb említett reakcióknak az egyik terméke vagy  $\text{Cu}_2\text{O}$  vagy pedig színrez. Az előző azután ugyanúgy viselkedik, mint a más úton a fürdőbe került  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Az előzők szerint forgódobos kemencében való raffinálásnál — ellentétben a lángkemencében végzett finomítással — az oxidáló periódusban a szennyezőelemeket a fürdő közepéből minden irányban szállítja a diffúzió, a  $\text{Cu}_2\text{O}$  pedig felülről, oldalról és alulról halad a fürdő közepe felé. A diffúzió ezt a munkáját gyorsabbá teszi a diffúzió irányára merőleges felületnek a megnövekedése, az itt alkalmazott magasabb munkahőmérséklet; ezt támogatja az a körülmény, hogy a bélésfalon keletkező rézszilikát és a fürdőben képződő oxidok felfelé vándorolnak, azután a dob forgása is idéz elő némi mozgást a fürdőben, végül figyelembe kell venni azt is, hogy mivel a fürdőt a bélésben tárolt meleg alulról

is fűti, ebben közepen a legalacsonyabb a hőmérséklet és ha a kis hőmérséklet-különbség miatt kicsiny is a fajsúlykülönbség, ez mégis lefelé mozgatja a rézfürdő közepét.

#### DENIFLÉE SÁNDOR

Álló lángkemencében a rézfinomítás nagyon lassan folyik, és ha a nagy kemencékben a finomított réz súlyegységére a kis kemencéhez képest megfelelőleg kevesebb idő is esik, a finomítás abszolút időtartama a nagykemencékben, jóllehet azok főleg konverterrezt dolgoznak fel, majdnem ugyanaz, mint a kis 10—20 tonnás kemencékben. Hogy a folyamat lassú, annak egyik oka az, hogy az álló kemencékben a szennyeződések oxidációja a rézfürdővel minden arányban elegyedő  $\text{Cu}_2\text{O}$  révén lassan megy végbe. Az oxidáció lassúságának oka pedig az, hogy a folyamat gyorsabb lefolyásához a fürdő felületén időegységben túl kevés rézoxid, és ennek, keletkezése után rögtön történő redukciója folytán túl kevés rézoxidul képződik és jut a fémfürdőbe. Régi törekvés azért az, hogy a rézkohó álló finomítókemencéjének éppen az oxidálás lassúsága miatt racionálisnak nem mondható üzemét oxigént tartalmazó anyagok, mint a réz és vas oxidjait tartalmazó salakok, segítségével racionálisabbá, s a finomítás lefolyásának abszolút idejét rövidebbé tegyék. Jóllehet számos kísérlet és javaslat történt már ebben az irányban, az apparatúra kérdése és az egész finomítási műveletnek ilymódon bonyolulttá válása mindeddig nem tette járhatóvá ezt az utat. Nagy haladást jelentett a rézfinomítás, s ezen belül az oxidáció gyorsításának problémájában az olajjal fűtött forgódobos kemence alkalmazása. Ebben a kemencében, mint hallottuk, az oxidálás ideje fele, sőt egyharmada csak az állókemence oxidációs idejének, mert a kemence hevesebb, vagyis nagyobb hőmérsékleten történő járása folytán jóval több rézoxidul jut az időegység alatt a fémfürdőbe. Ennek tulajdonítható a lényegesen rövidebb ideig tartó oxidációs periódus. Meg lehet figyelni az álló lángkemencénél, hogy közvetlenül a tűzhíd előtt a fürdő felületén állandóan keletkezik rézoxid, amely rögtön redukálódik rézoxidullá, s ez az azonnali elegyedik a rézfürdővel. Minél nagyobb hőmérséklettel dolgozik a kemence, annál több rézoxid illetve rézoxidul keletkezik az időegység alatt. Így megállapítottam magam is, hogy 15 tonnás széntüzelésű állókemencét átalakítva olajtüzelésre, amikor a rézfürdőben 1160—1200 C° volt az állandóan uralkodó hőmérséklet, lényegesen több rézoxid keletkezett a fürdő felületén, mint széntüzelésnél, amikor a rézfürdő hőmérséklete csak 1090—1110 C° volt. Az olajtüzelésre való átalakítással elértem, hogy az adag egész finomítási ideje kb. 20—23 órától 10—12 órára csökkent, mert a megolvadás és az oxidáció ideje több, mint a felére csökkent a kemence hevesebb járata következtében.

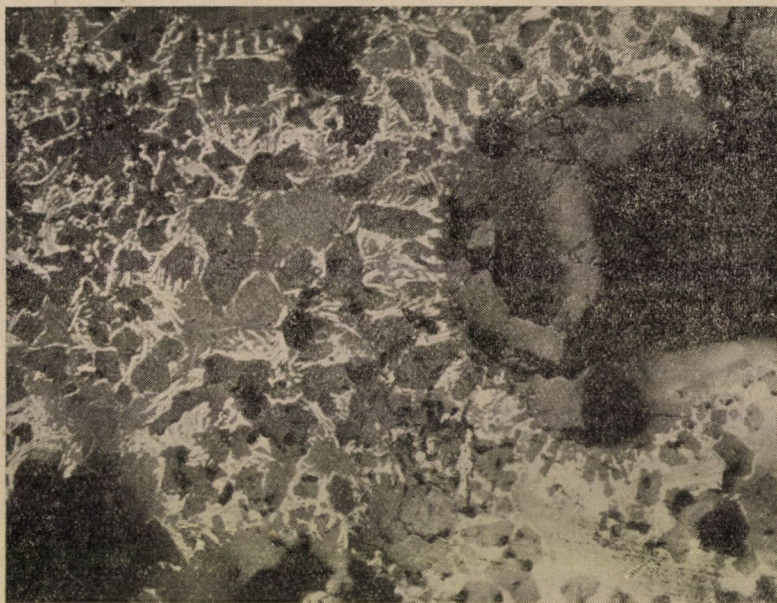
Az oxidációval kapcsolatban nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy az oxidáció már a beolvasztási idő alatt megindul, s ez az olajfűtés folytán a hevesebben járó forgódobos kemencénél jóval nagyobb mérvű, mint az állókemencénél, úgyhogy megolvadás után a fürdő  $\text{O}_2$ -tartalma mint hallottuk 0,16%.

Hogy pedig az olajjal fűtött forgódobos kemencében az egész finomításhoz s így az oxidációhoz is még az olajjal fűtött álló kemencéhez viszonyítva is jóval kevesebb idő szükséges, az — mint az előadásból is hallottuk — a kemence forgatásának tudható be. A kemence heves járata és a forgatás teszik tehát lehetővé, hogy az adagnak u. a. idő alatt négyszer annyi meleget tudunk átadni,



mint szénnel fűtött állókemencében. Így a finomítás időtartama kb. csak egy-egyede az állókemencének.

Valószínűtlennek tartom, hogy a gyorsabb oxidációt a forgódobos-kemencében az is előmozdítja, hogy a kemence bélése is résztvesz kuprooxid tartalmánál fogva az oxidálásban. Levettünk nemrégén a kemence leállása után darabokat a kemence fürdő feletti béléséből, a sötét kékesszürke bevonatot megvizsgáltuk és megállapítottuk mikroszkóppal, polározott fényben, hogy a bevonat réz-oxidul nem tartalmaz. Mikroszkópi vizsgálattal azt is megállapítottuk, hogy



26. ábra

a bevonat rézszilikát, rézoxid és  $\text{SiO}_2$  keveréke, ezeken kívül van benne világosabb fénytörő alkotórész is, aminek mibenlétét még nem sikerült megállapítani. (26. ábra).

Az oxidáció gyorsításának kérdését lezártnak még nem tartom. Jóllehet az oxidáció lényeges gyorsítása oxigénhordozó salak használata, s az evvel járó drága apparatúra alkalmazása nélkül, olajjal fűtött forgódobos kemencében egyszerűbb módon megtörtént, tovább is vizsgálnunk kell, hogy van-e lehetőség arra, hogy a forgódobos kemencében az oxidáció periódusát még rövidebbé tegyük. Úgy gondolom, hogy a mansfeldi kísérletek nyomán a fürdőbe bevezetett túlhevített vízgőz segítségével az oxidációt még tovább lehet gyorsítani.

A vízgőzzel történő oxidáció mechanizmusát a következőképpen képzelem el. Miután 1500 Kelvin<sup>o</sup>-nál vagyis 1227 C<sup>o</sup>-on 1 at nyomásnál a vízgőz disszociációs állandója  $a = 2,8 \cdot 10^{-5}$ , a kemencében uralkodó viszonyok mellett molekuláinak csak kis része disszociálódik. A disszociációból keletkező kevés oxigént a réz rögtön leköti. Miután azonban a tömeghatás törvényének értelmében egyre újabb és újabb vízmolekulák disszociálnak, egyre újabb és újabb

oxigénmolekulák szabadulnak fel és kötnek le rezes rézoxidul alakjában. Ez a folyamat pedig, amely gyorsan megy végbe, szaporítja a fémfürdőnek a réz-oxidból eredő rézoxidul tartalmát, és gyorsítja a szennyezők oxidálását. A hidrogénnel pedig az történik, hogy a keletkező rézoxidul egyrészt a felszabadult hidrogén visszaredukálja, de ez a redukció nem folyik le oly gyorsan, mint a réz oxidációja rézoxidullá, így a hidrogén egyrésze az erős mozgásban levő fémfürdőből egyéb gázokkal együtt kiszabadul és a fémfürdő felett vizgőzzé elégve a füstgázokkal együtt eltávozik. Hasonló hatása van a nedves fával való buzgatáskor keletkező vizgőznek is, de jóval kisebb mértékben.

A vizgőz használatával azonban együttjár a fával való buzgatáshoz viszonyítva egy nagyobb mechanikai hatás is, a fürdő erős mozgatása, vagyis a rézfürdő felületének lényeges növekedése, ami az időegységben több réz-oxid s így a fürdőben ily módon is több rézoxidul keletkezését teszi lehetővé. A fémfürdőnek pedig ez az erősebb mozgatása buzगतófa használata nélkül azt is lehetővé teszi, hogy suspendált salakrészecskék és a gázok a fürdőből eltávolíthatók.

Az eljárással tehát a finomításhoz szükséges famennyiség kb. 70%-a megtakarítható lenne, s csak a redukcióhoz kellene fát használni.

A gőzzel történő eljárás kidolgozása végett a R. M. Művek Fémművében a kísérleteket a közeljövőben megindítjuk, és reméljük, hogy a gőzzel való oxidáció előbb feltételezett fiziko-kémiai mechanizmusát sikerülni fog pontosan megállapítani és igazolni.

Megjegyzésem a túlbuzgatásnak a túlnagy kéntartalommal való magyarázatához az, hogy a túlbuzgatásnál a kéntartalmon kívül annak a körülménynek is szerepe van, hogy az oxidulmentes réz olvadt állapotban igen mohón nyeli el a szénmonoxidot, mely megdermedés esetén felszabadul.

Végül azt is szükségesnek tartom még megjegyezni, hogy a kemence hőmérlegének számításánál az oxidációs hő figyelmen kívül maradt. Bár ez a hőmennyiség nagytisztaságú rézhulladék feldolgozásánál tényleg nem jelentős, nem hanyagolható el kisebb réztartalmú réz, pl. 85—90%-os feketeréz, vagy 5—10%-os alumíniumbronz oxidációjánál, mikor is előfordul, hogy a tüzelést a forgódobos kemencében bizonyos ideig le lehet állítani anélkül, hogy a fürdő lehülne, mert az oxidációs hő pótolja a melegvesztéseket.

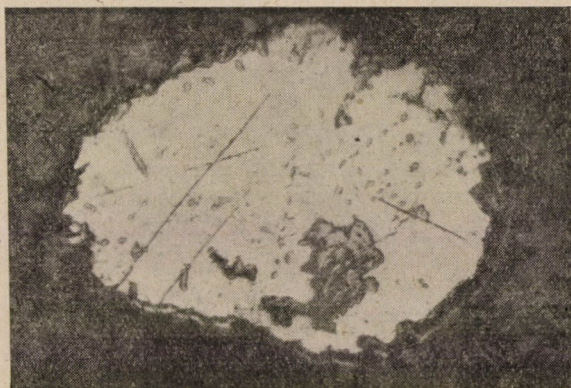
Az idő rövidsége miatt továbbiakra nem térek ki, de meg kell állapítanom, hogy az előadásnak a forgódobos kemencében uralkodó viszonyok világos és részletes tisztázásán kívül különösen az a része jelentős, amely a kemence legkedvezőbb főméreteinek számítás útján való megállapításáról szól, mert evvel lehetővé válik a konstruktőr számára a kemence részletes számítása oly módszerrel, amely eddig a külföldi szakirodalomban sem volt ismeretes.

GELEJI SÁNDOR lev. tag válasza

Ahhoz a kérdéshez akarok hozzászólni, hogy résztvesz-e a bélés az oxidációban vagy sem. A *Deniflée Sándor* által bemutatott felvétel nem győz meg, mert egy üzemen kívül helyezett kemencének a belső bélésfelületét mutatja. A kemence lassú lehülése közben a levegővel érintkező  $\text{Cu}_2\text{O}$  tovább oxidálódik  $\text{CuO}$ -vá, így kuprooxidot ebben a felületi rétegben nem is várhatunk. Ha azonban mélyebben fekvő, levegőtől elzárt réteget vizsgálunk, megtaláljuk a rézszemcséket, valamint ezek határain és ezeken belül a változatlan kuprooxidot. A mel-

lékelt felvétel ilyen bélésrészletet mutat  $200\times$  nagyításban (27. ábra). A világos terület réz, a benne és körülötte látható, kissé sötétebb rész a kuprooxid.

Egyszerű, üzem közben jól megfigyelhető bizonyíték az a tény is, hogy az oxidáció periódusában a fúvólevegő által szétporlasztott réz apró, tüzes



27. ábra

szemcsék alakjában nagy erővel repül ki a füstlevező nyíláson. Lehűlt állapotban könnyen megfigyelhetjük a kemence füstlevezőnyílásán és a levezőajtón képződött lepedéket. Ennek a lepedéknek jelen kell lennie a kemencebélés belső felületén is és ott részt kell vennie az oxidációs folyamatban.



# A FERDE SZAKADÁS KÉRDÉSE KÖNNYŰFÉM ÖTVÖZETEKNEÉL

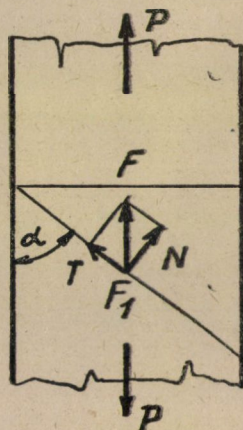
FEIMER LÁSZLÓ

## 1. A ferde szakadás elmélete

A ferde szakadás kérdése vizsgálatának az erő hatásvonalához viszonyított ferde szögecsorok gyengítette keresztmetszetek teherbírásának meghatározásánál van gyakorlati jelentősége.

Evvel kapcsolatban két kérdés merül fel, nevezetesen, melyik a szakadás szempontjából mértékadó keresztmetszet és milyen mértékben vehető az számításba.

Szerkezeti acélananyagokkal kapcsolatban dr. Gállik István foglalkozott a második kérdéssel és tett gyakorlati javaslatokat [1].



1. ábra

E javaslatokat — mint azt a későbbiekben közölt kísérleti eredmények bizonyítják is, — a mechanikai hasonlóságok dacára, könnyűfémekre kritika nélkül alkalmazni nem lehet.

Dr. Gállik a kérdés megoldásánál a Duguet-féle elméletre támaszkodott, amelyet a teljesség kedvéért röviden ismertetünk: Duguet szerint a  $P_{sz}$  húzó vagy nyomó erő hatására az  $\alpha$  szöggel meghatározott síkban (1. ábra) be-

következő elszakadáskor vagy elnyiródáskor a  $T_{sz}$  összetevő a  $G$  csúsztató ellenállásnak és az  $R$  súrlódási ellenállásnak különbsége, illetve összege, azaz  $T_{sz} = G \mp R$ . Ide behelyettesítvén a  $T_{sz} = P_{sz} \cos \alpha$ ,  $R = N_{sz} \operatorname{tg} \varphi$ ,  $N_{sz} = P_{sz} \sin \alpha$  képleteket, rendezés után  $P_{sz} = G / (\cos \alpha \pm \sin \alpha \operatorname{tg} \varphi)$ , ahol  $\varphi$  a súrlódási szög.

A továbbiakban csak a húzással foglalkozunk és bevezetjük a

$$\tau_{sz} = \frac{G}{F_1} = \frac{G}{F_1 / \sin \alpha} \quad \text{és} \quad \sigma_{sz} = \frac{P_{sz}}{F}$$

jelöléseket. Így

$$\sigma_{sz} = \frac{\tau_{sz}}{\sin \alpha \cos \alpha + \sin^2 \alpha \operatorname{tg} \varphi} \quad (1)$$

Duguet feltevése szerint  $\varphi$  és  $\tau_{sz}$  anyagállandók. A szakadás tehát ama  $\alpha$  és  $\sigma_{sz}$  értékeknél következik be, amelyeknél az (1) képlet nevezője mint  $\alpha$  függvénye a maximumát éri el. A szélsőértékszámítás azt eredményezi, hogy a szakadás az

$$\alpha = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} = \omega \quad (2)$$

hajlásszöggel meghatározott síkban keletkezik. A (2) jelű kifejezésnek az (1) jelű képletbe való helyettesítésével és megfelelő átalakítással a nyíró- és szakítószilárdság összefüggését kapjuk:

$$\tau_{sz} = \sigma_{sz} \frac{1}{2} \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \sigma_{sz} \frac{1}{2} \operatorname{tg} \omega \quad (3)$$

A rugalmasság gyakorlati határán belül, ahol számottevő maradó alakváltozás még nincsen, Duguet szerint súrlódás sincsen ( $\varphi = 0$ ). Dr. Gállik ezt a megállapítást, mint általában szokásos, a folyási határra is érvényesnek tekinti és így a (3) képlet szerint:

$$\tau_f = 0,5 \sigma_f \quad (4)$$

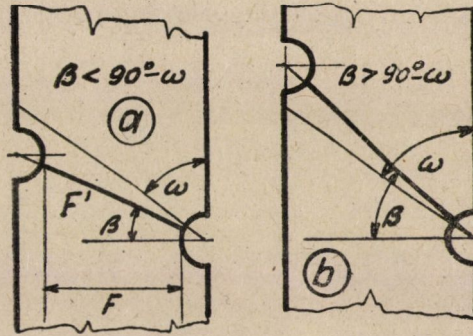
lesz, ami acéanyagoknál kísérletileg is igazolva van.

A Duguet-féle elméletet ferde irányban gyengített keresztmetszetekre alkalmazva, két eset lehetséges.

a) Az első esetben a gyengítések összekötő vonala és a merőleges keresztmetszet által bezárt  $\beta$  szög kisebb, mint az  $\omega$  kiegészítő szöge ( $2/a$  ábra) tehát:

$$\beta < 90^\circ - \omega$$

Ebben az esetben a szakadás a (2) jelű képlettel meghatározott hajlásszöggel bíró sík mentén lehetséges, tehát érvényesek a közönséges szakításra vonatkozó megállapítások.



2. ábra

A későbbiekben való felhasználásra bevezetjük a ferde keresztmetszet egységére eső redukált feszültség jellemzésére a:

$$\sigma' = \frac{P}{F'}$$

kifejezést. Mivel:

$$F' = \frac{F}{\cos \beta},$$

kapjuk, hogy:

$$\sigma' = \frac{P}{F} \cos \beta = \sigma \cos \beta$$

A  $\frac{\sigma'}{\sigma}$  feszültségek viszonyát egy  $\Psi$  redukción tényezővel fejezhetjük ki.

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \Psi.$$

Szakadásnál:

$$\sigma'_{sz} = \Psi_{sz} \sigma_{sz}, \quad 5a$$

folyásnál pedig:

$$\sigma'_f = \Psi_F \sigma_f, \quad (5b)$$

ahol a fentiek szerint

$$\Psi_F = \Psi_{sz} = \cos \beta \quad (6)$$

b) A második esetben  $\beta > 90^\circ - \omega$ , tehát a szakadás az  $\omega$  szögben nem, hanem csak a hozzá legközelebb álló  $\alpha = 90^\circ - \beta$  térbeli szög mentén lehetséges (2/b ábra). Ebben az esetben a  $\tau_{sz}$  határértékhez a  $P'$  erő tartozik és így az (1) jelű egyenletből  $\alpha = 90^\circ - \beta$  helyettesítéssel kapjuk, hogy:

$$\tau_{sz} = \frac{P'_{sz}}{F} (\sin \beta \cos \beta + \cos^2 \beta \operatorname{tg} \varphi)$$





Látjuk, hogy a Duguet-féle elmélet szerint a ferde szakadás összes kérdései a  $\varphi$  súrlódási szög ismeretével megoldhatók.

A súrlódási szög viszont a (3) jelű képlet szerint szakítási és nyírási kísérletekből meghatározható.

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{2\eta - 1}{2\eta + 1}, \quad (9)$$

ahol :

$$\eta = \frac{\tau_{sz}}{\sigma_{sz}}.$$

Acélnál  $\eta = 0,7$ , ami kereken  $\varphi = 20^\circ$ -nak felel meg.

Evvel szemben háromféle (Al—Cu, Al—Mg—Si és Al—Mg) könnyűfémét vizsgálva a  $\frac{\tau_{sz}}{\sigma_{sz}}$  arányra 0,6—0,62 közötti átlagos értékeket kaptunk. A nyírószilárdságot egyszerű villás berendezésen állapítottuk meg [3].

Dr. Buray [2] ugyancsak villás berendezéssel 12 különböző összetételű alumíniumötvözetet vizsgált meg, melyek közül hat ötvözet négyalkotós (2—4% Cu, 0,3—0,6% Mg, 0,5% Mn), hat anyag háromalkotós (2—4% Cu, 0,3—0,6% Mg) volt. A négyalkotós ötvözeteknél 51 próba átlaga 0,592, a háromalkotós ötvözetnél 52 próba átlaga 0,678 eredményt adott a  $\frac{\tau_{sz}}{\sigma_{sz}}$  arányra.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a mérnöki szerkezeteknél használt könnyűfémek összetételben a fenti négyalkotós ötvözetekhez hasonlíthatnak, a  $\frac{\tau_{sz}}{\sigma_{sz}} = 0,6$  értéket alsó határértékként elfogadhatónak tekinthetjük. Ez az arányszám kereken  $\varphi = 10^\circ$  súrlódási szögnek felel meg.

Dr. Gállik a ferde sorban lyukasított próbapálcákat úgy tervezte meg, hogy a szakadás mindig a két lyukon át következzen be. Nem foglalkozott azonban azzal az esettel, amikor a ferde lyuksorral gyengített húzott rúd az erő hatásvonalára merőlegesen, egy lyukon át szakad és e kérdés megoldására más irodalmi források sem ismeretesek.

A felsorolt körülmények szükségessé tették, hogy a ferde szakadás kérdését könnyűfémeknél az elméleti vonalon túlmenően, kísérletekkel is megvizsgáljuk.

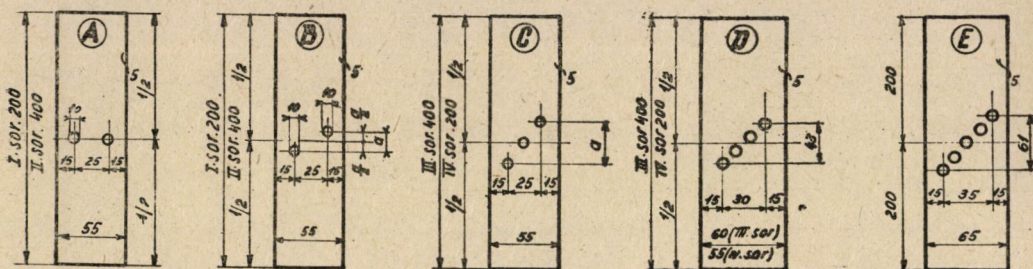
## 2. Alumíniumötvözetekkel végzett kísérletek

A kísérleteket Anticorodal A (félkemény) típusú ötvözetből készült próbatesteken hajtottuk végre. Ez az anyag viszonylagos nagy képlékenysége miatt igen alkalmas e célra.

Átlagos mechanikai jellemzők :

$$\begin{aligned} \sigma_F &= 1572 \text{ kg/cm}^2 & \frac{\sigma_F}{\sigma_B} &= 0,543 \\ \sigma_B &= 2892 \text{ kg/cm}^2 & \lambda_{10} &= 21,5\% \end{aligned}$$

A próbatestek alakja és névleges méretei a 4. ábrán, a tényleges keresztmetszeti tényezők és egyéb jellemzők az I. táblázatban láthatók. A táblázatban  $\beta$ -val az 5. ábrán jelölt szöget,  $F_1$ -el az  $a$  és  $b$ ,  $F_2$ -vel az  $c$ ,  $F$ -el az  $a$  és  $e$  vonalakkal meghatározott területek összegét jelöltük.



4. ábra

Az I. kísérletsorozatnak (200 mm hosszú próbatestek) előkísérlet szerepet szántunk és az 1—14. próbapálcák elszakítása után terveztük meg a II. és III. sorozat próbatesteit. A IV. sorozatba sorolt próbatesteket úgy állítottuk elő, hogy az I. sorozatban el nem szakított 15—18. lemezbe pótlólag lyukakat fúrattunk. A 200 és 400 mm hosszú próbatestek kísérleti eredményei között számottevő, vagy törvényszerűsége mutató különbség nem mutatkozott.

Az A jelű próbatesteknél a szakadás minden esetben az erő irányára merőlegesen, két lyukon át következett be.

A B—E jelű próbatesteknél a szakadás részben a ferde lyuksoron át, részben az egyik lyukon át az erő hatásvonalára merőlegesen következett be («egyenes szakadás»).

A szakadást a két szélső lyuk és a lemez szélei közötti erős kontrakciók előzték meg. A szakadás minden esetben a lemez szélétől indult ki egyidőben, vagy kis időkülönbséggel, a szélső lyukak irányába. Ezt követte a szakadás ferde irányban a lyukak, illetve egyenes irányban az egyik lyuk és a lemez távolabbi széle között (1. és 2. fénykép).

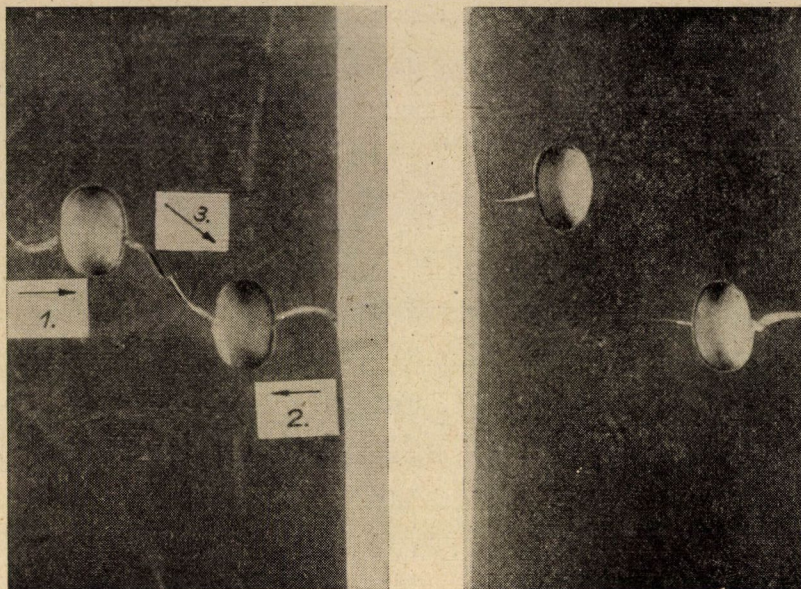
Ettől eltérő szakadási képet mutattak részben az I. 11. és 12., de főleg a II. 1. és 3. próbatestek (3. sz. fénykép). Ezeknél, mint később látni fogjuk, a ferde és az egyenes szakadás határhelyzetben voltak.

A lemezek szélei és a lyukak közötti szakadási lapoknak a lemezek síkjába eső élei az erő irányára merőlegesek voltak, felületük igen finom szemcsés volt és a síkok elég pontosan lemérhető  $50^\circ$  hajlásszöget zártak be az erő irányával, ami az elmélet szerint  $\varphi = 10^\circ$  súrlódási szögnek felel meg. A lyukak közötti szakadási lapok csipkézettek és kagylós törésűek voltak és a fentemlített ferde síkok nem voltak rekonstruálhatók (4. sz. fénykép).

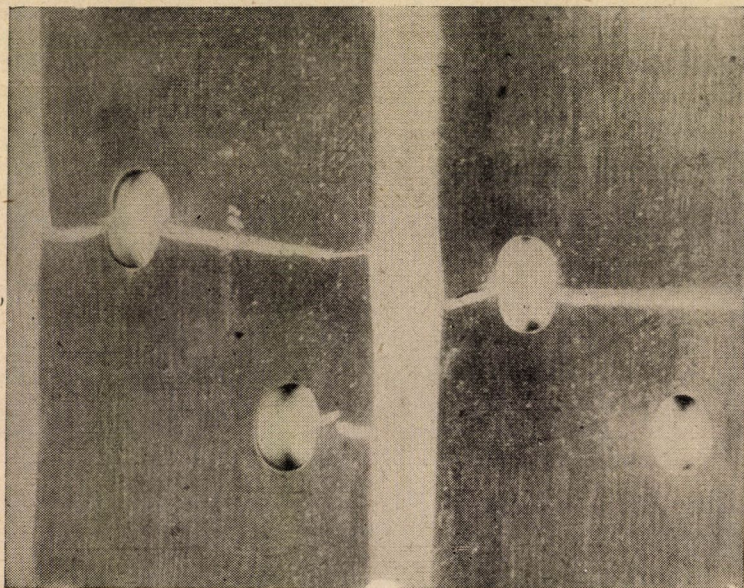
## I. TÁBLÁZAT

A kísérleti próbatetek alakja és keresztmetszeti méretei

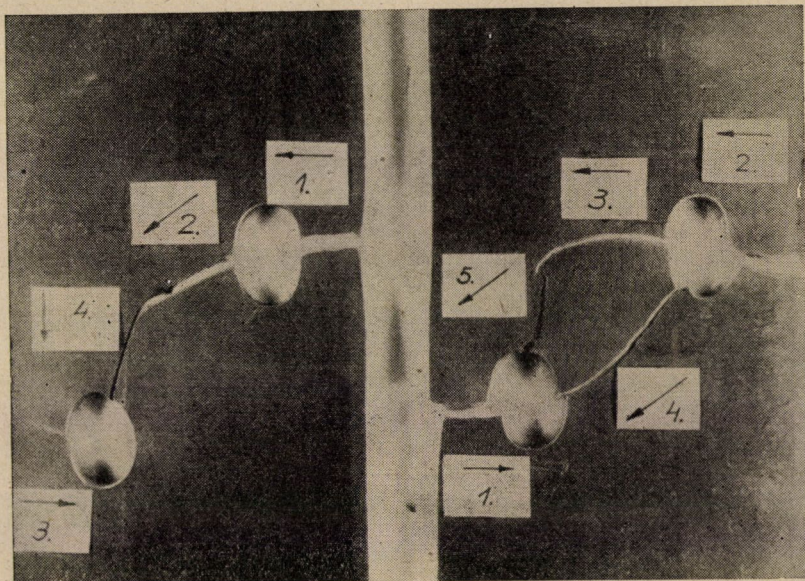
Sorozat	Szám	Alak	$\beta^\circ$	$\text{tg } \beta$	$F_1$	$F_2$	F	
					cm <sup>2</sup>			
I.	1	A	0	0	—	—	1,75	
	2	A	0	0	—	—	1,75	
	3	B	11°28'	0,203	1,04	0,775	—	
	4	B	11°28'	0,203	1,04	0,775	—	
	5	B	19°26'	0,353	1,04	0,825	—	
	6	B	19°26'	0,353	1,03	0,825	—	
	7	B	29°46'	0,572	1,06	0,94	—	
	8	B	29°46'	0,572	1,06	0,94	—	
	9	B	40°16'	0,847	1,00	1,14	—	
	10	B	40°16'	0,847	1,025	1,14	—	
	11	B	45°10'	1,006	1,03	1,275	—	
	12	B	45°10'	1,006	1,05	1,275	—	
	13	B	49°54'	1,187	1,025	2,25	2,25	
	14	B	49°54'	1,187	1,025	2,25	2,265	
	19	B	64°54'	2,141	—	—	2,255	
	20	B	64°54'	2,141	—	—	2,255	
	21	B	70°8'	2,764	—	—	2,255	
	II.	1	B	40°21'	0,850	0,99	1,155	—
		2	B	40°21'	0,850	0,995	1,145	2,255
		3	B	45°24'	1,014	1,02	1,27	—
		4	B	45°24'	1,014	1,02	1,27	2,255
5		B	47°32'	1,090	1,025	1,335	2,26	
6		B	47°32'	1,090	1,025	1,335	2,26	
7		B	47°55'	1,107	0,895	1,54	2,265	
8		B	47°55'	1,107	0,895	1,54	2,265	
9		A	0	0	—	—	1,77	
10		A	0	0	—	—	1,765	
III.	1	C	45°24'	1,010	1,01	0,775	—	
	2	C	45°24'	1,010	1,01	0,775	—	
	3	C	47°55'	1,107	1,03	0,835	—	
	4	C	47°55'	1,107	1,025	0,845	—	
	5	C	50°48'	1,226	1,03	0,995	—	
	6	C	50°48'	1,226	1,025	0,955	—	
	7	D	56°5'	1,478	1,045	1,12	—	
	8	D	56°5'	1,478	1,045	1,125	—	
	9	E	60°35'	1,773	1,01	1,57	—	
	10	E	60°35'	1,773	1,01	1,555	—	
IV.	15	C	55°23'	1,449	0,995	1,205	—	
	16	C	55°23'	1,449	1,01	1,20	—	
	17	C	60°4'	1,737	1,01	1,555	—	
	18	D	60°4'	1,737	1,025	0,99	—	



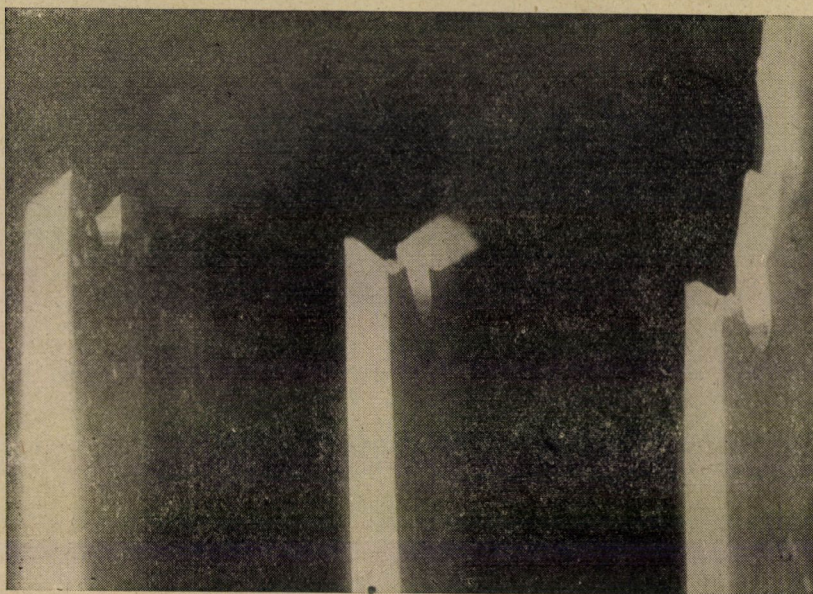
1. kép



2. kép



3. kép



4. kép

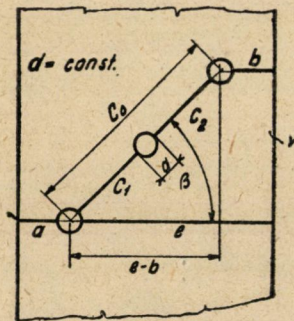
## II. TÁBLÁZAT

Az »A« jelű próbatestek kísérleti eredményei

Sorozat	Szám	$P_f$	$P_{sz}$	$\sigma_f$	$\sigma_{sz}$	$\frac{\sigma_f}{\sigma_{sz}}$	Átlag $\text{kg/cm}^2$	
		t		$\text{kg/cm}^2$				
I.	1	3,76	5,01	2150	2860	0,751	$\sigma_F = 2220$	$\sigma_{sz} = 2860$
	2	4,01	5,01	2290	2860	0,801		
II.	9	4,01	5,26	2260	2970	0,762	$\sigma_{sz} = 2305$	$\sigma_{sz} = 3015$
	10	4,15	5,40	2350	3060	0,768		

## 3. A kísérletek értékelése

a) Az A jelű próbatestekkel végzett kísérletek eredményeit a II. táblázatban foglaltuk össze. A folyáshoz tartozó  $P_F$  erőt mind ezeknél, mind a többi kísérleteknél is a szakítási diagrammokból állapítottuk meg.



5. ábra

b) A ferde szakadásra kapott kísérleti eredmények kiértékelésénél feltettük, hogy az  $a, b, c_1, \dots$  szakaszokon a feszültségi állapotot rendre a  $\sigma_a, \sigma_b, \sigma_c, \dots$  átlagos feszültségek jellemzik (5. ábra). Ha  $a \sim b$  és  $c_1 \sim c_2 \sim \dots \sim c$ , akkor  $\sigma_a = \sigma_b$  és  $\sigma_{c1} = \sigma_{c2} = \dots = \sigma_c$ . Ha továbbá elfogadjuk azt a feltevést, hogy  $\sigma_a$  egyenlő az A jelű próbatesteknél kapott átlagos feszültséggel, akkor a:

$$\sigma_c = \frac{P - \sigma_a (F_a + F_b)}{F_c}$$

képletből a keresett  $\sigma_c$  feszültség meghatározható. A képletben:

$$F_a = a v, \quad F_b = b v, \quad F_c = v \Sigma c$$

Az  $F_a + F_b$  területek adatait az I. táblázat  $F_1$ , az  $F_c$  területekét az  $F_2$  rovatában találjuk.

Az így kiértékelt kísérleti eredményeket a III. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban szereplő  $\sigma_f'$  a folyási határhoz-,  $\sigma_{sz}'$  a szakadáshoz tartozó  $\sigma_c$  feszültségeket jelentik. Továbbá :

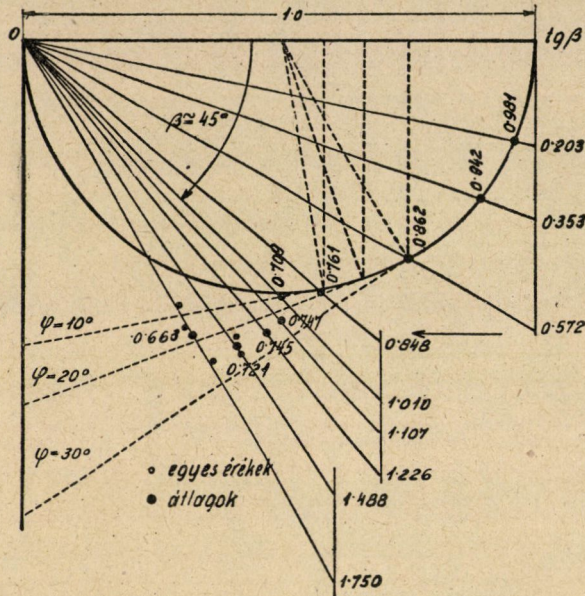
$$\Psi_F = \frac{\sigma_f'}{\sigma_f} = \Psi_F^{(c)} \quad \text{és} \quad \Psi_{sz} = \frac{\sigma_{sz}'}{\sigma_{sz}} = \Psi_B^{(c)}$$

## III. TÁBLÁZAT

*Ferde lyuksorral gyengített próbatestek kísérleti eredményei  
Szakadás a ferde lyuksoron át*

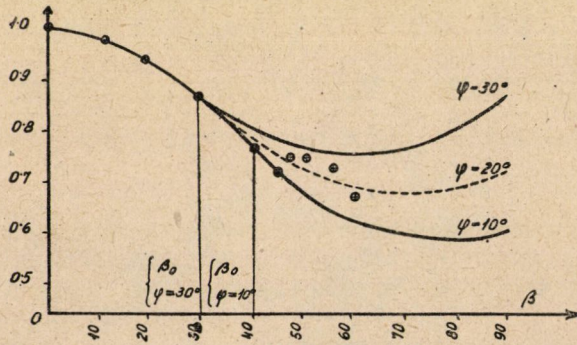
Sorozat	Szám	$\beta^\circ$	$\text{tg } \beta$	$P_f$	$P_{sz}$	$\frac{P_f}{P_{sz}}$	$\sigma_f'$ kg/cm <sup>2</sup>	$\Psi_F$		$\sigma_{sz}'$ kg/cm <sup>2</sup>	$\Psi_{sz}$		$\frac{\sigma_f'}{\sigma_{sz}'}$	
				t				egyes	átlag		egyes	átlag		
I.	3	11°24'	0,203	3,97	5,13	0,774	2142	0,963	0,979	2783	0,973	0,981	0,770	
	4	11°24'		4,02	5,16	0,779	2205	0,995		2820	0,988		0,782	
	5	19°26'	0,353	4,04	5,21	0,776	2095	0,944	0,944	2710	0,948	0,942	0,773	
	6	19°26'		4,02	5,15	0,781	2100	0,945		2676	0,936		0,785	
	7	29°46'	0,572	4,16	5,36	0,776	1921	0,865	0,860	2475	0,865	0,862	0,776	
	8	29°46'		4,14	5,34	0,776	1900	0,855		2455	0,858		0,774	
	9	40°16'	0,848	4,15	5,38	0,772	1692	0,762	0,761	2210	0,773	0,761	0,767	
	10	40°16'		4,20	5,40	0,778	1688	0,760		2162	0,756		0,780	
	II.	1	40°21'		3,86	5,61	(0,689)	1368	(0,594)		2275	0,755		(0,601)
	I.	11	45°10'		4,35	5,55	0,791	1622	0,731		2045	0,715		0,793
12		45°10'		4,20	5,35	0,805	1466	0,661		1844	0,645		0,794	
II.	3	45°24'	1,010	4,54	5,64	0,801	1723	0,748	0,716	2015	0,669	0,709	0,853	
	1	45°24'		3,68	4,83	0,762	1745	0,757		2300	0,763		0,759	
III.	2	45°24'		3,55	4,80	0,740	1577	0,683		2262	0,751		0,697	
	3	47°55'	1,107	3,62	5,00	0,724	1492	0,647	0,648	2270	0,753	0,747	0,657	
4	47°55'	3,63		4,98	0,729	1500	0,650	2238		0,742	0,671			
	5	50°48'	1,226	3,72	5,22	0,713	1410	0,612	0,621	2215	0,735	0,747	0,637	
	6	50°48'		3,75	5,25	0,714	1455	0,631		2260	0,752		0,644	
	7	56°5'	1,488	3,80	5,60	0,679	1245	0,540	0,600	2185	0,725	0,721	0,570	
	8	56°5'		4,12	5,66	0,729	1522	0,660		2229	0,739		0,683	
IV.	15	55°23'		3,82	5,32	0,718	1345	0,605		2033	0,710		0,661	
	16	55°23'		3,83	5,33	0,718	1323	0,596		2035	0,710		0,650	
III.	9	60°35'	1,748	4,45	6,11	0,729	1355	0,587	0,575	1953	0,648	0,663	0,694	
	10	60°35'		4,48	6,20	0,723	1385	0,601		2030	0,673		0,682	
IV.	17	60°4'		4,04	5,54	0,729	1158	0,522		1705	0,596		0,679	
	18	60°4'		3,57	5,02	0,711	1308	0,589		2110	0,737		0,619	

Mind a  $\sigma_c$  (10 képlet), mind a  $\psi$  meghatározásánál a II. táblázatból vett átlagos értékekkel számolunk. (Az I. 1., 2. átlagot az I. és IV. sorozatnál a II. 9., 10. átlagot a II. és III. sorozatnál).



6. ábra

A szakadásra vonatkozó eredményeket poláris koordináta rendszerben a 6.-, orthogonális koordináta rendszerben a 7.-, a folyásra vonatkozókat pedig a

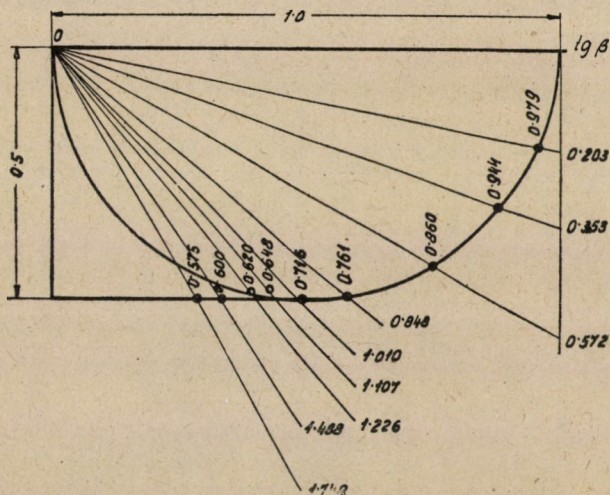


7. ábra

8. ábrán grafikusán is feltüntettük. Ezekből látjuk, hogy a  $\sigma_{sz}$  értékek  $\beta \sim 45^\circ$ -ig igen jó közelítéssel a Duguet-féle elmélet alapján levezetett vonalon fekszenek. A folyási határra vonatkozóan ez a megállapítás  $45^\circ$ -nál nagyobb szögekre is



fennáll. A  $\psi_{sz}$  arányszámok értékei  $\beta > 45^\circ$  szögeknél azonban meglehetősen nagy szórással a  $\varphi = 10^\circ$  és  $\varphi = 30^\circ$  súrlódási szögeknek megfelelő egyenesek között helyezkednek el. Ez a körülmény arra mutat, hogy olyankor, amikor a szakadás nem a természetes szakadási lapok mentén következik be, a súrlódási



8. ábra

szög változó. Ugyanerre a következtetésre juthatunk egyébként dr. Gállik acéllal végzett kísérletei alapján is.

A szakadásra vonatkozó  $\psi_{sz}$  arányszám gyakorlati meghatározásánál két utat követhetünk. Vagy felvesszünk valamely  $\varphi$  súrlódási szöget (pl.  $\varphi = 10^\circ$ ) és a:

$$\beta_0 = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

határig:

$$\Psi_{sz} = \cos \beta$$

és ezenfelül a (8/a) jelű képletből meghatározott

$$\Psi_{sz} = \frac{0,6}{\sin \beta + 0,18 \cos \beta} \quad (11)$$

arányszámokkal számolunk. Ez az eljárás részben elméleti alapokon nyugszik.

Eljárhatunk azonban úgy is, hogy nagy szögeknél egy állandó  $\psi_{sz}$  (pl. 0,65) értéket veszünk fel és ebből határozzuk meg a  $\beta_0$  (pl.  $50^\circ$ ) határszöget. Ez az eljárás elméletileg nem helyes, de egyszerűbb gyakorlati szabályt ad. Hasonló eljárást javasol egyébként Gállik acélokra vonatkozóan.

A gyakorlati szabályok megállapításánál vegyük figyelembe azt a később bizonyított körülményt, hogy  $60^\circ$ -nál nagyobb hajlásszögeknek gyakorlati

jelentősége nincs. Az így szűkített határok között pedig a fentebb ajánlott két eljárás eredményei között nincs lényeges különbség.

A folyási határra vonatkozóan a kísérleti eredmények jól fedik a (6/b) és (8/b) képletekből meghatározható adatokat.

c) A IV. táblázatban azokat a kísérleti eredményeket foglaltuk össze, melyeknél a szakadás az erőhatás vonalára merőleges egyenes mentén következett be.

IV. TÁBLÁZAT  
Szakadás az egyik lyukon át, az erő hatásvonalára merőlegesen

Sorozat	Szám	$P_f$	$P_{sz}$	$\frac{P_f}{P_{sz}}$	$\sigma''_f$	$\sigma''_{sz}$	$\Psi''_F$	$\Psi''_F$	$\Psi''_{sz}$	$\Psi''_{sz}$
		t		kg/cm <sup>2</sup>	átlag			átlag		
I.	13	3,94	5,54		0,712	1753	2465	0,788	0,782	0,863
	14	3,95	5,60	0,706	1742	2470	0,786	0,864		
	19	3,78	5,76	0,655	1680	2560	0,758	0,895		
	20	3,71	5,76	0,643	1645	2560	0,743	0,895		
	21	4,20	5,78	0,728	1865	2570	0,841	0,900		
II.	2	3,86	5,495	0,703	1715	2440	0,744	0,785	0,810	0,819
	4	3,40	5,76	(0,590)	(1510)	2560	—		0,850	
	5	4,05	5,45	0,743	1795	2410	0,780		0,798	
	6	4,20	5,72	0,735	1860	2530	0,807		0,839	
	7	4,17	5,52	0,756	1840	2440	0,798		0,809	
	8	4,17	5,52	0,756	1840	2440	0,798		0,809	

Az átlagos feszültségek meghatározásánál abból a feltevésből indulunk ki, hogy :

$$\sigma_a = \sigma_e$$

és így :

$$\sigma''_f = \frac{P_f}{F_a + F_e} \quad \sigma''_{sz} = \frac{P_{sz}}{F_a + F_e} \quad (12)$$

$$\Psi''_f = \frac{\sigma''_f}{\sigma''_f} = \Psi_f^{(e)} \quad \Psi''_{sz} = \frac{\sigma''_{sz}}{\sigma''_{sz}} = \Psi_B^{(e)}$$

Az  $F_a + F_e$  területösszeget az I. táblázat  $F$  rovata tartalmazza.

A III. és IV. táblázatban a már felsorolt adatokon felül, esetleges további kiértékelés céljából, feltüntettük a  $\frac{P_f}{P_{sz}}$ , illetve  $\frac{\sigma''_f}{\sigma''_{sz}}$  arányszámokat is.

d) A  $\psi$  arányszámok meghatározásánál alkalmazott feltevések igazolására és a későbbiekben való felhasználására az egyenes és ferde szakadás feltételeit fogjuk most meghatározni. Ehhez (5. ábra) tegyük fel, hogy a lyukak  $d$  átmérője

állandó és azok középpontjai egymástól a szintén egyenlő  $nd$  távolságokban vannak. A lyukak közötti területeket jellemző távolság:

$$c = \sum_1^{m-1} c_i = c_1 + c_2 + \dots + c_{m-1}$$

Ha:

$$c_1 = c_2 = \dots = c_{m-1} = c,$$

akkor:

$$c = (m-1)(n-1)d$$

és

$$c_0 = (m-1)nd,$$

ahol  $m$  a lyukak számát jelenti.

Ha továbbá:

$$a = n_a d \quad \text{és} \quad b = n_b d,$$

akkor:

$$e = b + c_0 \cos \beta = [n_b + (m-1)n \cos \beta] d.$$

Ha általánosítva feltesszük, hogy ferde szakadásnál az  $a$  szakaszhoz tartozó átlagos feszültség  $\sigma_a$ , a  $b$  és  $c$ -hez tartozók pedig  $\sigma_b$  és  $\sigma_c$ , akkor az igénybevétel (erő):

$$Y' = (a\sigma_a + b\sigma_b + c\sigma_c) v = [n_a\sigma_a + n_b\sigma_b + (m-1)(n-1)\sigma_c] vd$$

Egyenes szakadásnál pedig:

$$Y'' = (a\sigma_a' + e\sigma_e) v = \{n_a\sigma_a' + [n_b + (m-1)n \cos \beta]\sigma_e\} vd$$

Egyenes szakadás várható, ha  $Y'' < Y'$  vagyis:

$$n\Psi_e \cos \beta - (n-1)\Psi_c < \frac{n_a(1-\Psi_a') + n_b(\Psi_b - \Psi_e)}{m-1} \quad (13a)$$

ahol:

$$\Psi_a' = \frac{\sigma_a'}{\sigma_a} \quad \Psi_b = \frac{\sigma_b}{\sigma_a} \quad \Psi_c = \frac{\sigma_c}{\sigma_a} \quad \Psi_e = \frac{\sigma_e}{\sigma_a}$$

Abban az esetben, ha az előbbi feltevéseink szerint  $\Psi_a' = \Psi_e$  és  $\Psi_b = 1$ , egyenes szakadással kell számolnunk, ha:

$$n\Psi_e \cos \beta - (n-1)\Psi_c < \frac{(n_a + n_b)(1 - \Psi_e)}{m-1} \quad (13b)$$

Alapul véve az egyes kísérleteknél az előzőekben közölt feltevések mellett kísérletileg meghatározott  $\psi_e$  és  $\psi_c$  értékeket, valamennyi kísérletnél meghatároztuk a (13/b) jelű képlet jobb- és baloldalán levő függvényeknek számszerű értékeit. A feldolgozott 37 kísérlet közül 35 esetben a szakadás a (13/b) jelű feltételeknek megfelelően következett be és csak két esetben (II. 1 és 3.) kaptunk ellentmondó eredményt.

Azonban a szakadási lapok már említett szabálytalan alakulásán kívül az a körülmény is, hogy két-két gyakorlatilag azonos méretű próbatest közül az egyik egyenesen, a másik ferdén szakadt, arra utal, hogy határhelyzettel van dolgunk. Ennek igazolására a (13/b) jelű képletet egyenletként felállítva, meghatároztuk a  $\psi_e$  arányszámot szakadás esetére, az alábbi átlagos adatok mellett.

II. 1. és 2. kísérlet :

$$n = 3,30, \quad n \cos \beta = 2,515, \quad n_a + n_b = 1,985, \quad \Psi_c = 0,761$$

és így :

$$\Psi_e = 0,830$$

II. 3. és 4. kísérlet :

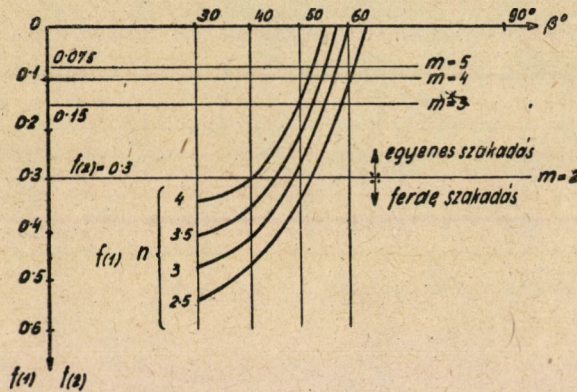
$$n = 3,54, \quad n \cos \beta = 2,485, \quad n_a + n_b = 2,04, \quad \Psi_c = 0,709$$

és így :

$$\Psi_e = 0,848$$

Mindkét arányszám igen közel áll a teljes átlagként megállapított 0,851 számhoz.

A (13/b) jelű képlettel kifejezett függvényeket a 9. ábrán a gyakorlatban előforduló  $n = 2,5-4$  és  $m = 2-5$  számokra koordináta rendszerben ábrázol-



9. ábra

tuk. Látjuk, hogy a kísérleteinknél alapulvett szögecslyuk elrendezéseknél  $\beta = 60^\circ$  fölött még a gyakorlatilag legszűkebb lyuktávolságnál sem jöhet létre ferde szakadás.

#### 4. A megengedhető feszültség meghatározása

Az V. táblázatban a  $\sigma$ ,  $\sigma_a$  és  $\sigma_e$  feszültségek teljes átlagait és a tiszta húzáshoz viszonyított arányszámokat foglaltuk össze.

A megengedhető feszültségek megállapításánál az egyenlő biztonság elvéből indultunk ki, mely szerint a  $\sigma_M$  megengedhető feszültség a :

$$\sigma'_M = \frac{\sigma_F}{n_F} \quad \text{és} \quad \sigma''_M = \frac{\sigma_B}{n_B}$$

V. TÁBLÁZAT  
Teljes átlagok és arányszámok

A próbatetest alakja és a szakadás jellege	$\sigma$		$\sigma_B$		$\frac{\sigma_F}{\sigma_B}$
	kg/cm <sup>2</sup>	arány	kg/cm <sup>2</sup>	arány	
Gyengítés nélküli próbatetest $\sigma$ .....	1572	1,00	2892	1,00	0,544
A jelű próbatetest $\sigma_a$ .....	2262	1,44	2938	1,02	0,772
B jelű egyenes szakadás $\sigma_e$ .....	1773	1,13	2498	0,863	0,711

feszültségek köz ül a kisebbik legyen. Az 1940-ben közzétett tanulmányunkban [3] a biztonsági számokra az alábbiakat javasoltuk :

$$n_F = 1,75 \quad n_B = 2,55$$

Az így meghatározott megengedhető feszültségek jól fedik a külföld specifikációkban azóta megjelent adatokat.

Ha  $\frac{\sigma_F}{\sigma_B} = \alpha$ , akkor  $\sigma'_M = \alpha \frac{\sigma_B}{1,75}$  és így ha  $\alpha \cong 0,685$ , a  $\sigma'_M$  feszültség a mértékadó.

a) Tiszta húzásnál a mérnöki tartószerkezetekhez használt ötvözeteknél általában  $\alpha > 0,7$  és így :

$$\sigma_M = \frac{\sigma_B}{2,55}. \quad (14a)$$

b) Az erő hatásvonalára merőleges egyenesben levő szimmetrikus elrendezésű lyukasztott lemezeknél («A» jelű próbatestek) :

$$\sigma_F^{(a)} = 1,44 \sigma_F \text{ és } \sigma^{(a)} \sim \sigma_B,$$

tehát mértékadó :

$$\sigma_M^{(a)} = \frac{\sigma_B}{2,55} = \sigma_M \quad (14b)$$

c) Ferde szakadásnál a határigénybevételekből indultunk ki (V. táblázat adatai).

$$Y' = \frac{\sigma_F^{(c)} F_c}{n_F} = \Psi_F^{(c)} \frac{\sigma_F^{(a)}}{n_F} = \Psi_F^{(c)} \frac{0,772}{1,75} \sigma_B F_c$$

$$\sigma_M^{(c)'} = \frac{Y'}{F_c} = 1,125 \Psi_F^{(c)} \frac{\sigma_B}{2,55} = 1,125 \Psi_F^{(c)} \sigma_M$$

$$Y'' = \frac{\sigma_B^{(c)}}{n_B} \cdot F_c = \Psi_B^{(c)} \frac{\sigma_B}{2,55} F_c$$

$$\sigma_M^{(c)''} = \Psi_B^{(c)} \sigma_M$$

Amíg :

$$\frac{\Psi_B^{(c)}}{\Psi_F^{(c)}} \leq 1,125,$$

addig  $\sigma_M$  lesz mértékadó. Ha a fentebb közöltek alapján  $\beta = 60^\circ$ -ot határnak tekintjük, akkor a (8) jelű képletekből ( $\varphi = 10^\circ$ ) lesz :

$$\Psi_F^{(c)} = 0,578, \quad \Psi_B^{(c)} = 0,627 \text{ és így } \frac{\Psi_B^{(c)}}{\Psi_F^{(c)}} = 1,085,$$

vagyis a gyakorlatilag számbajövő esetekben :

$$\sigma_M^{(c)} = \Psi_B^{(c)} \sigma_M \quad (14c)$$

d) A kísérleteknél szereplő elrendezésnél, egyenes szakadás esetén:

$$Y' = \frac{\sigma_F^{(e)} F_{a+e}}{n_F} = \Psi_F^{(e)} \frac{\sigma_F^{(a)}}{n_F} F_{a+e} = \Psi_F^{(e)} \frac{0,772}{1,75} \sigma_B F_{a+e}$$

$$Y'' = \frac{\sigma_B^{(e)} F_{a+e}}{n_B} = \Psi_B^{(e)} \frac{\sigma_B}{2,55} F_{a+e}$$

Az V. táblázatból a teljes átlagot meghatározva :

$$\Psi_F^{(e)} = 0,7835 \text{ és } \Psi_B^{(e)} = 0,851,$$

kapjuk, hogy :

$$\sigma_M^{(e)'} = 0,882 \frac{\sigma_B}{2,55} = 0,882 \sigma_M$$

$$\sigma_M^{(e)''} = 0,851 \frac{\sigma_B}{2,55}$$

és így a megengedhető feszültség :

$$\sigma_M^{(e)} = 0,851 \sigma_M \quad (14d)$$

#### 4. Összefoglalás

A ferde lyuksorokkal gyengített húzott rudak mértékadó keresztmetszetének meghatározásánál a megfelelő szabályzatok számolnak a ferde és egyenes (erő irányára merőleges) szakadás lehetőségével, azonban a megfelelő területrészeket általában teljes értékkel veszik számításba.

A ferdeirányú lyukak közötti lehetséges szakadási lapokra kísérleteink a könnyűfémekre vonatkozóan is teljes mértékben alátámasztják Gálliknak azt a javaslatát, hogy mértékadó keresztmetszetenként ne a teljes területet, hanem általában annak az erő irányára merőleges vetületét vegyük számításba.

Kísérleteink felhívják a figyelmet továbbá arra, hogy a könnyűfémeknek bemetszésekkel szembeni fokozottabb érzékenysége miatt erősen excentrikus helyzetű lyukaknál a mértékadó keresztmetszeteknek 15%-ig való csökkentésével lehet számolni, mely körülményre a lehetséges egyenes szakadási lap vizsgálatok tekintettel kell lenni. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a közölt számszerű adat a kísérleteknél alkalmazott próbatestekre vonatkozik. Kívánatos lenne a vizsgálatokat a gyakorlatban előforduló más kapcsolati elrendezésekre is kiterjeszteni, hogy ezek eredményei alapján a megfelelő tervezési és méretezési szabályok megállapíthatók legyenek.

#### I R O D A L O M

1. *Dr. Gállik István*: A ferde szakadás elmélete. Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye, 1936.
2. *Dr. Buray Zoltán*: Kísérletek nagy átmérőjű könnyűfémszegecsek előállítására. Alumínium, 1951.
3. *Dr. Feimer László*: Alapelvek és adatok könnyűfém szerkezetek méretezéséhez. Budapest, 1941.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

BURAY ZOLTÁN

Az előadó számításai, kísérleteivel jó összhangban, bizonyítják, hogy a szerkesztői gyakorlatban használatos alumíniumötvözeteknél az erő irányára ferdén elhelyezett szegecslyukak a keresztmetszetet gyengítve az elhelyezési szögük szerint egyenes, vagy ferde irányú szakadást idézhetnek elő. Mint kísérletei is igazolják, a szakadások mindig a lemez széle és a szélső szegecslyuk között a széltől kezdve indulnak meg. A szegecslyukak között, azaz a nagyobb anyagszélességek felé induló repedések csak másodlagos jellegűek. Ez magától értetődő, hiszen a szakadást megelőző kontrakció mindig a legkisebb keresztmetszeteknél indul meg, ott, ahol a környezet nagy anyagtömegének gátló hatása a legnagyobb. Ez hasonló a jól ismert bemetszett próbatestek szakadásának esetéhez. Ez a szakadás természetesen ú. n. egyenes, az erő irányára merőleges. A szegecslyukak közötti szakadás a teljes keresztmetszetnek illetően való újabb gyengítése után következik be. E szakadás jellegét most már a lyukaknak az erő irányával bezárt szöge szabja meg.

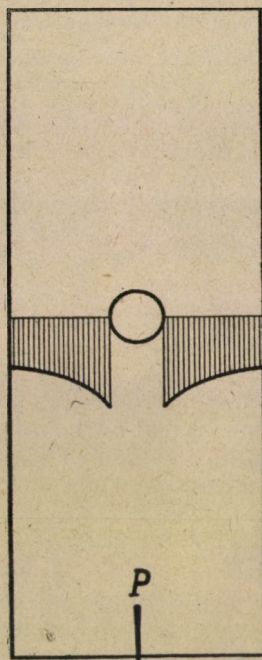
A szegecskapcsolatok méretezéséhez az előadó fejtegetései így valóban hasznos támpontul fognak szolgálni. Mielőtt azonban ezt az elméletet a méretezés alapjául felhasználnák, célszerű lenne a vizsgálatokat szegecselt kapcsolatokra is kiterjeszteni.

Az alumínium szegecselése köztudomásúan — az acél szegecselésével ellentétben — általában hideg állapotban történik. Így a szegecselt kapcsolatnál az erő kizárólag a szegecspaláston adódik át és nem lehet számolni a lemezek tetemes súrlódásával, ami a vasszegecs melegen való fejelésekor a zsugorodásból származó szorítóhatásból adódik. Az alumíniumszegecsnek tehát tökéletesen ki kell töltenie a szegecslyukat ahhoz, hogy az erő átvitelére megfeleljen. A szegecslyuk kitöltését a gondos illesztésen kívül az biztosítja, hogy a fejeléshez szükséges nyomóerő olyan nagy, hogy a szegecsszárat is a folyáshatáron felüli mértékben veszi igénybe. Ennek folytán a szegecsszár a szegecslyukat teljesen kitölti, sőt — nagyobb átmérőjű szegecsnél — a lyukat magát is deformálja. A szegecselőerő a szegecsátmérőn kívül az alkalmazott ötvözet és fejforma függvénye, de már például 10 mm  $\varnothing$ -jű dural félgömbfejű szegecsnél Zeerleder szerint [1] kb. 37 t, míg a Fémipari Kutató Intézet kísérleti alapján 20 mm  $\varnothing$ -jű alacsonyán ötvözött dural félgömbfejű szegecsnél 70 t, dúsabban ötvözött-nél 100 t [2]. Jól lehet a szegecsfej alakja nagyban befolyásolja a fejezőerőt, mert az előbbi 70 tonnát igénylő 20 mm  $\varnothing$ -jű duralszegecs lapos fejjel való fejezése 35, kúpos fejjel való fejezése 40 tonnával megoldható [3], mégis világos, hogy ezek a tekintélyes nyomóerők a szegecsszár felduzzasztásán kívül a szegecslyukat is többé-kevésbé deformálják. Bár Feimer dr. kísérleteinél 10 mm  $\varnothing$ -jű furatokat alkalmazott, — mint látjuk, már ott is erős lyuktömörődéssel lehet számolni —, de éppen mérnöki szerkezeteknél a nagyobb szegecsátmérő felé is figyelemmel kell lenni.

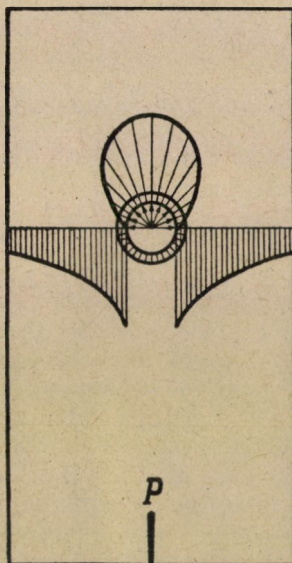
A szegecslyuknak ilyen deformációja há nem túl nagymérvű, nemcsak hogy nem káros, hanem éppen hasznos és szükséges. A deformáció következtében a lyuk körül azonban bizonyos nagyságú belső feszültség keletkezik, amely esetleg befolyásolhatja a ferde szakadás kritikus szögét.



Ennél sokkal fontosabb azonban a ferde szakadás, illetőleg a méretezés alapjául szolgáló keresztmetszet szempontjából az a feszültség, amely egy szegecskötésben az erő hatására a lyukpaláston fellép. Egy szegecslyuk környékén a feszültségek várható eloszlását vizsgálva, azt találjuk, hogy addig amíg egy lyukkal gyengített szalag húzásakor a lyuk körül a feszültségeloszlás képe az 1. ábra szerinti, addig olyan szegecselt kötésnél, ahol az erőtvitel a szegecsen, illetőleg lyukpaláston át történik, a lyuk igénybevétele erősen megváltozik: A 2. ábrában jobb szemléltethetőség kedvéért a lyuknál valószínűleg keletkező egyes igénybevételek külön-külön vannak ábrázolva. Tekintve, hogy az erő



1. ábra



2. ábra

felvétele nem az egész lemez keresztmetszeten történik, hanem csak a szegecslyukon át, a feszültség eloszlása lemezben a furat körül meredekebb. A szegecs behelyezése egy bizonyos nyomóerőt ad egyenletesen a furat palástjára, míg az erő átvitelére szolgáló szegecs a lyukpalástra egy, az ábra szerinti nyomáseloszlást ad.

E három feszültség összegezéséből adódó eredő feszültség valószínűleg el fogja tolni a szakadás kiinduló pontját a szegecs támadási pontja felé és bár a kezdeti repedés biztosan meg fog egyezni a Feimer dr. kísérleteiben megállapított iránnyal, valószínű, hogy a feszültségi viszonyok megváltozása a szakadás továbbfutásának szögét befolyásolni fogja. Ezenkívül a feszültségek ilyen torlódása valószínűleg az elméletileg számítottnál hamarabb fog szakadást okozni.

Mindezek figyelembevételével a szegecskötéseken végrehajtandó vizsgálatok igen fontosak lennének, hiszen a szegecselt kapcsolatok méretezésénél az

egyenszilárdság elérése a cél, azaz a szegecs nyírásra, a lemez szakadásra és a palástnyomás egyenlő mértékben legyen kihasználva.

Érdekes lenne a Feimer dr.-féle kísérleteket tovább folytatni a szegecselt kapcsolatok sztatikai vizsgálatán túl azok ismétlődő igénybevételére is. Éppen az előadásból is látható, hogy a könnyűfémek bemetszés ellen igen érzékenyek. Ez sztatikai terhelésnél az excentrikusabb lyukelosztásnál a mértékadó keresztmetszetnek csökkentett igénybevehetőségében nyilvánul. Ismétlődő igénybevételnél a furat elosztásán kívül a lemezvastagsághoz alkalmazott furat mérete is erős befolyással lesz a kifáradási határra. A ferde szakadás kérdésének változó igénybevételnél való megvizsgálásán kívül a szerkezetek méretezésének alapjául szolgáló kötőfárasztó vizsgálatok elvégzésére is módot kellene nyújtani.

Amennyiben ugyanis az igénybevételek változása igen sokszori, az egyenletes anyagigénybevételt biztosító sztatikai  $\sigma_B : \tau : \sigma_1$  arány nem felel meg a követelményeknek. Ezt a kérdést az előadó még 1941-ben vizsgálta [4], de célszerű lenne a vizsgálatoknak a ferde szakadás kérdései irányában való folytatása.

Mindent egybevéve, megállapítható, hogy az előadó nagy és alapos munkával értékes eredményeket ért el a könnyűfémek ferde szakadási kérdésének tisztázásával. Munkája a könnyűfém szerkezetek méretezési szabályaihoz elvi alapul fog szolgálni.

#### MENYHÁRD ISTVÁN

A mérnöki gyakorlat szempontjából kívánok az előadáshoz hozzászólni. Feimer a könnyűfémekkel kapcsolatban alaposan és érdekesen világította meg a ferde és egyenes szakadás kérdését. Azok a kutatások, amiket ő folytatott és amelyek terén ezeket az értékes kísérleteket végezte, néhai dr. Gállik elméleti és kísérleti munkássága folytatásaként történtek. Gállik az acélszerkezetek szegecselésének vizsgálatával kapcsolatban vetette fel a problémát. Meg kell állapítani, hogy Gállik kutatásai nincsenek befejezve, éppen ezért szükségesnek tartanám, hogy Feimer kartárs vagy mások foglalkozzanak e kérdéssel és fejezzék be. A mérnöki gyakorlat terén ennek a kérdésnek tisztázására szükség volna, ugyanis a kapcsolatos szabályzatokban a szegecselt rudak méretezésének kérdése tisztázatlan és nem áll azokon az alapokon, amit ez a kérdés megérdemel. Habár az acélszerkezeteknél a belső súrlódás nagyobb mértéke miatt a ferde szakadás kérdése nem annyira döntő, mégis szükséges, hogy ez a kiadás az acélszerkezetek terén is tisztáztassék és a szabályzatba megfelelő előírások kerüljenek, mint könnyűfém szerkezetek esetében.

# KÜLÖNFÉLE ELJÁRÁSSAL GYÁRTOTT Cu-Pb CSAPÁGYAK METALLOGRAFIAI VIZSGÁLATA

SZÉKI PÁLMA

A korszerű belsőégésű motorok csapágyazásaiban egyre jobban elterjed az acélpersellyel kapcsolódó Cu-Pb csapágybélés. Kezdetben csak az ónalapú csapágyötvözetek póttanyagának tekintették, de bebizonyosodott, hogy a Cu-Pb-ötvözet jó tulajdonságaival sok tekintetben felülmúlja az ónalapú fehér-fém ötvözeteket.

Elsősorban szakító- és nyomószilárdsága megfelelőbb, nagyobb üzemi hőmérsékleten is. A Cu-Pb még olyan hőfokon is megállja a helyét, amelyen a fehérfémek már kiolvadnak. Hővezetőképessége, súrlódási együtthatója is előnyösebb, mint a fehér csapágyötvözeteké. Bár keményebb ezeknél, mégsem szükséges edzett csapokat alkalmazni hozzá, mint az ónbronzzal perselyekhez. Kifáradási ellenállása is megfelelően nagy.

A Cu-Pb ötvözet jó csapágytulajdonságait szövetszerkezete biztosítja. Az aránylag nagy szilárdságú réz alapanyagban helyezkednek el az ólom lágy, jól kenődő szigetei. A felületen elhelyezkedő ólom szemcsékből üzem közben finom, vékony ólomfilm képződik, amely a csapágy működésére hasznos.

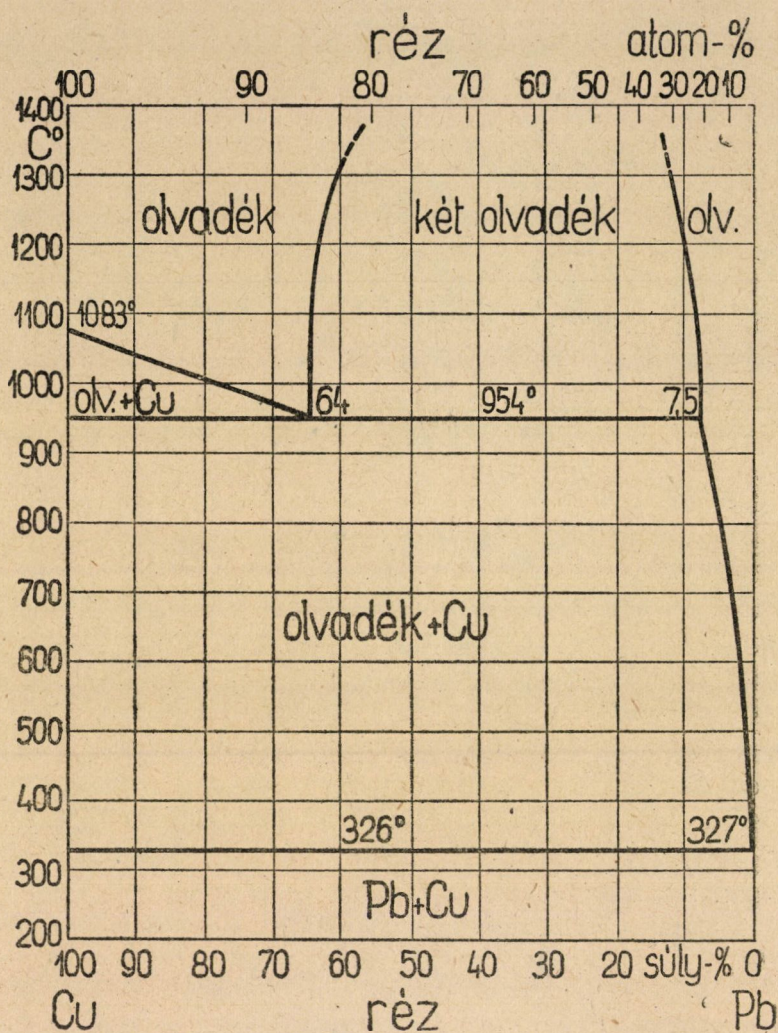
Régebben csak az olyan ötvözeteket tartották jó csapágybélésnek, amely lágy alapanyagban nagy, kemény kristályokat tartalmazott és ezeket a kristályokat tekintették a terhelés hordozóinak. Ez a felfogás akkor alakult ki, amikor az ónalapú csapágyfémnek még nem volt versenytársa és jó tulajdonságait sajátos kristályfelépítésével magyarázták. Azóta számos fémről és ötvözetről kiderült, hogy jó csapágybélés anyag, bár felépítésük nem hasonlít a fehérfémekére. Ezek közé tartozik a Cu-Pb ötvözet is.

A kétalkotós Cu-Pb ötvözetek megszilárdulási viszonyait az egyensúlyi diagramról olvashatjuk le (*1. ábra*).

A Cu-Pb ötvözetekre jellemző, hogy a nagyobb Pb tartalmúak (36–92,5%) olvadt állapotban sem homogének, hanem két olvadék rétegre bomlanak szét.

Az egyensúlyi-diagrammban 954°-on 36% Pb koncentrációnál monotektikus pont van. A csapágybélésnek alkalmazott ötvözetek rendszerint 36%-nál kevesebb Pb-t tartalmaznak. Ezeknek a lehülése folyamán a kristályosodás

primér Cu kiválásával indul meg. A primér Cu kiválása addig tart, amíg a hőmérséklet a  $954^{\circ}$ -ot, az olvadék Pb-tartalma pedig a 36%-ot eléri. Ekkor a



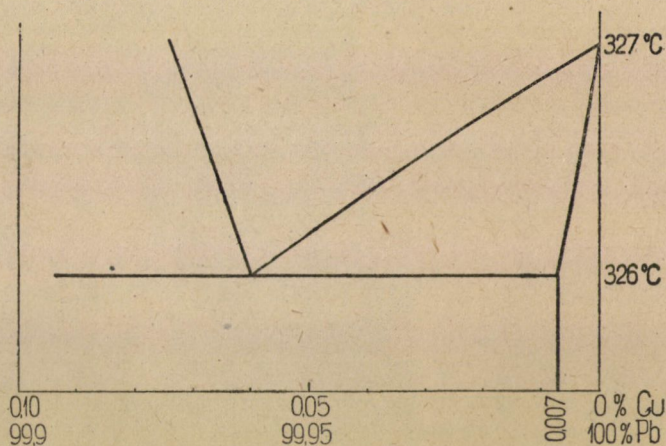
1. ábra. Cu-Pb állapotábra

hőmérséklet mindaddig nem változik, amíg további rézkiválás révén az olvadék Pb-tartalma 92,5%-ra nem szaporodott.

$954^{\circ}$ -on, a monotektikus hőmérsékleten tehát az ötvözet szilárd Cu-ból és a rézdendritek közé beágyazott 92,5% Pb-t tartalmazó olvadékból áll. A hőmérséklet további esésekor a likvidusz vonalnak megfelelően az olvadékból további Cu válik ki.  $326^{\circ}$ -on az ötvözet eléri az eutektikus hőmérsékletet, ekkor teljes mennyiségében megszilárdul.

A Cu-Pb ötvözetek eutektikus pontja  $326^{\circ}$ -on  $0,06\%$  Cu tartalomnál van. Az eutektikus hőmérséklet tehát  $1^{\circ}$ -kal kisebb, mint az Pb olvadáspontja ( $327^{\circ}$ ) (2. ábra).

Újabbán az irodalom kissé módosított diagrammot közöl (3. ábra). Ezen a monotektikus hőmérséklet  $953^{\circ}$ , a monotektikus Pb koncentráció pedig  $41\%$ . Az olvadék különválása azonban már  $36\%$ -nál bekövetkezik. A  $41-92,6\%$  Pb tartalmúak olvadékanak két fázisra való szétválása is csak kb  $1000^{\circ}$ -ig figyelhető meg. Az ennél melegebb olvadék már homogén. A régebbi diagramm magyarázói is megjegyzik, hogy a tulajdonképeni elkülönülés  $999-1100^{\circ}$ -on

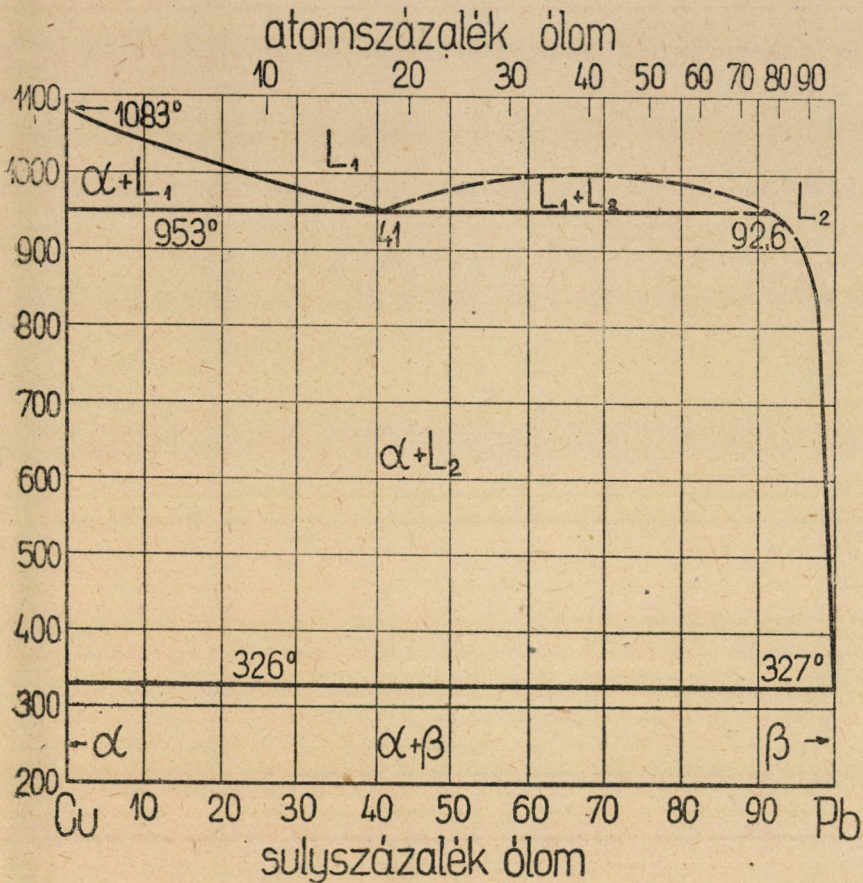


2. ábra. A Cu-Pb állapotábra eutektikus része megnagyítva

történik jól megfigyelhetően. E hőfok felett a részecskék oly kicsiny nagyságrendűek, hogy gyakorlatilag az elkülönülés fel nem ismerhető. Az olvadék különválásának ezt a kritikus hőfokát az olvadéknak erős keverés közben kell átlépnie, gyors hűtés közben, hogy az erősen mozgó részecskéknek ne legyen idejük két fázissá alakulniok.

A hűlési sebesség bármilyen összetételű Cu-Pb ötvözetnél döntő jelentőségű. Aránylag nagy hőmérsékleti intervallumban csak az egyik alkotó szilárdul meg. Lassú lehűléskor a priméren kivált Cu háló nagy, ritkán elszórt egységekben jelenik meg. A monotektikus hőmérsékleten a Cu dendritek közé zárt nagy Pb-tartalmú olvadékból kiváló Cu ezekre a primér Cu kristályokra rakódik le. Ilyenkor az eutektikus hőfokon megszilárduló  $0,06\%$  Cu tartalmú Pb is nagy egységekben koagulál. A megszilárdult ötvözet szövete tehát: durva Cu dendritek között vastos Pb csomók, Pb erek jelennek meg (4. ábra). Az ilyen ötvözet csapágybélés céljára nem alkalmas.

Evvel szemben a gyorsan lehűlt ötvözetnek a Cu hálójá finomszemcsés. A lehűléskor zsugorodó finom Cu dendritek közti hézagokba a Pb-tartalmú olvadékot hajszálcsovesség szívja be. Megszilárduláskor a Pb tartalmú olvadék



3. ábra. Újabb Cu-Pb állapotábra (Metals Handbook, 1948. nyomán)

is arra törekedik, hogy a priméren megszilárdult váz eredeti finomságához alkalmazkodjék. A gyorsan lehült ötvözet szövetében tehát a Cu alapanyagban finoman, egyenletesen diszpergált Pb-t találunk. A jó csapágybélésnek ilyen szövetűnek kell lennie.

Minél nagyobb az ötvözet Pb tartalma, annál nehezebb elkerülni a durvább Pb kiválást és annál körülményesebb egyenletes eloszlású, finomszövetű ötvözetet előállítani (5. 6. 7. ábra). Ezért 35%-nál több Pb-t tartalmazó csapágybélést önteni nem is szoktak.

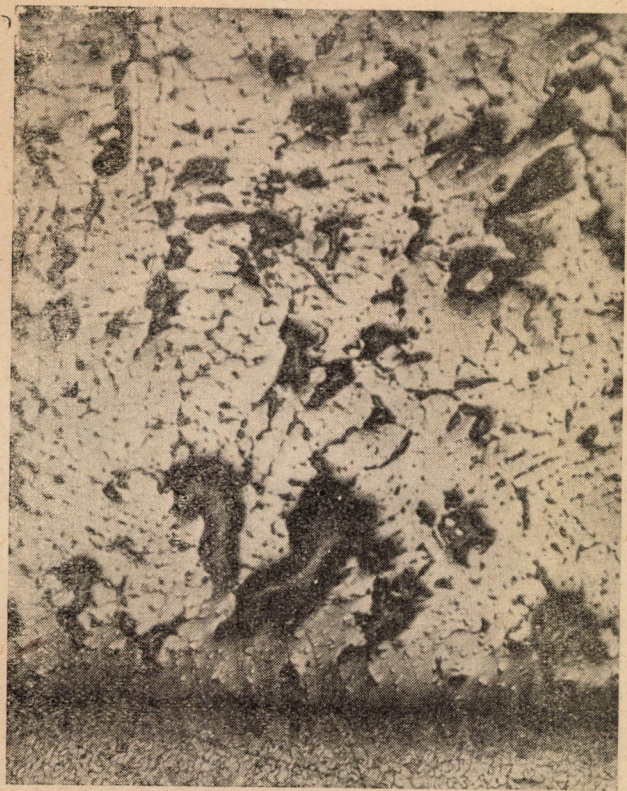
Ezeknek a nehézségeknek a leküzdésére irányuló törekvések arra vezettek, hogy a szemcsefinomítást valamilyen anyag kis mennyiségének a beleötvözésével ériék el. A tapasztalat szerint ugyanis egyes kis mennyiségben adagolt járulékos ötvözők előmozdítják, mások pedig megakadályozzák az Pb durva kiválását. Dezoxidálás céljából is szoktak más anyagot beleötvözni.



5. ábra. 22% Pb tartalmú Cu-Pb ötvözet. N = 70



4. ábra. Csapágyfelületre kifizető ólomér. N = 50



7. ábra. 32% Pb tartalmú Cu-Pb ötvözet. N = 70



6. ábra. 25% Pb tartalmú Cu-Pb ötvözet. N = 70



### Kismennyiségű ötvözők hatása

Szemcsefinomító hatása van a S-nek. A kén valóban hathatósan megátolja az Pb durva kiválását, ezért egyes irodalmi adatok szerint ajánlatos a kén beleötvözése. A kívánt hatáson kívül azonban kellemetlen zavarokat is okoz. A S a rézzel rideg vegyületté:  $\text{Cu}_2\text{S}$ -dá egyesül. Ez a vegyület kevés ként (0,02—0,10%) tartalmazó ötvözetben primér kristályosodáskor a szemcsehatárokon válik ki és akadályozza a kristályok növekedését. Azonban ez a jelenség a kén rossz diffúzióképessége következtében az olvadékban egyenetlenül megy végbe. A kén mennyiségének szaporodásakor (0,10% felett) a szemcsehatárokon fokozódó ridegséget észlelhetünk. A ridegedés legerősebben a nagy Pb tartalmú ötvözetekben jelentkezik. Nem kívánatos továbbá a kén rosszul adagolhatósága miatt a nem egyenletes hatása sem. Mindezek figyelembevételével nem ajánlható a kén alkalmazása szemcsefinomítás céljából.

A Si szintén megakadályozza az Pb durva kiválását, de még egyenetlenebbül, mint a kén. Ha mennyisége 0,03%-nál több, az Pb olvadék terelése miatt fordított különválást okoz.  $\text{O}_2$  jelenlétében a Si nagyrésze ólomszilikáttá alakul, tehát a Pb-t elsalakosítja, különösen az ötvözet túlhevítésekor. Az olvadék ilyenkor habzik, az öntvény porózus lesz. Si-ot ezért sem szemcsefinomításra, sem dezoxidálásra nem célszerű alkalmazni.

Hasonló okból ne használjunk dezoxidálásra Al-ot sem. Az oxidációs termékek hatására az öntvény laza lesz, az ötvözetbe kerülő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hártályk révén az anyag elveszíti szilárdságát, továbbá zsugorodási repedésekre való hajlama fokozódik. Az Al hozzáadása tehát feltétlenül káros és kerülendő.

Ha dezoxidálásra feltétlenül szükség van, P-t használjunk 10%-os Cu-P segédötvözet alakjában. Nagyon fontos azonban, hogy P ne maradjon az ötvözetben, tehát csak annyit adagoljunk, amennyi dezoxidálásra el is fogy. A P feleslege ugyanis az Pb durva kiválását okozza, ezenkívül kristályközötti ridegedést okoz. Káros hatása annál erősebb, minél nagyobb az ötvözet Pb tartalma.

Szövetfinomításra szolgáló kismennyiségű járulékos ötvözők közül a Ni-nek van némi javító hatása.

### A Cu-Pb ötvözetek szövete

A Cu-Pb ötvözetek szövete az előállítás módjától függően háromféle lehet:

1. A Cu alapanyagban az Pb különálló, szeparált részecskék alakjában egyenletesen diszpergált (8. ábra). Az ilyen szövetű ötvözet mechanikai értékei nagyobbak, de kisebb a lehetőség a jó ólomfilm kialakulására. Normális üzemenél megfelelő, de túlterheléskor könnyen berágódhatik.

2. A Cu dendrites formájú (9. ábra). Az öntött ötvözet dendritjei merőlegesek a csapágyperselyre és egészen a futófelületig érnek ki. A dendritek

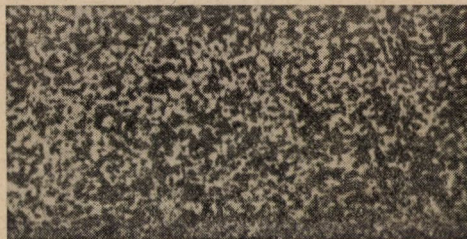


8. ábra. Az Pb különálló részecskékből áll.  $N = 90$



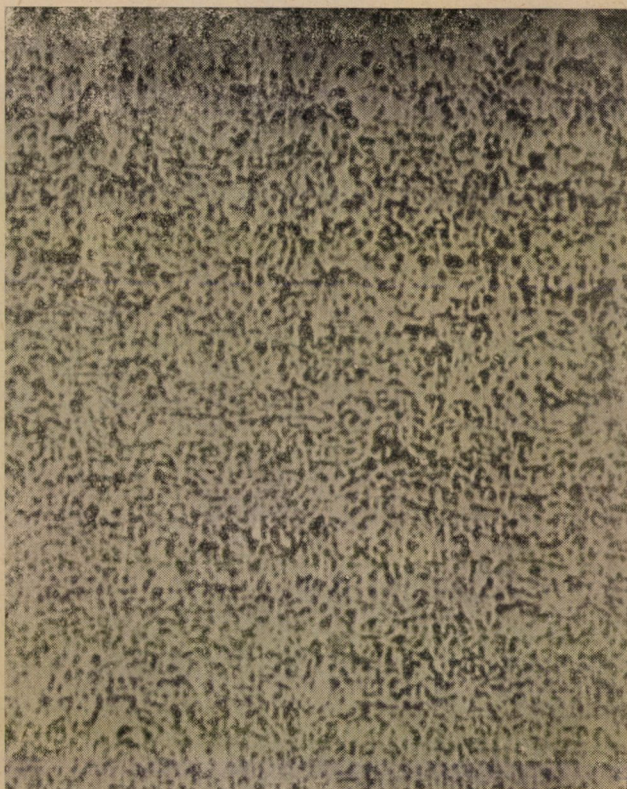
9. ábra. Dendrites Cu-Pb.  $N = 70$

közti teret Pb tölti ki. Az ilyen szerkezet bőven adja az ólmot az Pb film képződésére. Minthogy azonban a Cu dendritok egyéni kristályok, átmeneti túlterhelés alkalmával csak az Pb szilárdságára számíthatunk.



10. ábra. Porkohászattal készült Cu-Pb (Uhlig nyomán)

3. Mind a Cu, mind az Pb folyamatos fázis, egyik a másikat szivacsosan zárja magába. Ez a legelőnyösebb szövet, mert mindkét alkotó szivacsos szer-



11. ábra. Fémszórással készült Cu-Pb. N = 200  
(A 19. ábra Cu-Pb rétege erősebben nagyítva)

kezete biztosítja a Cu szilárdságát és az Pb filmképződésre szolgáló utánpótlását. Ilyen szerkezetű ötvözetek porkohászati uton (10. ábra) vagy fémszórás révén (11. ábra) képződhetnek, ezért Pb tartalmuk nincs korlátozva, akár 50%-ig is emelkedhetik. Az ilyen strukturájú Cu-Pb a legerősebben igénybevett csapágyakban is sikeresen alkalmazható. Ennek a szerkezetnek jó tulajdonsága még, hogy az esetleges kiemelkedő pontokon a fémes érintkezés következtében fejlődő meleget könnyen elvezeti.

Az acél csapágyperselyek Cu-Pb ötvözetű béléssel való ellátása során két követelményt kell kielégíteni: 1. Szilárd kapcsolatot, jó kötést kell elérni az acélpersely és a Cu-Pb bélés között. 2. A Cu-Pb bélés ólomdiszperziója egyenletes és finom legyen.

### Gyártási eljárások

Sorravéve a különféle gyártási eljárásokat, vizsgáljuk meg, hogy melyik előállítási mód mennyire tud megfelelni a követelményeknek.

a) Az öntés feladata, hogy a megolvasztott, folyékony csapágybélés ötvözetet a szilárd állapotú acélpersellyel egyesítse.

Jó kötést Cu-Pb-mal nehezebb elérni, mint a kis hőfokon olvadó fehérfém ötvözetekkel. Az acélpersely és a fehérfémek között kifogástalan kötést kapunk, ha a csapágyperselyt kellő megtisztítás után olvadt ónba mártjuk. A persely az olvadékban felveszi a szükséges hőmérsékletet és ónnal vonódik be, amely kiöntéskor a forrasztóanyag szerepét tölti be. Ha az így előmelegített, ónozott perselyt kiöntjük a kívánt fehérfém ötvözettel, a persely és a bélés között jó kötés létesül.

Ha fehérfém helyett Cu-Pb-mal öntjük ki az acélperselyt, már az előmelegítéskor mutatkozik az első nehézség. Nem 250–300°-ra kell melegíteni, hanem 1000° fölé. Ezen a hőmérsékleten pedig az acélpersely oxidálódik és a kapcsolódáshoz szükséges fémtiszta felületet oxidréteg borítja. Az előmelegítést a különböző öntési eljárások különféle fogásokkal oldják meg.

Az egyik eljárás dagadó öntést alkalmaz. A homokformába elhelyezett csapágyperselybe alulról emelkedik fel az olvadt ötvözet és aránylag nagy holtfejet tölt meg. Az acélpersely belső falán állandóan felfelé áramló fémolvadék melegíti elő a perselyt a kellő hőmérsékletre. Az eljárás hátránya, hogy a kiöntés lehülését nem lehet gyorsítani, tehát az ötvözet szövete nem éri el a kellő finomságot.

Másik eljárás szerint a persely 2–3 percre 1100°-os borax fürdőbe merül. A kiemelt perselyt boraxréteg vonja be és ez védi meg az oxidációtól. A kellő hőmérsékletű, boraxsal bevont perselyt öntöttvas kokillába helyezve öntik ki Cu-Pb ötvözettel. Itt már lehet erélyes hűtést alkalmazni.

Vannak olyan eljárások is, amelyek szerint a csapágyperselyt a megolvasztott Cu-Pb fürdőbe merítik. Itt veszi fel a szükséges hőfokot, és megtapad rajta a kellő vastagságú réteg. Mindezen eljárások nagy hátránya, hogy a Cu-Pb

olvadék szennyeződik a csapágypersely vas anyagával. A *Fe* tartalmú kristallitok elrontják a bélésötvözet jó csapágy tulajdonságait.

Meg kell még emlékezni a külföldön egyes nagy gyárakban használatos folyamatos szalag csapágy gyártásról. 100—150 mm széles, 1—3 mm vastag végtelen acélszalagot 1150°-os Cu-Pb olvadékba vezetnek be. A bevont szalagból szabják le és hajlítják meg a csapágyakat.

A szalagból való folyamatos csapágygyártás másik változata szerint a szalagot olvasztott ónfürdőn vezetik keresztül és a szalag innen közvetlenül az öntőkamrába kerül. Itt az ónozott szalagra öntőgép önti folyamatosan a bélés-ötvözetet.

Mindezekkel az öntési eljárásokkal gyártott csapágybélések szerkezete a lehülési sebességtől függ. Finomabb vagy durvább rézdendritok közé zárt finomabb vagy durvább Pb szigetékből áll (5., 6., 7., 9. ábra). Ha a csapágypersely előmelegítése megfelelő, jó kötést lehet elérni.

b) Hasonló, de lényegesen finomabb strukturát ad a *centrifugáló öntés*. Ez nálunk még ritkán alkalmazott, de külföldön már elterjedt öntési módszer. A kokilla itt is a csapágypersely.

A centrifugáló öntés abban különbözik az öntés egyszerű módjától, hogy öntés közben a kokilla nincs nyugalomban, hanem meghatározott tengely szerint forgó mozgást végez. Ennek következtében a folyékony ötvözetre nemcsak a nehézségi erő hat, hanem az olvadt részeket centrifugáló erő vágja a kokilla falához.

A kokilla szerepét betöltő csapágypersely vízszintes vagy függőleges tengely szerint foroghat.

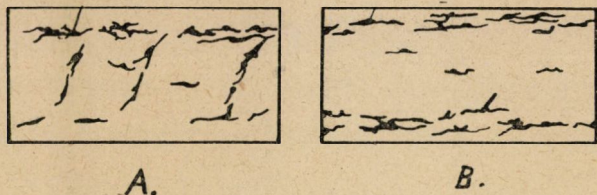
Vízszintes tengelyű centrifugáló öntésre jól felhasználható valamely régi esztergapad, amelynek fordulatszámát percenként 300—1200 között változtatható, hogy a csapágy átmérője szerint megfelelő fordulatra beállítható legyen. Öntés közben a csapágyperselyt védőberendezéssel kell körülvenni, hogy az olvadt fém szét ne fröcsköljön.

A függőleges tengely szerint forgó persely kiöntéséhez nagyobb fordulatszámot kell alkalmazni, mert lassúbb forgáskor könnyen előfordulhat, hogy a kiöntött csapágybélés falvastagsága nem lesz egyenletes, lent vastagabb lesz, mint felül.

A csapágyperselyt centrifugáló öntéskor is olvasztott boraxba kell mártani. A Cu-Pb ötvözetből durván válhat ki az Pb, ha az olvadék és a kokilla hőmérséklete nincs pontosan összehangolva. A kiváló Pb erekke egyesül, amelyek az ötvözetet használhatatlanná teszik. Az ólomerek elhelyezkedési iránya a függőleges és a vízszintes tengelyű centrifugáló öntésnél különböző (12. ábra.)

A jó centrifugáló öntésű Cu-Pb bélés nagyon finomszemcsés, tömör szerkezetű. Ez az öntési mód jelentős lépés a precíziós csapágyak felé. Növeli a gyártás termelését és csökkenti a költségeket.

c) *Porkohászati* úton készült Cu-Pb csapágybélés előnyei az öntöttel szemben: könnyebben biztosítható az egyenletes Pb eloszlás, lehetővé teszi nagyobb Pb-tartalmú ötvözetek készítését, továbbá anyagtakarékossági szempontból is figyelemreméltó, mert jóval kevesebb fémet használ fel, mint az



12. ábra. Függőleges és vízszintes tengelyű centrifugáló öntéskor kiváló ólomerek iránya. (A. Váth nyomán)

öntési eljárás. Mint más *porkohászati* úton készült csapágy, ez is porozus, tehát olajtároló, önkenő tulajdonságú.

Rézpor és ólompor megfelelő arányú összekeverésével, sajtolásával és zsugorításával nem lehet célt érni. Ha a zsugorítás hőmérséklete kisebb, mint az Pb olvadáspontja, az anyag nem zsugorodik. Ha pedig az Pb olvadáspontja fölé hevítjük, az Pb cseppeeskék alakjában kigyöngyözik.

Ezért az Pb port előzetesen rézzel kell bevonni, akár cementálással, akár elektrolitosan. A Cu-Pb arányt a rézbevonat vastagsága dönti el. A rézzel bevont Pb-port szalaggá préselik és  $H_2$ -áramban zsugorítják. Az így előkészített porból zsugorításakor az Pb nem olvadhat ki, mert Cu-burokba van bezárva. A 20–35% Pb-t tartalmazó ötvözet  $900^\circ$ -ra, a 45–55% Pb-tartalmú  $750^\circ$ -ra hevíthető az ólom gyöngyözése nélkül. Ilyenkor a zsugorodás is jól végbemegy. A jól zsugorított szalag hajlítható és hidegen hengerelhető.

Következő feladat a zsugorított Cu-Pb szalagnak az acélpersellyel való egyesítése. Legegyszerűbben úgy oldható meg, hogy a perselyt olvasztott ónba merítik és az így előkészített felületre a zsugorított szalagot rásajtolják. A kötés további hőkezeléssel javítható.

A tapasztalat azt mutatta, hogy jobb kötést lehet elérni, ha a zsugorított szalagnak az a felülete, amely az acélperselyhez kapcsolódik, kevesebb, vagy egyáltalán semmi Pb-t nem tartalmaz. Ezért újabban a zsugorított szalagnak csak a futófelületét készítik rézzel bevont Pb-porból, míg a kötésre szolgáló felület tiszta Cu-porból készül. Az ilyen csapágyaknak a jobb kötésen kívül további előnyei közé számíthatjuk, hogy az előállítási költség csökken, hiszen csak a futófelület készül a körülményesen előállítható rézzel bevont Pb-porból. A tiszta Cu alap jobb hőelvezetést is biztosít, továbbá a csapágy szilárdsága és kifáradási határa is megfelelőbbé válik. A futófelület Pb-tartalma az igények szerint emelhető.

Porkohászati úton még egy másik típusú Cu-Pb is készíthető, az Pb-mal átítatott rézszivacs. Ha durvaszemcsés Cu-port nemfémes, illó anyaggal keverjük össze, préseljük és 900—1000°-on  $H_2$ -ban zsugorítjuk, akkor a réz szivacsához hasonló testté zsugorodik. A lukacsosság mértékét a rézpor szemcsenagysága és az illó anyag mennyisége szabályozza. Az így készült rézszivacsot vákuumban olvasztott ólommal itatják át.

Ez a szivacsos Cu-Pb ötvözet adja azt az előnyös strukturát, amelyben a két alkotó külön-külön összefüggő fázist alkot, egyik a másikat szivacsosan zárja magába (10. ábra).

d) *Fémszórással* előállított Cu-Pb csapágybélésre vonatkozó kísérleteket Gond Ferencsel együtt végeztük.

A fémszórás olyan eljárás, amely a szórópisztolyban folyamatosan haladó huzalt a pisztoly kivezető nyílásában megolvasztja és az olvadékot sűrített levegővel finom cseppecskék alakjában röpti ki. A cseppecskék megszilárdulnak és lehűlnek, mire a beszórandozó tárgy felületére csapódnak. Természetesen az így kapott réteg adhéziós kapcsolattal tapad a tárgy felületére.

Kísérleteink alkalmával két nagy akadályba ütköztünk. Egyik a Cu-Pb huzal gyártása, a másik a megfelelő kötés biztosítása.

Cu-Pb huzalt az ismert eljárásokkal előállítanunk nem sikerült. Megkíséreltük az öntött tuskó sajtolását. Hidegen az anyag ridegsége miatt a tuskó darabokra tört. Melegen pedig az ólomtartalom kisajtolódott a tuskóból. Ugyanígy viselkedett hengerléskor is. Két ilyen különböző természetű fém, amilyen a Cu és az Pb, más-más körülmények között alakítható. Olyan feltételeket biztosítani, amelyeknél mind a kettő egyszerre alakíthatóvá válik, nem sikerült. Megkíséreltük vékonyra öntött rúd húzópadon való redukcióját is. A rúd már hegyezéskor eltörött.

A sikertelen kísérletek után más módon kezdtünk a huzalgyártáshoz. Abból a feltevésből indultunk ki, hogy szóráskor a huzal anyaga részecskékre bomlik, akármilyen durván vagy finoman vannak az alkotók a huzalban eloszolva. Nem szükséges tehát, hogy a huzal ötvözetből legyen, csak megfelelő arányban tartalmazza a két fémét.

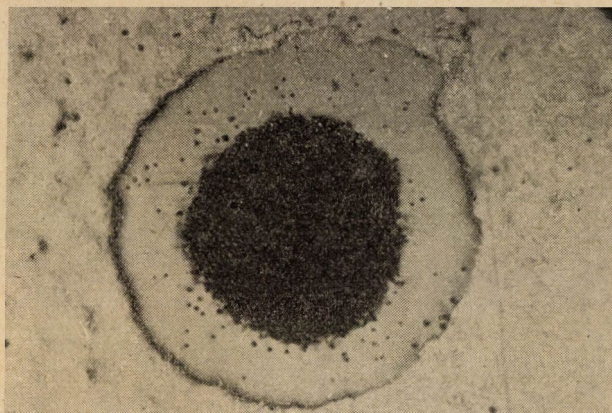
Ennek a megfontolásnak az alapján rézhuzalt ólommal vontunk be. Az eredmény nem volt kielégítő, a huzal a pisztolyba beragadt.

Megkíséreltük a fordítottját is. Rézcsövet Pb-al töltöttünk meg és dróthúzógépen a szükséges méretre húztuk. Ilyenképpen ólommagos rézhuzalt kaptunk, amely a szórási kísérleteknél tökéletesen bevált. A kiindulási rézcső méretei szerint a huzal Cu-Pb aránya tetszés szerint változtatható. Kísérleteinkhez olyan ólommagos rézhuzalt használtunk, amelynek Pb súly%-a 38,9 volt (13. ábra).

A csapágybélés szórása közben azonban újabb nehézségek támadtak. A szórt bélés a perselyről a legkisebb igénybevétel hatására levált és a Cu-Pb

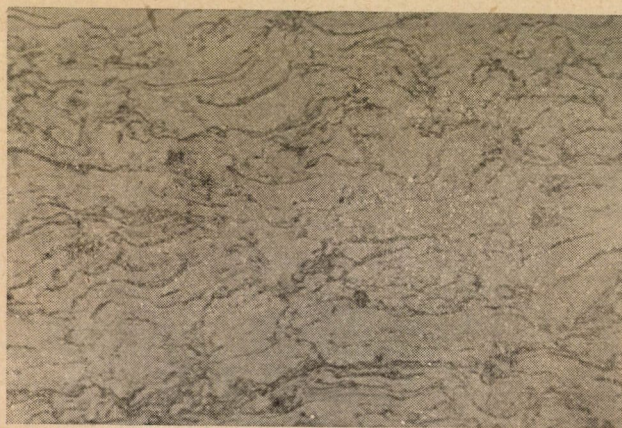
réteg ridegnek, törékenynek bizonyult. Az ilyen anyag csapágybélésre nem alkalmas.

A levált rideg réteg metszetén mikroszkóppal a szórt rétegek jellegzetes strukturája látható (14. ábra). A lecsapódó Cu és Pb részecskék ütközéskor



13. ábra. Ólommagos rézhuzal keresztmetszete. N = 25

ellapulnak és az ellapult ólomrészecskék a csapágyperse'y felületével párhuzamosan helyezkednek el. Az ilyen szerkezetű Cu-Pb-tól nem is várható, hogy hajlítható, szívós legyen.



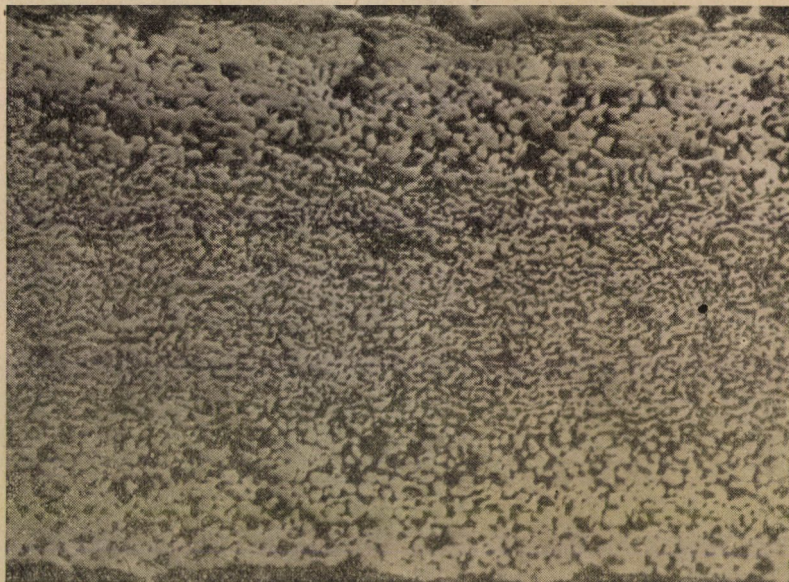
14. ábra. Rideg, halmazstrukturájú szórt réteg. N = 70

A struktúra átalakítását  $H_2$  atmoszférában való izzítással, tehát zsugorítással oldottuk meg. Az izzítás hatására a szórással kapott halmazszerű szerkezet teljesen megváltozott. Diffúzió következtében a Cu részecskék szivacs-



szerűen egyesültek (15. ábra). A Cu üregeiben helyezkednek el finom eloszlásban az Pb szemcsék. Zsugorítással tehát megszüntethető a szórással kapott, ellapított részecskékből felépülő réteges szerkezet és összefüggő, szivacsos strukturává alakul át. A struktúra megváltozásával együtt megszűnik a Cu-Pb réteg ridegsége is, jól hajlíthatóvá válik.

A kötés kérdése azonban még mindig megoldatlan volt. Ha a zsugorítást nemcsak a leválasztott Cu-Pb réteggel végeztük, hanem a Cu-Pb réteggel ellátott



15. ábra.  $H_2$ -ban zsugorított, a perselyről leválasztott szórt Cu-Pb réteg.  $N = 70$

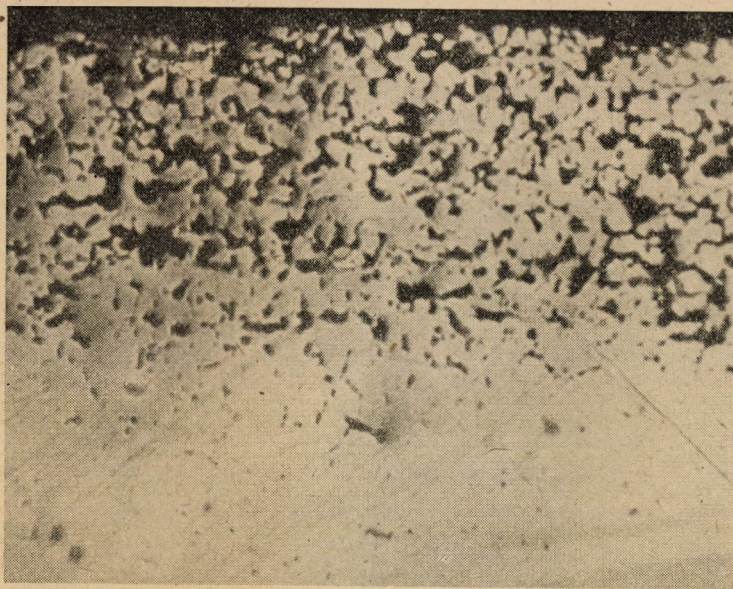
csapágypersellyel, a kötés valamelyest javult, de még mindig ki nem elégítő maradt.

Megkíséreltük az alapot különféle módon felérdesíteni, de a hibán ez sem segített. Szabad szemmel is jól látható volt, hogy közvetlenül az acélpersely felületén ólomszemcsék helyezkednek el. Úgy látszik, szóráskor a nagyobb faj-súlyú ólomszemcsék előbb érkeznak az acélpersely felületére és megakadályozzák a réteg kötését.

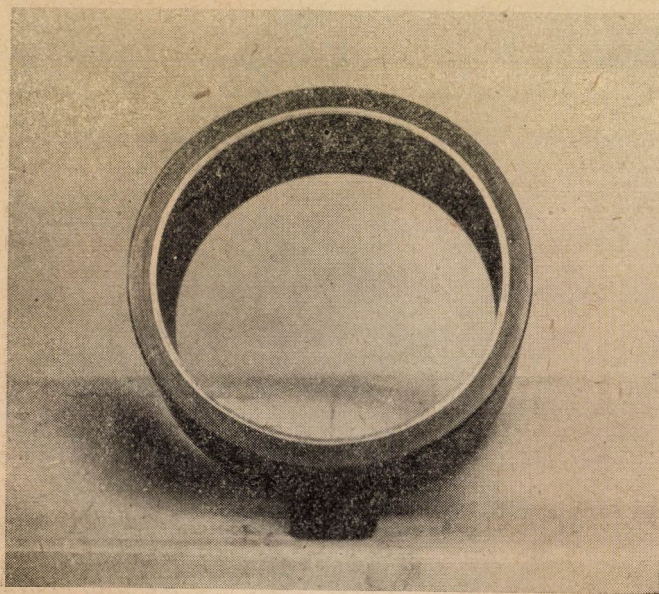
A kötés javítása céljából megpróbáltuk szórás előtt a csapágyperselyt különféle közbeeső réteggel ellátni. A tüzi horganyzással kapott Zn-réteg, a szórással kapott Al-réteg további sikertelenséget eredményezett.

Következő kísérletünk alkalmával acél csapágypersely helyett rézlemezre szórtuk a Cu-Pb réteget. Az eredmény meglepően jó volt. Zsugorítás után a réteg leválaszthatatlanul összeforrt a Cu alapanyaggal. A kötés jóságát mikro-

szkópi vizsgálatait ellenőriztük. Megállapítható, hogy a kötésnél nincs éles határ, hanem átmenettel olvad egybe a Cu és a Cu-Pb réteg (16. ábra).



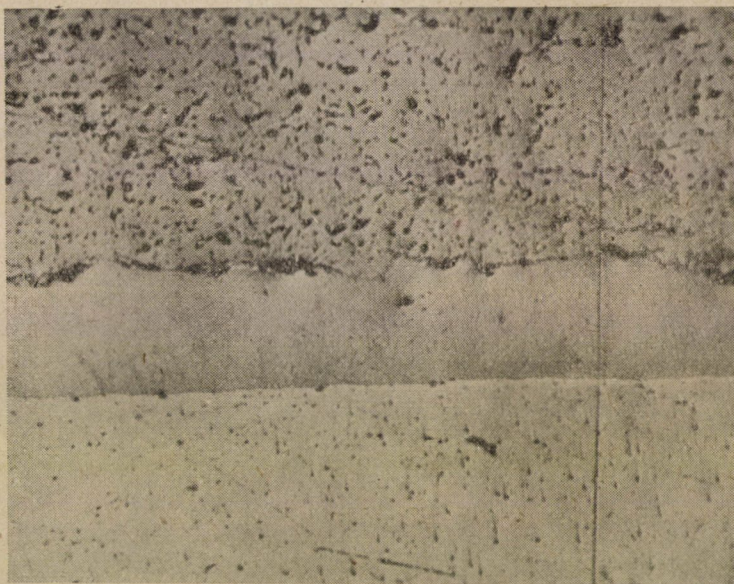
16. ábra. Rézlemezre szórt Cu-Pb réteg  $H_2$ -ban izzítva.  $N = 70$



17. ábra. Fémszórással készült Cu-Pb bélésű csapágy

A biztató nyomon elindulva acélcsőből levágott teljes csapágypersely belsejét először szórt Cu réteggel láttuk el és erre a közbeeső rétegre szórással vittük fel a tulajdonképeni Cu-Pb béléstövetet. A kész csapágyat faszénporba légmentesen becsomagolva  $720^{\circ}$ -on 30 percig izzítottuk. Lehülés után a darabot megvizsgáltuk. Mind a struktúra, mind a kötés a célnak teljesen megfelelő volt (17. ábra).

A külföldön acélszalagból folyamatosan gyártott csapágyak példájára megkíséreltük tombakkal, továbbá rézzel borított acélszalagok Cu-Pb-mal való beszórását is.



18. ábra. Tombakkal borított acélszalagra szórt és redukáló atmoszférában izzított Cu-Pb réteg. A tombak és a Cu-Pb között Pb szemcsék helyezkednek el.  $N = 70$

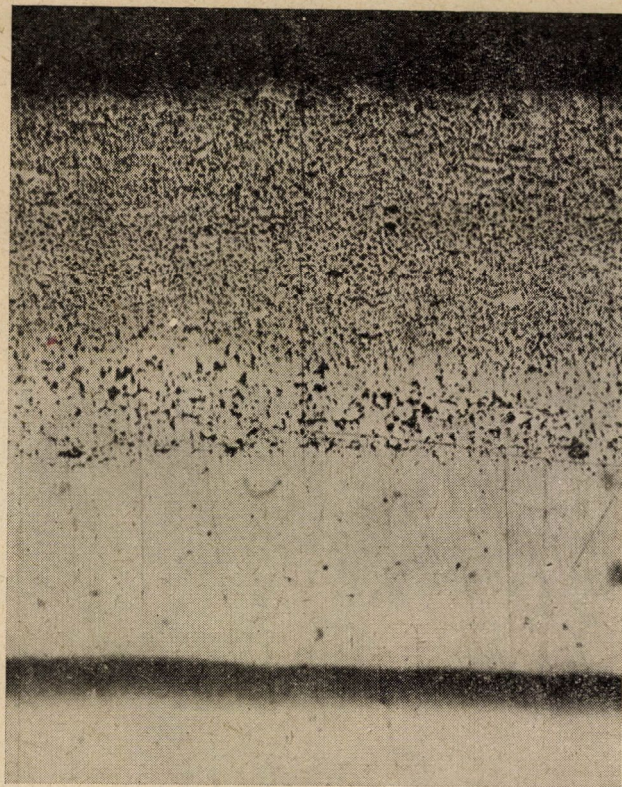
A szalagok borítása nagy hőmérsékleten való ráhengerléssel készült. Meleghengerléskor az acélszalag a borítólemezzel összeforrad. A jó kötést az acél és a közbeeső réteg között így előre biztosíthatjuk.

Mínthogy tombakkal borított acélszalag rendelkezésünkre állt, ezzel kezdtük meg a kísérletet. A szokásos módon, redukáló atmoszférában való izzítás után kitűnt, hogy a tombak és a Cu-Pb réteg között a kötés elégtelen. A réteg mikroszkópi képe is mutatja, hogy az Pb részecskék a tombak felületén helyezkednek el, így jó kötést nem is várhatunk (18. ábra).

Jó eredményt kaptunk azonban a rézzel borított szalag beszórásakor (19., 20. ábra). Kiizzítás után a csapágybélés anyaggal beszórt szalagot megcsavarhatjuk anélkül, hogy a szórt réteg leválna (21. ábra).



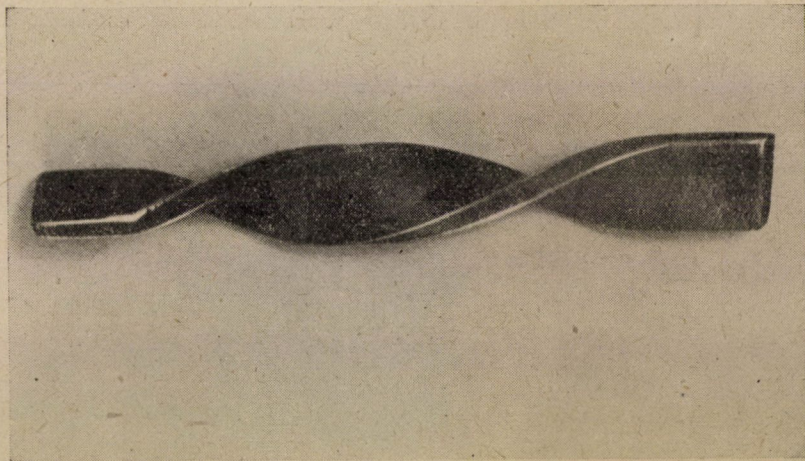
20. ábra. A 19. ábrából a kötés helye erősebben nagyítva.  $N = 200$



19. ábra. Rézzel borított acélszalagra szórt Cu-Pb réteg.  $N = 70$

Munkánk közben hibák is merültek fel. Előfordult, hogy egész sor csapágy ment tönkre, mert izzítás után a Cu-Pb réteg hólyagossá lett. Borsónagyságtól ötforintosig változott a hólyagok nagysága. A vizsgálatnál kiderült, hogy a szórásra használt sűrített levegő nedves volt. A nedvesség részecskék a szórt rétegben helyezkedtek el és izzításkor a vízgőz nyomása hólyagossá tette a réteget.

Összefoglalva a fémszórással készült Cu-Pb csapágybélésekre vonatkozó kísérleteink eredményeit, megállapíthatjuk, hogy : 1. A szórás céljára nagyon



21. ábra. Szórt Cu-Pb réteggel ellátott rézzel borított acélszalag megcsavarva

jól beválik az ólommagos rézhuzal. 2. A szórt Cu-Pb réteg megfelelő strukturáját 700—720°-on redukáló atmoszférában való izzítással érhetjük el. 3. A jó kötést csak közbeeső Cu réteggel biztosíthatjuk. A közbeeső réteg akár szórással, akár borítással készülhet.

A szórással készült Cu-Pb csapágyak várható előnyei az öntött csapágyakkal szemben :

1. Anyagmegtakarítással jár, mert csak egészen vékony bélésréteget kell szórni a csapágyperselyre. Csupán annyi ráhagyást alkalmazunk, amennyit az egyenletes felület elérésére le kell munkálni. Öntött csapágyaknál evvel szemben a szükségesnél legalább tízszer olyan vastag réteget kell önteni, hogy a nagy hőmérséklet különbségnél keletkező belső feszültség káros hatását elkerüljük. A rétegfelesleget lemunkálással kell eltávolítani.

2. Az eljárás egyszerűsége, különösen folyamatos szalagcsapágyak gyártásakor munkaidő megtakarítással jár.

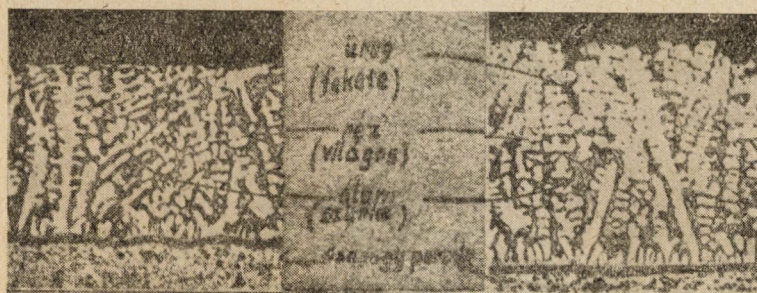
3. A Cu-Pb ötvözet ólomtartalma tetszés szerint növelhető.

4. A jó ólomdiszperzió javítja a futótulajdonságokat. Kipróbálásra már átadtunk az egyik autógyárnak általunk készített szórt Cu-Pb bélésű csapágyakat, de vélemény még nem érkezett róla.

5. Finom ólomeloszlása miatt korrózióknak jobban ellenáll, mint a durvább Pb diszperziójú öntött csapágyak.

### A Cu-Pb korróziója

Befejezésül a Cu-Pb csapágybélések kenőanyag okozta korróziójáról kell megemlékezni. A Cu-Pb ötvözet ólomfázisa korrózió iránt különösen érzékeny. A korróziót a kenőanyag oxidációs termékei okozzák. A csapágyak korróziója komoly problémává súlyosodott az 1930-as évek közepén, amikor a fehérfém ötvözeteket egyre jobban kezdte kiszorítani a Cu-Pb csapágybélés. A korrózió



22. ábra. A Cu-Pb korróziója (Uhlig nyomán)

kérdése ma is szorosan kapcsolódik a kenőanyagok megítélésével. Korróziónál a rézdendritek közül az Pb a futófelületről kiindulva kipsztlul és visszamarad a porózus Cu szövet (22. ábra). A korrózió megtámadta csapágy feladatának nem tud megfelelni.

A Cu-Pb bélés szövetszerkezete szoros kapcsolatban van a korrózió valószínűségével. Korróziós hatások könnyebben hozzáférnek a felületre torkoló ólomérhez vagy nagyobb ólomszigethez. Diesel-motorokban végzett csapágykorróziós kísérletek azt bizonyítják, hogy a durva Pb diszperziós Cu-Pb bélések korróziós súlyvesztesége mindig nagyobb mint a finom ólomeloszlásúé. A kenésre használt olaj anyagi minőségétől függően ez a súlyveszteség húszszorosnak is mutatkozott a durva Pb eloszlású ötvözetben, összehasonlítva a finomdiszperziós ötvözetrel.

Az Pb korróziójának megakadályozása céljából, különösen, ha a várható üzemi hőmérséklet nagy, újabban vékony In vagy Sn réteggel látják el a futófelületet. Az elektrolitosan leválasztott réteget hőkezeléssel diffundáltatják az ólomba.

### Összefoglalás

Összegezve a Cu-Pb csapágybélésekre vonatkozó megfigyeléseket, ki-tűnik, hogy ennek az ötvözetnek metallografiai szövetfelépítése szorosan összefügg csapágytulajdóságaival. A finom vagy durva Pb eloszlástól függnek mechanikai értékei, ezzel kapcsolatban terhelhetősége, továbbá az ólomfilm-képződés, amely a csapágy futótulajdonságaira van döntő hatással. Ettől függ ezenkívül az ötvözet korrózióra való hajlama is.

A csapágybélés értékét tehát a struktúra dönti el. A struktúra pedig az ötvözet előállítási módjával van szoros kapcsolatban. Bármely előállítási mód természetesen csak akkor felel meg a célnak, ha jó kötést ad a persely és a bélés között.

Nálunk mindeztideig csak öntött csapágybéléseket állítanak elő és ezen a téren szép eredményeket értünk el. Újabban terelődött a figyelem a két moder-nebb eljárás, a porkohászat és a fémszórás felé. Hasznos dolognak ígérkez-nék, ha a már meglévő és rövidesen meginduló porkohászati üzemünk, továbbá a fémszórással foglalkozó gyáraink megkezdhenék a Cu-Pb csapágybélések elő-állítására vonatkozó üzemi kísérleteiket.

### I R O D A L O M

Metals Handbook. 1948.

R. Kühnel : Werkstoffe für Gleitlager. 1939. Berlin.

Dayton : Sleeve Bearings. Ohio.

Erich Fetz : Copper-Lead Bearings from Metal Powder. — Metals and Alloys, 1937. szept. p. 237—260.

A. Váth : Der Schleuderguss. 1934. Berlin.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

NÉMETH TIBOR

Hozzászólásomban legyen szabad megemlékezni a csapágyak egy újabb, az előadásban nem említett, előállítási lehetőségéről.

Az előadottakból kitűnt, hogy az öntött csapágyak gyártása nagy figyelmet kíván, mivel az öntési hőmérséklet hatással van a szövet képződésére. Finom szövetet nehéz létrehozni, megközelítő eredményt ad talán a centrifugáló öntés, amely egyben a csapágybélés súlyát és a leégési veszteséget csökkenti. A kísérletekből kapott *pv*-görbék szerint kis sebességnél finom porból készített porózus bronz csapágy megengedhető terhelése nagyobb, mint az öntött bronzé, akár állandó, akár a pórusok saját kenőanyagú üzemét tekintjük. Nagy sebességnél viszont éppen fordított az összefüggés, mivel kis sebességnél nem jön létre a felületen összefüggő olajréteg.

A csapágybélésnek a perselyhez való kötési nehézségei a fémszórással készült csapágyaknál is megvannak.

Az utóbbi időkben felismerték a vékony csapágybélés jelentőségét. A gyakorlati példák azt mutatják, hogy vékony réteg növeli a csapágy teherbíróképességét. Acélperselyhez kötve nagy terhelésnél és nagy sebességnél sem nyomódik ki. Váltakozó terhelésnél az így készített csapágy kifáradási ellenállása sokkal jobb, mint az ismertetett különféle eljárásokkal előállított csapágyaké. Ilyen vékony, 0,02—0,4 mm csapágybélést jó hatásokkal galvanikus úton állíthatunk elő. Tapasztalat szerint az így készített csapágyréteg kifáradási ellenállása erősen megnő. Igen kedvező tulajdonságokat mutatnak a felrakott ötvözetek, melyek egyesítik a fém bélésotvözetek kiváló csapágy-tulajdonságait a jelentősen megnövelt terhelhetőséggel.

Külföldön (*Fink* és *Prince*) sikerrel végeztek kísérleteket réz-carbon ötvözet együttes galvanikus leválasztására, amelynél a mérések szerint a 16% grafitot tartalmazó ötvözet lényegesen jobb csapágytulajdonságokat mutatott, mint amik a porok sajtolása útján elérhetők voltak és a grafit sokkal egyenletesebben oszlott el a felületen.

Kadmium-ezüst ötvözetek nagyobb teljesítményű csapágyakat eredményeztek mint a babbít csapágy. A csapágybélést sík acéllemezre rakták fel, ezekből fél csapágyperselyeket készítettek. Jó kötést és hajlékonyságot értek el. A vizsgálati eredmények szerint az így kapott bélés (127 mikron) könnyen volt előállítható és nagy terhelésnél, magas hőmérsékleten jól működött.

*Faust* szerint 98 Cd+2 Ag, 90 Cd + 10 Ag és 10 Cd+90 Ag összetételű ötvözeteket lehetett leválasztani. Sikerült továbbá Ag+Pb ötvözetet is készíteni, amely nagy terhelésnél rendkívül jó eredményt mutatott. Az Ag+Pb galvanikus ötvözése sokat ígér az ilyen csapágybélések ipari előállítása szempontjából. Evvel az eljárással nem jár dendrites, durva szemcsés szövet, ólomkiválás, amely az alapfém felületén rossz tulajdonságokat és kötési hibákat okozna. A 96 Ag+4 Pb ötvözet egyesített fűrdőből könnyen állítható elő.

*Birman* 50 Pb+50 Sn ötvözetet választott le. Ez az ötvözet helyettesíti az önbevonatot az acélon és közbeeső rétegül szolgál pl. babbít csapágy bélés alá. Lehetőség van Sn+Fe, Cu+Pb, Cu+Sn ötvözetek előállítására is. Ha külön-külön fűrdőkből választjuk le a fémeket, úgy utána hőkezelést kell végezni, pl.



Ag+Pb-nél 350 C°-on. Igen jó kötés érhető el 250 C°-on 5 órai izzítással, amelyet 4 napos 175°C-on történő hőkezelés követ.

A színezüst csapágyak nagyobb teherbíró-képességűek, mint a Cu+Pb ötvözetek és szokatlanul nagy a besülés elleni ellenállásuk. Ezért főleg repülőgépeknél használják, jó kenés mellett. A kenés hiányosságai besülést okozhatnak. Ha 3—5% ólmot adunk hozzá, akkor ettől a veszélytől nem kell tartani. Korrózió védelem szempontjából kevés indium fémet galvanizálnak még a felületre és alacsony hőkezeléssel diffundáltatják. Ez a háromrétegű csapágytípus nagyobb kifáradási ellenállású és jóval erősebben terhelhető, mint bármilyen más típusú, repülőgépnél használatos csapágybélés.

Ismeretes az öntött ezüstnek kitűnő csapágytulajdonsága, azonban a galvanikus ezüst a tisztasága révén még sokkal jobbnak bizonyul.

A galvanikus csapágybélések előállításával jelenleg az R. M. Művek Kísérleti Laboratóriumában foglalkozunk. Eddig Ag+Pb, Ag+Sn, Cu+Pb, Cu+Sn ötvözeteket sikerült bélésként a csapágyfelületekre felrakni. A kísérletekhez szükséges csapágyakat a K. G. M. Csapágybizottsága bocsátotta rendelkezésre. Az első üzemi próbák és Mann-gépen történő vizsgálatok most vannak folyamatban. Elektromosan foszfátózott 150 mikron vastag cinket tartalmazó felülettel végeztünk először kísérleteket. A csapágyakat 6 héten át állandó terhelés mellett esztergapadba beépítve járattuk. A bélés felülete kifényesedett, de méretváltozás nem volt.

Az eredmények azt mutatják, hogy a galvanikus ötvözetleválasztás komoly felhasználásra tarthat számot a csapágybélések előállításánál, ahol olyan szövet érhető el, amelyet semmi más, eddig ismert módszer nem eredményezhet. Nemzetgazdaságunk szempontjából főleg jelentős e kérdés, ha az ezüst jelenlegi árát vesszük figyelembe. A galvanikus úton előállított csapágybélések előállításával korszerű, könnyen kivitelezhető, olcsó és jó hatásfokkal dolgozó csapágyakat fogunk az ipar rendelkezésére bocsátani.

#### GOND FERENC

Bevezetőben meg kell mondanom, hogy réz-ólom csapágyak fémszórással történő gyártására utalást eddig kizárólag Bios riportokban, valamint nyugati autógyárak közleményeiben találtunk, azonban a technológia ismertetése nélkül. A gyártás technológiája féltve őrzött titokként még maig sem került nyilvánosságra.

Réz-ólom csapágyfémek előállítása nemcsak a fémszórási, hanem azt követően porkohászati feladat is. Ha az előadást követjük, látható, hogy három fő probléma várt megoldásra.

1. A szórás feltételeinek megfelelő huzalanyag előállítása.
2. A szórt halmazstruktúra átalakítása (ez részben porkohászati megfontolások alapján történt.)
3. És végül a bélésfém kötésének megjavítása, illetve a tökéletes kötés elérése.

Rézólom csapágyak szórására több lehetőség van, feltétel csak annyi, hogy a réz és ólom szórása egyidőben megfelelő arányban és folyamatosan történjék. Kísérleteinkhez az előadásban vázolt huzaltípust ólomszóró homogén szórópisztoly hiányában választottuk, és főleg azért, mert a huzaltípusnál részben közvetett melegítés érhető el, így a nagyhőmérsékletű láng cxidáló hatása kevésbé érvényesül. Az ólom oxidációja kellemetlen körülményeket teremt a zsugorítás folyamán. Tisztában vagyunk azzal, hogy kétpisztolyos szórásnál

a párolgási veszteségek csökkenthetők, kevesebb oxidképződéssel lehet számolni, ami viszont a zsugorítás jobb feltételeit biztosítja.

A porból történő szórást egyelőre sajnos számításon kívül kell hagyni.

Egy nagyon lényeges dologra kell felhívni a figyelmet; ez pedig az, hogy hőkezelés, illetve zsugorítás nélkül a réz-ólmfém csapágyként történő felhasználásra alkalmatlan, mint azt az előadó előadásában közölte és megfelelő módon dokumentálta is.

Hosszadalmas kísérletezéssel sikerült megállapítani azokat a hőmérsékleti határokat, amelyeken belül a zsugorodás már végbemegy — a réz szivacszerű, összefüggő hálavá alakul — az ólom kiizzadása nélkül. A csapágyfém gyártásnak ez a leglényegesebb művelete, itt kell az oxidokat is redukálni, tökéletes megoldásával a szórt, rendezetlen halmazstruktúra rendezett finom diszpersiójú strukturává alakul át, keménysége 27—28% ólomtartalomnál 31—32 HB.

Réz és ötvözetei általában csekély készséget mutatnak acélcészékre való kötésre. Jelen esetben fokozott mértékben érvényesül ez az ólom jelenléte miatt.

Kísérleteink folyamán bebizonyosodott, hogy diffúziós rétegek alkalmazásával a kötés javítható, a feladat megoldható és a bélés kötése a diffúziós réteg kötésével azonos.

Szórt diffúziós rétegre szórt és zsugorított réteg teljesen kielégítő kötés; ad. mig borított rétegre szórt és zsugorított réteg a legnagyobb igénybevételeket is kibírja, amit bizonyít a cca 20-25 mm széles 5 mm vastag kb. 160 mm hosszú próbalemez, melyet hossz tengelye mentén 270°-ra megcsavartunk anélkül, hogy a bélés levált vagy megrepesztett volna.

Szórt diffúziós réteg zárt vagy vastag tömör csészével készülő csapágyak gyártásánál alkalmazható. Ez esetben a gyártás menete a következő. A homokfúvóztott csészére szórjuk a diffúziós réteget és erre ismét a réz-ólm bélést. A szórászt zsugorítás követi. A ráhagyás mértéke a csapágy mérete szerint 0.6—1 mm.

Borított szalag vékonyfalú csészék folyamatos gyártására alkalmas, (pl. hajtókarcsapágyak) és a gyártás menete a következő. A borított szalagot, vagy szalagdarabokat, homokfúvózzuk és réz-ólm csapágyfémmeel szórjuk. Folyamatosan kerül zsugorításra. A szalagból folyamatosan csészéket sajtolunk ill. stancolunk és futófelületüket készremunkáljuk. Ez már a tömeggyártás technológiája. A sajtolás igénybevételeit a kísérlet szerint szórt bélések jól bírják.

Diffúziós réteggként elektromos hegesztéssel felrakott réteg is megfelel.

Külföldi — fémszórással kapcsolatban végzett — tanulmányút bizonyította, hogy e kérdéssel kapcsolatban középeurópai államok még nem tudtak eredményre jutni, s megállapítható volt, hogy hazánkban a technológia kidolgozásával féltve őrzött titkot tártunk föl, vagy legalább is kezdeményező lépéseket tettünk e nagyüzemi gyártás megindítására. Természetes, hogy még számos kísérlet szükséges a technológia teljes feldolgozására, melynek egyes részleteit és főleg porkohászati vonatkozásait, a két pisztolyos szórászt külföldön a DDR-ben kellene tanulmányozni.

Fémszórászi kérdéssel kapcsolatban végzett tanulmányút sajnos idő előtt félbeszakadt, az idevonatkozó kérdések vizsgálata elmaradt, bár a drezdai Egyetemen bő lehetőség nyílt volna rá.

Megemlítem, hogy a kérdés felvetése oly érdeklődést váltott ki, hogy a drezdai egyetem egyik tanára Jesnitzer prof. hajlandó lett volna bizottságunkhoz Berlinbe feljönni és látogatását be is jelentette már.

Itt annak a reménynek merek kifejezést adni, hogy a Kohó- és Gépipari Minisztérium tanulmányút keretében meg fogja adni a lehetőséget, a technológia teljes kidolgozására, hogy azt minél hamarabb a magyar ipar fejlődésének szolgálatába állíthassuk.

#### SOLTI MÁRTON

Egy évtizede foglalkozom kétalkotós ólombronzcsapágyak készítésével és megvallom a szakmai sovinizmus bizonyos féltékenységével értesültem a fémszórás útján előállítható acélvázis ólombronzcsapágycsészék gyártási lehetőségéről. Nem bízom abban, hogy fémszórás útján teljesíteni tudjuk azokat a követelményeket, amelyeket a nagy igénybevételnek kitett csapágyaktól megkívánunk.

Foglalkoztam repülőgépmotorok legnagyobb igénybevételnek kitett acélvázis ólombronz csapágyaival és megállapítottam, hogy mind a szövet, mind a jó kötés szempontjából igen jelentékeny követelményeket kell kielégítenie. Nem hittem, hogy akad valaki, aki be merné építeni repülőgép motorba az acélvázis ólombronz csapágycsészét annál is inkább, mert a legújabb irodalomban ilyen eredményekkel sehohsem találkoztunk.

Az előadottakból látjuk, hogy az agályok nem voltak alaptalanok, mert az egyszerű fémszórás magában nem látszott megnyugtatónak a követelmények teljesítésére s éppen ezért az eddig jól bevált s a fémankéton ismeretett eljárást igyekeztem továbbfejleszteni azzal, hogy az állóöntés helyett a centrifugáló öntést vizsgáljuk, amely úgy kötés és szövet, valamint gazdaságosság szempontjából jobb eredményeket ígér, mint az állva történő öntés. Sajnálom, hogy a felkészülés nehézségei miatt nem tudtuk még a kísérleteket megkezdeni, ezért az előadó sem mondhatta el saját tapasztalatait a centrifugáló öntés útján előállított fémbélés metallográfiai vizsgálatairól.

Az előadás bevezetéséből láttuk, hogy a kísérletek folyamán a felmerült nehézségek szinte megkövetelték a munka továbbfolytatását, amely azután a porkohászatnál is alkalmazott zsugorítási eljárással a tökéletes megoldáshoz vezetett.

Minket, üzemi mérnököket, a finom szöveten és a jó kötőképességen kívül 3 szempont érdekel:

1. hővezető képesség,
2. Brinell-keménység,
3. siklási tulajdonságok.

Az elmondottakból hallottuk, hogy háromféle szövet képződik.

A finoman diszpergált szövetszerkezetet a gyors hűtés, a dentrites rézkristályokat az aránylag lassú hűtés kristályosítja, míg a szivacsos szerkezetű ólombronz a porkohászat eljárás útján állítható elő. Nagyon jó volna tudni, hogy ennek a háromféle szövetszerkezetnek milyen hatása van a hővezetőképessegre, a Brinell-keménységre, mert nem kétséges, hogy ezek s ezen kívül a beágyazási képesség, az olajbefogadó képesség és az ólomfilm kialakulása igen nagy befolyással van a siklási tulajdonságokra. A tengelycsap keménysége, különösen ha nem edzett tengelyhez kell a csapágyat készíteni, a leglátványosabb fémbélést követeli meg, míg az edzett csapok keményebb fémbélésben futnak jobban, ezért lenne fontos tudnunk, hogy azonos összetételűnél melyik szövet ad nagyobb vagy kisebb keménységet, hogy ezúton a keménységdifferenciát be tudjuk állítani.

A lefolytatott és itt előadott kísérletek meggyőznek minket, gyakorlati embereket, hogy fémszórás útján a rákövetkező zsugorítással elő tudunk állítani olyan acélvázas csapágyperselyeket, melyek kötőképeség szempontjából megegyeznek a legjobb öntőtechnológia útján előállítottakkal, szövetük pedig a porkohászat útján előállított legjobb szövetnek felel meg.

Ajánlatos volna még a különböző ötvözők (Ni, Sn, Sb) hatását is megvizsgálni, a fémszóróstruktúrára. Lássuk így, vajjon ezek az ötvözők nem veszítik-e el fémszóráskor az ötvözetre gyakorolt káros hatásukat, hogy csak a jó befolyásuk érvényesüljön?

A fémszórás útján előállított zsugorított csapágygyártás jól megszervezett gyártással gazdasági szempontból is igen nagyjelentőségű, mert évi szükségletünk a 100 000-es nagyságrendűnél nagyobb.

Szépséghibájuk a leszűrt eredményeknek, hogy sem a *pv*-diagramm (siklasi tulajdonságok megállapítása), sem gyakorlati próba azokat nem támasztotta alá. Várjuk, hogy ezt a hiányt autógyártásunk hamarosan pótolni fogja.

Reméljük, hogy a napokban külföldi tanulmány útrjáról hazatért fémszórási bizottság tapasztalatai ezt a kérdést nagy lépéssel fogja előre vinni, mert mind a fémszóró pisztoly szerkezete, mind a vele elérhető finom porlasztás s a porlasztott fémnek oxidáció elleni védelme az egész eljárásra döntő hatással van.

A magam részéről az előadásból azt a tapasztalatot is leszűrtem, hogy a szubjektív elgondolásokra nem szabad hallgatni, mert ime a modern gyártási technológia s az a tág lehetőség, ami ma adódik a kísérletezésekre, ilyen meg-  
lepetéseket hozhat még a régi szakemberek részére is.

Megígérem, hogy addig is, míg ez az új gyártási eljárás a gyakorlatba teljesen átültetődik, igyekezni fogok az álló öntésnél jobb centrifugáló öntésre áttérni, hogy ezzel is megközelíthessem azokat a jobb eredményeket, amelyeket a zsugorított fémszórási eljárással az előadó elért.

Ezek voltak azok a gondolatok, melyeket bennem az öntőben az elmondott előadás keltett. Kétségtelen, hogy a kísérletezők hazánkban még nem járt új utakon jelentős eredményeket értek el, amelyek a járműépítésben biztosabb és olcsóbb lehetőségeket adnak a jó csapágyazás elkészítésére. Ezt különösen azok fogják értékelni, akik azt alkalmazni fogják és tapasztalják annak előnyeit, nem beszélve az elérhető anyagmegtakarításról.

#### HORNUNG ANDOR

Nem vagyok metallográfus, hozzászólásom ennél fogva inkább a motor-technikai szempontokra terjed ki. Az előadás ebben a vonatkozásban igen fontos kérdéssel foglalkozik: nagyteljesítményű motorcsapágy előállításával.

A köztudatban hibásan ólombronznak nevezett réz-ólomötvözetű csapágyakat nem tekintjük pótanyagoknak, mert ezeknek kifejlesztésére akkor került sor, amikor nyilvánvalóvá vált, hogy a nagy felületi igénybevételű motorcsapágyaknál a legjobb minőségű fehérfémek sem feleltek meg. Nagy felületi nyomásnak kitett csapágyaknál ugyanis a fehérfémcsapágy-bélésen már rövid üzemidő után fáradási repedések mutatkoznak. Ezért vált szükségessé, hogy a nagyteljesítményű motorok csapágyaihoz megfelelő anyagot kellett kifejleszteni és ezek egyik képviselője a réz-ólom csapágybélés.

Kétségtelen azonban, hogy a réz-ólom csapágybélésnek, különösen a kisebb ólomtartalmúaknak jelentősen erősebb koptató hatása van, mint a

fehérfém csapágybéléseknek. Ezért az élettartam növelése céljából előnyös a csapokat edzeni. Nemesített, vagy kisebb keménységű csapoknál az élettartam megnövelésére általában az ólomtartalmat mintegy 35%-ig szokták növelni.

Örömmel kell üdvözölni azt a megoldási módot a réz-ólomcsapágyak előállítására, melyet Széki Pálmaéknak fémszórással sikerült előállítaniok. A hazai vonalon eddig szokásos előállítási módnál igen nagy ráhagyásokkal és így igen nagy anyagfelhasználással dolgoztak. A legtakarékosabb előállítási mód, amikor az acélszalagra viszik fel a csapágybélés céljaira alkalmas réz-ólomréteget és utána hajlítják meg nagy pontossággal hengeres alakra a csapágyhüvelyt. Ez azonban megkívánja, hogy a szerkesztők olyan csapágyhüvely-megoldást tervezzenek, ahol nincs szükség külön vállakra, vagyis a viszonylag vékony csapágyhüvely félköralakra való hajlítása minden nehézség nélkül elvégezhető.

Szükségesnek látszik, hogy felhívjam a figyelmet a manapság használatos korszerű motorcsapágyak különböző fajtáira, hogy nem lenne-e még lehetőség azoknak itthon való gyártásának bevezetésére.

A csapágykísérletek azt mutatták, hogy a 0,35 mm és ennél vastagabb rétegű féhérfém-csapágybélések  $140 \text{ kg/cm}^2$  felületi terhelésnél 50 óránál nagyobb élettartammal nem rendelkeznek, a beálló fáradási repedések következtében.

Ezért a féhérfém-béléses csapágyaknál az élettartam növelése azt az irányt követte, hogy a féhérfém-bélést vékonyítsák és ílymódon a 0,2 mm vastagságú féhérfém-bélés élettartama a fenti terhelésnél 100 órára, míg a 0,1 mm vastagságú féhérfém-bélésé 200 órára növekszik.

Ez az elgondolás hozta létre a manapság a motoriparban igen jól ismert mikrocsapágyakat, melyeknél 0,05-től mintegy 0,15 mm. vastagságú féhérfémréteget alkalmaznak acélperselyeknél és ílymódon a csapágyak élettartamát igen jelentős mértékben sikerült megnövelni.

A mikrocsapágyaknál természetesen csak igen jóminőségű, nagy óntartalmú féhérfém használható, azonban az igen vékony rétegben a felhasznált ón mennyisége elég csekély. Meg lehetne vizsgálni, vajjon lehetne-e ilyen vékony rétegekben jóval kisebb óntartalmú ötvözetet használni.

A mikrocsapágyak igen kis rétegvastagságuk folytán igen pontos munkálást követelnek meg, mert a néhány század mm vastagságú rétegnél igen pontos központosításra van szükség.

Úgy vélem, nem lesz felesleges a különböző összetételű csapágyaknak a 100 órás fáradási határig tartó igénybevétele alapján *Richard J. Schager*-nak »Hogyan biztosítható jó hüvelyes csapágyélettartam?« (»How to Get Good Sleeve Bearing Life«), a SAE-Journal 1951. novemberi számában megjelent következő adatait ismertetni.

1. Ónbázisú féhérfémcsapágy 0,56 mm rétegvastagsággal,  $125 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél 100 órás élettartam;

2. Ólombázisú féhérfémcsapágy 0,56 mm rétegvastagsággal,  $156 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél, 100 órás élettartam;

3. Ónbázisú mikrocsapágy 0,1 mm rétegvastagsággal,  $196 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél, 100 órás élettartam;

4. Ólombázisú mikrocsapágy 0,1 mm rétegvastagsággal,  $196 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél 100 órás élettartam;

5. Trimetall csapágy réz-ólom alapon, 0,1 mm vastag ónbázisú féhérfém,  $196 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél, 100 órás élettartam;

6. Ólom (35%-os) réz 0,56 mm rétegvastagságú csapágy, 258 kg/cm<sup>2</sup> terhelésnél, 100 órás élettartam ;

7. Teljes alumínium-ötvözetű csapágy 390 kg/mm<sup>2</sup> terhelésnél 100 órás élettartam ;

8. Super-Trimetall 0,025 mm rétegvastagságú F-38 bélés, réz ólom alapon (csak kóralaknál) 534 kg/cm<sup>2</sup> terhelésnél, 100 órás élettartam ;

9. Ezüstalapú csapágy 0,025 mm vastag ólom-indium bevonattal, 534 kg/cm<sup>2</sup> terhelésnél, 100 órás élettartam ;

10. Trimetall 0,025 mm ón-ólom-rézbevonat, réz-ólom alapon 534 kg/cm<sup>2</sup> terhelésnél 100 órás élettartam.

Ehhez kiegészítésül meg kell említenem, hogy a rácschapágy megoldások is a szakirodalom adatai alapján jó eredménnyel kecsegtetnek. Itt ugyanis mellőzhető az a hálátlan feladat, hogy réz-ólom-bevonattal borítsuk az acélbélés hátát, hanem az acélra réz-réteget rakunk fel, amelyet mechanikai eljárással recézünk és az így recézett közeget töltjük ki ólommal. A még tökéletesebb futófelület biztosítására ezt a felületet néhány század mm-vastagságú ólom-ónötvözetű befutófelülettel látjuk el.

Az újabb csapágy-vizsgálatok ugyanis kimutatták, hogy a nagy teherbíróképesség biztosítására néhány század mm ólom-ón, vagy ólomindium-rétegre és ez alatt nagyobb szilárdságú, de jó melegvezető képességű anyagra van szükség. Ez a magyarázata az egyik ismert, legjobban bevált nagyteljesítményű repülőmotorcsapágyaknak, amelynél az acélhátra galvanikus úton ezüst-réteget raknak fel és azt látják el mintegy 0,025 mm vastag ólom-ón, vagy ólom-indium bevonattal. Ezeknél a csapágyaknál a tulajdonképpeni csapágyfelület az igen vékony ólom-ón, vagy ólom-indium réteg.

Meg kell jegyezni, hogy a lefolytatott kísérletek szerint, csapágyfelület szempontjából az ólom maga igen jól megfelelt, azonban a tiszta ólom a kenőolajok korrodáló hatása következtében elég hamar tönkrement, úgyhogy mind az ón, mind az indium-hozzáadás csupán a korrozio megakadályozása miatt szükséges.

Ugyancsak jó eredményekre van kilátás megfelelő ötvözesű alumínium-csapágyakkal is. Ezeknél azonban az alumínium igen nagy hőtágulási együtthatója nehezíti meg a megoldást, mind az acélhátú kiviteleknel, mind pedig az acél-hajtórudaknál, illetve csapágyhátnál. Éppen úgy nehéz létrehozni a jó kötést az alumínium és az acélhát között.

Végül még fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy a nagy teherbírási csapágy-kérdés megoldása nem tisztán a csapágybélés anyagától függ.

Itt igen nagy a jelentősége a megmunkálásnál mind a méretpontosságnak, mind az alakhűségnek, mind pedig a felületi simaságnak. Nagy teherbírási csapágyak készítésénél ugyanis ma már tisztában kell lenni azzal, hogy ez csak igen kis ezred-nm nagyságrendű olajfilm-vastagságnál érhető el. Ez pedig megköveteli, hogy mind a csapágycsap, mind pedig a csapágypersely igen nagy méretpontossággal, alakhűséggel és nagy felületi simasággal készüljön a meghatározott csapágy-hézag pontos betartásával.

Nyilvánvaló, hogy nem lehet nagy felületi terhelést elérni, pl. hullámos, vagy ovális csapnál és akkor sem, ha a csapágycsap, vagy csapágy-hüvelyfurat felülete érdes, úgyhogy a kiálló, egyenetlenségek következtében viszonylag már kis felületi nyomásnál a kiálló érdességek oly közel kerülnek egymáshoz, hogy fémes érintkezés következik be és a folyadék-súrlódás megszakad.

## VERŐ JÓZSEF r. tag zárószava

A hozzászólásoknak általában két típusát ismerjük. Vagy ellenvéleményt nyilvánítanak az előadóval szemben, vagy pedig kiegészítik az előadók nyújtotta anyagot. Őszintén szólva nehéz helyzetben vagyok, amikor a vita összefoglalása képpen én is hozzászólók a kérdéshez. Ellenvéleményem nekem az előadással szemben nincsen. Ez nem meglepő, mert az előttem hozzászólók, a konkurrens gyártók ellenvéleményt nyilvánítani nem tudtak, sőt egytől egyig az elismerés zászlaját hajtották meg az előadó munkája előtt. Az a kísérleti munka, amiről az előadó beszámolt, nagyon ügyes és célkutatásnak nevezhető, amely az eredmények megközelítésében az első lépést megtette.

Kiegészítés az előadáshoz a már elhangzott hozzászólásokban szintén megtörtént, mondhatni a csapágy lényeges problémái mind szőnyegre kerültek. Az elhangzottakhoz valamennyien nyilván egy kiegészítést hallanánk szívesen, de erre jelenleg sem részemről, sem az előadó részéről nincs mód, hanem esetleg 1 év múlva, amikor beszámolhat arról, hogy a még hiányzó kísérleteket is elvégezte. Azokat nevezetesen, amiket Solti említett a futótulajdonságokat illetően és azok a kísérletek, amelyek az ipari tervezés megvalósításáig még szükségesek lesznek. Hozzátehetem még azt, őszintén kívánom az egész magyar iparnak és tudományos életnek, minél több ilyen beszámólót hallhasson.





## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Zsák Viktor</i> : Kombinált acélgyártás .....	1
<i>Hozzászólások</i> :	
Vécsey Béla .....	14
Wilhelm Tibor .....	17
Tetmajer Alfréd .....	19
Forbáth Róbert .....	20
Kerpely Kálmán .....	22
Szűcs Endre .....	24
Répási Gellért .....	26
Cotel Ernő .....	32
Zsák Viktor válasza .....	32
Verő József r. tag elnöki zárszava .....	33
<i>Gillemot László</i> lev. tag : A gömbgrafit kristályosodásának elmélete .....	35
<i>Hozzászólások</i> :	
Tóth András .....	60
Varga Ferenc .....	61
Hajtó Nándor .....	63
Szilágyi József .....	65
Frank László .....	66
Gillemot László lev. tag válasza .....	69
Verő József r. tag összefoglalója .....	71
Frank László .....	72
Gillemot László lev. tag válasza .....	72
Hajtó Nándor .....	73
Gillemot László lev. tag válasza .....	76
Verő József r. tag zárszava .....	76
<i>Hajtó Nándor</i> : A hőben való kezelés hatása a Mg-al kezelt öntöttvas szilárdsági tulajdonságaira .....	77
<i>Hozzászólások</i> :	
Köves Gábor .....	103
Frank László .....	105
Kovács Miklós .....	108
Varga Ferenc .....	109
Hajtó Nándor válasza .....	110
Frank László .....	113
Hajtó Nándor válasza .....	114
Gillemot László lev. tag zárszava .....	114
<i>Frank László</i> : Nagyszilárdságú öntöttvas .....	117
<i>Hozzászólások</i> :	
Szvath György .....	171
Tömösközy Jenő .....	173
Tóth András .....	175
Kőrös Béla .....	177
Hajtó Nándor .....	179
Zorkóczy Béla .....	179
Frank László zárszava .....	185

<i>Emőd Gyula</i> : Újabb adalékok a magnézium-mangán ötvözetekhez .....	187
<i>Hozzászólások</i> : Solti Márton .....	195
Emőd Gyula válasza .....	196
Fekete László .....	197
Emőd Gyula válasza .....	199
<i>Gedeon Tihamér</i> : A bauxitfeltárás újabb útjai .....	201
<i>Hozzászólások</i> : Gerencsér József .....	219
Steiner Rudolf .....	219
Suchanek János .....	221
Papp Elemér .....	222
Bartha Lajos .....	223
Lányi Béla .....	225
Gedeon Tihamér válasza .....	226
<i>Gillemot László</i> lev. tag: A titán előállításának hazai útjai .....	229
<i>Hozzászólások</i> : Millner Tivadar .....	246
Koncz István .....	246
Gillemot László lev. tag válasza .....	248
Geleji Sándor lev. tag elnöki zárószava .....	248
<i>Szakál Pál</i> : Oldal- és felsőtűskés anódákkal működő alumínium elektrolizáló kádak kritikai összehasonlítása .....	249
<i>Hozzászólások</i> : Lomniczy Dezső .....	259
Pálovits Pál .....	230
Becker Ervin .....	260
Lányi Béla .....	263
Szakál Pál válasza .....	264
<i>Domony András</i> : Titánnal és vanádiummal szennyezett alumínium villamos vezető- képességének bős kezeléssel történő javítása .....	267
<i>Hozzászólások</i> : Máriássy Mihály .....	275
Deniflée Sándor .....	276
Köves Elemér .....	278
Trombitás Miklós .....	278
Vajk Péter .....	279
Réti Pál .....	279
Domony András válasza .....	281
<i>Jakóby László</i> : A gyöngyösvideki cink- és ólomérc hazai kohósításának lehetősége és jelentősége az első ötéves tervünkben .....	283
<i>Hozzászólások</i> : Horváth Zoltán .....	293
Tarján Gusztáv lev. tag .....	295
Fazék Gyula .....	298
Halász András .....	301
Jakóby László válasza .....	303
<i>Geleji Sándor</i> lev. tag és <i>Schey János</i> : Rézfinomítás forgódobos kemencében .....	305
<i>Hozzászólások</i> : Horváth Zoltán .....	339
Deniflée Sándor .....	342
Geleji Sándor lev. tag válasza .....	344
<i>Feimer László</i> : A ferdeszakadás kérdése könnyűfém ötvözeteknél .....	347
<i>Hozzászólások</i> : Buray Zoltán .....	366
Menyhárt István .....	368
<i>Széki Pálma</i> : Különféle eljárással gyártott ólombronz csapágyak metallográfiai vizsgálata .....	369
<i>Hozzászólások</i> : Németh Tibor .....	390
Gond Ferenc .....	391
Solti Márton .....	293
Hornung Andor .....	394
Verő József r. tag zárószava .....	397



*Ára: 48.— Ft*

---

Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21.) Felelős: Mestyán János

Akadémiai nyomda, Gerlóczy-utca 2. — 16899/52 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc