KOHÁSZATI lapok

837/43 32/80

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

1. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 1. SZ. 1—48 OLD. BUDAPEST, 1959. JANUÁR

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Juhász Ádám: A timföldgyártás energiagazdálkodásáról 1
Balázs Fülöp—Paár Béla: Berilliumbronz gyártása és felhasználása 8
Lántzky József: Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése 13
Boczor E. István: Félfolyamatos öntéssel készült alumíniumtuskók makrószerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira 17
Gárdonyi Sándor: A kristálycsírák méretének meghatározása 23
Műszaki és gazdasági hírek 28, 44
Radányi Géza: Kohászati oxigéntermelő üzemek gazdaságossága .. 29
Egyetemi hírek 33
Visnyovszky László: Váltóáramú mágneses szeparátor 34
Műszaki eseménynaptár 35
Szombatfalvy Árpád: Edzés, beedzés, átedzés 36
Egyesületi hírek: 37, 45
Köves Elemér: Forraszhuzalok 38
Hozzászólás a hazai és külföldi kohómérnök-képzés című cikkhez .. 41
Fábry Zsigmond 41
A kémia gyakorlati oktatásának kétszáz éves évfordulója 42
Könyvismertetés 42
Vaskohászati folyóiratfigyelő 46
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. első negyedévében 48

ÖNTÖDE:

Lipovetz Iván—Németh Pál: Alapvető kísérletek hevített tápfejjel 1
Sterbenz Ferenc: Adatok az öntöttvas üzemi gyorselemzéséhez .. 11
Válasz: „Vízüveggel kötött formázóanyag üzemi bevezetése" c. cikkhez tett hozzászólásra 16
Soha István: A nátronvízüveges homokkötés mechanizmusa 18
Kálmán Lajos: A lengyel öntők III. konferenciáján 19
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 23

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

2000-902
2000 ÁPR 3.

A KOHÁSZATI LAPOK 1959. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

Cikkek betűsoros jegyzéke

A bázisos, forrószeles kupolókemence különböző metallurgiai célokra. *S. Tunder* (Ö) 108
A beömlőrendszer és a felöntés hatása a fémöntvények selejtalakulására. *Maréchal Károly* (Ö) 96
A bibliográfiai hivatkozások pontosságáról. (KL) 113
Acél gáztalanítása vákuumban. *Dr. Verő József* (KL) 569
Acélművek minőségi üsttéglái. *Nagy Ferenc* (KL) 70
A cinkelektrolízisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása. *Dr. Horváth Zoltán* (KL) 135, 245
Adalékok az alumínium elektrolizáló kádak anód ellenállásának kérdéséhez. *Molnár Imre* (KL) 76
Adatok az öntöttvas üzemi gyorselemzéséhez. *Sterbenz Ferenc* (Ö) 11
A derivatográfos módszer használata a szenek kokszolási folyamatának tanulmányozására. *Weltner M. dr.* (KL) 321
A Dunai Vasmű éredarabosító berendezésének anyagvizsgálati tapasztalatai. *Pőcze László—Keztyűs Károly* (KL) 108
A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészleg üzemi eredményeinek vizsgálata. *Pesti György* (KL) 415
A fekete kőszénkátrányból előállítható termékek felhasználási területe és a kőszénkátrány feldolgozásának jelentősége. *Kis István* (KL) 428
A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére. *Laár Tibor* (KL) 345, 402, 442
A fémek kristályosodásának termodinamikája. *Horváth Aurél* (KL) 463
A fémkohászattan oktatásának és a Fémkohászattani Tanszéknek története. *Dr. Horváth Zoltán* (KL) 556
A formázóhomok jellemzőinek kritikai vizsgálata. *Franz Fischer* (Ö) 56, 115
A forrószeles kúpoló és gazdaságossága. *Varga Ferenc—Wortmann Frigyes* (Ö) 209
A halogénes kohászat egyes gyakorlati kérdéseiről. *Áradi Antal* (KL) 216
Ajkai Alumíniumkohászati Ankét. (KL) 515
A keményedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz meleghengerlése folyamán. *Bella Ede* (KL) 285, 354
A kémia gyakorlati oktatásának kétszáz éves évfordulója (KL) 42
A kokszoláskor lejátszódó néhány reakció termodinamikai vizsgálata. *Horváth Aurél* (KL) 210
A kokszolókemence hőmérlegének megítélése. *Diószeghy Dániel* (KL) 448
A kovácsolóipar fejlesztése a felhasználóipar szerkezeti változásának függvényében. *Logodi László* (KL) 275
A középkori harangöntés. *Zsák Viktor* (Ö)..... 218
A kristálycsírák méretének meghatározása. *Gárdonyi Sándor* (KL) 23
Alacsonyaknás kohók metallurgiája *Szele Mihály* (KL) 121, 193
Alakítható Bz5, Bz8 bronzlemezek és szalagok minőségi és felületi hibái. *Hegedűs—Stefán* (KL) 262
Alapvető kísérletek hevített tápfejjel. *Lipovetz Iván—Németh Pál* (Ö) 1
A lengyel öntők III. konferenciáján. *Kálmán Lajos* (Ö) 19
Alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítése. *Lichtenberger Endréné* (KL) ... 155
Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminátoldatok bomlási sebességére. *Kuznyecov—Gyerevjankin—Sabalina* (KL) 291, 341
A magyar kohászati műszaki dolgozók I. nyári szabadegyeteme. (KL) 433
A maradék ausztenit meghatározása mágneses eljárással. *Szombatfalvy Árpád* (KL) 445
A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 10 éves évfordulója. (KL) 534
A nagyolvasztók működésének automatizálása a Szovjetunióban. *Baszov, V. T.* (KL) 362
A nátronvízüveges homokkötés mechanizmusa. *Soha István* (Ö) 18
A nyersformázás anyagai, a formakészítés technológiája. *Tóth András* (Ö) 78
A rotoracélgyártás és jövőjének kilátásai. I. rész. *Balsay István* (KL) 176
A sárgaréz cinktelenítése vákuumban. *Szulyovszky A.* (KL) 316
A szovjet öntvénygyártás fejlődési arányai. *Kálmán Lajos* (Ö) 117
A timföldgyártás energiagazdálkodásáról. *Juhász Ádám* (KL) 1
A tompán hegesztett fűrész-szegmensek lágyításának néhány kérdése. *Hajtó dr.—Kócziánné* (KL) 297
Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon. *Komlósy Antal* (KL) 255, 308
A Vasipari Kutató Intézet 10 éve (KL) 331
A Vaskohászati Tanszék története. *Farkas Ottó* (KL) 562
Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai. *Alexander Mihajlovics Szamarin* (KL) 49, 127
Az alumínium felületnemesítése terén elért néhány újabb gyakorlati eredmény. *Dr. Domony Á.—Lichtenberger E-né dr. Csokán Pál* (KL) 92
Az Egyesületnek a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállásának jubileuma alkalmából tartott választmányi ülése. (KL) 546
Az Egyesült királyság öntőiparának szervezete és kapacitása. *Parkes, A. R.* (Ö) 221
Az öntészet jelenlegi helyzete Lengyelországban. *F. Strek és J. Piszak* (Ö) 120
Az öntödei homok szilárdságát mérő készülékek ellenőrzése. *Réti Károly—Németh Pál* (Ö) 217

Az öntödék munkaegészségügyi problémái. *Bánsági József dr.* (Ö) 173
Az öntöttvas ferrittartalmának új gyakorlati meghatározása. *Csuka János* (Ö) 171
Az öntöttvas oxidációs folyamatainak áttekintése a hazai kutatási eredmények alapján. *Nándori Gyula* (Ö) 70
Bauxitdúsítási kísérletek fizikai módszerekkel. *Temesi Sándor* (KL) 498
Bauxit kovasavtartalmának oldódása és kiválása nátronlúgban. *Bogárdi Endre* (KL) 485
Benzolkinyerő üzemünk munkájának rövid ismertetése, kondenzációs üzemi tapasztalatok. *Bodnár László* (KL) 454
Berilliumbronz gyártása és felhasználása. *Balázs Fülöp—Paár Béla* (KL) 8, 55, 185
Beszámoló a VI. Nemzetközi Kerámiai Kongresszusról (KL) 163
Beszámoló a Tűzállóipari Mérnök és Technikus Továbbképző tanfolyam 1958. évi előadásairól. (KL) 91
Dorrok iszaptartalmának mérése. *Bakányi Márton* (KL) 243
Dorrok nátronkoncentrációjának számítása. *Bakányi Márton* (KL) 240
Edzés, beedzés, átedzés. *Szombatfalvy Árpád* (KL) 36
Egyes járulékos bauxitelegyrészek lúgos oldhatóságának vizsgálatáról. *Bogárdi Endre* (KL) 488
Egyesületi hírek. (Ö) 216
Egyesületi hírek. (KL) 37, 45, 81, 112, 175, 224, 273, 340, 368, 406, 447, 492, 583
Egyetemi hírek. (KL) 33, 120, 167, 274, 340, 433, 524
Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga. *Weigl Ernő* (KL) 148, 205
Erőművi sárgaréz kondenzátorcsövek elcinktelenedéses korróziója. *Hegedűs Z.—Székely L.* (KL) 369
Feketekőszenek kémiai szerkezetének vizsgálata. *Róna Vilmos* (KL) 423
Ferrokróm és ferromangán nitridesítése. *Vécsey Béla—Visnyovszky László.* (KL) 407
Ferrosilek. *Lendvai Endre* (Ö) 245
Félfolyamatos öntéssel készült alumíniumtuskók makroszerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira. *Boczor E. István* (KL) 17, 65
Fémkohászati folyóiratfigyelő. (KL) 118, 231, 338, 434, 529
Fogadás az Egyesületben az aranydiplomások tiszteletére. (KL) 90
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. első negyedévében. (KL) 48
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. második negyedévében. (KL) 176
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. harmadik negyedévében. (KL) 435
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. negyedik negyedévében és 1958-ban összesen. (KL) 532
Forraszhuzalok. *Köves Elemér* (KL) 38
Forró olvasztás kúpolókemencében. *Marienbah, Lev Mihajlovics* (Ö) 177
Gáztartók a kohászatban. *Dr. Oldrich Benda* (KL) 100
Germánium és gallium szénfeldolgozási melléktermékekből történő előállításának hazai lehetőségei. *Takács dr.—Horváth—Nádasy* (KL) 327
Gömbgrafitos acélműi kokillák gyártása. *Kőrös Béla* (Ö) 111
Gyártási tapasztalatok öntött permanens mágnesek előállítása folyamán. *Bánky Gyula* (Ö) 163
Gyorsíthatja-e a nagy hideg a feszültséggel terhelt sárgaréz kondenzátorcsövek felrepedését. *Széki Pálma* (KL) 333
Gyorsított kötésidejű cementformázás. *Kálmán Lajos—Rácz Ottó* (Ö) 65
Gyors módszer kalcium és magnézium meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzállóanyagokból és fémekből. *Sajó István dr.* (KL) 384
Gyors módszer vas és mangán meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzálló anyagokból és fémekből. *Dr. Sajó István* (KL) 525
Halálozások
Fábry Zsigmond (KL) 41, 69
Kerpely Kálmán (KL) 330
Martinovich Ernő (KL) 112, 154
Tettamanti Jenő (KL) 431, 514
Dr. Vajk Árpád (KL) 414
Héjformák szilárdsága öntési hőmérsékleten. *Szekeres János* (Ö) 192
Héjformázás a Csepeli Vas- és Acélöntödékben. *Rácz O.—Kálmán Lajos* (Ö) 84
Hibaigazítás (KL) 142, 431
Hírek (Ö) 172
Hozzászólás a hazai és külföldi kohómérnök-képzés című cikkhez. (KL) 41
Importötvözők nélkül készített ötvözött öntöttvasfajták. *Dr. Hajtó Nándor—Varga Ferenc* (Ö) 42
Indukciós hevítés létjogosultsága süllyesztékes kovácsiparunkban. *Terény Aladár* (KL) ... 516
Ivan Pavlovics Bardin 75 éves. (KL) 274
Izotópok használata belső anyaghiba kimutatására. *Réti Pál* (KL) 267
Két példa automatikus formázóberendezésekre. *Bergmann Hans* (Ö) 187
Kísérletek gömbgrafitos öntöttvasból készült forgattyús tengelyekkel. *Cseh Miklós* (Ö)... 33
Kohászati, illetőleg öntészeti irodalom a középkor végén. *Zsák Viktor* (Ö) 114
Kohászati Kongresszus Prágában. (KL) 279
Kohászati oxigéntermelő üzemek gazdaságossága. *Radányi Géza* (KL) 29
Kokillába öntött, megmunkálható vasöntvények gyártását befolyásoló tényezők. *Sturm József* (Ö) 283
Korszerű formázógépek az NDK-ban. (Ö) 131
Könnyűfém dugattyúk hőkezelésének üzemi tapasztalatai. *Buzánszky Albin* (Ö) 215
Könnyűfém motorhengerek kopásálló furatának elkészítése. *Dr. Csokán Pál* (KL) 82
Könyvismertetés. (KL) 42, 114, 169, 280, 332, 526
Könyvismertetés. (Ö) 172, 244
Különböző tüzelésű kemencében keletkezett revék vizsgálata. *Reinhold Magda* (KL) 381
Lapszemle. (KL) 168, 526
Lapszemle. (Ö) 244, 298
Lehűlési feszültségek keletkezése az acélöntvényekben. *Nagy Zoltán* (Ö) 269
Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium-Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról. *Répási Gellért* (KL) 393, 477
Mészadagolás hatása a bauxitok feltárására. *Mátyási J—Németh K* (KL) 313
Műgyanták használata a mintakészítésben. *Schiegner Hermann* (Ö) 200
Műszaki eseménynaptár. (KL) 35, 64, 142, 197, 284, 326, 380, 409, 453, 505
Műszaki és gazdasági hírek. (KL) 28, 44, 115, 171, 223, 226, 227, 281, 333, 372, 386, 432, 471, 527 584
Nagyolvasztó béléstégla gyártására irányuló kísérletek a Budapesti Tüzállóanyaggyárban 1951—1958. között. *Nagy Ferenc* (KL) ... 459
Nagyolvasztómű korszerű kohóautomatikája és műszerezése. *Tóth Géza* (KL) 143
Nagyszilárdságú alumínium-réz-titán-ötvözetből készített öntvények öntési és hőkezelési technikája. *Rősner Béla* (Ö) 261
Nemfémes zárványok eltávolítása alumíniumötvözetekből szűréssel. *Szpaszkij A. G.—Klagina N. Sz.* (Ö) 197
Néhány egyszerű összefüggés spektroszkópiai állandók között. (KL) 531
Ólom-kalcium ötvözetek előállítása. *Pilissy Lajos* (KL) 389, 472

Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat (Ö) 23, 116
Öntödei kiállítás. (Ö) 154
Öntödei napok. (Ö) 137
Öntvények szerkesztése a formázó és öntőtechnika szempontjai szerint. *Gerhard Gertz* (Ö) 101
Öregdiák találkozó Banská Stiavnica-n Selmecbányán. *Árkos Frigyes* (KL) 467
Pirometallurgiai keverőberendezések és azokkal szerzett hazai tapasztalatok. *Pilissy Lajos* (KL) 198
Porkohászati úton készített Al-Fe alapú hőálló huzalok. *Nagy Endre* (KL) 493
Pörkölt ércek mágneses vizsgálata. *Szombatfalvy Á.* (KL) 522
Rádióizotópok az alumíniumkohászatban. *Vödrös Dániel* (KL) 160
Rádióizotópok felhasználása az ólomakkumulátor kutatásokban. *Pesthy László* (KL) 105
Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése. *Lántzky József* (KL) 13, 60
Reveálló ötvözetek. *Radtke R.* (Ö) 127
Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása. *Szeghegyi Árpád* (KL) 350, 397
Rézkiválás lágyacélokban. *Csepiga Zoltán* (KL). 506
Rézszegény sárgarezek hőkezelése. *Rutkowski—Krzysztof* (Ö) 264, 274
Sárgaréz kondenzátorcsövek feszültségkorrózió vizsgálatai. *Süle János* (KL) 375
St-52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása. *Schottner Lajos* (KL) 233, 302
Szakosztályi élet. (Ö) 77
Szakosztályi hírek. (Ö) 89
Széntégla. *Cser Arisztid* (KL) 410
Tapasztalatok a Thylox gázkéntelenítő üzem beindításával kapcsolatban. *Gerencsér Pál* (KL) 220
Technológia. (KL) 427
Tízéves a Vasipari Kutató Intézet (KL) 204
Újabb kísérletek melegített tápfejekkel a színes- és könnyűfémöntészetben. *Emőd Gyula* (Ö) 90
Újabb kutatási eredmények az acélöntvények tűlyukacsosságáról. *Czikel József dr.* (Ö) 157
Üdvözöljük a 10 éves Nehézipari Műszaki Egyetemet. (KL) 533
Vanádium gyors meghatározása ércekből, szilikátokból, kőzetekből, salakokból és fémekből. *Sajó István dr.* (KL) 383
Vaskohászati folyóiratfigyelő. (KL) 46, 174, 335, 386, 482, 585
Vas-nikkel és vas-nikkel-molibdén alapú lágy mágneses anyagok. *Papp János* (KL) 437
Vasöntvények szűkített beömlőrendszerei. *Rabinovics B. V.* (Ö) 203, 232
Váltóáramú mágneses szeparátor. *Visnyovszky László* (KL) 34
„Vízüveggel kötött formázóanyag üzemi bevezetése" c. cikkhez tett hozzászólásra. Válasz. (Ö) 16
75 éves az Országos Műszaki Könyvtár. (KL) 104
115 éves hazánk legrégibb öntödéje. (Ö) 25

Nagyobb cikkek szerzők szerint csoportosítva

Aradi Antal: A halogénes kohászat egyes gyakorlati kérdéseiről (KL) 216
Árkos Frigyes: Öregdiák találkozó Banská Stiavnica-n, Selmecbányán (KL) 467
Bakányi Márton: Dorrok iszaptartalmának mérése (KL) 243
Bakányi Márton: Dorrok nátronkoncentrációjának számítása (KL) 240
Balázs Fülöp—Paár Béla: Berilliumbronz gyártása és felhasználása (KL) 8, 55, 185
Balsay István: A rotoracélgyártás és jövőjének kilátásai (KL) 176
Baszov, V. T.: A nagyolvasztók működésének automatizálása a Szovjetunióban (KL) ... 362
Bánhegyi László: 115 éves hazánk legrégibb öntödéje (Ö) 25
Bánky Gyula: Gyártási tapasztalatok öntött permanens mágnesek előállítása folyamán (Ö) 163
Bánsági József dr.: Az öntödék munkaegészségügyi problémái (Ö) 173
Bella Ede: A keményedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz melleghengerlése folyamán (KL) 285
Bergmann H.: Két példa automatikus formázóberendezésekre (Ö) 187
Boczor E. István: Félfolyamatos öntéssel készült alumíniumtuskók makrószerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira (KL) 17, 65
Bodnár László: Benzolkinyerő üzemünk munkájának rövid ismertetése kondenzációs üzemi tapasztalatok (KL) 454
Bogárdi Endre: Bauxit kovasavtartalmának oldódása és kiválása nátronlúgban (KL) 485
Bogárdi Endre: Egyes járulékos bauxitelegyrészek lúgos oldhatóságának vizsgálatáról (KL).. 488
Buzánszky Albin: Könnyűfém dugattyúk hőkezelésének üzemi tapasztalatai (Ö) 215
Czikel József dr.: Újabb kutatási eredmények az acélöntvények tűlyukacsosságáról (Ö) 157
Cseh Miklós: Kísérletek gömbgrafitos öntöttvasból készült forgattyús tengelyekkel (Ö) 33
Csepiga Zoltán: Rézkiválás lágyacélokban (KL) 506
Cser Arisztid: Széntégla (KL) 410
Csokán Pál dr.: Könnyűfém motorhengerek kopásálló furatának elkészítése (KL) 82
Csuka János: Az öntöttvas ferrittartalmának új gyakorlati meghatározása (Ö) 171
Diószeghy Dániel: A kokszolókemence hőmérlegének megítélése (KL) 448
Domony András dr.—Lichtenberger Endréné—Csokán Pál dr.: Az alumínium felületnemesítése terén elért néhány újabb gyakorlati eredmény (KL) 92
Emőd Gyula: Újabb kísérletek melegített tápfejekkel a színes- és könnyűfémöntészetben (Ö) 90
Farkas Ottó: A Vaskohászattani Tanszék története (KL) 562
Fischer, F.: A formázóhomok jellemzőinek kritikai vizsgálata (Ö) 56, 115
Gárdonyi Sándor: A Kristálycsírák méretének meghatározása (KL) 23
Gerencsér Pál: Tapasztalatok a Thylox gázkéntelenítő üzem beindításával kapcsolatban (KL) 220
Gertz, G.: Öntvények szerkesztése a formázó- és öntőtechnika szempontjai szerint (Ö) 101
Hajtó dr.—Kócziánné: A tompán hegesztett fűrészszegmensek lágyításának néhány kérdése (KL) 297
Hajtó Nándor dr.—Varga Ferenc: Importötvözők nélkül készített ötvözött öntöttvasfajták (Ö) 42
Hegedüs—Stefán: Alakítható Bz5, Bz8 bronzlemezek és szalagok minőségi és felületi hibái (KL) 262
Hegedüs Z.—Székely L.: Erőművi sárgaréz kondenzátorcsövek elcinktelenedéses korróziója (KL) 369
Horváth Aurél: A fémek kristályosodásának termodinamikája (KL) 463
Horváth Aurél: A kokszoláskor lejátszódó néhány reakció termodinamikai vizsgálata (KL) .. 210
Horváth Zoltán dr.: A cinkelektrolizisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása (KL) 135, 245
Horváth Zoltán dr.: A fémkohászattan oktatásának és a Fémkohászattani Tanszéknek története (KL) 556

Juhász Ádám: A timföldgyártás energiagazdálkodásáról (KL) 1
Kálmán Lajos: A lengyel öntők III. konferenciáján (Ö) 19
Kálmán Lajos: A szovjet öntvénygyártás fejlődési arányai (Ö) 117
Kálmán Lajos—Rácz Ottó: Gyorsított kötésidejű cementformázás (Ö) 65
Kiss István: A fekete kőszénkátrányból előállítható termékek felhasználási területe és a kőszénkátrány feldolgozásának jelentősége (KL) 428
Komlósy Antal: Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon (KL) 255, 308
Köves Elemér: Forraszhuzalok (KL) 38
Kőrös Béla: Gömbgrafitos acélműi kokillák gyártása (Ö) 111
Kuznyecov—Gyerevjankin—Sabalina: Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminátoldatok bomlási sebességére (KL) 291
Laár Tibor: A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumíniumtuskók minőségére (KL) 345, 402
Lántzky József: Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése (KL) 13, 60
Lendvai Endre: Ferrosilek (Ö) 245
Lichtenberger Endréné: Alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítése (KL) .. 155
Lipovetz Iván—Németh Pál: Alapvető kísérletek hevített tápfejjel (Ö) 1
Logodi László: A kovácsolóipar fejlesztése a felhasználóipar szerkezeti változásának függvényében (KL) 275
Maréchal Károly: A beömlőrendszer és a felöntés hatása a fémöntvények selejtalakulására (Ö) 96
Marienbah, Lev Mihajlovics: Forró olvasztás kupolókemencében (Ö) 177
Mátyási J.—Németh K.: Mészadagolás hatása a bauxitok feltárására (KL) 313
Molnár Imre: Adalékok az alumínium elektrolizáló kádak anód ellenállásának kérdéséhez (KL) 76
Nagy Endre: Porkohászati úton készített Al-Fe alapú hőálló huzalok (KL) 493
Nagy Ferenc: Acélművek minőségi üsttéglái (KL) 70
Nagy Ferenc: Nagyolvasztó béléstégla gyártására irányuló kísérletek a Budapesti Tűzállóanyaggyárban 1951—1958 között (KL) .. 459
Nagy Zoltán: Lehűlési feszültségek keletkezése az acélöntvényekben (Ö) 269
Nándori Gyula: Az öntöttvas oxidációs folyamatainak áttekintése a hazai kutatási eredmények alapján (Ö) 70
Oldrich Benda dr.: Gáztartók a kohászatban (KL) 100
Papp János: Vas-nikkel és vas-nikkel-molibdén alapú lágy mágneses anyagok (KL) 437
Parkes, A. R.: Az Egyesült királyság öntőiparának szervezete és kapacitása (Ö) 221
Pesthy László: Rádióizotópok felhasználása az ólomakkumulátor kutatásokban (KL) 105
Pesti György: A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészleg üzemi eredményeinek vizsgálata (KL) 415
Pilissy Lajos: Ólom-kalcium ötvözetek előállítása (KL) 389, 472
Pilissy Lajos: Pirometallurgiai keverőberendezések és azokkal szerzett hazai tapasztalatok (KL) 198
Pőcze László—Keztyüs Károly: A Dunai Vasmű ércdarabosító berendezésének anyagvizsgálati tapasztalatai (KL) 108
Rabinovics, B. V.: Vasöntvények szűkített beömlőrendszerei (Ö) 203, 232
Radányi Géza: Kohászati oxigéntermelő üzemek gazdaságossága (KL) 29
Radtke, R.: Reveálló ötvözetek (Ö) 127
Rácz Ottó—Kálmán Lajos: Héjformázás a Csepeli Vas- és Acélöntödében (Ö) 84
Reinhold Magda: Különböző tűzelésű kemencében keletkezett revék vizsgálata (KL) 381
Répási Gellért: Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium—Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról (KL) 393, 477
Réti Károly—Németh Pál: Az öntödei homokok szilárdságát mérő készülékek ellenőrzése (Ö) 217
Réti Pál: Izotópok használata belső anyaghiba kimutatására (KL) 267
Róna Vilmos: Feketekőszenek kémiai szerkezetének vizsgálata (KL) 423
Rösner Béla: Nagyszilárdságú alumínium-réztitán-ötvözetből készített öntvények öntési és hőkezelési technikája (Ö) 261
Rutkowski, Krzysztof: Rézszegény sárgarezek hőkezelése (Ö) 264, 274
Sajó István dr.: Gyors módszer kalcium és magnézium meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzállóanyagokból és fémekből (KL) 384, 525
Sajó István dr.: Vanádium gyors meghatározása ércekből, szilikátokból, kőzetekből, salakokból és fémekből (KL) 383
Schiegner Hermann: Műgyanták használata a mintakészítésben (Ö) 200
Schottner Lajos: St-52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása (KL) 233, 302
Soha István: A nátronvízüveges homokkötés mechanizmusa (Ö) 18
Sterbenz Ferenc: Adatok az öntöttvas üzemi gyorselemzéshez (Ö) 11
Strek, F.—Piszak, J.: Az öntészet jelenlegi helyzete Lengyelországban (Ö) 120
Sturm József: Kokillába öntött, megmunkálható vasöntvények gyártását befolyásoló tényezők (Ö) 283
Süle János: Sárgaréz kondenzátorcsövek feszültségkorrózió vizsgálatai (KL) 375
Szamarin, A. M.: Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai (KL) 49, 127
Szeghegyi Árpád: Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása (KL) 350, 397
Szekeres János: Héjformák szilárdsága öntési hőmérsékleten (Ö) 192
Szele Mihály: Alacsonyaknás kohók metallurgiája (KL) 121, 193
Széki Pálma: Gyorsíthatja-e a nagy hideg a feszültséggel terhelt sárgaréz kondenzátorcsövek felrepedését (KL) 333
Szombatfalvy Árpád: A maradék ausztenit meghatározása mágneses eljárással (KL) 445
Szombatfalvy Árpád: Edzés, beedzés, átedzés (KL) 36
Szombatfalvy Árpád: Pörkölt ércek mágneses vizsgálata (KL) 522
Szpaszkij, A. G.—Klagina, N. Sz.: Nemfémes zárványok eltávolítása alumíniumötvözetekből szűréssel (Ö) 197
Szulyovszky A.: A sárgaréz cinktelenítése vákuumban (KL) 316
Takács dr.—Horváth—Nádasy: Germánium és gallium szénfeldolgozási melléktermékekből történő előállításának hazai lehetőségei (KL) 327
Temesi Sándor: Bauxitdúsítási kísérletek fizikai módszerekkel (KL) 498
Terény Aladár: Indukciós hevítés létjogosultsága süllyesztékes kovácsiparunkban (KL) 516
Tóth András: A nyersformázás anyagai, a formakészítés technológiája (Ö) 78
Tóth Géza: Nagyolvasztómű korszerű kohóautomatikája és műszerezése (KL) 143
Tunder, S.: A bázisos, forrószeles kupolókemence különböző metallurgiai célokra (Ö) 108
Varga Ferenc—Wortmann Frigyes: A forrószeles kupoló és gazdaságossága (Ö) 209

Verő József dr.: Acél gáztalanítása vákuumban (KL) 569
Vécsey Béla—Visnyovszky László: Ferrokróm és ferromangán nitridesítése (KL) 407
Visnyovszky László: Váltóáramú mágneses szeparátor (KL) 34
Vödrös Dániel: Rádióizotópok az alumíniumkohászatban (KL) 160
Weigl Ernő: Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga (KL) . 148, 205
Weltner M. dr.: A derivatográfos módszer használata a szenek kokszolási folyamatának tanulmányozására (KL) 321
Zsák Viktor: A középkori harangöntés (Ö) 218
Zsák Viktor: Kohászat, illetőleg öntészeti irodalom a középkor végén (Ö) 114

Betűsoros névmutató

Aradi Antal (KL) 216
Árkos Frigyes (KL) 467
Bakányi Márton (KL) .. 240, 243
Balázs Fülöp (KL) 8, 55, 185
Balsay István (KL) 176
Baszov, V. T. (KL) 362
Bánhegyi László (Ö) 25
Bánky Gyula (Ö) 163
Bánsági József dr. (Ö) 173
Bella Ede (KL) 285
Bergmann, H. (Ö) 187
Boczor E. István (KL) .. 17, 65
Bodnár László (KL) 454
Bogárdi Endre (KL) 485, 488
Buzánszky Albin (Ö) 215
Czikel József dr. (Ö) 157
Cseh Miklós (Ö) 33
Csepiga Zoltán (KL) 506
Cser Arisztid (KL) 410
Csokán Pál dr. (KL) 82, 92
Csuka János (Ö) 171
Diószeghy Dániel (KL) 448
Domony András dr. (KL) ... 92
Emőd Gyula (Ö) 90
Farkas Ottó (KL) 562
Fischer, F. (Ö) 56, 115
Gárdonyi Sándor (KL) 23
Gerencsér Pál (KL) 220
Gertz, G. (Ö) 101
Gyerevjankin (KL) 291
Hajtó Nándor dr. (KL) .. 42, 297
Hegedüs Zoltán (KL) ... 262, 369
Horváth Albert (KL) 327
Horváth Aurél (KL) 210, 463
Horváth Zoltán dr. (KL) 135, 245, 556
Juhász Ádám (KL) 1
Kálmán Lajos (Ö) . 84, 19, 65, 117
Keztyüs Károly (KL) 108
Kiss István (KL) 428
Kóczián Béláné (KL) 297
Komlósy Antal (KL) ... 255, 308
Köves Elemér (KL) 38
Kőrös Béla (Ö) 111
Kuznyecov, Sz. I. (KL) 291
Laár Tibor (KL) 345, 402
Lántzky József (KL) 13, 60
Lendvai Endre (Ö) 245
Lichtenberger Endréné (KL) 92, 155
Lipovetz Iván (Ö) 1
Logodi László (KL) 275
Maréchal Károly (Ö) 96
Marienbah, Lev Mihajlovics (Ö) 177
Mátyási József (KL) 313
Molnár Imre (KL) 76
Nagy Endre (KL) 493
Nagy Ferenc (KL) 70, 459
Nagy Zoltán (Ö) 269
Nádasy Miklós (KL) 327
Nándori Gyula (Ö) 70
Németh Károly (KL) 313
Németh Pál (Ö) 1, 217
Oldrich Benda dr. (KL) 100
Paár Béla (KL) 8, 55, 185
Papp János (KL) 437
Parkes, A. R. (Ö) 221
Pesthy László (KL) 105
Pesti György (KL) 415
Pilissy Lajos (KL) .. 198, 389, 472
Piszak, J. (Ö) 120
Pőcze László (KL) 108
Rabinovics, B. V. (Ö) 203, 232
Radányi Géza (KL) 29
Radtke R. (Ö) 127
Rácz Ottó (Ö) 65, 84
Reinhold Magda (KL) 381
Répási Gellért (KL) 393, 477
Réti Károly (Ö) 217
Réti Pál (KL) 267
Róna Vilmos (KL) 423
Rösner Béla (Ö) 261
Rutkowsky Krzysztof (Ö) 264, 274
Sabalina, O. K. (KL) 291
Sajó István dr. (KL) 383, 384, 525
Schiegner Hermann (Ö) 200
Schottner Lajos (KL) ... 233, 302
Soha István (Ö) 18
Stefán Mihály (KL) 262
Sterbenz Ferenc (Ö) 11
Strek, F. (Ö) 120
Sturm József (Ö) 283
Süle János (KL) 375
Szamarin, A. M. (KL) 49, 127
Szeghegyi Árpád (KL) .. 350, 397
Szekeres János (Ö) 192
Szele Mihály (KL) 121, 193
Székely Levente (KL) 369
Széki Pálma (KL) 333
Szombatfalvy Árpád (KL) 36, 445, 522
Szpaszkij, A. G. (Ö) 197
Szulyovszky Andor (KL) 316
Takács Pál dr. (KL) 327
Temesi Sándor (KL) 498
Terény Aladár (KL) 516
Tóth András (Ö) 78
Tóth Géza (KL) 143
Tunder, S. (Ö) 108
Varga Ferenc (Ö) 42, 209
Verő József dr. (KL) 569
Vécsey Béla (KL) 407
Visnyovszky László (KL) . 34, 407
Vödrös Dániel (KL) 160
Weigl Ernő (KL) 148, 205
Weltner Margit dr. (KL) 321
Wortmann Frigyes (Ö) 209
Zsák Viktor (Ö) 114, 218

485 Révai nyomda

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **1. szám** 1959. január

A timföldgyártás energiagazdálkodásáról[1]

JUHÁSZ ÁDÁM kohómérnök

D. K. : 620.9 : 669.712

О экономики энергии производства глинозёма

Die Energiewirtschaft in der Tonerdefabrikation

Management of energy in manufacturing alumina

Értelmetlen dolog volna egy rövid dolgozat keretében alapos és átfogó elemzésre törekedni. Ez nem is célja ennek a munkának. Szükségesnek láttuk azonban, hogy az ankéton ismertetésre kerülő, általában egy-egy kiragadott területtel foglalkozó, előadásokhoz mintegy bevezetésképpen néhány általános irányelvet ismertessünk. Ezt szükségesnek találtuk azért is, mert az almásfüzitői műszaki kollektiva már hosszabb idő óta igen intenziven foglalkozik az anergiagazdálkodás különböző kérdéseivel és elég tekervényes úton eljutottunk odáig, hogy vannak többé-kevésbé határozott elképzeléseink a követendő útról. Ez a vitaindító előadás lényegében a füzitői műszaki együttes nézeteit tartalmazza a timföldgyártás energiagazdálkodásáról. Ezek a nézetek az elég szegény irodalom, rengeteg szabadalom, innenonnan származó személyes közelések alapján sok tünődés, számolgatás és még több vita útján alakultak ki és természetesen jelenleg is még alakulóban vannak.

Tudjuk, hogy a többi üzemek, intézetek és a NIM főosztálya szintén előtérbe helyezték az energiagazdálkodás problémáit, feltétlenül hasznos lesz tehát a kialakult nézetek kicserélése és a továbbhaladás útjának közös erővel való feltárása, és ez, a főosztály nagyon helyes kezdeményezésére szervezett ankét erre igen alkalmas.

A timföldipar hazánk össz-energiatatermelésének *három százalékát* fogyasztja el. A felhasznált energiahordozók értéke a régi irreális árrendszer mellett is 84 millió Ft/év. A timföld önköltségében az energiaiköltségek (szén vagy gőz, fűtőolaj, villamosenergia) részesedése kb. 35—38%-ot tesz ki, tehát erősen a legnagyobb összegű költségtényező.

A timföldgyártásra felhasznált kalóriamennyiség energiahordozók szerinti megoszlását Almásfüzitőn 1957. év II—IV. negyedévének átlagában az 1. táblázat mutatja.

Ez a megoszlás a másik két timföldgyárban eltolódik a gőzenergia még nagyobb részesedése felé. Ennek oka elsősorban az, hogy a két üzem gőzfajlagosai nagyobbak, mint Füzitőé, de az egyéb energiahordozók fajlagos számai csak kisebb mértékben térnek el a füzitői üzemétől. Ajkán hozzájárul ehhez még az is, hogy hiányzik a bauxit pörkölése és a bauxit nedvességtartalmát is gőzzel párologtatják el és nem generátorgázzal mint Füzitőn, vagy pakurával mint Óvárott. A kalóriafogyasztásban emiatt jelentkező különbséget később tárgyaljuk.

[1] Az Almásfüzitőn 1958. VII. 11—12-én tartott timföldipari ankéton elhangzott előadás.

1. táblázat

1 t timföldre eső fajlagos kalória-felhasználás Almásfüzitőn 1957. II—IV. negyedévben

Sorszám	Megnevezés	Számítási adatok			Kalóriafogyasztás			
		Fajlagos felhasználás	Fűtőérték	%			Tüzelőanyag	
					10^3 kcal	%	10^3 kcal	%
1.	Bauxit pörkölés							
	generátorgáz	698,2 m^3/t	1412 kcal/m^3	54,8	986	12,6	1 799	16,6
	fűtőolaj	2,98 kg/t	9600 kcal/kg	100,0	29	0,4	29	0,3
	Összesen				1015	13,0	1 828	16,9
2.	Techn. gőzfogyasztás	7,51 t/t	634,4 kcal/kg	72,57	4760	60,4	6 560	60,5
3.	Egyéb gőzfogyasztás	0,64 kg/t	598,2 kcal/kg	72,57	382	4,8	527	4,8
4.	Vill. energia fogyasztás ...	443,2 kWó/t	860 kcal/kWó	62,52	381	4,8	610	5,5
5.	Timföld kalcinálás	139,2 kg/t	9600 kcal/kg	100,0	1336	17,0	1 336	12,3
	Összesen				7874	100,0	10 861	100,0

A táblázattal kapcsolatban meg kell jegyezni azt, hogy üzemeink általában helytelenül számolják a fajlagos gőzfogyasztást, mert a visszaadott kondenzvíz hőtartalmát nem vonják le a felhasznált gőzmennyiségből (Almásfüzitőn sem.) Holott a tényleges kalóriafogyasztás ennek megfelelően 12—15%-kal kevesebb a kimutatottnál. Az 1. táblázat számításaiban a gőz kalória-értékét a visszaadott kondenzvíz miatt 85 kcal-val csökkentettük.

Ha üzemeink áttérnek a gőzfajlagosnak tonnák helyett kalóriában kifejezett számítására — amint azt a Szovjetunióban teszik —, akkor ez a hibalehetőség kiküszöbölődne és az egyes üzemek ma nehezen összehasonlítható adatai könnyen egybevethetők lennének.

Az 1. táblázatból világosan kitűnik az is, hogy a jelenlegi állapotok szerint a timföldgyártás kalóriaszükségletét túlnyomórészt gőzzel fedezzük. Természetes, hogy a legnagyobb megtakarítási lehetőség abszolút értékben szintén itt nyílik. A hőgazdálkodás racionalizálását is elsősorban itt kell kezdeni. Ugyanis :

1. Az egyes energiahordozók felhasználásának *azonos arányú* csökkentésével a legnagyobb megtakarítás gőzvonalon jelentkezik.

1%-os kalóriafelhasználás csökkenésből származó megtakarítás Almásfüzitőn 1958-as áron számolva

bauxit pörköléssel	51 000 Ft-ot
technológiai gőzfogyasztásban ...	242 000 Ft-ot
egyéb gőzfogyasztásban	20 000 Ft-ot
villamosenergia fogyasztásban ..	23 000 Ft-ot
timföld kalcinálással	63 000 Ft-ot

tesz ki évenkint.

2. A technológia és a berendezés helyes kialakításával a *legnagyobb arányú* fajlagos felhasználás csökkentésre gőzben van kilátás.

Második állításunk alátámasztására nézzük végig az egyes felhasználási területeken elvileg megvalósítható racionalizálási lehetőségeket.

Bauxit pörkölés

Nedvesőrlés

A nedvesőrlés a kalóriagazdálkodás szempontjából sokkal előnyösebb, mint a két üzemünkben jelenleg alkalmazott szárazőrlés. A megtakarítás abban jelentkezik, hogy a bauxit tapadónedvességtartalmát és kötött vizének egy részét egyik esetben a vákuumbepárló berendezésben, másik esetben a szárító kemencében kell elpárologtatni. Kétségtelen, hogy a vákuum elgőzölés a gazdaságosabb.

Ez a különbség számszerűen így fejezhető ki :

A bauxit pörkölés hőszükséglete Füzitőn 1957. II—IV. negyedévben fűtőanyag kalóriában

$$Q_1^\circ = 1{,}8 \cdot 10^6 \text{ kcal/t}$$

timföld volt.

Ezzel a bauxit tapadó és kötött nedvességtartalma

$$2{,}91 \times (0{,}032 + 0{,}177) = 0{,}608 \text{ t } H_2O/\text{t } Al_2O_3$$

mennyiségben csökkent (2,91 — bauxit fajlagos, 0,032 — bauxit izzítási veszteség változása 0,177 — bauxit tap. nedv.).

Ha ugyanennek a vízmennyiségnek az elpárologtatását a bepárlóban végeztük volna, úgy erre $0{,}608 \cdot 0{,}42 = 0{,}256$ t gőz fogyott volna, ami megfelel fűtőanyag kalóriában

$$\frac{0{,}256 \cdot 598}{0{,}725} \cdot 10^3 = 0{,}212 \cdot 10^6 \text{ kcal-nak.}$$

Ahol 0,725 — a kazánhatásfok, 598 — a gőz kinyerhető kalóriatartalma.

Továbbá a feltáráskor 0,608 t többlet víz felmelegítésére a szekunder gőz 50%-os hasznosítás figyelembevételével $0{,}608 \cdot 210{,}10^3 \cdot 0{,}5 \cong 128 \cdot 10^3$ kcal hőenergia befektetés szükséges (210 a hőfok különbség).

Tehát a hőszükséglet a szárazőrlés hőszükségletének csak 18,8%-át teszi ki. Az energiahordozók részesedése természetesen nedvesőrlés mellett ennek megfelelően eltolódik. Ez a szám esetenként bizonyos ingadozásokat mutat ugyan, de világosan mutatja a nedvesőrlés előnyét. Kézenfekvő, hogy azokat a bauxitjainkat, melyek ülepedése pörkölés nélkül is elfogadható (halimbai, nyirádi, gánti lelőhelyek), nedvesen őröljük. Azokra a bauxitokra, melyek ülepítése csak pörkölés segítségével hozható a jelenlegi megkívánt értékre, meg kell vizsgálni, hogy nem célszerűbb-e az ülepítőfelület megfelelő növelésével, vagy egyéb módon (jó utánszűrés, iszapszűrés, expandálás nélküli iszapkezelés, stb.) olyan körülményeket biztosítani, hogy a pörkölés elhagyható legyen. A külföldi timföldipar ma már új létesítményekben kizárólag nedvesen őröl előzetes pörkölés nélkül, bár több helyen kénytelenek nehezen ülepedő bauxitokkal dolgozni. (Például 700 216 sz. angol—kanadai szabadalom.)

Érdekes megemlíteni, hogy a DAZ (Szovjetúnió) magyar bauxitok feldolgozására épült timföld gyárában nedvesen őrölnek, előzetes pörkölés nélkül. A vörösiszap ülepedését közepesnek találták (12 cm/óra, szemben a nálunk szokásos üzemi 13 cm/órával), azonban a lúg tisztulása rossz, ezért az ülepítő túlfolyásban 100—1000 mg/l Fe_2O_3-at engedélyeznek, amit aztán utánszűréssel csökkentenek 8—10 mg/l-re. Magyarországi tapasztalatok alapján később beépítettek egy pörkölő berendezést is, melyet másfél hónapos üzem után leállítottak, mert semmiféle javulást nem tapasztaltak.

A pörkölés szükségességét néha bizonyos mérvű feltárás javulással indokolják, ez azonban nem állja meg a helyét, ugyanis sokkal gazdaságosabb ugyanezt a kihozatal-javulást a feltárási hőfok emelésével elérni. Elméleti megfontolások és a gyakorlat egyaránt azt bizonyítják, hogy a feltárási hőfok emelése egy észszerű határig — mely bauxitonként változik — nem jár fajlagos gőzfogyasztás emelkedéssel, sőt nem egy ízben csökkenést okoz. Erre példa Magyaróvár is, amikor a feltárási nyomást 6 atü-ről 7—8-ra emelték fel. Ez különösen így van, ha a szekunder gőz hasznosítását helyesen oldjuk meg.

Egy esetben lehetne gazdaságos a pörkölés, ha megfelelő körülmények között végzett pörkölés

hatására a feltáráskor elérhető optimális-minimális mol-viszony (az a minimális molviszony, amelynél már megközelíthető a maximáiis kihozatal) lényegesen kisebb, mint pörköletlen bauxitra, akkor a feltáráskor és bepárláskor jelentkező gőzmegtakarítás nagyobb lehet, mint a pörkölés kalóriaigénye. Ekkor természetesen returlúgos hígítást kell alkalmazni. Például Almásfüzitőn akkor válik gazdaságossá a pörkölés (figyelmen kívül hagyva az ülepítésre gyakorolt befolyását), ha a feltárás utáni optimális-minimális molviszony pörkölt bauxitra legalább 0,30-al kisebb, mint pörköletlen bauxitra. Ez a szám iszkai bauxitra közelítőleg 0,2, itt tehát a pörkölés nem indokolt. Mivel pedig úgyis mindenképpen az egész lúgmennyiséget utánszűrésnek kell alávetni, a pörkölést semmi sem indokolja, még iszkai bauxitra sem.

Fluidizáló pörkölés

Ha ilyen, vagy olyan megfontolás után mégis szükséges a pörkölés, úgy azt célszerű a legjobb hatásfokú kemencében végezni. Ezidő szerint erre a célra elsősorban a fluidizációs kemence javasolható.

Technológiai gőzfogyasztás

A 2—5. táblázatokon összefoglaltuk a jelenlegi technológia, valamint annak különböző módosítása alapján kiszámolt gőz-kalória fogyasztási adatokat. A táblázatok azonos kiindulási adatokból, azonos körülmények között, nagyjából az almásfüzitői mennyiségi és technológiai viszonyokból kiindulva kerültek kidolgozásra.

A táblázatok összeállításával kapcsolatos számításokat kérésünkre *Taksony György* és *Halzl József* a HŐTERV és *Pintér Tihamér* üzemünk mérnöke végezték. Eredményes munkájukért ezúton is köszönetet mondunk.

A táblázatok elméleti számítások útján készültek, de úgy, hogy mindenütt figyelembe vettünk a számított értékeken felül 10% többlet fogyasztást és 10% veszteséget a megtérülő tételekből. A táblázatok egyes kisebb fogyasztók igényét nem tartalmazzák (pl. pakuraporlasztás, pakura melegítés, Körting hűtők, szivattyúk tömszelence vízének bepárlása stb.). (A kausztifikálást a számításokban szintén nem vettük figyelembe.)

A táblázatok technológiai alapadatai :

2. táblázat

Gőz-kalória fogyasztási adatok a jelenlegi almásfüzitői technológia alapján (1. változat)

Megnevezés	Hőfogyasztás	Megtérülés	Kalória szükséglet	
	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	t gőz/t timföld
Jelenlegi technológia alapján számított	939	153	786	4,85
Veszteségekkel együtt (± 10%)	1,032.9	137,7	895,2	5,55
1958. június havi tényszám — 85 kcal/kg gőz ..				5,44

274 t/nap timföldtermelés

3. táblázat

Gőz-kalória fogyasztási adatok a jelenlegi almásfüzitői technológia alapján, de csökkentett mosóvízzel (2. változat)

Megnevezés	Fajhő	Hőfok különbség	Ag. menny.	Felszab. gőz-menny.	Hőfo-gyasztás	Meg-térülés	Kalória szükséglet	
	kcal/kg C°	t_1—t_2 C°	t/nap	t/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	t gőz/t Al_2O_3
Zagy felmelegítésének hőszükséglete	0,706	214,4— 85	3093		282,5			
Expanzió folytán felszab. sarjúgőz	0,678	214,4—146	2797	296		153		
Hígítóba bevezetendő hő + Dorrfűtés és pótvízvégmel. ..					133			
Dorr pótvíznél bukóvízelőmelegítés	1,00	78 — 50	720		20			
Szűrőmosóvíz felmelegítés	1,00	78 — 50	255		7,1			
	1,00	98 — 78	255		5,1			
Körting hűtő	0,87	96 — 83	5170	106		58,5		
Reakció hő					22,8			
Sűrűlúg előmelegítése	0,825	85 — 65	2480		40,9			
Bepárlás hőfogyasztása					350,0			
Lisztvíz					4,3			
Vizes Bamag $(35 \cdot 10^3 \cdot 0{,}935/140—100) \times 24$					31,3			
			Összesen		897,0	211,5	685,5	
Veszteséggel együtt (±10%) ..					987	190,5	796,5	
Gőzigény								4,90
Körting II. (további lehetőség)	0,87	83 — 50	5070	264		142		
Gőzigény (Körting II. 70%-os hasznosítás								4,30

256 t/nap timföldtermelés

2. táblázat. Jelenlegi almásfüzitői technológia. Expandált gőz a Dorr sor fűtésére és mosóvíz melegítésre. Hidrát mosóvíz mennyisége 1,6 t/t timföld.

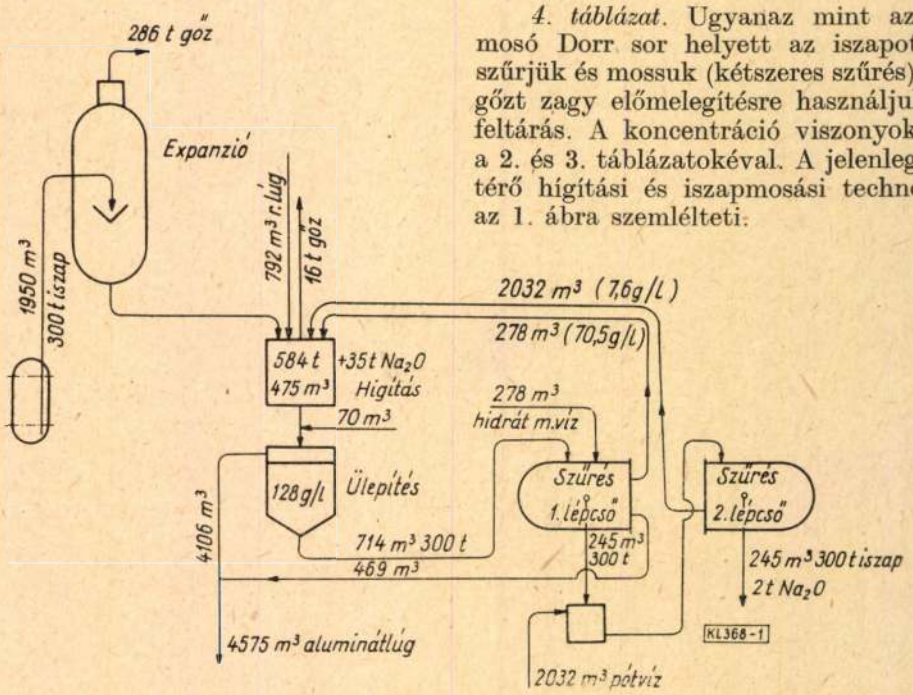
3. táblázat. Jelenlegi almásfüzitői technológia, de részleges aluminátlug hőhasznosítás és a hidrát mosóvíz mennyiségének 1 t/t timföld értékre való csökkentését vettük figyelembe.

4. táblázat

Gőz-kalória fogyasztási adatok a jelenlegi almásfüzitői technológia alapján, de kétszeres szűréssel Kelly szűrőn át (3. változat)

Megnevezés	Fajhő	Hőfok különbség	Ag. menny.	Felszab. gőz-menny.	Hőfogyasztás	Megtérülés	Kalória szükséglet	
	kcal/kg C°	t_1—t_2 C°	t/nap	t/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	t gőz/t Al_2O_3
Zagy felmelegítésének hőszüks.	0,706	94 — 85	3093		24,1			
	0,706	116 — 94	3093		48,0			
	0,706	140 —116	3093		52,3			
	0,706	169 —140	3093		43,7			
	0,706	214,4—160	3093		114,3			
	0,696	214,4—195	2998	92		43		
Expanzió folyt. felszab. gőz . . .	0,687	195 —170	2893	105		52		
	0,678	170 —146	2799	94		48		
Hígítóban felszabaduló hő	0,678	146 —105	2783	16	47,8	8		
Pótvíz felmelegítése	1,00	76 — 50	1840					
	1,00	97 — 76	1840		38,6			
Mosóvízmelegítés mosás előtt .	0,97	95 — 70	255		6,4			
Hidrátmosóvíz felmelegítés ...	0,97	76 — 50	285		6,9			
	0,97	98 — 76	285		6,1			
Lisztesvíz felmelegítés	1,00	76 — 10	65		4,3			
	1,00	100 — 76	65		1,6			
Körtinghűtő	0,87	96 — 83	5170			58,5		
Reakcióhő					22,8			
Sűrűlúg előmelegítése	0,825	85 — 65	2480		40,9			
Bepárlás hőfogyasztása					295,0			
			Összesen		752,8	209,5	543,4	
Vesztességgel együtt (± 10%)					828,1	189,3	638,8	
Gőzigény								3,94
Körting-hűtő II. (További lehetőség	0,87	83 — 50	5065	106		145		
Gőzigény Körting II-vel (70% hasznosítás)								3,31

526 t/nap timföldtermelés



1. ábra. 3. változat szerinti technológia munkamenete

613 t bauxitliszt bekeverés, (54,5% Al_2O_3). 82%-os kihozatal, 274 t/nap timföldtermelés

4. táblázat. Ugyanaz mint az előbbi, de a mosó Dorr sor helyett az iszapot Kelly-szűrőn szűrjük és mossuk (kétszeres szűrés). Az expandált gőzt zagy előmelegítésre használjuk. Folyamatos feltárás. A koncentráció viszonyok megegyeznek a 2. és 3. táblázatokéval. A jelenlegi állapottól eltérő hígítási és iszapmosási technológia sémáját az 1. ábra szemlélteti.

5. táblázat

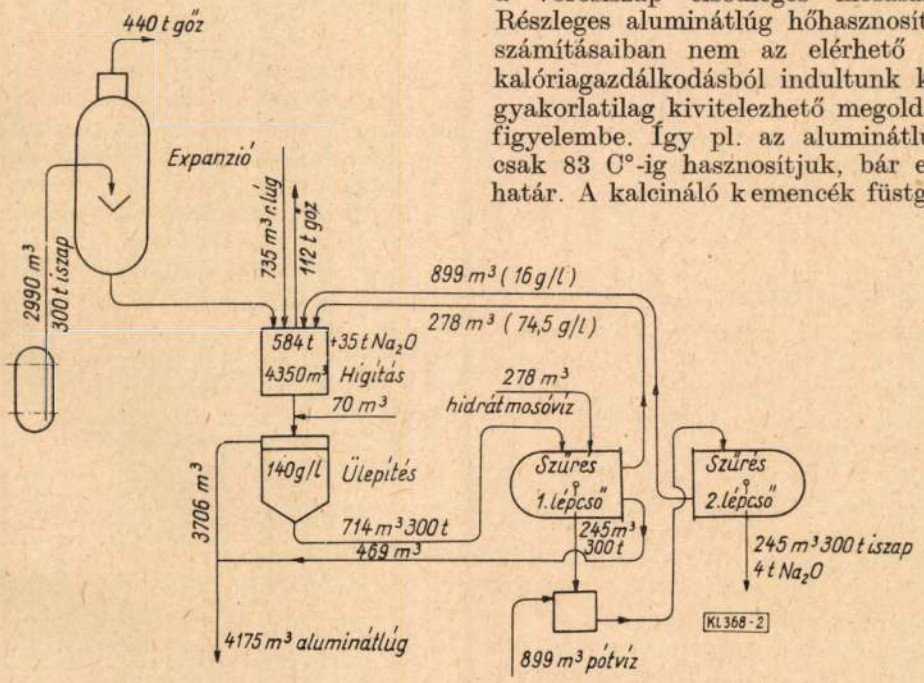
Gőz-kalória fogyasztási adatok a tervezett technológi szerint (4. változat)

Megnevezés	Fajhő	Hőfok különbség	Ag. menny.	Felszab. gőz-menny.	Hőfo-gyasztás	Meg-étrülés	Kalória szükséglet	
	kcal/kg C°	t_1—t_2 C°	t/nap	t/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	10^6 kcal/nap	t gőz/t Al_2O_3
Zagy felmelegítésének hőszükséglete	0,776	99 — 85	4223		46			
	0,776	121 — 99	4223		72,1			
	0,776	145 —121	4223		78,7			
	0,776	165 —145	4223		65,6			
	0,776	214,4—165	4223		162			
Expanzió folytán felszab. sarjúgőz	0,769	214,4—195	4084	139		65		
	0,760	195 —170	3922	162		80		
	0,752	170 —146	3782	140		72		
Hígítóban felszab. hő	0,746	146 —105	3670	112		58		
Pótvíz felmelegítése	1,00	80 — 50	735		24,3			
	1,00	97 — 80	735		14			
Mosóvízmelegítés mosás előtt	0,97	96 — 70	283		6,5			
Hidrátmosóvíz felmelegítés	0,97	80 — 50	292		8,1			
	0,97	98 — 80	292		4,9			
Lisztvizes felmelegítés	1,00	76 — 10	70		4,3			
	1,00	100 — 76	70		1,6			
Körting hűtő	0,86	96 — 87	4680	65		55		
Reakcióhő					22,8			
Sűrűlúg előmelegítése	0,87	85 — 60	3610		78,5			
Bepárlás hőfogyasztása					85			
			Összesen		647,7	330	344,7	
Veszteséggel együtt					742,4	297	447,2	
Gőzigény								2,76
Körting II. (További lehetőség)	0,86	87 — 60	4615	244		135		
Gőzigény Körting II-vel (70% hasznosítás)								2,13

256 t/nap timföldtermelés

5. táblázat. Általunk tervezett technológia. Feltevéseink szerint a franciák lényegében azonos elvekből kiindulva érték el, vagy kívánják elérni a 2,5 t fajlagos gőzfogyasztást.

Jellemzői: Feltáró lúg koncentráció 170 g/l k. Na_2O. Aluminátlug koncentráció 140 g/l k. Na_2O. Ülepítés Dor-ban, utána a vörösiszap ellenáramban kétszer Kelly-szűrőn leszűrésre és kimosásra kerül. Minden hőfok és egyéb adat megegyezik 2—4. táblázatokéval. A hidrát mosóvizet a vörösiszap elsődleges mosására használjuk. Részleges aluminátlúg hőhasznosítás. A táblázat számításaiban nem az elérhető legtökéletesebb kalóriagazdálkodásból indultunk ki, hanem csak gyakorlatilag kivitelezhető megoldásokat vettünk figyelembe. Így pl. az aluminátlúg hőtartalmát csak 83 C°-ig hasznosítjuk, bár ez nem az alsó határ. A kalcináló kemencék füstgázait és a tim-



2. ábra. 4. változat szerinti technológia munkamenete

613 t bauxitliszt bekeverés (54,5 % Al_2O_3), 82 %-os kihozatal, 274 t/nap timföld termelés

föld hőtartalmát szintén nem hasznosítjuk. A hígítás és iszapmosás sémáját a 2. ábra mutatja. A technológia alapjául szolgáló vizsgálatainkról ezen a helyen csak annyit, hogy a laboratóriumi eredmények a javasolt technológia gyakorlati megvalósítási lehetőségét mindenben alátámasztották.

Felmerül a kérdés, hogy a gyakorlatban menynyire lehet a számításainkban nyert értékeket megközelíteni. Véleményünk szerint újonnan építendő üzemben a veszteségek a felvett 10%-ot nem haladhatják túl, meglevő üzem átépítésével a számított értékekhez viszonyítva kb. 0,5 t/t többlet fogyasztásra lehet számítani.

A táblázatokból néhány általános következtetést vonhatunk le.

a) A jelenlegi technológia alapvető megváltoztatása nélkül is a kalóriagazdálkodás észszerűbbé tételével jelentős gőzmegtakarítás érhető el. Itt általában kisebb költséggel megvalósítható intézkedésekre van szükség. Mindenesetre így is megközelíthető a külföldön sokat emlegetett 4—5 tonnás gőzfajlagos.

b) További igen jelentős gőzfogyasztás csökkenés érhető el a technológia módosításával. Ennek azonban előfeltétele a bepárlandó vízmennyiség nagymérvű csökkentése. Ez viszont a jelenlegi Dorr sorral keresztülvihetetlen, miután a Dorrok működéséhez bizonyos minimális vízforgalom szükséges, ami több, mint az 5. táblázat alapjául szolgáló technológia vízszükséglete. Ezért feltétlenül át kell térni a vörösiszap szűrésére. Ez egyéb kalorikus és technológiai előnyökkel is fog járni : megszűnik a Dorr sor jelentős hőveszteségе, csökken a hidrolizis veszteség, elmarad a hányóra menő forró iszap-zagy kalóriaveszteségе.

A használandó sűrű-lúg koncentrációját végeredményben az iszapmosás vízszükségletének bepárlási igénye határozza meg, miután az aluminátlúg koncentrációját nem célszerű lényegesen csökkenteni.

c) Az alacsony koncentrációjú feltárás — eddigi ismereteink szerint — nem minden bauxitfajtára alkalmazható jó eredménnyel. Például diaszpórt is tartalmazó bauxitokkal már nem látszik gazdaságosnak. A magyar bauxitok azonban 160—170 g/l k. Na_2O koncentrációjú feltáró lúggal is jól feltárhatók.

Egyéb gőzfogyasztás

Ide tartozik a kausztifikálás, fűtés stb. gőzfogyasztása. Ezen a téren elsősorban a kondenz vízgazdálkodásban vannak hiányosságok üzemeinkben. A felesleges veszteségek kiküszöbölése után ez a tétel nem jelentős.

A pakuraporlasztásra üzemeink jelenleg gőzt használnak, ami nem gazdaságos. Feltétlenül át kell térni a haladottabb mechanikus porlasztásra.

Külön kell foglalkozni a kausztifikálással. Almásfüzitőn ugyanis a kausztifikálás azért jelent kis gőzfogyasztást, mert a kausztifikált lúg bepárlását megszüntettük és az a Dorr sorban kerül felhasználásra. Ez, mint kiderült, az egyéb gőzfogyasztás jelentős csökkentésén kívül a hidrolízis veszteség csökkentését is eredményezte. Ugyanis 80 C° feletti hőmérsékleten az utolsó mosóba adagolt kausztifikált lúg a hidrolízisből származó másodlagos hidrargillitet feloldja.

Villamosenergia fogyasztás

Bár kalóriaértékben kis tétel, pénzértékben már jelentősebb tényező. Sajnos a felhasználás csökkentésére aránylag kis lehetőség van.. Ezek közül csak néhányat sorolunk fel.

1. Jó hatásfokú és optimálisan terhelt szivattyúk és vákuum szivattyúk beállítása.

2. A keverőberendezések gazdaságosabb méretezése, a felesleges keverések megszüntetése.

3. Légkikeverés alkalmazása mechanikus keverés helyett.

4. A technológiai séma egyszerűsítésével és a berendezések célszerű csoportosításával csökkenteni kell az anyagszállítás útját és mennyiségét.

5. A technológia folyamatossá tételével megszüntethető a szivattyúk gyakori üresjárata és egyenetlen terhelése.

6. Az összes üzemi timföldkihozatal és a kikeverési hatásfok emelése szintén fajlagos fogyasztás csökkenést eredményez.

A gőzfogyasztás csökkentése már eddig is, de a továbbiakban még fokozottabban maga után vonja az ellennyomású villamosenergia termelés csökkenését. Ez sajnos komoly negatívuma a gőzgazdálkodás racionalizálásának. Az utóbbi időben pl. Almásfüzitőn a gőzfogyasztás csökkenése miatt a saját villamosenergia termelés nem fedezi a fogyasztást és jelentős vételezésre kényszerül a gyár. A jelenlegi alapdíjas villamosenergia árrendszer az üzemektől a vételezés egyenletessé tételét követeli meg. Erre eddig üzemeinkben nem figyeltünk megfelelően, bár a fogyasztás egyenletessé tétele jelentős önköltségcsökkentést eredményezne.

Timföld kalcinálás

Kétségtelen az, hogy a jelenleg általánosan használt forgó csőkemence a timföld kalcinálására nem a legmegfelelőbb kemence-típus. Ezen kemencék hasznos hatásfoka ugyanis ritkán haladja meg a 40%-ot. Itt is komoly lehetőségek vannak még kihasználatlanul.

1. A meglevő kemencék hatásfokát nagymértékben emelhetjük különféle hőhasznosító berendezésekkel. Mind a füstgázok, mind a kalcinált timföld hőtartalmát lehet és kellene is hasznosítanunk. Külföldön ilyen berendezéseket már kiterjedten használnak.

A felhasználható hőmennyiség 1 t timföldre számolva füstgázokból :

$140 \times 15 \times 0{,}34\ (220—160) = 42{,}8 \cdot 10^3$ kcal, a timföld hűtésére :

$1000 \times 0{,}25\ (1100—150) = 238 \cdot 10^3$ kcal,

ahol 140 — jelenlegi fűtőolajfogyasztás kg/t Al_2O_3.

15 — füstgázmennyiség Nm^3/kg főtűolaj.

0,34 — füstgáz fajhője kcal/Nm^3.

0,25 — kalcinált timföld fajhője kcal/kg.

6. táblázat

Feltételezett energiafogyasztás a módosítások és racionalizálások után

Sorszám	Megnevezés	Fajlagos	Kalóriafogyasztás tüzelőanyag kalóriában		A jelenlegi fogyasztás százalékában
			10^3 kcal	%	
1.	Bauxit pörkölés	—	—	—	0,0
2.	Techn. gőzfogyasztás	2,6 t	2120	53,0	32,4
3.	Egyéb gőzfogyasztás	0,5 t	385	9,6	73,0
4.	Vill. energiafogy.	440 kWó	540	13,5	88,7
5.	Timföld kalcinálás	100 kg	960	23,9	71,8
	Összesen		4005	100,0	37,0

Ebből a hőmennyiségből fedezni kell a levegő előmelegítés hőszükségletét.

$140 \times 12{,}5 \times 0{,}32\,(250—30) = 123 \cdot 10^3$ kcal.

Más célra felhasználható

$(238 + 42{,}8 — 123) \cdot 10^3 = \mathit{157{,}8 \cdot 10^3\ kcal}$

2. A hidrát nedvességtartalmának csökkentése szintén jelentős eredményt adhat. Azonban a gyakorlati megvalósítás útjait még keresni kell.

3. Jobb hatásfokú kemencetípus építése — távlati problémaként — szintén járható útnak igérkezik. Elsősorban fluidizáló kemence jöhet számításba, mint leggazdaságosabbnak igérkező kemencetípus.

Összefoglalva a fentieket megállapíthatjuk, hogy a technológiai gőzfogyasztás csökkentésére igen nagyok a lehetőségek, ugyanakkor az egyéb energiafelhasználás területén lehetőségeink lényegesen korlátozottabbak és részletekben még kidolgozatlanok.

A fentebb felsorolt meggondolások alapján a timföldgyártás kalória-igénye a már jelenleg is megvalósítható módosítások és racionalizálások elvégzése után a 6. táblázatban feltüntetett módon alakulna. A táblázat összeállításához az 5. táblázat technológiáját vettük figyelembe.

Ki kell hangsúlyoznom, hogy ez nem utópia. A francia és amerikai timföldgyárak ehhez hasonló számokat érnek el. A magyar bauxitok tulajdonságai pedig a francia technológiához megfelelőek.

Néhány megjegyzés a nem Bayer-rendszerű timföldgyártás energetikájáról

A nem Bayer-rendszerű timföldgyártás energiagazdálkodása bár nagyon érdekes téma, de rendkívül szerteágazó volta miatt messze túlhaladja jelen dolgozat célját és kereteit. Hogy mégis felvetjük ezt a témát az azért van, mert a Bayer eljárás fejlesztésében már elért, vagy elérhető eredmények hatással vannak az egyéb eljárások jövőjére is.

Mint ismeretes, jóminőségű bauxitokra a leggazdaságosabb ismert timföldgyártási technológia a Bayer eljárás. A bauxit kovasavtartalmának emelkedésével a Bayer eljárás gazdaságossága fokozatosan csökken és egy bizonyos határon más eljárások válnak gazdaságosabbá. Ezt a határt — tehát a Bayer eljárás gazdaságosságának a határát — általában 6 és 7 modul között szokták — kiindulva a jelenlegi önköltségi adatokból — meghúzni. Világos, hogy bármelyik eljárás önköltségét jelentősen befolyásoló tényező, ugyanakkor ezt a határt is eltolja. Ha ugyanis például a Bayer eljárással bizonyos módosítások folytán olcsóbban termelhetjük a timföldet mint korábban és a többi eljárásokban hasonló arányú olcsóbbodás nem jelentkezik, akkor a modulhatár lefelé tolódik el. Ugyanígy például a termikus eljárások valamelyikével elért olcsóbbodás a modulhatárt felfelé tolja el.

A Bayer eljárás kalóriagazdálkodásában elért, illetve elérhető javulás véleményünk szerint a gazdaságossági összehasonlítások teljes átértékelését teszik szükségessé.

Ugyanis nincs semmi biztosíték arra, hogy a nem Bayer eljárásokra hasonlóan nagyarányú önköltségcsökkentési lehetőségeket fognak találni, ha pedig ilyen lehetőséget nem találnak, akkor a modulhatár nagymértékben lefelé tolódik el.

A kalóriagazdálkodás racionalizálásával jó esetben timföld tonnánként 300—350 Ft önköltségcsökkenés érhető el. Ez hazai viszonyaink között legalább 5-ös modulig előnyt biztosítana a Bayer eljárás számára a pirogén eljárásokkal szemben. A pontos arányok azonban csak részletes gazdaságossági összehasonlító elemzés alapján állapíthatók meg.

Összefoglalva az elmondottak t leszögezhetjük a következőket :

1. A Bayer eljárás — mint leggazdaságosabb — vezetőszerepe előreláthatólag nemcsak megmarad, de a továbbiakban még erősödni is fog az eljárásban világviszonylatban végbemenő igen nagymértékű kalóriafogyasztás csökkenés miatt. Az egyéb timföldgyártó eljárásokra hasonló mérvű javulás nem várható.

2. A Bayer eljárásban elérhető kalóriamegtakarítási lehetőségek hazai üzemekben jórészt még kihasználatlanok. Ezen a téren erősen elmaradtunk a vezető külföldi országoktól.

3. Az energia racionalizálással kapcsolatos beruházások 2—3 év alatt megtérülnek, tehát még jelenlegi szűkös anyagi viszonyaink között is megvalósítandók.

4. Az iparág távlati fejlesztési tervét az első országos timföldgyártási ankét tanulságainak figyelembe vételével célszerű kidolgozni. A timföld ipar csak a leghaladottabb technológia alkalmazásával adja a népgazdaságnak az egy dolgozóra számított maximális nyereséget.

5. Meggyőződésünk, hogy az ankét nagy-

мертекben hozzájárul iparágunk jövőjének helyes kialakításához és hasznos segítséget fog nyújtani szakembereinknek a gazdaságosság javításában.

ОБ ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВЕ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

инж. металлург *А. юхас*

(Доклад на первой конференции глиноземщиков Венгрии)

Содержание

В докладе рассматриваются отдельные статьи энергозатрат в производстве глинозема по методу Байера. Делается вывод о том, что главное усилие следует приложить в направление снижение расхода пара, так как в этом направлении можно добиться наибольшей экономики. На основе расчетов показано, что при соответствующем изменении технологии можно снизить расход пара до 2,13 т/т Al_2O_3. Рассматриваются также возможные пути снижения и других энергозатрат. Автор приходит к выводу, что метод Байера, после соответствующих изменений технологии, остается и в будущем ведущим в глиноземном производстве, и может быть рекомендован и для переработки бокситов с кремневим модулем 4—6.

Berilliumbronz gyártása és felhasználása

I. rész

BALÁZS FÜLÖP okl. kohómérnök, PAÁR BÉLA okl. gépészmérnök

DK: 669.35.725

Производство и использование бериллиевой бронзы

Herstellung und Verwendung von Berylliumbronze

The production and use of beryliumbronze

A rézötvözetek közül a berilliumbronznak legkedvezőbbek a mechanikai tulajdonságai.[1] Az ötvözet nemesíthető, hőkezeléssel a mechanikai tulajdonságait széles skálán belül változtathatjuk. Edzett állapotban kitűnően alakítható; egyszerű hőkezeléssel, aránylag kis hőmérsékleten szilárdsága és keménysége megkétszerezhető. A berilliumbronz igen jó elasztikus tulajdonságú, a kifáradással és korrózióval szemben nagy az ellenállóképessége, nem ferromágneses, villamos és hővezetőképessége jó, nagymértékben kopásálló.

Bár aránylag magas az ára, e kedvező tulajdonságai mégis egyre nagyobb felhasználási területet biztosítanak részére és nyugodtan mondhatjuk, hogy sok berendezés üzembiztos működése, pontossága, nagy élettartama a beépített berilliumbronz alkatrésznek köszönhető.

A berilliumbronz félgyártmányok előállítását célzó kísérleteink és tanulmányaink eredményeinek összefoglalásaként a következőkben a berilliumbronz teljes monográfiáját kívánjuk megadni. Ezért az ötvözetrendszer és a nemesítés rövid elméleti tárgyalása után ismertetjük a berilliumbronz összetételének és nemesítésének hatását a készgyártmány tulajdonságaira. Majd a berilliumbronz félgyártmányok előállítási technológiáját ismertetjük. Végül röviden a berilliumbronz készgyártmányok előállításával és felhasználásával foglalkozunk.

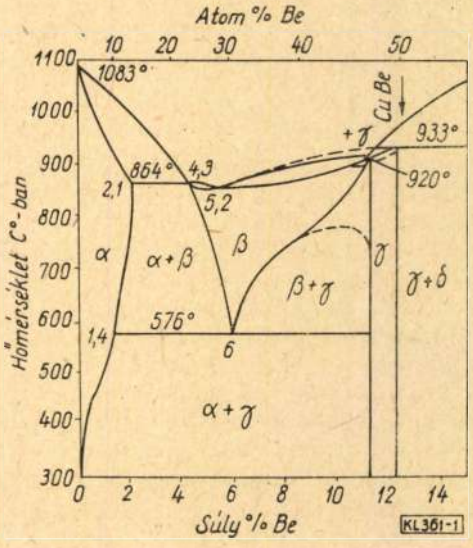
[1] A berilliumot először *Wöhler* állította elő 1827-ben. Az előállítási nehézségek miatt azonban az évi világtermelés csak 1929-ben érte el az 1 tonnát. A berilliumtermelés ma is alig éri el az alumíniumtermelés ezredrészét. Tiszta állapotban csak néhány különleges területen kerül felhasználásra, így a röntgentechnikában és bizonyos magfizikai berendezésekben, tehát olyan helyeken, ahol a berillium kis rendszáma, fajsúlya és az ezzel összefüggő — a különböző sugárzásokkal szemben tanúsított — extrém viselkedése döntő szerepet játszik. A berilliumtermelés zömét ötvözetek előállítására használják, ezek közül is a legnagyobb ipari jelentősége a berilliumbronznak van.

(A berilliumtermelés 80—90%-át erre használják.)

1. A berillium-réz ötvözetrendszer és a berilliumbronz nemesítése

A berillium-réz rendszer egyensúlyi diagramjának a Cu-oldal felé eső részét az 1. ábrán mutatjuk be. Láthatjuk, hogy a berillium oldhatósága a rézben 864 C°-on 2,1%; ez azonban a hőfok csökkenésével együtt csökken, úgyhogy 576 C°-on 1,4%, 300 C°-on kb. 0,2% és szobahőmérsékleten még kevesebb oldódik. Az oldhatóság határvonalának átlépése után 576 C° feletti hőmérsékleten β-val jelölt, térben középpontos szabályos rácsszerkezetű, rendezetlen atomelosztású fázis, ennél kisebb hőmérsékleten pedig szintén térben középpontos szabályos rácsszerkezetű, CuBe összetételnek megfelelő γ vegyületfázis válik ki.

W. Gruhl és *G. Wassermann* röntgenvizsgálatai [1] azt mutatták, hogy a β és γ fázis kristálytani elhelyezkedése teljesen azonos. Ugyanazt a próbát különböző hőfokon vizsgálva a β-fázis koncentráció változással γ-vá alakul át. Mivel a két



1. ábra. A Cu—Be ötvözetrendszer egyensúlyi diagramjának Cu-oldala a szaggatott vonallal berajzolt rész W. Gruhl és G. Wassermann által javasolt módosítás

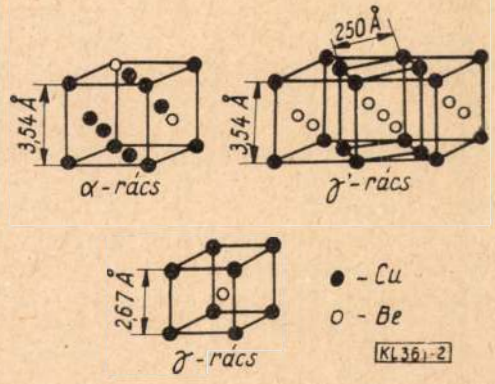
fázis rácsszerkezete hasonló, az előzőkből következik, hogy a β és a γ-fázis voltaképpen azonos. Ennek alapján az említett szerzők az egyensúlyi diagramnak az 1. ábrában szaggatott vonallal berajzolt megváltoztatását javasolták.

A berillium szilárd oldhatóságának, tehát az α-szilárd oldat területének — a hőmérséklet csökkenésével bekövetkező — csökkenése a rézdús ötvözetek nemesítését teszi lehetővé.

A berilliumbronz nemesítése nagyobb hőmérsékleten (750—800 C°) homogenizáló izzításból és utána következő edzésből, valamint kisebb hőmérsékleten (300—350 C°-on) végzett megeresztésből áll.

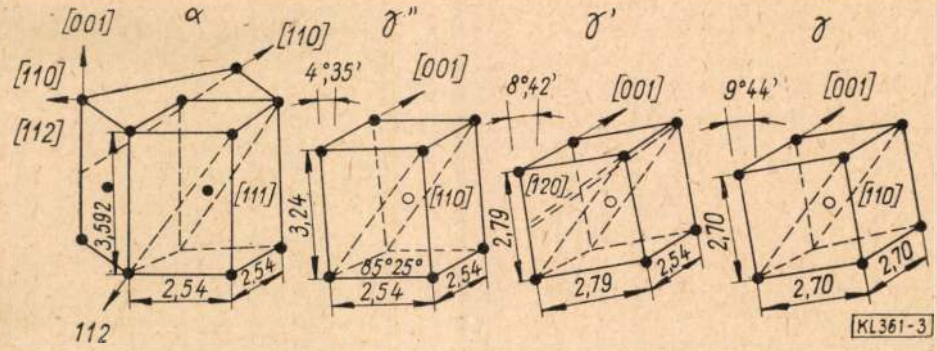
Az egyensúlyi diagram szerint a metastabil állapotban levő, túltelített szilárd oldatból megeresztésekor a γ-val jelölt fázis válik ki. A legújabb vizsgálatok szerint azonban az egyensúlyi γ-fázison kívül a megeresztés során közbülső fázisok is képződnek. Legelőször *A. Guinier* és *P. Jacquet* [2] a 2—3% Be-tartalmú ötvözeten végzett vizsgálataival kimutatta, hogy a γ-fázis megjelenése előtt a megeresztés kezdeti időszakában az alapanyag (100) síkjain berilliumdús lemezecskék képződnek, melyek további megeresztéskor az egyensúlyi γ-fázissá alakulnak át.

W. Gruhl és *G. Wassermann* [1] a kiválást 1,82% Be-tartalmú ötvözeten a megeresztéskor végbemenő villamos ellenállás változásnak mérésével, valamint Debye—Scherer felvételekkel vizsgálta. Vizsgálataik szerint a kiválás mechanizmusa 300 C°-os és ennél kisebb hőmérsékleten végzett megeresztéskor más, mint 300 C° felett. 300 C°-nál kisebb hőmérsékleten a kiválás mechanizmusa a következőképpen képzelhető el: A megeresztés kezdeti időszakában még az α szilárd oldatban olyan egyfázisú különválás lép fel, melyben a berilliumatomok a kocka-felületekkel párhuzamos kétdimenziós Guinier—Preston-övekben gyűlekeznek. Ezekből az övekből hosszabb megeresztéskor az ugyancsak lemezecskeszerű γ'-fázis válik ki. A 2. ábrából látható, hogy az α szilárd oldat rácsa (2/a ábra) és a γ' rácsa (2/b ábra) egymástól csak abban tér el, hogy a γ' rácsszerkezete rendezett atomelhelyezésű. Azonban a γ' rácsszerkezete rendezett atomelhelyezkedésű térben középpontos tetragonális rácsnak is tekinthető. (Az ábrából az egyes fázisok rácsméretei megállapíthatók.) További megeresztéskor a tetragonális γ'-rács folyamatosan a szabályos rácsszerkezetű γ-egyensúlyi fázissá alakul át (2/c ábra).



2. ábra. A CuBe ötvözetek megeresztésekor fellépő fázisok rácsmodelljei W. Gruhl és G. Wassermann szerint

A próbák villamos ellenállása az egyfázisú különválás területén nő, a γ' és γ fázis megjelenésekor azonban határozottan csökken, mégpedig a γ'-fázis röntgenvonalainak jelentkezésekor kb. $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ Ohm.mm²/m-rel, a γ fázis vonalainak jelentkezésekor pedig $2{,}3 \cdot 10^{-3}$ Ohm.mm²/m-rel. Az egyfázisú különválás a mechanikai tulajdonságok kisméretű változásával áll kapcsolatban, a heterogén kiválás lényegében a hasznos nemesedésnek előidézője. 300 C° felett végzett hőkezeléskor sem egyfázisú különválás, sem a γ'-fázis nem észlelhető, hanem a stabilis γ-fázis bizonyos megeresztési idő után közvetlenül képződik. Ezzel függ össze egyébként az a jelenség is, hogy 300 C° feletti megeresztéskor a villamos ellenállás kezdetben tapasztalható növekedése már nem következik be, hanem azonnal ellenálláscsökkenést észlelünk.



3. ábra. A Cu—Be ötvözetek megeresztésekor fellépő fázisok rácsmodelljei és viszonylagos orientációja A. H. Geisler, J. H. Mallery és F. E. Steigert szerint

A szerzők vizsgálatai szerint az edzés után és a megeresztés előtt végzett hidegalakítás az egyfázisú különválást és a γ'-közbülső fázis képződését elnyomja és megkönnyíti a γ-egyensúlyi fázis közvetlen kiválását.

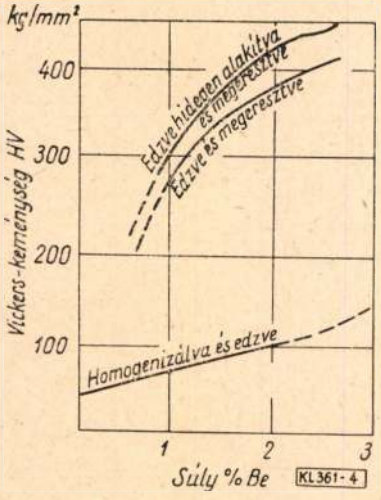
A kiválás mechanizmusára vonatkozóan az előzőktől részben eltérő következtetésre jutott

A. H. Geisler, J. H. Mallery és *F. E. Steigert* [3]. 300 C°-on különböző ideig megeresztett 1,73% berilliumot tartalmazó ötvözet mikroszkópos és röntgenvizsgálata során nyert eredményeit más szerzők eredményeivel összevetve három kiválástípus létezését tételezik fel (lásd a 3. ábrát). A megeresztés során először jelentkező γ''-fázis térben középpontos monoklin rácsszerkezetű és lemezecskeszerűen az alapanyag (100) síkjai mentén fejlődik. A később szintén lemezecskeszerűen képződő, az alapanyag (112) síkjával koherens γ'-fázis térben középpontos tetragonális rácsszerkezetű. A megeresztés során a legkésőbb képződő egyensúlyi γ-fázis lemezszerűen az alapanyag (111) síkjain, vagy a szemcsehatárokon gömbölyded alakban helyezkedik el.

A szerzők nem tudták megállapítani, hogy a három kiválás egymásból képződik-e, vagy az említett sorrendben, de független magképződéssel fejlődnek. Mivel azonban a (100), (112), (111) jellemző síkoknak közös (110) iránya van, valószínű az egymásból folyó, sorozatszerű képződés.

2. A berilliumbronz összetétele és szennyezői

Az 1. ábra szerint a berillium maximális szilárd oldhatóságának határa 2,1%, nem jelent tehát különösebb előnyt a Be-tartalomnak 2,1% fölé való növelése. Ezt mutatja egyébként a 4. ábra is, mely az ötvözet Be-tartalma által a berilliumbronz keménységére gyakorolt hatást ábrázolja [4].



4. ábra. A Be-bronz Be-tartalma által az ötvözet keménységére gyakorolt hatás (W. Deisinger)

A berillium magas ára miatt nem mindegy, hogy milyen Be-tartalmú ötvözetet használunk. Ezért a régebben használt, klasszikusnak mondható 2,5% Be-t tartalmazó ötvözet helyett manapság igen gyakran használják az 1,7% és a 2,0% közepes Be-tartalmú ötvözeteket. A kérdés teljes tisztázása céljából az 1. táblázatban megadjuk a

1. táblázat

Különböző mennyiségű Be-t tartalmazó berilliumbronzok mechanikai tulajdonságai edzett és edzés után megeresztett állapotban (középértékek)

Be-tartalom %-ban	σ_B kg/mm²		δ_{10} %		*HV* kg/mm²	
	edzett	nemesített	edzett	nemesített	edzett	nemesített
1,7	45	110	45	2	90	320
2,0	50	120	40	2	100	335
2,3	55	130	35	1,5	110	350
2,5	60	135	35	1,5	120	365
3,0	64	145	25	1,0	135	400

különböző mennyiségű berilliumot tartalmazó ötvözetekkel elérhető mechanikai tulajdonságokat, a 2. táblázatban pedig néhány Be-bronz előírt összetételét.

A berilliumbronzok rendszerint kevés nikkelt, vagy kobaltot is tartalmaznak. Ezek az ötvözők szemcsefinomító hatásúak és csökkentik a nagy hőmérsékleten fellépő szemcsedurvulást (pl. homogenizáló izzításkor). Ezenkívül a Co csökkenti az α-fázisban oldatban maradó Be mennyiségét és így kisebb Be-tartalmú ötvözet is nemesíthetővé válik. Például a kisebb szilárdságú, de nagyobb vezetőképességű 2,6% Co-t tartalmazó kobaltberilliumbronz már 0,4% Be-tartalommal is nemesíthető. Az ilyen nagy kobalttartalmú ötvözet ezenkívül nagyobb hőmérsékleten üzemszerű felhasználáskor lényegesen lassabban lágyul ki, mint a binér ötvözet. Ez az utóbbi megállapítás érvényes a szokásos mennyiségű berilliumot és nagyobb (1%-nál) mennyiségű nikkelt tartalmazó ötvözetre is. A kobalt ötvözés előnyös ezenkívül azért is, mivel megeresztéskor gátolja a γ-fázis szemcsehatármenti káros kiválását.

A berillium előállítási módja miatt a Be-bronzban csaknem mindig megtalálható alumínium hatásával *G. Masing* és *O. Dahl* [5] foglalkozott. Vizsgálataik szerint a berillium 10%-áig terjedő alumíniumtartalom, sem a nemesíthető-

Berilliumbronzok szabványos összetétele *2. táblázat*

Ország	Jelölés	Szabvány	Összetétel %				Szennyezők max %				
			Be	Co	Ni	Cu	Si	Al	Fe	Pb	Össz.
Szovjetunió	Br B2	GOSzT 1789—50	1,90—2,20	—	0,20—0,50	Maradék	1,15	0,15	0,15	0,005	0,50
	Br B 2,5		2,30—2,60	—	0,20—0,50	Maradék	0,15	0,15	0,15	0,005	0,50
Németország	Br Bz 2	DIN 1726—48	1,50—2,50	—	—	Maradék	—	—	—	—	—
USA	ASTM B 194—491		1,90—2,15	Ni + Co > 0,20 Ni + Co + Fe < 0,60		Maradék	—	—	0,15	—	0,50

séget, sem az alakíthatóságot nem befolyásolja. Csak ha az alumínium eléri a berilliumtartalom 20%-át, csökken kismértékben a nemesítés után elérhető keménység és szilárdság.

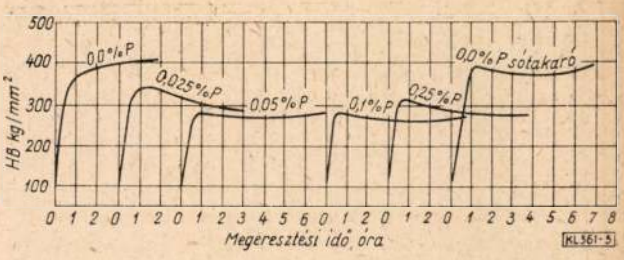
Az ötvözet vastartalma 0,15%-ig terjedő mennyiségben nem zavar. Ezzel kapcsolatban megemlítjük, hogy az amerikai ASTM szabvány megjegyzése szerint maximum 0,15%-nyi vas az ötvözet „elkerülhetetlen" szennyezője. Hasonlóképpen nem káros a 0,15%-ig terjedő szilícium szennyeződés sem ; sőt ilyen kis mennyiségben a szemcsedurvulás megakadályozása miatt előnyös is.

A rézötvözetek dezoxidálására gyakran használt foszfornak a berilliumbronzra gyakorolt hatását szintén *G. Masing* és *O. Dahl* vizsgálta [6]. Vizsgálataik szerint a foszfor gyorsítólag hat a szegregációra. Ez azt eredményezi, hogy a keménységnövekedés kisebb hőmérsékleten indul meg, illetve kisebb megeresztési hőmérsékleten gyorsabban érjük el a keménység maximumát. Igen jellegzetes ez a hatás a lassabban keményedő, kisebb Be-tartalmú ötvözetekben, pl. a foszforral nem kezelt 1,5% Be-tartalmú ötvözet keménysége 350 C°-on megeresztve még 50 óra után is növekszik, ugyanaz az ötvözet 0,1% foszforral ötvözve ezzel szemben hét órás, 0,25% foszforral ötvözve pedig már három órás 350 C°-os megeresztés után eléri a maximális keménységet. A nagyobb Be-tartalmú ötvözetek maximális keménysége azonban a szokásos hőmérsékleten megeresztve, a P-tartalom növelésével csökken (5. ábra). Ez a jelenség is valószínűleg a gyorsabb keménységnövekedéssel magyarázható.

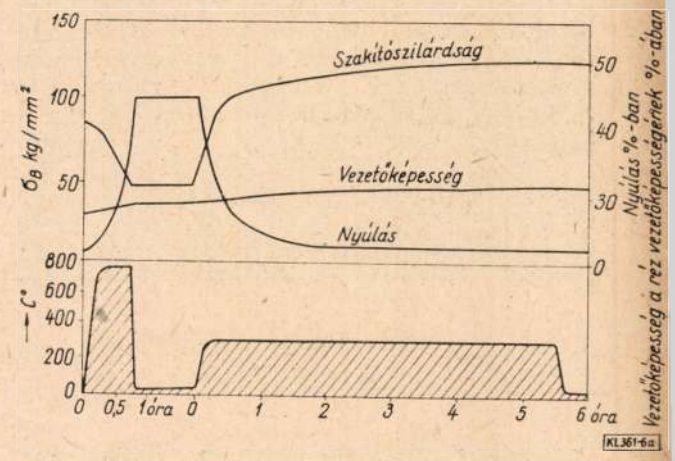
Összefoglalva a foszfor hatásáról mondottakat, megállapítható, hogy a P nem káros akkor, ha az ötvözet foszfortartalmát pontosan ismerjük és így a megfelelő megeresztési hőfokot pontosan meghatározhatjuk. Mivel azonban a leégés miatt a foszfortartalom előre pontosan sohasem állapítható meg, foszforral nem célszerű dezoxidálni : Az ötvözet foszfortartalma ezenkívül — a kiválásra gyakorolt gyorsító hatása miatt — 50—100 C°-kal csökkenti azt a hőmérsékletet, melyet a berilliumbronz keménységcsökkenés veszélye nélkül még elbír.

3. A nemesítés körülményeinek és az alakításnak hatása a berilliumbronz félgyártmányok tulajdonságaira

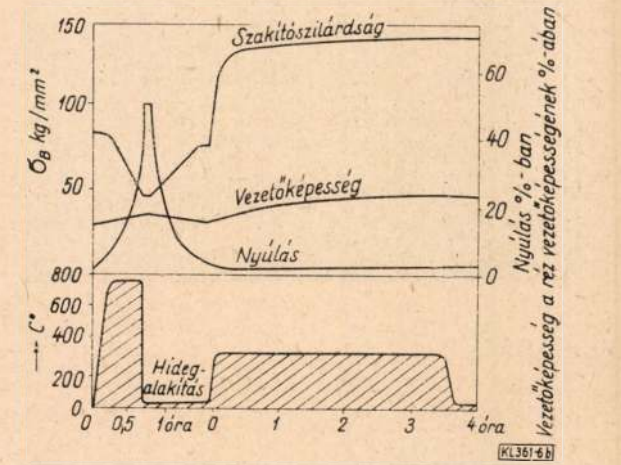
Mint már említettük, a berilliumbronz nemesítése két lépcsős, mégpedig nagyobb hőmérsékleten végzett homogenizáló izzításból és az utána következő edzésből, valamint kisebb hőmérsékleten való megeresztésből áll. A 6. ábrában vázlatosan ábrázoljuk a két hőkezelést és a mechanikai tulajdonságoknak, valamint a villamos vezetőképességnek a hőkezelés közben végbemenő változását, edzés után közvetlenül megeresztett (6/a. ábra), valamint edzés után, illetve megeresztés előtt hidegen alakított anyagra (6b. ábra). Látjuk, hogy hidegen alakított anyagból kiindulva a homogenizáló izzítás során a hidegalakítás okozta keményedés megszűnése folytán a szilárdság csökken, a nyúlás és a villamos vezetőképesség nő. Ha az edzés után hidegalakítást végzünk, akkor a hidegalakítás során ezzel ellentétes folyamat játszódik le (6b. ábra). Megeresztéskor a szilárdság és villamos vezetőképesség az oldott Be kiválása folytán nő, a nyúlás edzett anyag megeresztésekor csökken, edzés után hidegen alakított anyag megeresztésekor pedig alig változik. Csak hosszú megeresztési idő után kezd a nyúlás növekedni, ez azonban a szilárdság csökkenésével áll kapcsolatban.



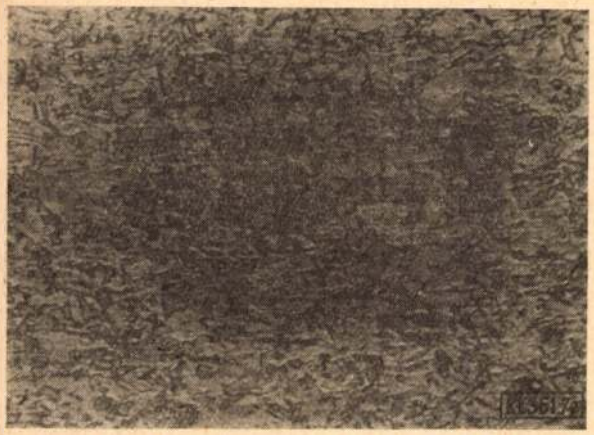
5. ábra. A foszfortartalom hatása a 2,5% Be-tartalmú ötvözet keménységének változására, 350 C°-on végzett megeresztéskor (Masing és Dahl)



6/a. ábra. 2%-os Be-bronz szakítószilárdságának, nyúlásának és vezetőképességének változása homogenizáló izzítás, edzés és megeresztéskor

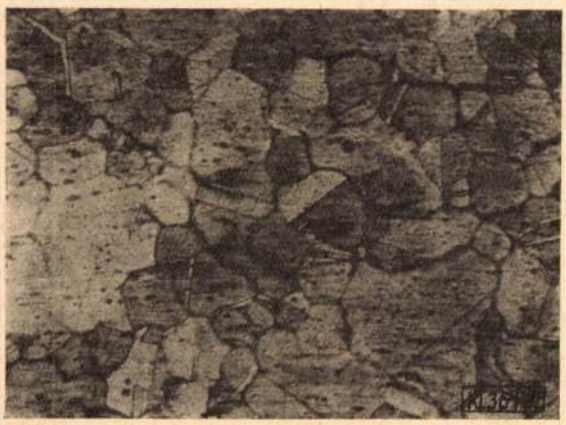


6/b. ábra. 2%-os Be-bronz szakítószilárdságának, nyúlásának és vezetőképességének változása homogenizáló izzítás, edzés, hidegalakítás és megeresztés során



7/a. ábra. 750 C°-on ¼ órás hőfokon tartással izzított és vízben hűtött 2%-os berilliumbronz 50% hidegalakítás után. N = 100×

7/b. ábra. 770 C°-on ¼ órás hőfokon tartással izzított és vízben hűtött 2%-os berilliumbronz 50% hidegalakítás után. N = 100×



7/c. ábra. 820 C°-on ½ órás hőfokon tartással izzított és vízben hűtött 2%-os berilliumbronz 50% hidegalakítás után. N = 100×

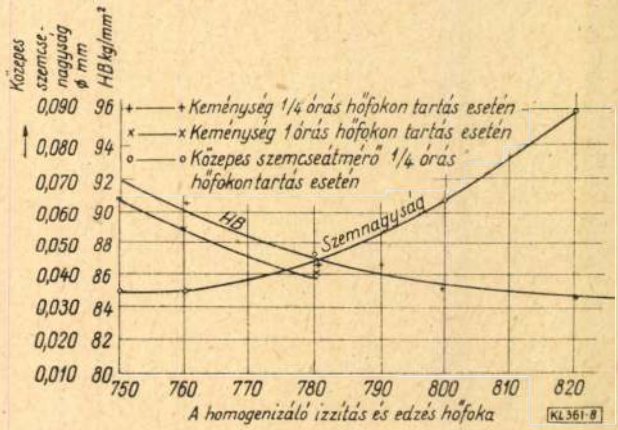
Látjuk, hogy a berilliumbronz tulajdonságait döntő mértékben a hőkezelés befolyásolja, ezért a következőkben összefoglaljuk a berilliumbronz tulajdonságaira hőkezeléssel gyakorolt hatást.

a) *Homogenizáló izzítás és edzés*

A homogenizáló izzítás célja a lehető legnagyobb mennyiségű berillium oldása szilárd állapotban. Mivel növekvő hőmérséklettel a berillium oldhatósága nő, a homogenizáló izzítást a 864 C°-on, azaz a maximális oldhatósághoz közel eső hőmérsékleten kellene elvégezni. Ilyen nagy hőmérsékleten azonban túlságosan megközelítjük az ötvözet szoliduszpontját, melyet a szennyezők esetleg még kisebb hőmérsékletre szorítanak le és akkor a hőkezelő berendezés, vagy a hőfokmérés hibája folytán azt túl is léphetjük. Ilyenkor az anyagban a mechanikai tulajdonságokat igen kedvezőtlenül befolyásoló kezdődő olvadások jelentkeznek.

A homogenizáló izzításkor nagyobb hőmérsékleten hevítve az anyag általában durvább szövetű lesz, ami az anyag mélyhúzásakor hátrányos. Ezenkívül túl nagy hőmérsékletről hideg vízben való edzéskor könnyen repedések lépnek fel, főként az edzett szalag szélén.

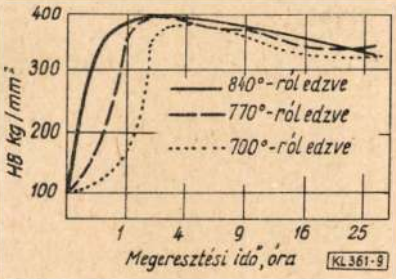
A homogenizáló izzítás hatását a szemcseméretre és keménységre a 7a, b, c. ábra mutatja be. A mikrofelvételek 50%-os hidegalakítás után 750, 770 és 820 C°-on 1/4 órás hőfokon tartással izzított és vízben hűtött 2%-os berilliumbronz próbák szövetét mutatják. A mérések szerint az átlagos szemnagyság 750 C°-os hevítéskor 0,035 mm, 770 C°-os hevítéskor 0,045—0,065 mm és 820 C°-os 1/4 órás izzítás után 0,085 mm. A 8. ábra a különböző hőfokon 1/4 és 1 óráig végzett homogenizáló izzítás és edzés által a 2%-os berilliumbronz keménységére, valamint szemnagyságára gyakorolt hatást mutatja.



8. ábra. A homogenizáló izzítás hőmérsékletének hatása 2%-os Be-tartalmú bronz keménységére és közepes szemnagyságára edzett állapotban

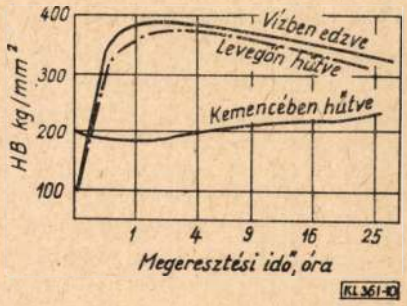
A homogenizáló izzítás hőmérséklete által az edzés után megeresztett próba keménységére gyakorolt hatást a 9. ábra mutatja. Látjuk, hogy 840 C°-ról edzve a maximális keménység HB = 400 kg/mm², 770 C°-ról edzve 390 kg/mm²-re, 700 C°-ról edzve pedig 380 kg/mm²-re csökken. A görbék alakja egyébként azt mutatja, hogy az edzési hőfok a keménységváltozás sebességére már erősebb hatást gyakorol; ugyanis csökkenő edzési hőmérséklettel a keménységnövekedés lassúbb

lesz és határozott inkubációs idő lép fel. Saját vizsgálataink szerint 0,5 órás hőfokontartással 760, 770 és 780 C°-os homogenizáló izzítás és edzéskor a hőmérsékletnek változása ilyen határok között a megeresztés során nyert maximális keménység értékére nem fejt ki egyértelmű hatást; legfeljebb kisebb edzési hőmérséklet mellett megeresztéskor a keménységnövekedés sebessége valamivel lassúbbodik.



9. ábra. Az edzési hőfok által a nemesedésre gyakorolt hatás 350 C°-on való megeresztéskor (Masing és Dahl)

Az előzőkben említett okok miatt a berilliumbronzokat rendszerint 750—800 C° közti hőmérsékleten homogenizálják. *A homogenizáló izzítás időtartamára* pedig általában megállapíthatjuk, hogy a szemcsedurvulás megakadályozására a lehető leggyorsabb, egyenletes felmelegítés szükséges.



10. ábra. 840 C°-ról való lehűlés sebességének hatása 2,38% berilliumtartalmú ötvözet keménységének változására, 350 C°-os megeresztéskor (Masing és Dahl)

A homogenizáló hőkezelés után az *edzés lehűlési sebessége* által a berilliumbronzra gyakorolt hatást szintén *G. Masing* és *O. Dahl* klasszikusnak mondható vizsgálatai [7] alapján ismerjük. A 10. ábra szerint a homogenizáló izzítás után vízben edzett és levegőn hűtött anyag maximális Brinell-keménysége közt csak kb. 25 kg/mm² különbség van. A berilliumbronz tehát nem nagyon érzékeny az edzéskor alkalmazott lehűlési sebességgel szemben.

Megemlítjük, hogy vízben és olajban edzett anyag maximális keménysége közt a mérés szórási határain belül különbség egyáltalán nem észlelhető. Ezért vastagabb anyagok, vagy bonyolultabb darabok a vetemedés elkerülésére olajban is edzhetők. *(Folytatjuk).*

Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése[1]

LÁNTZKY JÓZSEF

DK: 669.189

Отливка слитков без трещин

Giessen rissfreier Blöcke

Casting ingots without cracks

Tuskórepedések mindenfajta acél típusnál többé-kevésbé megtalálhatók és különböző kohászati üzemekben ma is a selejtnek legnagyobb részét (40—50%-át) ezek a hibák okozzák. Egy bizonyos acéltuskó repedékenységét ill. jó hengerelhetőségét az alábbi tényezők befolyásolhatják:

1. Kémiai összetétel
2. Metallurgiai okok, illetve az adagkészítés módja
3. Öntőcsarnoki technológia módja
4. Mélykemencében való melegítés módja
5. Az alakítás mértéke.

Repedéses selejt tanulmányozása és vizsgálata háromféle úton végezhető el: a gyári belső selejt alakulásán keresztül, a féltermék és készáruk javítási költségeinek változásán keresztül, valamint a blokksori előnyújtáskor a hengerelhetőség feljegyzései alapján. Mi az utóbbit választottuk, mert úgy láttuk, hogy ez adja mindenkor a legbiztosabb adatokat és nem függ a vevők igényeinek változásaitól, ill. az értékesítési lehetőségektől.

Hengerelhetőség alatt értjük az acélok meleg állapotban való képlékeny alakításának mértékét a blokksori hengerléskor mérve. Üzemünkben repedés szempontjából négy minőségi kategóriát különböztetünk mg:

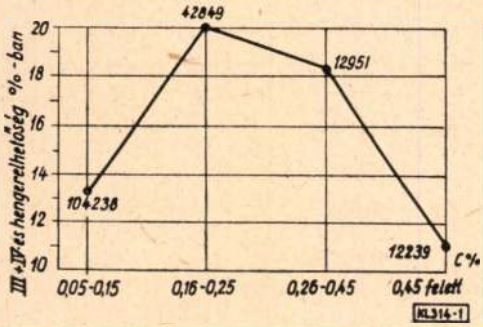
I. = repedésmentesen hengerelhető tuskó,
II. = egy-két repedéssel hengerelhető tuskó,
III. = három, vagy több repedéssel hengerelhető tuskó,
IV. = repedés miatt selejtes tuskó.

A hengerelhetőség megfigyelésére a blokksoron már évek óta műszakonként egy ellenőrt alkalmazunk, akinek többek között az a feladata, hogy minden egyes acéltuskót a fenti szempontok szerint megfigyeljen és a talált állapotot feljegyezze. Sajnos az izzó bugákon csak a keresztirányú repedések láthatók, a hosszirányúak nem, és így ezeknek a felvételétől el kellett tekintenünk.

[1] A Vaskohászati Szakosztály pályázatán díjat nyert dolgozat

1. A kémiai elemek hatása a tuskó repedésekre

A karbonnak a repedésekre való hatását számos kutató tanulmányozta, de eltérő eredményekkel. Ennek oka az, hogy a C hatását az öntési sebesség változása különösen a keményebb acélokban nagymértékben befolyásolja. Ezért eltérő öntési sebesség mellett más és más a C tartalom hatása a repedésekre. Statisztikai vizsgálataink eredménye azt mutatja, hogy nagy emelkedési sebességgel (80 cm/perc felett) öntött acélok hengerelhetősége a C növekedésével fokozatosan romlik és csak a 0,45% feletti C tartalmú acélok-



1. ábra. A C-tartalom emelkedésének befolyása a hengerelhetőségre

nak van némi javulása. Az itt bemutatott 1. ábra adatai abból az időből származnak, amikor üzemünkben az öntési sebességek 22—55 cm/perc között változtak. Vizsgálatainkban a rendszeresen gyártott karbon acélokból négyféle C csoportot képeztünk ; 0,05—0,15, 0,16—0,25, 0,26—0,45 és 0,45% feletti C tartalommal és ezeknek a III+IV-es minősítésű (a továbbiakban hibás hengerelhetőségű) tuskóit %-ban kifejezve a karbon tartalom függvényében ábrázoltuk. (A diagramba írt számok a megfigyelt tuskók darabszámát jelentik.)

A diagramból látható, hogy az említett öntési sebesség mellett a C tartalom emelkedésével a repedéses selejt nő, majd újból csökken. Legkevesebb selejtet adja a kemény acélok csoportja (0,45% C fölött). A legtöbbet pedig a 0,15—0,25% C tartalmú csoport. Ez az eredmény összhangban van *Reeve* adataival, aki kimutatta, hogy a keresztirányú repedések maximális értéke a 0,18%C tartalmú acélokon következik be. *Binne* elmélete szerint a szóbanforgó hiba, megdermedéskor a peritektikus hőmérsékleten beálló nagymértékű térfogat változással kapcsolatos. Véleményünk szerint befolyással bírhat még az a körülmény is, hogy az ilyen középlágy acélok kikészítési módja eltér a többi acél típusokétól. Itt ugyanis már akkor csapolnak, mikor még a fürdő C és O_2 tartalma között az egyensúly még nem következett be. Tehát rövidebb a fövési periódus és ennek megfelelően az oxid, de valószínűleg a H_2 tartalom is nagyobb ezekben az acélokban.

A karbon-acélok hengerelhetősége a mangán emelkedésével javul, ami főként azzal magyarázható, hogy az acélban mindig jelenlevő S tartalmat MnS alakban köti le és ezzel a káros FeS mennyisége csökken. Ez legjobban igazolható az automata-acélokkal, melyek 0,15—0,25% S tartalom és 1% körüli Mn tartalommal kifogástalanul hengerelhetők, ha a többi gyártási feltétel biztosított.

A szilícium kis mennyisége a C acélok melegalakíthatóságát nem rontja, sőt a hengerelhetőségre előnyös hatású. Ez főként azzal magyarázható, hogy a csillapított acélban a szulfid-zárványok egyenletesebben oszlanak el és káros dúsulásra kisebb a lehetőség. Lágy acélok alakíthatósága a Si növelésével csökken, pl. a 2—4% Si tartalmú dinamó és trafó anyagok hengerlése nagyon kritikus. Kohászati üzemünkben a dinamó acélok hengerelhetősége a többi acélfajtákhoz képest a legrosszabb és a III+IV. minősítésű tuskók mennyisége 40—50%-ot is elér.

A foszfor, amíg az acélban a normális mennyiséget meg nem haladó mértékben van jelen, a hengerelhetőségre közömbös hatású.

A kén hatása általánosan ismert, az acélt vöröstörővé teszi. A S mind a Fe-mal, mind a Mn-nal szulfidokat képez. Vasszulfid csak akkor keletkezik, ha az acélban nincs elegendő Mn, ill. ha a Mn/S viszony alacsony. Az ilyen összetételű acélokban törékeny zárványhálózat, vagy hártya alakjában a szemcse-határok között jelentékeny FeS jelenik meg. A FeS, illetve ennek különböző oxidokkal képezett eutektikus elegye aránylag kis olvadáspontú (990-től 1190 C°), s így a hengerlés alkalmával még folyékony. *Tennenbaum* szerint ha a Mn/S viszony 7-nél nagyobb, akkor FeS nem keletkezik, hanem helyette egy magasabb olvadáspontú MnS képződik, mely már inkább gömbszemcse alakjában jelenik meg és nem a kristály-határokon, hanem a kristályok belsejében helyezkedik el. Ezekből következik, hogy hengerléskor a FeS jelenléte vöröstörést okoz, míg a MnS nem. Hozzászámíthatjuk még azt is, hogy míg az 1190 C°-on olvadó FeS a hengerlési hőmérsékleten folyékony, addig az 1600 C° olvadáspontú MnS szilárd állapotú. A S káros hatását a Mn-hoz hasonló módon a Cr is képes csökkenteni.

Bár a S okozta vöröstörés kiküszöbölése a fentiek szerint egyszerűnek látszik, mégis egyöntetű a szakértők véleménye abban a tekintetben, hogy az acélok keresztirányú repedéseinek keletkezése szempontjából a legveszélyesebb elem a S, különösen azokban az acélművekben, ahol kénytelenek nagy kéntartalmú nyersvassal, vagy fűtőanyaggal dolgozni. Általános tapasztalat az, hogy a 0,05% feletti S tartalom már lényegesen rontja a hengerelhetőséget, míg ennél kisebb százalékban a jelenléte nem túl veszélyes.

A réz bizonyos körülmények között szintén vörös törékenységet okozhat, ha az acélban a rendesnél nagyobb mennyiségben van jelen. A kritikus réztartalmat illetően a kutatók véleménye rendkívül különböző. Mi azt tapasztaltuk, hogy üzemi adottságaink között a 0,3%-nál nagyobb Cu tartalom már észrevehető hibákat okozhat az acélban. Ennek oka, hogy a Cu jóval kevésbé oxidálódik, mint a vas. A huzamos ideig izzított tuskó felületén elég vastag vasréteg oxidálódik, ennek a rétegnek Cu-tartalma a reve alatt gyűlik össze. Ha az ilyen tuskót melegen

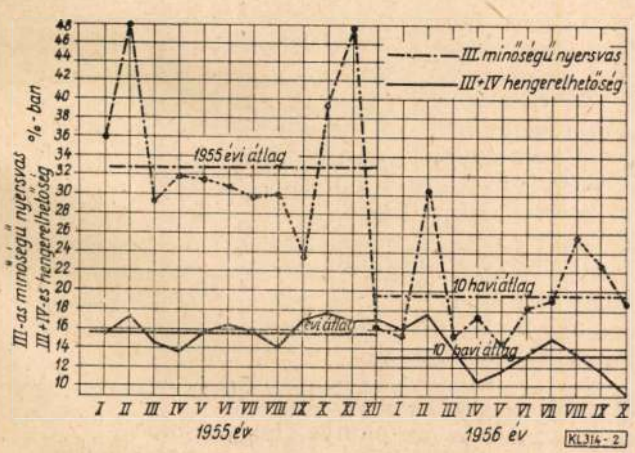
hengereljük, a vassal szilárd oldatot képező réz (melynek Cu tartalmát egy vizsgálat alkalmával 12%-nak találtuk) a kristály-határok mentén behatol az acélba és vöröstörést idéz elő. Ez a szövetszerkezet mikroszkópon jól felismerhető. A jelenséget szándékosan is könnyen előidézhetjük, ha hengerlés közben a vörösizzó bugára rézreszeléket szórunk. A Cu-káros hatását Ni hozagolással csökkenteni lehet.

Az oxigén vöröstörő hatása általánosan ismert és különösen azokban a lágy acélfajtákban fordul elő, amelyben a felhasználó a Mn és Si jelenlétét a mínimumra korlátozza. Az ilyen Mn szegény lágy-acélokban az O_2 a Fe-hoz van kötve FeO alakjában, ami nagy ridegséget kölcsönöz az acélnak. Az ilyen lágy acélokban a S egyidejű jelenléte az O_2 káros hatását még fokozza. A Mn szegény lágyacélok melegalakításakor igen fontos az előírt mélykemence utasításokat betartani, amiről később külön fejezetben lesz szó.

Az acél hengerelhetőségére a fenti elemeken kívül még a nyom-elemek is hatással vannak melyeknek meghatározásával C-acélokban — kivéve a tudományos kutató munkákat — azért nem szoktak foglalkozni, mert a szabványok nem írják elő és kimutatásuk is igen körülményes. Ezek az elemek lehetnek W, V, Cr. As, Al, H_2, és N_2. Jelenlétük, illetve mennyiségük attól is függ, hogy a kohászati üzem milyen alapanyagokkal, illetve milyen gyártási módszerrel dolgozik. Hatásuk minden bizonnyal nem közömbös az acélok repedéseire, de külön-külön most nem foglalkozhatunk velük. Azt azonban megelítjük, valószínűleg a legkárosabb közülük a H_2, mely az acél ausztenit-szemcséinek növekedését idézi elő és az acélt rideggé teszi.

2. Az adagkészítés hatása a tuskó repedésekre

A jó acél-gyártásnak hosszú időn át az volt a fő kritériuma, hogy a legyártott adagból kivett minta kifogástalanul kovácsolható legyen és az adag kémiai összetétele az előírásnak megfeleljen. A későbbi vizsgálatok során kiderült, hogy az acél minősége, felületi épsége, zárványossága, mechanikai tulajdonsága stb. a fentieken kívül még nagymértékben függ a nyersvas minőségétől, az acélolvasztás körülményeitől is, nevezetesen a C-beolvadástól, dekarbonizáció sebességétől, dezoxidálás módjától, salakvezetéstől, tiszta fövési időtől, befejezési művelet hőmérsékletétől és a csapolási hőfoktól. Mindezeknek a hatását számos kutató vizsgálta és ha nem teljesen egyezően, de az üzem sajátosságának megfelelően megállapították, a leghelyesebbnek vélt adagvezetés módszerét.



2. ábra. Összefüggés a nyersvas minősége és a tuskók hengerelhetősége között

Üzemünkben főként a nyersvas minősége és az acél hengerelhetősége közötti összefüggést vizsgáltuk. Az erre vonatkozó adatokat a 2. ábra tartalmazza, mely ugyanazon időszakban (1955—1956 X. hóig) a III. minőségű nyersvasat és a hibás hengerelhetőségű acéltuskók mennyiségét százalékban tünteti fel.

Üzemünkben az adottságoknak megfelelően az alábbi nyersvas összetételt kéri az acélmű a kohóüzemtől.

Mn	Si	P	S
	legfeljebb		
3,20%	1,00%	0,35%	0,10%

A fentinél rosszabb összetételű nyersvasat az acélmű III. minőségű nyersvasként kezeli. Ha tehát a nagyolvasztó az előírt összetételt biztosítani nem tudja, úgy az acélműben különböző rendellenes módszerekhez kell folyamodni ahhoz, hogy a kívánt acél-összetételt előállítsák.

A diagramból látható, hogy 1955. évben az összes felhasznált nyersvasnak 33%-a volt III. minőségű, míg 1956. év első tíz hónapjában csak 20%. A változás ugyanúgy a hibás hengerelhetőségben is mutatkozik, amely az első időszak 15%-áról a második időszakban 13%-ra esett vissza. A nyersvas minősége és a tuskók hengerelhetősége között havi összevetésben is elég jól megtalálható az összefüggés különösen 1956. év folyamán.

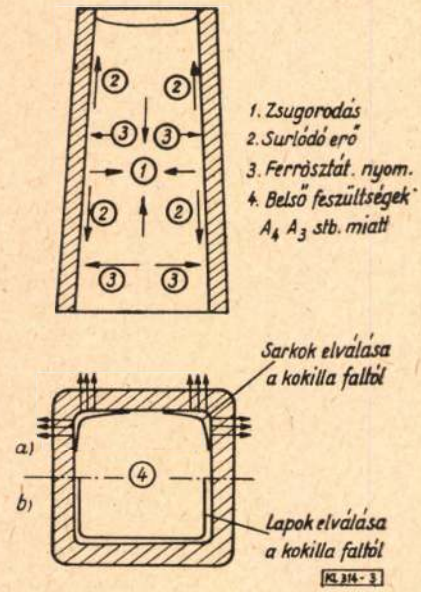
3. Az öntés technológiájának hatása a tuskó-repedésekre

Véleményünk szerint az öntőcsarnoki technológiának nagyobb befolyása van a hengerelhetőségre, mint az adagkészítés egyes mozzanatainak. Egy kifogástalanul legyártott adag repedésre való hajlamosságát elsősorban az öntési sebesség, öntési hőmérséklet és a dermedési viszonyok helyes, vagy helytelen volta dönti el.

A merevedés elmélete és a melegrepedések keletkezése

A tuskórepedések, illetve a melegszakadások a megdermedéskor fellépő különböző erőhatások folytán keletkeznek és főként a tuskó kérgét veszik igénybe, de néha a mélyebb részekig is kiterjednek. Megdermedés folyamán a tuskó belsejében általában négy különböző erőhatás lép fel (3. ábra) éspedig: az acél természetes zsugorodása vízszintes és függőleges irányban (1), a kokilla és tuskók felülete között fellépő súrlódó erők (2), a folyékony tuskó ferrosztatikus nyo-

mása a kéregre (3) és a vas allotróp átalakulásainak A4 és A3 pontjain lezajló térfogatváltozások okozta feszültségek (4). Ezeknek az erőknek a eredői a megdermedő acéltuskó kérgében húzzófeszültségeket keltnek és abban az esetben, ha ezek nagyobbak, mint az acél melegszilárdsága a kéregben repedéseket idéznek elő.



3. ábra. A tuskó kéregre ható erők megmerevedéskor

Vegyünk fel példaképen egy négyezetes szelvényű tuskót, melyet alsóöntéssel töltünk meg. Amint tudjuk megdermedéskor a tuskó mind függőleges, mind vízszintes irányban összehúzódik. Ez a zsugorodás sem egyik sem másik irányban nem akadálytalan. A tuskónak függőleges összehúzódását a kokillafala és a kéreg közti súrlódás akadályozza, mely annál nagyobb, minél egyenlőtlenebb felületű a kokilla belső fala. A megdermedés első pillanatában a kokilla-fal is tágul és először befelé a tuskó irányában mozdul el, ami a súrlódó erőt bizonyos fokig még növeli. A vízszintes összehúzódással szemben főként a ferrosztatikus nyomás áll, mely annál nagyobb, minél nagyobb a folyadékoszlop abszolút magassága. A kokilla anyagának aránylag nagy tömege által előidézett gyors hűtőhatás következtében legelőször a tuskó sarkai hülnek le és válnak el a kokilla falától, mivel itt a hőelvonás két irányú (3/*a* ábra). Ugyanakkor a tuskó lapja a ferrosztatikus nyomás hatására még mindig az oldalfalhoz van nyomva. A hűlés tovább folytatódik és fokozatosan az oldallapok is elválnak a faltól (3/*b* ábra). Ha ekkor a kéreg még nem elég vastag, akkor a bent uralkodó ferrosztatikus nyomás olyan feszültséget okoz, mely túllépi az acélnak ezen a hőfokon érvényes folyási határát és ezáltal repedés következik be. Mindkét említett esetben a repedések belülről indulnak ki, mert a belső felület mindig melegebb és ezért gyengébb is. Az említetteken kívül a kokilla oldalára merőlegesen képződött oszlopos kristályok is gyengíthetik a belsőrészt azáltal, hogy feszültséghalmozásokat idéznek elő. Ezzel magyarázható, hogy tuskókérgezéskor, vagy lángtisztítás alkalmával néha olyan kéregalatti repedéseket fedezünk fel, melyek kívülről nem voltak észlehetők. Gyakran tapasztalható, hogy a tuskó kérgében keletkezett melegrepedéseken keresztül a folyékonyacél kifolyik, amidőn maga a repedés össze is hegedhet Ez a hegedés azonban nem tökéletes, annál is inkább nem, mert a kifolyt anyag több szennyezővel bír és így ezen a részen az anyag szilárdsága kisebb.

A fenti jelenségekből magyarázhatók, hogy néha látszólag egészséges tuskók hengerlés közben már az első szúrásoknál repedeznek. A mondottakból következik tehát, hogy akkor kapunk repedésmentes tuskót, ha olyan vastag és szilárd kérget létesítünk, az öntés megfelelő szabályozásával, amely az előbb felsorolt erőhatásoknak repedésmentesen ellenáll. Az acél zsugorodását, valamint az A4 és A3 között történő térfogat változásokat nem tudjuk befolyásolni, de a súrlódó erő és ferrosztatikus nyomás már bizonyos mértékig csökkenthető, ugyancsak befolyásolható a kéregvastagság kialakulása is. Lássuk sorban melyek azok a tényezők, amelyek a kéreg vastagságát kedvezően tudják befolyásolni, és ezáltal a melegszakadásokat csökkentik.

Kokilla-típus és vastagság hatása a tuskó-repedésekre

A kokilla alakja rendkívül jelentős mind az acéltuskó kérgének kialakítására, mind az oszlopos kristályok kifejlődésére és ezzel kapcsolatos feszültségek keletkezésére. Ismeretes, hogy a legkedvezőtlenebb kokilla alak főként hosszirányú repedések keletkezése miatt, a köralakú kokilla. Ez azzal magyarázható, hogy körszelvényt a legkisebb felület határolja és így a hőelvonó képesség csökkenése folytán a megmerevedés kezdetén nem tud elég vastag kéreg képződni, viszont a feszültségek halmozódására annál több lehetőség nyílik. Minél nagyobb a kokilla keresztszelvény kerületének K és területének T aránya K/T, annál nagyobb felületen érintkezik a kokilla az acéltuskóval és annál intenzívebb lesz a hűtőhatás s így vastagabb és erősebb a tuskó kérge. Tudjuk, hogy a kokilla falára merőlegesen a kéreg után egy transzkrisztalizált réteg következik, melyben az oszlopkristályok nagyságuk és elhelyezkedésüktől függően, feszültséghalmozásokat idézhetnek elő. Az acél kristályodása és a kéreg vastagsága kedvezőbben alakul akkor, ha körszelvény helyett sokszög-szelvényű kokillát használunk. Éppen ezért igen jól beváltak a homorú oldalakkal bíró sokszög keresztszelvényű kokillák. Mivel azonban a hengerüzemekben az ilyen tuskókat nehéz kezelni, nem nyertek széleskörű bevezetést, kivéve a különleges ötvözésű acélokat, illetve a kovácsolási tuskókat. A blokksorra kerülő tuskók általában hullámos, vagy homorú oldalú négyszög szelvényűek. A homorú oldalú kokillának az az előnye, hogy a kerület jelentékenyen megnő a keresztmenetszet területhez képest és így a tuskó kérge repedésekkel szemben ellenállóbb

Ha ez a kéreg összehuzódás következtében elválik a kokilla falától, úgy a belülről ható ferrosztatikus nyomás hatása alá kerül. E pillanatban a tuskó kérge bizonyos mértékig kiegyenesedik, ezáltal a hullámok csúcsában hajlító-nyomaték keletkezik, de húzófeszültség nem.

A négyszögletes, de az ennél több sarkú kokillákra sem közömbös, az, hogy a sarkokat milyen sugárral gömbölyítik le. A nagysugarú legömbölyítés hosszirányú sarokrepedést idézhet elő, melynek oka az, hogy az oszlopos kristályok kedvezőtlen elhelyezkedése miatt a kohézió a sarkokon csökken, és emiatt hengerléskor az acél szétmálik. Általános szabály az, hogy a négysarkú tuskóknak lekerekítési sugara a lapméret 1/10-énél ne legyen nagyobb.

Tuskórepedések szempontjából ugyancsak jelentős a kokilla hosszának és keresztmetszetének aránya is. Minél nagyobb a tuskó hossza az átmérőhöz képest, annál hajlamosabb lesz arra, hogy benne repedések keletkezzenek. A ferrosztatikus nyomás nagysága folytán ilyenkor különösen a tuskó alsó része van veszélyeztetve. A hengerművi tuskók hossza általában 3—3,5 × keresztmetszet átmérő legyen. *(Folytatjuk).*

Félfolyamatos öntéssel készült alumínium tuskók makroszerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira

BOCZOR E. ISTVÁN

D. K. : 621.74.04 : 669.716.004.12—41

Влияние макроструктури на некоторые свойства мягких листов изготовленные из алюминиевых слябов отлитых полунепрерывным способом

Einfluss des Makrogefüges von halbkontinuirlich gegossenen aluminium Blöcke auf die einzelnen Eigenschaften des Weichbleches

Effect of the macrostructure of semicontinuously poured aluminium blocks on some properties of the mild sheet

Az alumínium tuskóöntészetében kb. 15 év óta a félfolyamatos öntés uralkodik. A félfolyamatos tuskóöntés bevezetésével az öntött tuskók 100 kg-os súlyát több t-ás nagyságúra lehetett növelni. A nagy termelékenységgel együtt jelentkező nagyfokú kémiai és fizikai homogenitás az új módszer számára a régi billenthető vaskokillás öntéssel szemben nagy gazdasági és minőségi fölényt biztosít.

A feldolgozáskor azonban az egyik legfontosabb területen a félfolyamatos öntéssel készített alumínium lemezeken a mélyhúzás folyamán hátrányos tulajdonságok is mutatkoztak. A feldolgozók azt tapasztalták, hogy a félfolyamatos öntéssel készített tuskókból származó lemezek mélyhúzása folyamán a régebbi öntési eljárással készült lemezekéhez képest nagyobb fülképződés mutatkozik. A lemezeken mélyhúzáskor észlelt fülképződés a feldolgozók részére igen hátrányos, mivel ilyen anyag feldolgozása nagyobb kiinduló lemeztárcsát igényel és ezért a megmunkálási selejt és hulladék nő.

A feldolgozó iparban a fokozott fülesedéssel járó hátrányos jelenség megszüntetését célzó kísérleti- és kutatómunkát megnehezítette az a körülmény is, hogy a félfolyamatos tuskóöntés bevezetésével általában az öntött tuskó vastagsága is megnőtt és ezért a nagyobb áthengerlés során feltétlenül megnövekedett az irányított kristályszemcse kialakulásának lehetősége. Ugyanezen periódusban a kohók jobb járata folytán azok termelése mindinkább a nagyobb tisztaságú alumínium felé tolódott. A nagyobb tisztaságú fém feldolgozása — amint azt már több kutató kimutatta — szintén a mélyhúzás különbségeinek kiélezésére vezetett.

A mélyhúzó lemez fenti tulajdonságai miatt állandóan napirenden van, bár számos komoly kísérletet és tanulmányt folytattak ez, sem a félkészárut termelő és felhasználó üzemek, sem pedig a kutatók szempontjából megnyugtatóan megoldva még nincs.

Az irodalmi adatok szerint számos kérdésben — már ami az alumíniumlemezek mélyhúzásakor észlelt rendellenességek magyarázatát illeti — a kutatók véleménye megegyezik, viszont jónéhány tényező hatására eltérőek a vélemények.

Egységes felfogás mutatkozik abban, hogy a lemezek mélyhúzásakor jelentkező fülek képződése végsőfokon az egykristály anizotrópiájára vezethető vissza. Ugyancsak egységes nézet alakult ki azzal kapcsolatban is, hogy az alakítás és különösen a hidegalakítás a krisztallitokat és ezen belül a kristályok helyzetét úgy szabályozza, hogy azok az alakítás irányához képest meghatározott irányított helyzetbe állnak be és ilymódon a mélyhúzáskor 45°-os fülhelyzet keletkezik. A 45°-os × fülhelyzet (hengerlésitextúra) olyképpen jelentkezik, hogy 4 szimmetrikus fül keletkezik, melyek helyzete a hengerlés irányától a hengerlés síkjában 45°-ra tér el. Egyebekben ez esetben az alumínium szabályos felületén középpontos kristályelemei úgy helyezkednek el, hogy a két párhuzamos [110] rombdodekaéder lap a hengertengely síkjában fekszik és a [112] irány a hengerlés irányával párhuzamos A másik jellemző fülhelyzet, ami újrakristályosodáskor előbbutóbb elérhető, a 0—90°-os + fülhelyzet (kocka textúra). Ekkor szintén négy szimmetrikus fül keletkezik, melyből kettő a hengerlés irányába, kettő pedig arra merőlegesen helyezkedik el. Ilyenkor olyan az elhelyezkedés, hogy az elemi cellák [100] hexaéder lapjai úgy fekszenek a lemez síkjában, hogy a hexaéderek éleinek megfelelő [001] irányok a hengerlési irányba esnek, illetve arra merőlegesek.

Az alumíniumlemezek lágyítása következtében általában nem képződik teljesen irányíttatlan helyezet, így a gyakorlati fülmentesség rendszerint a két helyzet kombinációja.

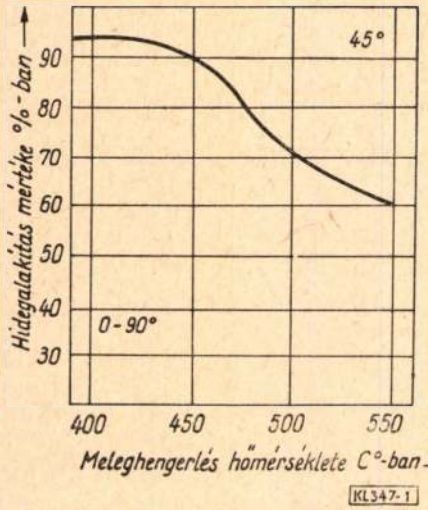
Maga a lágyítás a 0—90°-os fülhelyzetnek, a hidegalakítás pedig a 45°-os fülhelyzetnek kedvez.

R. Chevigny [1], [2] szerint a keresztirányú hengerlés és a közbeiktatott lágyítás a fülképződésre nem gyakorol lényeges befolyást. Megfigyelései alapján az öntési mód a lemez fülesedési hajlamát lényegesen nem változtatja, fontosak viszont a tuskónak homogenizálási körülményei a hengerlés előtt.

H. Hug és *G. Siebel* [3] szerint viszont előzetes keresztirányú hengerléssel a lágy anyag 45°-os fülesedése lecsökkenthető. *G. Siebel* [4] szerint a tuskó homogenizálása 600 C°-ig lényegesen közömbös.

H. Hug, G. Siebel és *P. Buser* [5] szerint a hengerlés menete a legfontosabb. Az általuk kidolgozott diagram (1. ábra) szerinti technológiával elérhető a gyakorlatilag fülmentes állapot. Véleményük szerint minden kész lemezmérethez egy bizonyos meleg- és hidegredukció, valamint különböző optimális melleghengerlési hőfok tartozik. A különböző technológiai körülményekkel előállított tárcsákat egységesen 400 C°-on 4 órán keresztül lágyították.

G. Trapied [6] szerint az öntésmód a leglényegesebb és a félfolyamatos öntés alatt a dermedési folyamatot úgy kell vezetni, hogy a kokillaöntéshez hasonló szövet jöjjön létre. Ezt a legjobban a tuskó hűtési viszonyainak szabályozásával véli elérni (Izomet eljárás) A fülképződés csökkentése szempontjából egyes szennyezők hatását általában kedvezőnek tartják [1], [2], [3], [7], [8], [9]], [10], [18]. *Vassel K. R.* [10] és *dr. Domony* [11] a mélyhúzás szempontjából általában előnyösnek véli a finomszemcsés, öntési szerkezet nélküli anyagok használatát és különösen a titán szemcsefinomítását tartják eredményesnek. *H. Huschka* és *E. Nachtigal* [8] összefoglaló cikkének megfelelő diagramja ezt a véleményt a fülesedésre nézve megerősíti.



1. ábra. A 45°-os és 0—90°-os fülhelyzet határgörbéje a meleg- és hidegalakítás függvényében

R. Chevigny [1] szerint a Si és Fe a 90°-os fülhelyzetre csökkentően hat. *H. Hug* [9] a Si és Fe viszonyt fontosnak tartja és ezen belül szerinte a szilícium fölösleg a 90°-os , a vasfölösleg viszont a 45°-os helyzetnek kedvez.

H. A. J. Stelljes [12] szerint a *Hug—Siebel—Buser* által kidolgozott eljárás ugyan helyes, de iparilag a meleghengerlés pontos hőfokának és az egyes végméretektől függő össz redukciónak beállítása nehézkes. Szerinte minden üzemszerűen gyártott lemez vagy szalag alakított állapotban hengerlési textúrával rendelkezik. Lágyítás során a textúra változásnak előbb-utóbb be kell következnie. Létezik tehát egy olyan pont, ahol az átváltás bekövetkezik. Ez az ideális, lényegében fülmentes helyzet. Ilyen esetet ért el a szerző által idézett *H. J. Wallbaum* [13]. *Stelljes* szerint az átváltási pont üzemszerű beállítása bizonytalan. Az átváltási pont pontos beállításának legjobb módszere a gyors hőbevitel. Ez az elméleti megfontolás szolgált alapul, a gyorslágyítási eljáráshoz. A gyorslágyítási eljárások egyik fajtáját Al tárcsák hőkezelésére hazánkban Gyalókay György dolgozta ki [15], [16]. Az eljárás szerint a kivágott tárcsák két fűtött vaslap közötti közvetlen hőátadással igen gyorsan bekövetkezik és a gyakorlatilag fülmentes helyzet aránylag könnyen beállítható. *Stelljes* [12] megvizsgálta a lemezek lágyítására alkalmazható, hasonló elvű de légréses módszert is és szerinte az átváltási pont itt is jól beállítható.

A mélyhúzható alumíniumlemezek és gyorslágyítás hazai kifejlesztésének érdekében eddig *Vassel K. R.* [10], *Halmos Gy.* [14], *Gyalókay Gy.* [15], [16] és *Kóder F.* [17] végeztek jelentős munkát.

Saját kisérleteink

A 99,5%-os alumíniumból készült lemezek minőségével és mélyhúzhatóságával kapcsolatos vizsgálataink során felmerült az a kérdés, hogy a félfolyamatosan öntött tuskó makroszerkezete mennyiben változik a meleg- és hideghengerlés során. Ha a makroszerkezet változása az alakítás folyamán követhető, úgy milyen hatást gyakorol az a kész lemez szilárdságára és mélyhúzhatóságára, esetleg felületi tulajdonságaira.

Az öntött tuskó keresztmetszetében a makroszerkezet gyakran igen változatos még egy tuskón belül is [19]. Durva és finom részek jelentkezhetnek az öntési és ötvözési viszonyoktól függően, mind a közepén, mind a széleken. Kísérleteinket úgy irányítottuk, hogy ha a makroszerkezet tovább követhető, úgy ennek befolyása a lehető legélesebben jelentkezzék.

Vizsgálatainkat tehát a félfolyamatosan öntött tuskóból kivágott vékony metszetekre és ebből készült lemezekre korlátoztuk, miután a legerőteljesebb különbségek így voltak várhatók. Ezáltal véltük megnyugatóan tisztázni azt, hogy makroszerkezetbeli különbségek követhetők-e és egyértelmű befolyást gyakorolnak-e a lemez fentemlített tulajdonságaira. Ha pozitív eredményt kapunk, akkor annak hatását az egyéb irányú minőségi vizsgálatok értékeléséhez is figyelembe kell venni, helyesebben az ilyen vizsgálatok elvégzéséhez lehetőleg homogén makroszerkezetű anyagot kell használni, illetőleg az alakítás során ilyet kell előállítani.

A fentemlített kérdések tisztázására az alábbi kísérleteket végeztük.

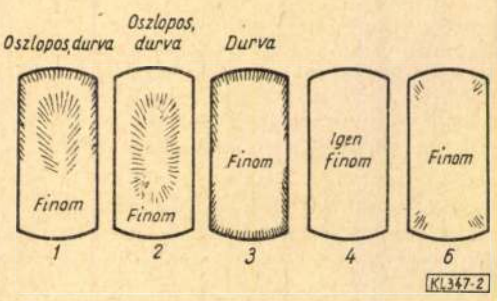
Félfolyamatos tuskóöntő berendezésünkön [20] előállított különböző tuskóinkból a kb. 80×170 mm keresztszelvényüeket több helyen merőlegesen elmetszettük és azokból kb. 13 mm-es lapkákat vágtunk ki, melyek egyik oldalát bejelölve makromarásnak vetettük alá.[1] Az ilymódon kapott szeletekből néhány jellegzetes darabot kiválasztottunk és a kísérleteket azokon folytattuk. A kiválasztott szeletek és azok jelzései, tulajdonságai a következők voltak (1. táblázat).

A tuskómetszetek jellemzése.

1. Az egész tuskó részben egyenlőtlen szemcse elosztású volt, részben finom szemcsés. A kísérlethez a 2. ábra 1. vázlatán és a 3. ábrán látható egyenlőtlen szemcse elosztású tuskó szeletet használtuk.

2. Szokványos öntésekből egy darab középen oszlopos és durva, széleken finomszerkezetű szeleteket választottunk (2. ábra, 2. vázlat).

[1] Makromaratószer 20 cm³ HCl + 20 cm³ HNO_3 + + 5 cm³ HF + 40 cm³ H_2O



2. ábra. A tuskószeletek makroképeinek vázlatai

1. táblázat

A kísérletekhez felhasznált anyagok jellemzői

Sorszám	Öntészeti jelzés	Jellegzetesség	Elemzések, % Si	Fe	Ti
1.	ASK	Túlnyomóan Si-mal szennyezett 99,5% alumínium	0,35	0,20	0,024
2.	137	Válogatás nélküli 99,5%-os kohóalumíniumból készült középen durva nyúlt kristályszerkezetű öntés	0,20	0,30	0,007
3.	AFI	Túlnyomóan Fe-mal szennyezett 99,5%-os kohóalumínium	0,14	0,36	0,009
4.	ASTF	Túlnyomóan Si-mal szennyezett és titánnal szemcsefinomított 99,5%-os kohóalumínium	0,32	0,17	0,12
5.	161	Válogatás nélküli kb. 99,5%-os alumíniumból készült finomszemcsés öntés	0,22	0,36	0,06

3. A tuskó makroszerkezete nagyrészt egynemű, az 1. tuskónál kevésbé egyenlőtlen, finom elosztású volt. Kísérlethez a 2. ábra 3-as vázlatát és a 4. ábrán látható darabot használtuk.

4. A tuskó teljes keresztmetszetében finom szemcsés volt (2. ábra, 4. vázlat és 5. ábra).

5. Sima felülettel, minden keresztmetszetben finom szemcseszerkezettel öntött tuskó (2. ábra, 5. vázlat és 6. ábra).

A tuskószeleteket kb. 1 m² alapterületű laboratóriumi légcirkulációs Junker kemencében [20] kb. 450 C°-on négy órán keresztül melegítettük, utána a tuskószeleteket 450—350 C° hőközben összesen 50%-kal áthengereltük.

A meleg hengerlést 50% hidegalakítás követte két irányban úgy, hogy ismét négyszögű lemezt kaptunk. Ezután a szeleteket az öntés hosszabb oldala irányában 1 mm-re készre hengereltük (7—11. ábrák). Az összes hidegalakítás 85% volt.

Az első (meleg) hengerlés után az eredeti makroszerkezet világosan látszott. Az első hideghengerlés után is kivehető volt az öntési szerkezet. Nehogy a továbbiakban a hengerrajzolatot, hanem az anyag szerkezetét vizsgáljuk az ismételt hengerlések előtt a felületeket lekeféltük. Az újabb hengerlés után ismét makromaratást végeztünk.

A felvételeket végigkísérve láthatjuk, hogy az eredeti makroszerkezet a nyújtás mértékében deformálódva végeredményben megmaradt. A legutolsó felvételek úgy készültek, hogy a lemezeken a vizsgálat céljának megfelelő próba helyét és jelzését berajzoltuk, miáltal az eredmények helyileg és szerkezetileg azonosíthatók. A kivágott próbatesteket együttesen az említett Junker-kemencében 400 C°-on egy órán át lágyítottuk és ezután végeztük el a vizsgálatokat (2. táblázat).

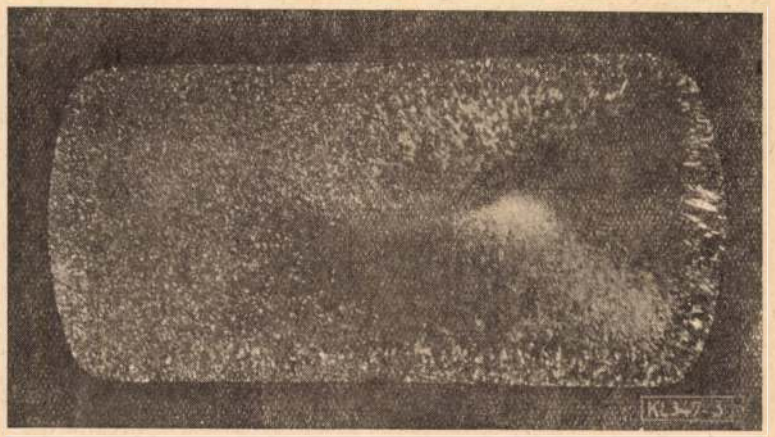
A táblázatban foglalt eredményeket a továbbiakban úgy dolgoztuk fel, hogy szembe tudjuk állítani a hossz- és keresztirányú, a durva- és finomszerkezetű, valamint a szélen és a belsőrészekben fekvő részek tulajdonságait. A fenti viszonyok megvilágítására megfelelő átdolgozás alapján az alábbi táblázatot készítettük (3. táblázat).

A fentiek alapján a következők állapíthatók meg :

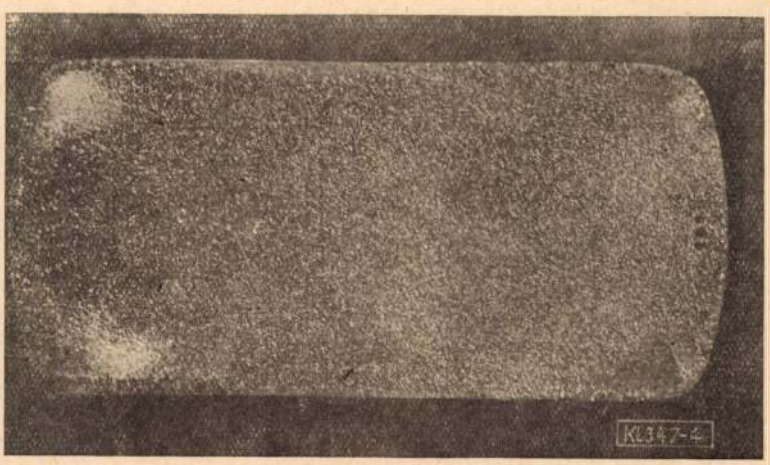
1. Hosszirányban a σ_B, $\sigma_{0,2}$, δ_{10} jobb értékeket ad, mint keresztirányban és ehhez csatlakozik a hajtogatás értéke is.

2. Keresztirányú próbák finom makroszerkezetű anyagainál a σ_B, δ_{10} értékei nagyobbak, viszont a $\sigma_{0,2}$ és a H kisebbek mint a durváké.

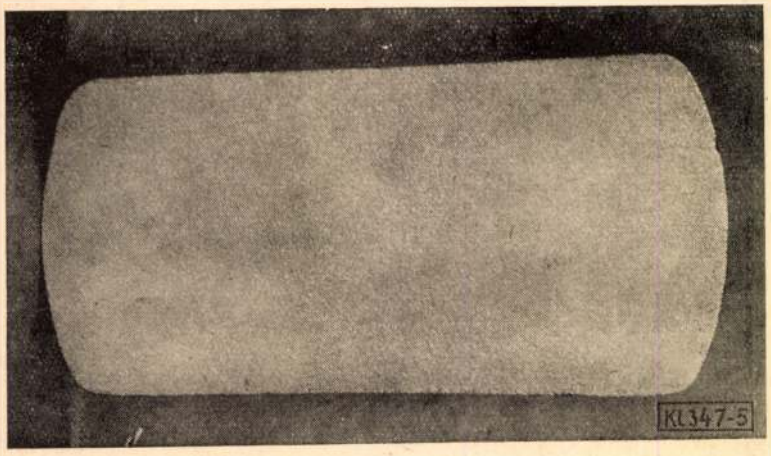
3. Finom szerkezetű hosszirányú próbák σ_B, $\sigma_{0,2}$, δ_{10} értéke jobb mint a durvaszerkezetüeké.



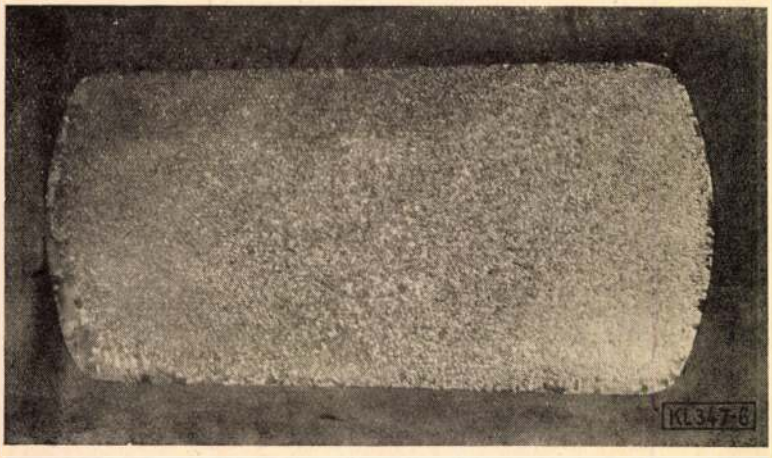
3. ábra. Az 1. jelű tuskószelet makroképe öntött állapotban



4. ábra. A 3. jelű tuskószelet makroképe öntött állapotban



5. ábra. A 4. jelű tuskószelet makroképe öntött állapotban



6. ábra. Az 5. jelű tuskószelet makroképe öntött állapotban

Finom szerkezetű anyag hajtogatási száma viszont kisebb, mint a durváé.

4. A hosszirányú szélek jobb σ_B, $\sigma_{0,2}$, δ_{10} értékeket adnak, mint a belső részek. A szélek hajtogatási száma pedig a belső részeknél valamivel kisebb.

Megjegyzem egyébként azt, hogy a $\sigma_{0,2}$ és a hajtogatási szám mérése némileg bizonytalan. A megfelelő feltételeket szem előtt tartva a következő meggondolásokhoz jutunk. A keresztirányú pálcák legtöbbjének makroszerkezete durva. A belső részekből kivett próbatestek legtöbbje szintén durva szerkezetű. Ilymódon ezek összhangban vannak a durva és finom szerkezetek közti összehasonlítás eredményeivel, vagyis a makroszerkezet különbségei okozzák az eltéréseket. Igen jól mutatják a különbségeket a tuskómetszet feltétlenül durva makroszerkezetű részéből vett 13-as keresztirányú és 16-os hosszirányú és feltétlenül finom szerkezetű részből vett 126-os keresztirányú, valamint a 122-es hosszirányú próbatestek eredményei. Itt ugyanis páronkint azonos nyúlás mellett a metszetben finom makroszerkezetű anyag 5-, illetve 7%-kal nagyobb szakítószilárdságot adott.

Az 1. jelzésű lemez különböző helyeiről kivett 65 mm-es ∅-ű tárcsákkal Guillery mélyhúzó vizsgálatokat végeztünk. A fülképződésről a megfelelő első fokozat 3. táblázatban készült eredményei adnak felvilágosítást. (A hiányzó 11. sz. tárcsa, rossz gyűrű méret miatt elszakadt.) (4. táblázat.)

A 4. táblázatban szereplő csészikék fényképei a 12. ábrán láthatók. Eredetiben jobban, de a felvétel alapján is jól észlelhető, hogy a durva, irányított, egyenlőtlen makroszemcsézetből a lemez finom, irányítatlan, egynemű szerkezete felé menve a fülképződés nagysága és szabálytalansága

2. táblázat

Az 1. jelzésű lemez szakító és hajtogató vizsgálatainak eredményei

K = keresztirányú próba. H = hosszirányú próba, D = durvaszemcsés makrószerkezet, F = finomszemcsés makrószerkezet.

Próbatest jele		A próbatest helyzete és a makrószövezet		σ_{B_2} kg/mm²	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	δ_{10}, %	Hajtogatások száma $r = 2,5$ mm
13	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	D	8,77	4,00	27	
14	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	D				12
113	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	D	8,80	4,7	29	
114	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	D				10
126	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	F	8,98	3,3	33	
125	K	Al lemez teljes keresztmetszetéből	F				10
15	H	A lemez széléből	D	9,68	4,5	31	
17	H	A lemez szélétől 1/3 szélességre	D				12
16	H	A lemez szélétől 1/4 szélességre	D	9,27	3,7	27	
111	H	A lemez szélétől 1/4 szélességre	D				13
110	H	A lemez szélétől 1/4 szélességre	D	9,3	4,7	29	
112	H	A lemez széléből	D				12
117	H	A lemez széléből	F	9,7	6,05	33	
119	H	A lemez szélétől 1/4 szélességre	F	9,63	5,7	32	1
119	H	A lemez szélétől 1/3 szélességre	F				10
122	H	A lemez szélétől 1/3 szélességre	F	9,70	4,3	33	
123	H	A lemez szélétől 1/4 szélességre	F				10
124	H	A lemez széléből	F				10

3. táblázat

Az 1. jelzés lemez különböző részeinek átlagos értékei és az átlaguktól való eltérések

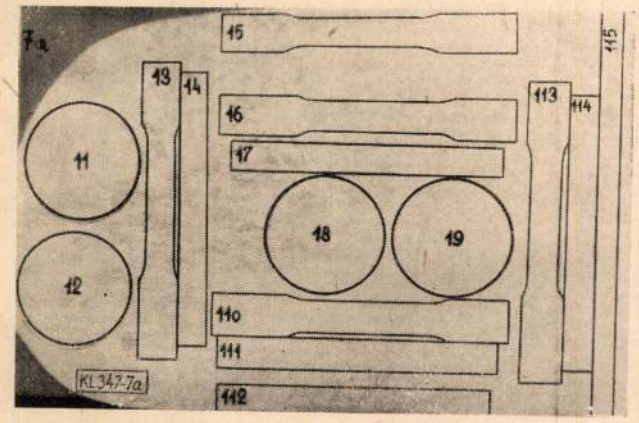
Átlag értékek	σ_B kg/mm²	Index %	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	Index %	δ_{10} %	Index %	Hajt.	Index %
Összes próba	9,55	100,0	4,46	100,0	30,25	100,0	11,0	100,0
Hossz	9,9	103,7	4,7	102,2	30,8	100,8	11,15	101,4
Kereszt	8,85	9,27	4,0	88,8	29,7	98,2	10,66	96,9
Kereszt. finom	8,98	94,7	3,3	97,5	33,0	109,0	10,0	91,0
Kereszt. durva	8,785	92,0	4,35	74,0	28,0	92,6	11,0	100,0
Hossz. finom	9,67	101,2	5,35	120,0	32,8	108,4	10,0	91,0
Hossz. durva	9,4	98,4	4,3	96,5	29,0	96,0	12,33	112,0
Hossz. szél	9,69	101,5	5,27	118,0	32,0	105,8	11,0	100,0
Hossz. belső	9,53	99,8	4,6	103,1	29,0	96,0	11,25	101,4

Az 1. jelzésű lemez fülesedésének jellemzői

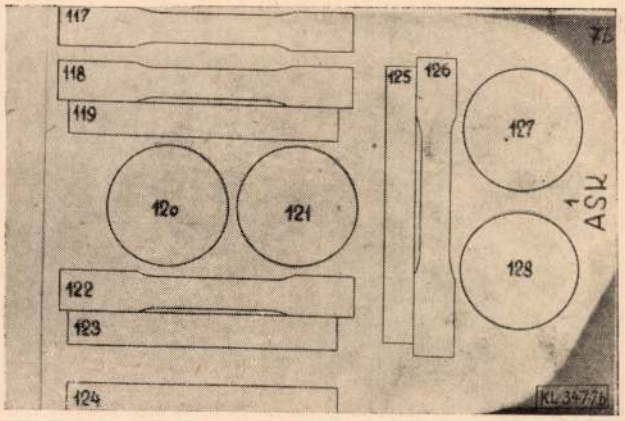
4. táblázat

Próbatest jele	Fülek helyzete °-ban	Palástmagasságok mm					Átlagolt $\frac{\text{H max.—H min.}}{\text{H min.}} \cdot 100\%$
12	0—90	H max.	25,35	25,70	25,90	25,10	4,2
		H min.	24,40	25,30	24,80	24,10	
18	2	H max.	26,80	25,60	25,60	25,55	3,82
		H min.	25,30	20,00	24,60	24,30	
19	2	H max.	25,40	26,60	26,00	25,70	3,18
		H min.	25,50	25,60	25,10	24,30	
120	0—90	H max.	25,60	25,50	26,30	26,40	2,85
		H min.	24,80	25,10	25,90	25,10	
121	0—90	H max.	25,60	24,30	25,10	25,50	2,03
		H min.	24,50	24,20	24,80	25,00	
127	0—90	H max.	25,60	24,30	25,10	25,50	1,77
		H min.	24,50	24,20	24,80	25,00	
128	0—90	H max.	25,40	24,70	25,30	25,40	1,66
		H min.	24,55	24,60	25,00	25,00	

[2] A jelzett fülhelyzetet nem lehetett biztosan eldönteni, miután szabálytalanul több fül jelentkezett. Elvileg ezek is a 0—90°-os helyzethez tartoznak, miután az egész lemez egyébként beleilleszkedve a már bemutatott diagramba a hengerlés hőfokának és a hengerlés méretének megfelelően viselkedett.



7/a. ábra. Az 1. jelű tuskószelet egyik fele 1 mm-re hengerelt állapotban

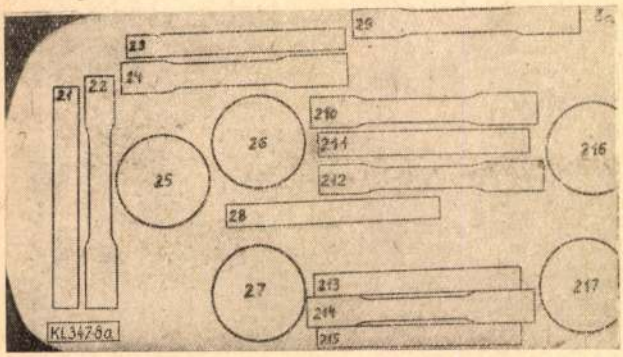


7/b. ábra. Az 1. jelű tuskószelet másik fele 1 mm-re hengerelt állapotban

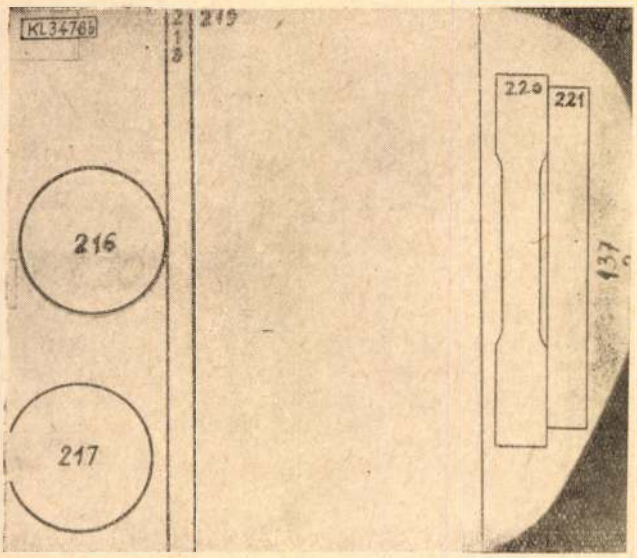
csökken. Ezt a megfigyelést a 4. táblázat adatai számszerűen is igazolják.

A 2 jelzésű anyagunk az előzőkhöz hasonló jellegű, tehát középen irányított durva és a széleken egyenletes finom makroszerkezetű volt.

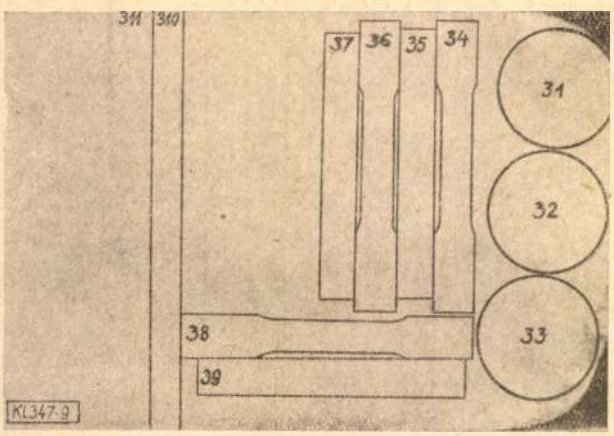
A részletezést elkerülve még annyit jegyzünk meg, hogy az egész lemez átlagához ($\sigma_B = 8{,}58$



8/a. ábra. A 2. jelű tuskószelet egyik fele 1 mm-re hengerelt állapotban



8/b. ábra. A 2. jelű tuskószelet másik fele 1 mm-re hengerelt állapotban



9. ábra. A 3. jelű tuskószelet 1 mm-re hengerelt állapotban

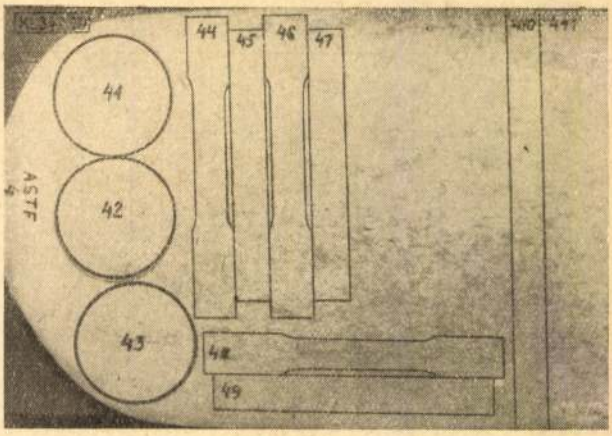
kg/mm², $\sigma_{02} = 3{,}95$, $\delta_{10} = 34{,}9\%$) képest a finom és durva szerkezet indexei a következők :

Finom szerkezet :

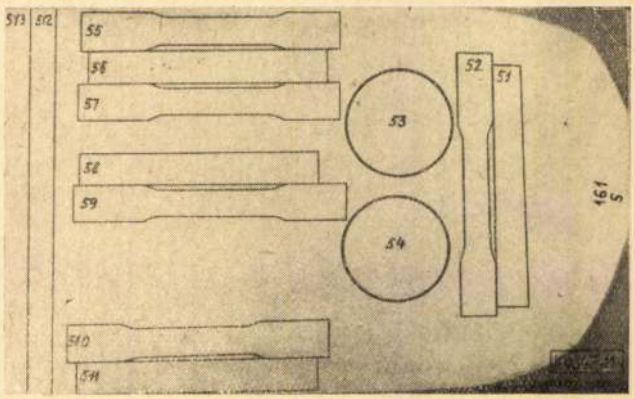
σ_B . . . 104,5%, $\sigma_{0,2}$ . . . 94,7%, δ_{10} . . . 108,8%

Durva

σ_B . . . 98,5%, $\sigma_{0,2}$ . . . 95,0%, δ_{10} . . . 90,4%



10. ábra. A 4. jelű tuskószelet 1 mm-re hengerelt állapotban



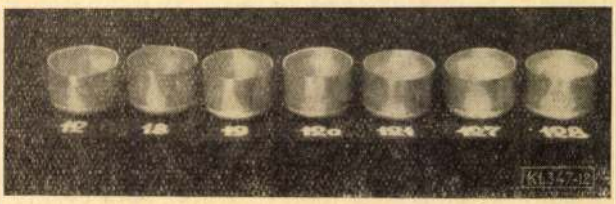
11. ábra. Az 5. jelű tuskószelet 1 mm-re hengerelt állapotban

A szakító stb. eredmények értékelése tehát mindkét lemezre lényegében azonos eredményekhez vezetett. Ugyanezen lemezből készített mélyhúzó próbák az 5. táblázat szerinti értékeket mutatják (5. táblázat).

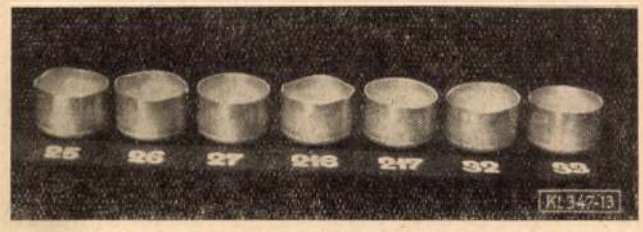
5. táblázat

A 2. jelű lemez fülesedése

Próbatest jele	Fülhelyzet °-ban	Fülesedés, %
25	90	3,83
26	90	4,54
27	90	1,58
216	90	5,78
217	90	1,98



12. ábra. Az 1. jelű lemezekből húzott csészikék



13. ábra. A 2. és 3. jelű lemezekből húzott csészikék

A táblázatban jelzett értékeket egybevetve a 13. ábrán látható csészikék képével és a megfelelő helyzetkép (8*a*, *b* ábra) ismeretében ismét az világlik ki, hogy a durva; irányított makroszerkezet erősebb és szabálytalanabb fülesedést mutat, mint a finom egynemű szerkezet.

A következő (3, 4, 5 jelzésű) három lemez lényegében finom makroszerkezetű volt.

(Folytatjuk).

A kristálycsírák méretének meghatározása

GÁRDONYI SÁNDOR

D. K. : 620.1 : 548.5

Определение размеров зародиш кристаллов

Bestimmung der Kristallkeimgrössen

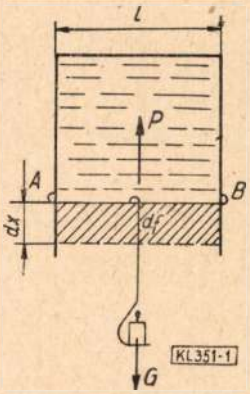
Determining the size of crystal nuklei

A fémek kristályosodását *Tamman* óta úgy képzelik el, hogy az olvadáspontra lehűlt fémfürdőben kristálycsírák, más szóval kristályosodási középpontok jelennek meg, amelyek a hőmérséklet csökkenésével meghatározott törvények szerint tovább növekednek. A fémkristályokban az atomokat a rácsenergia fogja össze. Az atomok a rácspontok körül állandó rezgőmozgást végeznek, és az egész rendszer dinamikus egyensúlyban van. Az olvadékban viszont az atomok szabályos geometriai elrendeződése megsemmisül, az atomok minden irányban szabadon mozoghatnak, mert a rácsenergia nem elégséges a hőmozgás kinetikai energiájának a legyőzésére. Ez a helyzet mindaddig míg az olvadék hőmérséklete az olvadáspontot jóval meghaladja. Az olvadáspont körül azonban a hőmozgás kinetikai energiája és a rácsenergia közel egyenlő, az atomok rendezetlen mozgása lassul. Ilyenkor megtörténhet, hogy mozgás közben megfelelő számú atom egymáshoz képest olyan helyzetbe kerül, amely a fémre jellemző kristályrács geometriai elrendezésének megfelel. Ekkor a hőmozgás kinetikai energiájával szemben túlsúlyra jutó rácsenergia rögzíti az atomokat, és előáll a kristálycsíra. A kristálycsíra már kristály, éspedig a lehető legkisebb.

A kristálycsíra-képződésnek az előbbiekben vázolt feltevésével kapcsolatban a következő kérdések vetődhetnek fel :

1. mekkora a kristálycsírák mérete ?
2. mi a kristálycsírák kialakulásának valószínűsége,
3. mi a szerepe az olvadékban jelenlevő szilárd szennyeződéseknek,
4. a már kialakult csíra milyen törvények szerint növekedik tovább.

Mielőtt a felvetett kérdésekre válaszolnánk, határozzuk meg azt a munkát, mely tetszőleges felület létrejöttéhez szükséges. Ebből a célból állítsunk elő az 1. ábrán látható drótkeretben szappanoldat segítségével folyadékhártyát. A hártyát határoljuk el az AB szállal. A folyadékhártya iparkodik összehúzódni, és közben az AB szálra P erőt fejt ki. Egyensúlyozzuk ki ezt a P erőt az AB szálon függő G súllyal. Ha a G súlyt megnöveljük, az AB szál lefelé mozog, a hártya felülete nagyobb lesz, s közben a súly munkát végez.



1. ábra. Kísérlet drótkeret folyadékhártya előállításához

Növeljük meg a G súlyt differenciális mértékben, és tételezzük fel, hogy a munkavégzés állandó nyomáson és hőmérsékleten folyik. Ha a munkavégzés reverzibilis, akkor a súly munkája — magasabbrendű kicsinyek elhanyagolásával — :

$$dA = Gdx = P \cdot dx = \frac{P}{l} \cdot l \cdot dx \qquad (1)$$

A folyadékhártya által az AB szálra kifejtett P erőnek a szálhosszúságegységére eső része : $\frac{P}{l}$ a felületi feszültség. A felületi feszültség jele : σ, mértékegysége : $\frac{\text{din}}{\text{cm}}$. Az 1. ábra szerint $l \cdot dx = df \cdot (1)$ tehát így írható :

$$dA = \sigma \cdot df \qquad (2)$$

Tetszőleges f felület létrehozásához szükséges munka :

$$A = \int_0^f \sigma \cdot df \qquad (3)$$

A termodinamikából ismeretes [1], hogy az állandó nyomáson és hőmérsékleten végbemenő folyamatban a rendszer és a környezet között

kicserélt maximális hasznos munka a termodinamikai potenciál megváltozásával egyenlő. Mivel a (2) egyenlet ezeknek a feltételeknek megfelel, azért

$$dA = dG = \sigma \cdot df \tag{4}$$

Ezek előre bocsájtása után hozzáfoghatunk a kristálycsírák méretének meghatározásához. Legyen a fémolvadék hőmérséklete T, az olvadáspont T_0. Jelöljük a fém molekulasúlyát M-mel, sűrűségét ϱ-val, a kristálycsíra térfogatát V-vel, felületét f-fel, a kristályos, illetve a folyékony fém egy moljának termodinamikai potenciálját $\overline{G}_k$-val, illetve $\overline{G}_f$-fel, a szilárd és a folyékony fázis határán ébredő felületi feszültséget σ-val.

A fémolvadékban a kristálycsíra megjelenése mindig munkavégzéssel jár. Ez a munka két részre bonthat. Az egyik rész A_1 a kristálycsíra f felületének létrehozásához szükséges munka. Értéke (3) szerint :

$$A_1 = \sigma \cdot f \tag{5}$$

feltételezve, hogy a felületi feszültség a kristálycsíra egész felületén azonos.

A kristályos és a folyékony fázis termodinamikai potenciálja különböző. A V térfogatú kristálycsírának a fémfürdőben való megjelenése termodinamikai potenciálváltozással jár, ami — állandó nyomáson és hőfokon végbemenő folyamatban — a munka másik részét, A_2-t igényeli.

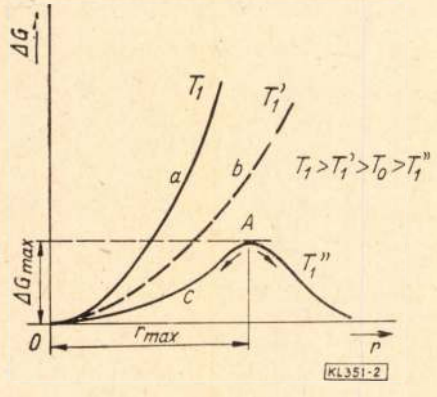
$$A_2 = V \cdot \varrho \cdot \frac{\overline{G}_k - \overline{G}_f}{M}$$

A kristálycsíra képződéséhez szükséges összes munka tehát :

$$A = A_1 + A_2 = \Delta G = \sigma \cdot f + V \cdot \varrho \cdot \frac{\overline{G}_k - \overline{G}_f}{M} \tag{6}$$

A kristálycsíra V térfogata, f felülete a részecske lineáris méretének, (r)-nek függvénye. [$V = V(r)$; $f = f(r)$]. Ha a hőmérséklet állandó, akkor ϱ, $\overline{G}_k$, $\overline{G}_f$, σ változatlan. Adott hőmérsékleten tehát a kristálycsíra keletkezésével együtt járó termodinamikai potenciálváltozás kizárólag a csíra lineáris méretétől függ. Képletben :

$$\Delta G = \Delta G\,(r) \tag{7}$$



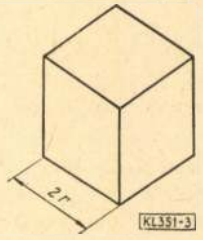
2. ábra. A kristálycsíra kialakulásával együttjáró termodinamikai potenciálváltozás a kristálycsíra lineáris méretének és a hőmérsékletnek függvényében

Ha a fémfürdő hőmérséklete T_1 az olvadáspontot, T_0-t jóval meghaladja $(\overline{G}_k - \overline{G}_f) > 0$, és a $\Delta G = \Delta G\,(r)$ függvénygörbe r növekedésével erősen emelkedik (2. ábra a görbe). Minél inkább megközelíti a fémfürdő hőmérséklete az olvadáspontot, a $(\overline{G}_k - \overline{G}_f)$ különbség annál kisebb, a függvénygörbe annál kevésbé meredek (2. ábra b görbe). Ha a fémfürdő hőmérséklete kisebb az olvadáspontnál $(\overline{G}_k - \overline{G}_f) < 0$, és a függvénynek maximuma van (2. ábra c görbe).

Tételezzük fel, hogy a fémfürdő hőmérséklete az olvadáspont alatt van, vagyis $(T_1 - T_0) = \Delta T < 0$. A 2. ábra c görbéjén az A-val jelölt maximumhoz tartozó abszcissza r_{max}, az ordináta ΔG_{max}. A ΔG_{max}-hoz tartozó abszcissza a

$$\frac{d(\Delta G)}{dr} = \frac{\sigma df}{dr} + \varrho \cdot \frac{\overline{G}_k - \overline{G}_f}{M} \cdot \frac{dV}{dr} = 0 \tag{8}$$

egyenletből kiszámítható. A maximum ugyanis ott van, ahol a ΔG függvény első differenciálhányadosa nulla. Ha a csirát kockaalakúnak képzeljük el (3. ábra), akkor : $V = 8r^3$, $f = 24\,r^2$. Ezek figyelembevételével (8) így írható :



3. ábra. A kockaalakúnak képzelt kristálycsíra

$$\sigma \cdot 48\,r + \varrho \cdot \frac{\overline{G}_k - \overline{G}_f}{M} \cdot 24\,r^2 = 0 \tag{9}$$

(9)-ből

$$r_{max} = -\frac{2M\sigma}{\varrho \cdot (\overline{G}_k - \overline{G}_f)} \tag{10}$$

Meg kell jegyezni, hogy teljesen azonos eredményre jutunk, ha a kristálycsírát gömbalakúnak gondoljuk. Erről egyszerű számítással azonnal meggyőződhetünk.

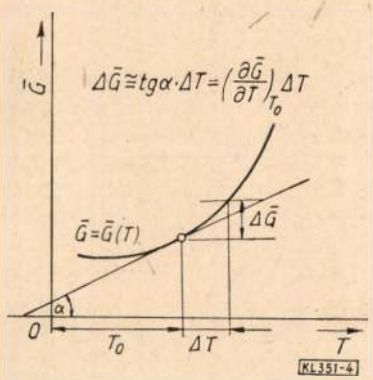
A (10) képlet közvetlenül számításra nem alkalmas ; e célból kissé át kell alakítani. Ismeretes, hogy az olvadásponton a kristályos és folyékony fázis termodinamikai potenciálja egyenlő ; egy molnyi kristályos és folyékony fémre tehát az alábbi egyenlőség érvényes :

$$\overline{G}_k\,(T_0) = \overline{G}_f\,(T_0) \tag{11}$$

(11) alapján felírhatjuk, hogy

$$\overline{G}_k - \overline{G}_f = [\overline{G}_k - \overline{G}_k\,(T_0)] - [\overline{G}_f - \overline{G}_f\,(T_0)] \tag{12}$$

Az egyenlet jobboldalának első tagja azzal a termodinamikai potenciálkülönbséggel egyenlő, amely akkor létesül, ha egy mol kristályos fémet az olvadáspontról halmazállapotváltozás nélkül T hőfokra hevítünk. A második tag hasonló jelentésű, de folyékony fémre vonatkozik. Ezek a potenciálkülönbségek azonban magasabbrendű



4. ábra. Egy mol kristályos és folyékony fém termodinamikai potenciálkülönbségének kifejezése az olvadáspontban érvényes termodinamikai jellemzőkkel

kicsinyek elhanyagolásával a 4. ábra szerint kifejezhetők a T_0 abszcisszájú ponthoz tartozó differenciálhányados segítségével

$$\bar{G}_k - \bar{G}_k(T_0) = \Delta\bar{G}_k = \left(\frac{\partial \bar{G}_k}{\partial T}\right)_{T_0} \cdot \Delta T \qquad (13)$$

$$\bar{G}_f - \bar{G}_f(T_0) = \Delta\bar{G}_f = \left(\frac{\partial \bar{G}_f}{\partial T}\right)_{T_0} \cdot \Delta T \qquad (14)$$

Ismeretes azonban, hogy a termodinamikai potenciálnak a hőmérséklet szerint vett differenciálhányadosa az entrópia negatív értékével egyenlő. Fennáll tehát az alábbi két egyenlőség:

$$\left(\frac{\partial \bar{G}_k}{\partial T}\right) T_0 = -\bar{S}_k(T_0);$$

$$\left(\frac{\partial \bar{G}_f}{\partial T}\right)_{T_0} = -\bar{S}_f(T_0) \qquad (15)$$

(15)-ben $\bar{S}_k(T_0)$ és $\bar{S}_f(T_0)$ egy mól kristályos, illetve folyékony fém entrópiája az olvadáspont hőmérsékletén. (12) tehát (13), (14) és (15) figyelembevételével átalakítható:

$$\bar{G}_k - \bar{G}_f = [\bar{S}_f(T_0) - \bar{S}_k(T_0)]\,\Delta T \qquad (16)$$

A Clausius—Clapeyron egyenlet szerint:

$$\bar{S}_f(T_0) - \bar{S}_k(T_0) = \frac{L_p}{T_0}, \qquad (17)$$

ahol L_p a molekuláris olvadáshő. (17)-et a (16)-ba helyettesítve:

$$\bar{G}_k - \bar{G}_f = \frac{L_p}{T_0} \cdot \Delta T \qquad (18)$$

Helyettesítsük be (18)-at (10)-be, akkor r_{max}-ra olyan képletet kapunk, mely már számításra is alkalmas:

$$r_{max} = -\frac{2M \cdot T_0 \sigma}{\varrho \cdot L_p \cdot \Delta T} \qquad (19)$$

A ΔG_{max}-ot viszont úgy kapjuk, hogy (10)-et (6)-ba helyettesítjük. A (6)-os egyenlet egyszerűbben is írható. Utánszámítással azonnal meggyőződhetünk arról, hogy akár kockára, akár gömbre a térfogat a felülettel az alábbi módon fejezhető ki:

$$V = \frac{1}{3} f \cdot r \qquad (20)$$

(20) figyelembevételével:

$$\Delta G_{max} = \sigma \cdot f_{max} + \frac{1}{3} \cdot f_{max} \cdot r_{max} \cdot \frac{\varrho(\bar{G}_k - \bar{G}_f)}{M} =$$

$$= f_{max}\left[\sigma + \frac{1}{3} r_{max} \cdot \varrho \frac{\bar{G}_k - \bar{G}_f}{M}\right] \qquad (21)$$

(21)-be a (10)-et beírva ΔG_{max}-ra igen egyszerű kifejezést kapunk:

$$\Delta G_{max} =$$

$$= f_{max}\left[\sigma + \frac{1}{3} \cdot \frac{-2\sigma M}{\varrho(\bar{G}_k - \bar{G}_f)} \cdot \varrho \frac{\bar{G}_k - \bar{G}_f}{M}\right] =$$

$$= \frac{1}{3} \sigma f_{max} \qquad (22)$$

Ha a kristály felületének és a felületi feszültségnek szorzatát felületi energiának nevezzük, akkor (22) szavakban így fogalmazható meg: a kristálycsíra kialakulásához szükséges összes munka (termodinamikai potenciálváltozás) *a kristálycsíra felületi energiájának harmadrészével egyenlő.*

A 2. ábra *c* görbéjén levő *A* pontnak megfelelő csíra környezetével szemben instabilis egyensúlyban van. Állapotát változatlanul megtarthatja, de ha méretei akármilyen kicsivel nagyobbodnak (néhány újabb atomnak a csírához való csatlakozása folytán), akkor tovább folytatja növekedését, miközben ΔG csökken. Ha pedig méretei kisebbednek, az olvadékból lassan eltűnik. Ezt a jelenséget igen egyszerűen szemléltethetjük.

Képzeljük el, hogy 2. ábra *c* görbéjének megfelelő modellre az *A* pontban egy kis golyót helyezünk. Ha a modell sima, akkor a golyó egyensúlya instabilis, mert elvileg már végtelen kis erő hatására legördülhet a modellnek egyik, vagy másik szárán. A fémfürdőben keletkező, a 2. ábra *c* görbéjén levő *A* pontnak megfelelő csírákat ezért *egyensúlyi magok*nak nevezzük. A (19)-es egyenlet szerint az egyensúlyi magok lineáris mérete a túlhűtéssel fordítva arányos.

Példaképpen számítsuk ki a folyékony színvasban 10°-os túlhűtéskor keletkező egyensúlyi magok méretét.

A színvas idevonatkozó adatai:

molekulasúly
$$M = 55{,}84,$$

sűrűség
$$\varrho = 7{,}3\ \mathrm{g/cm^3},$$

olvadáspont
$$T_0 = 1801\ K°,$$

olvadáshő
$$L_p = 1{,}15 \cdot 10^{11}\ \mathrm{erg/g\ atom},$$

felületi feszültség (szilárd és folyékony vas között)
$$\sigma = 1000\ \mathrm{erg/cm^2}.$$

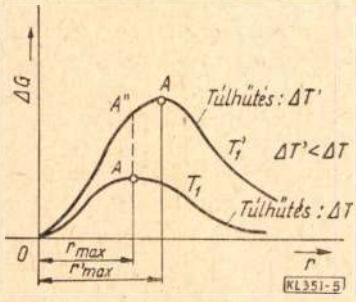
Ezekkel az adatokkal:

$$2 r_{max} = -2 \frac{2\sigma T_0 \cdot M}{L_p \Delta T \varrho} =$$

$$= 2 \frac{2 \cdot 1000 \cdot 1081 \cdot 55{,}84}{1{,}15 \cdot 10^{11} \cdot 10 \cdot 7{,}3} =$$

$$= 4{,}75 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{cm} = 0{,}475\ \mu$$

Az egyensúlyi magokkal kapcsolatban egy érdekes jelenségre utalunk. Legyen a fémolvadék hőmérséklete: T_1, a túlhűtés: ΔT, az egyensúly magok lineáris mérete: r_{max}. Hevítsük az olvadékot T_1' hőmérsékletre, de úgy, hogy T_1' kisebb legyen az olvadáspontnál. Most a túlhűtés $\Delta T' < \Delta T$. Az 5. ábra szerint ekkor a T_1' hőmérsékletű fémolvadékban a T_1 hőmérsékletű fürdő egyensúlyi magjai eltűnnek, mert az A pontban emelt merőleges a T_1' hőmérsékleten érvényes $\Delta G = \Delta G(r)$ görbét az A' maximumtól balra, az



5. ábra. A túlhűtés hatása az egyensúlyi magok méretére

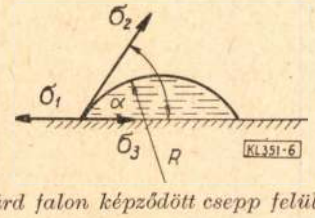
A'' pontban metszi. Kimondható tehát, hogy az erős túlhűtéskor keletkező egyensúlyi magok a fémolvadék hőmérsékletének növekedésével megsemmisülnek [2].

Az egyensúlyi magok kialakulásának valószínűségét először *Volmer* határozta meg [3]. Ez a valószínűség *Volmer* szerint

$$W = e^{-\frac{\Delta G_{max}}{kT}}, \qquad (23)$$

ahol ΔG_{max} az egyensúlyi mag keletkezéséhez szükséges termodinamikai potenciálváltozás, T a fémfürdő hőmérséklete, k pedig a Boltzmann-féle állandó. Volmer képlete sikerrel használható fel annak tisztázására, hogy az olvadékban jelenlevő szilárd szennyeződések a kristályosodás közben milyen szerepet játszanak.

Ennek vizsgálata előtt idézzünk röviden egy fontos fizikai törvényt. Ha szilárd testre folyadékcseppet ejtünk, akkor három különböző anyag érintkezik egymással, s így három felületi feszültség fordul elő: σ_1 a szilárd test és a levegő, σ_2 a folyadék és a levegő és σ_3 a szilárd test és a folyadék érintkezésénél. A σ_2 és σ_3, azaz a folyadék felületének érintő síkja és a szilárd test felszíne



6. ábra. Szilárd falon képződött csepp felületi feszültségei

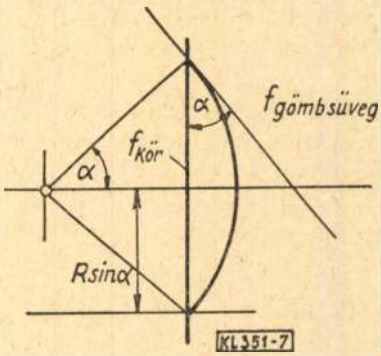
által alkotott α szöget határszögnek nevezzük. α nagyságát az a tény szabja meg, hogy a három felületi feszültségnek egymással egyensúlyban kell lennie (6. ábra).

$$\sigma_1 = \sigma_2 \cos\alpha + \sigma_3;$$

$$\cos\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_2}$$

α általában 0 és π között van. Ha $\sigma_1 = \sigma_2 + \sigma_3$, akkor $\cos\alpha = +1$, $\alpha = 0$; ha $\sigma_3 = \sigma_1 + \sigma_2$, akkor $\cos\alpha = -1$, $\alpha = \pi$. Az első esetben a folyadék teljesen szétfolyik a szilárd test felületén, a testet teljesen nedvesíti. A második esetben a szilárd test és a folyadék közé gázréteg húzódik, a csepp elszakad a szilárd test felületétől. Ilyenkor a folyadék egyáltalán nem nedvesíti a felületet.

Ezek után vizsgáljuk azt a legegyszerűbb esetet, amikor sík falon csepp alakban fémgőzök csapódnak le. A kapott eredmény felhasználható a fémolvadékban jelenlevő szilárd szennyeződések hatásának megitélésére. A 6. ábrán jelentse most



7. ábra. A felületi feszültségek egyensúlyában résztvevő felületek kiszámítása

σ_1 a fal és a gőztér, σ_2 a gőztér és a fémcsepp, σ_3 a fal és a fémcsepp érintkezésénél ébredő felületi feszültséget, R a fémcsepp görbületi sugarát. A σ_2 és σ_3 feszültségek által bezárt α határszög pedig elégítse ki az alábbi egyenlőtlenséget:

$$0 < \alpha < \pi$$

Ha a falon keletkező (lecsapódó) fémcsepp nagyságra nézve éppen az egyensúlyi magnak felel meg, akkor a létesítéséhez szükséges termodinamikai potenciálváltozás (22) alapján:

$$\Delta G_{max} = \frac{1}{3}(\sigma_3 - \sigma_1) f_{kör} + \frac{1}{3}\sigma_2 f_{gömbsüveg} \qquad (26)$$

A 7. ábra szerint:

$$f_{kör} = R^2 \sin^2\alpha\pi$$

$$f_{gömbsüveg} = 2R^2\pi(1 - \cos\alpha) \qquad (27)$$

(27) figyelembevételével:

$$\Delta G_{max} = \frac{1}{3}(\sigma_3 - \sigma_1) R^2 \sin^2\alpha\,\pi +$$

$$+ \frac{1}{3}\sigma_2 2R^2\pi(1 - \cos\alpha) \qquad (28)$$

(24)-ből:

$$(\sigma_3 - \sigma_1) = -\sigma_2 \cos\alpha,$$

ezt behelyettesítve:

$$\Delta G_{max} = -\frac{1}{3}R^2\pi\sin^2\alpha\cdot\cos\alpha\cdot\sigma_2 +$$

$$+ \frac{1}{3}2R^2\pi(1 - \cos\alpha)\sigma_2 =$$

$$= \frac{R^2\pi}{3}[2(1 - \cos\alpha) - \sin^2\alpha\cdot\cos\alpha]\sigma_2 \qquad (29)$$

Ha az egyensúlyi mag a gőztér belsejében képződik, a képződéshez

$$\Delta G'_{max} = \frac{4}{3} R^2 \pi \sigma_2 \qquad (30)$$

termodinamikai potenciálváltozás szükséges.

(29)-et (30)-cal összehasonlítva könnyen beláthatjuk, hogy

$$\Delta G_{max} < \Delta G'_{max}, \qquad (31)$$

mivel

$$[2\,(1 - \cos\alpha) - \sin^2\alpha \cdot \cos\alpha] < 4, \qquad (32)$$

feltéve, hogy $0 < \alpha < \pi$. Ebből pedig következik, hogy

$$\frac{-\Delta G_{max}}{e^{kT}} > \frac{-\Delta G'_{max}}{e^{kT}},$$

illetve

$$W > W' \qquad (33)$$

(33) szavakban azt fejezi ki, hogy az új fázis egyensúlyi magjai a falon nagyobb valószínűséggel képződnek, mint a gőztér belsejében. Fémolvadékban a fal szerepét a jelenlevő szilárd szennyeződések veszik át. A szennyeződések rendesen olyan elemek, illetve vegyületek, melyeknek olvadáspontja a fémnél nagyobb. Minden egyes szennyeződés egy-egy felület, mely az új fázis kialakulására serkentő erővel hat, és az egyensúlyi magok elsősorban ezeken képződnek. A felületi hatás az α határszögtől függ, annak csökkenésével nő.

Az elmondottakkal jól megmagyarázhatók az acéltuskókban létrejövő dúsulások [4].

Végül válaszoljunk arra a kérdésre, hogy a kialakult kristálycsíra milyen törvények szerint növekedik. Tételezzük fel, hogy a fémkristály már kifejlődött, és az olvadékkal egyensúlyban van. Ha a nyomás és a hőmérséklet állandó, akkor az egyensúly feltétele a termodinamikus potenciál minimuma [1]. Az előzőkből (4) tudjuk, hogy

$$d\,(G_{p,T}) = \sigma \cdot df,$$

ebből integrálással:

$$G_{p,T} = \iint_f \sigma \cdot df \qquad (34)$$

Legyen a kristálypoliédernek n lapja. Jelöljük a lapok felületét és az azokon keletkező felületi feszültségeket f_1, $f_2 \ldots f_i \ldots f_n$-nel, illetve σ_1, σ_2, $\ldots\sigma_i$, $\ldots\sigma_n$-nel. Ha az egyes kristálylapokon a felületi feszültség állandó, akkor az integrálás elvégzése után $G_{p,T}$-re az alábbi kifejezést kapjuk.

$$G_{p,T} = \sigma_1 f_1 + \sigma_2 f_2 + \ldots \sigma_i f_i \ldots \sigma_n f_n =$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \sigma_i f_i \qquad (35)$$

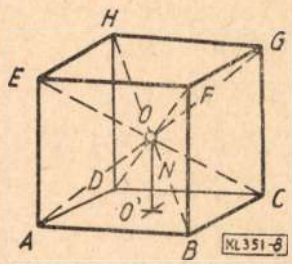
Az egyensúly feltétele pedig a következő lesz:

$$G_{p,T} = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i f_i =$$

$$= \sigma_1 f_1 + \sigma_2 f_2 + \ldots \sigma_i f_i \ldots \sigma_n f_n = \text{minimum} \qquad (36)$$

Az egyensúlyi állapothoz való közeledéskor (36) miatt azoknak a kristálylapoknak a felülete kisebbedik, amelyeken a felületi feszültség értéke nagy. Ha pedig a fémkristály az olvadékkal egyensúlyban van, akkor azok az oldalak a legkifejlettebbek, melyeken a felületi feszültség a legkisebb. Ez az úgynevezett Curie-elv. A Curie-elv a kristálylapok növekedésének fontos törvényszerűségéhez vezet.

Képzeljünk el egy fémkristályt saját olvadékában az egyensúly hőmérsékletén. A kristály alakja különbözzön a termodinamikai potenciál minimuma által meghatározott egyensúlyi alaktól. Ilyen esetben a kristály egyes határlapjain olvadás indul meg és a leolvadt anyag más lapokon kristályosodik ki mindaddig, míg a kristály tényleges egyensúlyi alakját fel nem veszi. Eközben a kristály tömege, illetve térfogata változatlan marad, különben teljes olvadás vagy kristályosodás következnék be, ami az egyensúlyi hőmérsékleten nem lehetséges.



8. ábra. Kockaalakúnak képzelt kristálycsíra felbontása közös középpontú gúlaseregre

Határozzuk meg a kristály 0 középpontját (8. ábra) és fektessünk a középponton át olyan síkokat, melyek a kristály élein mennek keresztül (pl. AOB sík). Ezek a síkok a kristályt, ha a határlapok száma n, n darab közös csúcspontú gúlára vágják szét. A gúlák csúcsa a kristály középpontja, alapjuk a kristály egy-egy lapja. Húzzuk meg a kristály középpontjából a határoló lapok N normálisát. A normálisok hossza az egyes gúlák magasságával egyenlő. Ha kristály növekedés közben önmagához hasonló marad, akkor a kristályt alkotó egyes gúlák is hasonlóak maradnak önmagukhoz. Ennek a feltételezésével bármelyik gúla alapjának, illetve a kristály bármelyik határlapjának területe — mint arról egyszerű számítással azonnal meggyőződhetünk — a megfelelő normális négyzetével arányos:

$$f_i = C_i N_i^2 \qquad (37)$$

A C_i arányossági tényező adott határlapra állandó, kristálylaponként azonban változik.

Az egész kristály térfogata egyenlő az egyes gúlák térfogatának összegével:

$$V = \sum_{i=1}^{n} \frac{f_i N_i}{3} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^{n} C_i N_i^3 \qquad (38)$$

A térfogat állandóságának követelménye (38) segítségével a

$$dV = \sum_{i=1}^{n} C_i N_i^2 dN_i = 0 \qquad (39)$$

egyenlettel fejezhető ki.

A Curie-elv (36) helyett (37) figyelembevételével még a

$$dG_{p,T} = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i \, df_i = 2 \sum_{i=1}^{n} C_i \sigma_i N_i \, dN_i = 0 \quad (40)$$

alakban is írható.

A Curie elvnek az előbb felírt alakja a térfogat állandóságot kifejező (40) egyenlettel azonban csak akkor egyeztethető össze, ha minden egyes összeadandóra, azaz bármelyik határlapra

$$N_i = C' \sigma_i, \quad (41)$$

ahol a C' arányossági tényező mindegyike határlapra azonos.

Azt kaptuk tehát, hogy a kristály határlapjaihoz tartozó normálisok hossza a megfelelő határlap fajlagos felületi energiájával (felületi feszültségével) arányos. Másrészről viszont azonnal belátható, hogy a normális hossza arányos a kristálynak a normális irányában mért kristályosodási sebességével v_{ni}-vel :

$$N_i = C_i'' v_{ni} \quad (42)$$

(41) és (42) egybevetéséből végül az következik, hogy :

$$v_{ni} = \overline{k} \cdot \sigma_i, \quad (43)$$

ami szavakban azt jelenti, hogy a különböző határlapok normálisainak irányában mért kristályosodási sebesség a határlapok fajlagos felületi energiájával, felületi feszültségével arányos.

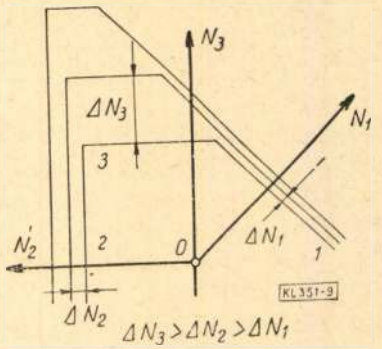
A 9. ábrán egy kristály három határlapját láthatjuk növekedésük különböző állapotában. Az egyes állapotok között eltelt idő egyenlő. Az 1. és 2. lap lasabban növekedett, a 3. lap azonban aránylag gyorsan nőtt, mivel

$$\Delta N_3 > \Delta N_2 > \Delta N_1.$$

Ez a tény viszont az előbbiek alapján arra enged következtetni, hogy

$$\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1,$$

azaz a 3. lapon a felületi feszültség a legnagyobb. A növekedés során a 3. lap rovására az 1. és 2. lap terjeszkedik, mert a termodinamikai potenciál minimumának elérése miatt annak a lapnak kell csökkennie, melyen σ értéke a legnagyobb.



9. ábra. A kristálylapok növekedési sebessége és a felületi feszültség közötti összefüggés

Összefoglalás

A termodinamika általános törvényeiből aránylag egyszerű módon kiszámítható a kristálycsírák mérete és a csírák kialakulásnak valószínűsége. A túlhűtött fémolvadékban keletkező csírák az olvadékban instabilis egyensúlyi állapotban vannak, és a fémfürdőben a hőmérséklet növelésével feloldódnak. Az olvadékban jelenlevő szilárd szennyeződések a kristálycsírák kialakulására serkentő erővel hatnak, a csírák elsősorban ezeken képződnek. A kristálycsíra úgy növekszik, hogy a kristálylapok normálisainak irányában mért kristályosodási sebesség a kristálylapokon keletkező felületi feszültséggel arányos. A kristály végleges alakját a Curie-elv határozza meg.

IRODALOM

[1] *G. Kortüm :* Einführung in die chemische Thermodynamik, Verlag : Teubner, 1950.

[2] *P. Bardenhauer :* Zur Frage der Primärkristallisation des Stahles. Mitt. K. W. I. XXI. 201—12. S.

[3] *Volmer :* Kinetik der Phasenbildung Verlag Teubner

[4] *Énekes, S. :* Dúsulási jelenségek nagyméretű acélöntecsekben. Az 1958. évi diósgyőri acélgyártó konferencián elhangzott előadás. Kohászati Lapok 1958. 12. sz.

[5] *Masing :* Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde, Springer Verlag 1950.

MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI HÍREK

A Dunai Vasmű acélművének fajlagos kokilla és tartozék fogyasztása az 1957. évihez képest mintegy felére csökkent. A kokillafogyasztás

1957 évi átlagban ..... 25,5 kg/t,
1958 I. n. é. ..... 13,7 kg/t,
1958 II. n. é. ..... 11,5 kg/t,
1958 III. n. é. ..... 10,0 kg/t acél volt.

A kokillafogyasztás ilyen jelentős csökkenése az 1957. évben alakult országos kokillabrigád működésének eredménye.

H. E.

*

A **Dunai Vasmű** IV. sz. Martin-kemencéjébe a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat saját tervezésű elgőzölögtető rendszerű hűtést épített be egy ajtókeret és egy vállgerenda hűtésére. A beépített kísérleti berendezés öthónapos kemencekampányon át minden üzemzavar nélkül kifogástalanul dolgozott. A két hűtőelem ez idő alatt 1700 t hat ata-s ipari gőzt termelt.

A kedvező eredmények alapján még ez év végéig a IV. sz. Martin-kemence valamennyi ajtókeretét és vállgerendáját elgőzölögtető hűtésre állítják át. Ugyanezen az elven a Dunai Vasmű többi, valamint fokozatosan valamennyi Martinkemencéjét 1960-ig a VKV át fogja építeni.

A külföldi vendégeknek bemutatott berendezés osztatlan elismerést hozott a VKV-nek s valószínű, hogy ezek alapján a berendezés exportálására is lesz lehetőség.

H. F.

Kohászati oxigéntermelő üzemek gazdaságossága

RADÁNYI GÉZA okl. gépészmérnök

D. K. : 661.93 : 669.003.1

Экономические вопросы металлургических кислородных станций

Wirtschaftlichkeitsfragen der Sauerstoffbetriebe im Hüttenwerken

Economic questions of metallurgical oxygen plants

Az oxigén nagy mennyiségben történő felhasználása a nagy ipari államok kohászatában a második világháború óta igen nagy jelentőségre tett szert. Így a legújabb adatok szerint [1] az Egyesült Államokban 1940-ben 0,8 m^3, 1945-ben 1,1 m^3, 1950-ben 1,4 m^3 oxigénfelhasználás esett 1 tonna acéltermelésre. Amint az oxigéntermelés fejlődésével 1955-ben és 56-ban az oxigén termelési költsége csökkent, az oxigénfelhasználás hirtelen 7 m^3/tonna acélra szökött fel és ez a számítások szerint 1960-ra előreláthatólag 17—22 m^3 oxigénre nő. Az oxigén használata az acélgyártáshoz főként azért kedvező, mert a tüzelésben elmarad a felesleges nitrogénballaszt és így magasabb hőmérséklet érhető el. Az acélgyártás folyamata meggyorsul, ami a meglevő berendezések termelését növeli.

A kohászatban az oxigént az alábbi területeken lehet felhasználni :

1. levegődúsításra a nagyolvasztókban,

2. Martin kemencében végzett finomításra, ahol az oxigén használata meggyorsítja a frissítést.

3. elektromos kemencében, ahol nemcsak a szén eltávolítását gyorsítja meg, hanem pl. a 8/18-as saválló acél gyártásakor lehetővé teszi a széntartalom csökkentését anélkül, hogy a salakban számottevő krómveszteséget okozna,

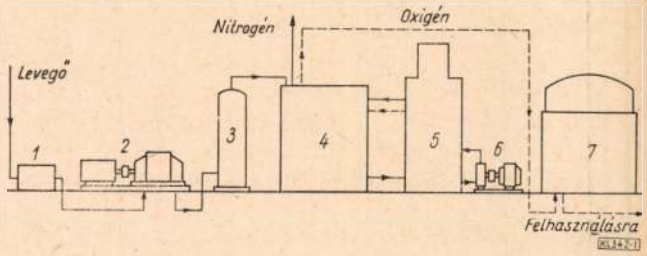
4. legfontosabb felhasználási területre azonban az újabban kikísérletezett és mindinkább elterjedő korszerű szélfrissítő eljárásokban az LD, Kalling- és rotoros oxigénes acélgyártási módszerekben tett szert,

5. általános célokra is használják, mint a legkülönbözőbb acélgyártmányok pl. bugák, tuskók, lemezek, rudak vágására, tisztítására, továbbá javítási, karbantartási munkákhoz, csapoló nyílások kiszúrásához stb.

Az acélipar céljára az oxigént a szükségletet bőségesen kielégítő mennyiségben, megbízható módon és olyan áron kell előállítani, hogy felhasználása gazdaságos legyen. Ez csak úgy érhető el, ha az oxigént napi több száz tonnás mennyiségben termelik, amire ma már megvan a lehetőség.

A felsorolt kohászati műveletek oxigénszükségletének termelésére mind mennyiség, mind minőség tekintetében különböző oxigéntermelő üzemtípusok tartoznak. Mielőtt gazdaságosságuk szempontjából érdemben foglalkoznánk, röviden berendezésüket és gyártástechnológiai folyamatukat ismertetjük.

Az oxigént nagy mennyiségben oly módon állítják elő, hogy a beszívott atmoszferikus levegőt 5—6 ata-ra sűrítve regeneratív hőkicserélőkön (regenerátorokon) vezetik át, ahol kellő hőfokra lehűl, és CO_2 és vízgőz tartalmától megtisztul. Innen közel a cseppfolyósodási hőfokra lehűtött levegő a rektifikáló oszlopba kerül, ahol cseppfolyós állapotba hozzák és ezt rektifikálva közel atmoszferikus nyomáson oxigénre és nitrogénre bontják. Ezek a hideg termékek a regenerátorokon áthaladva elvégzik a bejövő levegő megfelelő lehűtését, valamint felveszik a regenerátorokban visszamaradt levegőszennyeződéseket is. A folyamat hőegyensúlyának biztosítására az elkerülhetetlen sugárzási és tömítetlenségi hőveszteségeket expanziós géppel pótolják. A kikerülő oxigén megfelelő tárolóba kerül, ahonnan azután kellő nyomáson továbbítják felhasználási helyére. A nitrogént részben felhasználják, vagy teljes egészében visszajut a szabadba.



1. ábra. Oxigénüzem gépi elrendezésének vázlatos rajza

1. Levegő szűrő. 2. Turbokompresszor. 3. Vízhűtő. 4. Regenerátorok. 5. Levegőbontó-oszlop. 6. Expanziós turbina. 7. Gazometer

A fenti folyamatnak megfelelően az oxigénüzem gépi elrendezését az 1. ábra mutatja. A külső levegő egy porszűrőn (1) keresztül turbokompresszorba (2) jut, ahol 5—6 ata-ra sűrítik. A levegő sűrítésekor fejlődött meleget vízhűtő veszi fel. Innen az oxigén ill. a nitrogén regenerátorba (4) kerül, ahonnan megtisztítva és kb. 172 C°-ra lehűtve bekerül a levegőbontóba (5). A nyert oxigént gazométerbe (7) és tárolótartályokba vezetik.

Az oxigén gyártásában számottevő gazdasági előnyt, főképpen a nagy mennyiségek termelésével lehet elérni [2]. Ehhez járul, hogy nagy mennyiségben való előállításkor olyan különleges módszereket lehet alkalmazni, amelyek lehetővé teszik a költséges levegőtisztítási eljárások kiküszöbölését, amelyek a kisebb üzemekben el nem kerülhetők és a termelési költségeket számottevően megnövelik.

Régebben csak 85—95% oxigéntartalmú gázt termeltek. Az ilyen tisztaságú oxigén több különböző célra használható ugyan, de nem mindenre.

Az oxigénelőállítás fejlődésének legutóbbi eredményei azonban már lehetővé teszik a nagyon tiszta, 99,5%-os oxigén gazdaságos előállítását is.

Az oxigéngyártásra vonatkozó fenti rövid kitérés után vizsgáljuk meg azokat a szempontó-

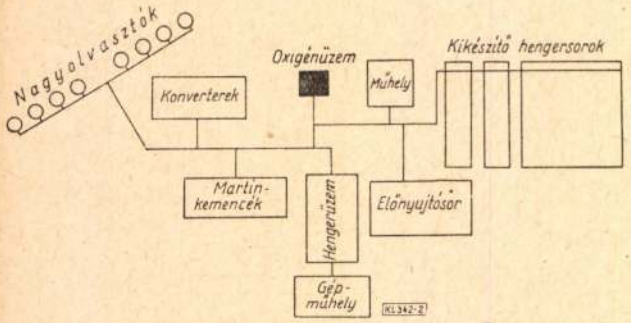
kat, amelyek az oxigén termelő üzem gazdaságosságára befolyással vannak. Ezek :

a) az üzem telepítése,

b) milyen kohászati műveletekre kell és milyen tisztaságban az oxigén.

c) az oxigénfelhasználás szabályozása és ellenőrzése.

Az *a)* pontra való tekintettel az üzem helyének megválasztása levegőtisztítása tekintében ma már nem olyan fontos mint régebben volt. Az ipartelepek levegőjében jelenlevő acetilén ugyanis, amely a levegőbontókban robbanást okozhatna, korszerű oxigénelőállító berendezésekben a gyártás folyamán teljesen eltávolítható olyan megfelelő tisztítási eljárással, mint pl. a szénhidrogének katalitikus oxidációs kivonásával, vagy szilikagél- adszorber használatával. Ma már inkább az a fontosabb, hogy az oxigénüzem a felhasználó üzemrészek közelében legyen, hogy az oxigén a legrövidebb úton jusson el a felhasználási helyére. Egy vas- és acélgyár oxigén-csőhálózata igen terjedelmes, amint azt a 2. ábra mutatja [3]. A több ezerméter hosszú és 150 mm ∅-ű fővezetéket 8—10 att-ra méretezik. Egyes üzemrészek, műhelyek és munkahelyek elosztó vezetékrendszere is igen bonyolult. Mivel az oxigénfogyasztás a műben nem egyenletes, hanem az időben igen változó és rendszertelen, a vezeték megtervezése alkalmával mindenegyes helyre a maximális szükségletet kell figyelembe venni. Viszont az oxigénüzem éjjel-nappal egyenletesen termel és így a nem egyenletes fogyasztás következtében időszakonként előálló oxigénfelesleget gáz- ill. cseppfolyós alakban tároló berendezésekben fogják fel, ahonnan csústerhelés alatt a többletszükségletet pótolhatják. Ilyen tárolóberendezéssel üzemzavar alatt az oxigénellátást továbbra is biztosítani tudják.



2. ábra. Oxigén csőhálózata

Az oxigénüzem gépi berendezése külön épületben nyer elhelyezést. Újabban nagy egységekhez a levegőbontót és a regenerátorokat, amelyek egy közös hőszigetelő anyaggal kitöltött lemezköpenyben vannak elhelyezve [4] és méretben a legtöbb helyet foglalják el, a szabadban állítják fel és csak a kompreszorok, vízhűtők és az elektromos berendezések vannak épületben elhelyezve. A kohóművek erősen szennyezett levegője miatt a korróziós jelenségeket megfelelően ki kell küszöbölni. A szabadban való elhelyezéssel 60—70%-os megtakarítás is elérhető az épületben való teljes elhelyezéshez képest.

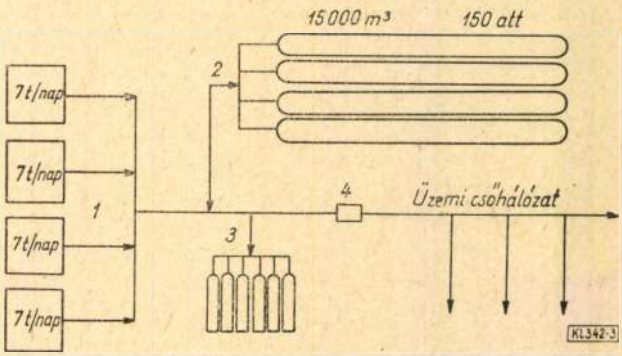
Az oxigén előállításához szükséges energia gazdaságosságának érdekében a konvertetek hulladékhőjének van jelentősége [5]. Az oxigénüzem levegő turbó-kompresszorának meghajtására szolgáló gőzturbinák 50 att és 450 C°-os gőze erre a célra kiválóan megfelel. Szükséges azonban, hogy a mű ingadozó szükséglete miatt a hulladékhőkazánt a többi gőzfogyasztó berendezéssel összekapcsolják.

Az oxigénüzem megfelelő méretezésére a *b)* pontban foglaltak megállapítása a legfontosabb feladat. Az oxigénellátás leggazdaságosabb módja az üzemszabta tényleges követelményektől függ. Az egységek számát az határozza meg, hogy a kérdéses műben az oxigént folyamatos vagy szakaszos üzemre használják-e fel. Ezeken kívül számításba kell venni az oxigénellátás megbízhatóságát és az oxigénüzem rugalmasságát. Ezeket figyelembe véve csak kényes műveletekhez több kisebb önálló egység, míg nem kényes műveletekhez egy nagy egység használata a gazdaságosabb.

Külföldön a kohóművekben az eddig kialakult gyakorlat szerint a fentiektől függően négyféle üzemtípus fejlődött ki [6].

Az első típusba tartozó oxigénüzemek ott használatosak, ahol kézi és gépi revétlenítéshez, hegesztéshez, vágáshoz valamint Martin-kemencékben frissítésre kell a 99,5%-os tisztaságú oxigén. E követelmények kényes jellege miatt folyamatos oxigénellátást csak úgy lehet biztosítani ha több oxigéntermelő egységet használnak.

Egy ilyen oxigénüzem, amint azt a 3. ábra mutatja ezért több egyenlő nagyságú, egymástól független levegőbontóból áll, amelyek az acélmű méretétől függően összesen napi 5—100 tonna oxigént szolgáltatnak. Egy-egy ilyen levegőbontó kapacitása 1—25 t között változik. A közvetlen felhasználásra nem kerülő oxigént 150 att-ig ter-



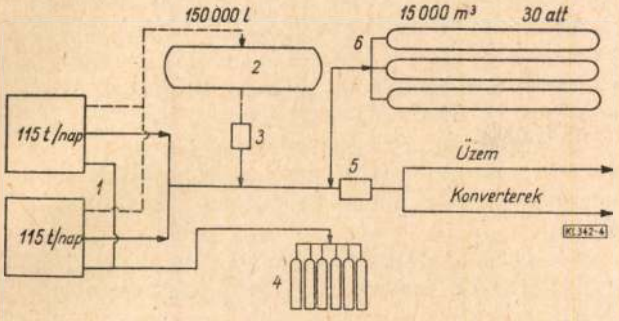
3. ábra. Első típusú oxigénüzem

1. Levegőbontók. 2. Gázállapotú oxigéntároló berendezés. 3. Hordozható acélpalackok. 4. Nyomásszabályozó

jedő nyomással a nagynyomású tárolócsőrendszerbe (2) nyomják, valamint azokba a hordozható acélpalackokba (3), amelyeket olyan üzemrészekben használnak fel, ahová nem ér az elosztó csőhálózat. A gázállapotú oxigén tárolása két célt szolgál : először a csúcsterhelések kielégítéséhez szükséges oxigénmennyiséget fogadják be, másod-

szor készenléti oxigénforrásként szolgál arra az esetre, ha valamelyik oxigénelőállító készülék karbantartásra vagy kiolvasztásra leáll.

A második típushoz tartozó oxigénüzem több szélfrissítő egységből álló acélmű ellátását folyamatosan biztosítja.



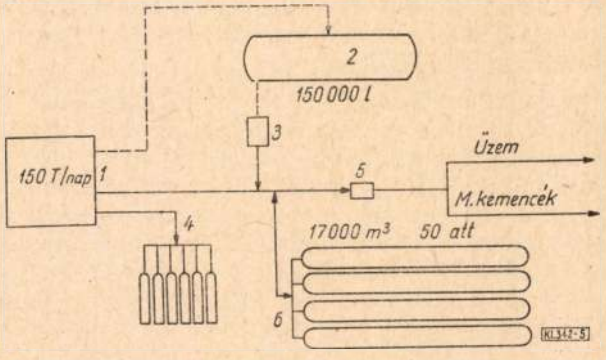
4. ábra. Második típusú oxigénüzem

1. Levegőbontók. 2. Cseppfolyós oxigéntároló berendezés. 3. Elpárologtató. 4. Hordozható acélpalackok. 5. Nyomásszabályozó. 6. Gázállapotú oxigéntároló berendezés

4. ábrán feltüntetett oxigénüzem két azonos és egymástól független levegőbontóból áll, amelyek mindegyike napi 100 tonna 99,5%-os oxigént termel. Ezenfelül gázállapotú és cseppfolyós oxigén tárolására is van lehetőség. A gázállapotú oxigént tároló berendezés arra szolgál, hogy a levegőbontók meghatározott állandó termelése mellett kiegyenlítse a váltakozó nagyságú fogyasztást. A cseppfolyós oxigént tároló berendezés pedig tartalékforrás arra az esetre, amikor az egyik levegőbontót karbantartásra vagy kiolvasztásra leállítják. A cseppfolyós oxigént tároló berendezés használata nagy mennyiségű oxigén tárolására igen gazdaságos. A tárolót a két levegőbontó rendes üzeme alatt a termelt cseppfolyós oxigén egy mellékáramából töltik meg. Az oxigénszivattyúk felhasználásával 150 att-ig oxigénpalackok is megtölthetők.

A harmadik típushoz tartozó oxigénüzemeket olyan acélművekben telepítik, ahol az eljárás fogyasztása szakaszos és nem okvetlenül szükséges a második típustól megkívánt folyamatosság biztosítása. Így itt, amint azt az 5. ábra is mutatja, egyetlen nagyteljesítményű levegőbontó használható, amely a mű nagyságának megfelelően napi 100—400 tonna 99,5%-os oxigént tud termelni.

A levegőbontó egy mellék cseppfolyós oxigénáramot is szolgáltat, amelyből a (2) tartalék tároló rendszert töltik fel. Mikor a levegőbontót karbantartásra vagy kiolvasztásra leállítják akkor a tárolt cseppfolyós oxigén elpárologtatása útján fedezni tudják a mű szükségletét. A fogyasztásban előálló mennyiségingadozások kiegyenlítésére közepes nyomású gázállapotú oxigént tároló berendezést használnak. A hordozható oxigénpalackok töltésére cseppfolyós oxigénszivattyúk szolgálnak.

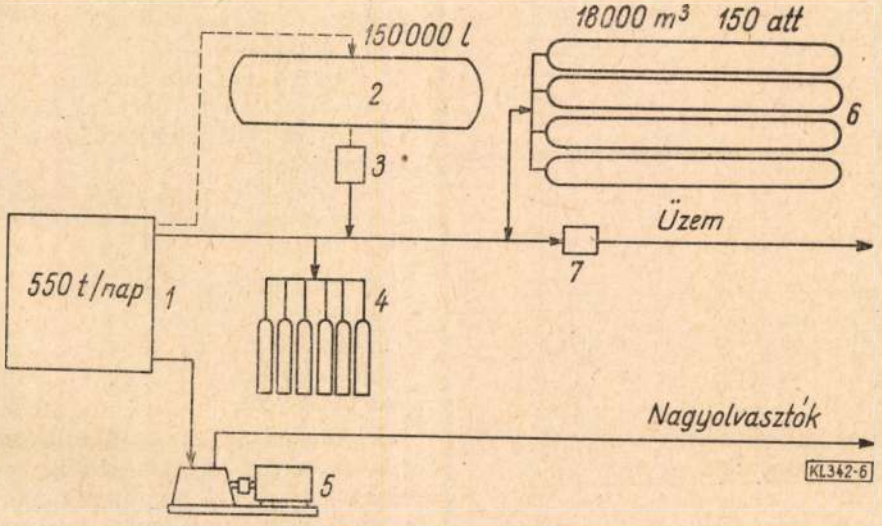


5. ábra. Harmadik típusú oxigénüzem

1. Levegőbontó. 2. Cseppfolyós oxigéntároló berendezés. 3. Elpárologtató. 4. Hordozható acélpalackok. 5. Nyomásszabályozó. 6. Gázállapotú oxigéntároló berendezés

Az oxigénüzemek negyedik típusa nagyolvasztók fúvólevegőjének dúsításához szolgáltat oxigént, amely 95%-os is lehet. Ebben az esetben a kényesebb folyamatokhoz egy kisebb rész nagytisztaságú oxigént a berendezés egy mellékfolyamatából nyerik.

A 6. ábra oxigénüzeme egyetlen nagyteljesítményű levegőbontóból áll, amelynek napi teljesítménye 500 tonna vagy ennél is több oxigén lehet. Ebben az esetben az oxigént kis nyomáson



6. ábra. Negyedik típusú oxigénüzem

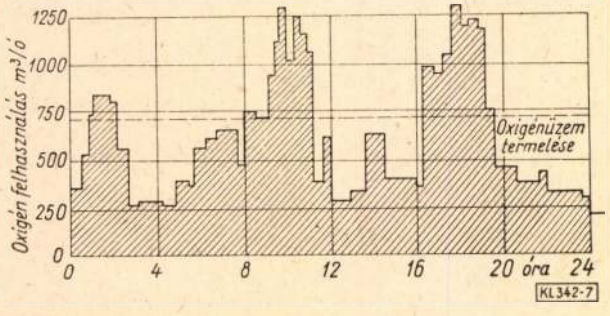
1. Levegőbontó. 2. Cseppfolyós oxigéntároló berendezés. 3. Elpárologtató. 4. Hordozható acélpalackok. 5. Fúvó. 6. Gázállapotú oxigéntároló berendezés. 7. Nyomásszabályozó

vezetik a nagyolvasztó fúvókáihoz. A nagytisztaságú oxigénszükségletet is ebből az egységből fedezik, mert a nagyteljesítményű levegőbontókat gazdaságosan meg lehet úgy építeni, hogy egy mellékfolyamattal az össztermelés 10—15%-ának megfelelő mennyiségű 99,5%-os oxigén is előállítható. Ha szükséges, egy első típusú nagytisztaságú kisegítő levegőbontót is lehet beállítani a mű kényes műveletei alkalmával fellépő ingadozások kiegyenlsúlyozására. Nagynyomású gázállapotú oxigént tároló berendezést is használnak a nagytisztaságú oxigénhez. A levegőbontó leállásakor a cseppfolyós oxigént tároló berendezés fedezi a kényes műveletek szükségleteit, míg a nagyolvasztó közönséges levegővel dolgozik tovább.

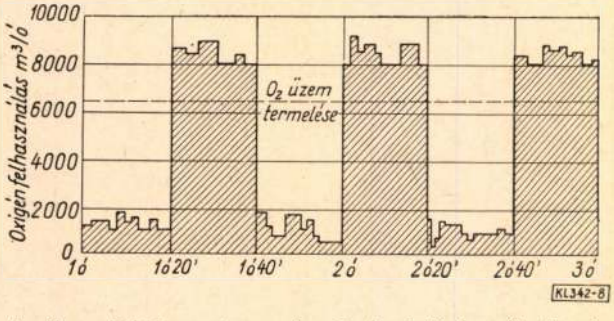
A fentiek után végül a *c)* pontban megemlített és az oxigénfelhasználás szabályozásáról, valamint ellenőrzéséről kell szólnunk.

Az egyes üzemrészek oxigénfelhasználásának folyamatos mérése és ellenőrzése a szabályozás szempontjából rendkívül fontos. A mérés kiterjed a hőmérséklet, a nyomás és az oxigénmennyiség, valamint a gázösszetétel megállapítására és regisztrálására. A mérőműszerek jelzik az üzemek felhasználásában jelentkező ingadozásokat és mérik a felhasznált mennyiségeket. Az oxigéngyártásában igen fontosak azok a diagramok, amelyek a teljes napi fogyasztást mutatják, mert egyúttal hasznos felvilágosítással szolgálnak a tárolás és tartaléküzem nagyságáról is [7].

A 7. ábra egy első típushoz tartozó kohóműtípikus oxigénfogyasztását mutatja nagytisztaságú oxigénből. Amikor a csőhálózat terhelése kisebb, mint a levegőbontók teljesítménye, a felesleget automatikusan a tároló berendezésbe töltik. Amikor a csőhálózat terhelése nagyobb, mint az oxigéntermelés kapacitása, a hiányt a tároló berendezésből pótolják. Természetesen a levegőbontók számát és kapacitását, valamint a tároló berendezés térfogatát úgy határozzák meg, hogy kielégítse az üzem oxigéncsúcsfogyasztásának igényeit és folyamatosan szolgáltasson oxigént, még akkor is, ha egy egység leáll.



7. ábra. Első típusú oxigénüzemmel bíró acélmű oxigénfogyasztásának görbéje



8. ábra. Két-konverteres elrendezéssel bíró acélmű második típushoz tartozó oxigénüzemének terhelési görbéje

A 8. ábra egy I.D rendszerű acélmű tipikus fogyasztását ábrázolja. A görbe mutatja a konverterfúvatás jellemzőit, amikor az oxigén be, ill. ki van kapcsolva. A szegletes diagram négyszögletes görbéinek tetején levő kisebb kiugrások, ill. mélyedések a normális oxigén felhasználást jelzik.

Korszerű oxigénüzemben a méréseket és szabályozásokat ma már elektronikus berendezések végzik.

Ha az előzőkben tárgyaltak alapján az oxigénüzem gazdaságosságát az oxigén termelési költsége szempontjából vizsgáljuk, kétségtelen, hogy ez a levegőbontók száma és nagysága szerint változik. Azokban az oxigénüzemekben, ahol több egység működik természetszerűleg nagyobb az oxigén fajlagos termelési költsége, mint az azonos kapacitású, egy vagy két nagyobb egységgel dolgozó üzemekben. A termelési költségre az oxigén tisztasági fokának is van befolyása. A 95%-os tisztaságú oxigén előállítási költsége kisebb mint a 99,5%-osé. Azonban itt is adódnak különféle meggondolások. Így pl. noha a Martinkemencékhez 99,5%-osnál kisebb tisztaságú oxigén is használható, előnyösebb a lehető legnagyobb tisztaságú oxigén előállítása, hogy növelhető legyen az ellátás rugalmassága és hogy ne legyen szükség két különálló elosztó csőhálózatra. A tapasztalatok szerint kb. 5—8% beruházási költségtöbblettel jár olyan levegőbontó építése, amely 99,5%-os tisztaságú oxigént ad, a 95%-os oxigént előállító levegőbontó építési költségeivel szemben. Ez a költségtöbblet az oxigén árának 3—4%-os növekedését okozza.

Nagyolvasztók részére rendkívül olcsó oxigént úgy lehet biztosítani, hogyha egyetlen egységet telepítenek a mennyiségi igények 95%-os tisztaságú oxigénnel való kielégítésére. Továbbá, ha nincs szükség túlterhelhetőségre, az oxigént az atmoszferikus nyomásnál csak kissé nagyobb nyomáson szolgáltatják. Ez csökkenti a fajlagos energiaszükségletet.

Külföldi adatok szerint az oxigén termelési költségében az alábbi tényezők jönnek számításba :

elektromos vagy hőenergia,
hűtővíz,
munkabér,
karbantartás.
amortizáció.

A karbantartás az újabb amerikai adatok szerint évenként az oxigénüzem beruházási költségeinek 1,5%-a [8]. Az amortizáció 15 évi elértéktelenedést véve figyelembe, kamattal, biztosítással stb. évenként a beruházási költség 12%-át teszi ki.

Természetesen a kérdéses üzem egyes tényezőinek költsége függ attól, hogy milyen az illető kohómű ellátási lehetősége és milyenek a munkaviszonyok. Ez területenként és országonként más és más lehet és ezért egységes, pontos árelemzés nem végezhető.

Egy negyedik típusú 500 tonna napi teljesítményű oxigénüzem tonnánkinti termelési költsége pl. az alábbi : [9]

energia	3,07 dollár,
hűtővíz	0,12 dollár,
munkabér	0,27 dollár
karbantartás	0,23 dollár,
amortizáció	1,81 dollár
	5,50 dollár/tonna oxigén.

A termelési költségben az egyes típusok közötti különbség a következőkben tűnik ki [9].

Első típushoz tartozó műben a kényes műveletekhez szükséges nagytisztaágú oxigénellátást folyamatosan fenn kell tartani. Ezt mint láttuk több egységgel érik el, amelyek nyomás alatti felhasználásra és tárolásra nagy tisztaságú oxigént szolgáltatnak. Az oxigén termelési költsége, beleértve az acélpalackokba töltött oxigénét is, kb 26,— dollár tonnánkint olyan egységgel, amelynek kapacitása napi 7 tonna ; ez a költség kb. 14,50 dollárig csökken napi 100 tonnás kapacitásig.

A második típussal az oxigént kényes műveletekhez és oxigénes szélfrissítéshez nagytisztaságban állítják elő. Az oxigénellátásnak itt is folyamatosnak kell lennie. Ezt két egységgel és gáz állapotú oxigént tároló berendezéssel, valamint egy nagytérfogatú cseppfolyós oxigént tároló berendezéssel biztosítják. A teljes költség a napi 100 tonna kapacitás tonnánként 13,20 dollárjától, a napi 400 tonna kapacitás 9,00 dollárjáig változhat.

A harmadik típusú mű oxigénüzeme egy egységből áll, amelyhez nagy térfogatú cseppfolyós oxigént tároló berendezés tartozik, amely akkor is kielégíti az acélmű igényeit, amikor a levegőbontó nincs üzemben. Az oxigén teljes költsége, beleértve az acélpalackokba töltött oxigént is 100 és 400 tonna napi kapacitás között 11,60 dollártól 9,00 dollárig változhat tonnánként.

A negyedik típussal az oxigén termelési költsége nem kényes műveletekhez a termelt 95%-os tisztaságú oxigénre vonatkozik, amikor is a készenléti oxigénre nincs szükség, (mint pl. nagyolvasztók fúvószelének dúsításához). Az oxigénüzem egyetlen nagy egységből áll, ami egy bizonyos mennyiségű nagytisztaságú oxigént is képes előállítani. Az oxigén teljes termelési költsége, beleértve a 10% nagytisztaságú oxigént is, amelyet a levegőbontó mellékesen termel, napi 200 tonna kapacitás mellett 7,2 dollár és napi 800 tonna kapacitás mellett 5,00 dollár.

A fentieket röviden összefoglalva láthatjuk, hogy mielőtt meghatároznánk egy berendezés méreteit, alaposan tanulmányoznunk kell a kérdéses acélmű oxigénigényét, hogy megfelelő nagyságú és számú oxigénelőállító egységeket és tárolóberendezéseket válasszunk.

IRODALOM

[1] *A. E. Steel—D. E. Cummings :* Iron and Steel Engineer. June 1957.
[2] *R. E. Doré :* Iron and Coal Review Sept. 1955.
[3] *Gleen O. Carter :* Iron and Steel Engineer. June 1954.
[4] Tonnage Oxigen. Iron and Steel. Sept. 1956.
[5] *Dr. Ing. A. Vacek :* Gas, Wasser, Wärme Sept. 1955.
[6] *A. E. Steel—D. E. Cummings :* Iron and Steel Engineer. June 1957.
[7] *Gleen O. Carter :* Iron and Steel Engineer. June 1954.
[8] What Price Tonnage Oxygen ? Chemical Engineering. July 1951.
[9] *A. E. Steele—D. E. Cunnings :* Iron and Steel Engineer. June 1957.

EGYETEMI HÍREK

Dr. Horváth Zoltán tanszékvezető, egyetemi tanár, dékán, november 13-án Nagytétényben a KGM Vaskohászati Igazgatósága által szervezett Mérnöki Továbbképző előadássorozatának keretében, „Fémkohászati kérdések termodinamikai vizsgálata" címmel előadást tartott.

*

A Tüzeléstani Tanszék rendezésében, Farkas Ottóné tanársegéd vezetésével, a III. éves nappali, valamint a IV. éves levelező kohómérnökhallgatók a Fővárosi Gázművek óbudai gázgyárában október 25-én tanulmányi kirándulást tettek.

*

A Kohómérnöki Karon ez év tavaszán kiírt pályázati felhívásra 11 pályamunka érkezett. A szaktanszékek véleménye alapján a Dékán 3 dolgozatot I. díjjal (500,— Ft), 3-at II. díjjal (300,— Ft) és 2-t III. díjjal (200 Ft) jutalmazott. A pályamunkák közül kiemelkedik Tamás I.—Tóth M. „Törpekohó" jeligéjű és Wéber J.-né „Temperöntés" jeligéjű dolgozata.

*

A Kohóipari Gazdasági Mérnöki Szak új első évfolyama — a Népszabadság 1958. novemberben adott tájékoztatásától eltérően — csak 1959. szeptember 1-én indul. A szakra csak kohómérnöki oklevéllel rendelkezők jelentkezhetnek. A jelentkezés határidejéről és körülményeiről 1959 tavaszán, a napilapok útján kapnak tájékoztatást az érdeklődők.

*

A Kohómérnöki Kar Tanszékei most dolgoznak a Tanszékek történetének megírásán. Ezzel kapcsolatban kérjük mindazokat, akiknek valamely tanszék történetébe vágó adat áll rendelkezésre, vagy valamely tanszék történetének némely szakaszáról tudomásuk van, hogy azt legyenek szívesek a Kohómérnöki Kar rendelkezésére bocsájtani.

*

Az Elnöki Tanács Tájékoztatási Irodájának munkatársa kíséretében D. P. Garjunov, a Pravda helyettes főszerkesztője, S. P. Szamakoljev a Mezsdunarodnaja Zsizsny helyettes főszerkesztője, A. A. Miljajev az SzKP KB agit. prop. oszt. munkatársa és I. N. Csernakov a szovjet nagykövetség első tanácsosa, novemberben

Váltóáramú mágneses szeparátor

VISNYOVSZKY LÁSZLÓ a műszaki tudományok kandidátusa

D. K. : 622.7 : 669.928.8

Магнитный сепаратор переменного тока

Magnetischer-Wechselstrom Separator

Alternating current-magnetic separator

Az ércek előkészítéséhez, fémtartalmuk dúsítására már kb. 150 éve használják a mágneses szeparálást. Az utóbbi 30 év során a mágneses szeparálás, különösen vasércek dúsítására, egyre nagyobb jelentőségre tett szert és ma ez a vasércdúsítás egyik legfontosabb módszere, újabban vasporgyártásban, továbbá vetőmag tisztításban is nagy szerephez jutott.

A mágneses szeparálás azon alapszik, hogy az ásványok egymástól eltérő permeabilitásúak lévén, a mágnes jobban, vagy kevésbé vonzza őket. Eredményes szeparálás előfeltétele az, hogy a különböző mágneses tulajdonságú szemcsék egymással ne legyenek összenőve, egymástól szabadon álljanak. A szeparálás sikerét főképpen három tényező befolyásolja :

1. a permeabilitás mértéke
2. a szemcsék nagysága
3. a szeparálásra kerülő részek mennyiségének viszonya.

Durva, kb. 3 mm-nél nagyobb szemcsékre döntő tényező a permeabilitás, a 3 mm-nél finomabb szemcséjű anyagok szeparálásakor azonban a permeabilitás mellett más tényezők is közrejátszanak abban, hogy a mágneses szemcsék tökéletesen kiválaszthatók-e.

A különféle anyagok permeabilitásának értékei a következők :

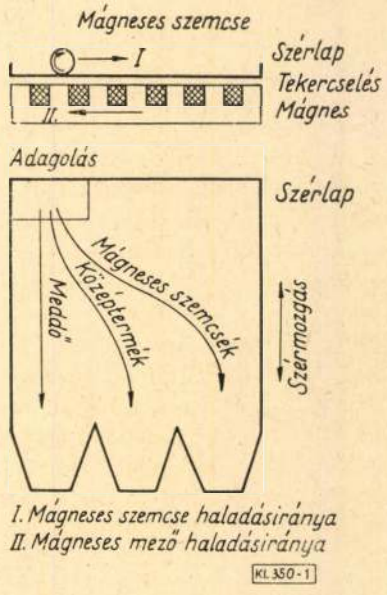
fém Fe	100,00	sziderit	1,82
magnetit	40,18	hematit	1,32
franklinit	35,38	kvarz	0,37
ilmenit	24,70	pirit	0,24
pirhotin.....	6,69	galenit	0,04

Durvaszemcsés anyagok jól szétválaszthatók a közismert egyenáramú és a permanens mágnesekkel működő szeparátorokkal pl. a száraz dobszeparátorokkal. A 0,3—3 mm szemnagyságú anyagokkal már nehézség lép fel amiatt, hogy a mágneses mező hatására az apró szemcsékből mágneses láncolatok keletkeznek, amelyekben a mágneses szemcsék közé nem mágneses meddő részek is beékelődnek. A meddő részek kiszabadítása ilyen szemcsenagyságú láncolatból megoldható úgy, hogy a szeparálást vízben végezzük. Megfelelő vízáram ugyanis a nem mágneses szemcséket ki tudja mosni a mágnes által összetartott láncolatból. A 0,3 mm-nél finomabb anyagokkal már ez az eljárás sem vezet eredményre, mert itt a szemcsék között fellépő adhéziós erő is összetapasztja a meddő és mágneses részeket.

0,3 mm-nél finomabb anyagok jó szétválasztását csak akkor lehet elérni, ha valamilyen módon sikerül a mágneses és nem mágneses részecskéket a szeparálás folyamán irány és intenzitás szempontjából különböző mozgásra kényszeríteni és így megakadályozni a mágneses láncolatok keletkezését. Ez a következőképpen érhető el :

Ismeretes, hogy megfelelően tekercselt fix helyzetű 3 fázisú primer mágneses armatúra forgómágneses-mezőt létesít és az ebbe a mezőbe helyezett mágnesezhető szemcse saját tengelye körül a mező mozgásával azonos irányú forgómozgást végez. A szemcsék állandó forgása következtében mágneses láncolatok nem képződhetnek és az adhéziós erőt, amellyel a finom, nem mágneses por a szemcsékhez tapad, a gyors forgás centrifugális ereje kiegyenlíti, a meddő szemcsék tehát könnyen leválnak a mágnesesekről.

Gyakorlati kivitelkor, ha a primer mágneses armatúrát sík lapnak képezzük ki, amely felett vagy alatt folyamatosan vándoroltatjuk a szeparálandó anyagot, a mágneses mező hatására a



1. ábra. A mágneses-szér működési elve

mágnesezhető szemcsék gyors forgásba jönnek. Ez a forgás a hordozó közeghez való súrlódás következtében gördülő mozgássá alakul és a mágnesezhető szemcsék a szállítás irányára merőlegesen oldalirányban kivándorolnak a meddő közül, mivel ezekre a mágneses mező nem hat (1. ábra). A szeparálandó anyagot folyamatosan szállító közegnek igen alkalmas egy lökött szérlap. Az így kialakított szeparátor (2. ábra) tehát elvileg az ércdúsításhoz használatos lökött szér és mágneses szeparátor kombinációja, vagyis mágneses szérnek is tekinthető. (VI—148. sz. magyar szabadalom).

A mágneses szér előnyei az ismert szeparátorokkal szemben :

1. Nincs szükség egyenáramra, mert a mágneses mezőt 3 fázisú váltóáram létesíti.

2. ábra. Laboratóriumi mágneses szér

2. A dúsított termék tisztább, mint bármely más szeparátorral.

3. Egészen finom porszerű anyagokat is jó hatásfokkal szeparálja, segítségével szuper-koncentrátumok is előállíthatók, amire pl. a vasszivacsból való vasporgyártáshoz van szükség.

Fenti elv alapján szerkesztett forgómezős mágneses szeparátor három részből áll :

1. mágnestömb,
2. szérlap,
3. adagoló szerkezet.

A mágnestömb vasmagja a szokásos transzformátor-, illetve dinamólemezekből áll. Egy laboratóriumi célokra szolgáló szeparátor összeszerelt tömbjének mérete 350×240 mm. Súlya 28 kg.

A mágneses mező erőssége a feszültség változtatásával tág határok között változtatható. Ha a feszültség állandó, a mező erősségét úgy csökkenthetjük, hogy a mágnestömbre a szérlap alá 0,5 mm vastag dinamólemez csíkokat teszünk. Ugyanezt a hatást érhetjük el a szérlap emelésével, vagyis a mágnestömb és a szérlap közötti távolság növelésével.

A szérlap alumínium, vagy rézlemezből készítendő, de készülhet valamely szigetelő anyagból (eternit, prespán stb.) is. Ebben az esetben a mágneses mező erősségének maximuma kihasználható. A szérlap végén három terelőlemez van a különböző permeabilitású anyagok elkülönítésére.

A szérlap rugóval van a mágnestömbhöz függesztve, mozgatását motor végzi, lökött szérekhez hasonló szerkezettel.

A mágnestömb és szérlap a vízszinteshez képest billenthető, hogy a tálcán mozgó anyag haladási sebessége tetszés szerinti értékére legyen beállítható. A billentés emelőkar segítségével történik. A mágnestömb és a vele egybeépített szérlap szögvasból összeállított állványon, csapágyakon nyugszik.

A szeparálás sikere érdekében lényeges, hogy a szeparálandó anyag vékony rétegben egyenletesen terüljön el a szérlapon. Erre a célra bármilyen szerkezetű folyamatos adagoló megfelel (dob, szalag, stb.). Az adagolást nem a szérlap teljes szélességében, hanem annak csak kb. ¼-ében kell végezni, hogy a meddő vékony sávban vonuljon végig a szérlapon.

Fenti mágneses szérrel végzett szeparálás eredményei :

Érminőség	Az érc eredeti Fe tartalma %	A dúsított érc Fe%	
		Szokványos szeparátoron	Találmány szerinti szep.
Rudabányai pörkölt érc	27	34	45
Nagyolvasztói szállópor	42	48	60
Bauxit	13,5	26	30,4
Szénportüzelés pernyéje	7,2	30	37
Perkupai szerpentin ...	4,7	30,5	40
Vaspor (vasszivacsból)	95,0	97,0	99,2

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Január 1-én 90 éve (1869) jelent meg a *Természettudományi Közlöny* első száma (Szerkesztette: Szily Kálmán).

1-én 65 éve (1894) halt meg H. HERTZ német fizikus (szül. 1857), aki elsőnek hozott létre hosszúhullámú elektromágneses hullámokat.

4-én 115 éve (1844) született LENGYEL BÉLA vegyész, a kísérleti kémia egyik magyar úttörője.

5-én 190 éve (1769) kapta meg J. WATT (1736—1819) 913. sz. alatt gőzgépe szabadalmát.

7-én 125 éve (1834) született J. Ph. REIS német fizikus (megh. 1874), a telefon egyik úttörője.

7-én 120 éve (1839) mutatta be D. ARAGO francia fizikus (1786—1853) L. J. M. DAGUERRE francia festő (1789—1851) foto eljárását.

10-én 130 éve (1829) született WEIN JÁNOS mérnök (megh. 1908), a fővárosi Vízművek első műszaki vezetője.

23-án 225 éve (1734) született KEMPELEN Farkas (megh. 1804), a XVIII. század egyik jelentős magyar tudósa és feltalálója.

Az eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR szakanyagában. (Bp. VIII., Múzeum u. 17.)

Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336-307.

Edzés, beedzés, átedzés

SZOMBATFALVY ÁRPÁD (Vasipari Kutató Intézet)

D. K. : 621.785

E cikk megírása azért vált szükségessé, mert már több esetben zavart okozott egyes hőkezelési szakkifejezések helytelen használata.

Az utóbbi években megjelent szakirodalomból is az tűnik ki, hogy az acélok edzésével kapcsolatos terminológia nem egységes. Egyes fogalmakat különbözőképpen neveznek, vagy egyes elnevezések értelmezése nem azonos. Ez mind a magyar, mind a németnyelvű irodalomra vonatkozik.

Oka abban kereshető, hogy a tudományos alapokra fektetett hőkezelés aránylag új iparág. Bár a hőkezelés egyes fajtáit két-háromezer év óta ismeri az emberiség : a szerszámokat, fegyvereket a régi kovácsok kitűnően tudták edzeni, cementálni, azonban a hőkezelési folyamatok lényegével nem voltak tisztában, a műveleteket pusztán tapasztalatok alapján, empirikusan végezték. Állíthatjuk, hogy a hőkezelés valódi jelentőségét és a folyamatok magyarázatát csak az utóbbi három évtizedben ismerték fel és csak újabban fejlesztették ki azokat a berendezéseket, amelyeknek segítségével lehetővé válik a céltudatos hőkezelések elvégzése.

Különösen az edzéssel kapcsolatos fogalmak elnevezése és ezek használata tisztázatlan és nem egységes. Nem szoktak különbséget tenni az *edzés* és *beedzés* szavak között, ezeket általában ugyanannak a fogalomnak jelölésére használják. Gyakran felcserélik a *beedzés* és *átedzés* kifejezéseket ; ezenkívül hallunk és olvasunk *beedzésről, megedzésről* is. Az *edzhetőség* definíciója szabványokban és szakkönyvekben megtalálható, de nincsen definiálva, hogy *átedzhetőség, beedződés* alatt mit kell érteni, pedig nyilvánvaló, hogy ezek mást jelentenek.

A németnyelvű szakirodalomból is az tűnik ki, hogy az edzéssel kapcsolatos szóhasználat nem egységes.

A Härterei-Technische Mitteilungen 1949-ben megjelent kötetében *Prof. Riebensahm* részletesen foglalkozik a hőkezelés terminológiájával, megjegyezvén, hogy az elnevezések tisztázását és a fogalmak definícióját igen fontosnak és sürgősnek tartja. Heves viták olvashatók a „Schweizer Archiv" 1952. évfolyamában, a *Härtbarkeit, Härtbarheit, Härtevermögen, Härtungsvermögen, Maximalhärtbarkeit, Durchhärtbarkeit* szavak jelentéséről és helyességéről. — A Werkstoff-Handbuch 3. kiadása részletesen foglalkozik az edzhetőség kérdésével ; az ott leszögezett terminológiát használja utóbbi időben a német szakirodalom.

A Magyar Szabványok 4381—55 R számú lapja ismerteti a hőkezeléssel kapcsolatos fogalmakat és elnevezéseket, azonban több részletre nem tér ki. Ezért szükségesnek tartom az itt közölt meghatározások kiegészítését és ezek indokolását.

*Edzhetőség*nek nevezzük a vasötvözeteknek azt a tulajdonságát, hogy ausztenites állapotból lehűtve, keménységük a lágyított állapothoz képest jelentősen megnő. *Edzhető* az a vasötvözet, amelyik a leírt módon keményíthető. Edzéssel martenzites szövetszerkezetet kapunk. Megjegyzendő, hogy a magyar „*edzés*" szó eredetileg két műveletet jelentett : egy martenzites hűtést és egy ezt követő kishőfokú megeresztést, aminek eredménye kemény, de aránylag szívós szövetszerkezet. A szerszámokat, fegyvereket sohasem használták fel martenzitesre edzett állapotban, hanem mindig megeresztették. A martenzites hűtést követő megeresztést annyira magától értetődőnek tartották, hogy nem is nevezték meg külön. Az edzésnek ez az értelmezése egyes üzemekben helyi szokásként mindmáig megmaradt. Ezért eredetileg nem azonosítható teljesen a *das Härten* és a *the hardening* szavakkal. Minthogy a martenzites lehűtésre a magyar nyelvben nincs külön szó, a martenzites hűtést edzésnek nevezzük. Talán helyesebb volna a fogalom megjelölésére a *martenzitesítést* használni, ez azonban szokatlan, emiatt idegenkedünk tőle.

Az edzett tárgy keménysége főleg két tényezőtől : a martenzit *keménységétől* és a martenzit *mennyiségétől* függ. A martenzit keménységét széntartalma határozza meg, az egyéb tényezők (ötvözők, a hűtés körülményei) alig befolyásolják. Edzéskor mindig arra törekszünk, hogy 100%-os martenzites szövetszerkezetet kapjunk, mert a legkedvezőbb mechanikai tulajdonságok csak ebben az esetben biztosíthatók. Az ilyen edzést *tökéletes* (tiszta martenzites) edzésnek nevezzük. Ennek két feltétele van : ausztenites állapotban a ferritnek tökéletesen oldódnia kell, és homogén ausztenitnek kell kialakulnia, továbbá a lehűlési sebesség nagyobb kell legyen a kritikusnál. Hipereutoktoidos acélokban nem törekszünk tiszta ausztenites oldásra, itt megengedhetők, sőt kívánatosak a szemcsés karbidok, egyrészt, mert ezek nem rontják a szilárdsági tulajdonságokat, másrészt pedig teljes oldásukhoz olyan nagy hőfok szükséges, ami a szemcséket káros mértékben eldurvítja. E karbidok oldása által a maradék ausztenit mennyisége is növekedne, ami a keménység csökkenésében nyilvánul meg.

Ha a munkadarabot nem tudjuk a fenti feltételeknek megfelelően edzeni, a martenziten kívül ferrit, esetleg perlit is képződik. Ha a martenzit *mennyisége* nem éri el a 100%-ot, csökken az acél keménysége és szilárdsága, de különösen az ütőmunkája és a kifáradási határa. Az edzett acél keménységét némileg a martenzit mellett jelenlevő egyéb szövetelemek minősége is befolyásolja: a ferrit HB keménysége gyengén ötvözött acélokban 100 kg/mm², erősen ötvözött acélokban 120 kg/mm² körüli érték ; a perlit keménysége 270 kg/mm² körül van, ami nem tekinthető lényegesnek, ha figyelembevesszük a martenzit jóval nagyobb keménységét. Lényeges keménységfokozó hatásuk csupán a karbidoknak van, ame-

lyek az edzett acélok keménységét 2—3 RC. egységgel is növelhetik.

Az ötvözetlen acéloknak nagy a kritikus lehűlési sebessége. Nagyobb szelvényeket viszont nem tudunk a kritikusnál nagyobb sebességgel hűteni, ezért nem kapunk 100%-os martenzitet és a mag a felületnél jóval lágyabb lesz. Az ilyen munkadarab *nem edződik át. Átedzhetőnek* nevezzük azt a vasötvözetet, amelynek meghatározott szelvénymérete edzés után magjában is 100% martenzitet tartalmaz. Minthogy ezt a feltételt a gyakorlatban igen nehéz betartani, meg szoktak engedni néhány % egyéb szövetelemet a martenziten kívül. *Kubasta* szerint az *átedzhetőség (Durchhärtungsgrenze)* azzal az átmérővel jellemezhető, amelynek magja edzés után 5%-kal lágyabb, mint a felülete.

Az átedzhetőség mérőszámaként *Grossmann* a *kritikus átmérőt* használja: azt az átmérőt, amelynek magja 50% martenzitet tartalmaz. A kritikus átmérő igen alkalmasnak bizonyult az edzhetőség jellemzésére és különböző acélok összehasonlítására. Olyankor azonban nem használható, ha a munkadarabot igénybevétele folytán teljesen át kell edzeni.

Az acél edzhetőségére igen jellemző és a gyakorlatban jól bevált az *edzési mélység*, ami a *Jominy*-próbatesten mérhető és mm-ben fejezhető ki. Azt a mélységet jelenti, amelyben a keménység a felület keménységével azonos.

A vasötvözetek átedzhetősége, edzési mélysége az ötvözőktől, elsősorban a széntől, mangántól, molibdéntől, krómtól függ, ezenkívül az ausztenit-szemcsék mérete is befolyásolja: a durvább szemcséjű acélok mélyebbre edződnek. Nagy jelentősége van még egész sor egyéb, kellően nem tanulmányozott tényezőnek, mint pl. kismennyiségű, rendszerint nem vizsgált elemek (nyomelemek) jelenléte, különféle metallurgiai tényezők hatása: adagvezetés, a kemence fajtája, dezoxidálás stb. Figyelembe kell venni ezenkívül az edzés hőmérsékletét és a hűtőközeg hatását, amelyek szintén befolyásolják az edzés mélységét.

A fentiek alapján fogadjuk el, hogy az *edzhetőség mérőszáma a keménység*, ami 100%-os martenzites edzéssel áll elő. *Az edzhetőség az acél széntartalmától függ, az egyéb ötvözők befolyása elhanyagolható.* A „Maximalhärtbarkeit", „Aufhärtbarkeit", „Härtevermögen", „Intensity of hardening" szavakat célszerű az *edzhetőséggel* fordítani, miután ez fedi leginkább a fogalmat és ezek szószerinti fordítása (feledzhetőség, edzés erőssége) szokatlan.

Az *edzhetőség* szót ne használjuk annak jellemzésére, hogy az acél milyen mélységig edzhető.

Az *átedzhetőség* (Durchhärtbarkeit) arról tájékoztat, hogy mekkora az átmérője annak a szelvénynek, melynek magja azonos, vagy közel azonos keménységű, mint a felülete.

Az átedzéssel analóg fogalom a *beedzés* (Einhärtung): a végtelen átmérőjű hengeren elérhető edzési mélységet jelenti. Szokásos, bár teljesen helytelen a beedzés mértékét Rockwell-keménységgel jellemezni. Az átedzés, beedzés mérőszáma mm-ben fejezendő ki.

Meg kell emlékeznünk a *felületi edzés, kéregedzés, kérgesítés* fogalmakról is, melyek használata és értelmezése szintén nem egységes. Ezek közül legtágabb körű fogalom a *kérgesítés:* olyan eljárásokat jelent, melyek során az acél felületi rétegét megváltoztatjuk. A kérgesítés célja lehet: kopásállóság, keménység, korrózióállóság fokozása, pl. nitrálás, lángedzés, alitálás, betétedzés stb. A kérgesítésnek két fajtája van:

Kéregötvözés során a felületi réteg vegyi összetételét változtatjuk meg. Ilyen eljárás a cementálás, nitrálás, alitálás, karbonitrálás, kromálás, szilikálás. A kéregötvözés célja a vegyi, vagy mechanikai tulajdonságok javítása, pl. kopásállóság, korrózióállóság fokozása. Kéregötvözés termokémiai eljárásokkal végezhető.

A *kéregedzéssel* csupán a mechanikai tulajdonságokat változtatjuk meg; ez abból áll, hogy az acél felületét edzzük, a vegyi összetétel megváltoztatása nélkül; ide tartozik a nagy- és középfrekvenciájú indukciós edzés, lángedzés, mártóedzés, Oce-edzés. Nevezik *felületi* edzésnek is, de a kéregedzés célszerűbb, mert rövidebb és a *kéreg* jobban emlékeztet a felületi kemény réteg kialakítására.

A *betétedzés* összetett eljárás: kéregötvözésből és ezt követő edzésből áll.

E rövid tanulmányban az edzéssel kapcsolatos néhány fogalom definícióját és logikus elnevezésüket próbáltam körvonalazni. Kívánatos volna, ha a magyar szabványok mielőbb rögzítenék e fogalmakat és elnevezéseket, mert ezáltal sok félreértést lehetne elkerülni.

Meggyőződésem, hogy a fenti szóhasználattal és definíciókkal sokan nem értenek egyet, lehet, hogy tartalmaz több kifogásolnivalót; tökéleteset alkotni azonban e téren igen nehéz, és csak kollektív munkával lehetséges. Ha egyebet nem is, de annyit talán sikerül elérnem e tanulmány megírásával, hogy felhívom a figyelmet szaknyelvünk eme hiányosságaira, amit sürgősen orvosolni kell.

EGYESÜLETI HÍR

Az Egyesület székesfehérvári csoportja november 21-én előadást rendezett. Az előadást Gebefügi István az ALUTERV főmérnöke tartotta az indiai alumíniumiparról. Egyúttal beszámolt indiai útjáról és a szerzett benyomásairól. Az előadáson az Indiai követség által rendelkezésre bocsájtott indiai gátépítés és India művészete tárgyú filmeket vetítettek.

Az előadást mindvégig figyelmesen hallgatta a 80 főnyi hallgatóság.

Lomniczy

Forrasztóhuzalok

KÖVES ELEMÉR okl. kohómérnök

D. K. : 621.791.34

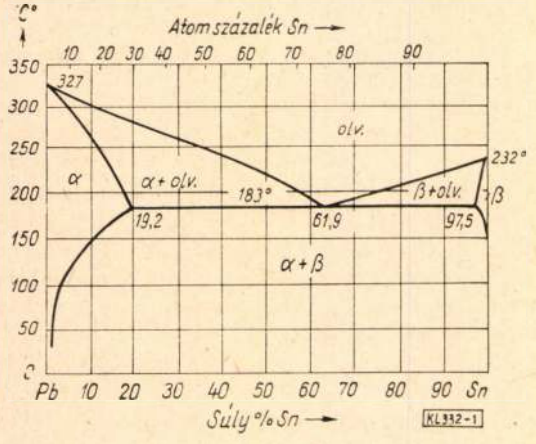
Проволоки спайки

Lötdrähte

Soldering-wires

A híradástechnikai készülékek és műszerek építéséhez használatos fontos anyag a forrasztóhuzal. Ezen területen főleg Sn—Pb ötvözetű lágy forraszokat használnak, melyeket a könnyebb kezelhetőség érdekében huzal alakjában dolgoznak fel.

Mivel a forrasztáshoz folyósító anyag is szükséges, az aránylag vékony forrasztóhuzalokat folyósító töltettel gyártják és ezáltal a folyósító anyagot nem kell külön felhordani. A töltetes forrasztóhuzalokkal általában gyorsabban lehet dolgozni és automatákra jól megfelelnek. A Sn 2,75 kg/mm² szilárdsága 50% Pb hozzáötvözéssel kb. 6 kg/mm²-re növelhető. Az Sn—Pb ötvözetű forrasztók szilárdsága, mint látjuk, aránylag nem nagy és ezért a forrasztási kötések szilárdságának növelése céljából sokszor 0,5—3,0% Sb-t ötvöznek még hozzá. Ehhez megjegyezhető, hogy ez a Sb hozzáötvözés a Pb és Sn antimon szennyezése miatt általában nem feltétlenül szükséges. Az Sn—Pb ötvözetek állapot-ábráját az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Ón-ólom ötvözetek állapotábrája

A diagramból leolvashatók a különböző Sn—Pb ötvözetű forrasztók olvadáspontjai, ezek szolidusz és likvidusz pontjai, továbbá a 182 C°-on olvadó 63% Sn tartalmú eutektikus ötvözet adatai.

Az 1. táblázat az egyes Sn—Pb ötvözeűt forrasztók főbb adatait tünteti fel.

Fontos, hogy a forrasztó olvadáspontja kicsi legyen és emellett kellő szilárdságú kötést biztosítson, anélkül azonban, hogy a forrasztás helyén nagyobb mértékű korrózió lépjen fel. A folyósítóanyagtól azt is megkívánjuk, hogy jó oxidoldó képessége mellett a forrasztandó anyagot ne támadja meg és maradéka a forrasztás helyéről könnyen legyen eltávolítható.

1. táblázat

Sn-Pb ötvözetű forrasztók főbb adatai

Ötvözők %			Szennyezők %		Minimális munka hőmérséklet C°	Fajsúly, kg/dm³
Sn	Pb	Sb	Fe	Cu+As+Ni max.		
—	98,5	—	—	—	320	11,2
8	Mara-	0,5	—	—	305	10,8
25	dék	1,7	0,05	0,10	257	9,8
30	,,	2,0	0,06	0,12	249	9,6
33	,,	2,2	0,07	0,14	242	9,5
35	,,	2,3	0,07	0,15	237	9,5
40	,,	2,7	0,08	0,16	223	9,3
50	,,	3,3	0,09	0,18	200	8,8
60	,,	3,2	0,10	0,20	185	8,5
90	,,	1,3	0,10	0,20	219	7,5

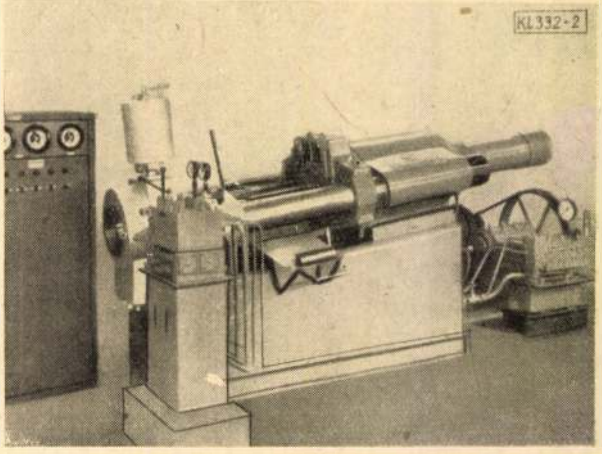
Ha töltetes forrasztóhuzalt használunk, úgy könnyen kezelhető forrasztóanyag áll rendelkezésünkre, ezért ezt az anyagot egyre kiterjedtebben használják, úgy hogy gyártása is mind jelentősebb lesz.

A forrasztóhuzalokkal kapcsolatban megjegyzem, hogy különböző anyagok forrasztásához más és más óntartalmú, átmérőjű és töltetű huzalokat kell használni.

Régente 25—30 mm külső átmérőjű és 300—400 mm hosszúságú forrasztóanyagból üreges hengereket töltöttek meg a kívánt folyósítóanyaggal, ezt kihengerelték 5—8 mm ⌀-re, majd dróthúzógépen lehúzták 1 mm ⌀-ig.

Később lyukas forrasztóhuzalokat sajtoltak 5—10 m hosszban és ezeket olvadt folyósítóanyagokkal töltötték meg. A huzal alsó nyílását csak akkor szabad összeszorítással elzárni, amikor a folyósítóanyag azt már teljesen megtöltötte. A folyósítóanyag megmerevedése után a huzalt vagy egyenes szálban darabolják, vagy feltekercselik.

Az említett eljárásoknak hátránya, hogy a folyósítóanyagok egyenletes bevitele nehézkes,



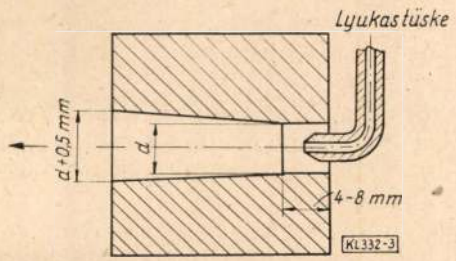
2. ábra. Korszerű 350 t-ás fekvő hidraulikus sajtó töltetes forrasztóhuzal gyártására

minek folytán a huzalban sem biztosítható egyenletes elosztásuk.

Ezzel szemben nagyon kedvező előállítást biztosít a forrasztó huzalok előállítása sajtolással. A korszerű forrasztóhuzal sajtók lehetnek vízszintes és függőleges elrendezésűek. A vízszintes elrendezésű sajtók tömör, kb. 150 C°-ra előmelegített forrasztótömböcskékből sajtolnak töltetes huzalokat oly módon, hogy az előmelegített folyósítóanyagot hidrosztatikai, vagy egyéb (komprimált levegő, nitrogén, gáz stb.) nyomással vezetik a szerszámon keresztül az anyagba (2. ábra).

A forrasztóhuzalok 183 C° felett már olvadni kezdenek, ezért fontos, hogy a sajtolás alatt mennél kisebb súrlódási hő keletkezzék, mert különben 150 C°-ról az anyag hőmérséklete könnyen 183 C° fölé emelkedhet.

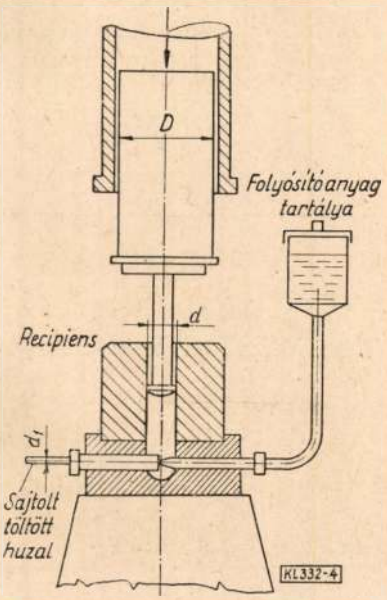
Ennek érdekében a sajtolómatricát erős vízhűtéssel és kifelé megfelelő kúpossággal kell ellátni, a matrica hengeres része legyen kb. 4—8 mm. A sajtolás irányát és a matrica kilépő oldalának átmérőjét a 3. ábra tünteti fel.



3. ábra. Sajtoló matrica vázlata

Fontos, hogy matrica belépő oldalának átmérője egyezzék a sajtolt huzal átmérőjével és a matrica belépő oldala éles szélekkel rendelkezzék, mert csak így biztosítható a sajtolt huzal külső- és belső átmérőjének pontos mérete.

Függőleges elrendezésű hydraulikus sajtók (4. ábra) recipiensébe olvasztott forrasztó anyagot is



4. ábra. Függőleges elrendezésű 350 t-ás hidraulikus forrasztóhuzal sajtó vázlata

adagolhatunk, ennek megmerevedése után kezdődik a sajtolás.

A szokásos dugattyú D = 350—450 mm ∅, a recipiens furata pedig d = 70—90 mm ∅. A recipiens és a folyósítóanyagtartály, valamint annak vezetékcsöve elektromos ellenállás fűtéssel és automatikus hőmérsékletszabályozással van ellátva. A recipiens hőmérséklete, ha a Sn tartalom

30%	105—115 C°
50%	95—105 C°
60%	90—100 C°

Ha D = 470 mm ∅

F = 1730 cm²

d_f = 75 mm ∅

f = 44 cm² úgy $\frac{P}{F} = \frac{350\,000 \text{ kg}}{1730 \text{ cm}^2} \simeq$

$\simeq 200 \text{ kg/cm}^2 = 200 \text{ att}$

d_1 = 3,5 mm ∅

f_1 = 0,29 cm² (3 huzal)

Ha a hydraulikus hengerben 200 att nyomás uralkodik, úgy a recipiensben

$$\frac{P}{f} = \frac{350\,000 \text{ kg}}{44 \text{ cm}^2} = 8000 \text{ kg/cm}^2 = 80 \text{ kg/mm}^2$$

nyomás lép fel, ami teljesen kielégítő, mert irodalmi adatok szerint 45—50 kg/mm² nyomás szükséges a recipiensben az anyag sajtolásához. Az 50 kg/mm² recipiens nyomáshoz

$$P = 5000 \text{ kg/cm}^2 \times 44 \text{ cm}^2 = 220\,000 \text{ kg}$$

hydraulikus nyomás szükséges, ezt viszont

$$\frac{220\,000 \text{ kg}}{1730 \text{ cm}^2} = 127 \text{ kg/cm}^2 = 127 \text{ att}$$

szivattyúnyomással lehet előállítani.

A szóbanforgó sajtókat 200—300 kg/cm² = = 200—300 att nyomású szivattyúkkal működtetik. Mivel a 140—150 C°-on sajtolt anyag a sajtolás alatt fellépő súrlódási hő folytán még tovább melegszik, olvadási jelenségek is felléphetnek, ezért ennek elkerülése érdekében a sajtolómatricát oly mértékű vízhűtéssel kell ellátni, hogy a sajtolt huzal hőmérséklete 100 C° fölé ne emelkedjék.

A huzalokat 3—7 mm ∅-re sajtolják és azután dróthúzógépeken húzzák a kívánt méretre.

Ezzel az eljárással tömör forrasztóanyag, illetve huzal gyártása még egyszerűbb, mert ezt egyszerű sajtoló matricán keresztül általában minden nehézség nélkül rögtön a kész méretre lehet sajtolni.

A töltetes forrasztóhuzalokat viszont az egyenletes tölteteloszlás érdekében nem szabad túl vékonyra sajtolni.

Ha a sajtolt huzal átmérője 3—3,5 mm felett van, úgy azt először előhúzzák kétfokozatú dróthúzógépen v = 30—35 m/p húzási sebességgel. Majd 3—3,5 mm ∅-ről többfokozatú csúszvahúzó dróthúzógépeken widia húzókövekkel húzzák készre. E húzódobok felületén keletkező súrlódás hozza létre a húzóerőt. A huzal hosszúsága a keresztmetszet csökkenés következtében folytonosan növekszik, amiért szükséges, hogy a huzal az egymásután következő húzóköveken keresztül folytonosan növekedő sebességgel fusson. Ennek érdekében az egymást követő húzódobokat növe-

kedő fordulatszámmal járatják. Két húzókő közötti húzódob kerületi sebessége általában 5—10 %-kal nagyobb, mint a húzókövek között futó drót sebessége, a dróthúzógépek max. sebessége pedig 200 m/perc.

Az ón-ólom ötvözetű huzalok húzásához jó hűtést kell alkalmazni, mert ennek hiányában a huzalok erősen szakadnak. Két fokozatú húzógépek szerszámainak kenésére kenő- és hűtő-anyagul kenőolaj és faggyú keveréke szolgál. Több fokozatú csúszvahúzógépekre pedig hűtő- és kenőfolyadék gyanánt 200 l víz, 15 kg kenőszappan és 10 kg repceolaj, (melyet 30 percig forralnak) keveréke felel meg.

A húzástervet végig 9%-os átmérő csökkentésekkel lehet készíteni, mivel Sn—Pb ötvözet keményedésével gyakorlatilag nem kell számolni.

$$\text{Fogyás } f\,\% = \frac{d - d_1}{d}\ 100$$

ahol d = húzás előtti huzalátmérő
d_1 = húzás utáni huzalátmérő.

Tízfokozatú gépen a húzásterv 3,5 mm ⌀-ről 1,5 mm ⌀-re pld. a következő :

3,50 → 3,19 → 2,91 → 2,65 → 2,42 → 2,21 → 2,02 → 1,84 → 1,68 → 1,53 → 1,50 mm ⌀.

Ha a forrasztóhuzal Cu-el és Sb-al szennyezett, úgy keményebb és akkor célszerű az átmérőcsökkentést 7%-ra venni. A húzásterv akkor a következő lesz :

3,50 → 3,26 → 3,04 → 2,83 → 2,64 → 2,46 → 2,29 → 2,13 → 1,99 → 1,86 → 1,73 → 1,60 → 1,50 mm ⌀

A töltetes forrasztóhuzalok gyártásában elsőrendű szerepet játszik a folyósítóanyag, illetve annak a huzalba bevitt mennyisége és beviteli módja. Fontos, hogy a folyósítóanyag oldja az oxidokat, a forrasztóanyagot védje az oxidációtól, forrasztás után könnyen eltávolítható legyen, esetleges maradékai pedig ne okozzanak nagyobb mértékű korróziót.

A huzalban legyen 2—3 súly százalék folyósító anyag, mely általában a huzal átmérő ¼—½ részét teszi ki. A folyósító anyag elhelyezkedése legyen egyenletes.

A rádió és egyéb készülékek forrasztási munkáihoz — ahol forrasztás után a visszamaradó folyósítóanyag eltávolítása nehézkes — főleg neutrális gyantás töltetű forrasztóhuzalokat használnak.

A tiszta fenyőgyantát a vázlaton feltüntetett elektromos ellenállás fűtésű edényben 90—100 C°-ra melegítik, mikor az már annyira hígfolyós, hogy hidrosztatikai nyomása folytán a sajtolószerszámba vezethető. A gyantamennyiség a szerszám, ill. a lyukastüske állítása által szabályozható.

Nagyobb oxidoldású folyósítóanyagok a karbamid és az ammonklorid, ezeket általában glicerinnel, faggyúval, zsírral vagy lanolinnal keverve használják, mely utóbbi anyagok a folyósító anyagok hordozói.

A karbamidos és ammonkloridos forrasztóhuzalokat főleg elektromos izzólámpák gyártásához használják, de ezenkívül még számtalan más felhasználási területük is van.

Karbamidos töltet :
85% karbamid,
15% glicerin,
olvadás pontja 118—122 C°.

Ezt a folyósítóanyagot ugyancsak előmelegítve hidrosztatikai nyomással vezetik a sajtoló szerszámba.

Az ammonkloridos töltet :
20% ammonklorid,
80% glicerin.

Mivel ez az anyag folyékony halmazállapotú, azért előmelegítés nélkül 5 att komprimált levegő nyomással vezetik — a biztos töltés érdekében — a szerszámba.

Gyantás forrasztó ón huzalra az MSz 8803—51. sz. szabvány vonatkozik. Ezeknek Sn tartalma 25—60% között mozog, a huzalátmérő 1,3—6 mm, a gyanta tartalma pedig 2—3%.

A karbamidos forrasztó ónhuzal óntartalma 25—30%, a huzal átmérője 1,3—1,8 mm, a tölteté pedig 2,5—3,5% (± 0,5%).

Az ammonkloridos forrasztó ónhuzal óntartalma 30, ill. 50%, a huzal átmérője 1,—1,3 mm, a töltet pedig 1,5—2,5% (± 0,5%).

IRODALOM

[1] *Dr. Verő J.:* Általános Metallográfia I. Bpest, 1955.
[2] *Dr. Geleji S.:* A színesfémek félgyártmányainak technológiája. Bpest, 1952.
[3] *R. Thews:* Weichlote, Berlin 1953.
[4] Kratos Taschenbuch. Chemnitz, 1938.
[5] MSz és Egyesült Izzó idevonatkozó szabványai.

METALLOCHEMIA
BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólomminium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

Hozzászólás a hazai és külföldi kohómérnökképzés című cikkhez

A mult évben a Kohászati lapok „Egyetemi számá"-ban (1958. 2—3. sz.) *Dr. Horváth Zoltán és Nagy Miklós* tollából egy tájékoztató munka jelent meg a hazai kohómérnök képzés jelenlegi helyzetéről. A cikk összehasonlítja a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tananyagát és a legismertebb népi demokratikus, szovjet és nyugati egyetemek oktatási anyagát.

Részletesen foglalkozik az alaptárgyak és szaktárgyak, ezen belül az elméleti és gyakorlati órák mennyiségével. Megállapítja, hogy nálunk az alaptárgyak oktatására fordított órák száma a legnagyobb, illetve a szaktárgyaké ennek megfelelően a legkisebb. A gyakorlati oktatási órák száma kisebb mint általában a többi egyetemeken, ez is főleg a szaktárgyak területén. Megvizsgálják ezután a szerzők az egyes alap- és szaktárgyaknak elméleti és gyakorlati óraszámát, végül megállapítják, hogy nálunk a legtöbb az előadási órák száma az összes ismertetett tanintézetek között. A cikkhez közölt diagramok áttekinthetően mutatják az egyes egyetemek, illetve összesítés után az egyetemek közötti tananyag megoszlását.

A Dunai Vasmű kohómérnökei foglalkoztak a fenti cikk alapján a hazai kohómérnök képzés helyzetével. A vitán résztvevők többsége a miskolci *Nehézipari Műszaki Egyetemen szerezte meg kohómérnöki képesítését.* A fiatal néhány éves üzemi gyakorlattal rendelkező kohómérnökök véleménye nem tarthat igényt az egyetemi oktatás esetleges megváltoztatására, de talán hozzájárulhat az egyetem és üzemben dolgozó műszaki emberek szorosabb kapcsolatának kialakításához.

Az alaptárgyak és szaktárgyak közti helyes arány kialakítása véleményünk szerint az egyik legfontosabb problémája a hazai kohómérnök képzésnek. **Helyesnek tartjuk az alaptárgyak mennyiségének 5—8%-kal való csökkentését a szaktárgyak javára.**

A matematika oktatásával kapcsolatban helyesnek tartjuk a jelenlegi arányt függetlenül attól, hogy a többi egyetemeken erre a tárgyra lényegesen kevesebb időt fordítanak. Felvetjük azonban, *hogy szükséges-e a középiskolai anyagot olyan részletesen az első negyedévben ismételni,* mint ez jelenleg nálunk történik. Az egyetemi felvétel feltételezi a középiskolai anyag teljes ismeretét, így annak lerövidítése emelné a matematikai oktatás színvonalát.

A kémiai oktatás terjedelmét, főleg az *elemző gyakorlatok vonalán tartjuk túlméretezettnek.* Ma, amikor hazánkban is elég széleskörű szakosítás folyik, szükségtelen a kémiai elemzési gyakorlatok jelenlegi óraszáma. Tapasztalat azt mutatja, hogy a nagyobb kohászati üzemekben minden esetben vegyész képesítésű dolgozók végzik a kémiai vizsgálatokat, de még kicsi, alig néhány fővel dolgozó öntődék is rendelkeznek vegyésztechnikussal, aki az elemzési munkákat elvégzi. A kohómérnök oktatás szempontjából *fontosnak tartjuk a fizikai kémia, ezen belül a termodinamika elméleti és gyakorlati oktatását.* Egyéb alaptárgyak mennyisége és terjedelme helyes arányban szerepel a jelenlegi tantervben.

Többen felvetették, hogy a fémkohászati kiképzés sokkal részletesebb, aprólékosabb, mint a vaskohászati és hogy a többségében a vaskohászatban és a vasiparban elhelyezkedő kohómérnökök részére nincsen szükség a jelenlegi — terjedelmű fémkohászati kiképzésre. Egyértelműen kifogásolták, hogy a szaktárgyak gyakorlati órái nem elég tartalmasak és a rendelkezésre álló időt ténylegesen gyakorlati képzésre kellene fordítani. Biztosítani kell a **gyakorlati oktatáshoz szükséges helyiségeket, berendezéseket és felszereléseket,** mert eddig az öntészettől eltekintve inkább csak szerkesztést és elegyszámítást végeztek a kohászati gyakorlati órákon belül.

Szaktárgyak oktatásában az eddiginél nagyobb mértékben szükséges vizuális tanulási lehetőséget biztosítani. Álló, illetve keskenyfilm vetítés, a kohászati berendezések szétszedhető makettjei stb. lényegesen megkönnyítenék sok esetben az előadó munkáját.

A tüzeléstan, illetve a technológia tárgykörében hangsúlyozottabb kell, hogy legyen **a kohászati kemencék tervezése és szerkesztése.** Ebben a tárgykörben szükséges lenne a tűzálló falazás gyakorlati oktatására is. Ezen a téren hiányosság áll fenn jelenleg. Szakismereteinket rendszerint csak hézagosan tudjuk pótolni a külföldi irodalom, illetve szakemberekkel való érintkezés útján. Ezen a területen, amely részben a tűzállóanyagiparhoz, részben a kohászathoz tartozik, nem rendelkeznek mérnökeink a szükséges ismeretekkel.

Véleményünk szerint az egyes szaktárgyak oktatásában *a gazdaságosság kérdéseinek is* nagyobb súlyt kell biztosítani. Az üzemi tervgazdaságtannak elsősorban a gazdaságos termelés lehetőségeivel kell foglalkoznia.

A jelenlegi szakosítást megfelelőnek tartjuk. Hazánkban véleményünk szerint az egyetemen az eddiginél részletesebb szakképzésre áttérni helytelen volna, mert ezt a magyar kohászati ipar nagysága és feladatköre nem teszi szükségessé.

Éles László

FÁBRY ZSIGMOND

okleveles vaskohómérnök, egyesületünk tagja, nyugalmazott Mávag igazgató, a Szabványügyi Intézet dolgozója 81 éves korában meghalt, utolsó utjára 1958. december hó 22-én kisértük el.

A kémia gyakorlati oktatásának kétszáz éves évfordulója

A múlt évnek decemberében figyelemre méltó évfordulóról emlékeztünk meg. Ugyanis most volt *200 éve annak*, hogy a *mi Egyetemünk jogelődjénél, a selmecbányai Bányatisztképző Iskolában* a kémia gyakorlati oktatását rendelettel szabályozták. Ez az esemény nemcsak azért jelentős, mert Egyetemünkön a kémia gyakorlati oktatásának 200 éves múltját bizonyítja, hanem azért is, mert azt is tanúsítja, hogy Egyetemünk jogelődje a világon az elsők között ismerte fel az elméleti és gyakorlati munka egységének fontosságát.

Fentiek bizonyítására állította össze *dr. Mika József* egyetemi tanár, a Kohászati Kémiai tanszék vezetője és *Horváth Aurél* tanszékvezető egyetemi docens, az Általános Kémiai Tanszék vezetője, a Kohómérnöki Kar dékánhelyettese az alábbi dokumentumokat.

Kétszáz évvel ezelőtt, *1758. december 9-én jelent* meg az a rendelet, amely a selmecbányai Bányatisztképző Iskola gyakornokainak, vagyis akkori hallgatóinak kötelezővé tette, hogy fémkémlészetet, tehát az akkori kémia egyik legfontosabb ágát legalább heti egy gyakorlaton még akkor is tanulják, ha ezeket a műveleteket már előzőleg elsajátították [1]. Ez a rendelkezés nem jelenti azonban azt, hogy Selmecbányán a fémkémlészetet ez előtt az időszak előtt gyakorlaton nem oktatták. A Bányatisztképző Iskola 1735. évi alapítása előtt ugyanis Selmecbányán már fémkémlészeti laboratórium működött, sőt ez rendeletileg megállapított kincstári dotációban is részesült [2]. Ezen laboratórium vezetője pedig külön díjazásért a „nedves és száraz" úton elvégzett érc- és fémkémlészetet, tehát az elemzést tanította [3].

A fenti évforduló a kémia hazai oktatása szempontjából jelentős. Először tették ugyanis *kötelezővé* a kémia gyakorlati tanítását. A Selmecbányán rendszeresített gyakorlatok pedig olyan eredményesek voltak, hogy ezt az oktatási módszert később más külföldi intézetek is átvették.

Így pl. 1794 szeptemberében a francia Nemzati Konventben Fourcroy javaslatot tett a Közmunkák Központi Iskolájában megvalósítandó laboratóriumi oktatásra. Javaslata, amely az akkori Gazette Nationale-ban is megjelent [4], magyar fordításban következőképpen hangzik:

„Eddig Franciaországban a fizikát és kémiát csak elméletben oktatták.

A magyarországi Selmecbánya bányászati iskolája szembetűnő példája annak, milyen hasznos, ha a hallgatókkal gyakoroltatjuk és kivitelezteti jük a hasznos tudományok alapjaiul szolgáló műveleteket. Ott (Selmecen) nyitva állnak a laboratóriumok és fel vannak szerelve mindazon készülékekkel és anyagokkal, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a hallgatók a kísérleteket maguk is megismételjék és saját szemükkel lássák az anyagi testek egyesülésekor végbemenő jelenségeket."

IRODALOM

[1] *Schmidt F. Á.*: „Sammlung d. Berggesetze" (Wien 1835.) 10. köt. 539. oldal.
[2] *Szitnyai J.*: „Történelme a Kémlőintézet Egyesületének, stb. (Selmecbánya 1893) 66.
[3] *Mihalovits J.*: Bányászati, Kohászati és Erdészeti Felsőoktatásunk története, 1. füz. (Sopron, 1939.).
[4] Gazette nationale, ou le Moniteur universel Nr. 8. Octidi 8. Vendemiaire, l' an 3 de la Rép. fr. (Facsimile).

H. Z.

Könyvismertetés

Nehézipari Műszaki Egyetem közleményei II. kötet

A könyv a Nehézipari Műszaki Egyetem harmadik tudományos ülésszakán elhangzott előadások legtöbbjét tartalmazza. A műszaki egyetem általában évenként Tudományos ülésszakot szokott megrendezni, melyen az egyetem számot ad arról, hogy milyen kutatói tevékenységet fejt ki, mely szakmakörnek fejlődését kíséri figyelemmel, és milyen tudományos eredményeket tud felmutatni. A tudományos ülésszakokat egy-egy országos vagy helyi eseményhez kapcsolják. A szóbanforgó harmadik ülésszakot a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 40 éves évfordulójának ünneplése alkalmából rendezték meg, mely körülmény egyben meghatározta a tartandó előadások témakörét is. Az elhangzott közel 25 előadás a szovjet nép azon tudományos eredményeit ismerteti, melyek a Nehézipari Műszaki Egyetem egy-egy tanszékének tudománykörébe tartoznak.

Az elmondott előadások legtöbbjét tartalmazza a II. kötet az előadások időrendi sorrendjében.

Dr. Sályi István tanszékvezető tanár, a Nehézipari Műszaki Egyetem rektora, „Komplex változós függvények az elméleti rugalmasságtanban" címmel tartott előadásában kimutatja, hogy a komplex változós analitikus függvényeknek szerepük lehet minden olyan rugalmasságtani feladatban, amelynek megoldása síkbeli harmonikus és biharmonikus függvényekre vezet. Értékes és hasznos a megoldás akkor, ha a rugalmasságtani feladatban jelentkező peremérték feladatot sikerül a bevezetett komplex változós analitikus függvények peremérték feladataira visszavezetni. A komplex változós függvénytanban ugyanis az ilyen feladatok megoldásának módszerei jól ki vannak dolgozva. Az ismertetés jelentős részben *N. I. Muszchelisvili* tanulmányaira támaszkodik.

Rákos Imre egyetemi adjunktus „A társadalmi forradalmak tudományos elméletének néhány kérdése" című tanulmányában azt igazolja, hogy az 1956 októberi események Magyarországon jellegét tekintve, nem forradalom, hanem ellenforradalom volt. Az MSzMP a Munkás-Paraszt Forradalmi Kormány fellépése 1956 novemberében és a Szovjet Hadsereg segítsége az ellenforradalom leverésében a szocialista forradalom vívmányainak a megvédését jelentette, továbbá, hogy a kommunista pártok, amikor a szocializmus győzelmének perspektíváját hirdetik, abból a megállapításból indulnak ki, hogy a forradalom győzelme a társadalmi fejlődés elkerülhetetlen szükségszerűsége.

„A szovjet kutatók úttörő munkássága és elért eredményeik a geokémiában" címmel a szovjet kutatóknak a geokémia tudományágnak megteremtésében végzett hatalmas fáradhatatlan munkásságát ismerteti *Csordás István* egyetemi adjunktus.

Vereskói János egyetemi adjunktus „Öntöttvas nemesítési kísérletek" c. előadásában mind a Szovjetunióban, mind hazánkban alkalmazott, az öntöttvas minőségét javító eljárásokat ismerteti. Mélyrehatóan taglalja a Mg-mal kezelt gömbgrafitos öntöttvas gyártását és minőségi ismérveit.

„A földalatti elgázosítás kezdete és fejlődése" c. előadásában *Dr. Diószeghy Dániel* tanszékvezető egyetemi tanár a Szovjetunióban telepített földalatti elgázosítások módjait tárgyalja.

Vankó Richard tanszékvezető egyetemi tanár „Általános Lagrange-féle egyenletek alkalmazása emelőgépek számításánál" címmel a gyakorlatból vett példával egy kétdobos aknaszállító berendezés számításával igazolja a Lagrange-féle egyenletek használhatóságát.

Dr. Hajtó Nándor egyetemi docens „Szovjet kutatók szerepe az öntöttvas szövetdiagramok kialakításában" című előadásában a metallurgiai és technológiai tényezőknek hatását tárgyalja az öntvények minőségére és végső fokon arra a következtetésre jut, hogy tökéletes szövetdiagramot, ami minden tényező változásának hatását rögzíteni tudná, még igen komplikált nomogramok alakjában sem lehet rögzíteni.

Értékes előadást tartott *Dr. Geleji Sándor* akadémikus tanszékvezető egyetemi tanár „Egy új hengerlési elmélet" címmel. A dolgozat a fontosabb hengerlési elméleteket röviden ismerteti, és kritikájában rámutat arra, hogy a *Kármán*-féle feltevés elégtelen a hengerléskor fellépő erők meghatározásához; az *Orowan* és *Mican*-féle elméletek pedig nem veszik figyelembe a hengerlés kísérő jelenségeit (szélesedés, előresietés) létrehozó körülményeket.

Új hengerlési elméletével megmagyarázza a szélesedés és előresietés okait, majd rámutat arra, hogy milyen erőket kell a hengerlés alakítási ellenállásának meghatározásához figyelembevenni. A levezetett képletek segítségével mind meleg, mind hideghengerlésre ki lehet számítani az alakítási ellenállást a nyomott ív bármely pontjában.

„Nedvesített fúvószél használata a nagyolvasztóban" című előadásában *Farkas Ottó* egyetemi adjunktus a nagyolvasztóba befúvott vízgőz metallurgiai hatását, valamint a gőzbefúvásnak az üzemeredményekre gyakorolt kedvező hatását tárgyalja. Megállapításaiban a szovjet, kelet német és lengyel nagyolvasztókban elért üzemeredményekre támaszkodik.

A villamos ívhegesztés automatizálásáról *Zorkóczy Béla* egyetemi tanár tartott előadást. Tanulmányában az ívhegesztés automatizálásának alapjait, az elektróda előtolás szabályozását, valamint a hegesztés legtermelékenyebb módszerét a villamos salakhegesztést tárgyalja.

Dr. Milasovszky Béla egyetemi tanár tanulmányában ismerteti a bolygók keletkezését *O. I. Smidt* szovjet akadémikus elmélete alapján. Feltevése szerint a Nap körül az anyagrészeknek egy-egy raja keletkezett, amely anyagrészek a Nap tömegvonzásának hatása alatt elliptikus pályákon körülötte keringtek. Ebből a szilárd anyagból keletkeztek egyrészt a bolygók, másrészt ebből származtak az üstökösök, a meteorok és meteoritek. A Smidt-féle elméletnek a Szovjet Tudományos Akadémián belül is éles ellenzéke van, mindenesetre a bolygók „hideg-úton„ való keletkezése nem minden valószínűség nélkül való gondolat, minthogy okfejtésével számos jelenséget meg lehet magyarázni.

Tóth Károly egyetemi adjunktus „Az objektív gazdasági törvények érvényesülésének sajátosságai a szocializmus viszonyai között" címmel tartott előadást. Tanulmányában megállapítja, hogy a szocialista állam a gazdasági törvények követelményeinek figyelembevételével irányítja a népgazdaságot. Ez különböző okok miatt, mint pl. a törvények követelményeinek hiányos ismerete, a konkrét helyzet helytelen értékelése miatt stb. nem történik minden hiba nélkül. A pártnak és az államnak arra kell törekednie, hogy gazdaságpolitikájában ne forduljanak elő hibák. A hibák kijavítását csakis a szocialista állam és társadalmi rend egyidejű erősítése mellett lehet elérni.

Dr. Petrich Géza tanszékvezető egyetemi tanár tanulmányában *N. I. Lobacsevszkij* geometriáját ismerteti. Egyidejűleg méltatja *Bólyai János* hasonló tárgyú munkásságát, aki *Lobacsevszkijtől* függetlenül szintén hadat üzent a kizárólagosnak hitt hagyományos euklidesi szemléletnek, kifejtve benne ugyancsak a hiperbolikus geometriát. A könnyebb érthetőség kedvéért tárgyalja az axiomatikus módszert, a hiperbolikus geometria történeti előzményeit és ezen belül az euklidesi geometria idevágó kérdéseit. *Lobacsevszkij* és *Bólyai* geometriáját a szerző teljességében nem ismerteti, csupán a párhuzamosak elméletének néhány alapvető gondolatát és az azokkal kapcsolatos megállapításokat szemléltetéssel mutatja be.

„Fémek forgácsképződési folyamatának mikrostrukturális vizsgálata„ címmel *Kordos József* egyetemi tanár tartott előadást. Tanulmányában a forgácsleválás mechanikáját, elméletét, majd a kísérleti eszközöket ismerteti.

Várhegyi Győző egyetemi adjunktus a nehéz színesfém kohászat újabb eljárásai közül a fluidizációs szulfatizáló pörkölést, a ciklonolvasztást és a hidrometallurgiai úton való ólomelőállítást tárgyalja.

Dr. Horváth Zoltán egyetemi tanár „A nehéz színesfémek elektrometallurgiajának legújabb fejlődése a Szovjetunióban" című tanulmányában a kohósító eljárások fejlődésének áttekintése után az elektrotermikus eljárás előnyeit taglalja, majd a nikkelnek, kobaltnak és ónnak elektromos kemencében való olvasztásáról, utána csak a rosszul flotálható réz-ólom- és cinkércek feldolgozásáról, zsugorítva pörkölt ólomszínporok elektrotermikus úton való kohósításáról nyújt áttekintést.

„A Szovjet-Magyar gazdasági kapcsolatok jelentősége a magyar népgazdaságban" című tanulmányában *Szunyogh Zoltán* egyetemi tanársegéd ismerteti konkrét tények felsolrakoztatásával a szovjet—magyar gazdasági kapcsolatok kialakulásának és fejlődésének jellemző vonásait, főként a külkereskedelmi kapcsolatokon keresztül.

A könyvben megjelent többi tanulmány, melyeknek tartalmát a címük tökéletesen megjelöli a következők: *Lancsarics Alajos: Polzunov* úttörő munkássága a gőzgép tökéletesítésére a XVIII. században.

Demjén József: Vavilov munkássága a fizikai optika területén.

Dr. Hosszú Miklós: Az Euler-féle homogén függvény értelmezése és jellemzése általános algebrai rendszerben.

Uray Vilmos: Háromfázisú ívkemencék üzemi viszonyainak vizsgálata.

Horváth Aurél: A Henry-törvény továbbfejlesztésével kapcsolatos legújabb szovjet eredmények.

Dr. Terplán Zénó: Síkban mozgó négytagú csuklós mechanizmus előállítása előírt mozgásviszonyokra Bloch komplexváltozós módszerével.

A könyv igen szép kiállításban került kiadásra, nyomása hibátlan, ábraanyaga világos és érthető. Tartalmánál fogva mindazoknak akik a szóban forgó tudományágaknak a legújabb fejlődési irányzatát a Szovjetunióban figyelemmel kívánják kísérni, igen értékes munka, annál is inkább, mert valamennyi tanulmány bőséges irodalmi tájékoztatást is nyújt.

Claus Alajos

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

A Dunai Vasmű II. sz. nagyolvasztójában 1958 januárja óta bevezették a gőzbefúvatást és egyidejűleg a fúvószél hőmérsékletét emelték. A befúvatott gőz mennyisége 20—30 g/Nm³ között mozog. A szélhőmérséklet az 1957. évi 660 C° átlag hőmérsékletről 814 C°-ra emelkedett. Az új technológia eredményeként javultak a nagyolvasztó műszaki és termelési mutatói. Az 1957 decemberi egy nyersvas tonnára eső 1024 kg koksz fogyasztás 1958 októberében 981 kg-ra esett. Az 1 tonna nyersvasra eső hasznos térfogatkihasználás az 1957. decemberi 1,35 m³/t-ról 1958 októberében 0,955-re csökkent. *H. E.*

*

A Dunai Vasmű acélművében 1 tonna acélra eső energiafogyasztás az 1957. évi átlagos $1{,}550 \times 10^6$ kcal-ról 1958 III. negyedévében $1{,}257 \times 10^6$ kcal-ra csökkent. Ez a javulás gondos műszaki munka eredménye volt. Energetikai szempontból átvizsgálták a mérő és ellenőrző műszereket és az SM kemencék automatikáját. Ezzel és az átváltások szabályozásával növelték a regenerátor kamrákban a rács tartósságát, így a kemencekampány végén sem romlottak a fajlagos energia mutatók. Technológiai szempontból jelentős hatású volt a fajlagos energiafogyasztásra a kisebb bazicitású salakkal való acélgyártás. *H. E.*

*

Belga-Kongóban a Soc. Metallurgique du Katanga 1957-ben 409 t fémkadmiumot termelt (1956-ban 259,5 t-t).

Germániumoxydot 13 064 kg-ot termeltek, további feldolgozását fémgermániumra a Soc. Générale Metallurgique de Hoboken végezte. *K. A.*

Ch. Ind. 1958. 8. sz.

*

Jugoszláviában Zudar környékén már hosszabb ideje folytak kutatások bauxit után, amelyek most eredményeseknek mutatkoznak. A kutatások kb. 30 millió t jó minőségű bauxitot állapítottak meg. A kiaknázásra az első lépéseket megtették. *K. A.*

Ch. Ind. 1958. 8. sz.

*

Lengyelországban az alumínium termelése a folyó évben, a múlt évihez viszonyítva, emelkedett. Az első félévben 11 000 t a termelés az 1957. év első félévi 9100 t-val szemben. *K. A.*

Aluminium 1958. 9. sz.

*

Jugoszláviában az eredeti alumíniumtermelés fokozására most újabb tervet készítettek, amelyet a francia Péchiney cég segítségével akarnak keresztülvinni. Ezek szerint a Kicevo-i timföldgyár kapacitását aránylag kis befektetéssel, az eddigi 45 000 t/év-ről 90 000 t/évre fogják felfejleszteni. Ezt az eredményt Péchinay saját eljárásának átadásával kívánja elérni, sőt egy későbbi időpontban a termelést újabb beruházással 140 000 t/évre kívánják felfokozni. *K. A.*

Aluminium 1958. 9. sz.

*

Francia Nyugatafrikában Bamako közelében kutatásokat folytattak, amelyek eredményeképpen bauxitot találtak. Péchinay cég megállapodás alapján Szudán különböző részeiben folytat kutatást bauxit után. *K. A.*

Ch. Ind. 1958. 9. sz.

*

Franciaországban az alumínium termelés 1957-ben 159 831 t volt, több mint a megelőző évben. *K. A.*

Ch. Ind. 1958. 9. sz.

*

Japán rézipara igen fejlett, eddig saját érceiket dolgozták fel. Most azonban az érctelepek kimerülőben vannak, s így új ércforrásokat kellett keresniök. Már 1955 óta kutató fúrásokat végeztek a Fülöp-szigeteken, amelyek ma már eredményesek, a termelés eléri a napi 4000 t ércet. Ezzel réziparuk bázisa biztosítottnak tekinthető. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

Transvaalban két amerikai és egy angol cég együttesen új eljárással dolgozó vanadium üzemet létesít évi 1600 t termelésére. Az 1954-ben elektrolitikus eljárással dolgozó Shawinigan Chemical Ltd. üzemét beszüntette, mivel az eljárással termelt fém a világpiacon megkívánt tisztaságot nem tudta elérni. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

Usa-ban az atomreaktorban igen fontos szerepet játszó zirkonium termelést a Wah Chang Comp. jelenlegi évi 180 t-ról 240 t-ra fogja fokozni, ezen kívül azonban új üzemeket is szándékoznak létesíteni, úgy hogy rövid idő alatt el fogják érni az évi 400 t-t. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

A Szovjetunióból érdekes hír érkezett egyelőre magyarázat nélkül. Arról szól a hír, hogy sikerült benzint, propánt, butánt és különböző olajokat, bizonyos anyagok hozzáadásával annyira szilárd állapotba hozni, hogy azok csomagolhatók lettek. Felhasználáskor egy kis prés segítségével a szilárd anyag ismét gázneművé változik. Az Antarktisban levő „Mirny" állomás a hírek szerint ilyen anyaggal van felszerelve. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

Ausztriában a Bécs melletti Schwechatban olaj feldolgozó telepet létesítenek, amelynek nyersanyaggal való ellátását már a saját termelésükből nem tudják fedezni. Tengeren túlról fogják biztosítani a szükséges nyersolaj mennyiséget, s megépítik a Triest—Schwechati olajvezetéket. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

Ausztráliában Mc Arthur Rivers közelében 10% ólmot tartalmazó ólomércre bukkantak. Az eddigi fúrások alapján az érctelep igen nagy mennyiségű tellért rejt. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

Csehszlovákiában a második világháború befejezése után — a német elvándorlás következtében — az ország nyugati részében levő ipar egy része állni kényszerült. A kormányzat most az üzemek újra indulását készíti elő. A tervek szerint a szénbányákat és az érctelepeket korszerűsítik, s ahol ez helyesnek látszik, kibővítik. Karlovy-Vary környékén levő híres kaolin bányákat korszerűsítik és bővítik, hasonlóképpen a Podboranyban levőket is. A korszerűsítés keretében új iszapolókat építenek a mennyiség és a minőség javítására. A Skoda művekhez tartozó acélműveket Rotava—Kraslice-ben újra üzembe helyezik, s termelésüket fokozzák. Mindezen tervek keresztülviteléhez újabb települések szükségesek. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 10—12. sz.

*

Szovjetunióban Verhnii-Ufala városban az első szovjet nikkelkohóban a 25 éves szovjet nikkelkohászat megünneplésére 1958. VIII. 4 és 5-én a szovjet nikkel- és kobaltkohászati üzemek képviselőinek részvételével ünnepi ülésszakot rendeztek. Az ott elhangzott előadások szerint a Szovjetunió, melynek korábban egyáltalában nem volt nikkelkohászata, ma a világ legnagyobb nikkeltermelői között szerepel. Az 1959—1965 közötti tervidőszakban az SzU nikkeltermelését kétszeresére, kobalttermelését háromszorosára növelik, a termelékenység egyidejű növelése és az önköltség csökkentése mellett. *Sz. P.*

Cvetnüe Metalli 1958. 10. sz.

*

USA-ban az alumínium termelés 1957-ben 1 647 709 t volt, 6,8%-kal kevesebb, mint 1956-ban. A készletek az elmúlt évben 69 000 t-val 171 141 t-ra nőttek. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

Délnyugat Afrikában a wolfrám, zinn s vanadiumérc bányák közül a legtöbbet bezárták. Kardelián a nikkel és rézérc bányák termelését tovább csökkentik. *K. A*

Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

Taiwan sziget alumínium termelését 8000 t-ról 10 000 t-ra emelték s remélik, hogy rövidesen elérik az évi 20 000 t-s termelést. A kriolitot maguk állítják elő a műtrágyagyártás melléktermékéből. A vörös iszapból évenként 5000 t vaskoncentrátumot, 1500 t marónátront és 3500 t alumíniumtrioxydot akarnak kinyerni. *K. A.*
Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

Norvégiában a Mösjöen Alumínium A. S. néhány hónapja már teljes kapacitással dolgozik, évi 20 000—22 000 t fém alumíniumot termelnek. Az egész üzem jelenleg összesen 242 fővel dolgozik. A berendezés elgondolásuk szerint idővel évi 90—100 000 t termelést tesz lehetővé. *K. A.*
Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

Jugoszláviában a Kisnicében épülő ólom és zink kohó, bár építése még nincsen teljesen befejezve, üzemét megkezdte. Az automata szabályozó berendezések és a flotáció még nem üzemképes, de így is naponként 200 t ércet dolgoznak fel, s remélik, hogy az év végére ezt a mennyiséget 500 t-ra növelik. *K. A.*
Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

Ausztrália is berendezkedik szegény vasércek feldolgozására. Ez a feldolgozás azonban összehasonlítva a hasonló berendezésű országok termelésével előnyösebb lesz, miután Ausztráliának kb. 30 millió t jó minőségű vasérce is van, ami a feldolgozást előnyösebbé teszi.
Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz. *K. A.*

Indiában a méter rendszer eddig csak a jutaiparban volt bevezetve. Október 1-e óta kiterjesztették a vas-, acél-, réz-, alumínium-, ólom-, antimon és az ón iparra is.
K. A.
Ch. Markt 1958. 15. sz.

*

Pakisztánban Multan mellett a Krupp gyár egy acélgyár építésére kapott megbízást. Pakisztán első acélgyárában az ottani szegény vasércek feldolgozására egy Krupp—Renn rendszerű előkészítő üzemet létesítenek. *Á. F.*
St. u. E. 1958. 22. sz.

*

A linzi VÖEST acélgyár LD acélműve jelenleg évi 850 000 t acélt termel. Ezzel a VÖEST teljes acéltermelése kb. 1,15 millió t-ra, s így az LD eljárással készült acélmennyiség kb. 75%-ra rúg. A linzi gyárban egy második LD acélmű is építés alatt áll, amelyben 2 db á 50 t-ás konverter kerül felállításra. *Á. F.*
St. u. E. 1958. 22. sz.

*

A világ acéltermelése Washingtoni jelentés szerint 1958 első kilenc hónapjában 216 millió tonna volt, mely összehasonlítva 1957. évi 244 millió t-s termeléssel, lényeges csökkentést jelent. Ebből a mennyiségből az Egyesült Államok 1958-ban 59 millió t-val szerepel az előző évi 87 millió t-val szemben. A Szovjetunió az egyetlen ország, melynek acéltermelése emelkedett.
Comtel—Reuter 1958. (*a*) nov. 22. *Á. F.*

Egyesületi hírek

Egyesületünk Elnöksége november 14-én ülést tartott. Az ülést *Szele Mihály* elnök nyitotta meg.

Ismertette a napirendet:

1. Beszámoló az 1958. IX. 29.—X. 4-ig Brüsszel—Liége-ben tartott 25. Nemzetközi Öntészeti Kongresszusról. Előadó: *dr. Verő József* alelnök.

2. Beszámoló a Német Bányászati ás Kohászati Egyesület 1958. X. 2—3-án Lipcsében tartott közgyűlésről. Előadó: *Heinrich József* szakosztályi titkár.

3. Jelentés az Alapszabálymódosító Bizottság eddig végzett munkájáról. Előadó: *Bubics György* okl. bányamérnök.

4. Egyéb.

Egyesületünk kéviseletében *dr. Verő József* alelnök, *Szász József* az Öntödei Szakosztály elnöke és *Kálmán Lajos* Öntödei Szakosztály vezetőségi tagja vettek részt 1958. szeptember 29-től október 4-ig Bruxelles—Liége-ben megtartott 25. Nemzetközi Öntészeti Kongresszuson. *Dr. Verő József* alelnök beszámolt a Kongresszus eseményeiről és az Egyesületnek átadta az ott elhangzott előadásokról szóló hatalmas kötetet. Az előadások anyaga angol, francia és német nyelven jelent meg. A kongresszusi résztvevők száma 1000 szakember volt, köztük 700 külföldi. Egy-egy országot 2—2 fő képviselte hivatalosan, a többi résztvevő vagy egy vállalat kiküldötte volt, vagy önkéntesen vett részt.

A Kongresszus alkalmával 1958. október 1-én Egyesületünket egyhangulag felvették az ÖNTÖDEI EGYESÜLETEK NEMZETKÖZI BIZOTTSÁGÁ-ba.

Az Öntödei Egyesületek Nemzetközi Bizottságában való részvétel az Egyesület egészére, de főleg annak Öntödei Szakosztályára jelentős feladatokat ró. Ezért az Elnökség elhatározta, hogy létrehoz egy Egyesületi Állandó Bizottságot, amely a nemzetközi szervezetben való tagság folytán ránk háruló feladatokat és kötelezettségeket irányítani és ellenőrzését ellátni hivatott.

A Bizottság tagjai: *dr. Verő József* alelnök, *Szász József* öntödei szakosztályvezető és *Kálmán Lajos* okl. kohómérnökök.

A Bruxelles-i kongresszuson rögzítették a következő évek kongresszusi székhelyeit: 1959-ben Madrid, 1960-ban Zürich, 1961-ben Bécs, 1962-ben Detroit.

Az Elnökség megjelölte a feladatokat és elsőnek az 1959. évi madridi Kongresszuson való részvételünk előkészítését és egy ott tartandó előadást határozott el, melynek megszervezésére az Egyesületi Állandó Bizottságot kérte fel azzal, hogy a részvételről a nemzetközi Bizottságot tájékoztassa. Egyben utasította a titkárságot, hogy a tagsági díj kifizetése iránt tegye meg a szükséges lépéseket.

Ezután *Heinrich József* beszámolt a Lipcsei Német Bányászati és Kohászati Egyesület közgyűléséről, melyen az Egyesület képviseletében *Kemény Kornél* kohómérnök és *Heinrich József* bányamérnök vettek részt. A közgyűlésen kb. 800 fő vett részt, köztük mintegy 8—10 külföldivel. Az Elnökség a beszámolót tudomásul vette és olyan határozatot hozott, hogy az NDK Bányászati és Kohászati Egyesületi közgyűlésére a jövőben ércbányászt kell kiküldeni. Ugyanakkor fel kell venni a kapcsolatot a Német Tüzelőanyag

Szakemberek Egyesületével (Deutsche Brennstoff Gesellschaft), mert a szén- és olajbányászat, valamint a szénelőkészítés szakemberei az NDK-ban ebben a szövetségben tömörültek.

A napirend 3. pontjaként *Bubits György* tagtárs, a küldöttség közgyűlés által megválasztott alapszabály módosító bizottság vezetője beszámolt az eddig végzett munkáról. Munkájuk forrásául 1885-ig visszamenőleg nyolc módosított alapszabály részletes anyagát dolgozták fel. Az alapszabály nyers tervezetét összeállították, s azt 25 fejezetbe foglalták. Néhány kérdésben a legfontosabb részekre az elnökség állásfoglalását kérte. A kapott iránymutatás után *Bubics György* tagtárs ismertette a munkamódszerüket, a menetrendet s a munkatervüket.

Az Alapszabálymódosító Bizottság eddigi munkásságáért az Elnökség köszönetet mondott és felkérte a Bizottság vezetőjét, hogy az eddig elhangzott észrevételek alapján az első szövegtervezetet dolgozza át. Felkérte Bubics György tagtársat, hogy az átdolgozás után a tervezetet sokszorosítassa és ezután már részletesebb hozzászólásra az Elnökség tagjaihoz juttassa el.

Ezután *Martos Ferenc* főtitkár több bejelentést tett, melyekre az elnökség a következő határozatokat hozta:

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának felkérésére az Egyesület a Kohászati Főbizottságban *Szele Mihály*, a Bányászati Főbizottságban *dr. Tarján Gusztáv* elnökségi tagokat bízta meg az Egyesület képviseletével.

Lévárdi Ferencnek, a nehézipari miniszter első helyettesének bejelentését — mely szerint a dorogi József Attila Kultúrotthon mellett működő tájmúzeum által feltárt rendkívül értékes rómaikori kohászati leletekre hívja fel az Elnökség figyelmét — az Elnökség köszönettel veszi tudomásul és megbízza *Szele Mihály* és *dr. Verő József* egyetemi tanárokat, hogy Miskolcon, az oda vizsgálat céljára juttatott páratlan kulturális értékű lelet anyagainak sorsáról tájékozódjanak és ennek eredményéről az Elnökséget rövid úton értesítsék.

A közelmúltban egyes tagtársaink, akik ötven évvel ezelőtt szerezték az oklevelet s azóta mérnöki munkát fejtenek ki — mind a bányászat, mind a kohászat területén —, aranydiplomát kaptak. Az Elnökség helyesnek látja, ha december hónapban aranydiplomás mérnökeink tiszteletére az Egyesületben szerény fogadást rendezünk, ahol ezeket a tagtársakat jutalomban is részesítjük.

Az Elnökség felkérte a szakosztályok vezetőit, hogy az 1959. I. félévi munkatervet és pénzügyi tervet december hó 1-ig a titkárságnak küldjék be. A szakosztályok vezetői egy héten belül terjesszék be javaslataikat a szakosztály külügyi megbízottjának személyére vonatkozóan, akik az Egyesületet a METESZ-ben képviselni fogják.

Vaskohászati folyóiratfigyelő

2. Tüzelő- és tűzállóanyagok

Treffner, W. S.: **Vegyi kötésű bázisos boltozattégla kötő acéllemezének oxidációja.** Radex Rundschau, 1958. 5. sz. 203—211. old.

Használt, lemezzel burkolt SM-boltozattégla részeinek vizsgálata. Csiszolat mikroszkópos vizsgálata. A tégla és a lemez jellegzetességei. Az oxidációs- és reakciótermékek reflexiós vizsgálata.

3. Energiagazdálkodás

Riha, K.—Odrzalek, O.: **SM-kemencék hőgazdálkodásának automatikus szabályozása.** Hutnik (Praha), 1958. júl. 218—221. old.

Volf, Z.: **Mélykemencék teljesítményének növelése.** Hutnik (Praha), 1958. júl. 225—229. old.

4. Ércelőkészítés

Gerstenberger, G.: **Ércelőkészítő berendezések automatizálása.** Neue Hütte, 1958. júl. 389 : 398. old.

Broz, L.: **Erősen bázisos zsugorítvány gyártásának és felhasználásának előnyei.** Hutnik (Praha), 1958. aug. 257—260. old.

Säuberlich, K.—Richter, G.—Zwade, W.: **Érc-mészkokszelegyek brikettezésének vizsgálatai.** Neue Hütte, 1958. szept. 533—542. old.

Ismerteti az eddigi eljárásokat, a további kísérleteket, a kísérleti berendezéseket, munkamódszereket és vizsgálati módszereket, nyersanyagokat, kötő- és tűzállóanyagokat.

Wilkinson, H. N.—Farmer, E. E.: **A nagyolvasztó betétanyagainak rostálása.** J. Iron Steel Inst. 1958. szept. 55—71. old.

A betétanyagok méretét úgy kell megállapítani, hogy a nagyolvasztó termelése növekedjék a költségek csökkenése mellett. A cikk a rendelkezésre álló különféle típusú rostákat, szerkezetüket, működési elvüket és a velük kezelendő anyagokat tárgyalja. Rostáláskor a legtöbb nehézséget a rostáló felület nyílásainak eltömődése és a vasércek tulajdonságainak különbözősége okozza.

5. Nyersvasgyártás

Lemfeld, J.: **A Thomas-nyersvas Si-tartalmának ingadozását okozó hatások vizsgálata.** Hutnické Listy, 1958. aug. 675—678. old.

Tumarev, A. S.—Panjusin, L. A.: **Vasoxidok redukálása nagy nyomás mellett.** Sztal', 1958. szept. 769—776. old.

Makarov, A. N.: **A nagyolvasztó automatikus vezérlése.** Neue Hütte, 1958. júl. 404—408. old.

Strassburger, J. H.: **Korszerű nyersvasgyártás.** Iron and Steel, 1958. okt. 491—496. old.

Oxigénnel és gőzzel dúsított fúvószéllel és nagy toroknyomással dolgozó nagyolvasztó.

Napi 5000 tonna teljesítményű nagyolvasztó. Iron and Coal, 1958. nov. 7. 1103—1106. old.

Szovjet szakemberek véleményét ismerteti a nyersvasgyártás termelékenységének fokozásáról. Nemcsak az ércelőkészítésre fordítanak nagy gondot, hanem kellő arányban salakképzőt is adnak az érchez adagolás, vagy esetleg zsugorítás előtt. A darabnagyság szerinti osztályozás, a hőmérséklet, a szélnyomás és a nedvesség önműködő szabályozása is szükséges.

Winkler, G.: **Gazdaságossági összehasonlítások a vas- és az acéliparban.** Neue Hütte, 1958. szept. 543—549. old.

A gazdaságosság fogalma és vizsgálata. A Renn-eljárás és az alacsonyaknás kohó gazdaságosságának összehasonlítása. Az NDK nyersvasgyártásának gazdaságossága.

Lüdemann, K. F.: **Az alacsonyaknás kohó metallurgiája.** Neue Hütte, 1958. szept. 523—533. old.

Ismerteti a nagyolvasztóban és az alacsonyaknás kohóban lejátszódó folyamatok közötti hasonlóságot és azok tökéletesítésével foglalkozik.

Bogdandy, L.—Riecke, H. G.: **Vasoxid redukálása hidrogénnel.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 603—609. old.

3—30 mm átmérőjű vasoxid pelleteket redukáltak hidrogénáramban 600 és 900 C° közötti hőmérsékleten.

6. Acélgyártás

Lüdemann, K. F.: **A különféle acélgyártási eljárások gazdaságossága, figyelembe véve az NDK vaskohászatának fejlődését.** Neue Hütte, 1958. aug. 464—474. old.

Dekanovsky, A. és *munkatársai:* **Az acél dezoxidálása és ötvözése igen nagyméretű tuskók gyártásához.** Hutn. Listy., 1958. júl. 577—586. old.

Minőségi és gazdasági szempontból is azt a módszert tartja előnyösnek, hogy a dezoxidáló szereket és ötvözőket külön kemencében megolvasztják és ezután öntik a buktatható SM-kemencébe vagy esetleg az üstbe.

Chvojka, J.: **Kis Si-tartalmú megnyugtatott acél gyártása.** Hutnik (Praha), 1958. aug. 260—263. old.

Löscher, H.: **Merülő prométer szerkezete és használata SM-acélműben.** Neue Hütte, 1958. júl. 416—425. old.

Parma, V.: **A gáznyomás megoszlása a SM-kemence tűzterében.** Neue Hütte, 1958. szept. 550—553. old.

Kosmider, H.—Weyel, A.—Neuhaus, H.: **Konverteres acélgyártás kis P-tartalmú nyersvasból.** Iron and Coal, 1958. szept. 19. 667—673. old.

Lifsic, Sz. I.: **Bázisos konverteracél kéntelenítése felső oxigénes fúvatással.** Sztal', 1958. szept. 788—793. old.

Az oxigénnel fúvatott konverteracélon jó kéntelenítést csak akkor lehet elérni, ha a nyersvas kéntartalma nem nagyobb 0,07%-nál.

Cuscoleca, O.—Rösner, K.: **Az LD-eljárás kiterjesztése. 1. rész. Különleges acélok gyártása.** Iron and Coal, 1958. aug. 22. 441—448. old.

Trenkler, H.: **Az LD-eljárás kiterjesztése. 2. rész. Nagy P-tartalmú nyersvas konverterezése.** Iron and Coal, 1958. aug. 29. 501—507.

Daubersy, J.—Decker, A.: **Nyersvas finomítása alsó fúvatású konverterben.** Iron and Coal, 1958. okt. 31. 1027—1031. old.

Az oxigén-gőz „vegyes fúvatású" konverterezéssel közönséges alsó fúvatású konverterben jó minőségű kis nitrogéntartalmú acélt lehet gyártani.

Metz, P.: **Új konverteres acélgyártási eljárás.** Iron and Coal, 1958. okt. 17. 931—936. old.

A fúvatáshoz tiszta oxigént használnak, amely szuszpendált mészport tartalmaz, így gyorsítja a bázisos salak képződését.

SM-kemencék regenerátora; J. Iron Steel Inst. 1958. nov. 254—271. old.

A cikk számos kutatónak a regenerátor szerkezetére vonatkozó különféle kísérleteiről ad áttekintést.

Jackson, A.: **Oxigén használata módosított buktatható kemencében.** J. Iron Steel Inst. 1958. szept. 1—29. old.

A cikk kísérleteket ismertet, amelyek során az oxigént olvasztáskor először kézi, majd gépesített úton fúvatták a kemencébe. Leírja egy módosított buktatható kemence fejlődését, teljes műszerezését, a hulladékhőt kihasználó kazánt és a füsttisztító berendezést.

Peters, R.: **Oxigén használata ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok gyártásához bázisos elektrokemencében.** Neue Hütte, 1958. júl. 409—415. old.

Teder, L. I.—Monasztürszkij, V. Ja.—Meszjac, V. I.: **Rozsdamentes acél olvasztása elektrokemencében öcskavasból szilikomangán használatával.** Sztal', 1958. szept. 801—802. old.

Edwards, J. A.: **A villamosíves és indukciós olvasztás összehasonlítása.** Iron and Steel, 1958. szept. 449—451. old.

Dementec, V. M.—Kotrovszkij, M. M.: **Tuskók hűlési viszonyainak tanulmányozása.** Sztal', 1958. szept. 847—851. old.

Fellchet, K.—Barz, R.: **Salakzárványok és karbiddúsulások metallurgiai kiküszöbölése csapágyacélok gyártásakor.** Neue Hütte, 1958. jún. 341—350. old.

Olson, G. C.: **Folyamatos öntés.** J. Iron Steel Inst. 1958. szept. 40—50. old.

Ismerteti a folyamatos öntés fejlődését az 1954 januárjában végzett első sikeres öntéstől napjainkig. Leírja a folyamatos és a közönséges öntés közötti alapvető különbséget, a berendezést és a gép működését.

Krainer, H.—Tarmann, B.: **Új tapasztalatok az acél folyamatos öntése terén.** J. Iron Steel Inst., 1958. okt. 105—111. old.

Két osztrák üzemet ír le, amelyek 600 kg/m súlyú tuskókat öntenek folyamatosan. Foglalkozik az egyik üzemben használt kokillák szerkezetével, élettartamával és hűtésével. A tuskók hűlésének tanulmányozására háromféle módszert használ. Megállapították, hogy a fém túlhevítése és a hűlés szabálytalansága káros hatású.

Zardytydt, J.: **Folyamatos öntés a belga kohászati kutató intézetben.** J. Iron Steel Inst. 1958. okt. 165—168. old.

Siegfried, W.—Broniewski, B.: **A folyékony fém áramlásának szabályozása folyamatos öntéskor.** J. Iron Steel Inst. 1958. okt. 162—165. old.

Waters, B. H. C.—Pritchard, W. H. stb.: **Gyorsacél folyamatos öntése.** J. Iron Steel Inst. 1958. nov. 233—248. old.

7. Különleges eljárások. Porkohászat

Jönicke, W.—Beck, H.: **Tisztavas kéntelenítése vákuumolvasztással.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 631—642. old.

A szulfidokat elpárologtatják, azok a tartály hideg falán csapódnak le, és így véglegesen eltávoznak az olvadékból. A vas bizonyos mértékig adalékanyagok nélkül is kéntelenithető vákuumkezeléssel.

Harders, F.: **Folyékony acél vákuumkezelése.** J. Iron Steel Inst. 1958. nov. 306—311. old.

Az üst fölé helyezett vákuumtartályba részletekben szívják fel a folyékony acélt. Az eljárás lényegesen olcsóbb a vákuumolvasztásnál.

Petrdlik, M.—Dufek, V.: **A tantálkarbid jelentősége a keményfémgyártásban.** Neue Hütte, 1958. aug. 483—489. old.

8. Acélok képlékeny alakítása

Wusatowski, Z.: **Az alakváltozási sebesség melegkengerléskor.** Neue Hütte, 1958. aug. 494—497.

Gruzev, P. I.: **A folytatólagos meleghengersorokon hengerelt szalagok vastagságkülönbségeinek okai.** Sztal', 1958. szept. 813—817. old.

Kuzema, I. D.: **Vastag lemezek hengerlése az elméleti súlyra.** Sztal', 1958. szept. 817—820. old.

Lvovszkij, S. A.: **A gépi idő kiszámítása vékony lemezek hengerlésekor.** Sztal', 1958. szept. 821—823. old.

Livicsenko, D. A.: **Hidegen hengerelt karosszérialemez mélyhúzó vizsgálata.** Sztal', 1958. szept. 834—838. old.

Karosszériaalkatrészek mélyhúzására szánt, hidegen hengerelt megnyugtatott acéllemezek vizsgálatakor nemcsak a keménységet és a folyási határt mérik. El kell végezni a mélyhúzási próbát, a ferritszemcsemeghatározást és a feszültségalakváltozás diagram ellenőrzését is.

Friedrich, V.: **Varratnélküli csövek kihozatala meg nem nyugtatott acélból néhány gyártási tényező függvényében.** Hutnik (Praha), 1958. júl. 229—233. old.

Uhlitzsch, H. és *Radomski, G.:* **Ötvözött öntöttacél hengerek használata, gyártása és hőkezelése.** Neue Hütte, 1958. aug. 475—482. old.

3. rész. Az öntöttacél hengerek gyártástechnológiája.

Zidek, M.—Glatz, B.: **Egyik oldalon rozsdamentes acéllal melegen plattirozott, vastag acéllemezek hengerlése.** Hutn. Listy, 1958. aug. 679—687. old.

Burda, S.—Bakala, M.: **Nagy kovácsdarabok belsejében képződő repedésekre vonatkozó ismeretek ipari felhasználása.** Hutn. Listy, 1958. szept. 786—795. old.

Cina, B.: **A hidegalakítás hatása egy austenites ötvözött acél kifáradási tulajdonságaira.** J. Iron. Steel Inst. 1958. okt. 144—157. old.

9. Hőkezelés

Heck, C.—Weber, J.: **Az izzítás és a gázatmoszférák hatása a ferritek mágneses tulajdonságaira.** Arch. Eisenhüttenvesen, 1958. aug. 495—504.

10. Anyagvizsgálat

Elektromágneses vibrátorok használata a tartósfolyási és kifáradási vizsgálatokhoz. Iron and Steel, 1958. okt. 504—506. old.

Vidal, G.—Girard, F.—Lanusse, P.: **Kis húzónyomó fárasztógép, másodpercenként 5000 ciklussal.** Rev. Métallurgie, 1958. júl. 613—619. old.

Harris, G. T.—Child, H. C., stb.: **A tartósfolyási vizsgálatok legújabb fejlődése egyvégén befogott próbatest hajlításával.** J. Iron Steel Inst., 1958. okt. 136—143. old.

A cikkben ismertetett rendkívül érzékeny tartósfolyás vizsgáló gépeken 1200 C° hőmérsékletig, és 3,52 kg/mm² és 80 kg/mm² között változó terheléssel lehet vizsgálatokat végezni.

Ineson, E.—Clayton—Cave, J.—Taylor, R. J.: **A kifáradási tulajdonságok változása egyes acéladagok között. 2. rész. A B. S. 970 En 24 szabványnak megfelelő acéladag vizsgálata.** J. Iron Steel Inst., 1958. nov. 277—283. old.

Cermak, M.: **Grafikonok belső makrofeszültségek röntgenvizsgálatához.** Hutnické Listy, 1958. júl. 587—597. old.

Johnson, W.—Andrews, K. W.: **A mikro-radiográfia alapelvei és felhasználása a vas- és acélipari kutatásban.** Iron and Steel, 1958. szept. 437—444. old.

Lessing, H.—Malissa, H.: **Meg nem nyugtatott lágyacélokban levő, meleghengerléssel deformálható oxidzárványok vizsgálata.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 627—629. old.

Jonckers, M. D. E.—Daniels, A.: **Acélok és Thomas-nyersvas színképelemzése.** Rev. Métallurgie, 1958. júl. 601—612. old.

Neuberger, A.—Schöffmann, E.—Herkenhoff, K.: **Ércek és hasonló anyagok gyors vizsgálata.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. szept. 547—552. old.

Graue, G.—Eckhard, S.—Marotz, R.: **Rendkívül nagy színképelemző készülékek és használatuk a vas- és acél vizsgálatában.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 619—627. old.

11. Acélok tulajdonságai

Losinski, M. G.—Fedotov, S. G.: **Tiszta fémek keménysége és rugalmassági modulusa közötti összefüggés nagy hőmérsékleteken.** Neue Hütte, 1958. aug. 489—494. old.

Kristóf Gy.—Szűcs E. —Verő J.—Zorkóczy B.: **St 52, hegeszthető, Mn-Ti-Al ötvözésű acélfajta kidolgozása Magyarországon.** Neue Hütte, 1958. júl. 425—432. old.

Schenck, H.—Schmidtmann, E. stb.: **A hőmérséklet hatása 1000 C°-ig vas és vasötvözetek mikromennyiségére.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 653—660. old.

Janiche, W.—Becl, H.: **Oxigén és tisztavas alakítás utáni öregedése.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. okt. 643—651. old.

A végzett kísérletek azt mutatták, hogy a hőmérséklet emelkedésével az oxigén a színvas keménységére hasonló hatással van, mint a karbon és a nitrogén.

Jellinghaus, W.—Wink, W.: **Nikkel-króm és kobalt-nikkel-króm alapú erősen hőálló anyagok rekristallizációja.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. szept. 559—566. old.

Vizsgálták az alakítatlan és alakított anyagok megeresztésekor történő szerkezetváltozást.

Rassmann, G.—Linder, E.—Wittig, R.: **Fe—Si—Al alapú lágy mágneses anyagok.** Neue Hütte, 1958. jún. 365—371. old.

Wink, W.—Jellinghaus, W.: **Nagy hőállóságú nikkel-króm és kobalt-nikkel-króm ötvözetek mágnesezhetőségének mérése.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. szept. 567—573. old.

12. Felületvédelem. Korrózió

Hache, A.: **Néhány lágyacél feszültségi korrózió-jának tanulmányozása természetes közegekben.** Rev. Métallurgie, 1958. júl. 656—678. old.

Heumann, Th.: **A passziválás és fedőrétegképződés mechanizmusa.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. aug. 505—512. old.

A vas passziválódása előtt meghatározott mennyiségű fém megy oldatba, amely a tulajdonképpeni passziválást előkészítő szulfátréteghez szükséges. Passzív állapotban a fém a potenciáltól független sebességgel korrodál.

13. Üzemszervezés. Mumkavédelem

Krejcik, M.: **Kohóművek automatizálásának tervszerű fejlesztése.** Hutnické Listy, 1958. aug. 692—697. old.

Ismerteti a csehszlovák kohóművek automatizálásával szerzett tapasztalatokat, valamint a komplex automatizálás megvalósításának kérdését. Az eredményes automatizálást főleg a rossz technológiai folyamat, a nem elégséges gépesítés, a megfelelő készülékek hiánya és a rossz karbantartás gátolja.

Polasek, J.—Zelinka, E.: **A kohászati szállítás tervezése.** Hutn. Listy, 1958. júl. 626—631. old.

Havelka, M.: **Szállópor a kohászati üzemekben.** Hutnické Listy, 1958. szept. 778—785. old.

A kohászati üzemekben egy tonna termelt nyersvasra eső por mennyisége 30 kg is lehet. Foglalkozik a por forrásaival, a portalanítás mai helyzetével, a berendezések célszerűségével, hatásfokával és költségeivel.

Lapunk 1959. 2—3. száma márciusban jelenik meg.

E szám 48 oldalt tartalmaz. — Megjelent 1959. II. hó közepén.

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1500 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

46399 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

KOHÁSZATI *lapok*

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA : PÉCH ANTAL 1868-BAN

2-3. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 2—3. SZ. 49—120 OLD. BUDAPEST, 1959. FEBR.-MÁRC.

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Alexander Mihajlovics Szamarin: Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai .. 49
Balázs Fülöp—Paár Béla: Berilliumbronz gyártása és felhasználása I. rész. .. 55
Lántzky József: Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése .. 60
Műszaki eseménynaptár .. 64
Boczor E. István: Félfolyamatos öntéssel készült alumínium-tuskók makroszerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira 65
Fábry Zsigmond .. 69
Nagy Ferenc: Acélművek minőségi üsttéglái .. 70
Molnár Imre: Adalékok az alumínium elektrolizáló kádak anód ellenállásának kérdéséhez .. 76
Egyesületi hír .. 81, 112
Dr. Csokán Pál: Könnyűfém motorhengerek kopásálló furatának elkészítése .. 82
Fogadás az Egyesületben az aranydiplomások tiszteletére .. 90
Beszámoló a Tűzállóipari Mérnök és Technikus Továbbképző tanfolyam 1958. évi előadásairól .. 91
Dr. Domony András—Lichtenberger Endréné—dr. Csokán Pál: Az alumínium felületnemesítése terén elért néhány újabb gyakorlati eredmény .. 92
Dr. Oldrich Benda: Gáztartók a kohászatban .. 100
75 éves az Országos Műszaki Könyvtár .. 104
Pesty László: Rádióizotópok felhasználása az ólomakkumulátor kutatásokban .. 105
Pőcze László—Keztyűs Károly: A Dunai Vasmű ércdarabosító berendezésének anyagvizsgálati tapasztalatai .. 108
Martinovich Ernő .. 112
A bibliográfiai hivatkozások pontosságáról .. 113
Könyvismertetés .. 114
Műszaki és gazdasági hírek .. 115
Fémkohászati folyóiratfigyelő .. 118
Egyetemi hírek .. 120

ÖNTÖDE:

Bánhegyi László: 115 éves hazánk legrégibb öntödéje .. 25
Csen Miklós: Kísérletek gömbgrafitos öntöttvasból készült forgattyús tengelyekkel .. 33
Dr. Hajtó Nándor—Varga Ferenc: Importötvözők nélkül készített ötvözött öntöttvasfajták .. 42
Franz Fischer: A formázóhomok jellemzőinek kritikai vizsgálata .. 56
Kálmán Lajos—Rácz Ottó: Gyorsított kötésidejű cementformázás .. 65
Nándori Gyula: Az öntöttvas oxidációs folyamatainak áttekintése a hazai kutatási eredmények alapján .. 70
Szakosztályi élet .. 77
Tóth András: A nyersformázás anyagai, a formakészítés technológiája 78
Rácz Ottó—Kálmán Lajos: Héjformázás a Csepeli Vas- és Acélöntödékben .. 84
Szakosztályi hírek .. 89
Emőd Gyula: Újabb kísérletek melegített tápfejekkel a színes- és könnyűfémöntészetben .. 90
Maréchal Károly: A beömlőrendszer és a felöntés hatása a fémöntvények selejtalakulására .. 96

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **2—3. szám** 1959. február—március

Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai[1]

ALEXANDER MIHAJLOVICS SZAMARIN

D. K.: 669.18

Новые методы усовершенствования производства стали.

Neue Methoden zur Verbesserung der Stahlerzeugung

New methods to improve the production of steel

A modern technika igen sok ágának sikeres fejlesztése el sem képzelhető tiszta fémek és ötvözetek használata nélkül. A magreakciók eredményeként fejlődő hő felhasználása kapcsán villamosenergia fejlesztésére szolgáló berendezésekhez az elektronikus berendezések gyártásához és a rendkívüli gyors szállítóeszközök építéséhez ma széles körben kerül felhasználásra cirkónium, hafnium, titán, germánium, szilícium, nióbium, tantál, vanádium, molibdén, króm és igen sok más elem. Ezen anyagok gyártása — rendkívüli kicsiny szennyezéssel — illetőleg az előállítása a modern kohászat új ágának — a vákuum kohászatnak — gyors fejlődését hozta magával.

Ma már különlegesebb és nagyobb követelményeket támasztunk az acélgyártás termékeivel szemben is. Korszerű, több 100 000 kW teljesítményű villamosgenerátorok forgórészének gyártására szolgáló hatalmas tuskókat kis hidrogéntartalmú acélból kell önteni. Ma már kicsi gáztartalmat szabad megtűrni az ötvözött szerkezeti acélokban, sőt a sínacélokban is.

A repülőgép-sugárhajtóművek alkatrészeinek gyártására szolgáló tűzállóötvözetek eléggé nagy képlékenységgel bírnak, ha bennük a nemfémes zárványok csak egészen minimális mennyiségben fordulnak elő. A rendkívül kis indítónyomatékú és mondjuk percenként 100 000-nél nagyobb fordulatszámú készülékekben (műszerekben) használatos csapágyak üzembiztonsága mellett hosszú élettartam csak akkor biztosítható, ha ezeket a csapágyakat olyan acélokból készítjük, amelyekben minimális a nemfémes zárvány. Néhány tized mikron vastagságú nemrozsdásodó krómnikkelacélból készült lemezeket csak úgy tudunk előállítani, ha az acélban a karbontartalom nem haladja meg a szobahőmérséklet mellett oldható karbont, vagyis amikor az acél kristályközi (szemcseközi) korrózióra nem hajlamos akkor sem, ha titánnal, nióbiummal, vagy tantállal nincs ötvözve.

Abból a célból, hogy — csak a példaként felsorolt, — különböző korszerű, műszaki berendezésekben felhasználásra kerülő acélféleségekkel és ötvözetekkel szemben támasztott új követelményeket kielégíthessük, új utakat kellett keresni az acélgyártás további korszerűsítéséhez. Kis oxigén — hidrogén- és nitrogén-tartalmú acélok és ötvözetek gyártását, a selejtmentes termelés kihozatának növelését az acélgyártásban, az öntészetben és a különböző acélok és ötvözetek továbbfeldolgozásában, a vákuum bevezetése tette lehetővé.

A vákuum használata — az acél és ötvözetek korszerű gyártásfolyamatainak további tökéletesítéséhez vezető új és sok reménnyel kecsegtető útja, amelyen el lehet érni az acélipari termékek minőségének gyökeres megjavítását is.

Az acélgyártásra és az ötvözetek gyártására jelenleg indukciós és vákuumos villamosív kemencéket használnak.

Vákuumos indukciós kemencék

Noha a vákuumos indukciós kemencéket már hosszú évek óta használják a laboratóriumi gyakorlatban, mégis őket csak nem régen kezdték használni olyan ipari berendezésként, amelyekben nagyobb mennyiségű acélt és ötvözeteket gyártanak. Az ipari vákuumos indukciós kemencék befogadóképessége jelenleg eléri már az 1,5 tonnát.

Természetes, hogy a vákuumos indukciós kemencék a legmegfelelőbbek a kis karbontartalmú acélok és ötvözetek gyártására. Ezenkívül az acélban kis oxigéntartalmat úgy lehet elérni, hogy dezoxidálószerként csupán karbont használnak, s ez által nemcsak kevés oldott oxigént tartalmazó, hanem a dezoxidációs reakció termékeitől — nemfémes zárványoktól — mentes tiszta acélt lehet gyártani.

A transzformátoracél fontos tulajdonságainak jelentős javulását lehetett elérni a vákuumos

[1] Diósgyőrben 1958 február végén tartott Acélgyártó Konferencián elhangzott előadás. Fordította Grusz László.

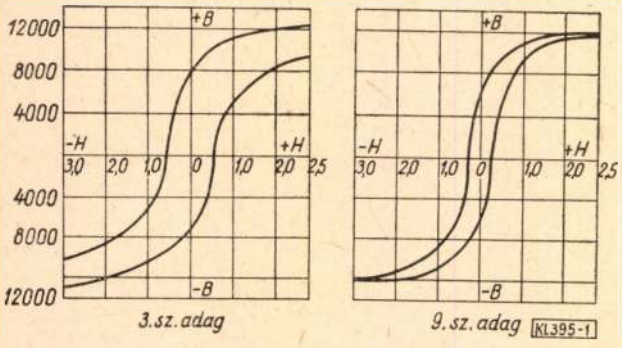
1. táblázat

A gyártási eljárásnak a transzformátoracél tulajdonságaira gyakorolt hatása

Gyártási eljárás	Watt-veszteségek W/kg-ban		Mágneses permeabilitás Gs/Oe		Koercitiv erő Oe
	P_{10}-nél	P_{15}-nél	kezdeti	maximális	
Szokványos	0,90—1,18	2,05—2,70	500— 640	5 400— 9 000	0,352—0,535
Vákuumos	0,74—0,85	1,67—1,78	1100—4000	10 400—13 900	

indukciós kemencében 1—10 mm Hgo nyomás alatt való gyártásával [1].

Az 1. táblázatban a közönséges és vákuumos indukciós laboratóriumi kemencében előállított transzformátoracél tulajdonságainak összehasonlítása látható.



1. ábra. Transzformátoracél sztatikus hiszterézis görbéi 3-as sz. adag szokványos indukciós kemencében gyártva. 9-es sz. adag vákuumos indukciós kemencében gyártva

Az 1. ábrán egy szokványos indukciós kemencében és egy vákuumos indukciós kemencében gyártott acélnak sztatikus hiszterézis görbéi láthatók. A vákuumos kemencében gyártott acélgörbéinek húrhossza rövidebb, ami természetesen az újramágnesezésre eső sokkal kisebb energiaveszteséget jellemzi.

A vákuumban gyártott transzformátor-acél tulajdonságainak javulását a szokványos kemencében gyártott acéllal szemben a sokkal kisebb oxigéntartalom és a kevesebb nemfémes zárvány okozza. Valóban, a szokványos kemencében gyártott acél oxigéntartalma 0,0145—0,0196%, a nemesfémes zárványok mennyisége pedig 0,034—0,050% között ingadozott, míg a vákuumos kemencében gyártott acélban az oxigéntartalom 0,0019—0,0026%-os, a nemfémes zárványok pedig 0,004—0,007%-os mennyiségben fordultak elő. Ezenkívül a vákuumban gyártott acél anódoldása mellett kiváló zárvány részecskék nem mágnesesnek bizonyultak.

A nem fémes zárványoktól mentes, rendkívül nagy tisztasági fok az acélban nagyobb szemcsék kifejlődését tette lehetővé.

A transzformátoracélt 150 kg befogadóképességű ipari vákuumos indukciós kemencében gyártották. A kemencében uralkodó nyomás a folyékony acélnak a kemencében való hőntartása alatt 1—2 mm Hgo volt. Az acél szilíciumtartalma 3,45—4,12 százalék között ingadozott.

A nagyobb szilíciumtartalomtól függetlenül az acélt 0,32, 0,20 és 0,08 mm vastag szalaggá hidegen hengerelték.

A 150 kg-os kemencében gyártott transzformátoracél koercitiv ereje, különböző vastagságú lemezekben, az alábbi határok között mozgott:

Lemezvastagság mm		
0,32	0,20	0,08
Koercitiv-erő oersted		
0,055—0,160	0,130—0,272	0,200—0,400

Megállapítást nyert, hogy vákuumban gyártott transzformátor-acél, ha a folyékony acél felületén nincs salak oxigénben és kénben szegényebb. A karbon dezoxidáló képessége, ha az olvasztótérben uralkodó nyomás 1 mm Hgo-ra csökken, majdnem 100-szorosára nő [2].

A transzformátor-acélnak vákuumban való gyártása lehetővé tette az acél szilícium-tartalmának növelését és a wattveszteségnek 20—25%-kal való csökkenését.

A wattveszteségek ilyen csökkenése — a villamosenergiafejlesztésére szolgáló új berendezések gyors fejlődésének időszakában — óriási népgazdasági jelentőségű. Ha a villamosenergia szállítására és elosztására szolgáló berendezések létesítéséhez olyan transzformátor-acélt használunk, amelynek wattvesztesége 20%-kal kisebb, mint a jelenleg használatosé, akkor a villamoserőművek minden egyes 1000 kW-jára az 1 év alatt elérhető villamosenergia megtakarítás hozzávetőlegesen 80 kWó-t fog kitenni.

A nemrozsdásodó krómnikkel acélok minőségének javításában pozitív eredményeket ezen acéloknak indukciós vákuum-kemencében való dekarbonizálásával lehetett elérni.

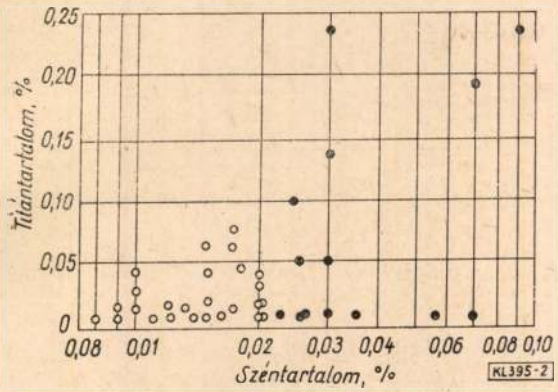
Mint ismeretes, az utóbbi időben az oxigén használatával jelentősen megjavultak a nemrozsdásodó acélok gyártásának mutatószámai, mivel betétül nagy százalékban — a feldolgozáskor keletkező — saját acélhulladékát használták fel. Ez az eljárás még mindig nem tekinthető optimálisnak, mivel egyrészt ezzel nem biztosítható a rendkívüli kis karbontartalmú nemrozsdásodó acél előállítása, másrészt a krómveszteségek még mindig eléggé nagyok (néha ezek a veszteségek elérik a nemrozsdásodó acélhulladékban lévő krómtartalom 20%-át), végül növekszik a tűzállóanyag-fogyasztás a villamosív kemencék fenék- és oldalfal-bélésének gyors elhasználódása miatt.

Az 1X18H9T acélhulladékokat, továbbá titánmentes, legfeljebb 0,12% karbont tartalmazó (kísérleti célokra gyártott) krómnikkel-acélt vákuumos indukciós kemencében újra ömlesztettek. Kis mennyiségű vasérc hozzáadagolásával 5—20 mm Hgo nyomás alatt tartották 40—60 percig, az acél karbonja 0,01—0,02%-ra csökkent; ugyan-

akkor jelentős mértékben csökkent a titántartalom is (57—97%-kal).

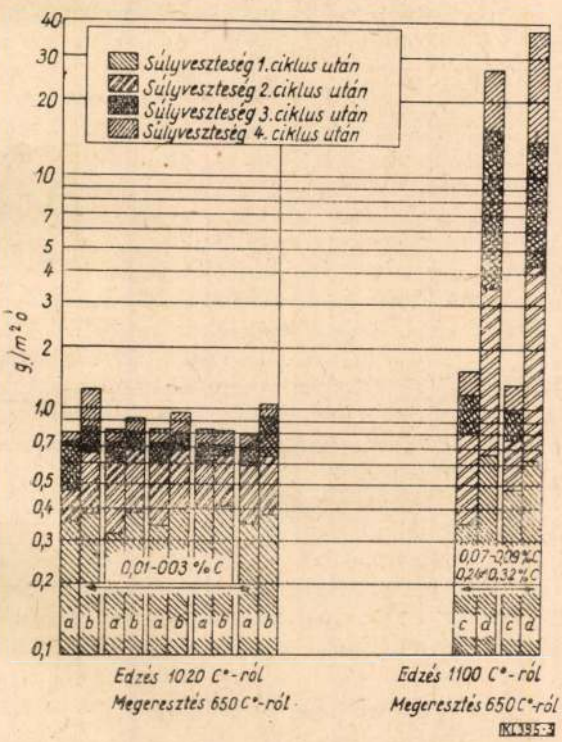
A hulladékok ilyen újraolvasztása mellett a krómveszteségek nem haladták meg a 4%-ot.

Amint várni lehetett a 0,02%-nál több karbont nem tartalmazó, ausztenites nemrozsdásodó acél, ha összetételében stabilizáló elemek nincsenek, a kristályközi korrózióval szemben megfelelő, — a 2. ábrán látható ellenállást mutatta. Az ábrában körök jelzik a kristályközi korróziónak ellenálló acélt, pontok pedig a kristályközi korrózióra hajlamos acélt.



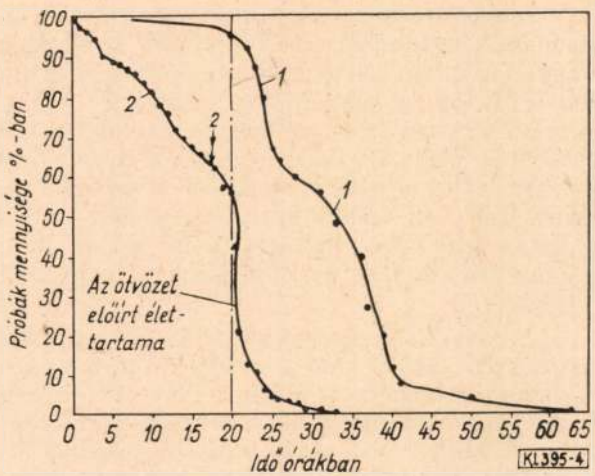
2. ábra. A karbonnak a nem rozsdásodó acélszemcse közti korrózióra gyakorolt hatása

A titánnak kedvezőtlen befolyása a nemrozsdásodó acél állóképességére az általános korrózióval szemben ismeretes [4]. A 3. ábrán két csoportba tartozó krómnikkel acél általános korrózió elleni állóképességének meghatározására vonatkozó eredmények láthatók — az egyik acélcsoport 0,01—0,03% karbont titán nélkül, a másik acélcsoport pedig 0,07—0,09% karbont és 0,24—0,32% titánt tartalmaz. Az acélt edzett és megeresztett állapotban vizsgálták.



3. ábra. A karbonnak és a titánnak hatása a nem rozsdásodó acél állóképességére az általános korrózióval szemben
Az oszlopokba beírt *a* 1020 C°-ról edzett, *b* 650 C°-ról megeresztett állapotot, *c* 1100 C°-ról edzett és *d* 650 C°-ról megeresztett állapotot jelent

Amint a 3. ábra adataiból következik, a két csoportba tartozó acél edzés után eléggé nagy és majdnem egyforma korrózió állóképességet mutat. A rákövetkező (utólagos) megeresztés eredményeként a titán nélküli és kevés karbonú acél korrózióállóképessége gyakorlatilag nem változik. Ezzel szemben a nagyobb karbontartalmú és titánnal is ötvözött acél korrózióállóképessége hirtelen (tizedére) csökken.



4. ábra. A gyártási eljárás hatása a tűzálló ötvözetek tulajdonságaira
1-es jelű görbe vákuumban olvasztott acél átlag görbéje, 2-es jelű görbe argon védőgáz alatt olvasztott acél átlag görbéje

Így tehát a nemrozsdásodó ausztenites acél karbonjának 0,01—0,02%-ra csökkentése és az acélba titán, nióbium, vagy tantál stabilizáló elemként való bevezetésének elhagyásával sikerült az acél állóképességét a kristályközi korrózióval szemben növelni és olyan acélt sikerült gyártani, amely az agresszív közegek hatásával szemben is nagyobb állóképességgel bír. Az acél összetételében a stabilizáló elemek hiánya csökkenti az acél önköltségét és megkönnyíti gyártását és öntését.

A nemrozsdásodó acélban képződő titán-, nióbium-, vagy tantál-karbidok az acélt alkalmatlanná teszik néhány mikron vastagságú lemezzé, vagy szalaggá való hideghengerlésre és ezáltal a korszerű ipar egyes területein csökkentik a felhasználási lehetőségét.

A vákuum alatt való gyártásnak előnyös hatása a tűzálló acélok területén is kidomborodik.

Példaként itt a nikkel alapú, öntött állapotban lévő tűzálló-ötvözet tulajdonságainak összehasonlítását említjük.

A 4. ábrán az összehasonlítás eredményeit láthatjuk. Az ötvözet élettartama megfelelő hőmérsékleten és igénybevétel mellett 20 óra. Ha az ötvözetet indukciós kemencében argon védőgáz alatt állítjuk elő, akkor a vizsgált próbatestek átlagos élettartama 17,5 óra, míg a műszaki köve-

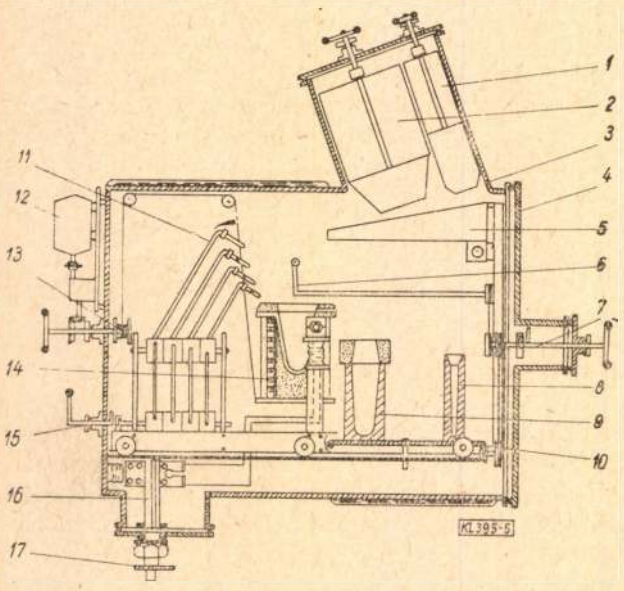
telményeknek megfelelő ötvözet-kihozat alig haladja meg az 50%-ot. Ha a gyártást vákuumos indukciós kemencében végezzük, a szóbanforgó ötvözet átlagos élettartama majdnem kétszeresére nő, vagyis 36 órára, míg a műszaki követelményeknek megfelelő ötvözet-kihozat 95% fölé emelkedik.

A vákuumban gyártott ötvözetet eléggé kis oxigéntartalom jellemzi, amely 0,0004—0,011% között mozog.

Nagy, indukciós-vákuumos kemencék gyakorlatban való alkalmazásának kiszélesítéséhez különböző kérdéseket kell előbb megoldani a használatukat ma még gátló különböző nehézségek kiküszöbölése céljából.

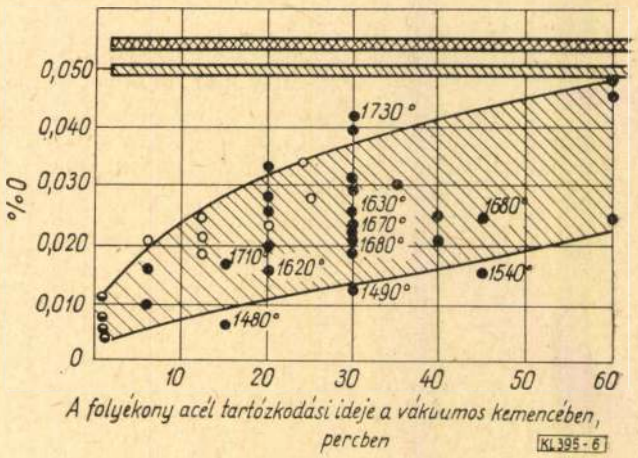
A legfontosabb a folyamatosan üzemben lévő kemencék gazdaságos szerkezeteinek kidolgozása, vagyis az olyan kemencéké, amelyet hosszú időn keresztül az olvasztótérben uralkodó vákuum mellett zavartalanul tarthatunk üzemben. Ilyen feltételek mellett kiküszöbölhető a tűzállóanyagoknak az atmoszférával (külső levegővel) való érintkezése, az olvasztótérben lerövidül az acélgyártás (olvasztás) időtartama és sokkal kisebb gáztartalmú acélok és ötvözetek gyártása válik lehetővé.

Az ilyen kemencék felépítésének és megfelelő viszonyok között való üzemének műszaki lehetősége már megoldott feladat. Az 5. ábrán olyan kemence vázlata látható, amelyben az olvasztóteret el lehet választani a betétanyag-tárolótól és a kokilla befogadására alkalmas kamrától. Következésképpen a betétanyagoknak a tárolóba való berakása és a kamrában lehült tuskók kiszedése az olvasztótérben uralkodó vákuum érintése nélkül valósul meg. A kemencét kiszolgáló szivattyúállomás és az egyes szivattyúk közötti összeköt-



5. ábra. A vákuumos indukciós kemence berendezéseinek elvi vázlata

1. kisadagoló, 2. nagyadagoló, 3. kemencetest, 4. kemencefedél, 5. szórólapát, 6. billentőszerkezet, 7. a fordító korong és a billentő mozgató szerkezete, 8. próbakokilla, 9. kokilla, 10. forgató korong, 11. hőelem, 12. és 13. tégely beillentőszerkezet, 14. tégely, 15. a hőelem és a próbavevő billentő szerkezete, 16. és 17. vízhozzávezetés



6. ábra. Az oxigéntartalom növekedése a vákuumos indukciós kemencében

tetés lehetővé teszi az olvasztótérből, a betétanyag tárolóból, vagy a kokilla kamrából való berakást, vagy kiszedést külön-külön.

Egyike a legfontosabb feladatoknak a tűzállóanyagok és a bélések gyártásának kikísérletezése. Ezekben a kemencékben a folyékony acél dekarbonizálását messzemenően meg kell valósítani, mégis igen sok acélféleségnek és ötvözetnek magnéziumoxidból készült tégelyekben való gyártásakor a karbon csökkenés mértékében a folyékony acél oxigénben dúsul.

A 6. ábrán látható, miként növekszik a nem rozsdásodó acélban az oxigén az acélnak indukciós vákuumos kemencében folyékony állapotban való tartásával. A kemencébentartás növekedésével az oxigéntartalom a már korábban meghatározott [5] [6] oldóképességének határértékét közelíti meg.

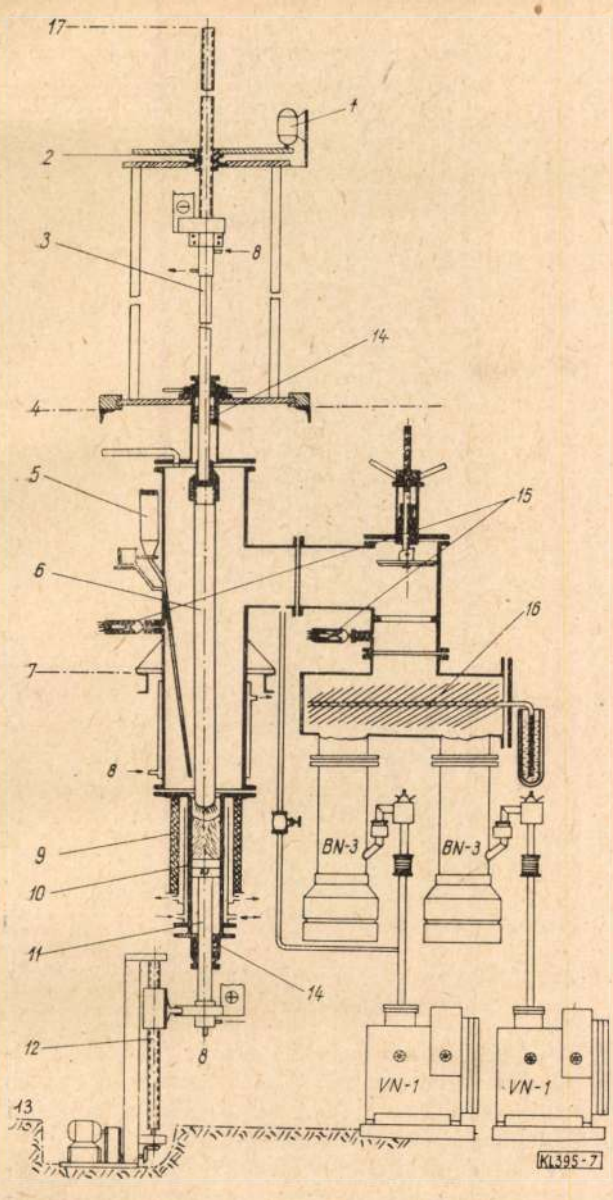
Feltételezhető, hogy ebben az esetben a dekarbonizálás a magnézium-oxid és a karbon kölcsönhatása révén folyik le, amikoris a folyékony acélban később nem oldódó magnézium gőz elillan, a keletkező karbonmonoxid elpárolog, miközben a folyékony acélban feloldott oxigén nem vesz részt a dekarbonizálásban.

A timföldből vagy cirkóniumoxidból készült tégelyek használatakor meg lehet figyelni a bélésnek a folyékony acéllal való kölcsönhatása révén bekövetkező alumínium, vagy cirkónium redukciót. Ez utóbbiak az acélban feloldódnak, azt dezoxidálják, miközben a keletkező oxidok egy része az acélból eltávozhat. Ekkor tehát a nemfémes zárványoktól mentes acélok és ötvözet gyártásának lehetőségei csökkennek.

Zománcbevonatú tégelyek vagy *öntőtégelyek* valószínűleg meg tudják akadályozni a folyékony acél és az indukciós vákuumos kemencebélés közötti kölcsönhatást.

Vákuumos villamosív kemencék

Mind az állandó, mind pedig a fogyó elektródás vákuumos villamosív kemencékben sokkal kisebb oxigén, nitrogén és hidrogéntartalmú acélokat és ötvözeteket lehet gyártani, mint a vákuumos



7. ábra. A vákuumos villamosív kemence berendezéseinek elvi vázlata

1. elektródamotor, 2. elektróda mozgató szerkezet, 3. vízhűtéses elektróda tartó, 4. munkaszint + 3 m-en, 5. elektromágneses adagoló, 6. fogyóelektróda 60—90 mm-es ø-jű és max. 1200 mm hosszú, 7. munkaszint + 1,89 m-esn, 8. víz, 9. szolenvid, 10. vízzel hűtött réz kristályosító 100—150 mm, 11. alsó elektróda, 12. kinyomó szerkezet, 13. ±0-s munkaszint, 14. vákuum tömítés, 15. manométeres vákuum lámpa LT2-es, 16. hűtött mérőberendezés, 17. + 5,5 m-es szint.

indukciós villamosív kemencékben. Az acélnak és az ötvözeteknek eme fokozott tisztaságát azzal lehet megmagyarázni, hogy a vákuumos villamosív kemencékben nem következik be a folyékony acélnak a bélés tűzálló anyagaival való érintkezése. Itt az acél vízhűtésű vörösréz-kokillában dermed meg, vagyis a folyékony fém aránylag rövid ideig van a vörösréz kokilla falaival érintkezésben. Ezenkívül a villamosív ötvözetében uralkodó nagy hőmérséklet előnyös befolyást gyakorol a nitritek disszociációjára és az oxidok redukálására.

Az ipari gyakorlatban az ötvözetek gyártására szélesebb körben használják a fogyóelektródás, vákuumos villamosív kemencéket. Természetes, hogy ezek a kemencék a másfajta acélolvasztó kemencékben gyártott acél és ötvözetek vákuumban való újra megömlesztésére szolgálnak, ennélfogva ezekben a kemencékben az utólagos ötvözés gyakorlatilag kizárt. Ez végeredményben a fogyóelektródás vákuumos villamosív kemencék ismert hiányossága.

A 7. ábrán olyan laboratóriumi vákuumos villamosív kemenceberendezés látható, amelyben 100—150 mm átmérőjű tuskókat lehet előállítani. Fogyó elektróda gyanánt 1200 mm hosszú, 60—100 mm ø-jű rudakat használnak. A gyártott acéltuskók súlya 25—75 kg.

A kemencét az elektródának negatív pólusra való átkötésével, egyenárammal táplálják. Az egyenáramforrás két párhuzamosan kapcsolt generátor. Minden egyes generátor teljesítménye 60 kW, a szolgáltatott áram feszültsége pedig 60 V. A generátorok párhuzamos bekapcsolásával 2000 A erősségű áramot lehet szolgáltatni. Az elektróda mozgása automatizált, ezenkívül olvasztás közben az ív előírt hosszát szabályzókészülék szabályozza. Ebben a kis kemencében az acélelektródák megömlesztéséhez szükséges villamosenergia-fogyasztás egy tonna acélra kb. 800 kWó.

A kemence munkaterében uralkodó nyomásnak csökkentését $1{,}10^{-4}$ mm Hgo-ig két BNZ típusú buszteres olajszivattyúval (minden egyes szivattyú percenkénti teljesítőképessége 500 liter) és két VNI típusú elővákuumos szivattyúval lehet elérni (minden egyes szivattyú teljesítőképessége percenként 1100 liter).

A 2. táblázat vákuumos villamosív kemencében újraolvasztott acélnak oxigén, karbon és kéntartalom változására vonatkozó adatait tartalmazza.

2. táblázat

A golyóscsapágy-acél összetételének változása vákuumos ívkemencében való újraolvasztásakor

Adag száma	Az acél állapota újraolvasztás	O	C	S	Az olvasztótérben uralkodó nyomás mm Hgo.
		%-ban			
11	előtt	0,0054	0,98	0,009	$7 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0020	0,92	0,006	
12	előtt	0,028	1,03	0,006	$7 \cdot 10^{-4}$
	után	0,014	1,05	0,006	
13	előtt	0,0031	0,95	0,006	$6 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0015	0,97	0,006	
14	előtt	0,0040	1,07	0,006	$5 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0020	1,09	0,006	
15	előtt	0,0052	0,99	0,005	$8 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0020	0,96	0,005	

Amint látható, a vákuumos villamosív kemencében való újraolvasztás nem befolyásolja az acél karbon és kéntartalmát, azonban az oxigén több mint a felére csökken.

A golyóscsapágy-acél nemesfémes zárványokkal való szennyezettségének foka összefüggésben van az acél oxigéntartalmával. Ennek fokát az acélban lévő zárványok megoszlásának mérete és jellege határozza meg.

3. táblázat

Golyóscsapágyacél minőségének értékelése

Acél	Hibapontok		
	oxidok	szulfidok	gömbszemcs. zárványok
Szokványos villamosív kemencében olvasztott	1,80	1,7	2,10
Vákuumos villamosív kemencében újraolvasztott (6. sz adag)....	0,25	0,2	0,83
Vákuumos villamosív kemencében újraolvasztott (10 sz. adag) ..	0,55	0,2	1,00

A 3. táblázatban a szokásos villamosív kemencében gyártott — fontos rendeltetésű csapágyak gyártására szolgáló — golyóscsapágyacél és ugyanazon acél vákuumos villamosív kemencében való újraolvasztása után megállapított tisztasági fokának jellemzői láthatók. A hibapontok értékelése a szokásos termelésű acélból és a vákuumos villamosív kemencében gyártott minden egyes tuskóból vett 10—10 próbadarab átlagára vonatkozik.

A vákuumos villamosív kemencében való újraolvasztás olyan tisztasági fokú golyóscsapágyacél gyártását teszi lehetővé, amilyent a szokványos villamosív kemencében gyártani nem lehet.

A vákuumos villamosív kemencében gyártott acélból készült golyóscsapágyak adott élettartama változatlan mind a percenként 70 000, mind pedig a 100 000 fordulatszám mellett.

Az újraolvasztással, amint az a 8. ábrán is látható, tömör golyóscsapágyacél tuskók gyárthatók.

A tűzállóötvözeteket általában kicsiny képlékenységük jellemzi, minek következtében a selejtmentes acélkihozatal a közönséges villamosív vagy indukciós kemencében való gyártásakor csökken. A nikkelbázisú tűzállóötvözetek minőségének javítása céljából a vákuumos elektromosív kemencében újraolvasztással dolgoznak. Az ötvözetben lévő ötvöző elemek változása az újraolvasztás következtében a 4. táblázatban látható.

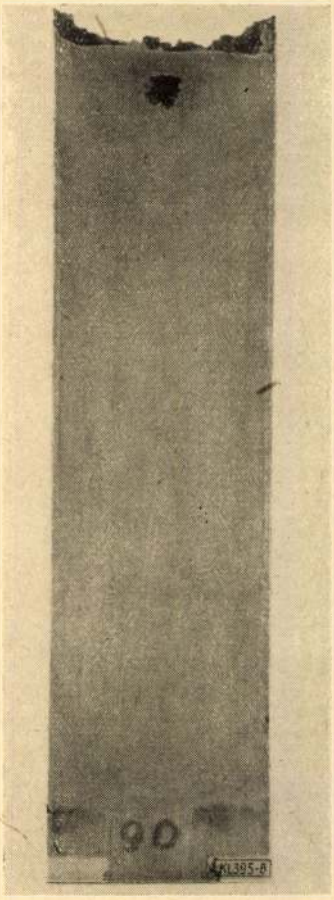
4. táblázat

Vákuumos ívkemencében az újraolvasztásnak a tűzálló övezet összetételére gyakorolt hatása

Az adag száma	Ötvözet állapota újraolvasztás	O	N	C	S	A kemencében uralkodó nyomás mm Hgo-ban
		%				
7	előtt	0,0045	0,014	0,05	0,006	$5 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0013	0,011	0,04	0,004	
8	előtt	0,0050	0,014	0,05	0,006	$6 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0026	0,010	0,05	0,004	
9	előtt	0,0050	0,020	0,05	0,004	$4 \cdot 10^{-4}$
	után	0,0020	0,014	0,05	0,004	

A 4. táblázatból következtethető, hogy a vákuumos villamosív kemencében az újraolvasztással az oxigéntartalom jelentősen és a nitrogéntartalom észrevehetően csökken.

A vákuumos villamosív kemencében az újraolvasztás a tűzállóötvözet tulajdonságainak megjavítását idézte elő és ugyanakkor jelentős mértékben javult az ötvözet képlékenysége (a nyúlás 1,5—2,0 szeresére nőtt). A tartósszilárdság üzemi hőmérsékleten 25—30%-kal javult.



7. ábra. Vákuumos villamosív-kemencében gyártott golyós csapágy acélrúd hosszmetszete

A fogyóelektródás vákuumos villamosív kemencék természetesen csak korlátozottan használhatók, mivel azokban csak tuskókat lehet önteni és szinte lehetetlen alakos öntésre szolgáló folyékonyacélt gyártani. Ezekben a kemencékben az újraolvasztáskor nem lehet utólagosan ötvözni a gyártott acél összetételét az újraolvasztásra kerülő elektródák összetétele határozza meg.

A szóbanforgó kemencének az iparban való szélesebbkörű elterjedésével kapcsolatban három feladatot kell megoldani.

a) A tuskónak az elektróda megömlesztése közben a vörösréz kokillából való folyamatos kihúzása. Az egész gyártás alatt mind az elektróda megolvasztását, mind az öntést folyamatossá kell tenni.

b) Az egyenáramot váltakozó árammal kell helyettesíteni, ami által jelentős mértékben csökken a vákuumos villamosív kemence beruházási költsége.

c) A vákuumos villamosív kemencék üzembiztonságának megvalósítása azzal, hogy a vörösréz kokilla vízhűtését más hűtési rendszerrel pótolják.

(Folytatjuk.)

Berilliumbronz gyártása és felhasználása[1]

I. rész (folytatás)

BALÁZS FÜLÖP okl. kohómérnök. PAÁR BÉLA okl. gépészmérnök

DK: 669.33.725

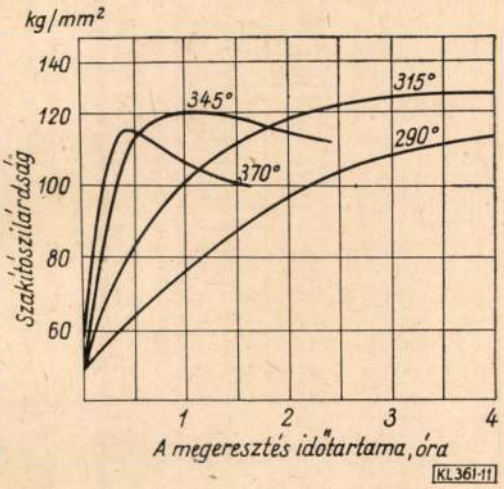
Производство и использование бериллиевой бронзы

Herstellung und Verwendung von Berylliumbronze

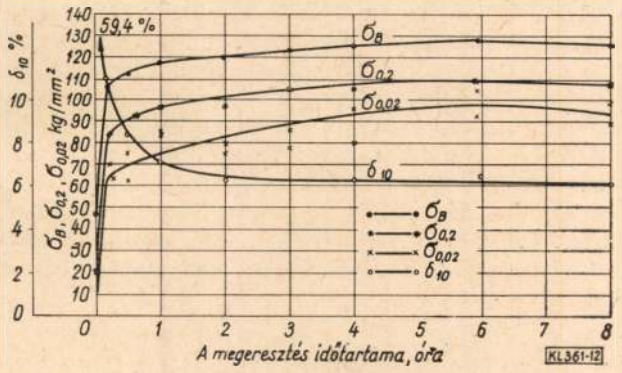
The production and use of berylliumbronze

b) *Megeresztés*

Tudjuk, hogy a berilliumbronz kedvező tulajdonságait az edzés után végzett megeresztés során érjük el. A megeresztés körülményei döntőek az anyag tulajdonságaira, ezért ezeket részletesen kell tárgyalnunk.



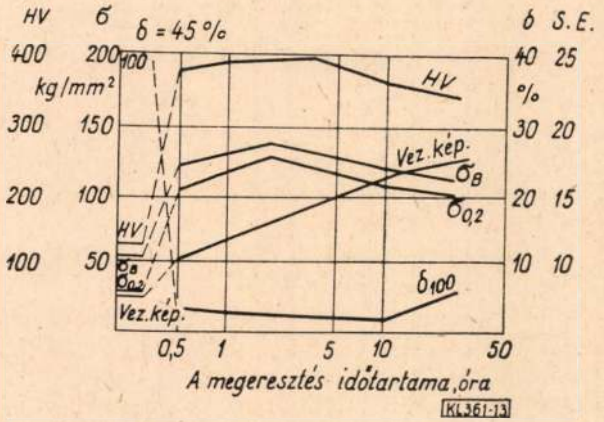
11. ábra. Az ASTM-nek megfelelő összetételű 2%-os berilliumbronz szakítószilárdságának változása különböző hőmérsékletű megeresztés során (Richards)



12. ábra. 2% Be-tartalmú berilliumbronz mechanikai tulajdonságainak változása 760 C°-ról való edzés után és 325 C°-os megeresztéskor

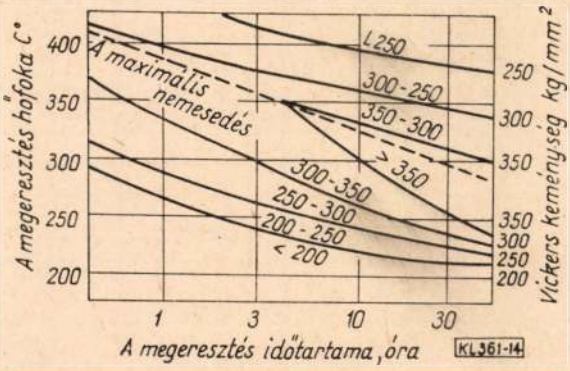
A megeresztés hőfokának és időtartamának a berilliumbronz mechanikai tulajdonságaira gyakorolt hatását jól ábrázolja a 11. ábra. Látjuk, hogy a megeresztés hőmérsékletének növekedésével növekszik a nemesedés sebessége, azaz gyorsul a szilárdságnövekedés. A szilárdság maximumát rövidebb megeresztési idő után érjük el, ugyanakkor a szilárdság maximum-értéke kisebb és növekvő megeresztési idő során a szilárdságcsökkentés hamarább és erőteljesebben következik be.

A mechanikai tulajdonságoknak a megeresztés során végbemenő változását ábrázolja a 12. ábra is. Az ábra a GOSzT előírásainak megfelelő összetételű, 760 C°-ról edzett és 350 C°-on megeresztett Br B2 bronz mechanikai tulajdonságainak változását mutatja. Hosszabb megeresztési idő hatását láthatjuk a 13. ábrán [9], mely szintén 760 C°-ról edzett és 350 C°-on megeresztett 2%-os berilliumbronzra vonatkozik.



13. ábra. A 350 C°-os megeresztés hatása 760 C°-ról edzett 2%-os berilliumbronz mechanikai tulajdonságaira és villamos vezetőképességére (Reinbach)

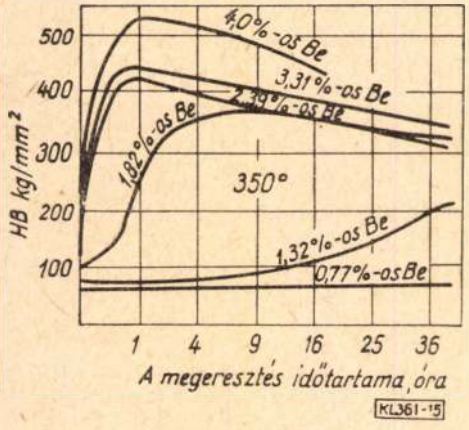
A megeresztés időtartamának hatását mutatja összefoglalóan a 14. ábra is, mely a megeresztés időtartamának és hőfokának a 2% berilliumtartalmú ötvözet keménységére gyakorolt hatását mutatja.



14. ábra. A megeresztés időtartamának és hőfokának hatása 2% berilliumtartalmú edzett berilliumbronz keménységére (Deisinger)

[1] A Kohászati Lapok 1959. évi 1. számában megjelent cikk folytatása.

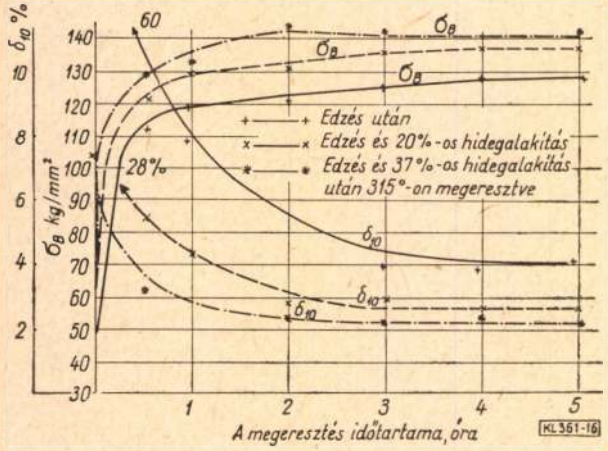
Meg kell említenünk, hogy természetesen az ötvözet *berilliumtartalma* is befolyásolja a megeresztés során végbemenő nemesedést. Ezt mutatja be a 15. ábra. A növekvő berilliumtartalom nemcsak a keménység maximális értékét növeli, hanem a keménységnövekedés sebességére is gyorsítólag hat. A kisebb berilliumtartalmú ötvözetet tehát a maximális keménység és szilárdság elérésére hosszabb ideig, vagy nagyobb hőfokon kell megereszteni.



15. ábra. Különböző berilliumtartalmú 800 C°-ról edzett, 350 C°-on megeresztett próbák keménységének változása (Masing és Dahl)

c) *Az edzés és megeresztés között végzett hidegalakítás*

A berilliumbronzok nemesítésekor elért szilárdsága nemesíthető alumíniumötvözetekkel ellentétben erősen fokozható az edzés és megeresztés között végzett hidegalakítással. Ezt mutatja a 16. ábra. Látjuk, hogy a hidegalakítás mértékének növekedésével nő a szilárdság maximális értéke is ; ezenkívül a hidegen erősebben alakított anyag gyorsabban nemesedik, pl. edzett anyagból kiindulva 315 C°-os 5 órás megeresztés után a szilárdság még nő, 20%-os fogyás után ezzel szemben 4 órás, 37%-os fogyás után pedig 2 órás megeresztéssel érjük el a maximális értéket. A gyakorlat számára ebből azt a következtetést kell levonni, hogy az edzés után hidegen alakított anyagra vagy rövidebb megeresztési időt, vagy kisebb megeresztési hőfokot kell választani.

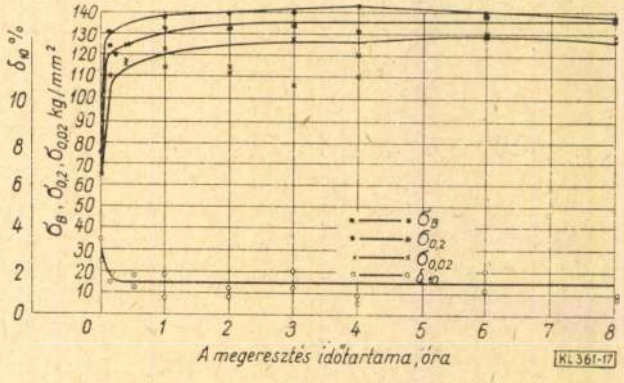


16. ábra. Edzett és edzés után különböző mértékben hidegen alakított 2%-os Be-bronz szilárdságának és nyúlásának változása 315 C°-on sófürdőben való megeresztéskor

Az edzés után végzett hidegalakítás hatását mutatja a 17. ábra is. Ezen az ábrán a 12. ábrával azonos berilliumbronz tulajdonságainak változását követjük 325 C°-on történő megeresztéskor, de ezeket a próbákat edzés után 37%-os fogyással hidegen alakítottuk.

d) *Szemcsehatármenti kiválás*

A berilliumbronzok nemesítésekor előfordul, hogy a kristályhatárok mentén nagy mennyiségű γ-fázis jelentkezik, ami egyrészt a darab eltorzulására vezet, másrészt a nemesedésre hatékony berilliumtartalom csökkenése folytán a nemesedéskor elérhető szilárdságot is csökkenti.



17. ábra. Br B 2 összetételű berilliumbronz mechanikai tulajdonságainak változása 760 C°-ról való edzés, majd 37%-os fogyású hidegalakítás után 325 C°-os megeresztéskor

A vizsgálatok kimutatták, hogy az edzett szövetben jelentkező szemcsehatármenti γ-fázis képezi a további szemcsehatármenti kiválás magvát. Mégpedig annál több ilyen szemcsehatármenti kiválás keletkezik, minél nagyobb a megeresztés hőfoka. Megállapították azt is, hogy az edzés után hidegen alakított anyagban általában kevesebb szemcsehatármenti γ-kiválás található, mint az edzés után közvetlenül megeresztett anyagban.

Mint a 2. fejezetben említettük, az ötvözet Co-tartalmát a szemcsehatármenti kiválás megakadályozása céljából általában kedvezőnek tartják.

4. Berilliumbronz félgyártmányok előállítása

Az előzőkben ismertettük azokat a megállapításokat, melyeket megfelelő tulajdonságokkal bíró berilliumbronz félgyártmányok előállításakor feltétlenül figyelembe kell venni. A következőkben a berilliumbronz félgyártmányok gyártását tárgyaljuk.

a) *Olvasztás, öntés*

A berilliumbronzok gyártásához *kiinduló-anyagként rendszerint* kohászati úton közvetlenül gyártott Be-Cu előötvözetet használunk. A régebben használt előötvözetek berilliumtartalma kb.

10% volt, újabban a kisebb olvadáspontú 3,5—5% közti összetételű előötvözetet szállítják a gyártó vállalatok. Ez az előötvözet a berillium kohósításakor visszamaradó, kb. 0,10%-ig terjedő mennyiségű vassal, ugyanennyi szilíciummal és max. 0,20% alumíniummal szennyezett.

Az ötvözéshez használt nikkelt a gyors oldódás céljából célszerű 20—30% nikkelt tartalmazó Ni-Cu előötvözet, a kobaltot pedig 50%-os Co-Cu előötvözet alakjában felhasználni. A berilliumbronz rézalapanyaga a gázosodás elkerülésére szárított, válogatott rézkatóda legyen.

Ha a *berillium-réz előötvözetet* közvetlenül, tiszta berilliumból kell gyártani, akkor a leghelyesebb eljárás az, hogy az együtt adagolt rézkatódát és berilliumot grafittégelyben 50 : 50 arányú NaCl-KCl sótakaró alatt olvasztjuk be. Az olvasztási hőfok 1150—1200 C°, ezen a hőmérsékleten a berillium gyorsan oldódik a rézben, a sótakaró pedig védi a fémet az oxidálódástól és egyben oldja a berillium felületén képződött oxidréteget. Ezzel szintén megkönnyíti a berillium oldódását. Az előző módszerrel dolgozva a berilliumveszteség az adagolt berillium 5—10%-a [7].

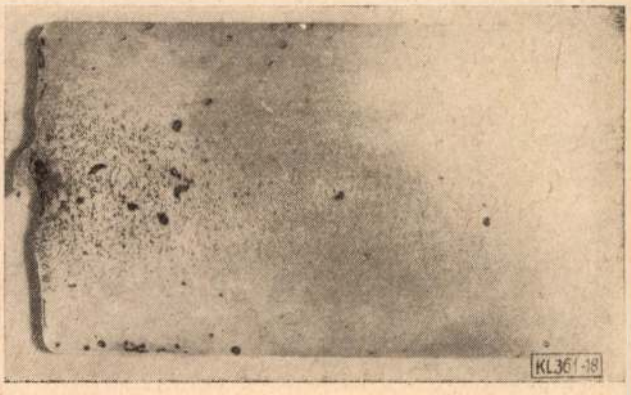
Magának a *berilliumbronznak* a gyártásakor célszerű először a rezet megolvasztani. Ha olyan kemencével dolgozunk (pl. indukciós kemencével), amelyben olvadás közben a füstgázokból gázfelvételtől nem kell félni, akkor a rézfürdő oxidálódását kiégetett faszénréteggel, vagy kloridokból álló sótakaróval kell megakadályozni. Ezzel szemben, ha olyan kemencével dolgozunk, melyben a fürdő a füstgázokkal érintkezik és így gázfelvétel veszélye áll fenn, az olvasztást célszerű oxidáló atmoszférában végezni. Mindkét esetben, tehát akár takaróréteg alatt, akár oxidáló atmoszférában olvasztottunk, a rézfürdőt a Be-Cu előötvözet adagolása előtt a berilliumveszteségek csökkentése céljából dezoxidálni kell (legfeljebb a dezoxidálószer mennyisége változik). Mivel a foszfornak a berilliumbronz nemesedésére gyakorolt erős hatása miatt erre foszfor nem használható, a dezoxidálást legjobb bórkarbiddal, vagy Mg-mal végezni. A dezoxidálás, illetve a Cu-Be előötvözet adagolása után a berilliumveszteségek csökkentése céljából a fürdőt mindig faszén, vagy sótakaróval kell védeni.

A berilliumbronz gázfelvételre való hajlamossága, valamint az oxidálás okozta fémveszteségek csökkentése céljából a tuskó megfelelő leöntését még biztosító legkisebb öntési hőfokot kell használni. Ez a hőmérséklet általában 1040—1090 C° között van. A csapolási hőmérsékletet a csapolás és öntés közti lehűlés mértékének megfelelően ennél 20—50 C°-kal nagyobbra kell választani.

A berilliumbronz *olvasztására* általában *megfelelőek* a szokásos, bronzok olvasztására használt *kemencék*. Kísérleteink során azonban olajtüzelésű tégelykemencében a leggondosabb óvintézkedések mellett is gáztartalmú fémet kaptunk. (Ilyen olajtüzelésű tégelykemencében olvasztott, gáztartalmú berilliumbronztuskó hosszmetszetét mutatja a 18. ábra.) Ezért célszerű berilliumbronzok olvasztására elektromos fűtésű kemencéket, így indukciós fűtésű tégelykemencét használni.

Kísérleteink során a berilliumbronzokat saját előállítású, 5 kg befogadóképességű, grafitrudas ellenállásfűtésű kemencében olvasztottuk. Ennek a kemencetípusnak előnye az, hogy a berillium oxidálódását a grafitrúd lassú elégésekor képződő redukáló atmoszféra gátolja.

A berilliumbronzok olvasztására szolgáló legkedvezőbb kemencetípus a vákuumkemence. Vákuumban való olvasztással és öntéssel nemcsak minimálisra csökkenthető a berilliumveszteség, hanem az olvadék szennyeződésének teljes kiküszöbölésével az előállított fém minősége is jobb.



18. ábra. Olajfűtésű tégelykemencében olvasztott gázos berilliumbronz tuskó hosszmetszete

A berilliumbronzok egyik legjelentősebb felhasználási területét a váltakozó terhelésnek kitett rugók képezik. Tudjuk, hogy a — kifáradással szemben — nagy ellenállóképesség legfontosabb előfeltétele az, hogy az anyag zárványmentes legyen, ugyanis kis mennyiségű oxid, vagy más zárvány az élhatás miatt erősen csökkenti az ellenállóképességet.

A *berilliumbronz* ötvözet a szokásos rézötvözeteknél, pl. ónbronzoknál sűrűbb folyású és erre az öntéskor megfelelően figyelni kell. A folyékony állapot nagyobb viszkozitása és a megmerevedés nagy hőfokköze miatt gyakran fordul elő, hogy vékony tuskók öntésekor a beszívódás utántáplálása nem elegendő és az így keletkezett szekunder lunkerek a félgyártmányban rétegességet okoznak. Ennek kiküszöbölésére megfelelő nagy tuskókeresztmetszetet kell biztosítani és egyúttal gondoskodni kell a beszívódás utántáplálásáról. A kokillát e célból célszerű samott-, vagy homokfejjel ellátni. A tuskókeresztmetszet növelésének azonban határt szab az, hogy öntéskor meg kell akadályozni a γ-fázis sorokban, vagy más tömör alakban való kristályosodását ; ugyanis az ilyen tuskó homogenizálása nehézséget okoz.

b) *Meleg- és hidegalakítás*

A berilliumbronzok melegen elég jól alakíthatók, tehát lemezzé és huzallá hengerelhetők, kovácsolhatók, sajtolhatók.

Melegalakítási hőmérsékletre a tuskót a szokásos gáz-, olaj-, vagy villamos kemencékben hevít-

jük fel. Tapasztalat szerint a melegalakítást megkönnyíti, ha az alakítás megkezdése előtt a berilliumbronzot a melegalakítás kezdőhőmérsékletén (760—780 C°-on) homogenizáljuk. Általában 3—4 órás előmelegítési idő megfelel. Vigyázni kell arra, hogy az anyag hőmérséklete a 800 C°-ot ne haladja meg.

A berilliumbronzok *meleghengerlése* 15—25 százalékos szúrásokkal nem okoz nehézséget. Az ötvözet *kovácsolásáról* meg kell említenünk, hogy a többi kovácsolható rézötvözetekhez hasonlóan a berilliumbronz hővezetőképessége is nagy és így gyorsabban hűl, mint a karbonacélok. A kovácsolási időtartama korlátozott, mivel melegalakításkor a repedések elkerülésére 550—600 C° alatt nem szabad kovácsolni. A berilliumbronz tuskókat erős ütésekkel kezdik alakítani, majd a fém lehűlésével kisebb ütésekkel folytatják a kovácsolást.

A melegen alakított darabok szobahőmérsékletre tetszés szerinti sebességgel, tehát akár levegőn, akár vízben hűthetők.

A berilliumbronz homogenizáló izzítás és edzés után *hidegen jól alakítható*. Figyelembe kell venni azonban, hogy a hidegalakítás során a szokásos rézötvözetekhez képest gyorsabban és nagyobb szilárdságra keményedik. A 2% berilliumtartalmú bronz keményedési görbéjét a 19. ábrán mutatjuk be.

A hőkezelések közti maximális hidegalakítás mértéke kb. 85%. Huzalhúzáskor általában kb. 20%-os húzásonkénti fogyással dolgozunk.

Attól függően, hogy a gyártmány feldolgozása során milyen mértékű alakítást kívánnak a félgyártmányon végrehajtani, valamint a kívánt mechanikai tulajdonságok szerint a berilliumbronzokat különböző keménységi fokozatokban és pedig nemesített állapoton kívül edzett, 1/4 kemény, félkemény és kemény állapotban szállítják. A különböző keménységi fokozatok és az edzett anyag hidegalakításának összefüggését a 3. táblázat mutatja. (Megemlítjük azonban, hogy a berilliumbronz szalagokkal foglalkozó szovjet

3. táblázat

Berilliumbronzszalagok keménységi fokozatai

Keménységi fokozat	Az edzés után alkalmazott hidegalakítás mértéke, %-ban
Edzett	0
1/4 kemény	10
1/2 kemény	20
Kemény	37

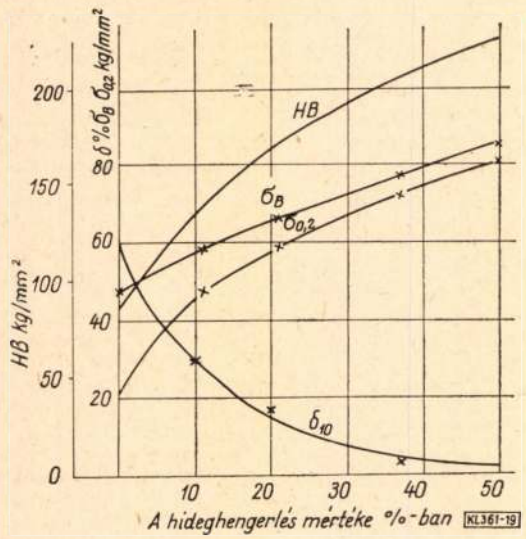
GOSzT 1789—50 sz. szabvány a nemesített állapoton kívül csak edzett és kemény fokozatot ír elő.)

A berilliumbronz huzalokat általában két minőségben gyártják, mégpedig edzett és kemény minőségben; utóbbit edzés után 50%-os hidegalakítás biztosítja.

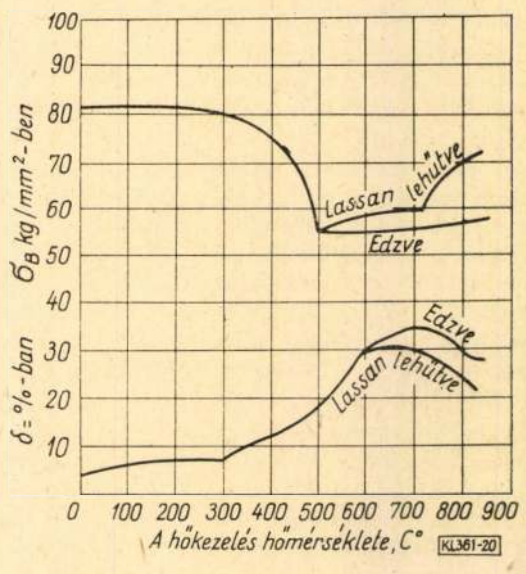
c) *Hőkezelés*

A 3. fejezetben összefoglaltuk a berilliumbronz hőkezelésével kapcsolatos nagyrészt elméleti megállapításokat. A következőkben a hőkezelés gyakorlati keresztülvitelével kapcsolatos néhány adattal egészítjük ki ezeket.

A homogenizáló izzítás elvileg végezhető az előírt hőfok elérését biztosító bármilyen *kemencében*, sófürdőt azonban nem szabad használni, mivel a legtöbb só a homogenizáló izzítás hőmérsékletén megtámadja a berilliumbronzot. A hőkezeléskor fellépő reveképződés megakadályozására célszerű a hőkezelést védőatmoszférában végezni. Védőatmoszféraként jól megfelel a diszszociált, nedvességmentes ammónia, vagy hidrogén. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ha teljesen revementes hőkezelés nem biztosítható, akkor célszerű fekete reve képződést hagyni; ugyanis a gyengén redukáló atmoszférában képződő, világosbarna színű, főleg berilliumoxidból álló reve igen nehezen távolítható el. Itt említjük meg, hogy a megfelelő felület biztosítására az anyagot hőkezelés előtt zsírtalanítani kell, erre



19. ábra. 2% berilliumtartalmú bronz keményedési görbéje (hengerelt anyag)



20. ábra. A hőkezelés hatása a berilliumbronz mechanikai tulajdonságaira (A. P. Sztrijagin)

triklóretilén, vagy más, alkálikus oldószer használatos.

Nagy hőmérsékleten végzett homogenizáló izzítás és az utána következő edzés sokszor, elsősorban a nem erre a feladatra berendezett üzemekben csak körülményesen hajtható végre. Ezért kísérleteink során *A. P Sztirjagin* által közölt [11], a 20. ábrában bemutatott diagram alapján a hidegalakítások közti közbülső homogenizáló izzítás és edzés helyett 650 C°-on, kb. 3 órás *lágyítás* után szabad levegőn lehűtöttük az anyagot. Bár ezzel a hőkezeléssel nem érhető el a berilliumbronz minimális szilárdsága és maximális nyúlása, mégis kb. 50—60%-os hidegalakítás végezhető az egyes hőkezelések közt. Megjegyezzük azonban, hogy a berillium megfelelő oldódásának biztosítására készrehengerlés előtt mindig legalább kétszer szabályos homogenizáló izzítást és edzést kell végezni.

A megeresztési hőmérséklet és időtartam változásával a mechanikai tulajdonságok és a villamos vezetőképesség különböző kombinációi nyerhetők, úgyhogy a megeresztésre vonatkozó előírások a különleges követelményeknek megfelelően eltérhetnek az előzőkben említettektől. Például, ha nagyobb vezetőképesség kívánatos, a megeresztés időtartamát, vagy hőmérsékletét növelni kell, természetesen ezzel a keménység és szilárdság csökken. Ugyanez érvényes akkor is, ha nagyobb alakíthatóság szükséges. Általában a megeresztés nagyobb vezetőképességre, nagyobb alakíthatóságot biztosít, valamivel kisebb szilárdság és keménység mellett.

A megeresztéshez általában védőatmoszféra nem szükséges, mivel a megeresztés során fellépő elszíntelenedés a bronz tulajdonságait nem befolyásolja. Ezért a megeresztésre elvileg minden olyan kemence használható, mely a megeresztés szokásos hőmérsékletén ± 5 C°-os pontosságot és egyenletes átmelegítést biztosít. A gyors és egyenletes felmelegedés, és így a megeresztés jobb irányítására azonban célszerű irányított légcirkulációs, vagy sófürdős kemencét használni.

A sófürdős kemencék rendszerint 50% nátriumnitrát és 50% nátrium- vagy káliumnitrit tartalmú sófürdővel dolgoznak. Vigyázni kell arra, hogy a hőkezelt darabot a sófürdőből való eltávolítás után minden sómaradéktól gondosan megtisztítsuk. Ez hideg és forró vízben végzett mosással történik. A sófürdős hőkezelés után visszamaradó csokoládészínű felületi film az anyagra nem káros és ha esztétikai szempontból szükséges, pácolással könnyen eltávolítható.

Megemlítjük még, hogy jó felület elérésére a darabot megeresztés előtt a szennyeződésektől, olajtól, piszoktól, nedvességtől meg kell tisztítani, sófürdős kemencében erre a robbanás és fröccsenés veszélye miatt is szükség van.

d) *Pácolás*

Ha a homogenizáló izzítás nem védőatmoszférában történik, akkor a képződött revét a további műveletek megkezdése előtt pácolással el kell távolítani.

A berilliumbronz homogenizáló izzításakor képződött oxidréteg híg kénsavban jól eltávolítható. 10 térfogatszázalékos kénsavas pác a berilliumbronz oxidált felületét — ha nem túlságosan vastag a reveréteg — forralás közben néhány másodperc alatt oldja. Még igen vastag, erős és tömör revét is egy percnél rövidebb bemerítési idő alatt eltávolítja. A hőmérséklet csökkenésével nő a reveeltávolítás időtartama, 50 C°-on két perc és szobahőmérsékleten kb. 20 perc szükséges. Erősebb savas oldattal nagy hőmérsékleten a tisztítás sebessége ugyan nő, 25—30 térfogat-százalékos forrásban levő oldatba egy-két másodperces bemerítés elegendő, szobahőmérsékleten azonban a pácolás sebességét a savkoncentráció növelése nem gyorsítja [12].

Pácoláshoz kb. 20 térfogat-százalékos meleg, 70 C°-os kénsavas oldat használata ajánlatos. Kísérletünk szerint ilyen hőmérsékletű és összetételű pácoldat használatakor két percen belül megfelelő felület érhető el.

A kénsavas pácolás után azonban a visszamaradó barnás-vöröses foltok miatt az anyag felülete meglehetősen csúnya. A tetszetősebb felület elérésére a kénsavas pácolás után oxidáló hatású oldatban is kell pácolni. Második fürdőre jól bevált az 5 térfogat-százalék kénsavat és 2—3% kálium-, vagy nátriumbikromátot tartalmazó, szobahőmérsékletű oldat. Ilyen pácban 1—2 perces bemerítés után szennyeződés, elszíntelenedés és foltmentes, fémes felület érhető el. (Végezhető a foltmentesítő pácolás 30 térfogat-százalékos szobahőmérsékletű salétromsav fürdőben is.) Oxidáló hatású pácban vigyázni kell arra, hogy a megfelelő felület elérését biztosító, lehető legrövidebb bemerítési idővel dolgozzunk, mivel a pácoldat könnyen megtámadja az alapfémet és túlpácolást okoz.

Hangsúlyoznunk kell, hogy az oxidáló hatású savban való pácolást mindig meg kell előznie a kénsavas pácolásnak, azaz az anyagon levő fekete oxidréteget előbb el kell távolítani [12]. Ellenkező esetben ugyanis a kromátos, vagy salétromsavas oldat egyenlőtlenül hat a fémre, még rövid bemerítési idő alatt is helyi kimaródások keletkeznek ; ezek a felületi hibák nemcsak esztétikai szempontból csúfítják el a felületet, hanem rontják az anyag kifáradásának ellenálló képességét is.

Végül fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a korrózió elkerülésére minden savas kezelés után a pácolt anyagot hideg és meleg vízben alaposan le kell öblíteni, majd gondos szárítás következik.

IRODALOM

[1] *W. Gruhl* és *G. Wassermann :* Über den Verlauf der Ausscheidung bei Kupfer-Beryllium Legierungen. Metall 5. 1951. 93. old.

[2] *A. Guinier* és *P. Jacquet :* On the Age Hardening of Copper-Beryllium Alloys. Compt. Rend. 217. 1943. 22. old.

[3] *A. H. Geisler, J. H. Mallery* és *F. E. Steigert :* On the Mechanism of Precipitation in Copper-Beryllium Alloys. Journ. Metals 4. 1952. 307. old.

[4] *W. Deisinger :* Kupfer-Beryllium-Legierungen und ihre technische Verwendung. Metall. 6. 1952. 436. old.

[5] *G. Masing* és *O. Dahl:* Ternary Copper-Base Alloys Containing Beryllium. Beryllium. Siemens-Konzern. London, 1943.
[6] *G. Masing* és *O. Dahl:* The Effect of Small Additions on Phosphorus on the Age-Hardening of Beryllium-Copper Alloys. Beryllium. Siemens-Konzern. London, 1943.
[7] *G. Masing* és *O. Dahl:* Physical Properties and Age Hardening of Beryllium-Copper Alloys. Beryllium. Siemens-Konzern. London, 1943.
[8] *J. T. Richards:* Beryllium Copper. Mat. a. Meth. 31. 1950. ápr. 76. old.
[9] *R. Reinbach:* Sonderlegierungen für Federn. Draht. 6. 1955. 79. old.
[10] *P. J. Forsyth:* Some Observations on the Occurence of the „Grain Boundary Gamma" Phase in a 2% Be, 0,25 Co Copper Alloys. Metallurgia. 37. 1943. 309. old.
[11] *A. P. Sztirjagin:* Rézötvözetek. Csudakov: Gépipari Enciklopédia IV. kötet. Budapest, 1953.
[12] *E. E. Halla:* Plating and Pickling Beryllium-Copper Components. Metallurgia. 43. 1949. 181. old.

Repedésmentes tuskók öntése, repedések okai, azok megelőzése és kiküszöbölése[1]

LÁNTZKY JÓZSEF

(Folytatás)

DK: 669.189

Отливка слитков без трещин

Giessen rissfreier Blöcke

Casting ingots without cracks

A kokilla hőmérséklete

A kokilla-hőmérséklet további fontos tényező a kéregképződés sebessége szempontjából. Minél nagyobb a kokilla hőmérséklete, annál jobban késlelteti a tuskókéreg növekedésének sebességét, illetve annál vékonyabb kérget kapunk. A gyakori tapasztalatok azt mutatják, hogy a legkedvezőbb kokilla hőmérséklet a 70 C°-ú. Kohászati üzemeinkben tapintó pyrométerrel rendszeresen regisztrált kokilla hőmérsékletek nyáron és télen az alábbi módon alakultak:

	100 C°-ig	100—150 C°-ig	150 C° felett
Nyáron	48%	45%	7%
Télen	65%	30%	5%

A harmadik tényező a kéreg kialakulásában a kokillafalvastagsága. A régebbi időben mindaddig, amíg tüzetes vizsgálatokkal be nem bizonyították az a felfogás uralkodott, hogy minél vastagabb a kokilla fala, annál intenzívebb a hőelvonás és annál vastagabb kéreg keletkezik. Utóbb megállapították azonban, hogy a kokilla falainak hűtőhatása csak addig erősödik, amíg a vastagság az 55 mm-t el nem éri. A fal-vastagságnak további növelése a kristályosodást csak igen jelentéktelen mértékben gyorsítja. Ez azzal magyarázható, hogy minél vastagabb a tuskó kérge, fokozatosan annál kisebb a kokilla hűtő-hatása, függetlenül attól, hogy a falai vékonyak-e vagy vastagok. *Bishop* és munkatársai a kokillafal vastagságával kapcsolatban a következőket állapítják meg. „*Gyakorlati szemszögből nézve a jelenlegi ismereteink azt mutatják, hogy a megdermedés közvetlen meggyorsítása céljából a kokillának a megvastagításától kedvező hatás nem várható, de a fordítottja lehetséges. A kokillák falvastagságát egyedül azok élettartama szempontjából kell elbírálni*". Ezzel szemben más kutatók azt mondják, hogy a kokilla falvastagság változása olyan legyen a kokilla hossza mentén, hogy a tuskó alján gyorsabb, a felsőbb részén pedig lassúbb lehülést biztosítson. Alul ugyanis nagyobb a ferrosztatikus nyomás és ezért itt a kéregképződést meg kell gyorsítani.

A kokilla állapot hatása a tuskórepedésekre

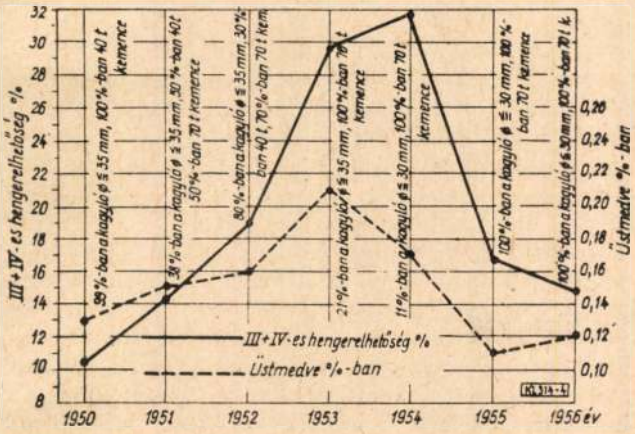
Végül igen fontos szempont a kokillák állapota és a felöntő-fejek elkészítésének módja. Ha a tuskót összezsugorodásában a kokilla akadályozza, akkor azon keresztirányú repedések keletkeznek. A tuskó kérgének súrlódása annál nagyobb, minél egyenetlenebb a kokilla belső felülete. A hibás kokillákat gyakran tűzálló masszával ki szokták javítani, a kéreg kialakulása szempontjából ez nem előnyös, mert a hőelvonás csökkenése folytán itt vékonyabb kéreg képződik, ami ezen a helyen repedést okozhat. Kimaródott, kicsorbult, vagy megrepedt kokillákat semmiféle acélhoz nem lehet büntetlenül használni. Külön figyelmet kíván a felöntőfejek hézagnélküli összeillesztése, vagy a hézagok masszával való eltömése, az erre fordított munka tetemes selejt csökkentéssel jár.

A kokilla belső kezelése lakkozás, kátrányozás, illetve grafitozás a felületi egyenetlenség csökkentése révén szintén bizonyos előnyt jelentenek.

Az öntési sebesség és a hőmérséklet hatása

A tuskók repedését befolyásoló egyik legfontosabb tényező az öntési sebesség. Minél gyorsabb az öntés, aránylag annál nagyobb a ferrosztatikus nyomás abban a pillanatban, amidőn a tuskók kérge elválik, a kokilla falától. Ha az acél hőmérséklete, minősége azonos, akkor ha az öntési sebességet bizonyos határon túl növeljük, a repedések mértéke is nő. Ezzel szemben lassú öntéssel a túlhevített acél melegtartalmának jó része már öntés közben eltávozik, a kéregkép-

[1] A Kohászti Lapok 1959. évi 1. számban megjelent cikk folytatása.



4. ábra. A hengerelhetőség alakulása az öntőkagylóátmérő és a kemencenagyság változásától függően 1950—1958. években

ződés sebessége megnő és jobban ellenáll a feszültségnek, vagyis repedésre kevésbé hajlamos.

Ha nagy öntési sebesség mellett nagy az öntési hőmérséklet is, akkor a kokilla hűtő hatása még kevésbé tud megfelelő vastag kérget létrehozni és a repedési veszély még nagyobb. Gyors öntés és egyidejűleg nagy öntési hőmérséklet a kéregben gyakran hálószerű repedéseket idéz elő. Megjegyezzük azonban, hogy az említett két hiba közül feltétlenül az öntési sebesség be nem tartása a hátrányosabb. Tudjuk, hogy a nagy hőmérsékletű öntés, csökkenti az egyéb felületi hibákat : hártyaképződést, rálapolást, valamint lehetővé teszi a lebegő zárvány cseppeknek a felöntőfejbe való felúszását. Különösen az utóbb említett előny miatt gyakran eltekintenek a forróöntés hátrányától és a minőség javítása érdekében inkább vállalják a félterméken keletkező felületi repedések kijavítását. Ezenkívül van több olyan acél, mely összetételénél fogva éppen akkor hajlamos repedésre, ha lassan öntjük, pl. a magas Cr tartalmú, vagy más olyan minőségű acél, melyek felületét oldhatatlan oxidhártya borítja és azokon lassú öntéskor rálapolódások képződnek. Ezek miatt a hibák miatt a tuskó akkor is megrepedhet, ha a kéreg vastagsága megdermedéskor elég vastag volt. Az öntési sebesség tehát acélfajtánként más és más.

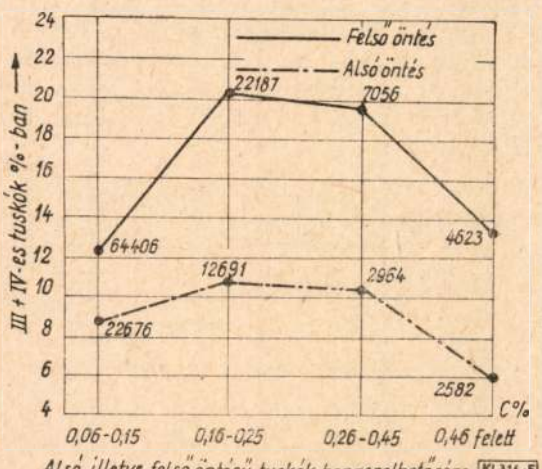
Üzemünkben az öntési sebesség hatására több éven át adatokat gyűjtöttünk. Az eredményeket a 4. ábrában foglaltuk össze, mely 1950-től 1956-ig a felső-öntésű, hibásan hengerlődött acéltuskók százalékos értékét ábrázolja, de egyidejűleg bejelöltük a használt öntőkagyló átmérőt is, melyből az öntési sebességre lehet következtetni. Évenként beírtuk még, hogy mennyi nagy, illetve mennyi kis kemence volt használatban. Ezt azért fontos tudni, mert üzemünkben a nagy kemencében gyártott adagok hengerelhetősége — a III+IV-es hengerelhetőség %-ban kifejezve — mindig 10—15%-kal rosszabb, mint a kiskemencéké.

A diagramból látható, hogy a hengerelhetőség 1950—1954-ig fokozatosan romlott. 1951-ben használt kagyló átmérő mérete számottevően nem változott 1950-hez képest. Azonban 1951-ben már 50%-ban nagy 70 tonnás kemencékkel dolgoztunk. A romlást tehát 1951-ben annak tulajdonítjuk, hogy az eredetileg 40 tonnás kemencék felét 70 tonnát befogadó adagok gyártására építették át. 1952-ben már a kagyló-átmérő is növekszik és ugyanakkor a nagy adagok száma az összes gyártás 70%-ra emelkedett. 1953- és 1954-ben a termelés további fokozása érdekében már 100%-ban nagy adagokat gyártottunk és ugyanakkor az öntés sebessége is növekedett a 35 mm-nél nagyobb átmérőjű kagylók használatával. A hengerelhetőség ezekben az években már olyan nagy mértékben leromlott, hogy az acélműnek komoly gondot okozott a programszerűség és a minőség rendes mederben tartása. 1954. év végén sikerrel járt a szűkített (24—28 mm átmérőjű) magnezitgyűrűs betéttel gyártott kagylók és ugyanakkor a kétdugós üstök használata.

Az öntési sebesség ilymódon való csökkentése ugrásszerűen megjavította a tuskók hengerelhetőségét, mivel a hibás hengerelhetőségű tuskók száma 1955-ben az előző év 31,8%-áról 16,8%-ra esett vissza. 1956-ban az öntés technológiájában változás nem történt. Itt a tuskórepedések csökkenését a nyersvas minőségének korábban tárgyalt javulása eredményezte.

Alsó, illetve felsőöntés hatása a tuskórepedésekre

Általában a tuskó felületi épségét alsóöntéssel sokkal jobban lehet biztosítani, mint felsőöntéssel. Ez elsősorban azért van mert az előírt öntési sebesség könnyebben betartható, de az acél felületének nyugodtsága, a fröccsenési veszély hiánya is előnyösebb helyzetet teremt az alsóöntéssel. Ezt bizonyítja az 5. ábra, mely összehasonlítást ad üzemünkben 1955. évben gyártott különböző C tartalmú alsó, illetve felsőöntésű tuskók hengerelhetőségéről. (A beírt számok a megfigyelt tuskók darabszámát jelentik.) A diagramból látható, hogy felsőöntéssel általában kétszerannyi repedt tuskó keletkezik, mint alsóöntéssel. Megjegyezzük, hogy a magnezitgyűrű használata előtti években ez a különbség még nagyobb volt.



5. ábra. Alsó, illetve felső öntésű tuskók hengerelhetősége a C-tartalom függvényében

A két öntési eljárás megválasztásakor az említetteken kívül más szempontok is figyelembe veendők, így a lunkercsökkentés, zárványosság csökkentés, a felületi oxidhártya képződésének csökkentése és legfőképpen a gazdaságosság. Az a tény, hogy a világ acéltermelésének nagyobb százalékát ma is felsőöntéssel öntik, igazolja azt, hogy a felsőöntés a gazdaságosabb és termelési szempontból előnyösebb.

4. Melegítés időtartamának megállapítása a mélykemencében

Az acél leöntése után szükséges, hogy azt tovább is megfelelően kezeljék, ill. melegítsék. Melegbeadások alkalmával azt tapasztalták, hogy az öntőcsarnokban való várakozási idő és a mélykemencében való tartózkodási idő megállapítása és betartása nagy szerepet játszik a tuskó további viselkedésében.

A túl gyorsan beadott tuskók kérge nem elég szilárd, ennélfogva sztripperezéskor azokon szakadások keletkezhetnek, különösen akkor, ha a kokilla felület durva. Ez a hiba általában nem gyakori.

Inkább előfordul az ellenkezője, vagyis az, midőn a tuskók hosszú várakozási idővel jutnak el a mélykemencébe. Ha hosszú a várakozási idő és a tuskók nagyon lehülnek, akkor a nagyobb hőmérséklet különbségek miatt a rosszabb hővezető képességű tuskók a mélykemencében megrepedhetnek.

Kérdés tehát, hogy milyen módon határozzák meg a mélykemencében való melegítés idejét? Megállapították, hogy szoros összefüggés van a várakozási idő és a tartózkodási idő között. A tartózkodási idő (melegítési idő) kiszámításához mindig a várakozási időt használják fel.

G. G. Blean kén-automata acélokra azt tapasztalta, hogy a repedési index szám kisebb lesz, ha a várakozási idő rövid. Csillapítatlan acélokra a legkedvezőbb várakozási időt 1 órában, csillapított acélokra 2 órában határozta meg.

Megállapítottuk, hogy üzemünkben a melegítési idők túlságosan rövidek (tekintet nélkül a várakozási időre minimálisan 30 perc). Ez elsősorban mélykemence kapacitásunk szűk voltának tudható be, melyet az 1956. év végén bekövetkezett nagy termelés-visszaesés idején a statisztikai adatok kiértékeléséből is alkalmunk volt megfigyelni.

1. táblázat

Mélykemencében tartózkodás és hengerelhetőség összefüggése 1956. VIII. hóban és 1956. XI—1957. I. hóban

Mélykemencében tartózkodási idő, perc	1956. VIII. %	1956. XI 1957. I. %	Hengerelhetőség	1956. VIII. %	1956. XI 1957. I. %
30— 60	8,60	0,13	I.	29,80	64,80
61—180	77,00	21,80	II.	56,70	32,91
181—360	13,65	43,40	III.	13,10	2,29
361 felett	0,75	34,67	IV.	0,40	—
Megfigyelt acéltuskó, db	12 779	1508	Megfigyelt acéltuskó, db	16 560	1614

Az eredményt az 1. táblázatban foglaltuk össze, mely szerint az első időszakban, amidőn a tuskók nagy részét (8,6 + 77%) rövid tartózkodási idővel (30—180 percig) melegítettük, a hibás hengerelhetőség 13,1+0,4 = 13,5% volt. Míg a második időszakban, mikor a tuskók nagyobb részét, 78%-át hosszú (181, illetve 361 perc feletti) tartózkodási idővel melegítettük, a hibás hengerelhetőség mindössze 2,29% volt. Valószínűleg a javulást más tényezők is befolyásolják, mint pl. a Martin-üzem nyugodtabb termelése és ezzel kapcsolatban a jobb öntőcsarnoki munka, jobb kokillaellátás stb., de mindazonáltal a talált összefüggés figyelemre méltó és igazolni látszik a külföldi irodalomban szereplő hosszabb melegítési idők helyességét.

A mélykemencében való melegítés

A tuskó melegítésekor előforduló hibák a következők lehetnek: túlhevítés, megégetés, egyenlőtlen melegítés és a túl gyors melegítés.

Az acél túlhevítése úgy keletkezik, hogy az izzítás hőmérsékletét hosszabb ideig túl magasan, a szolidusz görbe közelében tartjuk. Ilyenkor szemcsedurvulás áll be, ami repedezésre vezet. Az elégetés akkor következik be, amikor nagy hőmérsékletű gázatmoszférából az acélba észrevehető mennyiségű oxigén kerül, mely vasoxid alakjában a szemcsehatárokon helyezkedik el és a már korábban ismertetett módon vöröstörést okoz. Az égetést mindig megelőzi az acél dekarbonizációja. Ezt a hatást közömbösíteni lehet a kemencegáz szigorú ellenőrzésével és a nagy hőfokú szúrólángok elkerülésével. Az égési selejt üzemünkben elég tekintélyes mennyiségű, a durvahengermű összes selejtjének 25—30%-a. Az égési selejt a kemence hőmérséklet és a gázatmoszféra szabályozásának automatizálásával csökkenthető.

A mangán-szegény lágyacélok melegítése

A csillapítatlan mangán-szegény, lágy acélok hengerléskor gyakran vöröstörésszerűen repedeznek. Ezt a hibát a hengermű rendszerint az acélműnek tulajdonítja. Igaz, hogy az ilyen acélok oxidossága nagyobb, mint a többi karbonacéloké, de ugyanakkor azt is tapasztaltuk, hogy az oxidáló gázatmoszférából ezek könnyen oxigént vesznek fel anélkül, hogy az acélt túlnagy hőmérsékleten melegítenék. Kísérleteink során beigazolódott, hogy ezek az acélok teljes biztonsággal jól hengerelhetők, ha különleges gonddal kezeljük azokat. Feltétlenül szükséges tehát az alábbi szabály betartása: a csillapítatlan mangán-szegény acélok redukáló atmoszférában (gázfölösleggel) melegítendők és legfeljebb a kellő hőfok elérésére a melegítés utolsó szakaszában (tuskónál legfeljebb 45 perc, bugáknál legfeljebb 30 perc) szabad oxidáló lángot használni. Ennek az előírásnak a betartása mellett üzemünkben a 0,08% C és 0,09% Mn tartalmú acélanyagot is teljesen kifogástalanul ki tudjuk hengerelni.

A vékonykérgű csillapítatlan acéltuskók melegítése

Mindazok az acéltuskók, melyek nagy peremhólyagokkal és vékony kéreggel bírnak, hajlamosak repedésekre és ezeknek melegítése a hengerüzem részére külön problémát jelent. Azok a lassan öntött csillapítatlan tuskók, melyek öntés közben élénken főnek, megfelelő tiszta és vastag kérgűek lesznek. Ezeknek a hengerelhetősége általában kifogástalannak mondható. A csillapítatlan tuskóknak — melyek gyenge gázfejlődést mutatnak és ugyanakkor gyorsan öntik őket — a kéregvastagsága rendszerint nem kielégítő és így azon a részen, ahol a primér hólyagkoszorú helyezkedik el, az acél hengerléskor megrepedezik, ill. szivacsosságra hajlamos. A fentiekből következik, hogy a csillapítatlan acélokat vastag, legalább 18 mm kéreggel kell gyártani.

Az egyenlőtlen melegítés vagy hideghengerlés is keresztirányú repedéseket okozhat azáltal, hogy a tuskók külső szálai túlzott igénybevételnek vannak kitéve.

A gyors felmelegítés főként a nagyobb C tartalmú vagy ötvözött acélokra káros, ezeknek a hővezető képessége rossz. A gyors felmelegítés folytán a külső felületben tágulás és átalakulás lép fel, amely a belső részben olyan húzófeszültségeket ébreszt, melyektől bekövetkezik a belső szelvények szakadása (6. ábra). Ezek a repedések bár nem gyakoriak, de annál kellemetlenebbek, mert a legtöbbször rejtve maradnak a készáruban. A repedés gyakran kitörhet a felületre (7. ábra), sőt szélső esetben a tuskó teljesen széteshet több darabba. Ezek a repedések mindig egyenes vonalban terjednek a tuskó tengelyére merőlegesen és jellegzetességüknél fogva semmilyen más repedéssel nem téveszthetők össze.

A gyors felmelegítés káros hatásáról egy időszakban statisztikai adataink kiértékeléséből is meggyőződtünk, amikor is a szokásos módon melegített kemény acélok egy részét hideg beadásból gyártottuk és összehasonlítottuk az ugyanolyan karbontartalmú, melegen beadott acélok tuskóival (2. táblázat).

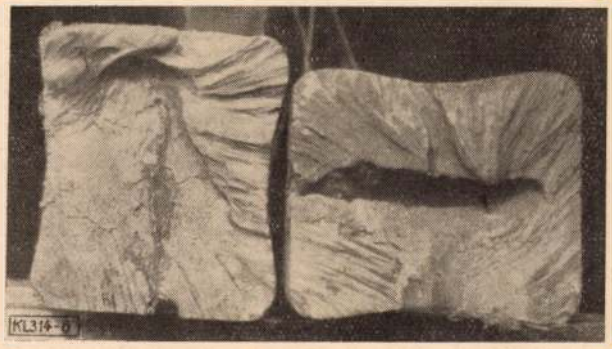
2. táblázat

Meleg és hideg keményacél tuskók összehasonlítása

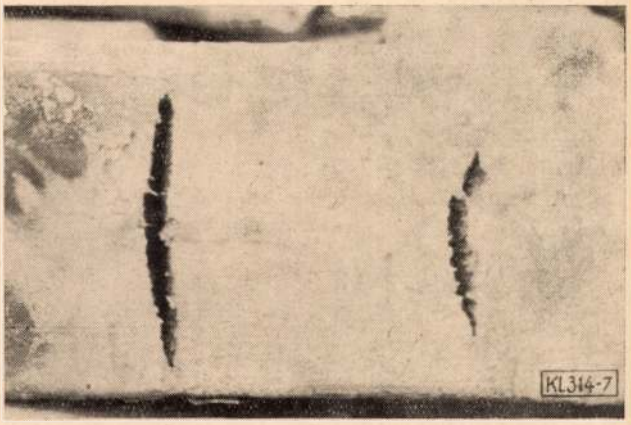
C csoport	Meleg beadás		Hideg beadás	
	megfigyelt tuskó	ebből hibás	megfigyelt tuskó	ebből hibás
C = 0,45% felett	3895 db 100%	314 db 8,10%	597 db 100%	110 db 18,4%
C = 0,26—0,45%	2612 db 100%	235 db 8,95%	460 db 100%	76 db 16,5%

5. Az alakítás mértékének hatása a tuskó repedésekre

Tapasztalatunk szerint különösen az első szúrásokban alkalmazott kíméletesebb hengerlés javítólag hat az olyan tuskókra, melyek repedésre hajlamosak, de döntő módon nem változtatja



6. ábra. Belső tuskószakadás túlgyors melegítés miatt (C = 0,45%. A buga autogénnel kettévágva)



7. ábra. A tuskón áthaladó keresztirányú repedések túlgyors melegítés miatt (C = 0,58%)

meg az anyag minőségét. Ezt igazolja *G. G. Blean* is, amidőn az automata anyag hengerlésére azt mondja, hogy fontos az első szúrásokban mind a négy oldalt 25—30 mm-es nyomással alakítani. Az öntési szövetnek ily módon való megdolgozása után már nagy nyomásokkal lehet a hengerlést folytatni.

A kutatók nagyobb része azt vallja, hogy az 1,4%-nál kisebb C tartalmú és ötvözetlen acélok a lehető legnagyobb mértékű alakítást kibírják.

A keresztirányú repedésektől függetlenül kell elbírálni a féltermékeken a készárukon tapasztalható hosszirányú hajszálrepedéseket. Ezeket a hibákat a blokksoron a meleg tuskó felületén nem lehet megfigyelni és éppen ezért az eddig ismertetett statisztikai adatokban sem szerepelnek. Külön vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy a blokksori szúrás-számok szaporításával csökkennek a bugákon, illetve készáruk felületén tapasztalható hajszál-repedések. Valószínűleg azért, mert a felülethez közel eső gázhólyagok kisebb alakítási nyomásra nem repednek fel. Ezt sínek és szegecs anyagok gyártásakor tapasztaltuk és ezeket a tuskókat ezután a 15 szúrással hengereltük, a korábbi 9 szúrás helyett. Az eredmény 20—25%-os selejtcsökkentéssel járt.

Figyelemreméltó, hogy külföldön a hajszálrepedések csökkentését az üregezés módosításával is igyekeznek biztosítani. A szekrény üregezés helyett a rautakvadrát üregezés vált be jobban.

Amíg a szekrény üregekben az oldalak mindig kisebbednek, tehát torló alakítás van és a repedések mélyülnek, addig a rautában az oldalak nagyobbodnak, a repedések mélysége csökken és el is tünhetik. Ezzel a technológiával egyes amerikai üzemekben a bugatisztítás munkája alacsonyszintre korlátozódott.

6. A repedések eltávolítása felület javítással

Az előbbiekben ismertetett repedési hibák kiküszöbölése igen nagy problémát okoz világszerte a kohászati üzemek szakembereinek, ha ehhez még hozzávesszük a pikkelyességet, a hengermű okozta behengerlést, gyűrődést stb., akkor azt mondhatjuk, hogy a hibák kiküszöbölésére irányuló megelőző intézkedések semmiképpen sem elegendők a jó felület biztosítására, hanem szükséges, hogy az acéltuskókat, vagy az előnyújtott bugákat kérgezéssel, faragással, illetve más felületjavító módszerekkel tisztítsuk. Előnyösebb a felület-javítást az előnyújtott bugákon elvégezni, részben azért, mert ezeknek az oldal-lapjai már párhuzamosak, részben azért, mert így egyúttal a hengerlési hibák (behengerlés, gyűrődés stb.) is kiküszöbölhetők.

A hazai kohászati üzemekben bár évről évre mindig növeljük a bugatisztító kapacitást, mégis sajnos a meglévő berendezések és felkészültség még mindig nem elgendő. A fejlettebb külföldi üzemekben már évekkel ezelőtt a blokksor és bugasor közé automatikus láng-kérgezőt építettek. Ezzel a módszerrel körülbelül a felére csökkentették a felületi hibákból származó selejtet és ugyanannyival emelkedett a bugajavítók teljesítménye is. Tehát nem szüntették meg a bugák hidegen való tisztítását, de költségeit lényegesen csökkentették.

IRODALOM

[1] H. O. Howson „Steel Ingot Technik, Part IV, Ingot Surface Defects". The Iron and Coal Trades Rewiew 1952. XI. 28. 1169—1178. 1952. XII. 26. 1391—1398, 1953. I. 9. 85—93. és 1953. I. 16. 131—137.

[2] „First Report of het Ingot Surface Defects Sub-Committee". Journal of the Iron and Steel Institute 1950. máj. 41—66.

[3] *Dufty Normann I.:* „Transverse ingot craks". Blast Furnace and Steel Plant 1952. jan. 91—94.

[4] *By A. I. Mohri:* „Steel Quality As Affected By Track Time and Soaking Pit Practice". Blast Furnace and Steel Plant 1951. jún. 663—670.

[5] D. W. Lloyd, Joungstown Sheet and Tube Co, Ohio „Modern Blooming Mill practices". Iron and Steel Engineer, 1951. febr. 59—65.

[6] I. R. Chegwiden, Bethlehem Steel Co. „Effect of Track Time on Soaking Pit Heating" Iron and Steel Engineer, 1951. dec. 53—58.

[7] *Gathmann:* „The Ingot Phase of Steel Production." Second edition 1942. szept.

[8] *F. Beitter* „Die Fehler im Gussblock und ihre Beziehungen zur Giesstemperatur und Giessgeschwindigkeit." Stahl und Eisen 1949. aug. 585—600.

[9] *G. G. Blean:* „Factors influencing Surface Quality of High Sulfur Steels". Iron and Steel Engeneer, 1953. jan. 79—81.

[10] *Dr. Verő J.:* „Az ipari vasötvözetek metallográfiája.

[11] *K. G. Trubin, G. N. Ojksz:* „Acélkohászat."

[12] *Szalay L.* és *Lántzky J.:* „Réztartalom okozta vöröstörékenység vasúti sínek hengerlésénél." Bányászati és Kohászati Lapok 1949. aug. 15. (334—341. o.).

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Február 6-án 155 éve (1804) halt meg J. PRIESTLEY angol természettudós (szül. 1733), a modern kémia egyik úttörője.

7-én 40 éve (1919) halt meg HEGYFOKI KABOS, a magyar meteorológia kutatás úttörője.

8-án 125 éve (1834—1907), született D. I. MENDELEJEV Orosz vegyész a periódusos rendszer megalapítója.

11-én 160 éve (1729—1799) halt meg L. SPALLANZANI olasz természettudós

14-én 90 éve (1869) szül. Ch. T. R. WILSON Nobel díjas angol fizikus, a Wilson-kamra feltalálója.

16-án 290 éve (1669) fedezte fel H. BRAND német alkimista a foszfort.

19-én 100 éve (1859—1927) született S. A. ARRHENIUS, Nobel-díjas svéd vegyész és fizikus, a modern fizikai-kémia megalapítója.

Március 1-én 175 éve (1784) száll fel az első magyar léggömb a „Győri Tudomány Főiskola ... repülő golyóbisa".

2-án 120 éve (1839) született KREMMER József minoralógus, számos új ásvány felfedezője.

6-án 90 éve (869) ismertette D. I. MENDELEJEV (1834—1907) periódusos rendszerét.

8-án 70 éve (1803—1889) halt meg J. ERICSSON svéd származású amerikai feltaláló.

10-én 125 éve (1801—1874) halt meg B. Sz. JAKOBI orosz fizikus a galvanoplasztika feltalálója.

12-én 135 éve (1824—1887) született G. KIRCHHOF német fizikus a színképelemzés egyik feltalálója.

12-én 45 éve (1914) halt meg G. WESTINGHOUSE amerikai mérnök (szül. 1846), a légfék feltalálója.

13-án 30 éve (1929) halt meg KÁROLYI József nagyváradi tanár (szül. 1854), a drótnélküli távíró egyik magyar úttörője.

14-én 80 éve (1879—1955) született A. EINSTEIN német fizikus a relativitás tanának megalapítója.

16-án 120 éve (1839—1905) született A. Sz. POPOV orosz feltaláló, a drótnélküli távíró és a rádió egyik úttörője.

31-én 70 éve (1889) készült el a párizsi Eiffel-torony.

31-én 60 éve (1847—1894) halt meg P. JABLOCSNOV orosz feltaláló az elektromos világítás egyik úttörője.

Az eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az OR ZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR szakanyagában. (Bp. VIII., Múzeum u. 17.)

Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336—307.

Félfolyamatos öntéssel készült alumínium tuskók makroszerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira[1]

BOCZOR E. ISTVÁN

(Folytatás)

D. K.: 621.74.04 : 879.716.0004.12—41

Влиянид макруструктури на некоторые свойства мягких листов изготовленные из алюминиевых слябов отлитых полунепрерывным способом

Einfluss des Makrogefüges von halbkontinuirlich gegossenen aluminium Blöcke auf die einzelnen Eigenschaften des Weichbleches

Effect of the macrostructure of semicontinuously poured aluminium blocks on some properties of the mild sheet

A hosszirányú próbák σ_B értéke általában nagyobb, mint a keresztirányúaké. A hosszirányú próbák $\sigma_{0,2}$ értéke a 3-as és 4-esnél kisebb, az 5-ösnél nagyobb, mint a keresztirányúaké. A δ_{10} értéke a 3-as és az 5-ösnél hosszirányban kisebb, a 4-esnél egyenlő a keresztirányúéval. A hajtogatási száma a 3-as és 4-esnek egyforma, az 5-ösnek hosszirányban rosszabb, mint keresztirányban. Az 5-ös lemez hosszirányú próbái közül a szélen a σ_B, $\sigma_{0,2}$, δ_{10} rosszabb, a hajtogatási szám jobb mint középen. Ez a kevésszámú próba rendszertelenebb eredményt ad, mint az előzőek, de így is rámutat arra, hogy hengerlési iránytól és a próbatest elhelyezésétől függetlenül, mint azt az előzőekben jeleztük, az irányított durva makroszerkezet és az irányítatlan finom szerkezetek közti különbségek fennállnak.

A mélyhúzás eredményeit a 6. táblázatban ismertetjük (6. táblázat).

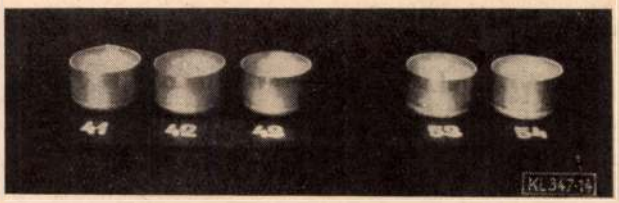
6. táblázat

A 3., 4., 5. jelű lemezek fülesedése

Próbatest jele	Fülhelyzet °-ban	Fülesedés, %
31	elveszett	
32	90	2,08
33	90	2,24
41	90	2,75
42	90	1,32
43	90	2,14
53	90	1,17
54	90	1,424

A fülesedés fenti táblázata és a megfelelő csészikék képe (13., 14. ábra) elsősorban azt mutatja, hogy a fülek egyöntetűen kisméretűek és nagyságrendben az előző lemezek legkisebb fülesedést mutató finom, a metszetben irányítatlan makroszerkezetű lemezrész fülesedésének felelnek meg. A mélyhúzáskor a 33. sz. próbatesten megfigyeltük, hogy a durva kristályos oldalon egy külön fül képződött, amely azonban a felvételen a perem rossz hajlásszöge miatt nem tűnik ki, viszont a táblázat adata szerint érzékelhető.

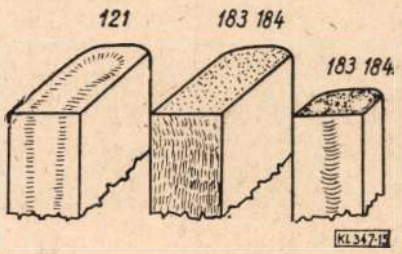
Megjegyezzük még azt, hogy számunkra elégséges volt a Guillery első fokozat felhasználása, mivel a kísérlet sorozatban nem az abszolút mélyhúzhatóság megállapítása volt a fontos, mégis a második fokozat húzását is elvégeztük. A második fokozat szakadáshoz vezetett. A szakadás következtében a felület igen finomszemcsésnek mutatkozott.



14. ábra. A 4. és 5. jelű lemezekből húzott csészikék

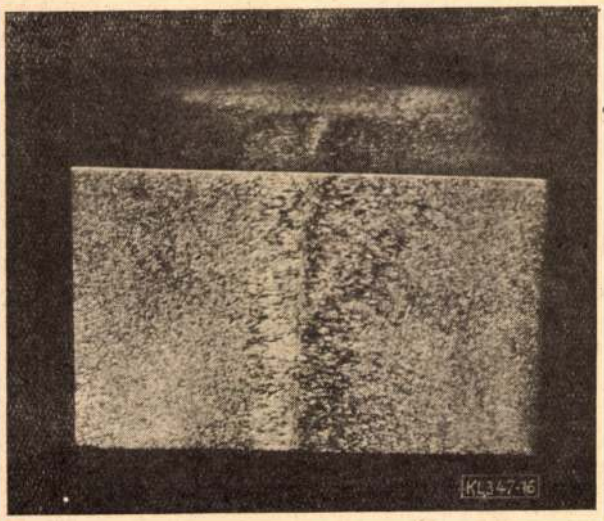
A kész lemezekből keresztirányban bejelölt (115, 218, 310, 410, 512 jelzés) keskeny csíkokból, a lemez hosszirányának megfelelően, a különböző jellegzetes helyekről mikroszkópi vizsgálatra mintákat vettünk. Az elektrolitikus polírozással készült és Keller-féle maratószerbe mártott darabok egy lemezen belül csak az 1. és 2. lemezeken mutattak lényeges eltérést,, itt a szemcseátmérő 50—60 mikron, illetve 50—30 mikron volt. A legfinomabb mikroszerkezetet az 5. sz. lemez mutatta (kb. 10—15 mikron), a 2. sz. lemez kb. 40 mikron, a 4. sz. lemez 45 mikron és a többi kb. 50 mikron szemcseátmérőjű volt.

A 116, 219, 311, 411 és 513 jelzésű lemezrészek egyes darabjait 0,4 mm-re való lehengerlése után lúgoztuk, anódosan oxidáltuk, illetőleg kémiai polírozásnak vetettük alá. Legjobban az 1-es és 5-ös kezdőjelzésű lemezek viselkedtek, legroszszabbnak a 3-as, tehát a nagyobb vastartalmú anyag mutatkozott. A makroszemcsézet a felületet a fenti szempontból nem befolyásolta. Erősebb lúgzás után azonban a makroszerkezet előjött és az előzőekkel azonos képet mutatott. Az előzőekben használt maratószerrel való újabb maratás 0,4 mm-es állapotban az eredeti makroszerkezetet tökéletesen előhívta.



15. ábra. A 121. és 183., 184. sz. tuskó-metszetek vázlatai

[1] A Kohászati Lapok 1959. évi 1. számában megjelent cikk folytatása.

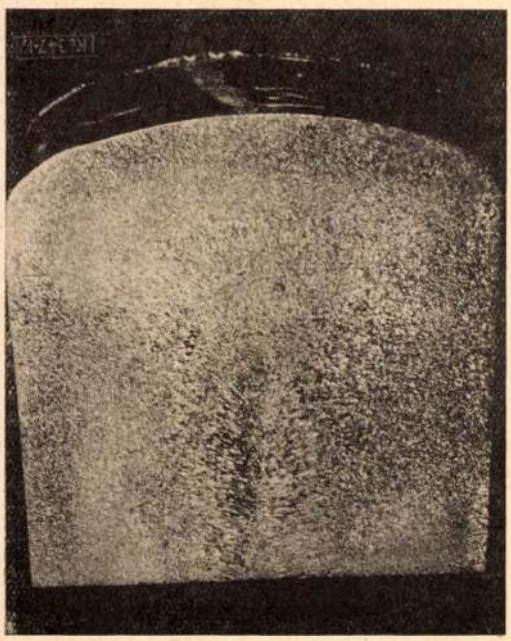


16. ábra. A 121. sz. féltuskó makroképe középső hosszmetszetben (középső beömlés)

Az eddigiekben folytatott kísérletsorozat, mely mint hangsúlyoztuk a félfolyamatosan öntött hengerlési tuskók haránt metszeteinek hengerlésén alapult, a következőkre adott felvilágosítást.

1. Az öntött tuskó eredeti makroszerkezete a meleg- és hideghengerlés folyamán megmarad és követhető. Hengerlés során a makroszerkezet alakját az alakítás métréke és iránya szerint változtatja, viszonylagos helyzete azonban megmarad.

2. A leírt módon kezelt tuskómetszetekből egyöntetűen kiviláglik, hogy a lemez síkjában fekvő finom, egyenletes makroszerkezetnek nagyobb a szakítószilárdsága és nagyobb a nyúlása, mint a durva, irányított, egyenlőtlen makroszerkezetnek. A megfelelő folyáshatár és hajtogatási szám értékei ellentétesek vagy közel azonosak.



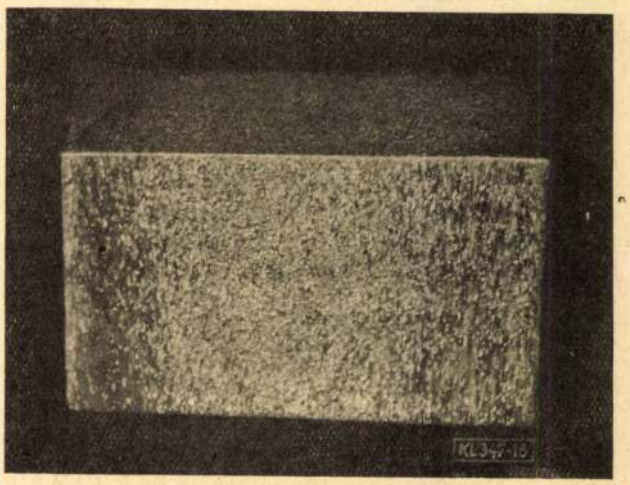
17. ábra. A 121. sz. féltuskó makroképe haránt metszetben

3. A finom egyenletes makroszerkezet kisebb fülesedést mutat, mint a durva, irányított, egyenlőtlen makroszerkezet.

Az elsődleges célunknak a fenti kísérlet megfelel, miután bepillantást engedett a tuskó keresztmetszeteiben létrejöhető viszonyokba. Ennek tudatában szükségképpen meg kell néznünk, hogy most már ismert szerkezetek némelyike hogyan viselkedik a normális hengerlés során.

A viszonyok tanulmányozására három tuskót választottunk ki, remélve azt, hogy az azokon ismert szerkezeteket, majd a kész lemezen is megtaláljuk. A tuskók metszetének vázlatai a következők (15. ábra):

A vázlaton szereplő Al = R, Fe = 0,22%, Si = 0,14%-os összetételű, tuskók mutatják, hogy milyen makroszerkezetű anyagokról van szó. A 121. sz. tuskó, mint látható, a széleken finom, középen sugaras, de elnyúlt makroszövezetű volt.

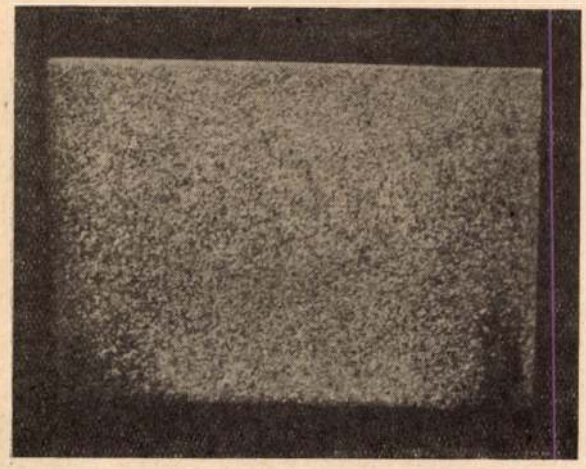


18. ábra. A 183. és 184. típusú féltuskórész makroképe hosszmetszetben a sarokhoz közel (sarokbeömlés)

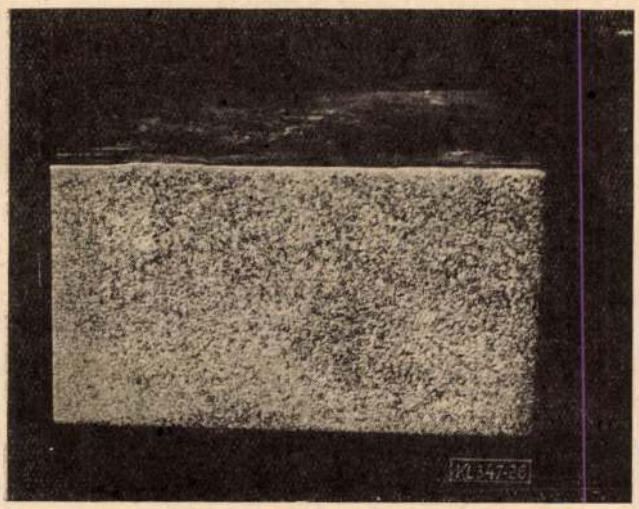
A 183, és 184. sz. tuskó metszeteiből látható, hogy a keresztmetszetben finom szemcseszerkezet, hosszmentszetben középen elég finom, de kissé elnyúlt szerkezet, viszont a szélsőbb metszetben két karácsonyfa-szerűen elnyúlt makroszerkezet van. A 121. lényegében a „2"-es és a 183, 184 pedig „5" jelű előzőkben tárgyalt makroszerkezetnek felel meg. A tuskók haránt és hosszmetszeteinek makroképei a 16—20. ábrákban láthatók.

A tuskók egy oldaláról a szokásoknak megfelelően néhány millimétert, a másik oldaláról kb. 20 millimétert hántoltunk le. Az eredeti 80 mm-es szelvényvastagság így 55 mm-re csökkent olymódon, hogy számíthattunk arra, hogy a 121. sz. tuskóból nyújtott finom és a 183., 184-es tuskókból erősen nyújtott makroszerkezetet fogunk kapni a lemez megfelelő pontjain.

A tuskókat — négy órán át 450 C°-ú előmelegítés után — 450—280 C° hőmérsékletközben hengereltük úgy, hogy először az öntés irányában némileg megnyújtottuk, majd 90°-os elforgatás után keresztirányban hengereltük 6 mm-re. Hideg hengerlést ugyancsak ebben az irányban folytat-



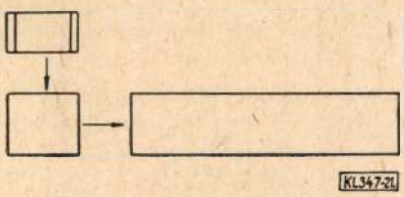
19. ábra. A 183. és 184. típusú féltuskórész harántmetszetben



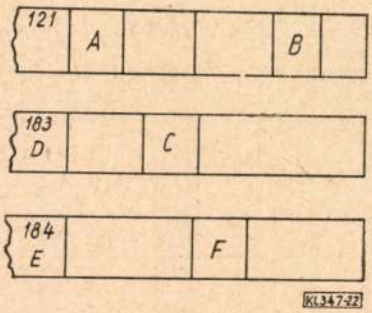
20. ábra. A 183. és 184. típusú féltuskórész makroképes középső hosszmetszetben

tunk 2 mm-ig. Melegalakítás mértéke tehát kb. 90%, míg a hidegalakítás kb. 67% volt. A 21. ábra szerint hengereltünk és ilymódon a 121. jelű tuskóból egységesen nyújtott, a 183, 184. sz. tuskóból pedig a két végén erősen nyújtott makroszerkezetet lehetett várni.

A kész lemezeket a már említett módon megmarattuk és a megfelelő helyen talált makroszerkezetekből (22. ábra szerint) a próbákat bejelöltük, illetve kivágtuk és megvizsgáltuk. A lemezeket közben 400 C°-on négy órán át lágyítottuk, majd



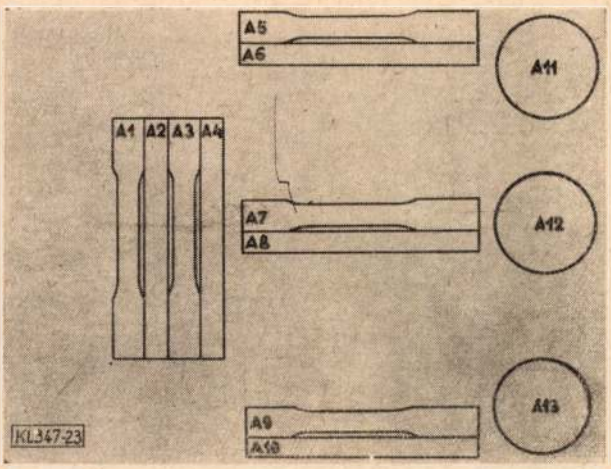
21. ábra. A hengerlés módja a 121. 183. és 184. jelű tuskókon



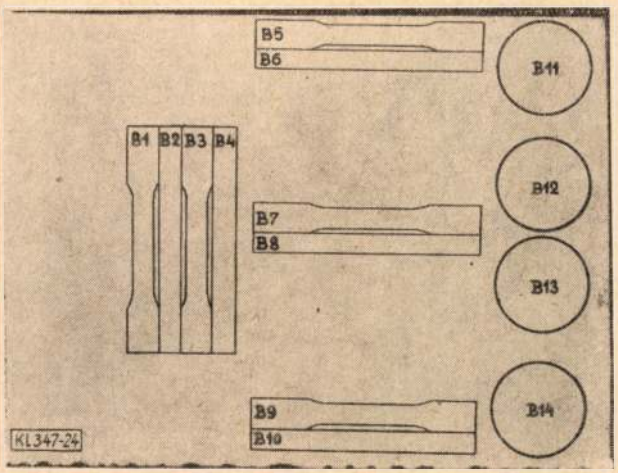
22. ábra. A 121., 183. és 184. jelű lemezekből kivágott próbák helyzete

55 mm ∅-re vágott tárcsákat a Guillery próba első fokozatának vetettük alá.

A bejelölt *A*, *B*, *C*, *F* jelű kevésbé elnyúlt makroszerkezetet, viszont a várakozásnak megfelelően a *D* és *E* jelűek hosszirányban igen erősen elnyúlt szerkezetet mutattak, melyek egyébként a 23—26. ábrákon láthatók. A megfelelő szakító, hajlító és fülesedési vizsgálatok átlagos eredményeit a 7. táblázat mutatja.



23. ábra. A 221. jelű lemez „A" részéből vett próbák helyzete



24. ábra. A 121. jelű lemez „B" részéből vett próbák helyzete

7. táblázat

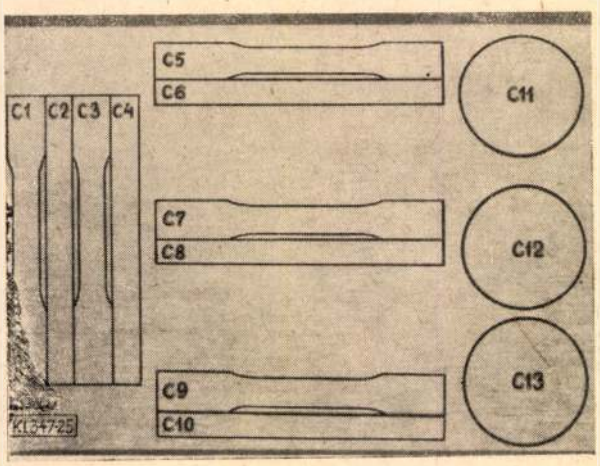
A 121., 183., 184. jelű lemezek szakító, hajtogató és fülesedés vizsgálatának átlagolt eredményei

Próbák csoport jelzése	σB kg/mm²	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	δ_{10} %	H	Fülesedés			
					helyzete °-ban		mértéke %	
A 121	7,97	3,8	40,45	17,2	90	1,4	2,31	2,67
B 121	7,88	4,2	39,9	17,1	90	1,55	1,14	
C 183	8,35	4,4	41,25	18,3	90	2,98	3,24	3,96
D 183	7,79	4,5	38,1	18,1	90	7,57	6,37	6,73
E 184	7,3	4,17	35,10	18,6	90	5,58	6,38	6,50
F 184	7,815	3,8	37,2	18,5	90	4,15	3,4	3,83

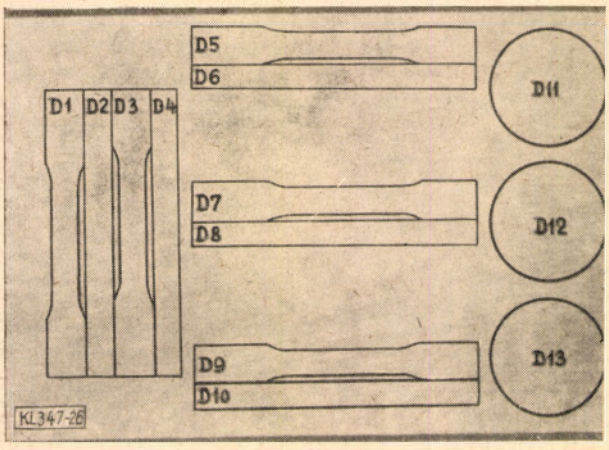
A táblázatból és a 27—28. ábrából, melyek a húzott csészikéket mutatják látható, hogy a fülesedést az elnyújtott makroszerkezet igen nagymértékben megnövelte. Az egyenlőtlen, durva, elnyújtott makroszerkezet tehát az előzőekhez hasonlóan károsnak mutatkozott.

A kísérlet sorozatunk eredményeit összefoglalva az alábbi megállapításokat tehetjük.

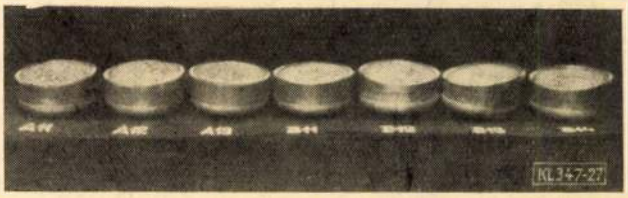
1. Chavigny [1] *és Stelljes* [12] *azon megfigyelése, hogy a szabályos fülképződés mellett jelentkező szabálytalan fül irányított, vagy durva szemcseszerkezetre mutat, igaz.*



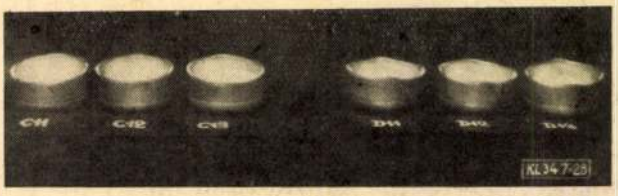
25. ábra. A 183. jelű lemez „C" részéből vett próbák helyzete



26. ábra. A 183. jelű lemez „D" részéből vett próbák helyzete



27. ábra. A 121. jelű lemez A és B jelű részeiből húzott csészikék



28. ábra. A 183. jelű lemez C és D jelű részeiből húzott csészikék

2. A durva, elnyújtott makroszerkezet származhat az eredeti öntésből, miután annak makroszerkezete képlékeny alakítás során követhető.

3. A lemez síkjában kiterjedő durva elnyújtott, egyenlőtlen makroszerkezet növeli a fülképződést, tehát egynemű, finom makroszerkezet előállítására kell törekednünk akár az öntési körülmények helyes beállításával, akár szemcsefinomítás révén.

4. A lemezek különböző helyein az eredeti öntött szerkezet változásai a fülesedést helyileg változtatják, tehát minden esetre ki kell hangsúlyozni Siebel [3] *(stb.) és társai, valamint Stelljes* [12] *által javasolt alakítási és lágyítási módszerek mellett Trapied* [6] *által javasolt öntési módszerek szerepét is.*

Az említett szerzők saját módszereiket tartják a legfontosabbnak és a másikét elhanyagolják. Szerintünk, — bár az alakítás, lágyítás meghatározza ugyan a fülesedés jellegét és mértékét — azonban, ha az öntési szerkezetet nem tudjuk kézben tartani, úgy a krisztallit csoportok saját tulajdonságaikat továbbítva a fülmentes helyzet elérését kétségessé teszik, sőt a fülesedést igen erősen megnövelik.

Véleményünk szerint az ilyen témakörben további vizsgálatok alkalmával biztonságosan csak egyforma, metszetenként nem változó makroszerkezetű öntött anyagból érdemes kiindulni, éppen ezért kísérleteinket ilyen irányban folytatva még a mélyhúzás kérdéseire vissza fogunk térni.

IRODALOM

[1] *R. Chevigny:* Appartion des cornes dans l'emboutissage de l' aluminium et de ses alliaques. Revue de l'Aluminium 1949. márc. 78—87.

[2] *R. Chevigny:* Rapport presenté au Congress International de l'Alimunium. Paris 1954. 109. old.

[3] *G. Siebel—H. Hug:* Különböző tényezők befolyása az alumínium lemezek fülesedésére. Alumínium 1953. jan.—febr. 51—58.

[4] *G. Siebel:* Über die Ziepfelbildung von Aluminium und einigen Aluminiumlegierungen beim Tiefziehen. Berg und Hüttenmännische Monatschefte. 1946. dec., 353—359.

[5] *H. Hug—G. Siebel—P. Buser:* Metall 1952. okt. 579—96.

[6] *G. Trapied:* Rapport presenté au Congress International de l'Aluminium Paris 1954. 139—150.

[7] *H. Hug:* Einfluss der Barren-Hochglühung auf Gefüge-Ausbildung und Eigenschaften von Al—Mn Legierungen. Metall 1955. márc. 176.

[8] *H. Huschka—E. Nachtigell:* Massnahmen zur Beeinflussung der Walztextur. Aluminium Ransóhofen. 1957. nov. 27—30.

[9] *H. Hug:* Alumínium Suiss 1957. No. 1. 33—37.

[10] *Vassel K. R.* A nagyon tiszta alumínium feldolgozásának módja és fontosabb tulajdonságai. MTA Műsz. Oszt. Közl. 1954. XII. 1—4. sz.

[11] *Dr. Domony A.—Vassel K. R.:* The Influances of Some Alloying Constituents on the Structure of Cast Aluminium. Acta Technique 1955. XII. 1—2. sz.

[12] *H. A. J. Stelljes:* Connaissences recentes sur la formation des cornes a l'emboutissage de l' Aluminium et les possibilités de les suprimer. Revue de Métallurgie 1953. márc. 189—198.

[13] *H. J. Wallbaum:* Zeischr. f. Metallkunde 1951. 371.

[14] *Halmos Gy.* Mélyhúzásra alkalmas alumíniumlemezek gyártására, valamint gyorslágyítására vonatkozó kísérletek. Kohászati Lapok 1954. 9.

[15] *Gyalókay Gy.:* Mélyhúzásra alkalmas alumíniumlemezek előállítása. Fémipari Kutató Intézet. Témabeszámoló, 1956.

[16] *Gyalókay Gy.:* Mélyhúzható alumíniumlemez tárcsák hőkezelése gyorslágyítással. Kohászati Lapok 1957. nov.—dec. 526—529.

[17] *Kóder F.:* Ötvözetlen alumíniumlemezek mélyhúzhatóságának vizsgálata. (Üzemi jelentés.)

[18] *H. Huschka—Dr. H. Nowotny:* Der Einfluse von Disiliziden (Ti, Zn, W) auf die Rekristallisation und Ziepfelbildung von Reinaluminium. Metall 1958. I.

[19] *Laár T.:* A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumíniumtuskók szövetére. (Elkészítés alatt.)

[20] *Dr. Buray Z.:* A „Nautal" ötvözet gyártástechnológiájára vonatkozó kísérletek. Fémipari Kutató Int. Évkönyve 1956. 197 oldal.

FÁBRY ZSIGMOND
1878—1958

A vaskohászati szaknak súlyos, fájdalmas vesztesége van: Fábry Zsigmond, aranydiplomás vaskohómérnök, hosszabb betegeskedés után 1958. december 17-én meghalt.

Temesvárott született, középiskolai tanulmányait a budapesti V. ker. állami főgimnáziumban végezte. Érettségi után az állami zólyombrezói vasgyárban mint rajzoló dolgozott. Ott kapott kedvet a kohászathoz és ezért 1896 októberében beiratkozott a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia vaskohómérnöki szakára, melyet 1899-ben elvégzett, utána mint gyakornok az állami Vasgyárak szolgálatába lépett. A két évi kötelező üzemi gyakorlat és az államvizsga letétele után 1901-ben vaskohómérnöki oklevelet szerzett.

1902-ben a diósgyőri Vas- és Acélgyár tégelyacélkohó üzemében kapott beosztást. A gyár vezetősége korán felismerte szakmai készségét, nagy szorgalmát, ezért 1905-ben a berlini Bányászati Akadémiára küldte ki az akkor még újnak számított metallográfiai vizsgálatok elsajátítására. Berlinből visszatérve metallográfiai laboratórium tervezésével, berendezésével és annak vezetésével bízták meg. Ezután még többször járt a fejlettebb ipari országokban tanulmányúton és az ott szerzett tapasztalataival elmélyítette a metallográfiai ismereteit, amelyek nagymértékben segítették a gyár minőségi acélgyártását. Fábry Zsigmond volt az első Magyarországon, aki nagy szakmai felkészültségével tudatosította a metallográfiai vizsgálatok fontosságát, amelyek nélkül az acél legfontosabb tulajdonságait megállapítani nem lehet. A Diósgyőr-i gyár világhírnevének megalapozásában — amelyet kíváló minőségű acél és szerszámacél gyártmányaival ért el — nagy része volt, mert az acélszövetszerkezet vizsgálatával az addig megmagyarázhatatlan jelenségek tisztázódtak és útmutatást adtak a jövőre.

Nálunk az elektroacél-gyártás az első világháború alatt kezdett nagyipari méretekben fejlődni. Ebben ismét nagy része volt. 1917-ben a pilseni Skoda műveknél tanulmányozta az ott használatos elektroacél-gyártási módszereket. Az ott szerzett tapasztalatait hasznosította akkor, amikor megbízták az elektroacél-üzem vezetésével.

1928-ban az addigi komoly munka, szakmai tekintély eredményeképpen gyárfőnök-helyettes lett, de 1932-ben már a Kereskedelemügyi Minisztérium Vasmű osztályán kap fontos irányító munkakört. Innen az Állami Vas- és Acél- Gépgyárak Igazgatóságához került s ott dolgozott 1934. december 31-ig, nyugdíjaztatásáig, a szolgálati idejének teljes kitöltéséig.

Fábry Zsigmond 35 éves állami szolgálata alatt a sokoldalú üzemi felelősségteljes elfoglaltsága mellett tevékenyen résztvett a Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének munkájában is. Ez Egyesület kiadásában megjelent Anyagvizsgálók Közlönyében több tudományos cikke jelent meg, amelyekben a metallográfiai vizsgálatokról, a vas- és acélfajták melegkezeléséről értekezett. Ezekben a közleményekben alapvető megállapításai voltak.

A szakmáját nagyon szerette, ennek érdekében a nyugdíjaztatása után is fáradhatatlanul dolgozott. A laboratóriumban és az acélgyártásnál szerzett tapasztalatait most már a szabványosítási munkákban való közreműködésével adja át a köznek. De azért időt szakít magának ahhoz is, hogy visszatérjen régi kedvencéhez, a metallográfiához. A Magyar Acélárugyárnál vállal szakértői munkát, laboratóriumot rendez be, azt megindítja és mint tanácsadó ott működik 1945-ig. Munkakedvét nem tudja kisebbíteni a második világháborúnak fővárosunkban — ahol élt — lezajló borzalmai sem, pedig lakása a berendezési tárgyakkal együtt elpusztult.

1945 szeptemberében külön megbizatással már a Szabványügyi Intézetnél találjuk, ahová 1946 júliusában tényleges szolgálatba is belépett.

Az acélminőségek és az acél mechanikai, technológiai vizsgálatának szabványosításával foglalkozott 1955. év áprilisáig, amikor is már betegeskedni kezdett és ezért kérte a nyugdíjaztatását. Az acélminőségekkel és vizsgálatával kapcsolatos hazai szabványok legnagyobb része az ő gondozásában készült, amelyekben sok mérnöki munkájának tapasztalatát kristályosította ki.

A miskolci Nehézipari Egyetem 1954. június 26-án aranydiplomát nyújtott át neki, amivel — mint a kohómérnöki kar nagyrabacsült tagjának — elismerését fejezte ki azért a nagy munkáért, amit a magyar kohászat fejlesztése érdekében végzett.

Végigkísértük Fábry Zsigmond — a mi Zsiga bácsink — élete pályáját. A száraz élettörténeti adatok nem tükrözhetik vissza azt az óriási, eredményekben gazdag mérnöki munkát, amit közel 60 éven keresztül oly nagy szeretettel és sok eredménnyel végzett. Mert ő egész életében a munka fanatikusa volt s még 81. életévének utolsó hónapjait is szakmája fejlődésének figyelemmel kísérésével töltötte el.

Nem szóltunk róla még, mint emberről.

Mindenkivel, akár hivatalos, akár magán érintkezésben, közvetlen, udvarias és figyelmes volt. Szerénysége s az a bölcsesség, amely lényéből áradt, biztosította számára mindannyiunk szeretetét és személye iránti tiszteletet. Sohasem fitogtatta nagy szakmai tudását, de azért mindig tanított, s mi fiatalabbak mindig is szívesen tanultunk tőle.

Komoly veszteség érte Fábry Zsigmond halálával a magyar kohásztársadalmat, de szolgáljon nekünk vigasztalásul, hogy szelleme, alkotásai itt maradnak, amelyek példaképül fognak szolgálni mindazoknak, akiknek a magyar kohászat fejlődése szivügye.

Búcsuzzunk Tőle : Utolsó Jó szerencsét !

Tulassay László

Acélművek minőségi üsttéglái[1]

NAGY FERENC okl. vegyész, a Budapesti Tűzállótéglagyár főtechnológusa

D. K. 666.76 : 669.189.

Качественные кирпичи ковшей сталеплавильных цехов.

Qualitäts Pfannensteine der Stahlwerken

Quality ladle bricks in steelworks

A nehézipar fokozott fejlesztése során egyre növekvő kohászati iparunk, nagyobb követelményeket támasztott a tűzállóanyagokkal szemben. A minőségi igények fokozását a kohászati technológia hőmérsékletének emelése is indokolta.

A fokozott termelés és a megváltozott technológia követelményeit ki nem elégítő tűzállóanyag beépítéséből eredő fajlagos felhasználási szám romlása, valamint a gyakori üstlyukadás, zárványos tuskók keletkezése a kohászat önköltségét rontották. A zárványokból eredő selejt növekedése volt a legsúlyosabb, mert ez csak a részleges, vagy teljes megmunkáláskor jelentkezett.

A megváltozott követelményeknek megfelelő tűzállóanyag ismérveinek megállapítására, új típusú anyagok tanulmányozására és kikísérletezésére, a tűzállóanyag okozta hibák felderítésére, az üzemi igénybevétel megfigyelésére 1955. évben egy munkaközösség létesült a Nehézvegyipari Kutató Intézet, Lenin Kohászati Művek és Budapesti Tűzállóanyaggyár szakembereiből. A munkaközösség megállapította, hogy az eddigi elmélet, mely szerint üsttégla gyártásához csak nagy tűzállóságú, nagy alumíniumoxid tartalmú anyagok jöhetnek számításba, nem helytálló, mert a gyakorlatban kis tűzállóságú anyagokból készült téglák az öntés alatt egész jónak bizonyultak.

Az elmondotton kívül rá kell mutatni arra is, hogy a kohászati szakemberek véleménye ebben a tekintetben különböző, egyesek kisebb tűzállóságú anyagokat, mások igyekeznek nagyobb tűzállóságú anyagokat felhasználni. Az acélművek munkafeltételei megnehezítették annak eldöntését, hogy melyik szempont a helyes. Feltehetőleg mind a kettő azzal a feltétellel, hogy a két anyagféleség porozitása között nincs nagy különbség, mert ha az növekszik az ellenállóképessége az erózióval és az oxidok, valamint a salak korrodeáló hatásával szemben kisebb lesz.

Az üsttégla munkafeltételeit vizsgálva a munkabizottság megállapította, hogy azok nehezek. A folyékony acél hőmérséklete csapolás előtt kb. 1525 C° és öntéskor kb. 1440 C°. Az üstöknek folyékony acéllal való megtöltésekor a falazat hirtelen hőváltozásnak van kitéve és a megolvadt acél ferrodinamikus és ferrosztatikus hatást fejt ki

[1] Diósgyőrben 1958. II. 28-án az Acélgyártó konferencián elhangzott előadás.

az üstben A mechanikai hatás mellett a folyékony acél kémiai hatást is gyakorol, főképpen a ferro és mangáno-oxid, valamint a bázikus salak. A vas és a mangán oxidjai támadják meg legjobban az üstfalazatot, ezért a samottanyagokat az öntéskor többnyire a lágy, nem nyugtatott és ötvözött acélok támadják meg.

A samottanyagot kémiailag erősen marja a mangánacél, mert a mangán a samottanyagra fém formájában is következő kémiai egyenlet szerint hat :

$$2Mn + SiO_2 = 2MnO + Si$$

Az így keletkezett mangáno-oxid erősen folyósító anyag, a samottégla anyagával könnyen olvadó vegyületet képez.

A salak bázikus kémhatású alkotói FeO, MnO, MgO, CaO stb. és a samottéglák savas kémhatású komponensei — mint a samottszemcséket összekötő üvegfázis egyes szilikátjai és a szabad SiO_2 — között végbemenő exoterm reakció meleg mennyisége növeli az acélfürdő által hozott meleg mennyiséget. Az elmondott összetevőkből komplex szilikátok képződnek, amelyeknek olvadáspontja kisebb a salak és üstbélés olvadáspontjánál. Az öntés után ezeket látjuk zománcként az üstbélésre tapadva. A bélés samottanyagának esetleges durvább szemcséi, amelyek tömörebbek és így a salak nehezebben támadja meg őket, leválnak a tégla felületéről és az acélfürdőbe keverednek. Öntés után a béléstéglák üveges felületén a kiálló és többé-kevésbé legömbölyített felületű samottszemcsék könnyen felismerhetők. Az acél a következő öntéskor a falazattal való közvetlen érintkezésekor a súrlódás következtében lemossa a kis olvadáspontú zománcos réteget, az üveges rétegbe ágyazott samottszemcsék ilyenformán leválhatnak és az acélfürdőbe keveredhetnek. Ez az eróziós folyamat minden öntéskor megismétlődik, amíg a bélés annyira elvékonyodik, hogy az üstöt újonnan ki kell falazni.

A zománcos réteg olvadáspontját *Rousseau* 38% timföldtartalmú téglákra 1020—1030 C°-ban adja meg. A viszgálathoz szükséges mintákat az üst félmagasságából vette.

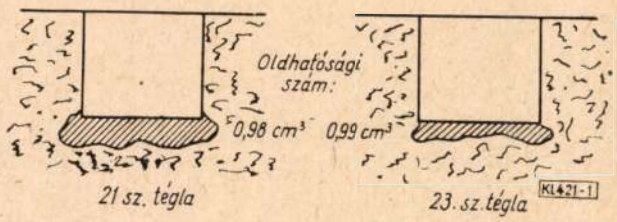
Az elmondottak alapján az üsttégláknak olyan tulajdonságokkal kell rendelkezni, hogy ellenálljon az oxidok vegyi hatásának és a ferrosztatikus nyomásnak. A fizikokémiai feltételek az öntés folyamatában nagyon különböznek és az acélfajtától, valamint a munkafeltételektől függőek, ezért a tűzállóanyagok viselkedése és kopási gyorsasága az öntéskor különböző. A tűzállóanyagok tartóssága és üstbélésre való alkalmassága tehát tulajdonságaitól és azoktól a feltételektől függ, melyek között alkalmazásba kerül. Az üsttégláknak gyors, idő előtti elhasználódásának vizsgálatakor nemcsak tulajdonságaikat kell tekintetbe venni, hanem a viszonyokat is, melyek között használják. Az üsttégláktól a lehető legkisebb porozitás és megfelelő hőváltozás állóságokat kívánunk, emellett szövezetük finomszemcsés, sűrű és egyenletes legyen. Külalak szempontjából sík lapokkal ép élekkel és sarkokkal rendelkezzenek, hogy kevés habarccsal vékony falazati hézagokat lehessen kialakítani. A cél elérése érdekében a béléstéglák csak gépi sajtolás útján gyárthatók.

A korábbi kísérletek eredményei és az irodalmi adatok alapján a munkabizottság megállapította, hogy a további kísérleteket a félsavanyú samottgyártmányok felhasználásával folytatja. Az elmondott irányelveknek megfelelően kidolgoztuk a kívánalmakat kielégítő félsavanyú üsttégla gyártástechnológiáját.

A tégla gyártásának rövid ismertetésére a későbbiekben kitérek.

Az előállított tégla ismérveinek a korábbi minőséggel és az irodalmi adatokkal való összehasonlításakor látjuk a különbséget a két minőség között. Az eltérés a kovasav és az alumíniumoxid tartalomnál nagy (1. táblázat). A fizikai ismérvek között : nyomásszilárdság, térfogatsúly, látszólagos porozitás, utánzsugorodás és gázáteresztő képesség mutat más eredményeket. Ha a táblázatban szereplő eredményeket összehasonlítjuk, az új gyártmány leginkább 1, 6, 13 és 16 számú tégla minőségekhez hasonlítható.

A félsavanyú tégla kivitelére sima, egyenletes felület, éles sarkok és élek jellemzők. Törésfelülete finomszemcse szerkezetet és egyenletes szövezetet mutat. Az 1. táblázaton feltüntetett 1400 C°-ra történő hevítésből és azon 2 órán át tartott vizsgálati műveletben kis (0,5—1%) utónövekedés tapasztalható.



1. ábra. Salakbehatás SM salakkal 1450 C°-on 2 órán át tartva

A félsavanyú tégla megfelelő minőségét bizonyítja a salakbehatási kísérletek eredménye. A vizsgálatokat 1750 C°-on két órai hőmérséklet kitartással az alábbi összetételű SM-salakkal végeztük. A kísérlet eredményét az 1. ábra mutatja.

Salaköszetétel :

SiO_2	14,3%	CaO	42,9%
Al_2O_3 ...	3,3%	MgO	14,6%
Fe_2O_3....	12,9%	P_2O_5	1,2%
FeO	1,5%	S.....	1, 0%
MnO	6,6%		

Megállapítottuk, hogy azonos körülmények között a félsavanyú samottéglán kisebb mérvű a fogyási és a beszívódási százalék. A félsavanyú gyártmánnyal végzett vizsgálat eredménye bizonyítja, hogy az új minőség bázikus acélgyártáshoz is használható. A félsavanyú samottégla előnyét az acélművekben végzett kísérletek igazolják.

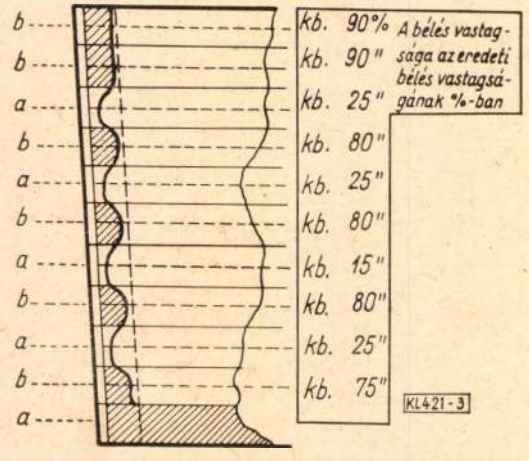
A kísérlet során beépítésre került 2 db 40 tonnás üstbe vegyes falazással a félsavanyú és a

Tűzállótéglák adatainak

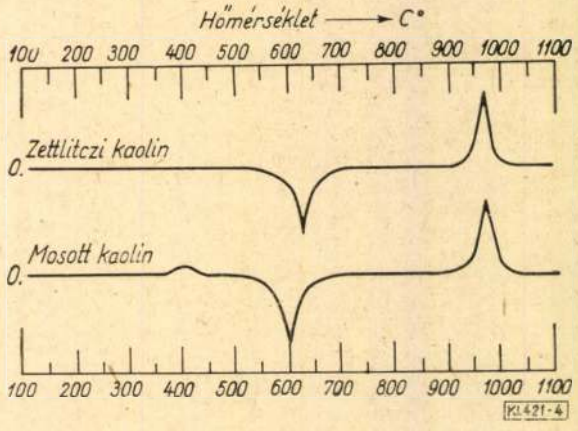
Sorszám	Megnevezés	Minőség	Vegyelemzés, %							Tűzállóság C°
			SiO_2	Al_2O	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	Alkáliák	
1.	Olaszország	SK	79,60	17,20		2,15	0,30		Nem vizsg.	1650
2.	Olaszország	TR	62,80	33,80	0,90	1,80	0,50	Ny.	Nem vizsg.	1720
3.	Olaszország	SI	61,18	34,24	0,79	2,74	0,62	Ny.	Nem vizsg.	1650
4.	Olaszország	FI	55,15	40,88	0,76	2,01	0,60	0,05	Nem vizsg.	1740
5.	Olaszország	SBC	62,10	34,95	0,86	1,99	0,77	Ny.	Nem vizsg.	1710
6.	Anglia	I	65,30	28,10	1,10	2,40	0,50	0,30	2,1	1550
7.	Anglia	2 A	64,00	29,50	0,90	2,50	0,80	0,50	0,8	1610
8.	Anglia	2 B	64,30	29,10	1,00	2,60	0,70	0,50	1,5	1620
9.	Anglia	3	53,50	37,90	1,90	3,20	1,00	0,50	1,5	1690
10.	Anglia	4	62,80	30,40	1,00	3,30	0,90	0,30	1,1	1620
11.	Anglia	F 34	Kis Al_2O_3 tartamú tégla 25—30%							1580
12.	Anglia	F 33	Közepes Al_2O_3 tartamú tégla (35—42%)							1710
13.	USA	Dando	63,60	28,20	1,90	3,00	0,20	0,10	2,7	1520
14.	Csehszlovákia	W	60,44	35,24	1,16	2,45	0,50	—	—	1720
15.	Szovjetunió	—	—	—	—	—	—	—	—	1690
16.	Németország	—	68,80	26,60	1,43	1,30	1,47	0,54	Nem vizsg.	1620
17.	Németország	—	—	45,00	—	—	—	—	Nem vizsg.	1770
18.	Németország	—	—	42,00	—	—	—	—	Nem vizsg.	1750
19.	Németország	—	—	33,45	—	—	—	—	Nem vizsg.	1700
20.	Magyarország	MSZ 5907 UF	—	34,00	—	—	—	—	Nem vizsg.	1710
21.	Magyarország	U1 Ü2 Ü3	—	30,00	—	—	—	—	—	1670
22.	Magyarország	SB	56,68	39,66	1,50	1,98	—	—	—	1730
23.	Magyarország	SILURIT	73,00	23,00	1,44	1,80	0,80	—	—	1710

korábban használt samottégla (ismérve 1. táblázat 21. sz.). A falazatba, hogy a tartósság azonos körülmények között legyen megítélhető, az egyikben függőlegesen két-két párhuzamos, a másikban vízszintesen egy-egy sort építettünk be.

A függőlegesen beépített téglák tartósságát a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. Függőleges beépítésű üsttéglák tartóssága (vegyesfalazat) a = 21. sz. tégla, b = 23. sz. tégla, I = az üst egyharmadában elhelyezett sor metszete, II = az üstfenéken elhelyezett sor metszete



3. ábra. 40 tonnás üst bélésének folyása vegyesen befalazott téglával a = 21. sz. tégla, b = 23. sz. tégla

A vízszintes beépítésű téglákra a 3. ábra érzékelteti a tartóssági különbségeket.

A kísérleti kiértékelésből megállapítható a félsavanyú minőség nagyobb tartóssága azonos körülmények között.

A kísérleti tapasztalatok alapján a Lenin Kohászati Művekben a félsavanyú téglákat üzemszerűen használják. Az új tűzállóanyaggal kifalazott 36 üstben 16,7 adag átlagos üsttartósságot értek el a korábbi 10,6 adaggal szemben. A 2. táb-

összehasonlítása *1. táblázat*

Lágyulás 2 kg/cm² terhelés mellett				Nyomásszilárdság kg/cm²	Fajsúly	Térfogatsúly kg/dm³	Látszólagos porozitás %	Utánzsugorodás (—) v. utónövés (+) %			Gázáteresztő képesség (3 irányban) CGS egységben		
DIN szabv.		Angol szabv.						Izzítási hőmérséklet C°	Izzítási időtartam, óra	Zsugorodás v. növekedés %			
Ta	To	Kezdet	10% összenyomódás								1	2	3
C°													
1345	1460		1270	300	2,54	1,983	21,69	—	—	—	—	—	—
1350	1610	—	—	348	2,572	1,907	22,24	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	24,07	—	—	—	—	—	—
1305	1600	—	—	235	—	2,11	20,38	—	—	—	—	—	—
1235	1520	—	—	590	—	2,01	21,40	1400	2	—0,34	—	—	—
—	—	1000	1270	—	—	—	21,30	1400	2	+1,20-tól +9-ig	0,001	0,002	0,003
—	—	1120	1370	—	—	—	15—18	1400	2	—0,3	0,008	0,015	0,035
—	—	1150	1390	—	—	—	15—20	1400	2	0	0,007	0,012	0,026
—	—	1320	1570	—	—	—	22—26	1400	2	0	0,022	0,029	0,038
—	—	1180	1510	—	—	—	26—27	1400	2	—0,8-tól +1,8-ig	0,060	0,065	0,069
—	—	1100	1520	220	—	2,5	18,7	1410	2	—3,6	0,036	—	—
—	—	1300	1600	295	—	2,17	17,0	1410	2	—0,3	0,046		
—	—	—	1310	—	—	—	13—17	1400	2	+3,4	0,002	0,003	—
—	—	—	—	—	—	2,06	19,99	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	385	—	—	18,5	1400	—	0,15	—	—	—
1240	1500	—	—	242	—	2,004	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1435	—	—	1,95	20,0	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1470	—	—	1,95	20,0	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1390	—	—	1,90	17,0	—	—	—	—	—	—
1350	1560	—	—	150	—	—	25,0	1400	2	1,0	—	—	—
1350	1560	—	—	150	—	—	25,0	1400	2	1,0	—	—	—
1410	—	—	—	460	—	2,14	20,0	1400	2	0,33	0,003	—	—
1380	—	—	—	350	—	2,05	22,0	1400	2	+1,00	0,002	—	—

SILURIT üsttégla tartóssági adatai *2. táblázat*

	Üstökjelzése						
	A	B	C	D	E	F	Átl. eredm.
Az üst nagysága, t	40	45	50	41	38	50	44
Pakura előmelegítési ideje órában	5	6	6	5	8	8	6,3
Pakuraelőmelegítés hőmérséklete, C°	680	600	650	600	650	600	638
Csapolás időtartama percben	6,7	8,1	7,5	8,0	9,0	9,0	8,0
Visszatartási idő percben	6,0	6,0	7,0	9,0	6,0	6,0	6,7
Öntési idő tartama percben	51,5	90,9	39,2	35,1	38,6	35,0	48,2
Csapolási hőmérséklet, C°	1525	1525	1525	1525	1525	1525	1525
Öntési hőmérséklet, C°	1425	1440	1450	1440	1438	1440	1439
Hőmérséklet az öntés befejezésekor, C°	1421	1435	1438	1430	1435	1440	1433
Üstben levő acél súlya, t	37,2	40,6	43,3	39,7	33,1	40,9	39,1
Üstben levő salak vastagsága, cm	10	16	12	7	9	20	12
Cserép súlya, kg	541	310	200	185	920	337	415
Falazat vastagsága, mm	123	123	123	123	123	123	123
Adagszám, tartósság	16	22	14	18	29	12	18
Üstjavítás	Nem volt						

lázatból — mely a kísérlet első részének üzemi körülményeit ismerteti — láthatjuk, hogy a legkisebb üsttartósság 12 adag, ami a korábbi átlagos tartósságnál 1,3 adaggal több. Az elért legjobb eredmény 32 adag.

A csapoláshoz 40 tonnás üstöket használtak. Az üstök tűzálló falazata mindkétszer 123 mm vastag volt. A kiértékelési számokban a befagyott, cserepet tartalmazó adagokat is beszámították.

Véleményünk szerint a meglehetősen nagy különbség az egyes üstök tartóssága között az olvasztott acél minőségéből és annak gyártástechnológiai eltéréseiből adódott. Kísérleti üstök megfigyelése arra enged következtetni, hogy a salakösszetétel, acélhőmérséklet, csapolás egyes műveleteit és azok között eltelt idő és elsősorban az üstben lévő salakréteg vastagsága bírnak befolyással az üstbélés élettartamára és az acél tonnájára vonatkoztatott üsttégla elhasználódására. Ez a befolyás néha olyan mérvű, hogy részben, vagy egészben elfedi azt a tényezőt, amit a tégla minősége jelent. Így ugyanazzal a téglával igen jelentős üsttartósságot érhetnénk el, ha csökkentenénk a salakréteg vastagságát, de ezt az acélművi gyártási feltételek csak ritkán engedik meg.

A fajlagos tűzállóanyag fogyasztása félsavanyú tégla használatakor 16,5 kg-ról 10,6 kg-ra csökkent. A kísérleti időszakban gyártott acélt megfigyelték és megállapították, hogy a hengerelt-áruban csökkent a nem fémes zárványból eredő selejt.

A többi kohászati vállalatban folyó kísérletek hasonló eredménnyel jártak.

A Dunai Vasműben a helyi tűzállóanyaggyár tégláival falazott üstök tartóssága 6—7 adagról 9,7 adagra nőtt, 125 tonnás üstök használata mellett. A fajlagos téglafogyasztás 18 kg/t acélra csökkent.

Az Ózdi Kohászati Üzemekben 12,6 öntés volt az éves átlag (12 kg/t acél). A félsavanyú üsttégla kísérletekkel, a Budapesti Tűzállóanyaggyár gyártmányával 17,9 adag tartósságot értek el, a Kerámia Tűzállóanyaggyár hasonló kísérlete 17,8 adag tartósságot eredményezett (8,5 kg/t acél). A helyi tűzállóanyaggyár félsavanyú gyártmányával 15,6 átlag adag tartósságot értek el (9,3 kg/t acél).

A Lenin Kohászati Művekben a helyi tűzállóanyaggyár gyártmányával 10,6 adagról a tartósság 11,5 adagra emelkedett.

A Csepeli Acélművek üsttégla tartóssági adatait nem ismerem, de legjobb tudomásom szerint az üst tartóssága félsavanyú tégla használatával ott is növekedett.

Megjegyezni kívánom, hogy a Budapesti Tűzállóanyaggyár kísérleti gyártásából fennmaradó alacsonyabb törőszilárdságú, nagyobb porozitású, azonos összetételű gyengén égetett minősítésű téglával kifalazott 59 üst csak 12,8 adag átlagos üsttartósságot eredményezett.

Természetesen nem minden acélminőség gyártásához alkalmas a félsavanyú üsttégla, ennek igazolására idézem *Luigi Pompei Acélművi tűzállóanyagok* című munkájából — az üsttéglák minőségével foglalkozó részét.

„Az üsttéglák minősége attól függ, hogy milyen acélt kell az üstből önteni és aszerint hol savas, hol bázikus jellegű bélésre van szükség. A savas acélgyártáskor a minőség kérdése nem okoz különösebb nehézséget, miután a kovasavdús téglák jól megfelelnek a célnak. A helyes minőség összeállítás azonban nehézségeket okoz a bázikus acélok mellett, egynéhány különleges minőségben. Egy-egy tűzállóféleség előnyösebb használatát egy másikkal szemben a gazdaságosság dönti el, vagyis a leöntött nyersacél tonnájára számított tűzállótégla költsége."

Az idézettek alapján ki kell egy korábbi kísérleteink során előállított 40% Al_2O_3 tartalmú kísérleti téglánk ismertetésére térni (1. táblázat 22. sz.).

A téglával maximum 27 adag tartósságot értünk el. A gyártmány széleskörű használatba vételét gátolta az a körülmény, hogy az előállításhoz szükséges nyersanyagot import útján szerezzük be.

Meg kell említenem, hogy kísérleteink során foglalkoztunk döngölt — monolitikus — üstbélés kialakításával. A felhasznált anyag azonos volt a félsavanyú téglagyártás alapanyagával. A tartósság nem volt kielégítő, mert a döngölt bélés nem volt kellő módon kiszárítva.

A döngölés kivitelezése nagyobb munkabérköltséggel járt. A falazat kialakításához elhasznált anyag mennyisége is nagyobb volt, mint hasonló felület kialakításához szükséges tégla mennyisége. A folyamatban lévő újabb kísérletek lesznek hivatva a kérdés végleges eldöntésére.

Ezek után rátérek a félsavanyú téglagyártás technológiájának ismertetésére.

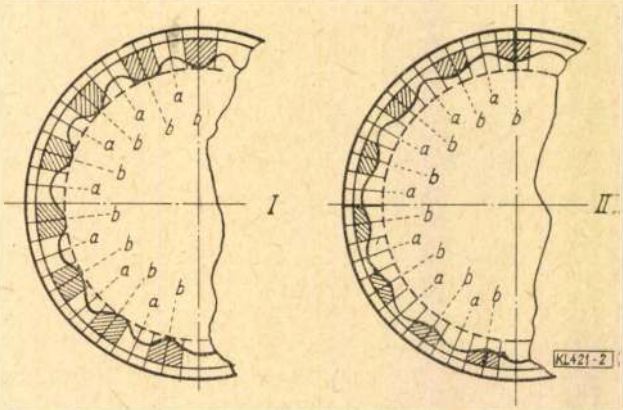
A gyártás alapanyaga hazai előfordulású kaolinos homok. A gyártásra felhasznált homok és kaolin kémiai összetétele :

SiO_2	89,25%	CaO	0,50%
$Al_2O_3+TiO_2$	9,09%	MgO	0,12%
Fe_2O_3	1,04%		

A felhasznált nyersanyag 15,7% kaolint tartalmaz. A homokról lemosott kaolin kémiai összetétele :

SiO_2	54,82%	CaO	0,82%
Al_2O_3	30,45%	MgO	0,20%
TiO_2	0,40%		

A kaolin DTA görbéjét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az a Zetlic-i kaolinétól alig tér el (4. ábra), a 380 C°-on fellépő kis exoterm csúcs



4. ábra. Összehasonlító DTA hőgörbe

szenes szennyeződésére utal, amit a 11% körüli izzítási veszteség is igazol. Ásványtani összetételre jellemző összehasonlító DTA vizsgálatok endoterm és exoterm csúcsai megegyeznek.

A gyártásra felhasznált homokot megfelelő kötőanyag és samottörlemény hozzáadásával présmasszává alakítottuk és azt magas fajlagos nyomással félszáraz úton hidraulikus sajtolással dolgoztuk fel. Alacsony porozitás és gázáteresztőképesség biztosítása érdekében a szemcseösszetétel kialakításához a Fuller-görbe követelményét vettük alapul. Az égetést SK 14-nek megfelelő hőmérsékleten végeztük.

Félsavanyú tégla röntgen vizsgálati pordiagramjából (3. táblázat) láthatjuk, hogy az égetéskor a kaolin teljes mennyisége mullittá alakult.

3. táblázat

SILURIT-tégla röntgenvizsgálati pordiagramja
A felvételen látható vonalak síkháló távolságai kX-egységekben :

5,398	Mullit	1,374	Kvarc
4,273	Kvarc	1,336	Mullit
4,083	Kristobalit	1,284	
3,737		1,255	
3,359	Kvarc	1,226	
3,180		1,795	
2,881	Mullit	1,180	
2,690		1,151	
2,546	Mullit	1,098	
2,450	Mullit	1,081	
2,283	Mullit	1,043	
2,212	Mullit	1,031	
2,131		1,002	
1,980		0,982	
1,882	Mullit	0,974	
1,817	Kvarc	0,959	
1,696	Mullit	0,914	
1,664	Kvarc	0,896	
1,601	Mullit	0,889	
1,535	Kvarc	1,446	
1,446	Mullit		

Amint a táblázatból megállapítható az anyag mullitot, kvarcot és kevés kristobalitot tartalmaz.

Az analitikai vizsgálatokban kimutatott kovasav legnagyobb része kvarc, kisebb része krisztobalit alakban van jelen. Az utóbbi feltehetőleg az alábbi képlet szerinti kaolinnak mullittá alakulásakor keletkezhet. Aránylag kis mennyiségét a gyengén fedett vonalak mutatják.

$$3\,(Al_2O_3.SiO_2) = 3\,Al_2O_3.2\,SiO_2 + 4\,SiO_2$$

Tudjuk, hogy a kvarcot tartalmazó tűzállótégla az öntés hőmérsékletén átalakulás folytán növekszik. A tégla növekedése jelen esetben előnyös, mert az a hézagokat és az esetleges repedéseket zárni igyekszik. A növekedést mindenesetre elősegíti a tömör, monilitikus falazathoz hasonló bélés kialakítását.

A késztermék minőségi ismérvei 1. táblázat 23. sz. alatt vehetők ki.

Az elmondottakat összefoglalva a jó üsttégla a Francia Tűzállótermék Egyesülés műszaki igazgatója, *Halm* tanulmánya és a munkabizottság véleménye szerint a következő :

1. Szemcsézete legyen aránylag finom, szövezete egynemű, tömör. Pontos méretekkel, sík lapokkal és hibátlan élekkel rendelkezzék.

2. A térfogatsúlya legyen nagy, látszólagos porozitása kicsi.

3. A gázáteresztőképességet illetően beigazolódott az a vélemény, hogy ez igen fontos tényező, mert az alacsony permeabilitás rendkívül kedvező a korrózióval szembeni ellenállásra.

4. A tégla legyen jól égetett, mert egyes gyengén égetett *fekete* belsejű üsttégla befalazása után, mivel ilyen téglák gyorsan tönkremennek, veszélyes üregek keletkezhetnek a falazatban.

5. A nagy nyomószilárdság a jó égetésnek és a tégla tömörségének mértéke. Az legyen lehetőleg nagy.

6. A hőingadozással szemben — szabványos laboratóriumi kísérlettel megállapítható — ellenállás adata nem mond semmit az üsttéglák jóságára. A gyakorlatban bevált, tömör szövezetű üsttégla ellenállósága a hirtelen hőmérséklet változással szemben igen kicsi és mégsem pattogzik le észrevehetően az üstben. Ezeken a téglákon majdnem biztos, hogy a beömlő acéltól bekövetkező hirtelen felmelegedés felületi repedéseket okoz, amelyek a felületen keletkező olvadékkal gyorsan eltömődnek.

A nagy alumíniumoxid tartalmú anyagnak felhasználásakor, a falazótégláknak hőingadozás állónak kell lenniük, mert a felületi repedések a tégla magas olvadási pontja miatt nem záródnak, tehát ezek látszólagos porozitása nem mehet 18—20% alá.

7. A nagy utózsugorodású tégla nem alkalmas üstfalazás céljaira, mert következményeként a falazási hézagokon az acél befolyik és annak hidegen való eltávolításakor a tűzállóanyagot kiszakítja, ami tágítja a hézagot és ennek következtében ez a jelenség a következő öntéskor súlyosbodik.

8. Az utónövekedés — mint már megállapítottuk — kedvező, mert a hézagokat és repedéseket zárni igyekszik. Természetesen az ilyen téglák az üstfalazatban nem tudnak szabadon növekedni, mivel a ferrosztatikus nyomás nem engedi, de a növekedési hajlam minden esetben azt okozza, hogy az üstfalazat olyan tömörré válik, mintha egy darabból volna. Tehát a növekedés az üsttégla fontos és kívánatos jellemzője. Megmagyarázza, hogy egyes rossz méretű és nem sík felületű tégla miért ad mégis jó eredményt, sőt néha jobbat, mint azok a téglák, amelyek jó méretűek, de használatban zsugorodnak. Ez a példa is mutatja, hogy milyen kényes az üsttégla és milyen körültekintéssel kell dolgozni, hogy a korai általánosításokat elkerüljük.

Az elmondottak azt hiszem megközelítő módon érzékeltették, hogy melyek azok a követelmények, amelyekkel a jó üsttéglának rendelkeznie kell, hogy használatban megfeleljen és a salakbehatásnak ellenálljon.

A gyártástechnológia kialakításához és a kísérleteink elvégzéséhez a következőkben felsorolt irodalmat használtuk.

IRODALOM

Aristov G.: Acélcsapoláshoz és öntéshez használatos Tűzállóanyagok. Fordítás, fordító ismeretlen. Megtalálható a Budapesti Tűzállóanyaggyár műszaki könyvtárában

Budnikov P. P.: Technologie der keramischen Erzeugnisse einschliesslich der feuerfesten Baustoffe. 1953. VEB. Verlag Berlin. Übersetzung Gregor Panschin Berlin. Eredeti MOCKBA — 1950.

Grofcsik János: A kerámia elméleti alapjai. Akadémiai Kiadó Budapest. 1950.

Halm L.: Üsttéglák minőségi mutatója és annak jelentősége. Bulletin de la Société Céramique Francaise. 1957.

Kljutscharow S. Löwenstein: Hochtonerdehaltige Massen, B. Anadalusit Massen. Ogneupori N. 4 p. 188—196. Litinsky Karton DK. 666—763.51.

Neumann Walter: Verwendung feuerfester Baustoffe. II. Fachbuchverlag Leipzig, 1954.

Pompei Luigi: Az acélművi tűzálló anyagok, öntőcsarnoki anyagok. Műszaki fordító iroda 1956. Fordította Sövegjártó János. Az olasz Kohászati Egyesület kiadványa.

Dr. Salmang Hermann: Die Keramik. Physikalische und chemische Grundlagen. Dritte Auflage. Springer Verlag Berlin (Göttingen) Heidelberg. 1954.

Adalékok az alumínium-elektrolizáló kádak anód-ellenállásának kérdéséhez

MOLNÁR IMRE okl. fémkohómérnök

D. K.: 621.3.028 : 669.713.7

Данные по вопросу анодного сопротивления алюминиевых-электролитических ванн.

Beiträge zur Frage des Anodenwiederstandes der Aluminiumwannen

Supplements to the question of the anode-resistence of aluminium cells

Az alumíniumelektrolizáló kádak anódjának elektromos sémája párhuzamos ellenállások rendszeréből áll. E párhuzamos ellenállások az anódgyűjtősín egyik végéből indulnak ki, s a katódfémben, vagy jó esetben az anód alsó részén egyesülnek. Ezen ellenállások közül a sínek (anódgyűjtősín, flexibilis és csatlakozó) ellenállása méretük és hőmérsékletük ismeretében könnyen számítható állandó érték, a tüskék, a tüske-anód kontaktus és az anód ellenállása viszont periodikusan változó és alig ismert nagyságú. E változások a tüskehúzások következményei, oldaltüskés önsülő anódájú kádakon az időszakos rendszeres változás sok tüskének egyszerre végrehajtott kihúzása miatt szembetűnő és határozott, függőleges tüskés kádakon nem feltűnő, de meglévő jelenség.

Az irodalomban — valószínűleg a mérési nehézségek és pontatlanságok miatt — nagyon kevés utalást találunk a legnagyobb változáson keresztülmenő ellenállás : a tüske-anód kontaktus értékére. *Beljajev* [1] egy kád feszültségmérlegében 100 mV feszültségesést említ a tüske-anód kontaktusban, *Bajmakov* [2] pedig a következő (1.) táblázatot közli :

1. táblázat

Egy kád feszültségmérlege Bajmakov szerint

	Számított		Tényleges	
	feszültségesés mV	ellenállás mΩ cm²	feszültségesés mV	ellenállás mΩ cm²
Tüske-anód kontaktus ..	100	220	150	333

Ugyanezen munkában táblázatot találhatunk laboratóriumi vizsgálatokról, melyek acél- és szénelektróda közötti kontaktus ellenállását adják különböző hőmérsékleteken (2. táblázat).

Az értékek nagy eltérésének tisztázására méréseket végeztem oldaltüskés önsülő anódával rendelkező kádakon.

Az oldattüskés kádak anódjaiba általában két sor tüske vezeti az áramot. Kialakult az a téves gyakorlat, hogy az anód áramvezetőinek terhelését mindkét sorra egyforma átlagként számítják, mintha a két tüskesor e tekintetben egyenrangú lenne. Ez korántsem helytálló, sőt a felső tüskesor az áramvitelben alig vesz részt, amit méréseink is igazoltak.

2. táblázat

Acél és szénelektróda közötti ellenállás változása Bajmakov szerint

Hőmérséklet C°	25	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Ellenállás mΩ cm²	5,60	5,70	5,51	4,80	2,84	5,60	5,55	2,16	1,96	1,17

A mérések során a tüske és a tüske-anód kontaktus együttes ellenállását határoztam meg, az ismert *szondázásos* módszerrel. A méréskor egy tüske csatlakozósínét eltávolítottuk, hogy árammentes, jól beégett anódpontot kaphassunk. E tüske feje és az áramot vivő egyes tüskék feje közti feszültségkülönbségek az illető tüskéken és tüske-anód kontaktusokon létrejövő feszültségeséseknek tekinthetők. A szondaként használt tüskén csak a műszer árama folyik, mely mérhető feszültségesést nem okoz, vagyis a tüske a mért tüskesorhoz tartozó anódrész potenciálján van. Az anód vízszintes szelvénye azonban nem ekvipotenciális felület, mert az egyes tüske-anód kontaktusok nagysága — mint később látni fogjuk — különböző, ezért teljesen pontos adatokat e mód-

A kísérleti mérések adatai és a számított értékek

3. táblázat

Tüskesor		Alsó sor						Felső sor						Alsó sor						Felső sor					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tüskeszám																									
Áramelosztás	mV	33	42	36	38	31	20	1	5	3	3	4	2	29	—	37	36	36	32	8	10	3	3	3	1
Feszültségesés	mV	390	380	370	370	360	380	470	460	440	430	420	420	430	—	400	390	370	360	450	440	450	440	430	440
Számítás: Árameloszlás	kA	2,2	2,8	2,4	2,55	2,1	1,3	0,07	0,34	0,2	0,2	0,27	0,14	1,95	—	2,5	2,4	2,4	2,15	0,54	0,67	0,2	0,2	0,2	0,07
Tüske fesz-esés	mV	130	160	140	150	120	75	—	20	10	10	15	5	115	—	145	140	140	125	30	40	10	10	10	—
Kont. fesz-esés	mV	260	220	230	220	240	305	470	440	430	420	405	415	315	—	255	250	220	235	420	400	440	430	430	440
Kont ellenállás	$\mu\Omega$	118	79	96	86	114	234	6700	1300	2150	2100	1500	3000	161	—	102	104	96	110	775	600	2200	2150	2150	6300

Megjegyzések: A 5 kád 1957. júl. 26. Tüskehúzás után 3. nap. Anódalja-felső tüskesor távolság: 700 mm.
Felső tüskesor árama: 11%.

Alsó tüskesorra vonatkozó számítás:

Áramerősség	A tüskesor teljes ellenállása	Feszültségesés átlaga			Ellenállás a kontaktusban	
		Összesen	a tüskében	kont.-ban	egy tüskére átlagos	fajlagos
kA	$\mu\Omega$	mV	mV	mV	$\mu\Omega$	$m\Omega cm^2$
25,8	14,00	360	125	235	110	98

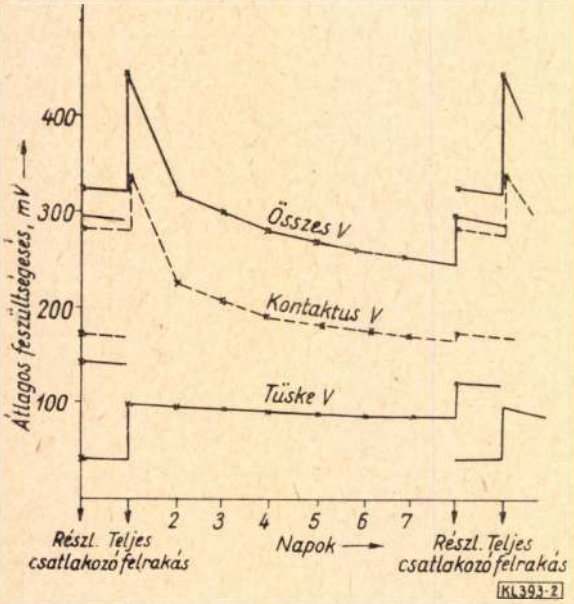
szerrel nem kaphatunk. Én a gyakorlati mérések elvégzéséhez kompromisszumként olyan tüskét választottam szondául, mely az illető anódszel vény közepes potenciálján van. Az anód végétől 500—600 mm távolságra fekvő tüskék feleltek meg e célra.

A kapott mérési adatok feldolgozásának bemutatására szolgáljon a 3. táblázatban közölt mérési jegyzőkönyv, mely 29 kA áramerősséggel működő, 2×12 db 70/55 mm ⌀ méretű kúpos tüskével rendelkező kádon végzett mérésről készült.

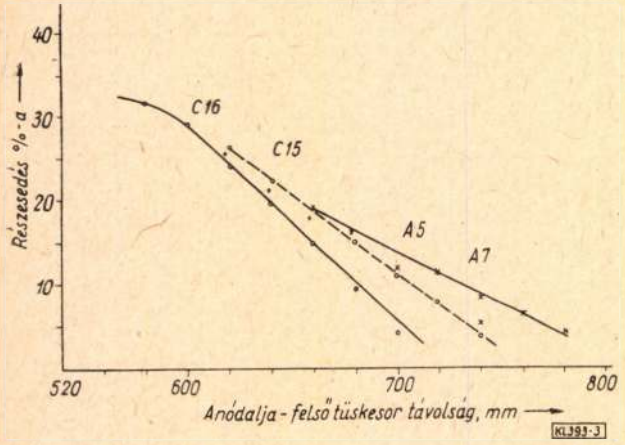
Az árameloszlás meghatározására az egyes tüskékhez tartozó rézcsatlakozók azonos hosszúságú darabjain mért feszültségesés szolgált. A számításokban az összáramerősséget e feszültségesések arányában osztottam el.

A tüskében keletkező feszültségesést becslő számítással határoztam meg: feltételeztem, hogy a tüske teljes hosszában azonos az áramsűrűség (azaz a tüske kúposságával arányos az anódba való áramátadás) valamint, hogy a tüske átlagos hőmérséklete 400 C°.

1. ábra. Az A5-ös kád tüskéiben a feszültségesés mV-okban (70/55 × 650 mm-es ⌀-jű tüskék)



2. ábra. Az A7-es kád tüskéiben a feszültségesés mV-okban (80/65 × 650 mm-es ∅-jű tüskék)

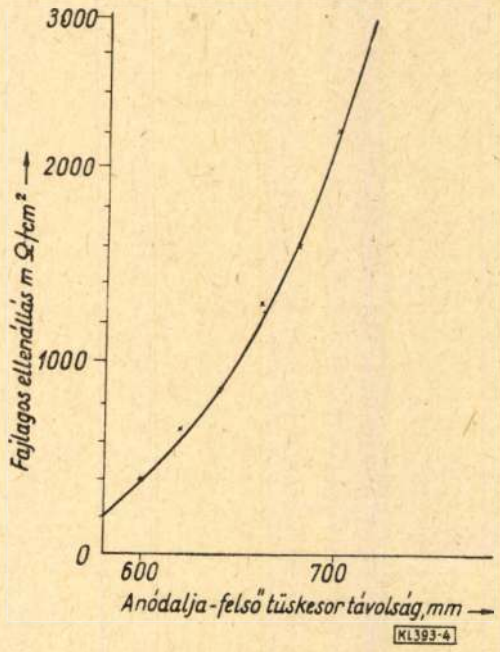


3. ábra. A felső tüskesor részesedése az áramvitelben

A méréseket kijelölt kádakon naponként végeztem. A kádak egy részébe kísérletképpen nagyobb átmérőjű tüskéket helyeztünk be (a szokásos 70 mm-es ∅ helyett 80 mm-es ∅ méretűeket). A mérési adatok az 1. és 2. ábrán láthatók, az ott megrajzolt görbék a kád feszültségének kialakítása szempontjából döntő alsó tüskesorra vonatkoznak. A több kádon, tüskehúzástól tüskehúzásig végzett mérések kiértékelése után a következőket állapítottam meg:

1. A tüskehúzás napján a felső tüskesor alig vezet, s a későbbiekben is csak lassan veszi át az áramot az alsó sortól. Az áramátvétel nagysága általában a felső tüskesornak az anódaljától mért távolságától függ (3. ábra).[1]

Ugyancsak ilyen függés állapítható meg a felső tüskesor teljes ellenállásának értékére is (4. ábra). Ez azt jelenti, hogy amíg a tüske a felső sorban van, az anódba való beégése (melynek mértékéül a kontaktus ellenállása szolgál) tisztán az anódban az elektrolitból felfelé haladó hő hatására történik. Ezért feltétlenül előnyben kell részesíteni az olyan anódszerkezetet és anódkezelési technológiát, amelyen a tüskéknek az anód aljától való távolsága kisebb, minthogy ezáltal a felső tüskesor több áramot visz, valamint ez biztosítja a felső sori tüskék kontaktusainak előkészítését a tüskesorváltás idejére, miáltal a csatlakozó-felrakáskor észlelhető feszültségugrás jelentősen kisebb lesz.



4. ábra. A felső tüskesor kontaktusának átlagos, fajlagos ellenállása

Alacsonyabb tüskeállás mellett történő csatlakozófelrakáskor a felső sori tüske áramát jelző görbe ugyancsak minimális értékről indul, emelkedési üteme azonban gyorsabb, s a 2—3. napon már eléri a többi görbe helyzetét. Ez arra utal, hogy az anódizotermák helyzete is függ a tüskesorok helyétől — ami könnyen érthető, ha figyelembe vesszük az anodikus feszültségesés nagyságát. Ha a tüskék terhelését — a felületük és keresztmetszetük növelésével — csökkentjük, akkor az anodikus feszültségesés csökken, az anódizotermák alacsonyabban helyezkednek el, a felső tüskesor árama valamelyest csökken.

Mindenesetre alacsony tüskeállásokban így is növekszik a felső sor által vezetett áram átlagos mennyisége a görbe gyors emelkedése miatt. Egyébként a felső tüskesor árama 30—35% között felső határértékhez ér, melynél tovább a két tüskesor közti anódszakasz ellenállása miatt nem emelkedhet. Tapasztalataink alapján méretezéskor még kedvező esetben sem számolhatunk a felső tüskesorra átlagosan a teljes áramerősség 20%-ánál többet.

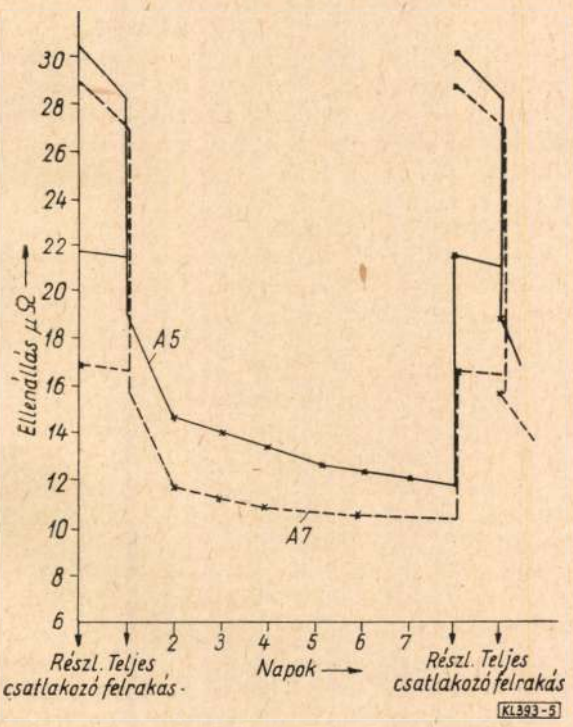
2. Az alsó sorban lévő tüskék a tüskehúzás után gyakorlatilag többé-kevésbé beégve veszik át a teljes kemenceáramot. A meglehetősen rossz kontaktus miatt nagy feszültségesés jelentkezik, mely a tüske körüli anódrész hőmérsékletének

[1] A mérési adatok jelentősen különböznek Dogramadzsi értékeitől [3]; ő ugyanis 46%-os felső tüskesori áramról ír.

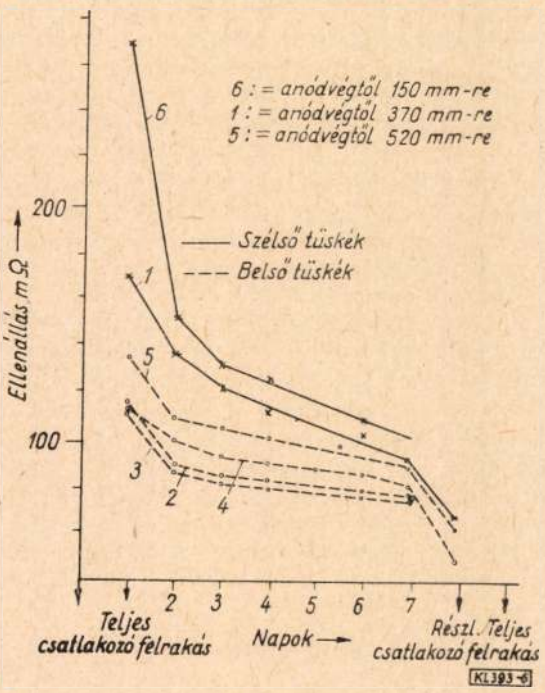
jelentős növekedéséhez vezet. Hozzájárul ehhez az áramvezetésbe bekapcsolódó és még kevéssé kiégett új anódrész nagy ellenállása (100—120 Ω mm^2/m fajlagos ellenállás) által okozott feszültségesés-többlet is.

A teljes feszültségemelkedés 0,4—0,5 V-ot is kitehet, mely az elektrolitban mérhető ohmos feszültségesés 25—30%-a. A hőmérsékletemelkedés az eddiginél lényegesen gyorsabb anódkiégést okoz, mely az anód-tüske kontaktus jelentős javulásához vezet. Az anodikus feszültségesés ennek következtében lecsökken, az anódhőmérséklet e ponton nem nő tovább, illetőleg lényegében csak az anód lefelé haladásának ütemében növekszik. Ettől kezdve az alsó tüskesor teljes ellenállása keveset változik (5. ábra). A 2. ábrán látható feszültségcsökkenés ez idő alatt az áramnak a felső tüskesorra való áttolódásából ered. Ez is utal az alacsony tüskeállás jelentőségére. Alacsonyabb tüskeállás mellett az alsó sorban az első napon az anód kiinduló hőmérséklete nagyobb, a massza kiégése nagyobb mértékű, ezért a feszültségemelkedés kisebb (a kontaktus aránylag jó, az anód új vezető részének fajlagos ellenállása kisebb). A kontaktus gyors javulása azonban ez esetben is bekövetkezik, mivel a kisebb feszültségemelkedés által létrehozott hőtöbblet is elegendő — az elektrolithoz közelebbi helyen — a szükséges hőmérsékletemelkedés biztosítására.

Az anód végén, vagy esetleg a rövid oldalán lévő tüskék (a saroktól kb. 500 mm távolságig) helyzete némileg különbözik a többiekétől. A kiégési kúp ismert alakja miatt ugyanis itt a hőmérséklet kisebb, miáltal a kontaktus ellenállása általában nagyobb, s javulása nem rohamos, minthogy a kisebb áramerősség miatt az önkiégés



5. ábra. Az alsó tüskesor teljes ellenállása (tüskék és kontaktusok együtt)



6. ábra. Az alsó tüskék kontaktusának ellenállása egyenként 6 : anódvégtől 150 mm-re, 1 : anódvégtől 370 mm-re, 5 : anódvégtől 520 mm-re

folyamata lassabban halad (6. ábra). Méretezésekhez ezért a szélső tüskéket csak 85%-os értékűeknek tekintjük. (Sok mérés átlagában ennyi a viszonylagos terhelésük a többi tüskéhez képest.) *Korobov* [4] és *Dogramadzsi* [3] a szélső tüskékre még kisebb terhelést talált.

3. Különleges helyzetet jelent a részleges csatlakozófelrakás időszaka. Ismeretes, hogy az alsó tüskesor minden második tüskéjéről a csere-műveleti idő első napján felrakják a csatlakozókat a harmadik sori tüskékre. Ez a művelet az alsó sorban maradó tüskék részleges túlterhelődésén kívül (mely kontaktusuk hirtelen javulását hozza magával), az áramnak a felső sorra való nagyobb mérvű átszorítását eredményezi. E napon a felső sor terhelése általában a teljes áramerősség 50%-át teszi ki. Természetesen bizonyos mértékű önkiégetés mutatkozik a felső sori tüskékben. Ezért a részleges csatlakozófelrakás feltétlenül előnyös. A 4. táblázat jól mutatja a részleges (1—3—5 tüskék) és a teljes csatlakozófelrakás (2—4—6 tüskék) során jelentkező kontaktusjavulást. Természetes, hogy a részleges csatlakozófelrakást is feszültségemelkedés kíséri, hisz az összes ellenállás növekszik (a kontaktusé is, az anódé is).

4. A 7. ábrán a tüske-anód kontaktus fajlagos ellenállását mutatom be az anódba nyúló teljes tüskefelületre vonatkoztatva, az alsó tüskesorra átlagolva. Az ábra szerint adott masszaminőségre a fajlagos ellenállás csak a csatlakozófelrakástól eltelt idő függvénye. Az anódalja-tüskesor távolság csak az első napi értékre hat, ti. a jobb előkészítés miatt alacsonyabb tüskeálláson az első napon kisebb a fajlagos ellenállás.

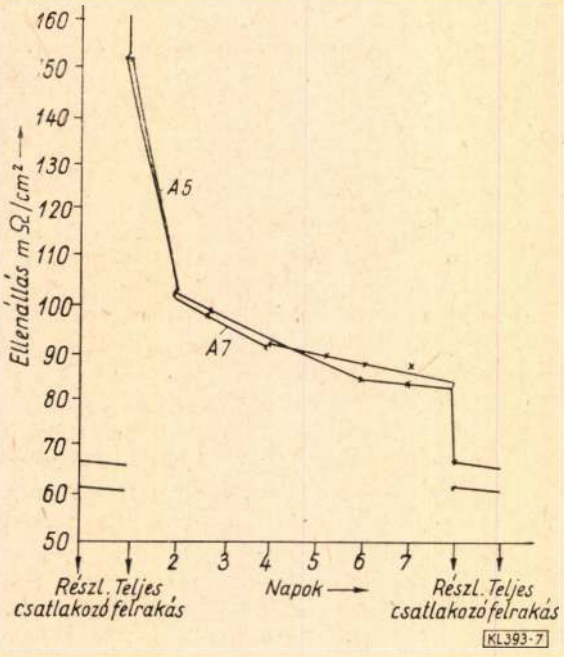
A 7. ábrán lévő értékek nagyságrendben eltérnek *Bajmakov*-nak a 2. táblázatban közölt adatai-

tól, viszont az 1. táblázat értékeinél lényegesen kisebbek. Az általam meghatározott napi átlagértékek összesített átlagát felhasználhatjuk az anódtüskék méretezéséhez is. Ennek alapján készült a 8. ábra is, mely a szokásos tüskehossz (450 mm az anódban, 200 mm azon kívül) mellett különböző tüsketerheléseken a tüskében és a tüske-anód kontaktusban jelentkező feszültségesés átlagát mutatja. A tüsketerhelést úgy számíthatjuk, hogy az alsósori tüskékre az összes áram 80%-át vesszük, s a tüskék számával osztjuk (a sarkokon lévő tüskéket 0,85-szoros súllyal véve számításba).

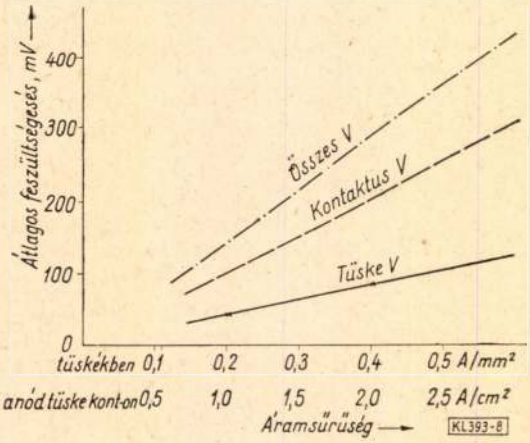
5. A mérések eredményéből látható, hogy az anódáramvezetőkben jelentős feszültségesések jelentkezhetnek, különösen túlterheléskor.

A Tatabányai Alumíniumkohóban — ahol a méréseket végeztem — a kádakat 24 kA-ra tervezték, de azok ma már 29 kA feletti áramerősséggel működnek — különböző műszaki intézkedések eredményeként. E közben a kádak feszültsége a vártnál kisebb mértékben csökkent. Ennek oka az anodikus áramvezetők jelentős túlterhelődése volt. Ezekben a feszültségesés kb. 0,25 V-tal nőtt.

Az alumíniumkohók teljesítménynövelésének egyik legfontosabb része az anódáramvezetők terhelésének stabilizálása vagy csökkentése. Csak helyesen méretezett anódáramvezetőkkel biztosítható az



7. ábra. Az alsó tüskesor kontaktusának átlagos fajlagos ellenállása



8. ábra. A különböző tüske terhelésen a tüskében és a tüske-anód csatlakozásban jelentkező feszültségesés mV-ban. (80—85 mm ∅-jű, 650 mm hosszú tüskék)

4. táblázat

Az anód-tüske kontaktus ellenállása μΩ-ban

Tüskesor	Alsó sor						Felső sor						Alsó sor						Felső sor					
Tüskeszám	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Előző nap	69	80	78	84	83	92	5000	1500	700	1100	2300	2300	186	—	80	97	95	116	350	450	520	520	1100	6700
Részleges csatl. rakás	69	—	62	—	65	—	3200	900	350	350	1000	2200	78	—	—	50	—	61	230	180	240	240	450	2100
Teljes csatl. rakás	—	—	—	—	—	—	300	177	113	128	154	207	—	—	—	—	—	—	118	122	158	113	193	272

Megjegyzés: C 15 kád 1957. júl. 20—23. Tüskehúzás 1957. júl. 22.

áramerősségnövelés által adott előnyök teljes kihasználása.

6. A mérésekből még egy jelentős következtetést vonhatunk le, nevezetesen, hogy az anódáramvezetők méretezése hatással van az optimális áramsűrűségre is. Láttuk, hogy az anódizotermák helyzete adott elektrolithőmérséklet és elektrolitszint mellett attól függ, hogy a tüskékben, a tüskeanód kontaktusokban és az anódban mekkora feszültségesés lép fel. Minél több hő képződik az anódban az áramvezetés következtében, annál magasabban helyezkednek el az egyes anódizotermák s annál kevesebb hő áramlik az elektrolitból az anód égetésére és az anód hőveszteségeinek pótlására (bár a kád összes hőveszteségei természetesen növekszenek). Ez azt jelenti, hogy az anodikus feszültségesés jelentős része a kád fűtőfeszültségének tekintendő. (Nevezetesen az elektrolit hőegyensúlya szempontjából. Az egész rendszer szempontjából a teljes anodikus feszültségesés fűtőfeszültség.) Más szóval az anodikus feszültségesés növekedésekor az elektrolit hőegyensúlyának biztosítására magában az elektrolitban kevesebb hőt kell fejleszteni, azaz adott áramerősségen kisebb pólustávolságon, adott pólustávolságon kisebb áramerősségen kell dolgozni. Amennyiben a kád már minimális pólustávolságon dolgozott, az anodikus feszültségesés növekedése (pl. magasabb szintről történő tüskehúzás) a szükséges pólustávolság csökkenése miatt az áramhatásfok romlását okozza (mely további hőfejlesztés miatt újabb pólustávolság csökkentést tesz szükségessé), végeredményben üzemzavar keletkezik, melyet csak az áramerősség csökkentésével lehet megszüntetni.

Ezért az anodáramvezetők helyes méretezése és az alacsony tüskeállást biztosító anódkezelés különösen nagy áramsűrűség mellett a biztos üzemmenet és a kis fajlagos villamosenergia fogyasztás alapfeltétele.

Összefoglalás

A szerző az anodikus áramvezetők feszültségesésének változását határozta meg oldaltüskés önsülő anódájú alumíniumelektrolizáló kádakon. A közölt diagramok azt mutatják, hogy az anódtüske kontaktus ellenállása igen nagy. A felső tüskesor áramvitele kisebb és a tüskesor magassági helyzetétől függ. A tüskék megfelelő méretezése és az alacsony tüskeállás az anódban a kádak teljesítménynövelésének egyik feltétele. Ez az optimális áramerősség értékére is hatással van.

Zusammenfassung

Author hat Messungen des Spannungabfalles für Stromführungselemente des Anodenteiles bei Söderberganoden mit horizontaler Stromzuführung für die Al-Elektrolyse ausgeführt. Laut der Messergebnisse ist der Kontaktwiederstand Anode-Kontaktbolzen sehr bedeutend. Der Stromführungsanteil der oberen Bolzenreihe ist kleiner und hängt von der Höhenlage dieser Reihe ab.

Die entsprechende Bemessung und die entsprechend tiefe Lage der Kontaktbolzen in der Anode ist eine Bedingung für die Intensifizierung der Bäder. Diese sind auch für die Grösse der optimalen Stromdichte als mitbestimmend zu betrachten.

Summary

Author presents data on the voltage-drop of currentbearing elements of self-burning anodes with horizontal contact studs for Al-electrolysis. The resistance of the contact, anode stud is according to measured values very high. The proportion of current lead in the higher row of studs is less and depends from the height position of this row. Proper design of studs and their properly low position in the anode may be regarded as necessary for intensifying the cells (by increasing the current). These have also an influence on the optimal value of current density.

IRODALOM

[1] *Beljajev—Rapaport—Firszanova:* Az alumínium kohászata.
[2] *Bajmakov:* Elektrolízis a kohászatban.
[3] *Dogramadzsi:* Cvetnüe Metallü 1958. 5. 50. o.
[4] *Korobov:* Cvetnüe Metallü 1957. 1. 49. o.

Egyesületi hírek

A Nehézipari Minisztérium Színesfémipari Főosztálya felkérésére az Egyesület Munkabizottságot létesített az alumínium készárugyártás távlati tervének kidolgozása érdekében. A Munkabizottság 1958 és 1975 között feldolgozta iparáganként a hazai elumíniumfogyasztási igényeket és megjelölte azokat a feladatokat és intézkedéseknek szükségességét, amelyek a távlati belső alumínium fogyasztás növeléséhez szükségesek. Legfőképpen a hat legfontosabb alumíniumfogyasztási terület, — nevezetesen a közlekedési-, villamos-, vegyi-, élelmiszer-, és csomagolási-, tömegcikk, építő- és mezőgazdasági ipar problémáival foglalkozott. A Munkabizottság összefoglaló jelentése kb. 200 oldalon tárgyalja a kérdéseket és áttekinthető táblázatokkal hívja fel az illetékesek figyelmét a szükséges intézkedések megtételére. A Munkabizottság jelentését a hivatali szervek hasznosnak és népgazdasági szempontból fontosnak minősítették és dicséretben részesítették. A Munkabizottságot dr. Domony András, dr. Buray Zoltán és Varga István tagtársaink vezették ; a munka elkészítésében a különböző felhasználó iparágak részéről 20 legkiválóbb szakember vett részt.

D. A.

A Vaskohászati Szakosztály 1959. január 27-én *Franz Bartu*, a Maerz kemence-építő vállalat műszaki igazgatójának részvételével színvonalas ankétot rendezett. A mintegy 60 főnyi résztvevő soraiban helyet foglaltak a Vaskohászati Igazgatóság vezetői, az Egyetem kohász professzorai, az üzemek-, a kutató- és tervezőintézetek nagyszámú szakembere. A feltett kérdések nyomán igen mélyreható megvilágításban tárgyalásra kerültek a SM-kemencék szerkezeti, tüzelési, tűzállófalazási, üzemviteli problémái, valamint ennek az acélgyártó eljárásnak jövője. A közel három órás ankét során Bartu igazgató széles látókörű fejtegetései és a magyar szakemberek megjegyzései számos nyitott kérdést tisztáztak és hozzászóltak hazai kohászatunk fejlődésének kialakításához.

Sz. L.

Könnyűfém motorhengerek kopásálló furatának elkészítése

Dr. CSOKÁN PÁL kémiai tud. kand. (Fémipari Kutató Intézet)

D. K.: 621—22 : 621.363 : 669.7 : 620.179.

Обработка на сопротивление по износу цилиндров из легкого сплава.

Verschleissfeste Zustellung der Cylinderbohrungen für leichmetall Motoren

Producing wear-resisting finish on the bore of cylinders for light metal motors

Korábbi kísérletek a hengerfurat kopásállóságának növelésére

Az utolsó évtizedekben a gépjárműgyártáshoz felhasznált alumínium, ill. alumíniumötvözetek mennyisége világszerte nőtt. E körülményben a könnyűfémek kiváló fizikai és mechanikai tulajdonságain kívül a gépjárművekkel szemben támasztott egyre fokozódó követelmények, valamint a könnyűfémek megmunkálásakor mutatkozó műszaki és gazdaságossági előnyök játszottak szerepet. A könnyűfémek jól önthetők, az öntvények szilárdságának tulajdonságai kielégítők, a forgácsolási feltételek kedvezők. Ezek a tulajdonságok s nem utolsó sorban a könnyűfémeknek a szürke vasöntvénynél mintegy háromszor jobb hővezetőképessége alkalmassá teszi e fémeket belső égésű motorhengerek készítésére is. A könnyűfém hengerek használatának gondolata nem új. Az első könnyűfém motorhengert *Selve* 1912-ben készítette, s építette be repülőgépekbe. Mások gépkocsi, majd motorkerékpár gyártáshoz próbálták hasznosítani a könnyűfém hengerek által nyújtott előnyöket, azonban mindezen kísérletek az alumínium rendkívül csekély kopásállósága miatt nem vezettek maradandó eredményekre.

Az első próbálkozások — amelyek az alumíniumötvözet kis kopásállóságának leküzdésére hengerfurat felületén anodikus oxidálással létesített alumíniumoxid-bevonat nagyobb keménységét kívánták felhasználni — sikertelenek maradtak. Az eloxálással nyert kemény, de rideg, s a hő hatására könnyen repedező oxidréteg ugyanis már a motor öt órás üzeme után teljesen átdörzsölődött, s a kitöredezett rideg oxidszemcsék mind a dugattyút, mind a hengert erősen kikoptatták.

A harmincas évek folyamán tértek át az acélperselyek használatára s ez a módszer azóta is többféle technológiai változatban tovább él. Az acélbetétes könnyűfém henger készítésének egyik módja az, hogy az alumínium hengeröntvénybe acélperselyt sajtolnak. Másik változat szerint az alumíniumhengert zsugorítják rá az acélperselyre. Az acélbetétes hengerek egyesítik magukban az acél jó kopásálló és szilárdsági tulajdonságait, valamint az alumíniumbordázat jó hővezetőképességét. A gyakorlatban azonban kitűnt, hogy a sajtolás vagy zsugorítás legtöbbször nem biztosít bensőséges, fémes kapcsolatot az acélhüvely és az alumíniumöntvény között. Súlyosbítja a helyzetet az a körülmény, hogy az eltérő hőkiterjedési tulajdonságok következtében működés közben az alapfém és a hüvely közt keletkező, s egyre jobban tágúló résekben olajgőzök kondenzálódhatnak. Nem szorul külön magyarázatra, hogy a két fém közti hőszigetelő réteg oly mértékben csökkentheti a henger belsejéből kifelé irányuló hőelvezetést, hogy a helyi túlmelegedés rövid időn belül az acélpersely berágódásához vagy elhúzódásához vezethet.

A harmadik módszer, nevezetesen az Alfin-eljárás szerint az acélpersely külső falát termikus úton alumíniumréteggel vonják be, majd az alumíniumozott (alitált) perselyre ráöntik az alumínium bordázatot. Ilyenkor az alumíniumozott persely és a bordázat között olyan benső fémes kötés keletkezik, amely kiküszöböli az előbb említett eljárások hátrányait. Az Alfin-eljárás tömeggyártásban való széleskörű elterjedését a módszer körülményessége és költséges volta mind ez ideig erősen korlátozta.

Elsőként 1932-ben *Horst* kísérelte meg, hogy a kopásállóság követelményének az alumíniumhenger keménykrómozásával tegyen eleget. Ez a módszer a második világháború alatt, de különösen annak befejezése óta olyan tért hódított, hogy ma már — tudomásunk szerint — angolszász, szovjet, német, olasz és francia gépjárműgyárakban (pl. Zündapp, BMW, Knirps, Triumph, NSU, Quickly, Kreidler stb.) személy-, sport- és teherautókhoz több mint 30 különböző motortípusban építenek be ezres szériában keménykrómozott könnyűfém motorhengereket.

A keménykrómozott könnyűfémhenger hővezetőképessége háromszor, az acélperselyes könnyűfémhengeré pedig kb. másfélszer nagyobb mint a szürkeöntvényből készült hengeré. Ez a tulajdonság erélyesebb hűtést tesz lehetővé, ami viszont azt eredményezi, hogy a könnyűfém henger üzemi hőfoka átlag 20 C°-kal kisebb mint amazoké. A kisebb hőmérsékletű hengerekben nagyobb mérvű gázkompresszió érhető el, ennek következtében nagyobb fordulatszám mellett a tapasztalat szerint átlag 12%-kal növelhető a motor teljesítménye.

Ha a henger, hengerfej és dugattyú azonos könnyűfém ötvözetből készül, akkor az egyforma hőtágulási együttható lehetőséget nyújt arra, hogy a henger és a dugattyú szorosabb illesztéssel, kisebb réssel készüljenek. Szoros illesztéssel kisebb a motorzörej, egyenletesebb a motor járása, s ami rendkívül lényeges: nagyfokú üzemanyag megtakarítás érhető el.

A keménykrómozott könnyűfém henger kopásállósága kilencszer nagyobb mint az acélöntvény perselybetétes hengeré, a kíváló siklási tulajdonságok következtében az irodalmi adatok szerint kb. 20%-kal kisebb az olajfelhasználása, s lényegesen kisebbek a súrlódási veszteségek.

A keménykrómozott könnyűfém henger ellenállása korózióval szemben is jó, ami különösen kénnyomokat tartalmazó üzemanyagok használatakor roppant előnyös.

Könnyűfém hengerek keménykrómozásának eddigi tapasztalatai

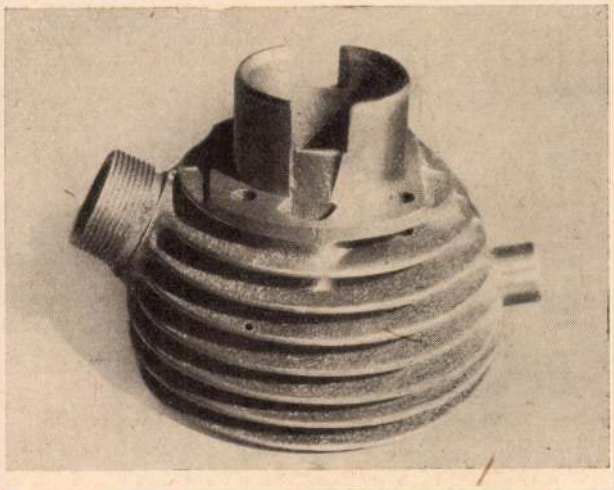
A könnyűfém hengerek keménykrómozása nem könnyű feladat, mert az alumínium, s általában a könnyűfém-ötvözetek felülete a levegőn gyorsan oxidálódik, az oxidbevonat pedig hátrányosan befolyásolja a galvánrétegek tapadó képességét. A könnyűfém tárgyak felületén kémiai mártó (kontakt) módszerrel létesített, oxidációval szemben aránylag ellenállóbb nikkel, mangán, vas, vagy újabban leginkább horgany bevonatot állítanak elő s ez a réteg védi a krómozáshoz való előkészítő műveletek alatt a munkadarab felületét az atmoszféra hatásától. A horganybevonat — krómozást közvetlen megelőző — kémiai vagy elektrokémiai leoldása közben általában olyan felületminőség alakul ki, amely biztosítja a keménykróm réteg megfelelő rakódási és tapadási feltételeit.

A cinkát-pácban történő, legkorszerűbbnek tekintett horganyzó előkészítéshez a lúg- és salétromsavoldatban előkezelt darabokat szobahőmérsékletű, erősen lúgos nátriumcinkát oldatba mártják. Az alumínium felületre kivált világosszürke horganybevonatot a krómozófürdőben a galvanizláó áram rákapcsolása előtt oldják le.

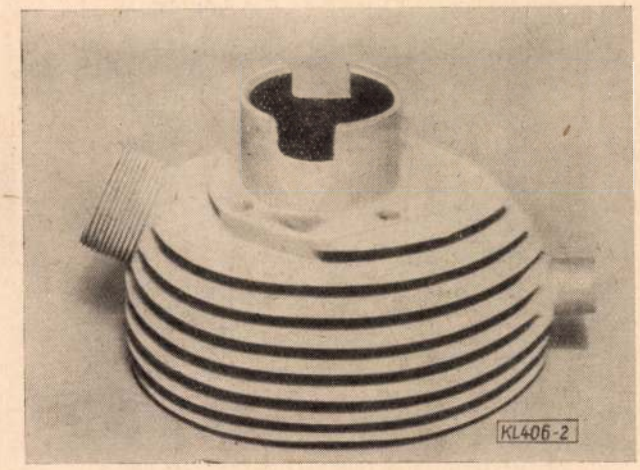
A járműipari tömeggyártás során kiderült, hogy a könnyűfémhengerek ilyen módon végzett előkészítése nem mondható kielégítőnek. Hibát első sorban a kémiai fémbevonó fürdő nem kívánatos idegen fém szennyezései (cinkát fürdőben pl. As, Sn, Pb stb.) okozhatnak. Az idegen fémmel szennyezett bevonat visszaoldása krómozás előtt egyenetlen, s passzív gócok képződése miatt nem is mindíg tökéletes. Az alumínium felületén visszamaradó porózus, vagy lazán tapadó idegen fémmaradványok nemcsak a keménykrómbevonat tapadóképességét csökkentik, hanem a réteg egyéb fizikai, mechanikai, sőt kémiai sajátságait is módosíthatják.

A fémbevonat krómfürdőben való visszaoldása azzal a hátránnyal jár, hogy a krómozás szempontjából károsnak tekinthető horgany a krómfürdőt elég gyorsan elszennyezi. Ha a fürdő idő előtt elszennyeződik, ez gyakori fürdő frissítést, regenerálást vagy teljes fürdőcserét tesz szükségessé. A fürdő-karbantartás ilyen túlzott vegyszer igénye a krómozás költségtényezőit természetesen erősen rontja. A gazdaságosság tekintetében azt sem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a cinkátos előkezelés nagy szakmai tapasztalatot és ügyességet kíván.

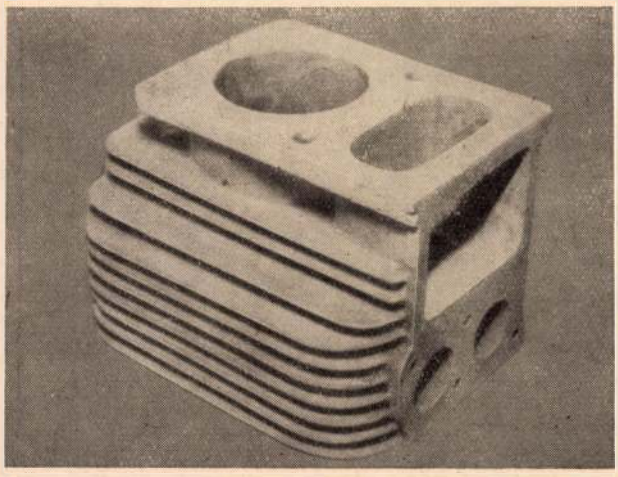
A szakirodalomban és a külföldi cégek műszaki-kereskedelmi leírásaiban [19], [20] elvétve találhatók utalások arra, hogy egyes gyárakban vagy intézményekben kísérletek folynak a könnyűfém motorhengerek közti réteg-nélküli, közvetlen keménykrómozásra (pl. „Cro-Plate"-eljárás). Azonban ezek az irodalmi vagy kereskedelmi hivatkozások nem tartalmaznak egyetlen konkrét műszaki adatot sem az eljárás technológiai részleteire vonatkozóan, úgyhogy számunkra hasznosíthatót ezek a közlemények nem nyújtanak. Gépjárműgyártó- és általában motorgyártóiparunk fejlesztése érdekében szükségszerűen merült fel az az igény, hogy műszaki és gazdaságossági szempontból egyaránt megfelelő, hazai tömeggyártásra alkalmas korszerű hengerkeménykrómozási eljárást dolgozzunk ki.



1. ábra. 125 ccm „Csepel" motorhenger (2 ütemű)



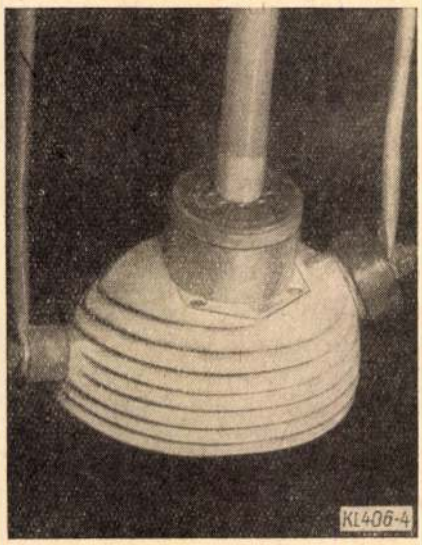
2. ábra. 125 ccm „Danuvia" motorhenger (2 ütemű)

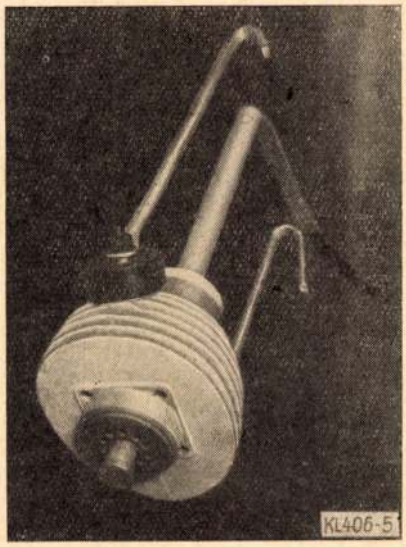


3. 300 ccm „KS"-állóhenger (4 ütemű)

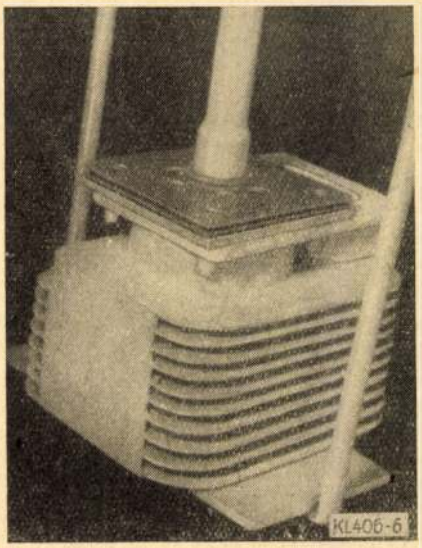
Könnyűfém motorhengerek keménykrómozási technológiája

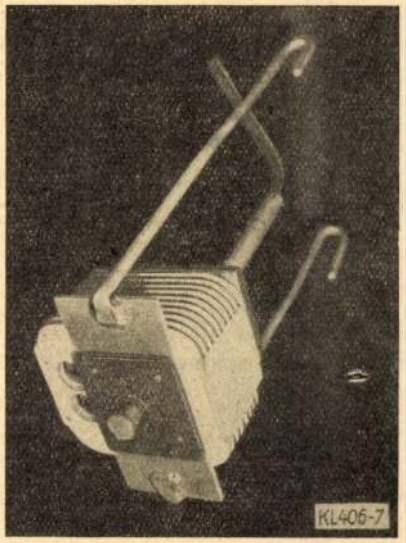
Az első kísérleteket könnyűfém, éspedig szilumin-hengerek keménykrómozására két évvel ezelőtt a *Danuvia Szerszámgépgyárban* indítottuk a *Danuvia* által gyártott „125 CSEPEL" mintájú motorkerékpár konstrukció-fejlesztésével kapcsolatban. A *Danuvia* ez évben a „125 DM" mintájú motorkerékpár ugyancsak szilumin ötvözésű kétütemű hengereiből adott át több darabot kísérletre. A *Kismotor* és *Gépgyár* részére a DM hengerhez hasonlókon kívül négy-ütemű álló motor „KS"-mintájú szilumin-hengereivel folytak kísérletek. A hengerek keménykrómozását és laboratóriumi vizsgálatát a *Fémipari Kutató Intézet* végezte, a keménykrómozott hengerek üzemi motorikus-próbáját a *Danuvia*, ill. a *Kismotor* és *Gépgyár* Műszaki és Fejlesztési Osztályán hajtották végre. A kísérletezés alá vont hengerek külső





4—5. ábra. Krómozó-szerszámra szerelt „Danuvia" henger





6—7. ábra. Krómozó-szerszámra szerelt „KS"-henger

alakját az 1—3. ábrák, a befogó-befüggesztő szerszámra szerelés megoldását a 4—7. ábrák mutatják. A szerszámozás folyamán felmerült nehézségekről, s azok kiküszöböléséről helykimélés céljából részleteseben itt nem emlékezem meg [21]—[22].

Az első kísérleteket az általánosan ismert cinkátos előkészítés alapján végeztük. Az előkezelés, krómozás, utókezelés műveleti sorrendjét az 1. táblázat tünteti fel.

A felület tisztítást 80 C° hőmérsékletű, 10%-os NaOH oldatban szokásos módon hajtottuk végre. Bemártási idő 1—2 perc. Hideg vízben végzett öblítés után tömény salétromsavban néhány másodperces pácolás következett, majd hideg vízzel minden vegyszernyomot tökéletesen lemostunk a felületről.

A cinkát-kezelést 100 g/l ZnO és 500 g/l NaOH tartalmú pácfüdőben kétszer tíz másodperces bemártással végeztük. Szebb horganyréteget lehet kapni akkor, ha a cinkátpácban létesített első horganybevonatot salétromsavban leoldottuk,

1. táblázat

A hengerfurat keménykrómozás műveletei.

Régi módszer Zn-közti réteggel

1. Tisztítás, zsírtalanítás
2. Öblítés hideg vízben
3. Pácolás salétromsavban
4. Öblítés hideg vízben
5. Horganyozás cinkát-pácban
6. Öblítés hideg vízben
7. Nyílások elzárása ólomdugókkal
8. Szerszámraszerelés
9. Fémbevonat-visszaoldás
   a) külön savaspácban
   b) krómozófürdőben
10. Öblítés hideg vízben (csak a 9/*a* után)
11. Előmelegítés forró vízben (csak a 9/*a* után)
12. Keménykrómozás
13. Öblítés hideg vízben
14. Szerszámról leszerelés
15. Kifőzés tiszta vízben
16. Szárítás meleg levegőáramban
17. Minőség- és méretellenőrzés
18. Mechanikai simítás (hónolás)

FKI-krómozási módszer

1. Tisztítás, zsírtalanítás
2. Öblítés hideg vízben
3. Pácolás savelegyben
4. Öblítés hideg vízben
5. Nyílások elzárása fémolvadék-beöntéssel
6. Szerszámraszerelés
7. Előmelegítés forró vízben
8. Keménykrómozás
9. Öblítés hideg vízben
10. Szerszámról leszerelés
11. Kifőzés tiszta vízben
12. Szárítás meleg levegőáramban
13. Minőség- és méretellenőrzés
14. Mechanikai simítás (hónolás)

majd kellő öblítés után a cinkátozást megismételtük.

A horgany köztiréteg felrakásával végzett hengerkrómozási eljárás — nem mindegyik kísérleti munkadarabon eredményes — kipróbálása után tértünk át a könnyűfémhengerek köztiréteg nélküli, közvetlen krómozási módszerének kidolgozására. Számos felületkikészítési eljárás tanulmányozása után megfelelőnek talált technológia műveleti sorrendjét az 1. táblázat adja meg.

A hengerek zsírtalanítását lúgoldatban és vizes öblítését a szokásos módon hajtottuk végre. Következő műveletben a horgany leválasztást elhagytuk, a salétromsavas pácolás helyett pedig vízzel meghatározott arányban kevert két komponensű savelegyben végeztünk felületkezelést. A savelegy aránya : 1 rész fluorhidrogén : 5 rész salétromsav.

A pácfürdő befogadására nagy teljesítményű peremelszívóval ellátott PVC bélésű kád szolgál. A savelegy 10—15 C° mellett 1—2 perc alatt egyenletes matt ezüstszürke színűre pácolja a szilumin típusú könnyűfém ötvözeteket. Ilyenkor feltehetően a felületen molekuláris vastagságban fluoridfilm létesül, amely — különösen, ha a felületet vékony vízréteg is nedvesíti — átmenetileg kitűnően védi a fémet az oxidációtól. Mivel a salétrom- és fluorsavelegyben való pácolás rendkívül exothermás, ezért a pácfolyadék az igen rövid pácolási idő alatt is jelentősen felmelegedhet. Melegebb savelegyben pedig egyenletes passzíváló pácolás helyett komoly méretű fémleoldás és súlyos bemaródások léptek fel, így a felület krómozásra alkalmatlanná vált. Éppen ezért egyrészt a folyadéktérfogatnak a pácolandó darab tömegéhez viszonyított kellő nagyra választásával, másrészt — szükség esetén — a pácolókád hűtővíz-köpenyében és PVC hűtőcsőkígyóban hideg (esetleg jeges) víz áramoltatásával a pácfürdő melegedését meg kell akadályozni.

Alapos öblítés után a hengerfurat oldalnyílásait Rose-fémmel elzártuk, majd szerszámra szerelés, 40—50 C°-os meleg vízben előmelegítés után a hengert a krómozófürdőbe helyeztük. Berakáskor, ill. berakás után úgy szabályoztuk az áramot, hogy

az első öt percben ... 35—45 A/dm²,
a második öt percben 45—65 A/dm²,
a tizedik perctől végig . 70—80 A/dm²

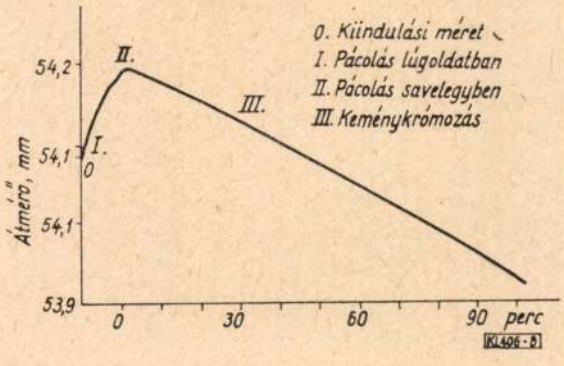
áramsűrűség alakuljon ki. A fürdő összetétele :

250 g/l krómsavanhidrid (CrO_3),
2,5 g/l kénsav (vegytiszta H_2SO_4),

$CrO_3 : H_2SO_4$ viszonyszám = 100 : 1—1,1-hez. A fürdő hőmérséklete 60±2 C°, tehát némileg nagyobb, mint a szokványos keménykrómozáshoz általában használatos hőfok.

A krómleválasztás befejeztével hidegvizes öblítés, majd a szerelvény szétszedése után a pórusokba okkludált krómozófürdő maradványok eltávolítása, s bizonyos mértékig a bevonat feszültségmentesítése céljából tiszta vízben 1—1½ óráig tartó főzés, majd meleg levegő áramban való szárítás, végül a krómbevonat minőségének és a furat méreteinek ellenőrzése következett. A leírt technológiával nyert keménykrómbevonat egyenletes finomszemcsés, félfényes felületű. A szilumin-öntvény előkezeléskor felszínre került mikropórusokba is részlegesen berakódott a króm. A krómréteg szerkezetének finomszemcsés, pórusos jellege még a mechanikai utánsimítás után is megmaradt, ami azonban üzem közben kenéstechnikai szempontból csak előnyösnek mondható.

A krómrakódás sebességét különböző ideig végzett krómozások után pontos indikátorórával végzett furatátmérő mérések alapján határoztuk meg. A 8. ábrán látható diagram szerint az előzőekben ismertetett feltételek mellett 1 óra alatt átlag 0,075 mm keménykróm réteg válik le a



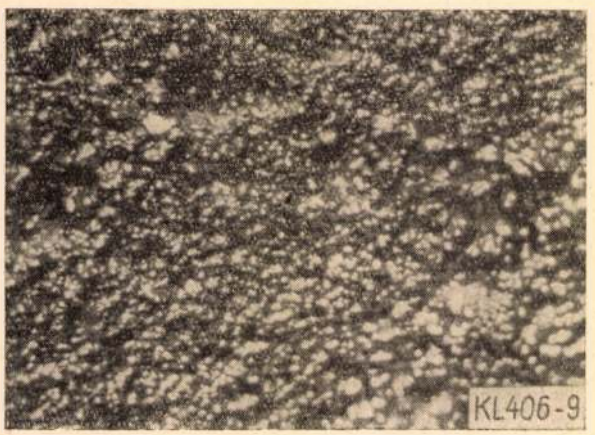
8. ábra. A furatátmérő változása előkezelés és krómozás alatt

könnyűfém felületére. A kis anód-katód távolság, a szokásosnál nagyobb áramsűrűség és hőmérséklet mellett jóval erélyesebb a krómkiválás, mint a szokványos krómozáskor. Minden fajta hengerre kísérletileg meg lehet határozni a rakódási sebesség időre vonatkozó változását, s az így nyerhető diagramok alapján méretrekrómozást is lehet végezni, aminek a gyártásban mutatkozó előnyeit külön hangsúlyozni felesleges.

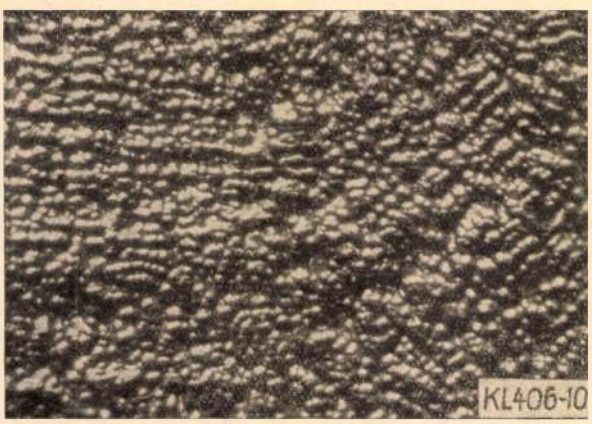
Az alumíniumra leválasztott krómbevonat szerkezeti sajátságai

A krómréteg szerkezeti felépítése és fizikai-kémiai tulajdonságai nagyban függenek a krómleválasztás munkakörülményeitől, főként pedig a fürdő hőfokától, a használt áramsűrűségtől, valamint a CrO_3/H_2SO_4 mennyiségi viszonytól, s természetesen a krómozó fürdő esetleges szennyeződéseinek minőségétől és mennyiségétől. A tapasztalat azt mutatja, hogy a bevonat szerkezetét az alapfém eredeti felületi minősége, finomsága is befolyásolja.

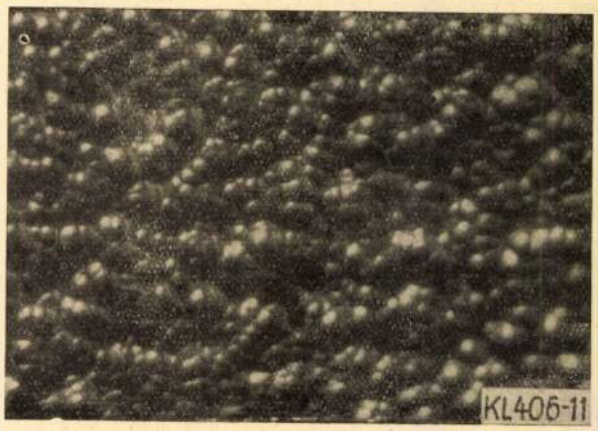
Ismeretes, hogy a galvanikusan létesített krómbevonat finomabb-durvább méretű, szemölcsszerű gócok egymásra halmozódásából áll. A kísérletek szerint a szemölcsszerű szemcsék méreteit, az egymásra halmozódás sűrűségét, a szemölcsök



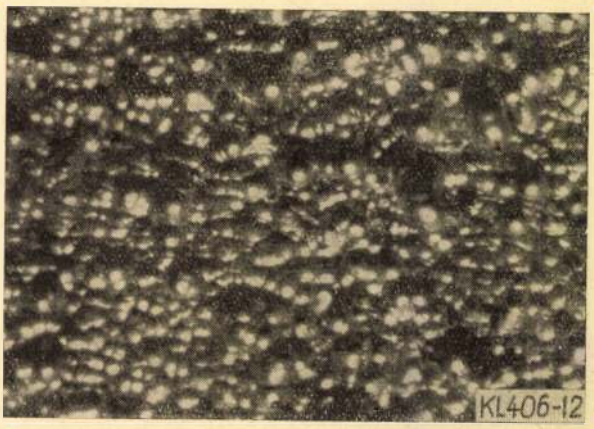
9. ábra. 50 A/dm² áramsűrűséggel előállított krómbevonat 50-szeres nagyítás



10. ábra. 65 A/dm² áramsűrűséggel előállított krómbevonat 50-szeres nagyítás



11. ábra. 80 A/dm² áramsűrűséggel előállított krómbevonat 50-szeres nagyítás

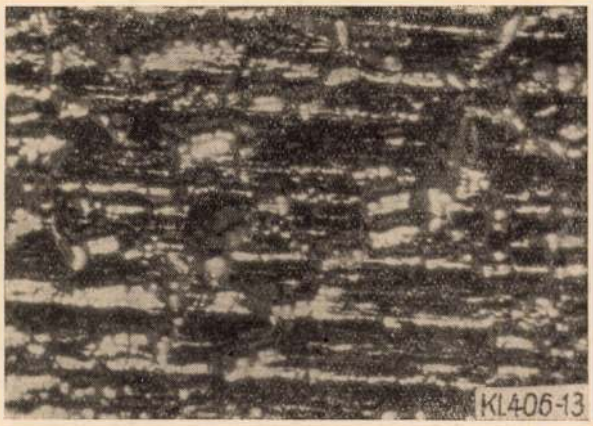


12. ábra. 100 A/dm² áramsűrűséggel előállított krómbevonat, 50-szeres nagyítás

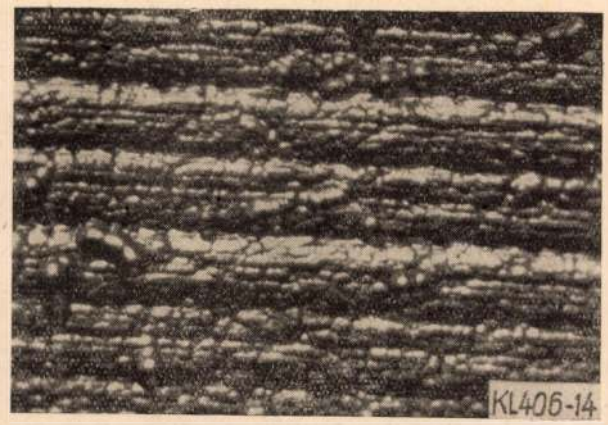
ág-bogas kinövéssé való durvulását a használt áramsűrűség nagysága döntően befolyásolja. A 9—12. ábrák jól szemléltetik, hogy az 50 A/dm² áramsűrűség mellett létesített réteg igen finom szemcsés szerkezete 65 A/dm², s még inkább 80 A/dm² áramsűrűségen fokozatosan mind erőteljesebb szemcsézetűvé válik, míg a 100 A/dm² áramsűrűség mellett előállított bevonatból erősen kiemelkedő kinövések érdessé, s mechanikai (pl. dörzsölő) hatással szemben kitöredezésre hajlamossá teszik a króm réteget. Mind a saját tapasztalatok, mind *De Vaulchier*nek az irodalomban található megállapítása [20] arra mutattak, hogy kifejezetten súrlódó igénybevételre szánt felületen (pl. a hengerfuratban) a követelményeknek nem a finom, hanem leginkább egy közepesen durva — nagyságrendileg kb. a 80 A/dm² áramsűrűséggel kapott — szemcsézet felel meg.

A 13. ábra kolloidális iszapszennyezést tartalmazó krómfürdőből 80 A/dm² áramsűrűséggel leválasztott bevonat durva szerkezetét mutatja. Feltűnőek itt a felületre tapadt iszapszemcsék köré rakódó krómkristály kinövések. Az ilyen réteg már a mechanikai simításkor (hónolás) kitöredezik, lepattogzik.

Az alapfém kiálló felületi egyenetlenségein, pl. az erősebb forgácsolási nyomokon a közismert



13. ábra. A krómfürdő kolloidális szennyezésének hatása a krómbevonat minőségére 80 A/dm² áramsűrűség mellett, 50-szeres nagyítás



14. ábra. Forgácsolási nyomok hatása a krómbevonat minőségére 80 A/dm² áramsűrűség mellett, 50-szeres nagyítás

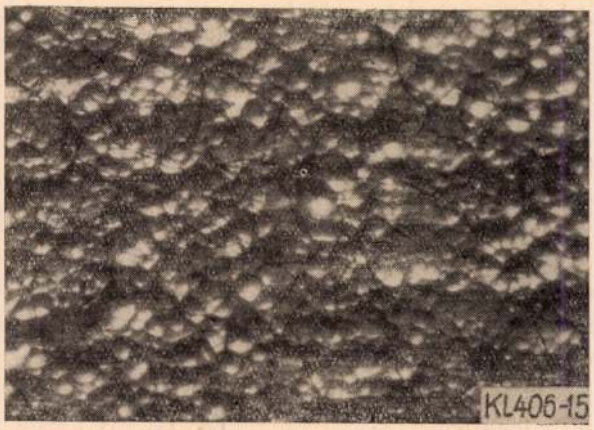
csúcs-, ill. élhatás következtében durvább szemcsézetű krómkristályok rakódnak le (14. ábra), míg a mélyedésekben vékonyabb a réteg. A vaskos, ill. vékony rétegek ilyen váltakozása, a szerkezet egyenetlensége növeli a réteg belső feszültségét, ami mechanikai igénybevételkor sokszor váratlan hibásodást idézhet elő.

Az irodalomban számos hivatkozást lehet találni olyan módszerekre, amelyek különböző fogásokkal még erősítik a hengerfurat lyukacsosságát, vagy gödrösségét (pl. krómozás előtt sajtolással pontszerű benyomatokat, esetleg méhsejtszerű mezőket, vagy pl. forgácsolással koncentrikus vékony csatornákat létesítenek a felületen), amelyekben a henger működése közben is jól megtapad a kenőanyag. Az ilyen mechanikai felületdurvításnak azonban csak akkor van létjogosultsága, ha a technológia — mint pl. a korábban elterjedt hengergyártásra — krómozás előtt a furatfelület tökéletes tükrösítését és szerves oldószerben való zsírtalanítását írja elő. Lúgos előkezeléskor azonban az öntvény öntési mikropórusai *előhívódnak*, s ilyenformán feleslegessé teszik a felületi lyukacsosság mesterséges előállítását.

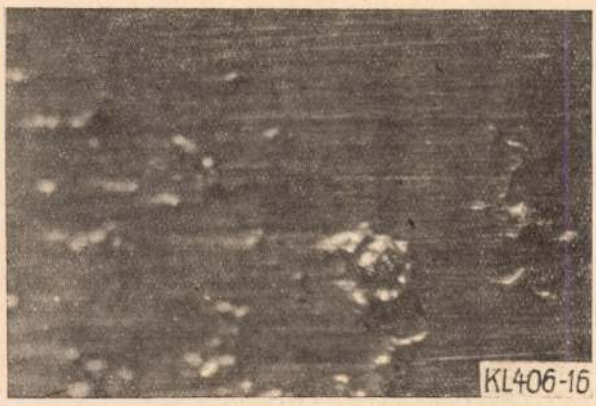
A krómbevonat általában nem tünteti el az alapfém eredeti felületi hibáit. A mikropórusokat ugyan eltömi a króm, de az alumínium öntvény készítésekor keletkezett, s az előkészítő pácoláskor erőteljesebben előtünt lyukacsok a krómozás után is megtalálhatók. Azonban a króm az ilyen gödrökbe is — legalábbis ezek felső peremén — berakodik s így a lyukacsokba *benövő* króm növeli a bevonatnak tapadását az alapfémre. A részben krómmal is *kibélelt* pórusok ezenkívül még egy rendkívül lényeges tulajdonsággal bírnak. A króm mint igen nehezen nedvesedő fém taszítja a kenőolajat is, ezért bár kopásállósága kiváló, mégis a rossz kenéstechnikai tulajdonságok miatt a tükörfényes tömör króm üzem közben száraz surlódás következtében csakhamar berágódik. Ha azonban a felületen pórusok vannak, úgy ezek mint parányi olajtárolók szerepelnek, tehát jelentősen javítják a kenési viszonyokat.

Olajtárolásra alkalmas szivacsos- vagy csatornázott krómréteget *Valeur* termikus úton [23], *De Vaulchier* [20] és mások pedig magában a krómozó-fürdőben végzett anodikus visszamaratás útján állították elő.

A csatornázott krómbevonat előállításához *De Vaulchier* által ajánlott eljárás azonban javításra szorul, mert a krómozó fürdőben, krómozási áramsűrűséggel anodikusan kezelt krómbevonat a hengerfurat élei mellett erősebben bemaródik. A mi módszerünk szerint a hengert krómozás után vízben alaposan leöblítjük, szerszámmal együtt



15. ábra. Anodikus kezeléssel létesített csatornahálózat a krómbevonatban, 50-szeres nagyítás



16. ábra. Krómbevonat felülete hónolás után, 50-szeres nagyítás

1%-os kénsavban 1—1½ percig 30—40 A/dm² áramsűrűségű anódárammal kezeljük. A réteg szemcsés szerkezete ilyenkor a furat éleken sem szenved kárt, ugyanakkor a csatornaszerű repedések igen szépen kialakulnak (15. ábra).

Az eddigi tapasztalatok azt mutatták, hogy közepesen igénybe vett motorok felületkikészítő eljárásunkkal mikroporózussá tett felülete — keménykrómozása és hónolása után — minden anodikus kezelés nélkül is tökéletesen kielégíti a kenéstechnikai követelményeket. Erősen igénybe vett, vagy gyakran túlerőltetett (pl. verseny-)motorokban azonban célszerű hónolás előtt a krómbevonatot a leírt anodikus visszamaratás után olajtároló csatornázattal ellátni. A 16. ábra közvetlen krómozás után hónolt, a 17. ábra pedig eljárásunkkal anodikusan kezelt keménykrómbevonat felületminőségét hónolás után mutatja.

A krómbevonat metallográfiai és fizikai-mechanikai sajátságai

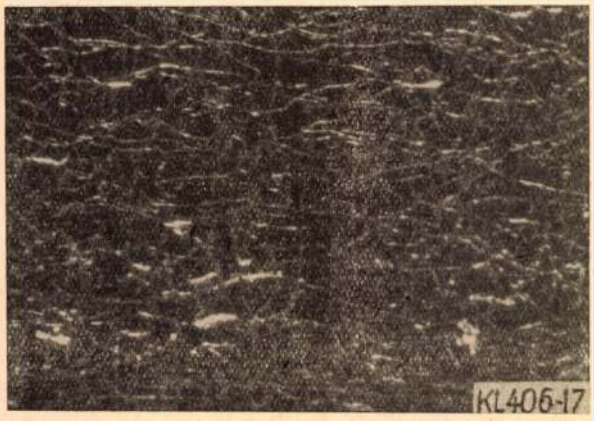
Keménykrómozott könnyűfém hengerekből kivágott metszetek csiszolatairól készült mikrofelvételeken igen jól szemlélhető a krómbevonat-alapfém határfelület szerkezete. A szilumin öntvény előkezelő pácolásakor kialakult felületi egyenetlenségeket a levált króm általában jól kitölti, az alapfém és a bevonat sok helyen valósággal egymásba horgonyozódik. A két fém hézagmentes, szoros kapcsolata a krómréteg kiváló tapadó képességét teljesen megmagyarázza (18—19. ábrák).

2. táblázat

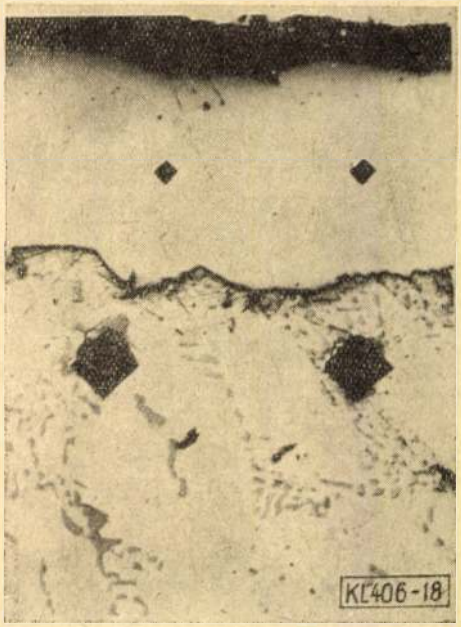
Keménységi értékhatárok

Leválasztáshoz használt áramsűrűség A/dm²	Krómréteg vastagsága μ	Krómréteg keménysége HV = kg/mm²	Al-alapfém keménysége HV = = kg/mm²
50	30	1100—1200	120
65	40	1200—1300	110—130
80	45—60	1350—1550	120—135
80	180—200	1350—1550	115—135
100	65	1250—1350	120—135

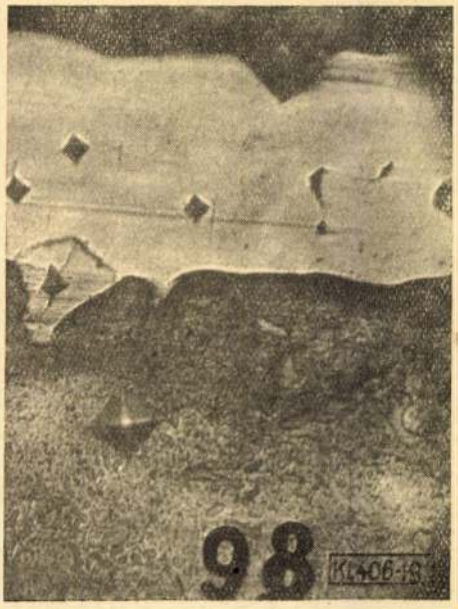
Mérési pontosság: 1000 HV-en kb. 20%



17. ábra. A krómbevonat hónolása után anodikusan létesített csatornahálózat, 50-szeres nagyítás



18. ábra. Alumíniumötvözetre leválasztott krómbevonat keresztmetszete, 200-szoros nagyítás



19. ábra. Alumíniumötvözetre leválasztott krómbevonat keresztmetszete, 200-szoros nagyítás

A krómréteg keménységét — minthogy a lágy alapfémre leválasztott bevonatos felületi keménységet nem lehet megbízhatóan mérni — keresztmetszeti csiszolaton *Hanemann*-féle mikrokeménységmérővel 100 g terhelés mellett határoztuk meg. Számos mérés alapján meghatározott keménységi adatok értékhatárait a 2. táblázat tünteti fel.

A keménységi értékek tehát kitűnőek, s még a 20% mérési szórást figyelembe véve is túlhaladja a *Wernick* és *Pinner* által 1957-ben adott mérési eredményeket [24]. A táblázatból az is megállapítható, hogy a krómréteg keménysége 80 A/dm² áramsűrűség mellett éri el a legnagyobb

értéket. A bevonat keménységét a réteg vastagsága lényegében nem befolyásolja, amint azt a táblázat 80 A/dm² áramsűrűségre vonatkozó adatai igazolják.

Üzemi motorikus vizsgálatok

Galvanikusan előállított fémbevonatok kopásállóságának számszerű meghatározására a szakirodalomban többféle koptató-berendezést, ill. vizsgálati eljárásmódot ajánlanak. E módszerek közös gyöngéje azonban, hogy csak relatív összehasonlításra alkalmas adatokat szolgáltatnak, amelyekből nem lehet egyértelműen és szükségszerűen következtetni a kérdéses galvánbevonat, jelen esetben tehát a könnyűfém motorhenger keménykrómbevonatának tényleges igénybevételekor várható tulajdonságokra.

A szakirodalomban javasolt laboratóriumi kopásállóság mérések helyett a keménykrómozott hengerek üzemi tartóssági-vizsgáját *motorikus bejáratással* végeztük el.

A *motorikus* vagy *meleg bejáratást* a Danuvia Szerszámgépgyárban, ill. a Kismotor és Gépgyár Szerelő-műhelyében végezték. Példaként az alábbiakban ismertetünk néhány adatot a „125 CSEPEL" és „125 DM" motorkerékpár keménykrómozott könnyűfémhengereinek motorikus vizsgálatára vonatkozóan. A keménykrómozott, s gondosan méretre hónolt hengert széria-szerelési technológia szerint motorkerékpárba építették be. A sorozatban gyártott szilumin dugattyúkkal úgy párosították össze a hengereket, hogy a légrés a henger és a dugattyú-szoknya alsó fele közt 0,04 mm volt.

Az így szerelt motorok már 2 óra hosszáig tartó meleg bejáratás után közvetlen maximumra terhelhetők. Keménykrómozott sziluminhengerrel általában 60—70 km/óra átlagot, meleg nyári időben (árnyékban 24 C° vagy e felett) 50 km/óra átlagsebességet könnyen el lehet érni.

2000 km megtétele után a motorokból kiszerelt hengereket vizsgálat alá vettük. Az égéstermék lerakódások (korom, olaj, koksz) gondos eltávolítása után indikátorórás méretellenőrzés és optikai vizsgálat útján megállapítható volt, hogy a henger krómrétegének kopása 0,1 μ körül van. A működő felületrészek tükörfényesek az alapfém, ill. bevonat lyukacsossága olajtároló szerepében igen jól és hatásosan működött.

A keménykróm bevonat kopásállóságára még jellemzőbb adatokat kaptunk a két év előtt keménykrómozott, s azóta motorba építve üzemben tartott sziluminhenger méretellenőrzésekor. „125 ccm CSEPEL" típusú, Danuvia gyártmányú motorkerékpár motorblokkját kb. 80 000 km megtett út után kibontottuk. A keménykrómozott henger eredetileg 54 $\pm$ 0,04 mm tűréssel készült furatában a következő adatokat mértük :

a henger felső végétől 10 mm mélyen a furatban
a kipufogócső tengelyvonalában ..... 54 010 mm
a kipufogócsőre merőleges irányban ..... 54 022 mm

a henger alsó végétől 25 mm mélyen a furatban
a kipufogócső tengelyvonalában ..... 53 967 mm
a kipufogócsőre merőleges irányban ..... 53 990 mm

Tehát kb. 80 000 km út megtétele után a krómréteg kopása alig lépte túl a furatátmérő plusztűrésének fele értékét. Megjegyezzük, hogy a 2 évi üzemidő alatt a motorblokkot egyszer sem kellett javítás céljából kibontani, továbbá, azt hogy semmiféle kifogás (túlzott *kopogás*, dugattyú *besülés* stb.) ez idő alatt egyszer sem merült fel.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy az üzemi motorpróbák, valamint laboratóriumi vizsgálatok szerint a kidolgozott közvetlen keménykrómozási eljárás a gyakorlatban minden követelménynek megfelel, sőt számos tekintetben olyan előnyökkel rendelkezik, amelyek a külföldi szakirodalomban közölt utalásokat is túlhaladó újdonságnak hatnak. Megemlíthető itt az a körülmény is, hogy a könnyűfémhengerek keménykrómozási technológiájának kidolgozásával egyidejűleg megoldottuk a hibás, vagy használat közben kikopott krómozású hengerek generáljavításának feladatát is.

IRODALOM

[1] *A. Beerwald :* Aluminium 23 (1941) 148.
[2] *J. Patrie :* Chrome Dur 44 (1948) 32.
[3] Metallgesellschaft A. G. BP. 684 456 (1952).
[4] *E. Raub :* Z. Metallk. 33 (1941) No. 10. S. 333.
[5] *A. Beerwald :* D. Luftfahrtforschung Publ. FB. 1141/42., Pb. 47 641. S. 11.
[6] *D. Morisset, J. W. Oswald C. R. Drape, R. Pinner :* Chromium Plating, R. Draper Ltd., Teddington Mddx. 1954—5.
[7] *M. Rossenbeck :* Jd. d. Deutsch. Luftfahrtforschung 11 (1941) 128.
[8] *A. W. Mall :* Iron Age 164 (1949) No. 22. P. 86.
[9] *E. Mahle :* Motor Techn. Z. 11 (1950) Nr. 4.
[10] *P. Rieckert, W. Hamp :* Metalloberfl. 5 (1951) A. 22.
[11] *E. Meyer—Rässler :* Metalloberfl. 5 (1951) B. 33.
[12] *A. V. Zeerleder :* Aluminium Suisse 28 (1951) Nr. 3.
[13] *E. Meyer—Rässler :* Aluminium 28 (1952) 11. és Met. Ind. 81 (1952) Aug. 127.
[14] *R. V. Vanden Berg :* Machine Designe 1953. Oct. P. 177.
[15] *R. J. Fabian :* Mat. & Meth. 1957. Jan. P. 122.
[16] *T. J. Connor, R. Blumberg :* US Pat. 2 791 533 (1957. V. 7.)
Cl. W. Forestek : US Pat. 2 739 932 (1957).
[17] *W. L. Aves :* J. Plating 44 (1957) 1175.
S. Wernick, R. Pinner : Metal Finishing 55 (1957) Nr. 2. P. 61.
P. J. Topelian : Mat. & Meth. 1956. May P. 120.
P. O'Keefe : Mat. & Meth. 1952. Jun. P. 119.
[18] Birmingham Aluminium Coating Ltd. Bp. 640 963 (1950).
[19] *T. C. Du Mond :* Mat. & Meth. 32 (1950) 56.
[20] *De Vaulchier :* Chrome Dur, Fasc. 43 (1949) 48.
[21] *R. Biflinger :* Hartverchromungverfahren, Springer Verl. Leipzig 1942.
Pfanhauser Galvanotechnik, Akad. Verl. Leipzig, 1949.
[22] *W. Ruff :* DBP. 959 776. Kl. 48*a*. Gr. 8. (Intern. Kl. 23*b*).
[23] *J. Valeur :* Fr. P. 1 087 729 (1953. II. 23.).
[24] *S. Wernick, R. Pinner :* Metal Finishing 55 (1957) Nr. 5. P. 55.

Fogadás az Egyesületben az aranydiplomások tiszteletére

Előző lapszámainkban már ismertetést adtunk arról, hogy 1958. év folyamán három bányamérnök és három kohómérnök kapta meg az Egyetemtől aranydiplomáját.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöksége 1958. december hó 12-én este hét órai kezdettel az egyesületi helyiségekben szűkebbkörű fogadást adott az aranydiplomások tiszteletére. A fogadásra az ünnepelteken kívül az elnökség tagjai, a Műszaki Egyetem soproni és miskolci Karának, valamint a Nehézipari Minisztériumnak, intézeteinek és trösztöknek képviselői voltak hivatalosak feleségükkel együtt.

A fogadást *Szele Mihály* egyesületi elnök nyitotta meg és az alábbi szavakkal köszöntötte az ünnepelt aranydiplomás tagtársakat:

„Egyesületünk a mai zártkörű összejövetelén kívánja megtisztelni azon kedves tagtársait, akik 50 évet meghaladó időn át a bányászok és kohászok közismert szakmaszeretetével szolgálták szakjaink életét, fejlődését, s akiknek a Nehézipari Műszaki Egyetem ez évben aranydiploma átadásával rótta le elismerését.

Egyesületünk 67 éves nemes hagyományaihoz és társadalmi jellegéhez híven, az egyesületi élet megnyilvánulásának ezen közvetlen formáját választotta, mert úgy tartja, hogy ez a bensőségesebb forma jobban tolmácsolja azokat az érzéseket, melyek ünnepeltjeink életének ezen ritka fordulóján mindnyájunkban ébrednek.

Mindenekelőtt őszinte elismeréssel fordulunk *Bajkó Andor, Balázs István, Buczkó Gábor, Hibbey-Hosztják Albert, Vankó Rezső* és *Vécsey Béla* tagtársaink felé, akik félévszázados mérnöki tevékenységük alatt gazdagították tudományágainkat és segítették azok haladását. Egyénileg nem tudjuk értékelni eredményeiket, de a hála érzésével is fordulunk feléjük, hogy a ma tevékenykedő generációnak munkáját megalapozták, segítették és sok esetben segítik ma is. Munkásságuk, a nép javát szolgálta, a gondos sáfár munkája volt, azzal a felelősséggel, amely sajátja minden — a haza, a nép felvirágzását szívén viselő — mérnöknek.

Előbbiekből következik a tisztelet, a megbecsülés, melyet nem csupán ma nyilvánítunk kis háziünnepünkön, hanem ünnepeltjeink felé sugárzik szüntelenül.

Kívánjuk, hogy még sok éven át munkálkodjanak köztünk jó erőben, egészségben, mutassák továbbra is az utat a haladás, a műszaki tökéletesedés felé, hogy példájukból meríthessenek tagtársaink. A hosszú út, amit idáig megtettek eredményekben gazdag, fáradtságos volt.

Tudjuk, hogy most is dolgoznak, akiket betegség abban nem akadályoz, mert műszaki ember, aki megszokta az alkotást, nem marad tétlen.

Találják meg Egyesületünkben továbbra is második otthonukat, szeretettel és tisztelettel várjuk őket ide, hogy nemes hagyományainknak szószólói, mindnyájunknak példaképei és ha erejük engedi, egyesületi életünknek tevékeny részesei legyenek.

Tisztelettel üdvözölve Önöket, kívánom Egyesületünk elnöksége és tagsága nevében, hogy még sok éven át találkozhassunk Egyesületünkben".

Az elnöki üdvözlésre az aranydiplomások nevében *Hibbey Hosztják Albert* bányamérnök válaszolt.

Beszédében az aranydiplomás bányamérnökök nevében köszönetét fejezte ki azért, hogy a Műszaki Egyetem aranydiploma kiadásával méltányolta bányamérnöki tevékenységüket és az Egyesület elnöksége tiszteletükre ünnepi fogadást rendezett. Majd így folytatta: „Engedjék meg, hogy ebben a ránk nézve ünnepi pillanatban visszaemlékezzünk a selmecbányai Alma Materre és annak tudós professzoraira, akik oly útravalóval bocsátottak bennünket az életre, hogy abban nemcsak megállni tudtunk, de maradandót alkotni is képesek voltunk.

Másodsorban gondolunk azokra, akik velünk egy évfolyamban végeztek, de akik már nem lehetnek itt velünk.

Gondolunk továbbá azon szellemi és fizikai munkatársainkra, akik munkánkban és alkotásainkban velünk osztoztak. Ezek közül azok, akik még életben vannak, bizonyára velünk együtt örülnek annak, hogy munkánk nemcsak a múltban szolgálta a magyar népünk javát, hanem — és ezért kétszeresen jóleső érzés tölt el bennünket — az ma is népünk demokratikus rendszerének megerősödését és fejlődését szolgálja.

Nem tagadjuk, bizony elég rögös volt ez az út, hiszen nem állt rendelkezésünkre a gépi berendezéseknek akkora skálája sem a jövesztés, sem a szállítás területén, mint amennyivel a ma bányászai rendelkeznek.

A felmerült problémáinkra sem kaptunk oly könnyen hozzáférhetően megoldásokat, mint ahogyan ezt ma lehetővé teszik a hazai, valamint külföldi tervező és kutató intézetek eredményei".

Hibbey Hosztják Albert ezután arról beszélt, hogy a ma bányászainak fokozott nehézségekkel kell megküzdeniök és ezért ma a gyakorlati bányamérnökök nagyonis rászorulnak a tudományos intézetek segítségére. A továbbiakban megállapította, igen megnyugtató érzés számunkra hogy akkor, midőn hazánkban igen helyesen állami tulajdonba vették a bányákat, — ugyanakkor az általuk megnyitott és üzemben tartott bányákat nem csak termelőképes, de fejleszthető állapotban is adhatták át.

Beszédét azzal fejezte be: kívánják, hogy a magyar bányászatnak nemcsak kellő műszaki felkészültséggel rendelkező, de különleges szakszeretettel is bíró és nagymultú Egyesületünkhöz ragaszkodó, annak hagyományait tisztelő és további fejlődését előmozdító utódai kerüljenek ki az Egyetemről.

Az aranydiplomás konaszok nevében *Vankó Rezső* szólalt fel és azon reményének adott kifejezést, hogy alkalmuk lesz szakmai tapasztalataikat a jövőben is a haza és a nép szolgálatába állítani.

A beszédek elhangzása után a jelenlévők meghitt baráti hangulatban töltötték az estét.

(Hei)

Beszámoló

a Tűzállóanyagipari Mérnök és Technikus Továbbképző tanfolyam 1958. évi előadásáról

A balatonszéplaki Kohász Konferencia határozata nyomán a tűzállóanyag iparban is megszerveztük 1958-ban a Mérnök és Technikus Továbbképző előadásokat. Alábbi előadásokat tartottuk:

Lendvay József **„Öntőcsarnoki áruk tartóssága"** című előadásában ismertette a kül- és belföldi eredményeket és azokat a kísérleteket, amelyeket Magyarországon hazai alapanyagú, félsavanyú üsttégla gyártásban a Sztálinvárosi Tűzálló, Kerámia Tűzálló, Budapesti Tűzálló, Ózdi és Diósgyőri Tűzállóanyaggyárban végeztek. Az üsttartóság meglepően növekedett akkor, amikor hazai acélműveink fokozatosan áttértek a félsavanyú tégla használatára. Ennek legszembetűnőbb példája a Dunai-Vasmű acélüstjeinek tartóssága, hol samott minőségű üsttéglával az öntés átlaga 5,6 volt. Félsavanyú téglák használata óta felemelkedett 11—12 átlagos öntésszámra.

Sövegjártó János **„Bázikus téglagyártás időszerű kérdései"**-vel a krómmagnezit, magnezitkróm, kémiailag kötött bázikus tégla gyártással foglalkozott, kielemezve és összehasonlítva azok tartósságát és utat mutatva a jövő fejlesztésére.

Adamek Mihály **„Tűzálló export gyártmányainkkal kapcsolatos kérdések"** alatt felsorolta mindazokat a kívánságokat és nehézségeket, amelyek a magyar tűzálló áru exporttal kapcsolatban jelentkeztek. Különösen a szilikatéglákkal kapcsolatban részletesen tárgyalta a hazai alapanyagok felhasználási lehetőségeit és nehézségeit. Utat mutatott az export elsőrendű szükségességére, amely egyrészt munkalehetőséget teremt, másrészt a nemzetközi versenyben a gyárak műszaki kultúráját fejleszti.

Ecker Ferenc **„Gépesítés a tűzállóanyag iparban"** címmel foglalkozott az előadó által feltalált mechanikus prés előnyeivel. A prést részletesen ismertette és rámutatott arra a nehézségre, amely e gép sorozatban való gyártásakor jelentkezik.

Nagy Ferenc **„Nagy törőszilárdságú kohótégla gyártásá"**-val és a nagyolvasztó falazat élettartamában döntő, nagyolvasztó téglák tulajdonságaival foglalkozott. Ismertette azokat a kísérleteket, amelyek a soksamottos kohótégla gyártás nagyüzemi megoldását eredményezték. A jövőre vonatkozóan vázolta azokat a lehetőségeket, amelyek a tégla minőségét tovább fogják javítani.

Barczi Mátyás **„Nagyolvasztó falazat tartósságá"**-ról szólva a nagyolvasztó falazat tartósságvizsgálatán keresztül összehasonlította a kül- és belföldi eredményeket. Vizsgálta a falazat tartósságot befolyásoló tényezőket, részben a tűzálló tégla gyártás, részben az üzemi körülmények között. Ismertette a karbon téglával kapcsolatos tapasztalatokat és törekvéseket mind külföldi, mind belföldi viszonylatban.

Cser Arisztid **„Karbon tégla gyártás és felhasználás hazai és nemzetközi helyzeté"**-ről beszélt Felsorolta az előbbi előadáshoz szorosan kapcsolódva azokat a külés belföldi kísérleteket amelyek szóban forgó tégla gyártásával kapcsolatosak. Rámutatott arra, hogy nagyolvasztókban a karbon tégláknak komoly jelentősége és jövője van.

Weigl Ernőnek **„Dolomit tömbök kohászati felhasználásá"**-ról szóló előadásából értesültünk azokról a kísérletekről, amelyeket hazai — elsősorban Szomorúvölgy-i dolomittal — végzett. Külön érdekessége volt az előadásnak villamosív kemencékben használatos dolomitkövek gyártása és meglepően jó tartóssága. Hazai dolomitunk bőven van, így ez a kérdés megéri, hogy a jövőben is tovább kutassuk a nagyobb felhasználási lehetőségét.

Bánky József **„Szilikatégla gyártás és szilikózissal kapcsolatos kérdések"**-kel foglalkozott. Az előadás rámutatott hazai szilikakvarcitjaink felhasználási lehetőségeire, a gyártáskor fellépő hibákra, azok kiküszöbölési módjára. Rövid visszapillantást adott a hazai szilikatégla gyártás fejlődéséről és megállapította, hogy a hazai kvarcit felhasználásának alaposabb technológiai kidolgozása kívánatos. A szilikózis kérdéseit taglalva helyesen mutatott rá arra, hogy a porképződés okát kell megszüntetni és ez elsősorban műszaki feladat.

Csurgai István **„Szilikatégla gyártással kapcsolatos legújabb kísérletek"** címen tartott előadást. Az előadás ismertette hazai kvarcitok geológiai keletkezését, azok települését, égetés közben a kvarcitokon végbemenő változásokat. Külön érdekessége volt az előadásnak, hogy rámutatott arra, hogy a hazai homokok (Kővágóörsi, Úrkúti) szilikatéglaként való felhasználásával érdemes foglalkozni. Érdekes kísérleteket végzett előadó különböző anyagokkal történő mineralizálásra és a szilikatéglában égetés közben végbemenő átalakulásokat vizsgálta különböző mineralizátorok adagolása mellett.

A tanfolyam résztvevői úgyszólván minden előadáson igen színvonalas vitában fejtették ki az előadott kérdésekkel kapcsolatos állásfoglalásukat. Tanulságként leszögezhettük, hogy ezzel a kohászat szempontjából kulcshelyzetet elfoglaló iparággal érdemes és kell is a fejlesztés és beruházás szempontjából a jövőben komolyan foglalkozni, hogy nemzetközi szinten eleget tudjon tenni a kohászok által kívánt követelményeknek.

Barczi Mátyás
okl. kohómérnök

Az alumínium felületnemesítése terén elért néhány újabb gyakorlati eredmény[1]

dr. DOMONY ANDRÁS műsz. tud. kand. LICHTENBERGER ENDRÉNÉ kém. tud. kand.
dr. CSOKÁN PÁL kém. tud. kand.

D. K.: 621.795 : 669.71

Несколько новых результатов, достигнутые по улучшению поверхности алюминия.

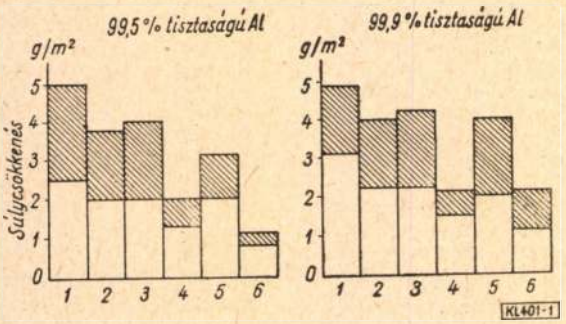
Einige neure Ergebnisse auf dem Gebiete der Oberflächenveredelung des Aluminiums

Some new results of the finishing of aluminium

Hazai iparunk alumínium fogyasztása és az ezzel szoros kapcsolatban álló magyar alumínium készárú előállítás — az utóbbi négy év alatt 56%-kal nőtt A legnagyobb fogyasztásnövekedés az építőipar, a vegyi- és élelmiszeripar, valamint a díszműáruiparban következett be. Mindhárom iparág fokozott követelményekkel lép fel az általa igényelt alumíniumanyagok felületi kikészítésével szemben.

Forróvizes kezelés hatására különböző tisztaságú alumínium anyagok felületén kialakult védőhártyák egyes tulajdonságainak vizsgálata

Elsősorban az élelmiszeriparban igazolódott be az alumíniumnak fokozottabb felhasználásakor, hogy egyszerű kémiai eljárásokkal erősített védőrétegek egyes közegekkel szemben a vastagabb és költségesebben előállítható anódosan oxidált védőhártyáknál ellentállóbbak, illetve egyszerű eszközökkel — vízben forralással — jó védőhatású rétegek állíthatók elő (1, 2. ábra).



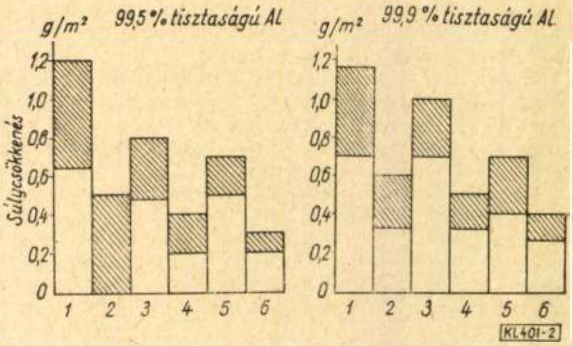
1. ábra. Különböző felületi kikészítésű alumíniumlemezek súlyvesztesége. Súlycsökkenés 2%-os H_2SO_3-ban
1. oszlop kezeletlen, 2. oszlop egyenárammal anódosan oxidált és forróvízzel tömített, 3. oszlop csapvízben főzött, 4. oszlop desztillált vízben főzött, 5. oszlop desztillált víz + 1%-os $NaNO_3$-ban főzött, 6. oszlop desztillált víz + 1%-os NH_4OH-ban főzött.

Hart [3], *Altenpohl* [4, 5, 6, 7, 8] és *Byran* [9] korróziós- és a keletkezett védőréteg szerkezetének megállapítására végzett vizsgálatokkal bebizonyították, hogy forróvizes kezeléssel a fémalumínium felületét savban és lúgban nehezen oldódó, böhmit szerkezetű alumínium-oxid védőréteg borítja.

Annak megállapítása érdekében, hogy a fém összetétele, valamint a vizes közeg tisztasága a bőhmit hártya képződésére és tulajdonságaira milyen hatást gyakorol, különböző összetételű alumínium anyagokat, különböző tisztaságú vizek hatásának tettünk ki. A kísérleti fémek összetételének megállapításához figyelembe vettük *Malcev*-nek [10], *Hart*-nak [3] és *Altenpohl*-nak [8] az alumíniumban lévő szennyeződések diffúziójára, valamint az oxidhártya képződésére gyakorolt befolyásukra vonatkozó egyébirányú tapasztalatait.

Az egységes nagyságú, keményre hengerelt, nemesíthető ötvözetekből hőkezelt lemezmintákat az adott összetételű vizes közegben azonosan 3 óra hosszat forraltuk. A próbákon a záróréteg vastagságát *Hunter* [11] vizsgálata szerint, az összréteg vastagságát foszforsav-krómsavas leoldással [12], az erősen agresszív közegben tanúsított korrózióellenállást Mylius-féle gázvolumetrikus módszerrel [13] [2], a gyengén agresszív közegben a kémiai ellenálló képességet 3% NaCl + 1% H_2O_2 oldatban végzett keverő korróziós kísérletekkel mértük. A védőréteg villamos tulajdonságainak megállapítására megvizsgáltuk az egyes próbák felületén képződött hártyák kapacitását és villamos ellenállását.

A kísérleti anyagok összetételét az 1. táblázat, a vizsgálatok eredményeit a 3., 4. ábrák és a 2. táblázat szemlélteti.



2. ábra. Különböző felületi kikészítésű alumíniumlemezek súlyvesztesége. Súlycsökkenés 10%-os ecetsav + 0,2% H_2SO_3-ban
1. oszlop kezeletlen, 2. oszlop egyenárammal anódosan oxidált és forróvízzel tömített, 3. oszlop csapvízben főzött, 4. oszlop desztillált vízben főzött, 5. oszlop desztillált víz + 1%-os $NaNO_3$-ban főzött, 6. oszlop desztillált víz + 1%-os NH_4OH-ban főzött

Méréseinkből levonható következtetéseket az alábbiakban foglaljuk össze :

a) *Összréteg vastagságára vonatkozó megállapítások*

1. Kezeletlen lemezek összréteg vastagsága a fém összetételétől függetlenül 0,03—0,05 mikron között változik. Kivételt csak a nagyobb (4% körüli) magnézium tartalmú ötvözetekre és az

[1] Előadásként elhangzott az 1958. szeptemberi Budapesten tartott Korróziós Kongresszuson.

[2] Kohóalumíniumhoz és az ötvözetekhez a sósav töménysége 3,5%-os nagytisztaságú alumínium, valamint a Ca-mal ötvözött 99,99 alumínium vizsgálataihoz pedig 20%-os volt.

1. táblázat

A vizsgálatra került könnyűfém anyagok összetétele

Sor-	Megnevezés	Összetétel, %							
		Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Ti	Zn	Ca
1.	Nagytisztaságú Al	0,005	0,003	0,0001	—	0,001	0,0002	0,004	—
2.	Nagytisztaságú Al + Ca	0,008	0,005	0,0001	—	0,001	0,0002	0,005	0,10
3.	Nagytisztaságú Al + Ca	0,007	0,006	0,0002	—	0,001	0,0002	0,005	0,28
4.	Kohóalumínium	0,17	0,22	>0,01	>0,01	0,008	>0,02	>0,02	—
5.	Al—Zn2—Mg4	0,23	0,20	4,05	—	—	0,30	2,00	—
6.	Al—Zn3—Mg3	0,20	0,15	3,00	—	—	—	3,00	—
7.	Antikorrodal	0,32	0,74	0,52	0,40	—	—	—	—
8.	Maszil	0,23	1,21	1,05	0,55	—	—	—	—
9.	Nautal	0,22	4,20	0,25	—	—	—	—	—
10.	Dural	0,25	4,05	0,70	0,30	—	—	—	—

2. táblázat

Különböző módon kezelt alumínium anyagok felületén létrejött oxidhártyák kapacitásértékei mikrofarad/cm²-ben

Kezelési közeg	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1. Kezeletlen	5,37	6,70	5,83	5,35	6,87	5,64	—	4,87	7,10	4,92
2. Desztillált víz	2,52	2,60	2,24	—	2,62	1,94	1,82	2,95	2,80	1,87
3. Csapvíz	2,75	2,06	1,32	1,60	0,95	0,75	1,29	2,03	2,78	1,71
4. Desztillált víz + 2% H_2O_2	2,12	—	—	6,74	—	—	5,92	5,79	—	—
5. Csapvíz + 2% H_2O_2	3,27	—	—	3,54	—	—	2,94	2,80	—	—
6. Desztillált víz + 1% NH_4OH	2,06	2,58	2,14	3,08	—	—	2,49	2,86	4,20	2,02
7. Csapvíz + 1% NH_4OH	1,67	—	—	3,76	—	—	1,91	1,91	2,72	2,56
8. Desztillált víz + 2% $NaNO_3$	1,90	2,50	2,24	2,26	1,60	1,19	1,05	1,91	2,30	4,10
9. Csapvíz + 2% $NaNO_3$	1,47	—	—	1,43	3,43	1,11	1,64	2,28	2,80	3,34
10. Desztillált víz + 2% glicerin	1,43	—	—	3,26	—	—	7,04	3,64	—	—
11. Csapvíz + 2% glicerin	1,36	—	—	1,59	—	—	1,62	1,76	—	—
12. MBV	9,85	10,03	8,40	7,60	10,6	7,62	9,25	7,03	3,40	4,26
13. MBV forróvizes tömítés	3,42	3,60	3,68	3,02	2,86	2,62	3,18	3,84	2,60	4,00
14. MBV vízüveges tömítés	3,06	—	—	5,08	6,51	5,35	6,35	5,37	4,50	8,1

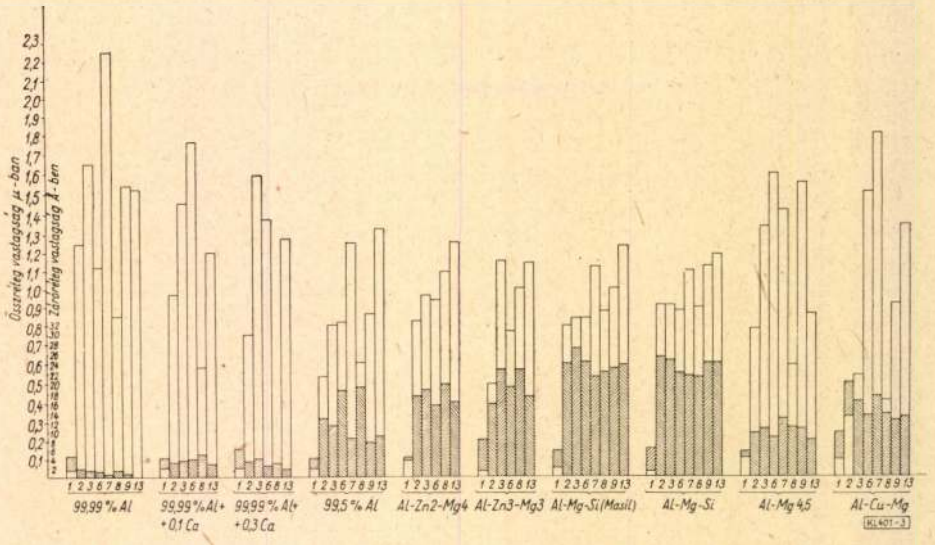
Az anyagok összetételét lásd az 1. táblázatban.

Al—Cu—Mg típusú anyagokra találtunk, ahol az összréteg vastagság kb. 0,10 mikron nagyságrendű. Ezekre az anyagokra már érvényesülni látszik a nagyobb mennyiségű magnéziumnak — *Malcev* [10] által a fém olvadáspontja körül észlelt — hatása, mely szerint 1,5% Mg tartalom felett a védőhártyában a MgO feldúsul és az összréteg vastagságot megnöveli.

2. Vizes közegben 3 órás forralás hatására a tiszta fém és az ötvözetek felületi oxidhártyáinak vastagsága az eredetihez képest azoknak kb. 10—30-szorosára nő.

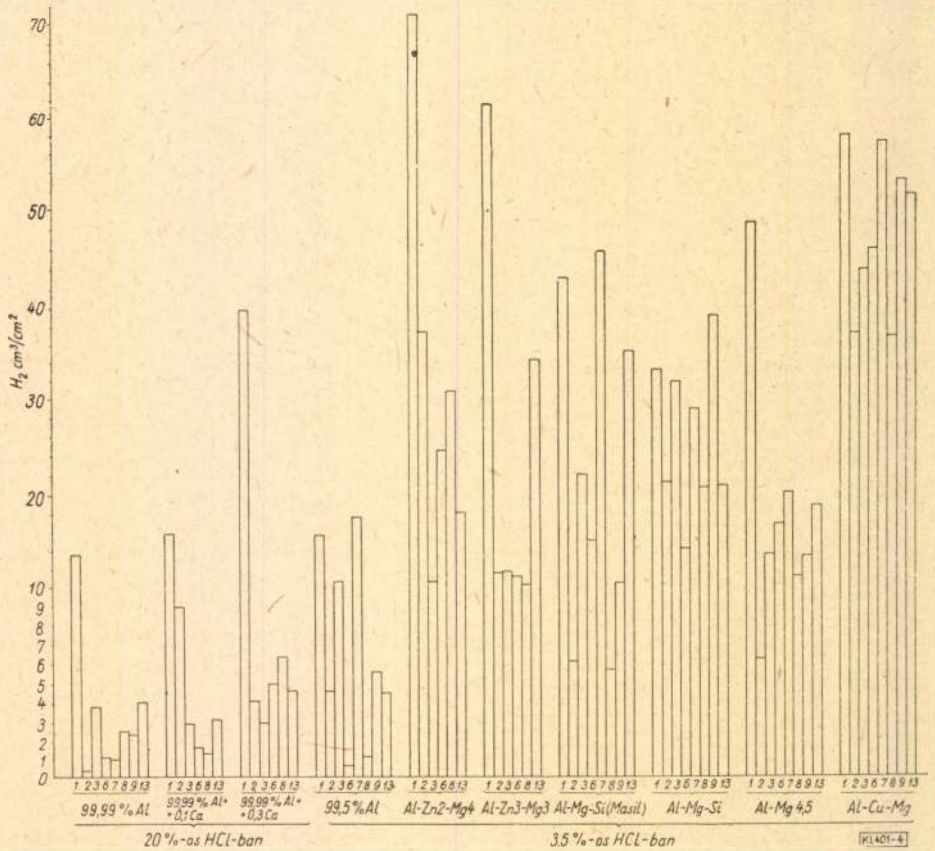
3. Nagytisztaságú alumíniumnak — gyakorlatilag az összes vizes közegben a 3 órás főzés hatására — a felületén képződött böhmites védőrétege a kohóalumíniumon keletkezett védőhártyához képest vastagabb. Fenti megállapítás megegyezik *Altenpohl* [6] észlelésével és elméletével. A nagytisztaságú alumíniumhoz ötvözött 0,1% nagyságrendű Ca az összréteg vastagság növekedését kismértékben visszaszorítja (kivételt képez az ammóniákos közeg).

4. Desztillált víz, illetve adalékokat tartalmazó desztillált víz hatására az összes fémeken



3. ábra. Alumínium és alumínium ötvözetek felületén különböző összetételű közeg hatására kialakult záróréteg és összréteg vastagságok

1. oszlop kezeletlen fém, 2. oszlop desztillált vizes főzés, 3. oszlop csapvizes főzés, 6. oszlop desztillált víz + 1%-os NH_4OH-s főzés, 7. oszlop csapvíz + 1%-os NH_4OH-s főzés, 8. oszlop desztillált víz + 2%-os $NaNO_3$-as főzés, 9. oszlop csapvíz + 2%-os $NaNO_3$-as főzés, 13. oszlop MBV eljárás és forróvizes tömítés.



4. ábra. Különböző módon kezelt alumínium felületeken fejlődött hidrogén mennyisége

1. oszlop kezeletlen fém, 2. oszlop desztillált vizes főzés, 3. oszlop csapvizes főzés, 5. oszlop desztillált víz + 1%-os NH_4OH-s főzés, 7. oszlop csapvizes + 1%-os NH_4OH-s főzés, 8. oszlop desztillált víz + 2%-os $NaNO_3$-as főzés, 9. oszlop csapvíz + 2%-os $NaNO_3$-as főzés, 13. oszlop MBV eljárás és forróvizes tömítés

keletkező rétegek vastagsága a csapvíz által erősített rétegeknél kisebb. A rétegvastagságnak a víz minőségétől való függése azzal magyarázható, hogy a csapvizes közegben lévő kationok a keletkezett böhmit-hártyába beépülnek, annak folyamatosságát bizonyos mértékben megszakítják és ezért vastagabb, de kevésbé tömör hártyák keletkeznek.

5. Nagyobb mennyiségű ötvöző (elsősorban Mg) a különböző tisztaságú vizeknek az összréteg vastagságára gyakorolt hatását csökkenti. Mg tartalmú ötvözeteknek a vegyes oxidokból álló, spi-

nell-szerkezetű védőhártyáiba a vizes közeg szennyeződései nehezebben épülnek be, mint a tisztán alumíniumoxidból álló védőrétegbe.

6. A desztillált-vízhez adagolt $NaNO_3$, NH_4OH, valamint glicerin adalék az összréteg vastagság kialakítását lényegesen nem befolyásolja. A legvastagabb rétegek csapvizes ammóniákos közeg hatására keletkeznek. H_2O_2 adalék jelenléte — különösen desztillált vízben — az oxidhártya növekedését lassítja.

b) *A záróréteg vastagságára vonatkozó megállapítások*

1. Az összes kezeletlen fém záróréteg vastagsága 0,0004—0,0008 mikron közt változik. (Kivételt képez az Al—Cu—Mg típusú anyag, ahol a záróréteg vastagsága 0,0001 mikron.) A fémek eltérő összetétele a záróréteg vastagságának kialakulására lényeges hatást nem gyakorol.

2. A különböző vizes közegekben forralás után nagytisztaságú alumínium záróréteg vastagsága a kohóalumíniuméhoz viszonyítva kb. 1 nagyságrenddel kisebb. (Nagytisztaságú alumíniumé 0,0002 mikron, kohóalumíniumé 0,0015 mikron nagyságrendű.) Nagytisztaságú alumíniumhoz adagolt 0,1% nagyságrendű Ca a vizes kezelés hatására a záróréteg vastagságát a tiszta fémhez viszonyítva annak kb. kétszeresére emeli. Kohóalumínium felületén kialakuló záróréteg vastagságát a desztillált vízhez adagolt H_2O_2, NH_4OH és $NaNO_3$ növeli.

3. Mg tartalmú ötvözetek záróréteg vastagsága tiszta és adalékokat tartalmazó desztillált, valamint csapvízben a nagytisztaságú alumíniuméénál nagyobb és a víz összetételétől függetlenül azonos nagyságrendűnek tekinthető (kb. 0,0012 mikron). A záróréteg vastagságának kialakulásában elsősorban a fémből diffundáló Mg-ionok hatása érvényesül. A vizes kezelések hatására a legvastagabb záróréteg a Mg és Si, valamint Mg és Zn tartalmú ötvözetek felületén keletkezett.

c) *A rétegek ellenállásának és kapacitásának vizsgálata*

A kezeletlen fémek felületét borító rétegek ellenállása 30—50 ohm/6 cm^2 közt változik.

1. Kezeletlen állapotban a nagytisztaságú alumínium, valamint a magnéziumot tartalmazó ötvözetek védőrétegének ellenállása a kisebb érték körül mozog. A kohóalumínium és a kalciummal ötvözött nagytisztaságú alumínium felületi védőrétegének ellenállása viszont ennél nagyobb (kb. 40—50 ohm/6 cm^2).

2. A vizes főzés hatására keletkezett védőrétegek ellenállása 150—650 ohm/6 cm^2 közt változott. A rétegek ellenállását elsősorban a víz összetétele befolyásolta. A csapvízben főzött rétegek ellenállása a desztillált vízben főzöttekénél minden esetben 20—50%-kal nagyobb volt.

3. A szódás-bikromátos kezelésnek alávetett próbák védőrétegének ellenállása — függetlenül az anyag összetételétől — 100—200 ohm/6 cm^2 közt változott.

4. A rétegek kapacitás vizsgálata szintén azt bizonyította, hogy a különböző összetételű fémek felületén keletkezett védőrétegek mért kapacitás értékei közt lényeges különbség nem volt észlelhető. Kapacitásbeli különbség csak a kezeletlen, valamint a forróvizes főzéssel kezelt és a szódás-bikromátos főzésnek alávetett mintákon volt kimutatható. A kezeletlen próbák rétegeinek kapacitás értéke 5—6 mikrofarad/cm^2, a forróvizes kezelésnek alávetett próbák kapacitás értéke — függetlenül a forróvizes közeg összetételétől 1—3 mikrofarad/cm^2 közt változott. A szódás-bikromátos kezelés hatására keletkezett rétegek kapacitása viszont 7—10 mikrofarad/cm^2 közt ingadozott.

d) *Erősen agresszív közegben végzett korróziós vizsgálatok eredményei*

1. Sósavas közegben végzett korróziós vizsgálatok eredményét döntő mértékben a fém tisztasága befolyásolja.

2. Nagytisztaságú alumíniumnak sósav állékonysága a kohóalumíniuméénál és az ötvözeteknél több nagyságrenddel jobb. Kis mennyiségű Ca ötvözése — különösen 0,1% Ca-nál nagyobb mennyiség jelenlétében — a nagytisztaságú alumíniumnak a sósav az állékonyságát rontja.

3. Nagytisztaságú alumínium, valamint Ca-mal ötvözött nagytisztaságú Al forralása desztillált vízben adja a viszonylagos legnagyobb kémiai ellenállóképességet. Csapvíz, valamint különböző adalékokkal szennyezett desztillált víz a fém kémiai ellenállását a desztillált vízben kezelt próbákéhoz viszonyítva, csökkenti. A szódás-bikromátos kémiai oxidációs eljárással kezelt réteg sósavállóképessége kb. megegyezik az adalékokat tartalmazó vizekben előállított rétegek korróziós ellenállásával.

4. A kohóalumínium próbákon élesen jelentkezik a desztillált vízben előállított böhmit-réteg fokozott kémiai ellenállóképessége. Legjobbnak itt is az adalék nélküli vízben főzött rétegek mutatkoztak. A desztillált vízhez adagolt $NaNO_3$ és NH_4OH a böhmithártya állékonyságát még fokozta. Ezek a rétegek az utólagosan tömített szódás-bikromátos eljárással előállítottaknál nagyobb korrózió-védelmet nyújtottak. A csapvízben főzött rétegekben viszont előnytelenül érvényesült a hártyába épülő idegen fémoxidok fokozottabb oldékonysága.

5. A kezeletlen ötvözetpróbák sósav-állékonysága a kohóalumíniuméénál gyengébb. A sósavval szemben a korrózióérzékenységi sorrend: Al—Mg—Si, Al—Mg_1, Al—Cu—Mg és végül Al—Zn—Mg. Az összes ötvözetekben a jó böhmites védőrétegek kémiai ellenállóképessége kb. megegyezik a szódás-bikromátos oxidációs eljárással előállított és tömített hártyák korrózióállóságával. Ötvözetekre a böhmites kezeléshez használt víz tisztaságának a réteg állékonyságára gyakorolt hatása kevésbé érvényesül, mint a nagytisztaságú alumíniumra, illetve a kohóalumíniumra. Ez a jelenség is a fokozottabb Mg diffúzióból származó, spinellrendszerű vegyes, tömörebb oxidhártyákkal magyarázható.

e) *Gyengén agresszív közegben végzett korróziós vizsgálatok eredményei*

1. A fémeknek korrózió-állékonyságát gyengén agresszív közegben az anyag tisztaságán kívül a felületi oxidhártya tulajdonságai is nagymértékben befolyásolják. Míg a nagytisztaságú alumínium kivételével az összes kezeletlen anyagokból (kohóalumínium és ötvözetei) készült próbák felületén többé-kevésbé erős, sötétszínű elszíntelenedés észlelhető és kezdődő pontkorróziós nyomok láthatók, addig az összes forróvizes kezelésnek alávetett minták felülete a — 99,5%-os alumínium kivételével — ép maradt. A böhmites kezelésnek alávetett próbák elszíneződése is csak a hidrogénperoxidos adalékkal főzötteken észlelhető. A szódás-bikromátos oxidációs eljárással kezelt minták felülete szintén teljesen ép. A forróvizes kezelés megszünteti a kalciummal ötvözött nagytisztaságú alumínium fokozottabb korrózió-érzékenységét.

2. 99,5%-os alumíniumon viszont észlelhető a böhmit-hártya kialakításakor használt víz tisztaságának hatása. Ebben az esetben előnyösnek bizonyultak a csapvízben előállított, idegen fémoxidok beépülése következtében tömörebb és vastagabb hártyák. A legjobbnak a nitrát tartalmú csapvízben kezelt próbák mutatkoztak. Ezeknek a felülete teljesen sértetlen volt.

3. Az összes ötvözet próbáin — az Al—Cu—Mg kivételével — függetlenül a víz összetételétől, korrózió után a felületek változatlanok és épek maradtak.

4. A vizes főzésekkel kezelt próbák záróréteg-vastagságának mérése korrózió előtt és után is azt bizonyította, hogy a korróziós vizsgálatok alkalmával csak a 99,5%-os alumínium zárórétegének vastagsága csökkent. (Átlagosan 0,0015 mikronról 0,0007 mikronra.) A korróziós kísérlet alkalmával az ötvözetek zárórétegének vastagsága nem változott.

Forróvizes közeg hatására különböző tisztaságú alumínium felületén kialakuló védőhártyák tulajdonságaira vonatkozóan saját kísérleti eredményeink és az irodalmi közlések alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le :

1. *Hart* [3] elméletét saját méréseink is alátámasztják. Ezek szerint forróvizes közeggel érintkező alumínium felületén keletkező védőhártya zárórétegből és a felette kialakuló, nehezen oldódó részből áll.

2. Nagytisztaságú, Ca-mal szennyezett nagytisztaságú, valamint kohóalumínium felületén végzett záróréteg-vastagság, — valamint összrétegvastagság mérések megerősítették *Altenpohl* [4] elméletét, mely szerint a szemcsehatárok, valamint szubszemcsehatárok hibahelyeit betöltő idegen fématomok az oxidréteg képződést megnehezítik. Ezért tisztább fémen azonos körülmények közt vastagabb oxidhártya keletkezik.

3. Forróvizes kezelés hatására a legvékonyabb záróréteg és a legnagyobb összrétegvastagság a nagytisztaságú fém felületén állítható elő. Ötvözetek forróvizes kezelésekor ennek ellenkezője érvényes. Ezekben az anyagokban a vizes főzés hatására kisebb összrétegvastagság mellett nagyobb vastagságú záróréteg keletkezik.

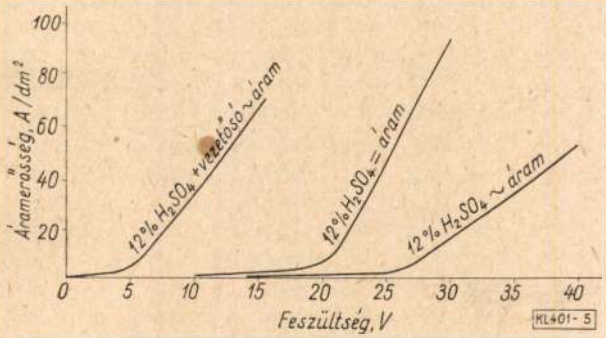
4. Már a forróvizes kezelés alkalmával is érvényesül *Malcevnek* [10] nagyobb hőmérsékleteknek kitett, különböző tisztaságú alumínium anyagok felületi oxidhártyáinak vizsgálatai alkalmával nyert azon tapasztalata, mely szerint a fémben lévő, az alumíniumnál az oxigénnel szemben nagyobb affinitású, az alumínium anyagban könnyen diffundáló ötvöző jelenléte mellett vékonyabb, de tömör szerkezetű, vegyes spinellekből álló oxidhártyák keletkeznek. A vegyes szerkezetű védő hártyák korrózió-ellenállása a fém összetétele, valamint a korrodáló közeg fajtája szerint változik.

5. A különböző összetételű fémek felületén keletkezett oxidhártyák kapacitásában és villamos ellenállásában jelentős különbség nem volt észlelhető. A kezeletlen fémek rétegeinek ellenállása egységesen 30—50 ohm/6 cm² közt, vizes főzés után pedig 150—650 ohm/6 cm² közt változik. Az utóbbi esetben a nagyobb ellenállásértékek a csapvízben főzöttekre vonatkoznak. A kezeletlen próbák kapacitása egységesen 5—6 mikrofarad/cm², ami főzés után 1—3 mikrofarad/cm²-re változik.

6. A védőrétegbe épülő idegen fémoxidok mennyisége az alumínium tisztaságán túlmenően a vizes közeg összetételétől is függ. A különböző összetételű védőhártyák korrózió-ellenállása, azaz hidratációja, illetve oldódása egyes korróziós közegekben eltérő. A fémben lévő, illetve a fémre ható vizes közegben lévő kismennyiségű szennyeződések (pl. Ca, Mg stb.) az oxidhártya tulajdonságait és ezzel együtt korrózió-ellenállását nagymértékben megváltoztathatják.

f) *A felületi oxidhártyának mesterséges erősítése elektrokémiai eljárásokkal*

A kénsavas elektrolitban kisfeszültségű váltakozó árammal dolgozó anódos oxidáció üzemi bevezetésével az anódos oxidáció beruházási költségeit és üzemkiadásait lényegesen csökkenteni lehetett. Az eljárás áramforrásául a szekunder oldalon 10—30 volt között szabályozható, egyfázisú transzformátor szolgál. A kádban az oxidálandó tárgyak az áramforrás mindkét sarkára kapcsolhatók és ezáltal váltakozó árammal azonos méretű kádakban kétszeres mennyiségű oxidálandó tárgy munkálható meg. A kád bélése csak műanyagból készíthető. Ólombélés váltakozó áramtól igen gyorsan korrodál, illetve oldódik. Bár a hőmérséklet ingadozásra a váltakozó áramú anódos oxidáció az egyenáramú eljáráshoz viszonyítva kevésbé érzékeny, nagyobb mennyiségű alumínium felületek megmunkálásából származó fokozottabb hőmennyiség elvezetésére intenzívebb hűtésről kell gondoskodni. Míg az egyenáramú anódos oxidáció egyik alapfeltétele, hogy az elektrolit tiszta legyen (max. 0,5 g/l Cl és max. 12 g/l Al jelenléte engedhető meg), addig váltakozó áram mellett a kénsavas fürdő vezetőképességét növelő sók fokozzák a fürdő hatásfokát. Az 5. ábra azonos hőfokú 12%-os kénsavas elektrolittal dolgozó különböző anódos oxidációs eljárások áramsűrűségének és munka-



5. ábra. Anódos oxidáció feszültség—áramerősség összefüggése

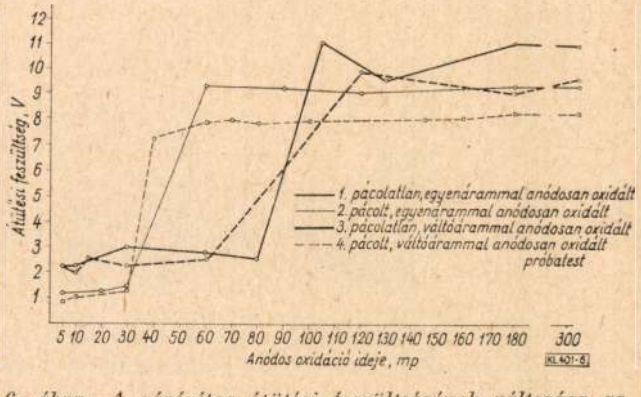
feszültségének összefüggését szemlélteti 99,5%-os alumínium felület kezelésekor.

Általában a váltakozó áramú anódos oxidációval előállított rétegek az egyenáramú hártyákhoz képest lágyabbak, hajlékonyabbak, korrózió-ellenállásuk és festékfelszívó képességük viszont az egyenáramú rétegekével nagyjából azonosnak tekinthetők.

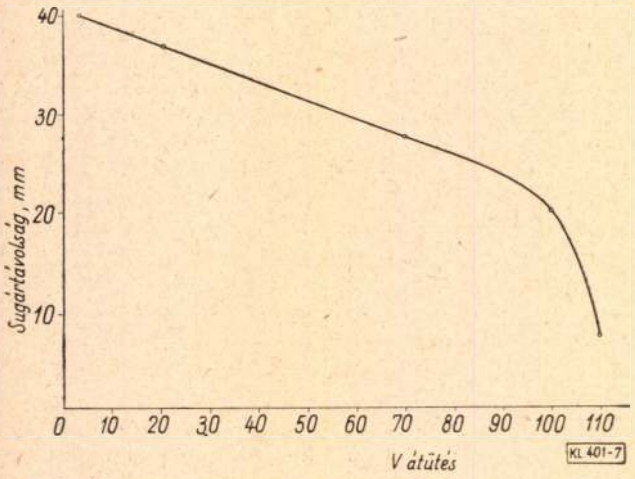
A váltakozó áramú anódos oxidáció mechanizmusára a fém felületét közvetlenül borító, igen vékony záróréteg (barrierlayer) vizsgálata adott felvilágosítást [2]. Míg kezeletlen próbákban a záróréteg vastagsága 0,0005—0,001 mikron között változik, anódos oxidációval a záróréteg-vastagsága a 0,012—0,018 mikront is eléri. Ha kénsavas elektrolitban egyen- és váltakozóáram hatásának kitett alumínium-próbák záróréteg-vastagságának alakulását vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy a záróréteg vastagságának növekedése mindkét ízben a fém felületét eredetileg borító oxidréteg oldása után hirtelen, szinte ugrásszerűen következik be (lásd 6. ábra). Ez a megállapítás igazolni látszik azt a feltevést, hogy mindkét fajtájú anódos oxidációkor első lépésként az elektrolit a fém felületét borító természetes oxidhártyát leoldja. A csupasszá vált fémalumínium felületén pedig pillanatok alatt újabb, tömör, savban csak nehezen oldódó oxidhártya keletkezik. Ez az új oxidhártya egyenirányító képességű és így váltakozóáram mellett az áramforrás különböző sarkaihoz kapcsolt alumínium-tárgy az anódos oxidációs fürdőben egyenirányítóként működik.

Az anódos oxidációt, bár a réteg jó festék felszívó képességű, nagy alumíniumfelületek festékalapjának kiképzésére a hosszú kezelési idő, a pontos hőfoktartás, valamint a szükséges kádak és áramforrások rendkívül mérete miatt használni nem lehet. A váltakozó áramú anódos oxidációval szerzett tapasztalatok viszont módot adtak ezeknek a nehézségeknek a kiküszöbölésére. A kénsavas elektrolit vezetőképességének növelésével sikerült olyan munkakörülményeket biztosítani, amellyel igen rövid (perc nagyságrendű) kezelési idő már elegendő ahhoz, hogy festékalapnak megfelelő, néhány mikron vastagságú, pórusos, jó szívóképességű oxid-hártya a tárgy felületén létrehozható. A magyar szabadalommal védett [15] eljárás sem nagymennyiségű elektrolitot, sem rendkívüli teljesítőképességű áramforrást nem kíván azáltal, hogy mellőzi a kezelendő darabnak a kádba való helyezését. Az anódos oxidáció különleges szórópisztolyval végezhető olymódon, hogy a váltakozó áramforrásként szereplő hegesztő transzformátor egyik sarkára a szórópisztolyt kapcsoljuk, a másik pólusra pedig a kezelendő tárgyat. A kénsavas elektrolit áram alatt a szórópisztolyból a tárgyra folyik. A két pólus közti folyadéksugár szolgál az áram vezetésére. A pisztolynak lassú mozgatásával tetszőleges nagyságú és alakú felület oxidálható. Vezetősókat tartalmazó 20%-os kénsav oldattal a transzformátor szekunder feszültsége 45—50 V közt változik, a sugár távolságától, a szórófej szélességétől, valamint az elektrolit nyomásától függően. A használt kénsav a kezelendő tárgy alá helyezett PVC tálcáról egy aknába folyik. Innét az oldatot a kezelendő tárgy fölé helyezett tárolóba szivattyúzzák. Az elektrolit saját hidrosztatikai nyomása következtében folyik a pisztolyba. A 7. ábra 200 mm réshosszúságú, 5 mm résszélességű szórópisztollyal kezelt lemezen kialakított oxidhártya vastagságát, illetve átütési feszültségét ábrázolja az elektrolit sugártávolságának függvényében.

Felületsímaság — festék tapadóképesség — valamint korróziós vizsgálatok azt bizonyították hogy a szórópisztoly segítségével kialakított rétegek a követelményeknek megfelelnek. A 8—11. ábrák Brush-féle felületfinomság-mérővel meghatározott alumíniumlemez felületeket hasonlít össze kezeletlen, kénsavas elektrolitban egyenárammal kádban, kénsavas elektrolitban váltakozóárammal kádban, valamint váltakozóárammal szórópisztoly segítségével anódosan oxidált állapotban. A diagramokból látható, hogy a gyorsan dolgozó szórópisztolyos oxidációs eljárás a felületet jelentős mértékben feldurvítja, ami a festéktapadás szempontjából előnyös. A feldurvított felületek festéktapadó képessége nagyjából megegyezik a kádban anódosan oxidált felületekével. Korrózióellenállás szempontjából a szórópisztoly segítségével oxidált felületek a kádban kezeltekével nem egyenértékűek. A réteg tömítése után viszont már a pórusos oxidhártya is — a kezeletlen lemezhez viszonyítva — fokozottabb kémiai ellenállóképességet tud biztosítani. A szórópisztolyos anódos oxidáció kifejezetten festékalap kiképzésére alkal-



6. ábra. A záróréteg átütési feszültségének változása az anodikus oxidáció függvényében T = 18 C°, V = 15 volt, 20% H_2SO_4)



7. ábra. Elektrolitsugártávolság befolyása az átütési feszültségre
(Szóró anódos oxidálás kloridos elektrolittal.) (Elektrolit nyomás = 1400 mm, oxidálás hossza = 300 mm, feszültség = 45 volt, kezelési idő 2 perc.)

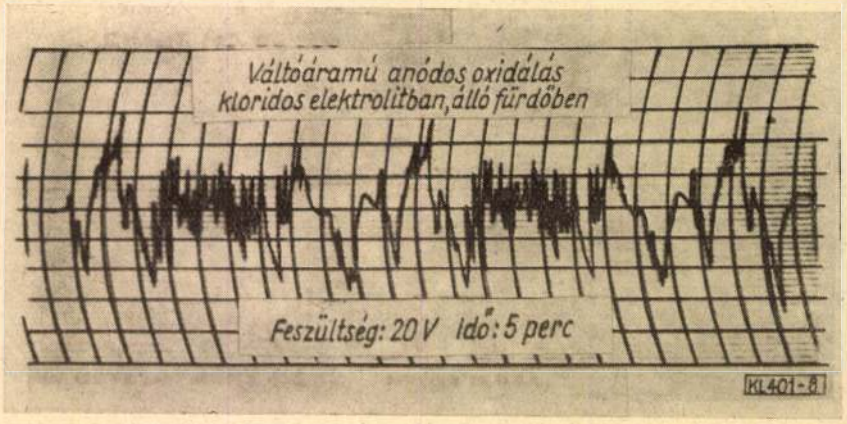
mas eljárás, dekoratív tárgyak ezzel az eljárással a felület foltossága miatt nem kezelhetők.

A gyorsító adalékokkal bíró kénsavas elektrolittal működő váltakozó áramú anódos oxidáció másik alkalmazási területe, kisméretű tárgyak tömeges anódos oxidációja. Ezzel az eljárással elmarad a kisméretű tárgyaknak az anód befogó szerkezetre való — rendkívül munkaigényes — felfűzése. Az oxidálásra kerülő darabokat perforált alumínium kosárba helyezik. A tárgyak érintkezését a kosárban elhelyezett perforált alumínium szorítótárcsa biztosítja. Az elektrolit túlzott felmelegedését a kosárba helyezett, perforált csövön keresztül cirkuláló kénsavas hűtőoldat akadályozza meg. Az elektrolit cirkulációja meggátolja továbbá azt is, hogy az oxidációkor keletkező gázbuborékok az oxidálandó tárgyak felületére tapadjanak és ezáltal a kialakuló réteg vastagságát egyenetlenné tegyék.

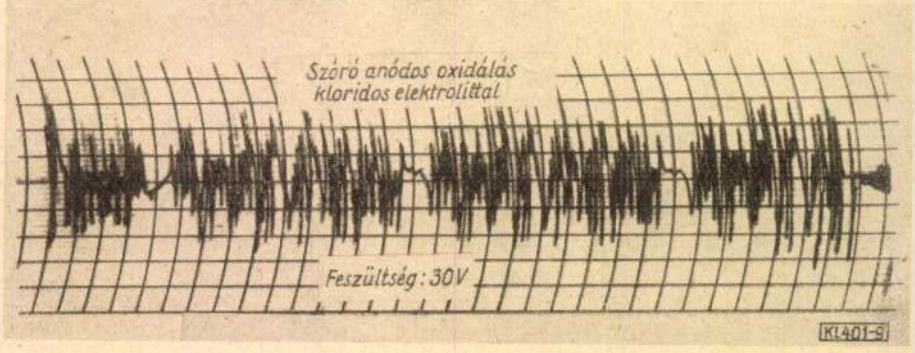
Tömegcikkek váltakozó árammal működő, vezetősókat tartalmazó és 20—30 C° hőmérsékletű kénsavas elektrolittal kb. 2—4 A/dm² áramsűrűség mellett kb. 10—20 percnyi kezelési idővel jól festhető, jó tapadóképességű réteget lehet előállítani.

g) *Felületnemesítésre felhasznált alumíniumanyagokkal szemben támasztott követelmények*

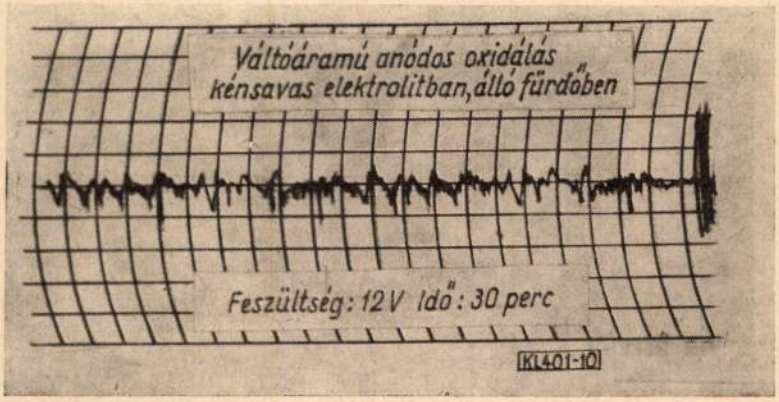
Az összes kémiai, illetve elektrokémiai felületnemesítő eljárások, a mechanikus munkamódszerekkel ellentétben, kényesek az alumínium alapanyag minőségére. A felületnemesítés annál eredményesebb, minél tisztább a feldolgozásra kerülő fém. Az alumínium ne tartalmazzon a fémben nem oldódó fémes vegyületeket, illetve nemfémes zárványokat (mint pl. oxidokat, tisztítósó maradványokat stb.).



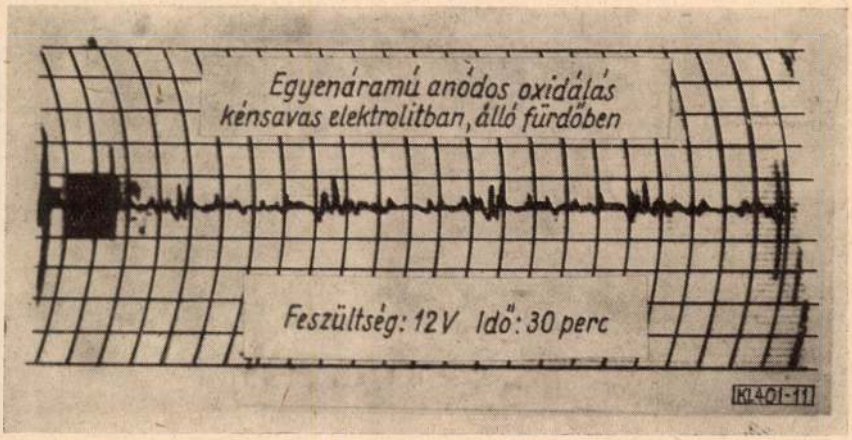
8. ábra. Felületfinomság (Brush szerint mérve). Váltóáramú anódos oxidálás kloridos elektrolitban, álló fürdőben. Feszültség 20 V, idő 5 perc



9. ábra. Felületfinomság (Brush szerint mérve) Szóró anódos oxidálás kloridos elektrolittal. Feszültség 30 V.



10. ábra. Felületfinomság (Brush szerint mérve). Váltóáramú anódos oxidálás kénsavas elektrolitban, álló fürdőben. Feszültség 12 V, idő 30 perc



11. ábra. Felületfinomság (Brush szerint mérve) egyenáramú anódos oxidálás kénsavas elektrolitban, álló fürdőben, Feszültség 12 V, idő 30 perc.

A felület egyenletes fényességét és simaságát az anyag előállítási körülményei még az összetételnél is jobban befolyásolják. Az alumínium félgyártmányok előállítása folyamán már az öntéstől kezdődően gondosan ügyelni kell arra, hogy a felületnemesítésre kerülő lemez, illetve sajtolt áruban fémes kiválások és oxidszennyezések, illetve nemfémes zárványok egyáltalában ne legyenek, vagy csak igen finom eloszlásban helyezkedjenek el az alapanyagban. A megmunkálás további során gondosan ki kell küszöbölni minden olyan lehetőséget, amely a lemez felületét felsérti, illetve feldurvítja és ezáltal lehetőséget ad arra, hogy a felsértett helyen vastagabb oxidhártya vagy oxidgócok keletkezzenek. A felület feldurvításának és felsértésének veszélye miatt el kell hagyni tisztítás céljából a lemezek kefélését hengerlés közben. A felületi finomság mérésével szemléltetően bizonyítható a keféléssel, illetve pácolással hengerlés közben tisztított alumíniumlemezek felületi simasága közti különbség.

Kényes igényeket kielégítő felületnemesítéshez célszerű az alumínium hengerművektől különleges minőségű anyagot rendelni. Az alumínium tisztasága önmagában még nem biztosítja a felület megfelelő nemesíthetőségét. Kémiai felületkezelés szempontjából helytelen technológiával gyártott nagytisztaságú (99,99%-os Al) alumínium felülete vegyi kezelés alkalmával előnytelenebb, lyukacsosabb, igénytelenebb felületet adhat, mint különleges gondos munkamenettel gyártott 99,5%-os kohóalumínium.

Az alumíniumfelület nemesítésének sikeres fejlesztése nemcsak a felületkezelő szakemberek eredményes munkájától függ. Alumínium készáruiparunk termékeinek minőségjavításához szükséges az is, hogy alumínium technológusok és felületkezelők számos kérdést közös munkával és szoros együttműködéssel együttesen oldjanak meg.

Összefoglalás

Az alumínium felületnemesítése terén elért néhány újabb gyakorlati eredmény

A fokozottabb alumínium felhasználás szükségessé tette újabb felületnemesítő eljárások kidolgozását. Ennek érdekében szerzők ismertetik :

a) különböző összetételű forróvizes közegekben végzett kezelés hatására nagytisztaságú, valamint kohóalumínium és egyes alumíniumötvözetek felületén kialakult védőhártyák egyes tulajdonságait. Az eljárás eredményességének egyik fő követelménye, hogy a fém összetétele és az oxidhártya erősítésére használt vizes közeg tisztasága

összhangban legyen. Különböző korróziós igénybevételekre eltérő szerkezetű védőhártyák bizonyultak a legjobbaknak. Megfelelő összehangolással a forróvizes főzéssel előállított védőrétegek korrózióellenállása a szódás-bikromátos eljárással készült védőrétegekével egyenrangú, vagy azoknál jobb.

b) A váltakozóáramú anódos oxidáció továbbfejlesztésével sikerült olyan eljárást kidolgozni, melynek segítségével tetszőleges nagyságú alumínium tárgy felületén néhány mikron vastagságú, pórusos, igen jó festék felszívó képességű réteget lehet előállítani. Az új eljárás kivitelezése szórópisztollyal történik. A szórópisztolyos anódos oxidációnál felhasznált elektrolit alkalmasnak bizonyult tömegcikkek gyors és olcsó felületnemesítésére is.

c) Alumínium tárgyak felületnemesítésének javítása érdekében végül rámutatnak arra, hogy az anyag tisztaságán kívül a félgyártmány-előállítás technológiája is döntő mértékben befolyásolja a végső kikészítés eredményességét. Kényes igények kielégítésére célszerű különleges gonddal előállított félgyártmányokat feldolgozni.

IRODALOM

[1] *dr. Domony—Lichtenbergerné :* Néhány újabb szempont alumíniumnak gyengén agresszív közegekben és élelmiszerekben való korróziós viselkedésének megállapítására. Kohászati Lapok 1957. 11—12. sz. 550—554.p.

[2] *dr. Domony—Lichtenbergerné :* Fémipari Kutató Intézetben végzett vizsgálatai.

[3] *K. Hart :* The Formation of Films on Aluminium Immersed in Water. Transact. of Faraday Soc. 1957. VII. 1020—27. p.

[4] *D. Altenpohl :* Über das Verhalten von Korn- und Subkorngrenzen bei der Reaktion zwischen Aluminium und Wasser. Zeitschrift für Metallkunde. 1957. V. 306—312. p.

[5] *D. Altenpohl :* Das Verhalten von Reinaluminium und Reinstaluminium im kochendem Wasser. Aluminium 1953. IX. 361—370. p.

[6] *D. Altenpohl :* Anwendung von Böhmitschichten für dem Korrosionsschutz von Reinaluminium, Raffinal und einigen korrosionsfesten Legierungen. Aluminium 1955. I. 10—14. p.

[7] *D. Altenpohl :* Untersuchungen über die Reaktion zwischen Aluminium und Wasser. Aluminium 1957. II. 78—91. p.

[8] *D. Altenpohl :* Entfestigung und Rekristallisation des Alumíniums. Aluminium 1957. V. 306—317. p.

[9] *M. Bryan :* J. Soc. Chem. Ind. 1950 (Vol. 69) 169—173. p.

[10] *M. V. Malcev :* A fém tisztaságának javítási lehetőségei és az olvasztási veszteségek csökkentése. Szovjetunió Szinesfémkohászati Minisztérium Központi Információs Intézete, 1956. 17. sz. 10—17. old.

[11] *S. Hunter—P. Fowle :* Determination of Barrier Layer Thichness of Anodic Oxide Coating. J. Elektrochem. Soc. 1954. IX. 481—485. p.

[12] *J. D. Edwards :* Thickness of Anodic Coatings on Aluminium. Proc. Amer. Soc. Test. Mat. 1940. (Vol. 40.) 978—987. p.

[13] *F. Mylius :* Die Thermische Salzsäuerprobe und die Reaktionsklassen für Aluminium. Z. Metallkunde. 1922. (Vol. 14.) 233—244. p.

[14] *Antoni—Kurovszky :* Váltóáramú anodikus oxidáció. Aluminium. 1952. 12 sz. 269—270. p.

[15] *dr. Domony—Antoni—Kurovszky—Kodó :* 1101 számú FE 225. magyar szabadalom.

Gáztartók a kohászatban[1]

dr. OLDRICH BENDA, a csehszlovák Nehézipari Minisztérium főenergetikusa

D. K. : 66.076 : 669

Применение газоёмов в металлургии.

Verwendung von Gasbehälter in Hüttenwerken

The use of Gasometers in metallurgical plants

A gáztartók kohászati használatára kialakult vélemények nem egységesek. A Szovjetunióban a kohászati üzemek létesítésekor a gáztartók építését elkerülték, nyugaton viszont mind a torokgáz, mind a kamragáz tárolására építettek tárolókat.

A fűtőgázok felhasználása a kohászati üzemekben nem egyenletes. A viszonyok óránként, naponként, hetenként és éves viszonylatban is változnak. A beruházási költségek csökkentése érdekében — ha nem ismeretesek a következő alapfogalmak — választják az olcsóbb megoldást, azaz a gáztartó nélküli üzemet.

Dr. Miloslav Havelka cseh nyelven megjelent tanulmánya szerint a csehszlovák tapasztalatok — melyek a gázveszteségek gondos mérésén alapszanak — a gáztartók építése mellett szólnak.

A nagy ipari kultúrával rendelkező Csehszlovákiában a növekvő tüzelőanyaghiány a döntést erősen befolyásolja.

A kohászati üzemek hőgazdálkodásának alapja a gázmérlegen nyugszik, ennek alapja a torok- és kamragáz termelés és felhasználás egyensúlya kell, hogy legyen.

A feladatok megoldása üzemenként más és más. A megoldást azonban az befolyásolja, hogy a gáztermelésben milyen tartalékok (helyettesítési lehetőségek) állanak rendelkezésre (pl. tartalék generátorgáztelep, fűtőolajjal való helyettesítés lehetősége, a hiányok szénportüzeléssel való kiegyenlítése stb.).

Minden mérleget végsőképpen az elkerülhetetlen veszteségek alapján becsülünk meg.

A gáztartóknak a kohászatban felbecsülhetetlen a szerepük, ugyanis segítségükkel a termelés és fogyasztás közötti egyenlőtlenség csökkenthető, szabályozzák a gázhálózat nyomásviszonyait, a hálózatban egyenletes fűtőértékű gázkeveréket tartanak az üzembiztonság egyidejű, — nagymérvű fokozása mellett. A torok- és kamragázt csak kevéssel értékelik többre, mint az alap tüzelőanyagokat, ugyanis a torokgáz ára kb.

[1] Széplakon tartott kokszgyártási és kokszvegyészeti konferencián (1958. év szept. 17-én) elhangzott előadás. Fordította : Molnár Gyula.

1,2—1,5-szer, a kamragázé pedig 1,5—2-szer magasabb azokénál.

Ezzel kapcsolatban gyakran az a helyzet, hogy ha kicsinyek a veszteségek kevés érv szól az aránylag költséges gáztartók építése mellett, sőt éppen ezért — különösen torokgáztartókra érvényesen — kétségbevonták, hogy azokat egyáltalán érdemes-e létesíteni. A különböző üzemekben termelt torokgáz mennyisége óránként 100—700 ezer m³ között mozog és emiatt arra a következtetésre jutottak, hogy a hatásos gáztartóknak óriási méretüeknek kell lenniök. Ha ezt a nézetet elfogadjuk, akkor a gázhálózatban a nyomáskiegyenlítést más módon kell megoldani és az ingadozó gáz felesleget az ingadozásra nem érzékeny felhasználókhoz kell szállítani, sőt a levegőbe kiengedni.

Sok érv szól amellett, hogy a gáztartó kihasználását egy alapos vizsgálatnak vessük alá.

A Szovjetunióban, ahol a kohászati műveket leggyakrabban gáztartók nélkül építik — a nehéz téli időjárás és az ennek következtében felmerülő magas üzemi költségek miatt — mások a viszonyok mint a Csehszlovák Népköztársaságban.

A Szovjetunióban a kohászati üzemekben több kamragáz áll rendelkezésre, mint Csehszlovákiában és ezért nem használnak ipari termelés céljára annyi kohógázt, mint nálunk, azután a torokgáz a Szovjetunióban nagy mennyiségben kazánházakba kerül és a gázmérleg feleslegét így értékesítik.

Mojsevic a gáztartókat, csak mint nyomásszabályozókat értékeli pozitíven és azt ajánlja, hogy kiegyenlítés céljából legalább egy nagyolvasztó gáztermelését kell a kazánházban eltüzelni. A kazánház részére olyan alacsony fűtőértékű tüzelőanyagot kell biztosítani, amit más helyen felhasználni nem lehet. A kazántelepeknek azonban oly mértékben rugalmasnak kell lenniök, hogy minden csúcsot s azonkívül a vasár- és ünnepnapi terhelést, valamint az egyéb fogyasztók üzemzavaraiból eredő többletet is át tudják venni.

A csehszlovák szakemberek Prágában 1954 január hónapban az első állami kohászkonferencián foglalkoztak a gáztartók kohászati felhasználásával. Felvetődött a kérdés, hogy milyen nagyságú kohógáztartót kell választani (300 000 m³-ig).

A gáztartók megválasztásához a torok- és kamragáz ellátás egyenlőtlenségi fokából kell kiindulni. Egy három nagyolvasztós üzemben a mérések alapjául a következőket kell feltételezni:

1. A gáztermelésben

Torokgáz: a) Évenként átlagban 80-szor kell a napi termelés 7,5%-val, mint csökkenéssel számolni, erre a kazánházban felhasználási tartalékról kell gondoskodni.

b) Hirtelen keletkező zavarokat pár perc alatt át kell hidalni, ezek három nagyolvasztós üzemben gyakran az össztermelés 33%-át is kitehetik. (Négy nagyolvasztó mellett a helyzet már nem ennyire súlyos.)

Kamragáz: a) Azok a leírások, amelyek a kamragáz-termelés ingadozását elhanyagolhatónak mondják, tévesek. Már kis eltérések a betétsúlyban, a nedvességben, a szén-minőségében stb. az óránkénti termelésben 10%-ig terjedő termelés csökkenést okozhatnak. Üzemzavarok alkalmával a csökkenés a 23%-ot is elérheti. (Havelka tanulmánya szerint éves viszonylatban 20—25%.)

2. A gázfelhasználásban

Három nagyolvasztós és három, egyenként 36 kamrás kokszoló üzemben végeztek méréseket. A gázfelhasználás átlagos óránkénti ingadozása a következő volt:

Nagyolvasztó	±15%
Kokszoló	± 0%
SM-acélmű	±10%
Hengermű	±20%

A javítások alatt és ünnepnapokon a felhasználás ingadozása még jóval nagyobb, különösen az acél- és hengerművekben, ahol a normálfelhasználás egy harmadára is lesüllyedhet.

A fent kiválasztott kohászati műben 233 000 Nm³/órás torokgáz és 18 000 Nm³/órás kamragáz termelés és felhasználás ingadozása a következő volt:

torokgáz 89—110%, tehát 21,0%
kamragáz 86,5—114%, tehát 27,5%

Ezekután tehát a torokgáz-termelés 75%-át lehet a legfontosabb nagyolvasztó művön kívüli fogyasztók részére juttatni, azaz a kokszolók, a gázgépek, acélművek, hengerművek és egyéb termelőberendezések részére. A felesleget a kazánházban kell eltüzelni. Ha a négy nagyolvasztós üzemben, egy nagyolvasztóban zavar áll be a hiányzó gázt a kazántól kell elvonni. A valóságban, ha egyébként is nagy gázhiány van, lehetetlen a kazánház részére ily nagy gázmennyiséget átadni (kivéve, ha az acélmű kemencéit olajjal fűtik, vagy az üzem nincs teljesen kiépítve). A csehszlovák üzemekben éves viszonylatban az összgáztermelésnek 7%-át tüzelik el kazánokban.

A fentiekből az is kitűnik, hogy a nagyolvasztók száma, minél nagyobb, aránylag annál kisebb méretüre lehet a gáztartót méretezni.

A gáztartó nagyságát műszaki okok, valamint gazdaságossági számítások határozzák meg.

A műszaki indokok — a lehetőséghez képest — nagy gáztartók mellett szólnak. A beruházások gazdaságossága korlátozza a műszakilag kívánatos méretet. A gazdaságossági számítások alapjának a gázveszteségek csökkentését kell tekinteni. A veszteségek csökkentéséből elért megtakarítást össze kell hasonlítani a beruházási és üzembentartási költségekkel. Hogy a megtakarítás rögzíthető legyen meg kell állapítani — legalábbis megközelítőleg —, hogy a gáztartó hányszor tudja egy évben a feleslegeket átvenni, milyen mennyiségeket kell egyébként nélküle a levegőbe engedni, továbbá hányszor lehet a gáztartóval üzemzavarokat elkerülni.

A csehszlovák kohászati üzemekben alapvetően befolyásolja a gazdaságosságot az, hogy a gáztartóval milyen mértékben lehet a kamragáz fogyasztást csökkenteni.

A következőkben megkísérlem egy rövid elemzésben a gáztartók kiegyenlítő hatását bemutatni.

a) a kokszoló és léghevítő váltások alkalmával évenként kb. 72 ezer esettel számolva $14 \cdot 10^6$ Nm³/év torokgáz-mennyiséget lehet felfogni.

b) hirtelen, rövid ideig tartó zavarok miatt fellépő termelésingadozások alatt (100 eset) $40 \cdot 10^6$ Nm³/év mennyiséget lehet kiegyenlíteni.

c) az előbbinél hosszabb ideig, 20 perctől két óráig tartó kiesések alatt 1000 esettel számolva $200 \cdot 10^6$ Nm³/év mennyiség vehető figyelembe. Együtesen három nagyolvasztós üzemben 240 000 Nm³/ó gáztermeléssel számolva a gáztartó segélyével $254 \cdot 10^6$ Nm³/év torokgázt lehet kiegyenlíteni.

A váltások következtében beálló ingadozások felvételére elméletileg egy kis méretű gáztartó elégséges. A gázmennyiség befogadásának a száraz gáztartó megengedett dugattyúsebessége szab határt.

A hosszabb ideig tartó zavarok következtében fellépő ingadozások kiegyenlítésére, ha ez az összes ingadozásokra vonatkozik, úgy óriási méretű gáztartó lenne szükséges.

A rövid ideig tartó zavarok gázvesztesége — három nagyolvasztós üzemben 200 000 Nm³/óra tehető, ennek felvételére a kétszeres nagyság, tehát 400 000 Nm³/ó-s teljesítőképesség elégséges, mely a legtöbb esetben a gáztermelés és felhasználás közötti különbséget ki tudja egyenlíteni. Az így méretezett gáztartó a váltások összes többletét tehát ..... $14 \cdot 10^6$ m³/év

Továbbá a rövid ideig tartó (20'—2 óra) zavarok kb. 75%-át .. $150 \cdot 10^6$ m³/év

valamint a hirtelen zavarok alkalmával fellépő veszteségek 50 százalékát ..... $20 \cdot 10^6$ m³/év

azaz összesen ... $184 \cdot 10^6$ m³/év

ki tud egyenlíteni.

$2000 \cdot 10^6$ Nm³/év gáztermelésből az összes termelés 9%-a az a mennyiség, amelyet a gáztartós üzem a gáztartó nélkülivel szemben hasznosítani tud.

A fentiek szerint meg tudjuk állapítani, hogy kb. mekkora gáztartót kell építeni, hogy az összes gáztermelés 9%-át, illetőleg az annak megfelelő 26 000 t normál fűtőértékű tüzelőanyagot meg tudjuk takarítani.

A gazdaságossági számításokhoz az egyes gáztartó típusok, ill. nagyságok árát ismernünk kell.

Az építési költségek 1956. évi adatai az 1. táblázatból kiolvashatók.

1. táblázat

A gáztartók építési költsége

A gáztartó köbtartalma 1000 Nm³-ben	Építési költség 1000 kcs-ben	
	nedves gáztartóra	száraz gáztartóra
50	8,5	5
100	16	7,5
150	22	9,8
300	42	16,5
500	—	25

A gáztartók nagyságának eldöntésekor az átmérőjét úgy kell megválasztani, hogy a dugattyú megengedett sebessége egyenes arányban álljon a gáztartó töltésekor és ürítésekor bekövetkező lökésekkel. Más a helyzet a városi gáztartók üzemével, ahol ezek a lökések, mint normális üzemi viszonyok fordulnak elő. Három nagyolvasztós üzemben a lökések 240 000 Nm³/ó gáztermelés mellett 30 000 Nm³ félóra értékig is emelkedhetnek. Gyors dugattyúmozgások mellett a lökések károkat okozhatnak. A MAN cég előírásai szerint száraz gáztartók dugattyúsebességének nem szabad többnek lennie, mint 0,6—0,7 m/perc. Az adott esetben $30\,000 \cdot 2 = 60\,000$ Nm³/óra és 0,75 m/perc ürítési sebesség figyelembevételével a gáztartály átmérője

$$\frac{60\,000}{60} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 0{,}75\text{-ből számítva}$$

$$d = 41{,}23 \text{ méter}$$

Ez az átmérő 75 000 Nm³-es gáztartónak felel meg és a max. megengedett 0,6 m/perc sebességre pedig 100 000 Nm³-es köbtartalom adódik.

Gáztartók gazdaságossága a kohászatban

Föltételezve, hogy az álló alap leírások az előállítási költség 5%-át, az üzemi és fenntartási költségek kb 1%-át képviselik, a 2. táblázaton olvashatókat kapjuk.

2. táblázat

A gáztartó leírási és üzemi költségei

A gáztartó köbtartalma 1000 Nm³-ben	Építési költség száraz gáztartóra 1000 Nm³-enként	Üzemi és leírási költség (6%) 1000 kcs-ben 1000 Nm³-ként és évenként	Összes költség a teljes gáztartóra 1000 kcs-ben évenként
50	100	6	300
100	75	4,5	450
150	65	3,9	585
300	55	3,3	990
500	50	3	1500

20 kcs/1000 Nm³ torokgáz és 120 kcs/1000 Nm³ kamragáz árát felvéve (ezek kb. a kohászati üzemek belső árai) és föltételezve, hogy a gáztartó üzemi költségeit a gázmegtakarítások fedezik, a 3. táblázatba foglalt összefüggést kapjuk.

3. táblázat

A száraz gáztartóban — a leírási hányadot és az üzemi költséget fedező — gázforgalom nagyságrendje egy évre

A gáztartó köbtartalma 1000 Nm³-ben	A gáz ára kcs-ben 1000 Nm³-enként		Az egy év alatt tárolandó gáz mennyisége 10^6 N³-ben (forgalom)		A teljes kiürítések száma	
	torokgázra	kamragázra	torokgáz	kamragáz	torokgáz	kamragáz
100	20	120	22,5	3,75	225	38
150	20	120	29,25	4,85	195	35
300	20	120	49,5	8,25	165	28
500	20	120	75,0	12,5	150	25

A 3. táblázatból világos, hogy :

1. Növekvő köbtartalmú gáztartó az üzemi és a fajlagos előállítási költségeket csökkentik. Ezért ott, ahol a nagyobb gáztartók kihasználhatók, azok pénzügyi szempontból kedvezőbbek, mint a kis gáztartók.

2. Az építési feltételek annál kedvezőbbek, mennél magasabbak a gázárak.

A gázmegtakarításon keresztül, milyen mértékben biztosítható a rentabilitás, azt egy 400 000 Nm^3-es gáztartó egyszerű példájával bizonyítjuk be. Ha a 3. táblázat adatait erre az esetre interpoláljuk azt látjuk, hogy 400 000 Nm^3-es gáztartóval 62,25 10^6 Nm^3 torokgázt kell évenként megtakarítani, hogy az gazdaságos legyen. Ez a fentebb említett $2 \cdot 10^9$ Nm^3/évi termelésnek alig több 3%-ánál.

Kamragáz tárolásakor az építés feltételei még kedvezőbbek. A gáz egységára hatszoros, ezért a nagy gáztartók mindenütt gazdaságosak, ahol ünnepnapokon gázt kell tárolni. Az utolsó táblázatból kitűnik, hogy kevés haszon mellett is már kifizetődik a gáztartó. Minden adott esetben a teljes kiürítési szám kisebb, mint az ünnepnapok száma (52 vasárnap).

A fentiek alapján le lehet rögzíteni, hogy nemcsak a kamragáz, de a torokgáztartók is gazdaságosak a kohászati üzemekben, ahol a termelt torokgázból legalább 3% veszteséget meg tudnak takarítani, melyet egyébként a levegőbe kellene kiengedni. Gyakorlatilag 9%-ot meg lehet takarítani, mely 2 milliárd Nm^3/év gáztermelésből 400 000 Nm^3-es gáztartóval érhető el. 300 000 Nm^3-es gáztartóval 5—6%-os a megtakarítás.

Indokolt gáztartó méret

A fentiek alapján az indokolt gáztartóméret megállapításait a következőkben mutatjuk be.

Torokgáztartó

a) Műszaki szempontból egy 20 perces termelés tárolására alkalmas tartó megfelelő, természetesen előnyösebb a 30—40 perces.

b) A torokgáz-veszteségek kiküszöbölése érdekében ajánlatos egy nagyobb legalább egy órás gáztermelésre méretezett gáztartót választani. Több nagyolvasztó mellett azonban (háromnál több) elégséges az a nagyság, amely a fenti műszaki követelményeket kielégíti (20—40 perc).

Kamragáztartók

a) A kohászatban a kamragáztartó űrtartalma nyolc órás termelés nagyságrendű legyen, hogy a műszaki adatok alapján megfeleljen, ha a kokszolómű csak kohászati célokra épült és egyidejüleg nem dolgozik más célú hálózatra. Az utóbbi esetben más a helyzet.

b) Az ünnepnapi feleslegek tárolására a gáztartót 10—12 órás kamragáz termelésre építik.

A kívánatos és a legkisebb gáztartók adatait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A gáztermelés mennyiségétől függően a gazdaság szempontjából kívánatos és a legkisebb gáztartók nagyságrendje

A gáztermelő berendezés			A gáztermelés 1000 Nm^3/ó-ban	A legkisebb gáztartó köbtartalma 1000 Nm^3-ben	A kívánatos gáztartó köbtartalma 1000 Nm^3-ben
megnevezése	db	nagysága m^3-ben			
Nagyolvasztó	2	á 300	100	50	125
Nagyolvasztó	2	á 600	200	100	250
Nagyolvasztó	3	á 600	300	150	350
Nagyolvasztó	2	á 1000	330	150	400
Nagyolvasztó	3	á 1000	495	200	500
Kokszkamra	72	á 16,5	18	100	200
Kokszkamra	108	á 16,5	27	150	300

Megismételve, kisebb méretű torokgáztartók nem tudnak minden felesleget felvenni. Ezért ezen felül minden kohászati üzemben kell egy olyan fogyasztónak is lennie, melytől üzemkieséskor a gázt el lehet venni. Az itt felhasznált gázmennyiség azonban sokkal kisebb, mint a gáztartó nélküli üzem mellett. Ezáltal a gáz nagy része állandó fogyasztóknak szállítható. A gáztartók építése által megnő a biztosan szállítható gáz mennyisége, amely a tapasztalatok szerint a Csehszlovák Köztársaságban 80%-a a termelésnek, ahol az elkerülhetetlen veszteségek 10%-os értéket érhetnek el és a további 7—10%-át az össztermelésnek kazánház használja fel. Azokban a kohászati üzemekben ahol gáztartó nincs, a kazánház éves viszonylatban az össztermelés 27%-át használja fel.

Csehszlovákiában az ötéves tervben a városok, lakások és kisüzemek egész sorát fogják távvezetéken gázzal ellátni.

A torokgáz a modern kohászati üzemekben a kamragázzal egyenértékű. Kis kéntartalma miatt sok kemencében előnyösen használható. Ezért egy nagy fejlesztési tervet állítottak fel, melynek értelmében a kamragáz egy részét a kohászattól elveszik, majd tisztító és kompresszorállomásokon át a távvezetékbe továbbítják. Az elvett kamragáz kalóriát részben torokgázzal pótolják, részben fűtőolajjal is. A torokgázt természetesen először az újonnan létesülő és exportkokszot gyártó kokszolók fütésére használják. Ebből a célból és ezért, hogy több nagyolvasztó dolgozhasson a torokgázhálózatra Kunčicé-t és Vítkovicét egy 2,5 m átmérőjű torokgáz-vezetékkel kötik össze. Ami a kohógáz portartalmát illeti annak nem szabad többnek lennie, mint 20 mg/m^3. A Szovjetunióban az előírás 10 mg/Nm^3.

Célszerű puffer gáztartókat építeni és nem átmenő gáztartókat. Ez a porlerakodás és a nedvesség szempontjából — különösen a téli időszakban — is kedvezőbb.

A Kunčicé-i üzemben egy torokgáztartó fűtőberendezést terveztek meg, mely lehetővé teszi —20 C°-on is a zavartalan üzemet.

A Vítkovice-i kohászati üzemben már több 150 000 Nm^3-es száraz-gáztartót építenek és külföldre is sokat szállítottak.

75 éves az Országos Műszaki Könyvtár

(1883—1958)

Műszaki életünk egy jelentős és kedvelt intézménye, a műszaki tudományok egyik sok küzdelmet megért bázisa 1958 november 22-én ünnepelte fennállásának háromnegyedszázados fordulóját.

Ez alkalomból az Országos Műszaki Könyvtár sokszorosításban adta ki 274 oldal terjedelmű jubileumi évkönyvét. A szép kivitelű évkönyv — melynek címlapját új otthonának emblémája díszíti — első részében a könyvtár történetével foglalkozik. Ebből ismerhetjük meg azt a harcot melyet a könyvtár lelkes vezetői a kormányok szűkkeblűségével — több mint hat évtizeden át — vívtak, míg eljutottak a jelenlegi állapotukba, amikor is a szociális államvezetés nagyvonalú áldozatkészsége segélyével a műszaki társadalom tudást terjesztő otthonává lett. Igen otthonává, mert ha az új helyiségbe elmegyünk akkor a szép környezet, a barátságos fogadtatás, a készséges kiszolgálás és felvilágosítás biztosítja azt, hogy a csendes olvasótermekben a tudásszomjú műszaki ember már első percben otthon érezheti magát.

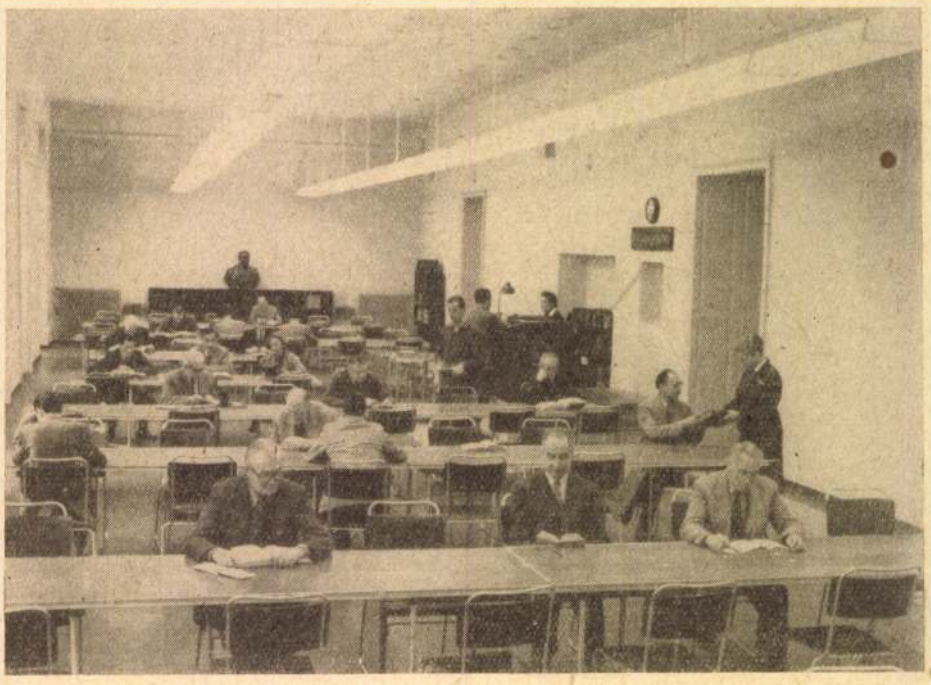
A könyvtárt (Technológiai Iparmúzeum néven) *1883 június 24-én Trefort Ágoston* vallás- és közoktatásügyi miniszter az akkori Kerepesi út 9. (ma Rákóczi út 5.) sz. alatti Beleznay kertben levő épületben *nyitotta meg.* A könyvtár a megnyitáskor 100 db könyvet és 31 szakfolyóiratot tudott a látogatók rendelkezésére bocsátani.

A könyvtár nem sokáig maradt ebben az alkalmatlan, nem megfelelő elhelyezésben. Maga Trefort Ágoston egy látogatása során veti fel az új elhelyezés gondolatát. A gondolat rövidesen tetté érlelődik, s a *könyvtár az Állami Közép-Ipartanodával egyesítve a József körút, Népszínház utca és Csokonai utca által határolt területen* — Hauszmann Alajos tervei szerint megépült — *új otthonába költözik.* Ekkor 1889-et írtak. Ebben az évben már 925 látogatója volt a könyvtárnak, kik 829 művet vettek igénybe.

Az ország iparának fejlődésével a könyvtár nehezen tartott lépést, könyvállománya lassan gyarapodott s — amint az évkönyvből kiolvasható — többször kaptak az akkori kormányzatoktól ígéretet, mint könyvvásárlásra pénzt.

Lelkes vezetői nehéz küzdelemmel, társadalmi megmozdulások segélyével jutottak el oda, hogy az első

világháború kitörése évében már 21 666 látogatója volt. A háború alatt bezárta kapuit s a háború befejezése után nehezen indul meg a munkája, pedig ekkor már 27 921 kötete volt.



A két háború között is sok küzdelem folyt a fejlődés érdekében, 1941-ben érte el forgalmának csúcsát 46 445 látogatóval.

A második világháború után a fejlődés gyorsabb üteművé vált. Az 1945-ös 2621 látogató számból elindulva már 1950-ben túlhaladja a régi csúcsot s 50 212 látogatót számláltak, s ez a szám 1955-ben már a százezres számot is meghaladta.

Jelenlegi állomány

160 000 kötet könyv
15 000 kötet folyóirat
100 000 db fordítás másolat
5 000 000 db szabadalmi leírás

A könyvtár a múlt évben kormányunk áldozatkészségéből mai új otthonába költözött — VIII. ker. Múzeum utca 17. számú házba.

A szöveg között levő két kép az új otthon utcai homlokzatát és az új könyvolvasó termet mutatja.

A könyvtár könyvolvasó terme 120, folyóirat-olvasóterme 60 személy befogadására alkalmas.

Az Országos Műszaki Könyvtár az olvasótermeken kívül a következő szolgáltatásokkal áll az érdeklődők rendelkezésére :

Dokumentációs szolgálat, 13 féle műszaki lapszemle, figyelő kartonszolgálat, témafigyelő szolgálat, express tájékoztatás, irodalom kutatás, fordítási szolgálat, foto szolgálat, fordítás másolat, köteles példánymásolat és fordítás nyilvántartás.

Bár a könyvtár az alapításakor a kohászat részére úgyszólván csak az öntészet vonalán tudott szolgáltatást teljesíteni, már a két háború között s főként a felszabadulás óta a kohászoknak is sokat nyújt.

A Kohászati Lapok szerkesztőbizottsága nevében az évforduló és az új, szép otthonba való költözés alkalmából a további sikeres munkához és hazánk javára való további fejlődéshez *„Jó szerencsét"* kívánunk.

Radioizotópok felhasználása az ólomakkumulátor kutatásokban

PESTY LÁSZLÓ a V. K. I. osztályvezető mérnöke

D. K. 539.16 : 621.355.2

Применение радиоактивных изотопов в исследовании свинцовых аккумуляторов.

Die Verwendung von Radioisotopen in der Forschung von Bleiakkumulatoren

Employment of radioisotopes in the investigation of lead accumulators

Már *Planté* óta (1859) ismeretesek azok a vegyi folyamatok, amelyek az ólomakkumulátorok működése közben lefolynak. Kevésbé ismeretesek azonban azok a mellékfolyamatok, amelyek egyikét a hordozható ólomakkumulátorok rácsaiban, azok keményítésére használt antimon idéz elő.

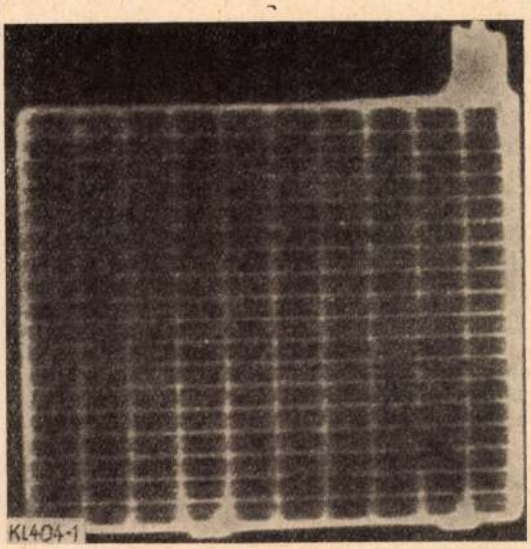
Tudjuk, hogy a hordozható akkumulátorok, — főleg gépjárműtelepek lemezeinek vázszerkezetét kb. 8% antimont tartalmazó keményólomból öntik. Azt, hogy az antimon a negatív lemez potenciálját csökkenti már 1900 óta ismerjük *Strasser* és *Gahl* kutatásaiból [1], akik a tiszta ólom és az 5% antimonnal ötvözött keményólom között 0,10 volt, 24% antimonnal való ötvözés után 0,30 volt és végül ólom és antimon között 0,31 volt potenciál különbséget mértek.

Később *Crennel* és *Milligan* [2], valamint *Haring* és *Thomas* [3] mutatják ki az azóta is antimon mérgezésnek, vagy antimon vándorlásnak nevezett jelenséget, mely nagy vonalakban abban áll, hogy a pozitív lemezek rácsából az antimon fokozatosan anodikusan kioldódik, majd töltés alatt a negatív lemezek felületén katodikusan kiválik. Miután az antimon hidrogéntúlfeszültsége kisebb mint a tiszta ólomé, a kivált antimon a negatív lemez katódpotenciálját csökkenti és ezáltal a töltési folyamatot hátráltatja. A negatív lemez felületén helyi elemek keletkeznek, amelyek hosszabb idő alatt a lemezek önkisülését okozzák. Ez a jelenség az irodalomból jól ismert lévén [4] itt csak utalunk rá.

Az antimon izotópoknak az akkumulátor kutatás területén elsőízben való alkalmazása[1] módot nyújt arra, mint azt *Hermann* és *Pröpstl* kutatásaiból látjuk [5], hogy az antimon vándorlás miként jét és méreteit lemérhessük.

A javasolt eljárással megállapítható, hogy a lemezek felületén és azok belsejében — a hatóanyagban — feltalálható antimon a pozitív vagy a negatív lemezek rácsából származik-e, oly módon, hogy csak a pozitív, vagy csak a negatív rácsokhoz adagolunk minimális mennyiségű 124-es radioizotóp antimont, melynek felezési ideje 60 nap. *Hermann és társa* 8% antimont tartalmazó keményólomhoz adagolt minimális antimon 124-et és ebből az ötvözetből öntött akkumulátor rácsokat. Az antimon 124 előállításakor minimális

[1]Ezeket a vizsgálatokat Hermann és Pröpstl a Robert Bosch gyár akkumulátor kutató laboratóriumában végezték.



1. ábra. Ólomakkumulátor rácsról készült radiogram

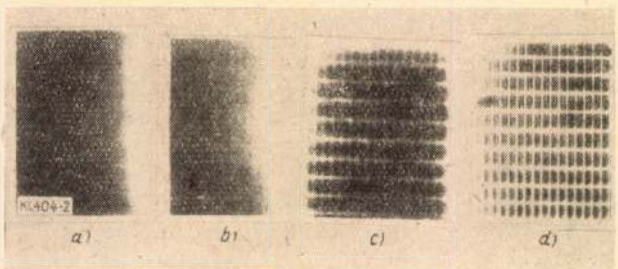
1. táblázat

14%-os kénsavban készített formális sorozat antimon vándorlásának adatai (Hermann és Pröpstl után)

A formálási kísérlet sorszáma		1	2	3	4
A radioaktiv Sb 124 eloszlása a kísérlet előtt :					
a pozitiv rácsban		Van	Nincs	Van	Nincs
a negativ rácsban		Nincs	Van	Van	Nincs
az elektrolitban		Nincs	Nincs	Nincs	Van
A formálás után a hatóanyagban valamint az elektrolitban talált Sb mennyisége annak radioaktiv sugárzása alapján:					
600 g pozitiv hatóanyagban	mg Sb	790	28	625	21
Sb tartalom a + hatóanyagban	‰	1,3	0,05	1,0	0,03
700 g negatív hatóanyagban	mg Sb	35	7	119	14
Sb tartalom a — hatóanyagban	‰	0,05	0,01	0,17	0,02
4,4 l kénsav elektrolitban	mg Sb	31	4	30	9
Sb tartalom az elektrolitban	mg/l	7	0,9	6,8	2,0
A talált antimon így oszlott el %-osan :					
a pozitiv hatóanyagban	‰	92	72	81	48
a negativ hatóanyagban	‰	4	18	15	32
az elektrolitban	‰	4	10	4	20

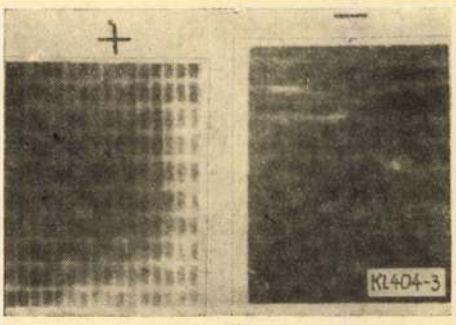
mennyiségű antimon 122 is keletkezik, ennek azonban a felezési ideje csupán 2,8 nap. A fenti eljárással készült akkumulátor rácsok aktivitása azok elkészülte után 0,5 mC/kg volt. A rácsokról felvett radiogram (1. ábra) azt mutatja, hogy az antimon 124-es izotóp egyenletesen oszlott el annak egész tömegében.

Az így elkészült rácsokat azután az akkumulátoriparban ismert módszerekkel töltötték meg hatóanyaggal, majd a szokásos formálási eljárással a pozitív lemezeket anodikusan oxidálták és a negatív lemezeket katodikusan redukálták. A formálás után a hatóanyagból vett mintákból meg-



2. ábra. A pozitiv és a negativ rácsok normál és radioaktiv ötvözetei

a = + normál, *b* = — normál, *c* = + radioaktiv, *d* = — radioaktiv



3. ábra. A 2. táblázatban foglalt kísérletből származó pozitív és negatív lemezekből készült radiogram formálás után

2. táblázat

A hat V-os telep antimon vándorlás adatai, 0,6 A/dm² áramsűrűséggel 300 órán át formálva (Hermann és Pröpstl után)

A telep beépítése		1. elem	2. elem	3. elem
Radioaktiv Sb a + hatóanyagban		Van	Nincs	Van
Radioaktiv Sb a — hatóanyagban		Nincs	Van	Van
Radioaktiv mérés alapján meghatározott antimon értékek a hatóanyagban, szigetelőkben és az elektrolitban :				
600 g + hatóanyagban volt	mg Sb	2420	53	2980
a + hatóanyag Sb tartalma	‰	4	0,09	5,0
700 g — hatóanyagban volt	mg Sb	875	245	595
a — hatóanyag Sb tartalma	‰	1,4	0,35	0,85
45 g faszigetelőben volt	mg Sb	14	45	81
a faszigetelők antimon tartalma	‰	0,3	1,0	1,8
1 liter kénsavban volt	mg Sb	15	2,8	15
A talált antimon %-osan így oszlott meg :				
a pozitiv hatóanyagban	‰	73	15	81,5
a negativ hatóanyagban	‰	26	71	16
a faszigetelőkben	‰	0,5	13	2
az elektrolitban	‰	0,5	1	0,5

3. táblázat

Kísérleti akkumulátor telep 100 ciklusból álló töltési és kisülési sorozat adatai (Hermann és Pröpstl után)

A telep összeépítése		1. elem	2. elem	3. elem
Radioaktiv Sb a pozitiv rácsban		Van	Nincs	Van
Radioaktiv Sb a negativ rácsban		Nincs	Van	Van
A talált antimon megoszlása a 3 elemben a következő volt:				
a pozitiv hatóanyagban	% Sb	95	27,5	94
a negativ hatóanyagban	% Sb	5	69,1	6
a falapokban	% Sb	0,1	1,8	0,2
az elektrolitban	% Sb	0,1	1,6	0,1

határozták csöves (GM) számláló készülékkel azok átlagos aktivitását.

Azért, hogy összehasonlító értékeket kapjanak, ismert mennyiségű antimon 124-el — melyet kénsavban oldottak — standard oldatokat készítettek, s ennek antimon tartalmát polarografikusan és aktivitását számláló készülékkel meghatározták.

Hermann és *Pröpstl* mindenekelőtt 14%-os kénsavban négy formálási sorozatot készített az antimon vándorlás mérvének meghatározására. A kapott adatokat az 1. táblázatban szemlélhetjük.

Mint látható fenti kísérletsorozat 1-ső kísérletéhez csak a pozitív rácsba tettek Sb 124-et, a negatív rácsba nem. A táblázat mérlege ezt híven mutatja, miután a pozitív lemez hatóanyaga 92%-át teszi ki az összes használt aktív antimonnak, míg a negatív hatóanyag csupán 4%-ot tesz ki. *Sprent* szerint 1 liter 14%-os kénsav akkor telített antimonnal, ha abban 0,5 gramm van; ezzel szemben fenti kísérletben csupán 7 mg antimon volt az elektrolitban kimutatható, ami azzal magyarázható, hogy az akkumulátor lemezek abszorbeáló képessége igen nagy.

A táblázat 2. kísérletében a negatív rácsok Sb 124-et tartalmaztak és a pozitívek nem. Az összes talált antimon mennyiség sokkal kevesebb mint előbb, s csupán 41 mg antimonnak felelt meg. A legnagyobb antimon menyiség itt 72% — itt is a pozitív hatóanyagban található, míg a negatívban csupán 18%. Ez a mennyiség több ugyan, mint az első kísérletben, de a várt értéknél kisebb. Valószínű, hogy a formáláskor képződő antimonhidrogén okozza a veszteséget.

A 3. kísérletben, mind a pozitív, mind a negatív rácsok tartalmaztak Sb 124-et. Az eredmények ennek megfelelően az 1. kísérlet értékeihez állanak közel.

A 4. kísérletben nem a rácsokban használták az Sb 124-et, hanem csupán az elektrolitban. A kísérlet végén ennek antimon tartalma csökkent, viszont 48% a pozitív és 32% a negatív hatóanyag ban volt fellelhető, s az elektrolit csupán 20%-ot tartalmazott.

A 2. ábrán bemutatott kép mind a pozitív, mind a negatív rácsokat normál és radioaktív összetételű ötvözettel is bemutatja. Jól megfigyelhető, hogy a normál pozitív és negatív lemezek feketék, míg a radioaktív rácsokban azok az Sb 124 tartalom következtében világosak.

Fenti eljárással formált lemezekből azután egy oly 6 voltos kísérleti telepet építettek össze, amelyet 0,6 A/dm² áramsűrűséggel 300 órán át formáltak. Az antimon vándorlás értékei a 2. táblázatból figyelhetők meg.

Az 1-ső elemben, mely pozitív aktív rácsokkal készült, ismét a pozitív hatóanyagban legnagyobb az antimon tartalom. Ebben a késérletben már a negatív lemezekben is növekszik az antimon tartalom. A kénsav elektrolit antimon tartalma minimális. A 2. elemben, ahol csak a negatív rács volt radioaktív, most már a negatív hatóanyag antimon tartalma lényegesen felette áll a pozitív hatóanyag antimon tartalmának.

A 3. ábra az iménti kísérlet egy eleméből származó pozitív és negatív lemezek radiogramját formálás után mutatja be. A pozitív lemezek rácsai a bennük lévő radioaktív antimon következtében egészen világosak. A negatív rácsban nem volt antimon 124, s annak rácsa alig látható, ellenben a hatóanyag egész felületén feltűnik a világosabb árnyalat. Ez a világosabb árnyalat csíkozottan mutatkozik, ami avval magyarázható, hogy a negatív lemezekre kezdetben — a formálás elején — felfekvő vékony szigetelő falapok, a formálás végén a negatív lemeztől hullámos alakban váltak el, s ez az elválás összeesett a világos csíkokkal.

Végül még egy kísérletről számolhatunk be. *Hermann* és *Pröpstl* az előző kísérleti teleppel hasonló felépítésű akkumulátorral 100 ciklusból álló töltési és kisütési sorozatot hajtott végre, amelynek végeredménye a 3. táblázatban látható.

Ebben a kísérletben ismét az 1.és a 3. elem pozitív hatóanyagában találtak nagy mennyiségű antimont, még pedig kb. oly mérvben, mint az előző kísérletben, viszont a negatív hatóanyagban csak kisebb mennyiségű antimon volt. Ez a jelenség avval magyarázható, hogy itt nem tartós töltés, hanem ciklikus töltési és kisütési sorozattal állunk szemben. Éppen ezért feltételezhető, hogy a negatív hatóanyag felületére levált antimon a kisütések alatt ismét visszavándorol az elektrolitba. A telep kénsav elektrolitja és közszigetelői ezen kísérlet után csak minimális antimon mennyiséget tartalmaztak.

Összefoglalva: az ismertetett kutatási módszer a radioizotópok békés célokra való felhasználásának újabb lehetőségét tárja fel. Az elért eredmények és a vizsgálati módszer joggal keltheti fel mindazoknak az érdeklődését, akik az akkumulátoripar és akkumulátor kutatás területén működ-

nek. Véleményünk szerint ez a módszer az ólomötvözetek és hatóanyag technológiai hibáinak felderítéséhez, valamint egyéb eddig meg nem fejtett akkumulátor problémák megoldásában előnyösen lesz felhasználható.

IRODALOM

[1] *Strasser* és *Gahl:* Zeitschrift für Elektrochemie 7, 116, (1900).

[2] *J. T. Crennel* és *Milligan:* Trans. Faraday Soc. 68, 293, (1931).

[3] *H. E. Harnig* és *U. B. Thomas:* Transaction Electroch. Soc. 68, 293 (1935).

[4] *Pesty L.:* Akkumulátor Kézikönyv II. K. 303. o.

[5] *W. Hermann* und *G. Prpöstl:* Versuche über die Antimonverteilung im Bleiakkumulatoren, Zeitschrift für Elektrochemie 61, 1154 (1958). 9. sz.

[6] *Gmelin:* System No 18. Antimon Teil B 2 S. 191. 8. Aufl. 1949. .

A Dunai Vasmű ércdarabosító berendezésének anyagvizsgálati tapasztalatai

PŐCZE LÁSZLÓ és KESZTYÜS KÁROLY

D. K.: 621.798 : 6201·

Опыты по исследованию материалов на сталинварошской аглофабрике.

Materialprüfungserfahrungen in der Sinter-Anlage der Dunai-Vasmű

Material testing experiences gained in the sintering plant of Dunai-Vasmű

A vas- és acéltermelés rohamos fokozódása következtében növekedő ércfelhasználás az utóbbi évtizedekben odavezetett, hogy a szállítóeszközökkel könnyen megközelíthető vasérctelepek a világ kellő vastartalmú darabos vasércszükségletét már nem tudják maradék nélkül kielégíteni. Ezért szükségessé vált a gyengébb minőségű, vasban szegényebb és apró szemcséjű ércek felhasználása is.

A törekvés már a századforduló után arra irányult, hogy a poralakú, gyenge minőségű eddig felhasználatlan, hulladékként kezelt vashordozók és ércek gazdaságos kohósítását is megoldja. Ez a törekvés a fejlődés folyamán odajutott, hogy ma már igen nagy mennyiségű, apró szemű, vastartalmú hulladékot dolgoznak fel gazdaságos kohósításra alkalmas alapanyaggá. Így a Dunai Vasműben is két nagyolvasztót tudunk ellátni darabosított ércel. Az ércdarabosítás technológiájának fejlődésével ma már felhasználjuk a kohói szállóport, a kénsavgyártás melléktermékét a piritpörköt, s újabban a timföldgyártás melléktermékét a vörösiszapot is. Ezeknek, valamint a mészkő- dolomit- és kokszpornak átlagos összetételét az 1. táblázatban adjuk meg.

Ezek a vashordozók általában vasban szegényebbek, mint a kohósításra használatos érctféleségek, azonban a mi viszonyaink között jelentősek a nagyobb részt külföldről hozott érc pótlása céljából.

A darabosítómű részletes leírása a Kohászati Lapok 1957. 8. sz.-ban található.

Mintavétel és előkészítés

A darabosított érc kohósításakor kialakult technológia minőségi követelményeket támaszt a darabosított ércel szemben, éspedig: a megfelelő szilárdságot, kellő kémiai összetételt és jó redukálhatóságot. Ezért a darabosítást minden fázisában a kohósításkor kialakult technológia követelményeinek megfelelően kell irányítani. Ez megkívánja mind a feladott elegy, mind a késztermék gondos ellenőrzését. A minőségi ellenőrzés alapja a jó átlagos mintavétel és a mintának legkorszerűbb előkészítése.

A kiinduló anyagokból (szállópor, piritpörk, vörösércpor, dolomit, kokszpor) a mintát az elegy összeállításkor a tányéros adagolókról vesszük. A minta mennyisége kb. 1 ezrelék. Mivel ezek közel azonos szemcseméretűek, jó átlagminta készíthető belőlük. Az óránként kivett mintákat a műszak végén többszöri átlapátolással átlagosítjuk és negyedeléssel mindaddig csökkentjük, amíg a kívánt mennyiséget (1 kg-ot) elérjük. Szárítás után tovább csökkentjük, s ½ kg-ot tányéros dörzsmalomban a kívánt szemcseméretre (0,20

1. táblázat

Különféle darabosításra kerülő anyagok összetétele

Megnevezés	Kémiai összetétel %									
	Nedv.	SiO_2	CaO	MgO	Fe	C	S	Hátr.	Hamu	Éghető
Piritpörk.	8—16	18—24			40—55		2—6			
Szállópor	8—12	14—20	2— 5	0,5—2	40—50	5—7				
Szállópor[1]	4—8	14—18	6— 9	2—4	26—34	16—24				
Mészkőpor ...	0,5—1,5		52—54	0,3—0,9				1,5—3,5		
Dolomitpor ..	2—4		28—32	19—21				2—4		
Kokszpor.....	12—16								18—23	60—70
Visszatérti ...		17—22	3— 5	1,5—2,5	40—46	2—4	0,3—0,9			

[1]Darabosított ércel táplált nagyolvasztó szállópora

mm-re) porítjuk. Ebből veszünk kémiai elemzésre (100 g) mintát.

A darabosított érceből a mintavételt megnehezíti a különböző szemcseméret (10—250 mm) és a nagy hőmérséklet (250—500 C°). Különböző szemcseméretű anyagnak a vegyi összetétele is eltérő. Ahhoz, hogy jó átlagmintát készítsünk, a darabos anyagból arányos szemcse-eloszlással legalább három ezreléket kell mintának kivenni. Ezt átlagosítani, őrölni és mindaddig csökkenteni kell, amíg a kívánt szemcseméretet és mennyiséget elérjük. Ez azt jelenti, hogy műszakonként több tonna forró anyagot kell mozgatni és feldolgozni, amit célszerűen csak a rendszerbe beépített automatikus mintavevő, hűtő, törő és átlagoló berendezéssel lehetne elvégezni. Sajnos az általános tapasztalat, hogy az anyagvizsgálati kérdéseket a létesítmények tervezésében még mindíg nem veszik kellő figyelembe. A kohászatban, ahol nagy mennyiségű anyagot kell mozgatni, a jó eredmények szolgáltatása érdekében különösen figyelembe kellene ezt venni.

Üzemünkben a mintavételt és a szállítást kézi erővel, a feldolgozást gépi erővel (pofástörővel, hengermalommal, tányéros dörzscsészével) végezzük. Kocsinként 5—7 kg darabos mintát veszünk ki. Az összegyült 50—60 kg mintát 4 óránként átlagoljuk. Ezt 20—50 mm-ig durván összetörjük, jól elkeverjük és negyedeljük. Negyedelés után pofástörőn 10 mm alá törjük, elkeverjük és csökkentjük. Ezután hengeres malomban 3 mm alá finomítjuk, átlagoljuk és 1 kg-ig lecsökkentjük. Ebből 250 g-ot kiveszünk és tányéros dörzscsészében a kívánt finomságra (0,14 mm-re) porítjuk. Az így elkészített és átszitált mintából 100 g-ot adunk be vegyelemzésre a laboratóriumba.

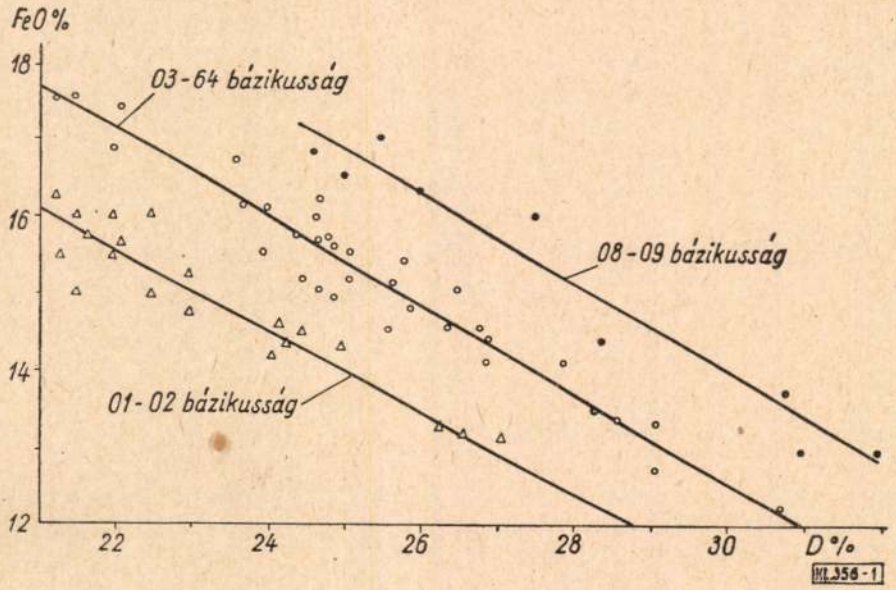
A darabosított érc fizikai vizsgálata

A fizikai vizsgálathoz kb. 80—120 mm nagyságú darabosított ércet veszünk ki. A kézzel kivett mintadarabokból kb. 20 kg-ot egy 100 cm átmérőjű, 50 cm hosszúságú, 3 db 25 cm-es ütköző lappal ellátott forgóhengerbe (dobba) rakjuk. A dobot 4 percig 25 fordulat/perc sebességgel forgatjuk. 100 fordulat után az anyagot kivesszük és kézi szitával osztályozzuk. A 40, 15, 10, 5 mm-es szitán fennmaradt frakciókat külön-külön leméríjük. A 0—5 mm közötti frakció százalékos mennyiségével jelöljük az illető darabosított érc szilárdságát.

A szilárdságot több tényező befolyásolja:

a) Növeli a szilárdságot az FeO tartalom, azaz az ebből képződő vasszilikát,

b) Csökkenti a szilárdságot a bázikus elegyrész. A bázikusság (CaO/SiO_2 viszony) növelésével inkább $CaSiO_3$-ok képződnek, amelynek kötőképessége kisebb, mint a vasszilikátoké. Továbbá zárványos CaO szemcsék is maradnak a darabban és ezek csökkentik a szerkezet szilárdságát.



1. ábra. FeO tartalom és a dobszilárdság összefüggése

A tapasztalat azt mutatta, hogy bázikusabb keverékből nagyobb FeO tartalommal érhető el az a szilárdság, amit egyébként kevésbé bázikus darabosított ércből már alacsonyabb FeO tartalommal kapunk.

Ezek a tényezők egyértelműen befolyásolják a szilárdságot, azonban döntő szerepet játszik még a darabosított érc lehűlési sebessége. Ha gyorsan hűtjük le, akkor nincs ideje a meglágyult anyagnak, hogy az üveges állapotot felvegye és így mikrorepedések keletkeznek a szerkezetben. Így az első mechanikai behatásra az anyag könnyen szétesik. Lassú és egyenletes lehűtéskor szerkezeti mikrorepedések nem keletkeznek számottevő mértékben és így az érc szilárdabb.

A kiinduló alapanyagok szemcseméretei hasonlóképpen befolyásolják a szilárdságot, valamint a kémiai összetételt. Az adott hőmérsékleten a nagyobb szemcséknek csak az élei, csúcsai lágyulnak meg, míg a kisebb szemcsék jórészt meg is olvadnak. Ez az olvadék mintegy beburkolja a szemcséket és ezáltal megóvja a további redukciótól, illetve oxidációtól. Így kisebb FeO tartalom

Az összetétel és a dobszilárdság

Szemcseméret, (mm)	Szitaelemzés, %								
	>5	3—5	1,4—3	1,0—1,4	0,63—1,0	0,32—0,63	0,20—0,32	0,10—0,20	0,06—0,10
Krivoj-Rog-i vörösérc	34,30	6,70	<3 60,00						
Szállópor h.									
Szállópor k.									
Piritpörk	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Krivoj-Rog-i vörösérc	43,50	8,10	<3 48,40						
			>1,4						
Szállópor h.			3,06	1,32	4,26	15,90	15,00	22,20	26,80
Szállópor k.			0,47	0,63	4,04	16,60	20,00	28,80	23,40
			>1,4						
Piritpörk			9,30	2,50	5,30	10,00	8,80	24,00	31,80
Krivoj-Rog-i vörösérc	48,00	7,00	<3 45,00						
			>1,4						
Szállópor h.			1,68	1,52	4,05	14,95	15,80	26,90	27,40
Szállópor k.			—	0,09	0,89	10,20	16,02	29,70	33,60
			>1,4						
Piritpörk			14,00	3,70	7,90	12,60	9,90	18,50	25,60
Krivoj-Rog-i vörösérc	53,80	5,20	8,50	3,80	6,00	7,20	4,35	5,20	3,60
			>1,4						
Szállópor h.			1,60	1,60	6,50	28,40	18,60	21,70	18,80
Szállópor k.			0,22	0,17	1,75	15,25	19,40	30,20	26,85
			<1,4						
Piritpörk			18,85	3,10	5,30	9,40	9,90	21,10	25,30

D_t = talált dobszilárdság, D_{sz} = számított dobszilárdság.

érhető el ugyanazon kokszfelhasználással, mint egyébként kisebb szemcseméretttel.

Ha az elegyben 5 mm-nél nagyobb szemcseméret növekvő %-os arányban fordul elő, az átégéskor ezek jobbára érintetlenül maradnak. A dobszilárdság vizsgálatakor sem törnek össze, az 5 mm-es szitán fennmaradnak és így csökken a 0—5 mm közötti frakció, ami látszólag szilárdságnövekedést okoz. A darabosított érc ilyenkor mégis lazább szerkezetű, mint amikor 5 mm-nél kisebb szemcseméretű részecskéket nagyobb százalékban tartalmaz. Ez azt jelenti, hogy kisebb FeO tartalom mellett érhető el az a szilárdság, mint egyébként. A szilárdsági adatok szórási értéke ezeknek tulajdonítható (2. táblázat).

A táblázatban feltüntetett számított dobszilárdsági értékek az 5 mm-nél nagyobb szemcséket csak 35%-ig tartalmazó elegyből kapott darabosított érc FeO tartalom — dobszilárdság összefüggéséből számíthatók (1. ábra).

Kémiai vizsgálat

A vizsgálati módszereinket a gyors adatszolgáltatás miatt úgy választottuk meg, hogy a gyorsaság mellett a pontosság is kielégítő legyen. A gyors adatszolgáltatás egyrészt a késztermék azonnali felhasználása, másrészt az üzem ellenőrzése miatt szükséges. Ezért a darabosított ércet és egyes jellemző alkotóit gyors elemzési módszerekkel vizsgáljuk.

Ezek az alkotók: SiO_2, CaO, MgO, Fe, FeO, C, S, Mn. Meghatározásukat 4 óránkénti átlagmintából végezzük. A többi alkotót, amelyek kevésbé fontosak: Al_2O_3, Cu, Zn, Pb 24 órai, illetve havi átlagból vizsgáljuk.

Az alapanyagokat (elegyalkotók) 8 órai átlag mintából a következő összetevőkre vizsgáljuk:

szállópor: SiO_2, Fe, C, piritpörk SiO_2, Fe, S,
vörösérc: SiO_2, Fe, visszatérő Fe, C, S, mészkő,
dolomit hátralék: CaO, MgO.

Egyes alkotók vizsgálati módszerei

Az elegyalkotókból a SiO_2 meghatározását a közismert klasszikus gravimetriás módszerrel végezzük. Az elemzési idő 4 óra.

Az összes Fe meghatározást az ismert Zimmermann—Reinhardt-módszerrel végezzük annyi változással, hogy az oldást a szilikátos kötések megbontása végett 0,2—0,3 g NaF hozzáadásával elősegítjük. Az eredmény így gyorsan kb. 40 perc alatt és kielégítő pontossággal határozható meg.

A karbon meghatározásra jelen esetben inkább a kevésbé pontos, de gyors térfogatmérésen alapuló meghatározást kellett választani, mint a lassúbb, de pontos gravimetriás módszert. Mivel a vizsgálandó alapanyagunk a szállópor, az elegy és a visszatérti anyag karbontartalma 0,10—0,20 %-ig változik, a Ströhlein-készülék bürettáját meg kellett nagyobbítani. A bemérést ugyanis nem csökkenthetjük 0,20 g alá, mert akkor a bemméréssel elkövetett hiba jelentősen befolyásolhatja az eredményt.

Az égetéssel a mészkő, valamint a dolomit termikus bomlást szenved s így a keletkező CO_2-t

összefüggésének adatai 2. táblázat

A darabosított érc összetétele és dobszilárdsága, %										
0,06	SiO_2	CaO	MgO	Fe	FeO	Fe_2O_3	C	S	D_t	D_{sz}
—	17,55	4,82	2,78	50,16	16,10	53,55	0,15	0,115	24,00	24,0
11,46 6,06 8,30	18,60	5,46	2,90	47,60	14,40	52,00	0,14	0,104	25,40	26,7
7,70 9,50 7,80	19,40	5,15	3,00	48,00	14,56	52,50	0,15	0,080	25,60	26,5
2,00 2,60 6,20 6,90	19,20	6,10	3,30	46,70	13,10	52,10	0,15	0,088	25,70	29,0

s mint karbont mérjük. Ez főként a nyers keverékre számottevő, mert a szállóporokban és a visszatérőben a kalcium inkább oxid, mint karbonát alakban van. Ha az 5—20% karbont tartalmazó szállóporban a jelenlévő 3—5% CaO, mind $CaCO_3$ alakban van jelen (maximális feltétel!), úgy a térfogatosan meghatározott összes karbontartalmat 0,6—1,00%-kal növeli. A kapott 15% karbon helyett tehát csak 14,40, ill. 14,0% a hasznos karbontartalom. A szállóporok CO_2 tartalma közel állandó (2—3%) s így az elkövetett hiba állandóan egy irányú és nem követünk el nagy hibát, amikor a karbonátok széntartalmát is hozzávesszük a hasznos karbontartalomhoz.

A nyers elegyben már számottevő a karbonátok széntartalma, mivel ebbe csak különböző mennyiségben friss $CaCO_3$-ot és $MgCO_3$-ot adagolunk. A módszeren itt annyit módosítunk, hogy az elegy CaO + MgO tartalmából kiszámítjuk a hozzá tartozó karbon mennyiségét és ezt levonjuk a méréskor kapott összes karbontartalomból.

$$C = C_m - (0{,}2130\,\text{CaO}\% + 0{,}2993\,\text{MgO}\%)$$

ahol a C a hasznos karbonszázalék, C_m a Ströhleinben kapott karbonszázalék.

A készüléket ismert karbontartalmú anyaggal ellenőrizzük.

A kénmeghatározást égetéses módszerrel végezzük, mivel a gravimetriás meghatározás nagyon hosszadalmas volna.

A piritpörk kéntartalma pontosan meghatározható, mivel itt a kén sulfidos kötésben van jelen. A darabosított érceben a kiégés folyamán az anyag oxidációs övön halad át, így a megmaradt kén oxidálódik és a szulfid kén szulfát kénné alakul és a jelenlévő alkáli földfémekkel $CaSO_4$-ot, és $MgSO_4$-ot képez. Ezek állandó vegyületek. Azonban 1250—1300 C°-on oxigén áramban való hevítéskor ezek is megbomlanak s a kén kiesése közel teljes lesz. Ezzel a módszerrel kapott eredmények tehát nem abszolút értékek, de mivel a darabosított érc kéntartalma igen kevés (0,010—0,100%) ez a pontosság is kielégítő.

A darabosított érc vizsgálatát megnehezíti az átégés alkalmával keletkező savban oldhatatlan szilikátok jelenléte. A darabosított ércet tehát egyszerű oldással nem lehet oldatba vinni, hanem fel kell tárni. Megnedvesített szűrőpapírra óvatosan rászórunk pontosan 1 g finomra (0,14) elporított darabosított ércmintát. Gondosan összehajtjuk és ezüsttégelybe helyezzük, amelybe már előre 4—5 g NaOH-t megömlesztettünk. Erre még teszünk kb. 2—3 g NaOH-t és gyenge lángon feltárjuk. Az erős habzás megszűnése után a lángot erősítjük és kb. 10 percig még ezen a hőfokon (650—700 C°) tartjuk. Lehűlés után a feltárt anyagot 1%-os HCl-es vízzel feloldjuk, savanyítjuk, majd törzsoldatot készítünk. Ebből a törzsoldatból határozzuk meg az egyes alkotókat (SiO_2, CaO, MgO).

A SiO_2 meghatározáshoz kipipettázunk 10—20 mg SiO_2-nek megfelelő aliquot részt. Megsavanyítjuk 10 ml cc HNO_3 és 10 ml cc HCl-lel és NH_4F-et adunk hozzá. Mágneses keverőn 1 percig keverjük, majd kristályos KNO_3-mal telítjük az oldatot, aminek következtében K_2SiF_6 képződik. Ez savanyú közegben csapadék alakjában kiválik és

leszűrjük. A csapadékot KNO_3-mal telített 10%-os alkoholos mosóvízzel gondosan semlegesre mossuk. Ezután forró desztillált vízben a K_2SiF_6-ot hidrolizáljuk és a felszabaduló HF-ot NaOH mérőoldattal megtitráljuk. Az eredmény 40 perc alatt megadható.

A CaO, MgO meghatározásra a törzsoldatból kipipettázunk 4—6 mg-nak megfelelő aliquot részt. Ezt kb. 200 ml-re hígítjuk s leválasztjuk az R_2O_3-at. Törzsoldatot készítünk és a csapadéktól megszűrt oldatból (murexid indikátor jelenlétében) a Ca-t s Mg-t ismert módon komplexon III-mal megtitráljuk.

A végpont észlelést zavarja a nappali s éjszakai megvilágítás különbözősége. Célszerű mindig ugyanazt a megvilágítási körülményt biztosítani. Ezért egy zárt kamrában közel homogén fényt állítunk elő és azt bocsátjuk át a titrálandó oldaton. A keverést egy vibrációs elven működő keverővel oldottuk meg. Az eredmény 1 óra alatt megadható.

A Fe_{II}-t külön 1 g-os bemérésből határozzuk meg. A HCl-es oldást NaF-el segítjük elő. A levegő oxidáló hatásától az oldatot CO_2 atmoszférával védjük. A titrálást Zimmermann—Reinhardt szerint végezzük. Ez a meghatározás nagyon pontos és megbízható. A darabosított ércet annak FeO tartalma alapján minősítjük, s ezért az eredményt gyorsan és pontosan kell megadni. A meghatározás 30 percet vesz igénybe.

A Mn-t kissé módosított Procter—Smith-módszerrel határozzuk meg. Mivel a darabosított érc nehezen oldódik, előbb NaF jelenlétében HCl-lel oldjuk, majd beszáradás előtt 1 : 1 hígítású H_2SO_4-et adunk hozzá a klór elűzése végett. Az oldatot kénsav füstig bepároljuk, majd kihűtve felhígítjuk és a továbbiakban már az ismert módon járunk el. Az eredmény 2 óra alatt megadható.

C-t, a S-t az előbbiekben említett módon határozzuk meg. Az eredmény 10 perc alatt megadható.

A darabosított érc gyors vegyvizsgálatának eredményét SiO_2, CaO, MgO, összes Fe, FeO, C, S, Mn-re 110—120 perc alatt lehet szolgáltatni.

A ritkább, fontosabb alkotókat (Cu, Zn) 24 órai átlagmintából vizsgáljuk, polarográfiás módszerrel.

A finomra elporított mintából 0,5 g-ot sósavban feloldunk, HNO_3-mal oxidálunk. Vízzel felhígítjuk és NH_4OH-val leválasztjuk az R_2O_3-at. Az oldatot 100 ml-es mérőlombikba visszük és jelig töltjük. Csapadékos oldatból kiszűrünk egy bizonyos mennyiséget, ebből 10 ml-t a meghatározáshoz kipipettázunk, ez az oldatmennyiség kb. 0,05—0,2 mg várható réznek feleljen meg. Zselatinos Na_2SO_4 és Na_2SO_3, valamint NH_4Cl-NH_4OH-s puffer hozzáadása után polarografáljuk. A felvett polarogramot ismert koncentrációjú rézoldatból kapott görbe segítségével értékeljük ki. A meghatározás nagyon pontos és érzékeny.

A Zn-et ugyanabból az oldatból ugyancsak polarográffal határozzuk meg.

A darabosítómű anyagvizsgálati módszerei két évi üzem alatt alakultak ki. Az irodalomban sajnos alig találni valamit a darabosított ércek vizsgálatáról. A közölt eljárásokat eddigi tapasztalataink alapján dolgoztuk ki, más üzemek módszereiről nem értesültünk.

Az anyagvizsgálatunk a jelenlegi üzemi technológia miatt sajnos csak regisztráló eredményeket ad. Csak részben nyújt olyan adatokat, melyek a gyártandó darabosított anyag minőségét előre meghatározzák. Ennek nem az anyagvizsgálati eljárások lassúsága, vagy pontatlansága az oka, hanem az üzemi technológia. Az üzemi vizsgálatok alkalmasak arra, hogy rövid időn belül eredményt adjanak. Ha a bunkerek töltése és ürítése kellő ütemességben történne, az elemzés biztosítani tudná, természetesen megfelelő gépesített mintavételezési módszer mellett, hogy a keverődobba kerülő elegyanyag pontos összetétele a felhasználás idejére már ismert legyen.

A késztermék összetételét s fizikai tulajdonságait a rendszerbe beépített, gépesített, s jól megszervezett mintaszedési rendszer segítségével rövid időközökre, valamint nagyobb átlagokra is a közölt vizsgálati módszerekkel gyorsan biztosíthatjuk. Általában ma már az a helyzet a kohászati elemző munka területén, hogy maguk a kémiai eljárások sokkal rövidebbek, mint a próba vétele s előkészítése. A további fejlődés folyamán feltétlenül a gépesített, s lehetőleg automatizált próbavételt, s gépesített előkészítést kell megvalósítani.

EGYESÜLETI HÍR

Az Elnökség 1959. január 16-án ülést tartott.

Az ülésen Szász József Öntödei Szakosztály elnöke beszámolt az ÖNTÖDEI NAPOK előkészítéséről, melyet az elnökség tudomásul vett s elhatározta, hogy a szükséges költségkeretet biztosítja. Az elnökség felkérte az Öntödei Egyesületek Nemzetközi Bizottságának tagjait, hogy nyújtsanak segítséget az Öntödei Szakosztálynak abban, hogy az Öntödei Napok rendezvényeinek színvonala mind tartalmában, mind lefolyásában méltó legyen az Egyesületünkhöz.

Az Elnökség elhatározta, hogy soron következő választmányi ülését február 6-ára hívja össze.

MARTINOVICH ERNŐ

okl. kohómérnök, a Kohászat kiváló dolgozója, a KGMTI szaktanácsadója 1959. év január 24-én 63 éves korában rövid szenvedés után meghalt.

A bibliográfiai hivatkozások pontosságáról

Motto: *Dubito, ergo sum*

Néhány évvel ezelőtt valamilyen jelentéktelen, de eléggé fájdalmas betegséggel egyik klinikából a másikba utaltak át. Leleteimet vittem magammal. Nagyon elcsodálkoztam tehát, amikor az orvos ragaszkodott ahhoz, hogy az egyszerű rutinvizsgálatokat sajátkezűleg végezze el. Nem bízott más eredményeiben, ellenőrizni kívánta azokat.

Nagyon örültem annak — mint könyvtáros —, hogy ilyen kételkedő, igazi kutató elmével találkoztam. A szakmai kételkedést azonban természetesen nem helyes túlzásba vinni, de az adatok ellenőrzése helyénvaló és szükséges. A szakcikkek bibliográfiai hivatkozásaival kapcsolatban csak arra szeretnék rámutatni, hogy nem helyes az, ha cikkünkben olyan irodalomra is hivatkozunk, amelyet magunk nem olvastunk el. A felhasznált irodalomban közölt bibliográfiai hivatkozások *szolgai átvétele, egyszerű kimásolása zavart okoz, mert ez legtöbbször téves adatokra vezet.* Az ilyen téves adatok azután jogosan megrendíthetik az egész — egyébként tudományos vagy gyakorlati szempontból megfelelő — tanulmányba vetett bizalmat. Ha az irodalmi hivatkozást sem tudja helyesen megadni a cikk szerzője, akkor hogyan lehet hinni elméleti fejtegetéseinek logikájában, vizsgálati adatainak pontosságában? — vetődik fel önkéntelenül a kérdés a témával foglalkozó és tanulni vágyó szakemberben.

Nagyon furcsán hat az, amikor a szerző olyan forrásmunkára hivatkozik, amely soha a kezébe sem kerülhetett, mert az országban a nevezett mű fel sem lelhető. Ilyen esetben mindig az derül ki, hogy átvett hivatkozásról van szó, amely a nagyon gyakori sajtóhibák miatt nem is azonosítható az eredeti művel, és a hivatkozott forrásmunka az adatok pontatlansága miatt még külföldről sem szerezhető be. Ez kétségkívül rontja a tudományos színvonalra igényt tartó munka hitelét.

Nem szégyen bevallani azt, hogy a közölt megállapítást mely könyv hányadik oldalán olvasta a szerző és azt, hogy ez a könyv egy bizonyos, nálunk fel nem lelhető munkára hivatkozik. Ez így pontos, becsületes, és így nevelő hatású.

Szakembereinknek nem szabad elfelejteniök, hogy nemcsak azért írnak tanulmányokat, hogy saját tudományos hírnevüket öregbítsék, hanem azért is, hogy ezzel tanítsanak, neveljenek. Hogy a tudományos munka nálunk nem csupán néhány kiválasztott privilégiuma, azt azzal bizonyíthatjuk, hogy nem zárjuk el a továbbtanulás útját az elől, aki a témával mélyebben akar foglalkozni. A pontatlan, ködösítő irodalmi hivatkozást talán indokolni lehet olyan társadalmi rendszerben, ahol mindenki félti nagy nehezen kiharcolt pozícióját, tudományos hírnevét. „Némely tudósnak, tudod, szokása homályosan írni és beszélni, azon okbul, hogy meg nem értethetvén, annál inkább csudáltassék. Ha eleitől fogva a bölcsek magokat a dolgokba mindnyájan tisztán magyarázták volna, sokkal több ésszel birnánk már, de úgy vélekedtek, hogyha nagyon kimondják értelmeket, majd mindentül megértetnek, s nem fognak annyira csudáltatni" — írja Bessenyei György Holmi c. munkájában (1779-ben) [1], [2].

A ködösítés nálunk ma megbocsáthatatlan. A mi kötelességünk az, hogy minden eredményt a lehető legtisztábban adjunk át az utánunk következő nemzedéknek, hogy az utánunk következők a mi — nagy fáradsággal és erőfeszítéssel megszerzett — tudásunkat alapul felhasználva egy lépéssel előbbre juthassanak.

Ezt az előbbre jutást, ha úgy tetszik műszaki fejlődést könnyíti meg a tanulmányokhoz felhasznált forrásmunkák pontos megjelölése. Rá kell vezetni az olvasót arra, hogy hogyan kell valamilyen műszaki problémával foglalkozni, hogyan tudja más szerzők véleményét, megállapításait saját munkájában hasznosítani.

Ez a tartalma nagy vonalakban a bibliográfiai hivatkozásnak. A lényeg tehát az, hogy *hivatkozásunk pontos, egyszerű és áttekinthető legyen.* Ezt sem szabad azonban túlzásba vinni, mert egy-egy mű azonosításához bizonyos számú adatra szükség van. Folyóiratcikkre például nem elég megadni az évet és az oldalszámot, hanem meg kell adni a kötet számát is, mert ha az évszám téves, a cikk már nehezen azonosítható. Több adat megadásával megkönnyítjük az irodalom felkutatását. Elvileg a hivatkozást mindig az eredeti nyelven kell megadni, hiszen így tájékoztatjuk az olvasót arról, hogy a forrásmunkához milyen nyelven tud hozzáférni. Ha magyar fordítás készült a munkáról, azt a hivatkozásban helyes feltüntetni, hiszen nálunk bevezették a műszaki fordítások nyilvántartásának rendszerét, úgyhogy minden fordítás díjtalanul megtekinthető az Országos Műszaki Könyvtárban, vagy pedig csekély térítés ellenében be is szerezhető. Ez nagy segítséget jelent szakembereinknek, mert sok érdeklődőt elrettent a búvárkodástól az idegen nyelvek hiányos ismerete.

Az elmondottak két pontban foglalhatók össze:

1. *Csak olyan forrásmunkára hivatkozzunk tanulmányainkban, amelyet magunk is olvastunk. Más szerzők bibliográfiai hivatkozásait ellenőrzés nélkül ne vegyük át.*

2. *Hivatkozásunk legyen egyszerű, áttekinthető, de feltétlenül tartalmazza az azonosításhoz szükséges adatokat.* Sohase tévesszük szem elől, hogy munkánk célja a nevelés, az ismeretterjesztés, tudásunk továbbadása.

A vázolt problémák nem újkeletűek és mégis úgyszólván minden szakmában és minden országban fejtörést okoznak [3].

E rövid fejtegetésben csupán a könyvtári munka során hosszú évek alatt szerzett tapasztalataimat próbáltam összefoglalni. Az irodalmi hivatkozások összeállításának — a bibliográfiák készítésének — módszertanával több kiváló tanulmány foglalkozik. Ezekre nem kívántam kitérni, mivel a bibliográfiák készítése nem a műszaki cikkek íróinak feladata, hanem a könyvtártudománynak egyik sok türelmet, rendszerező és osztályozó készséget igénylő szakterülete.

IRODALOM

[1] Műszaki Nyelvőr, 2. évf. 3. sz. [1956] 3. p.
[2] A magyar irodalom története 1849-ig. Bp. Bibliotheca. 1957. 206—214. p.

Példa irodalmi hivatkozásra:

[3] *Steinecke, Volkmar:* Mathematisch-statistische Auswertung von Hochofen-Kennwerten. [Nagyolvasztók jellemzőinek matematikai-statisztikai kiértékelése.]

Stahl und Eisen, 78. évf. 18. sz., 1958 szept. 4. 1229—1235. p.

Elemezzük ezt a három hivatkozást.

[1] A Műszaki Nyelvőr időszaki kiadvány. A Széchényi Könyvtár központi címjegyzéke felvilágosítást tud adni arról, hogy valamely könyv vagy folyóirat melyik nagyobb könyvtárban található meg (telefonja: 135-420). A szögletes zárójel azt jelenti, hogy ez az évszám magán a kiadványon nem lelhető fel. A 3. p. azt mondja, hogy a hivatkozás csupán a 3. oldalra vonatkozik. — Mivel Bessenyei munkáját eredetiben nem olvastam, ezért csupán arra a helyre hivatkozom, ahonnan a fenti idézetet vettem.

[2] Ez a hivatkozás könyvet idéz. Folyóiratra hivatkozáskor rendszerint nem adjuk meg a kiadót, míg könyvre való hivatkozáskor fontos a kiadás helyé-

nek, évének és célszerű magának a kiadónak a feltüntetése is. Itt az oldaltól oldalig hivatkozás szintén azt jelenti, hogy az érdeklődőnek nem kell az egész könyvet végigolvasnia, hanem csupán a feltüntetett oldalakat. Előfordul, hogy a teljes műre utalnak a szerzők ; ebben az esetben a mű egész terjedelmét kell megadni, pl. jelen esetben így : 492 p. (ekkor az oldalszám után nem teszünk pontot!).

[3] Ez a folyóiratcikk csupán német nyelven hozzáférhető, s a zárójelben levő magyar cím csak segítség kíván lenni a cikk címének megértéséhez. — Ha viszont valamely hivatkozásban a magyar címet írjuk előre, ez azt jelenti, hogy a mű magyar nyelven is megtalálható. Ekkor is közölhetjük zárójelben az idegen címet, amely ebben az esetben csupán azt mondja meg, hogy milyen nyelven íródott eredetileg a tanulmány, ezenkívül természetesen nyelvtanuláshoz, a szakkifejezések helyes fordításának elsajátításához is felhasználható.

Kalmár Andorné

Könyvismertetés

J. A. Nyickevics : **Hőenergiagazdálkodás vaskohászati üzemekben.** (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.)

A vaskohászat egyike a legnagyobb energiafogyasztó iparágaknak. A vaskohászat teljes fogyasztásának a primér energia felhasználás csak a kisebb része, nagy részét másodlagos és hulladékenergiákból nyerik. Ezért van különös fontossága a hőenergiagazdálkodásnak a vaskohászat területén. A könyv kiadásának fontosságát és időszerűségét az előbbiek mellett még az is aláhúzza, hogy hazánk aránylag energiaszegény ország. Az elérhető energiamegtakarítások tehát azontúl, hogy vaskohászatunk önköltségét csökkentik, egyben szén- és olajkincsünket is kímélik.

A könyv felöleli a vaskohászat hőenergiagazdálkodásának egész területét. Nemcsak az igen fejlett szovjet kohászati ipar, hanem egyéb külföld eredményeit is összefoglalja, értékeli.

Az alábbiakban megkíséreljük az igen nagy anyagot összefoglalóan ismertetni.

A könyv első része (15—46. old.) összefoglaló névvel „belső energiaforrások" név alatt felsorolja *másodlagos és hulladékhőenergiaforrásokat* és azoknak elosztását, ismerteti mérlegeit. Másodlagos energiaforrások között tárgyalja a torokgázt, kamragázt, széndúsítási és kokszolási melléktermékeket. Hulladékenergiaforrások még a kemencékből távozó füstgázokból és a kemencék hűtéséből nyerhető hőmennyiségek is. Ezeknek az energiaforrásoknak részletes, sok számadattal megalapozott ismertetése után az első rész a torokgáz és kamragáz elosztásával, a kamragázhiány pótlásának módszereivel foglalkozik.

A második rész (47—84. old.) a *kokszolóművek* hőmérlegének ismertetése után teljes egészében a száraz kokszoltás kérdését tárgyalja szovjet és egyéb külföldi tapasztalatok alapján. A kérdés nagy népgazdasági jelentőségű (a vaskohászaton túl minden kokszolóművet érint) és remélhető, hogy a könyvben található alapos és részletes gyakorlati értékelés majd a hazai megvalósítást is lehetővé teszi.

A harmadik rész (85—211. old.) a *nyersvasgyártás* hőenergiagazdálkodásával foglalkozik. Tárgyalja elsősorban a nyersvasgyártás teljesítményfokozásának energiaproblémáit. Részletesen tárgyalja a toroknyomás fokozását, a torokgáz túlnyomásának hasznosítását, a fúvószél nedvesítését, a nagyobb fúvószél nyomáshoz szükséges fúvógépek kiválasztását, végül az oxigénnel dúsított fúvószél használatát, Ezek egytől-egyig hazánkban is időszerű kérdések, melyeknek energetikai vonatkozásai döntő fontosságúak.

A következő fejezetben a *nagyolvasztó fúvószél* regeneratív előmelegítésével foglalkozik. Igen sok elméleti megfontolással és gyakorlati tapasztalattal alátámasztott javaslatot ad a cowperek üzemének gazdaságosabbá tételére, teljesítményük fokozására. Külön fejezetben tárgyalja ezután a fúvószél tisztán rekuperatív rendszerű, majd vegyes rekuperatív-regeneratív rendszerű hevítésének lehetőségeit és tapasztalatait. Ezt követően a fúvószél kombinált sűrítésére és hevítésére javasolt megoldásokat ismerteti és értékeli. Végül a torokgázfelesleg hasznosításának szentel külön értékes fejezetet, melyben főleg a kiegyenlítő (puffer) rendszerű hasznosítás problémáival és megoldási módjaival foglalkozik.

A negyedik rész (213—369. old.) a *martinacélgyártás* energetikai kérdéseit tárgyalja. Elsősorban a martinkemence fajlagos tüzelőanyagfogyasztásának csökkentéséről ír. A kemence beállítása, az adagsúly növelése és az adagtartam csökkentése, az oxigénes martinacélgyártás, a tűztér hőmérséklet növelése, a kemence automatikus szabályozása, a hőveszteségek csökkentése, végül a szénpor-gáz vegyestüzelés mind szőnyegre kerül és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztásra való kihatásuk kiértékelhető.

Külön fejezetekben foglalkozik a szerző a martinkemencék füstgázhasznosítására a Szovjetunióban és egyéb külföldön kidolgozott és megvalósított megoldásokkal, elsősorban a füstgázkazánokkal. Részletesen tárgyalja a füstgázkazánok különféle típusait, azok megválasztásának szempontjait és szerkezetét. Igen értékes a füstgázkazánok üzemben tartásával és üzemi tapasztalataival foglalkozó fejezet is.

Nagy teret szentel a martinkemencék hűtési hőveszteségek (hűtővízhő) hasznosításának is. Tárgyalja a vízhűtés, illetve az elpárologtató (elgőzölögtető) hűtésre javasolt, vagy már használt hőhasznosítási megoldásokat.

Ugyancsak külön fejezetben foglalkozik szerző a martinhő-hasznosítás további tökéletesítésének lehetőségeivel.

Végül részletesen kitér a rekuperatív rendszerű acélgyártó kemencékre, ismertetve azok megoldásait és tapasztalatait.

Az ötödik rész a *hengerművek* hőenergia problémáit tárgyalja. Itt elsősorban a primer tüzelőanyagfogyasztásról, a tüzelőberendezésekről ír (gáz-, szén-, szénportüzelés). Hazai vonatkozásban külön figyelmet érdemelnek a lángnélküli és az injektoros gázégőkkel foglalkozó részek. Ezután a hengerművi kemencék füstgáz- és hűtővíz-hőveszteségeivel, ezek hasznosításának kérdéseivel, valamint a sugárzási hőveszteségek csökkentésével foglalkozik.

A következő fejezetek a különböző rendszerű és típusú *rekuperátorok* (öntöttvas tűs, kerámikus, acélcsöves, sugárzó, sugárzó-áramlásos) szerkezetét, jellemzőit és értékelését tárgyalja. Itt ki kell emelni a sugárzó, ill. sugárzó-áramlásos rekuperátorok igen kedvező tulajdonságait, melyek fokozott mértékű bevezetése nálunk igen kívánatos lenne.

Az értékes könyvet betűrendes tárgymutató zárja le, mely az igen nagy anyagban való tájékozódást megkönnyíti.

Minden egyes rész után kimerítő (szovjet és külföldi) irodalomfelsorolás könnyíti meg a részletekkel foglalkozni kívánóknak az irodalomban való tájékozódást. A könyvben 266 ábra és igen sok táblázat található. Ezek adatainak legnagyobb része hazai vonatkozásban újnak számít.

Reméljük, hogy nálunk, ahol az energiával való ésszerű gazdálkodás, sőt takarékosság sokkal sürgetőbb, mint a Szovjetunióban, ez a könyv nagy segítségére lesz kohász és energetikus szakembereinknek a külföldi tapasztalatok átvételében, majd azok továbbfejlesztésében is.

Vadas Zoltán

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: KUTAS ANDOR

A Dunai Vasmű IV. sz. martinkemencéjébe a Vaskohászati Kemenceépítő Vállalat saját tervezésű elgőzölögtető rendszerű hűtést épített be egy ajtókeret és egy vállgerenda hűtésére. A beépített kísérleti berendezés öt hónapos kemencekampányon át minden üzemzavar nélkül kifogástalanul dolgozott. A két hűtőelem ez idő alatt 1700 t hat ata-s ipari gőzt termelt.

A kedvező eredmények alapján még ez év végéig a IV. sz. Martin kemence valamennyi ajtókeretét és vállgerendáját elgőzölögtető hűtésre állítják át. Ugyanezen az elven a Dunai Vasmű többi, valamint fokozatosan valamennyi üzem martinkemencéjét 1960-ig a VKV át fogja építeni.

A külföldi vendégeknek bemutatott berendezés osztatlan elismerést hozott a VKV-nek s valószínű, hogy ezek alapján a hűtők exportálására is lesz lehetőség.

Hammer Ferenc

*

A Csepeli Fémmű a híradástechnikai alapanyaggyártást célzó fejlesztése során üzembehelyezte a francia Cameca cég által gyártott Spectro-Lecteur elnevezésű automata kiértékelővel felszerelt színképelemző készülékét, az ország első kvantométerét.

A készülék rendkívül gyorsan dolgozik és csaknem valamennyi fém- és ötvözet elemzésére alkalmas. Egy elem meghatározásához 15 másodperc szükséges. Az analízis 10 elemre a próba előkészítésével együtt öt perc alatt elvégezhető. Egy ötvözettípusról egy másik ötvözetre (pl. rézalapú ötvözetről alumíniumalapú ötvözetre) való áttéréshez két perc szükséges

Balázs Fülöp

*

A Csepeli Fémmű üzembehelyezett egy 450 kVA-es középfrekvenciás indukciós kemenceegységet, az eddig tégelykemencében olvasztott réz- és nikkel ötvözetek olvasztására. A berendezéshez egy 1 tonnás és egy 50 kg-os kemencetest tartozik, amit később egy 300 kg-os kemencetest is ki fog egészíteni. A berendezés üzembehelyezésével a gyártmányok minősége javítható, továbbá új gyártmányok előállítása is lehetővé válik és az import tégely felhasználása ebben az üzemrészben megszüntethető.

Balázs Fülöp

*

A Székesfehérvári Könnyűfémmű Alumíniumhengerművét 20 mill. Ft-os beruházással bővítették. A bővítés keretében az eddigi túlzsúfolt csarnokot kétszeresére hosszabbították meg. A bővített csarnokrész fejépületében korszerű 300 fős férfi és női fekete—fehér öltöző épült. A bővítés voltaképpen rekonstrukció volt. A meglevő gépparkot átrendezték, így az üzem túlzsúfoltsága megszűnt és nagyobb helyszükséglet áll rendelkezésre a mindinkább emelkedő ötvözött lemezek gyártásához. A legfontosabb üzembe kerülő gépi berendezés egy új hideghengersor négy állvánnyal, melyek közül kettő régi hengersorból került áthelyezésre, kettő pedig meglevő üzemenkívüli állványok rekonstrukciója.

Az új csarnokrészben szereltek fel az országban először kohászati üzemben higanygőzlámpás világítást, ez 50%-os energia megtakarítást jelent az eddigi izzó világítással szemben. A világítás beruházási költsége viszont a fénycsővilágításnál 50%-kal olcsóbb.

Az új csarnokot és hideghengersort a NIM képviselője adta át rendeltetésének.

Lomniczy Dezső

*

Csehszlovákia vas és acéltermelése 1937-ben.
1 700 000 t/év nyersvasra,
2 100 000 t/év folyékony acélra,
1 560 000 t/év hengereltárura rúgott.
A termelés a felszabadulás után soha nem látott fejlődésnek indult s 1957-ben már
3 600 000 t/év nyersvasat,
5 200 000 t/év folyékony acélt és
3 500 000 t/év hengerelt árut termeltek.

Az 1957. évi termelés Csehszlovákia részére már a világ termelésben előkelő helyet biztosított. Az egy főre eső folyékony acél termelés 400 kg-jával a hetedik helyen állt. A termelés további felfutásában a következő tervidőszak végére a termelést megkétszerezik s ezzel elérik a 800 kg/fő folyékony acél mennyiségét.

A termelés növekedést részben a már meglevő üzemeik jobb kihasználásával, további kiépítésével és a keleti országrészen egy újabb modern, nagy kapacitású vasmű építésével szándékoznak elérni. A jövőben építendő kapacitás növekedés 55%-át oxigénes ráfúvásos konvertben fogják termelni.

Még a jelenleg futó ötéves tervben a hengerelt árukból több mint 2 000 000 t-t mindössze két meleges, automatizált hengersorokon fogják gyártani. Az ehhez szükséges közép, finom, drót és szalagsorok, valamint ötvözött és hegesztett csőgyártó berendezés építés alatt áll.

A lemez gyártásuk, mely jelenleg az össz hengerelt áru 24%-át teszi ki a felfejlődés végére 36%-kal, a nemesacél termelés a jelenlegi 17,6%-kal szemben 20,6%-kal fog szerepelni.

Technoexport, Mitteilungen 1958. 6. sz. 7. oldal. *Á. F.*

*

Argentínában üzembe helyezték az elmúlt évben az első atomreaktort. A berendezés kapacitása 10/t év tiszta fémurán. *K. A.*

Nachrichten aus Ch. u. I. 1958. 19. sz.

*

Franciaország plutonium termelése jelenleg 40 kg/év. Terv szerint 1959-től a termelést évi 100 kg-ra fokozzák. *K. A.*

Nachrichten aus Ch- u. I. 1958. 19. sz.

*

Argentínában a Zaplai acélgyárat korszerüsítik s vertikális acélgyárrá építik ki. Az átépített gyár lesz az első argentinai gyár, amely hazai nyersanyaggal fog dolgozni. A gyár termelése négy nagyolvasztóból évi 165 000 t nyersvas lesz. A nyersvasat Thomas- és elektroacélműben dolgozzák fel acéllá, melyből az első lépcsőben 120 000 t hengerelt acélt termel egy 720-as ø-jű trióblocksor és egy 475-ös ø-jű középsor. A további kiépítésben egy finomsort és egy drótsort fognak létesíteni. *Á. F.*

St. u. E. 1958. 22. sz.

*

Törökországban Konja vidékén egy új vasérctelepet találtak, amely 9630 hektár területen fekszik. Az érc 70% Fe tartalmú s mennyiségét 3—4 millió tonnára becsülik. *Á. F.*

St. u. E. 1958. 22. sz.

*

Kanadában 1957-ben 504 930 t fémalumíniumot termeltek, amely mennyiség a megelőző évhez viszonyítva 57 700 t-val kevesebb. A termelt mennyiség 85%-át exportálták.

A legújabb becslések szerint az ország uránérc vagyona 334 millió t, ami kb. 345 000 t U_3O_8-nak felel meg. Az ország a Délafrikai Unió után a második helyen áll a világ termelésében. *K. A.*

Ch. Ind. 1958. 8. sz.

*

Kanadában az ólom és zink termelést újból redukálták a piaci helyzet alakulása következtében. Trailban három hétre teljesen leállították az üzemet, amely

idő eltelte után 20%-kal csökkent termeléssel fogják ismét megindítani. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

A világ eddig feltárt olaj mennyisége megközelíti a 150 milliárd t-t. Százalékos elosztása a következő:

Közép-Kelet	63,37%
Távol-Kelet	3,25%
Kelet-Európa	10,13%
Nyugat Európa	0,5 %
Afrika	1,11%
Észak-Amerika	13,27%
Közép- és Délamerika	8,36%
Összesen...	100,00%

K. A.

Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

*

Lengyelországban a cink termelés 1957-ben elérte az 1938 évit, 162 000 t-t. A háború befejezése után a cink termelés évi 27 000 t-s mélypontra esett, ez az évek során lassanként ismét felfelé ívelt, míg elérte az 1957 évi mennyiséget. *K. A.*

Ch. Ztg. 1958. 13—16. sz.

A **Szovjetuniónak** a „Vnjecsniaja Torgovija" híradása szerint a *gazdaságilag elmaradt* államokkal való gazdasági kapcsolatát a következőkben adták meg:

A Szovjetunió a demokratikus országoknak 1956/1957-ben kb. 1½ milliárd dollár hosszú lejáratú kölcsönt nyújtott s adott segélyt, s ezen túlmenően ugyanezen országok adósságából kb. 1½ milliárd dollárt törölt. Összesen tehát az 1956/57. évben kb. három milliárd dollár segélyt nyújtott.

A kölcsönök felosztása a demokratikus országok között a következő volt (millió dollárban):

	Hitel	Segély	Összesen
Albánia	47,75	—	47,75
Bulgária	142,50	—	47,50
Csehszlovákia	—	—	—
Kínai NK	58,—	—.	58,—
NDK	280,—	—	280,—
Magyarország	293,75	10,—	303,75
Mongol NK	50,—	75,—	125,—
Észak Korea	42,50	141,—	183,50
Észak Vietnam	—	50,—	50,—
Lengyelország	300,—	—	300,—
Románia	103,50	—	103,50
	1318,—	276,—	1594,—

A Szovjetunió ma már iparilag annyira fejlett, hogy más országoknak gazdaságilag segélyt képes nyújtani, de a kivitt árukban szelektál, elsősorban olyan cikkeket nem visz ki, amelyekre saját gazdaságának elsőrendű szüksége van. Ilyenek pl. gépek, közlekedési eszközök, erőtelepi berendezések. Kivétel ez alól is van, ilyen India és a Bhila-i acélművek építkezéséhez szükséges gépek, berendezések, s anyagok.[1]

A Szovjetunióhoz hasonlóan, az ipari fejlődésnek elején levő Kína is számos országnak nyújtott hitelt és gazdasági segélyt. Ilyenek Ceylon, Nepal, Kambodzsa Egyiptom, Mongol-NK, Jemen, Észak-Korea, Észak-Vietnam.

1957. év második felében a demokratikus országok 2300 technikusa dolgozott nem demokratikus iparilag fejletlen országokban, s ugyanakkor ezen utóbbi országok 2000 diákja folytatott tanulmányokat a Szovjetunióban. A külföldön dolgozó *speciálisták* 80%-a Egyiptomban, Szíriában, Indiában, Indonéziában és Afganisztánban működött.

[1] A Ch. Ind. informátora súlyosan téved, mert a SzU. már évek óta a demokratikus tömbbe tartozó országoknak rendszeresen szállít különféle kohászati berendezéseket, hengersorokat, és igen változatos egyéb ipari gépeket. *A szerkesztő*

A gazdaságilag elmaradt országoknak nyújtott hitelek és segélyek 1958. január hó végéig a következőképpen alakultak (millió dollárban):

Egyiptom	485,—	Ceylon	20,—
Szíria	294,—	India	295,—
Törökország	10,—	Indonézia	109,—
Jemen	19,—	Nepal	13,—
Afganisztán	161,—	Izland	5,—
Burma	42,—	Jugoszlávia	464,—
Kambodzsa	22,—	Dél-Amerik	8,—

A kivitel és behozatal a gazdaságilag elmaradt országok irányában a következő volt (millió dollárban):

	1954	1955	1956
Kivitel	394,9	572,3	759,4
Behozatal	453,5	651,7	681,5

A Tervhivatal által közölt adatok szerint 1956-ban az árucsereforgalom a demokratikus országokkal elérte a 29,13 milliárd rubelt. Ebből az exportra 14,68, az importra pedig 14,45 milliárd rubel esett. Az árucsereforgalomban Kína áll első helyen 5,99 milliárd rubellel, — tehát az egész forgalomnak közel egynegyede Kínával bonyolódott le. Ezt követte az NDK 4,79 milliárddal, Csehszlovákia 3,08 és Lengyelország 2,56 milliárd rubellel.

Ch. Ind. 1958. 9. sz. *K. A.*

*

Marokkóban az érctermelés 1957-ben tovább nőtt, amit a következő táblázat szemléltet (tonnában):

	1957	1956
Ólomérc koncentrátum	127 108	120 042
Zinkérc koncentrátum	88 877	70 921
Mangánérc koncentrátum	491 483	421 409
Ferromangán koncentrátum	6 705	2 462
Kobaltérc koncentrátum	4 230	6 438
Rézérc koncentrátum	2 138	2 863

*

NSZK-ban az alumínium termelés és felhasználás az elmúlt évben tovább nőtt. Kohóalumíniumot 153 800 t-t termeltek, ez 4%-kal több, mint 1956-ban. A felhasználás 186 000 t volt, a hiányt Kanadából, Norvégiából és Ausztriából pótolták.

Ch. Ing. Technik 1958. 8. sz. *K. A.*

*

Az aluminium Industrie A. G. Chippis közlése szerint a világ alumínium termelése 1957-ben végleges adatok szerint 3,36 millió tonna volt, 230 000 t-val több, mint a felhasználás. US Bureau of Mines szerint a Szovjetunió az elmúlt évben 50 000 t-val, a többi demokratikus ország pedig 54 000 t-val több alumíniumot állított elő, mint az előző évben.

Ch. Ing. Technik 1958. 8. sz. *K. A.*

*

Az Österreichische Stikstoffwerke AG Linz, eljárást dolgozott ki, az importált nyers foszfátból urán előállítására. A nyers foszfátban 100—200 g urán van tonnánként, remélik, hogy sikerül évenként 10 t uránt ily módon előállítani.

Ch.-Ing. Techn. 1958. 10. sz. *K. A.*

*

USA-ban 1958-ban kilenc gyár foglalkozik titándioxid előállításával, s remélik, hogy elérik az évi 50 000 t termelést. Új gyárak létesítésével, s a régiek

korszerűsítésével 1960-ra remélik ezt a mennyiséget 131 000 t-ra felemelni. Az ipar a jövőt illetőleg nagyon bizakodó.

Ch. Ing. Techn. 1958. 10. sz. *K. A.*

*

Bulgáriában a színes fémek termelése erősen fejlődik. Már évek óta nagymérvű kutatás folyik az egész országban és sok új ércelőfordulást állapítottak meg. Távlati tervük szerint 1962-re az ólom- és zinkérc termelésben el akarják érni az évi 2,9—3 millió tonnát, rézércet pedig 980 000 t-t fognak bányászni. A kutatásokkal párhuzamosan a flotációs dúsító berendezéseket is fejlesztik.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

A nyugatnémet Engelbosten-ben a Ruhrgas AG egy földalatti gáztartót épít, amely 30 atmoszféra nyomáson 120 millió m^3 kokszgázt tud tárolni. A gázt egy kb. 200 méterre a föld színe alatt fekvő pórusos víztartó kavicsrétebge nyomják, mely eredetileg sós vízzel volt kitöltve. A vizet a víztartó kavicsréteg szélére nyomják ki, s a helyét foglalja el a gáz.

St. u. E. 1958. 24. sz. *Á. F.*

*

A világ ismert olajtartalékai 10^9 t-ban és %-ban 1957. év végén.

	10^9 t	%	%
Amerika			
USA	4,50	12,5	
Venezuela	2,35	6,5	
Kanada	0,52	1,5	
Mexikó	0,38	1,1	
Dél-Amerika	0,32	0,9	22,5
Közel kelet			
Kuwait	8,20	22,8	
Saud-Arábia	6,10	17,0	
Iran	4,20	11,7	
Irak	3,30	9,2	
Semleges zóna	0,70	2,0	
Quatar	0,25	0,7	
Egyéb	0,11	0,3	63,7
Ázsia és Afrika			
Indonezia	0,95	2,7	
Kina	0,12	0,3	
Egyéb	0,26	0,7	3,7
Nyugat-Európa	0,186	0,5	0,5
Szovjetunió és a népidemokráciák	3,47	9,6	9,6
Összesen	35,916		100,0

St. u. E. 1958. 24. sz. *Á. F.*

*

Izraelben levő Eilat kikötőből Haifába vivő olajvezeték a Vörös tenger mentén elkészült, s a rövidesen bekövetkező műszaki ellenőrzés után az olaj szállítása megkezdődik. Évenként ezen a vezetéken 1,2 millió közép-keleti olaj fog a Haifa-i olajfinomitóba feldolgozásra jutni.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Norvégia timföld iparának eddig nem volt biztosított bauxit bázisa. Most az alumínium ipar az Alumínium Co. of Amerika és a Kanada-i Alumínium Ltd-vel, Jamaikából származó évi négy millió t bauxit szállítására kötött megállapodást, amely által a bauxit szállítások kb. 20 évre biztosítottaknak tekinthetők.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Franciaországban újabb uránérc előfordulásokat kutattak fel kedvező urán tartalommal. A mennyiségek megállapítása után az ország uránérc tartaléka megbízható adatok alapján 50 000 t-ra nőtt meg, s ezzel Franciaország a világon a negyedik helyet foglalja el. Terv szerint az atomenergia telepek létesítését annyira siettetni fogják, hogy 1975-ben a termelendő elektromos áram 25%-át hazai uránból fogják előállítani.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Portugál Angolában az Aluminio Portugese, a Péchiney konszern bekapcsolásával, alumíniumkohót épít. Első lépcsőben a kohót 25 000 t kapacitására építik meg, de a telepítés olyan, hogy a kapacitás 50 000 t-ra növelhető.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Francia Äquatorafrikában Franceville-től északnyugatra már hosszabb idő óta rendszeresen kutattak ércek után. A kutatások most eredményt hoztak. Hatalmas mangánérc előfordulást találtak, amelynek minősége igen jónak bizonyult. Az érc vagyont 150 000 000 t-ra becsülik, az érc Mn fémtartalma eléri a 40—50%-ot. A feltárás helye teljesen el van zárva a közlekedési utaktól, a szállítás kérdése még megoldatlan.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Franciaország vasérc termelése 1957-ben elérte az 57,77 millió tonnát, 10%-kal többet, mint 1956-ban. Ez a mennyiség a világ vasérc termelésének 13%-a, s ezzel Franciaország a világ vasérc termelésében az USA és a Szovjetunió mögött a harmadik helyet foglalja el.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Krivoj Rog körzetében a feltárt területen, kilenc új akna építését kezdik el, úgyhogy terv szerint 1965-bez ez a körzet évenként 26,5 millió tonna vasércet fog termelni. Az akna mélyítésekkel párhuzamosan ércelőkészítő üzemek épülnek, úgyhogy 1965-től a teljes kibányászott mennyiséget helyben fel fogják dolgozni, ami szállítás szempontjából nagy jelentőségű.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Natal vidékén az Umgababa Minerals Ltd. új bányát nyitott, amelyből évenként 100 000 t ilmenitet, 7000 t rutilt akarnak kibányászni, s melléktermékként 10 000 t cirkont remélnek nyerni.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

A finnországi Kemijärvi és Rovaniemi között feltárt vasérc kitermelésére az előkészítő munkálatok megindultak. Az ércvagyont egy millió tonnára becsülik, s átlagban 58% Fe-ot tartalmaz. A bányászat valószínűleg a jövő év nyarán megindul.

Ch. Ztg. 1958. 17—20. sz. *K. A.*

*

Spanyolországban magas SiO_2 tartalmú bauxitok feldolgozására kis üzemi méretben új eljárást próbáltak ki. Az eredmények állítólag igen biztatóak, ezért egy nagy üzem létesítését határozták el. Az új eljárással nyert félterméket azután a klasszikus Bayer-eljárás szerint dolgozzák fel.

Ch. Ztg. 17—20. sz. 1958. *K. A.*

Fémkohászati folyóiratfigyelő

1. Ércelőkészítés

Lohn, J.: **Az ónércek szeparálása a Freiberg környéki ércekből.** Neue Hütte, 3. évf. 1958. ápr. p. 203—213.

Arbiter, N.: **Flotálás.** Ind. Eng. Chem., Vol. 50. No. 3. P. 2. 1958. márc. p. 442—446.

A legújabb elméleti ismeretek és gyakorlati eredmények áttekintése 142 hivatkozással.

A zagy sűrűségének hatása a flotálási folyamatra. Erzmetall, Jg. 11. H. 3. 1958. márc. p. 138—140.

Runolinna, U.: **Szulfidos ércek aminokkal és xantátokkal végzett flotálási kísérleteinek összehasonlítása.** Erzmetall, 11. köt. 1958. máj. p. 199—209.

Dobiás, B.: **Fluorit és barit flotálhatósága.** Collection CSR, Vol. 23. 3. sz. 1958. márc. p. 347—351. Oxidált ásványolaj a flotálóágens.

Lohn, J.: **Ónércek elválasztása flotálással egy ólomcinkércből.** Bergakademie, 10. évf. 1958. ápr. p. 259.

Krug, G.: **Mansfeldi rézpalák nehézzagyos ércelőkészítésének üzemi tapasztalatai.** Neue Hütte, 3. évf. 1958. márc. p. 138—149.

Beyer, G.: **Tapasztalatok, vizsgálatok és eredmények az Ehrenfriedersdorf-i ónércelőkészítő úsztatóülepítő berendezésével.** Neue Hütte, 3. évf. 1958. márc. p. 150—157.

Veillet, M. R., Pincon, M. A.: **Iszapok feldolgozása dúsítással.** Rev. Ind. Minérale, 1958. máj. 15. p. 116—150.

Work, L. T.: **Aprítás.** Ind.-Eng. Chem., Vol. 50 3. sz. P. 2. 1958. márc. p. 481—484.

A legújabb elméleti eredmények és gyakorlati tapasztalatok összefoglalása 107 hivatkozással.

Rumpf, H.: **Az aprítás elméleti alapjai és gyakorlati módszerei.** Chem. Ing. — Techn. 30. évf. 1958. márc. p. 144—158.

Rumpf, H.: **Az ipari aprítási módszerek áttekintése.** Chemie-Ing. Techn., 30. évf. 1958. máj. p. 329—336.

Patat, F., Langemann, H.: **Az őrlési folyamat kinetikájáról.** Chemie-Ing. Techn. 30. évf. 1958. márc. p. 158.

A nedves és a száraz őrlés közötti összehasonlítás. Neue Hütte, 3. évf. 1958. ápr. p. 253—354.

Furukawa, J., Ohmae, T.: **Fluidizált rendszerek hasonlósága folyadékokkal.** Ind. Eng. Chem., Vol. 50. 5. sz. 1958. máj. p. 821—828.

Szolcsányi, P.: **Lazított ágyak közegáramlási sebességtartománya.** Veszpr. Vegyip. E. Közl., 2. köt. 1958. p. 55—62.

Szolcsányi, P.: **Lazított ágyak mechanikája buborékmodell alapján.** M. Kémiai F., 64. évf. 1958. ápr. p. 131—136.

Sironi, G.: **A keverék összetételének hatása a darabosítás jellemzőire.** Metallurgia ital., Vol. 50. 5. sz. 1958. máj. p. 181—190.

Kísérleti berendezésben vizsgálták az összetétel hatását a darabosított anyag fizikai tulajdonságaira. A kapott eredmények lehetővé teszik üzemi méretű feldolgozás várható eredményének megítélését.

2. Általános kohászat

Kneschke, A., Jackel, H.: **A mintavétel helyes értékeléséről. Freiberger Forschungsh.** 28. köt. 1958. p. 21—31.

Burov, A. I., Zubkov, G. A., Sternberg, E. I.: **Néhány alapvető technológiai folyamat automatizálása a színesfémkohászatban.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 1958. jún. p. 5—14.

A nyersanyagok kívánt összetételre való keverésének, az állandó anyagszintnek, az adagolásnak, a hőmérséklet beállításának és a zsugorítási folyamat sebességének automatikus szabályozása.

Averbuh, M. A. etc.: **Új automatikus ellenőrzési és szabályozási megoldások a színesfémkohászatban.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 1958. jún. p. 15—25.

Technológiai folyamatok pneumatikus úton való automatikus vezérlése. Ipari hidrometallurgiai oldatok folyamatos ellenőrzése. Hőmérsékletszabályozás és védelem félvezetők segítségével.

3. Kemencék, tüzelő- és tűzállóanyagok

Szilágyi, L.: **Villamoskemencék vizsgálati lehetőségei az energia- és teljesítménygazdálkodás szempontjából.** Energia-Atomtechnika, 11. évf. 1958. márc. p. 169—175.

Aldebert, F.: **Elektrografit csőanódokhoz.** ETZ-B, Jg. 9. H. 1. 1957. p. 11—13. és Werkstoffe-Korrosion, 9. évf. 3. 1958. márc. p. 174.

Zoja, R.: **Tűzállósági vizsgálatok a $CaO—MgO—SiO_2—Al_2O_3$ rendszer egy részében.** Metallurg. ital., Vol. 50. 3. sz. 1958. márc. p. 85—90.

A rendszer egyik részének részrendszereiben gömbölyű próbatestekkel végzett kísérletsorozatokkal kapott eredmények segítségével sikerült a lágyulási folyamat előrehaladását tisztázni. A kísérletsorozat gazdaságossága, hogy lehetővé teszi tetszőleges összetételű tűzállóanyag várható viselkedésének megállapítását.

4. Bauxit, timföldgyártás

Bárdossy, Gy.: **A magyar bauxitok geokémiája.** Acta Geolog., Tom. 3. Fasc. 2. 1958. p. 103—155.

Bago, F.: **A halimbai bauxitbányák bányaföldtani és bányafeltárási helyzete.** Bányászati L. 91. évf. 1958. febr.—márc. p. 115—122.

Vörös, I.: **Iszkaszentgyörgyi bauxit-szelvények mikromineralógiai és nyomelemvizsgálata.** Földtani Közl. 88. köt. 1. füz. 1958. jan.—márc. p. 48—56.

Baum, H.: **Az indiai alumíniumipar nyersanyagbázisa.** Alumínium, 34. évf. 1958. ápr. p. 241.

Pitaval, R.: **Az alumíniumipar tömörülése felé.** J. Four. Électr., 67. évf. 2. 1958. márc.—ápr. p. 59.

Az alumíniumgyártás nyersanyagainak előfordulási helye különböző. Az alumíniumipar telepítésekor meggondolandó, hogy melyik tényező előfordulása szabja meg a telephelyet, ez ma az áramforrás. A jövőben az atomenergiával dolgozó üzemekben a legterjedelmesebb nyersanyag lelőhelyére fog tömörülni az ez iparág : a bauxittelepek köré.

Guszarov, V. I., Szamojlin, A. M.: **A bauxit nedvesőrlésének teljes automatizálása.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 1958. jún. p. 26—30.

Malüsev, M. F.: **A kovasav reakciója nátriumaluminát oldatokkal.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 1958. máj. p. 45—50.

Az oldatból kiváló timföldhidrát mennyisége egyenesen arányos a kiinduló zagy szilárd folyadék hányadosával. A kovasavnak a lúgos nátriumaluminátoldatokkal való reakciójakor a reakciósebességet a nátriumszilikát képződésének sebessége határozza meg.

Trivedi, A. K. M., Buch, K. M., Patani, M. J.: **Alumíniumoxidszólok hidratációja.** J. Ind. Chem. Sec., Vol. 34. 1957. p. 683—686. és Kolloid-Z. 158. évf. 1958. máj. p. 81.

Badger, W. L., Lindsay, R. A.: **Bepárlás.** Ind. Eng. Chem. Vol. 50. No. 3. p. 2. 1958. márc. p. 438—441.

A bepárlási technológia legújabb 50 cikkének áttekintése.

Murmann, H.: **Korszerű porleválasztók.** Metall, 12. évf. 1958. ápr. p. 296—300.

Comolet, R.: **Centrifugálással való porleválasztás elméleti alapjainak vizsgálata.** Chaleur-Ind. 39. évf. 393. sz. 1958. ápr. p. 87—106.

Polutoff, N.: **Nefelinből alumíniumelőállítás.** Alumínium, 1958. ápr. p. 192—193.

5. Alumíniumkohászat

Az új kanadai alumíniumkohó : Baie-Comeau. J. Four Électr., 63. évf. 2. sz. 1958. márc.—ápr. p. 62.

Baudart, G. A.: **Aluminium-Lacq.** Rev. Aluminium, 35. évf. 253. sz. 1958. ápr. p. 390—395.

A Pireneusok földgázforrására épülő kohó ismertetése.

Coughlin, J. P.: **Kriolit és nátriumfluorid képződési hője.** J. Am. Chem. Soc., Vol. 80. 8. sz. 1958. ápr. 20. p. 1802—1804.

Pugh, A. C. P., Barrow, R. F.: **Alkálifémfluoridok szublimációs hője.** Trans. Faraday Soc., Vol. 54. P. 5. 1958. máj. p. 671—678.

Hirschwald, W., Knacke, O.: **A $2Al + AlCl_3 = 3AlCl$ reakció sebességéről.** Erzmetall, 11. évf. 1958. márc. p. 99—104.

Dogramadzsi, M. F.: **Az alumínium-elektrolizáló kád anódtüskéinek áramfelvétele.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 5. sz. 1958. máj. p. 50—53.

60 kA-es felsőtüskés anódokon, és egy-egy uralitípusú oldaltüskés kádon regisztráló műszerekkel végzett mérések ismertetése. Egyes tüskékben átmenetileg az áramerősség az átlagnak 3—3,5-szeresére is emelkedhet. A középső tüskék áramerőssége kb. 13%-kal több lehet, mint a végeken levők átlaga. Egy-egy tüske áramerőssége időben előrehaladva nő. A tüskék áramerőssége néha erősen ingadozik, sőt néhány órán át irányt is válthat.

Kunü, L., Nemec, Z.: **Új eljárás az alumínium-elektrolizáló kádak fenékkoszorújának hőálló betonból való készítésére.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 6. sz. 1958. jún. p. 96.

A skawinai 45—50 kA-es kádakban a fenékkoszorút, a katódsínek kivezetésének magasságában, faragott samott-téglák helyett gyorsabban hőálló betonból készítik. A beton összetétele, jellemzői. E kádak üzemvitelében eddig különbséget nem tapasztaltak.

Rabinovics, B. V., Szevumjan, Ju. R.: **Kádsorok állandó áramerősségre való automatikus szabályozása az alumínium és a cinkelektrolízisben.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 6. sz. 1958. jún. p. 30—35.

A kellő pontosságot nem nyújtó kézi szabályozás helyett bevezetett automatikus rácsvezérlésen alapuló megoldás ismertetése, mellyel a kívánt áramerősséget ±1%-os pontossággal lehet tartani. Egy egyenirányító csoport és több csoport közös vezérlése.

Ueda, Y.: **Természetes faszén, mint elektródnyersanyag.** Tanso, Vol. 1. p. 151—158. és Werkstoffe-Korrosion, 9. évf. 3. sz. 1958. márc. p. 17.

A Mosjön-i Söderberg-masszagyár ismertetése. Chemie-Ing. Techn., 30. évf. 4. sz. 1958. ápr. p. 278. Az egyműszakban évi 17 000 t anódmasszát termelő üzem teljesen automatizált. A nyersanyagok előkészítésétől a kész anyag ürítéséig három fő kiszolgálószemélyzete van.

Riedelbauch, H.: **Alumíniumolvadékok raffinálása.** Alumínium, 34. évf. 3. sz. 1958. márc. p. 130—134.

Mills, G. J.: **Az alumíniumkohászat jövőbeni fejlődése.** Lihgt Metal Age, Vol. 16. 3. sz. 1958. ápr. p. 11—14.

Reznikov, I. L.: **A műszaki ellenőrzés átszervezésével kapcsolatos tapasztalatok egy alumíniumkohóban.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 5. sz. 1958. máj. p. 82—84.

A bürokratikus, bonyolult és kevéssé hatékony ellenőrzés átszervezésének tapasztalatai a nadvojci (dvececi) alumíniumkohóban 1956-ban. Az ellenőrök létszámának csökkentése, a vezetés teljes felelősségének a csarnokvezetőkre való átruházása, a MEO és a laboratórium egyesítése, a laboratóriumi munka átszervezése, a felesleges adminisztráció csökkentése, a kutatócsoport megerősítése. Az átszervezést a műszaki színvonal javulása tette lehetővé. Az öntődében fokozták a műszaki ellenőrzést.

Alakítás

Green, J. R.: **Alumíniumfólia gyártása és feldolgozása.** Metallurgia. Vol. 57. No. 340. 1958. febr. p. 71—74.

Az angol kohók alumíniumtermelésének felét tenné ki az Egyesült Királyság területén alumíniumfólia gyártására felhasznált primeralumínium mennyisége. A fóliagyártásra használható alumínium szabvány szerinti tisztasága: Cu 0,10%, Si 0,5%, Fe 0,7% és Mn 0,1% alatt. Fólia közé csupán a 0,15 mm alatti vastagságúakat sorolják. A fóliahengerlés menetének jellemzői. A kikészítés és feldolgozás menete, a felhasználási területek.

Kienzle, O.: **A kovácsolási technológia évi fejlődésének összefoglalása.** VDI-Z. Bd. 99. Nr. 24. 1957. aug. 21. p. 1197—1202.

Korrózió és felületkezelés

Csokán, P.: **Tömény elektrolit-oldatok árameloszlásának kérdése.** Metalloberfläche. Jg. 11. H. 9. 1957. szept. p. 285—288.

Vandenberg, R. V.: **Az alumínium mechanikai fényesítésére módszerek megválasztása.** Materials:Design Engng. Vol. 46. No. 2. 1957. aug. p. 102—106.

Atkinson, J. T. N.: **Alumínium rézzel való galvanizálása savas úton.** J. Electrochem. Soc. Vol. 105. No. 1. 1958. jan. p. 24—27.

Alumíniumnak rézzel való bevonásához különböző bonyolult előkezelések szükségesek. Megállapította, hogy közepes réztartalmú oldat, melyben oxalátok, pirofoszfátok, ammónia és trietilamin is van, sokkal jobb hatású. A bevonat tapadása erősebb, mint a köztes fémréteggel dolgozó eljárásoké. Kisüzemi méretben folyamatos huzalgalvanizálásra is használták.

Tagaya, M.; Hori, M.: **Ólom elektrolitikus korróziója híg nátronlúgos, ill. kénsavas oldatokban.** J. Japan Inst. Metals. Vol. 21. No. 9. 1957. szept. p. 558—561.

Nishimura, H.: Hiramatsu, T.: **Titán ötvözetek korrózióállóságáról.** J. Japan Inst. Metals. Vol. 22. No. 2. 1958. febr. p. 88—91.

Ipari feldolgozás és felhasználás

Bolton, R. K.: **Alumínium és alumíniumötvözetek felhasználása személyautókban.** Metallurgia. Vol. 57. No. 340. 1958. febr. p. 59—63.

Csapágyak, kocsiszekrények, öntvények, vezetékek, fűtőtestek stb. készülnek alumíniumból, ill. alumíniumötvözetből.

Gegerfelt, G.: **Gyalogjárók részére készült hegesztett alumíniumhíd Svédországban.** Aluminium. Jg. 34. H. 2. 1958. febr. p. 95—100.

Alumíniumot használnak a dohányneműk csomagolására. Alluminio. Vol. 27. No. 1. 1958. jan. p. 20—23.

Bürgin, W.: **Alumínium használata a cipőiparban.** Aluminium Suisse. Jg. 7. No. 5. 1957. szept. p. 189—190.

Erra, A.: Lensi, P. L.: **Atomreaktorok építéséhez használt szerkezeti anyagok kohászati problémái.** Metallurgia Italiana. An. 50. No. 2. 1958. febr. p. 45—49.

Az eddigi irodalmi adatok alapján összefoglalja a reaktorbelsőkkel, ezek minőségével szembeni igényeket. Különösen a sugárzás hatását kell a szerkezeti anyagok mechanikai és fizikai tulajdonságainak megválasztásánál figyelembe venni. A roncsolásmentes anyagvizsgálat jelentősége igen jelentős a reaktorhoz felhasznált anyagok ellenőrzésében.

Vegyes

Wartmann, R.: **A matematikai statisztika felhasználási lehetőségei a kohászatban.** Erzmetall. Bd. 11. H. 2. 1958. febr. p. 63—69.

A nemvasfém szabványbizottság — FNNE — 1957. évi munkássága. Metall. Jg. 12. H. 2. 1958. febr. p. 126—128.

Ólom, réz, könnyűfémek, nikkel, kobalt és ötvözeteikre, ellenállásfémekre, cinkre és anyagszámokra vonatkozó szabványok.

Vegyészeti vizsgálatok

Kakita, Y.; Hosoya, M.; Amano, M.: **Alumínium gyors meghatározása cink fröccsöntvényekben.** J. Japan Inst. Metals. Vol. 21. No. 9. 1957. szept. p. 551—554.

Pohl, H.: **Színcink és cinkötvözetek óntartalmának turbidimetrikus meghatározása.** Metall. Jg. 12. H. 2. 1958. febr. p. 103—105.

Kakita, Y.; Hosoya, M.; Amano, M.: **Titán fotometrikus meghatározása alumíniumban és alumíniumötvözetekben.** J. Japan Inst. Metals. Vol. 21. No. 8. 1957. aug. p. 501—503.

Götte, H.: Pätze, D.: **Urán bomlástermékeinek meghatározása papírkromatografiával.** Angew. Chemie. Jg. 69. Nr. 18/19. 1957. szept. 23. p. 608—614.

Bolgiu, O.; Dumitrescu, A.: **Agyagásványok bomlási termékeinek vizsgálata DTG-val.** Revue de Métallurgie. Tom. 3. No. 1. 1958. p. 121—164.

Fizikai, mechanikai vizsgálatok

Niwa, K.: **Kalcium ion diffúziójának vizsgálata kalcium-szilícium-alumínium-oxid salakolvadékokban radioaktív nyomjelzéses módszerrel.** J. Japan Inst. Metals. Vol. 21. No. 4. 1957. ápr. p. 304—308.

Kostzewske, H.: **A termelés ellenőrzése roncsolásmentes vizsgálattal.** Metall. Jg. 11. H. 7. 1957. júl. p. 582—586.

Mester, I.: **Új módszer fémek roncsolásmentes vizsgálatára.** Period. Polytechn. Engng. Vol. 1. No. 3. 1957. p. 303—314.

Hanke, E.: **Nemvasfémek roncsolásmentes vizsgálata induktív módszerrel.** Neue Hütte. Jg. 2. H. 2/3. 1957. febr.—márc. p. 178—186.

Rohner, F.: **Radioaktivitás felhasználása a könnyűfémiparban.** Aluminium Suisse. Jg. 7. No. 5. 1957. szept. p. 174—181.

Laboratóriumi készülékek

Ransley, C. E.; Talbot, D. E. J.: Barlow, H. C.: **Alumíniumötvözetek gáztartalmának az olvasztás és öntés közbeni mérésére szolgáló készülék.** J. Inst. Metals. Vol. 86. P. 5. 1958. jan. p. 212—219.

EGYETEMI HÍREK

Az ez év január 19—21-e között Zwickauban megrendezett nemzetközi Hengerlési Kongresszuson résztvett *Geleji Sándor* tanszékvezető, egyetemi tanár.

Balsay István egyetemi tanár részt vett a Német Demokratikus Köztársaságban január 2—14-e között megrendezett Acél- és Ferroötvözet-gyártási Szekció negyedik, Lindow-i ülésszakán.

A Mérnöki Továbbképző Tanfolyam keretében az Ózdi Kohászati Üzemekben jan. 20-án *Dr. Diószeghy Dániel* tanszékvezető, egyetemi tanár *„A mélykemencék tüzeléstechnikája"* címmel, február 3-án pedig *Dr. Horváth Zoltán* tanszékvezető, egyetemi tanár, *„A kohón kívül kéntelenítés és szilíciumeltávolítás elméleti alapjai"* címmel előadást tartottak.

Nándori Gyulát, a Vasipari Kutató Intézet tudományos munkatársát a Vaskohászattani Tanszékre másodállású adjunktusként kinevezték. Nándori fogja a Vas-, acél- és fémöntészet c. tárgyat előadni, valamint a gyakorlatokat vezetni.

1958-ban a következő kinevezések történtek a Kohómérnöki Karon:

Káldor Mihály docens (volt adjunktus) Metallográfiai Tanszék.

Hegedüs Béla adjunktus (volt tanársegéd), Általános Kémiai Tanszék.

Péter László adjunktus (volt tanársegéd), Kohászati Kémiai Tanszék.

Németh Emil félállású adjunktus (volt félállású tanársegéd), Metallográfiai Tanszék.

Mihalik Árpád kinevezett gyakornok, Fémkohászattani Tanszék.

Szarka Gyula ösztöndíjas gyakornok, Vaskohászattani Tanszék.

METALLOCHEMIA
BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

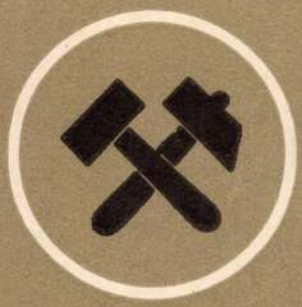
TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólommínium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1450 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

46824 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

KOHÁSZATI *lapok*



92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

4. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 4. SZ. 121—176 OLD. BUDAPEST, 1959. ÁPRILIS

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Szele Mihály: Alacsonyaknás kohók metallurgiája 121
A. M. Szamarin: Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai 127
Dr. Horváth Zoltán: A cinkelektrolízisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása 135
Műszaki eseménynaptár 142
Hibaigazítás 142
Tóth Géza: Nagyolvasztómű korszerű kohóautomatikája és műszerezése 143
Weigl Ernő: Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga 148
Martinovich Ernő 154
Lichtenberger Endréné: Alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítése 155
Vödrös Dániel: Radioizotópok az alumíniumkohászatban 160
Beszámoló a VI. Nemzetközi Kerámiai Kongresszusról 163
Egyetemi hírek 167
Lapszemle 168
Könyvismertetés 169
Műszaki és gazdasági hírek 171
Vaskohászati folyóiratfigyelő 174
Egyesületi hír 175
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1959. II. negyedévében 176

ÖNTÖDE:

Gerhard Gertz: Öntvények szerkesztése a formázó- és öntőtechnika szempontjai szerint 101
S. Tunder: A bázisos, forrószeles kúpolókemence különböző metallurgiai célokra 108
Kőrös Béla: Gömbgrafitos acélműi kokillák gyártása 111
Zsák Viktor: Kohászati, illetőleg öntészeti irodalom a középkor végén 114
Franz Fischer: A formázóhomok jellemzőinek kritikai vizsgálata .. 115
Öntödei folyóiratfigyelő szolgálat 116

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **4. szám** 1959. április

Alacsonyaknás kohók metallurgiája

SZELE MIHÁLY

D. K. : 669.16

Металлургия в низкошахтных печах

Metallurgie der Niederschachtöfen

Metallurgy of low-shaft furnaces

A világ acél- és nyersvastermelésének megsokszorosodása a legutóbbi néhány évtizedben — fokozottan a nyersanyagforrásokra fordította a figyelmet. A nyersanyaglelőhelyek feltárása mennyiségben nem arányos a szükséglet növekedésével, a feltárásra kerülő nyersanyagok minőségében is igen jelentős — sajnos regresszív — változás tapasztalható. Az országok vaskohászati távlati terveiben a jövőben egyre növekvő termeléshez a nyersanyagszükségletnek biztosítása egyik főszempont. Az utak természetesen különbözőek s az egyes országok adottságaihoz igazodnak. Nem érdektelen azokat szemügyre venni, hogy megérthessük, miért vetődött fel a kis szórási magasságú, vagy más szóval az alacsonyaknás kohók gondolata.

Kevés ország van, ahol távlatra is megfelelő mennyiségű érc áll rendelkezésre. A Szovjetunióban hosszú távlatra is abszolút mértékben megnyugtató feltárt, reménybeli és valószínű készlet van. A geológiai kutatás által feltárt biztos érckészlet 29 milliárd tonna, a valószínű ezenfelül 25 milliárd tonna [1]. Ennek további növekedése bizonyosra vehető. Az Egyesült Államok saját készlete jelentékeny ugyan, de nem szolgáltat olyan hosszú távlatot, mint a SZU-é. Saját területén levő készletek kímélése érdekében dús ércekből jelenlegi szükségletének egy részét olyan idegen területekről szerzi be, amelyek szállítás szempontjából előnyösek, így Venezuelából, Braziliából, Svédországból. A nyugateurópai acéltermelő országok acéltermelésükhöz képest kevés saját ércelőfordulással rendelkeznek. Míg 1956-ban kb. 28 millió tonnát hoztak be, 1960-ra már 50 millió tonnát meghaladó mennyiségnek tengerentúlról való behozatalát irányozzák elő.

A rendelkezésre álló ércvagyon világszerte gyengül, az ércek szemnagysága ugyancsak az apróbb felé halad. Különösen áll ez azokra az ércfajtákra, amelyek az európai vaskohászat szempontjából fontosak. Az ércvagyon nagyrésze hasznosítható nagyolvasztóban, de csak előkészítés, dúsítás után. Az ércdúsítás költséges művelet, az érc árának 15—20%-át teszi ki, a kapott terméket darabosítani kell, ami további kiadást jelent. A törekvés kézenfekvő, hogy gyengébb ércfajtákat közvetlenül vonjanak be a kohósítási eljárásba, s éppen a kis szórási magasságú, vagyis alacsonyaknás kohókra terelődött a figyelem — azon feltételezéssel —, hogy azokban gyengébb ércfajták is gazdaságosan kohósíthatók. Mint azonban a későbbiekben látni fogjuk ennek is van határa, s a minőség mellett az érc szemnagysága is elsőrendű tényező a kohósításkor.

A kis szemnagyságú ércek kohósítása a klasszikus nagyolvasztóban számos nehézséggel jár. Az érceket gazdaságos kohósítás érdekében darabosítani kell, ami ma már megoldott feladatnak tekinthető. Sok esetben gazdasági tényezők kényszerítenek, hogy más utakat keressenek az apró szemnagyságú ércek kohósításához. *Reinfeld* [32] szerint Nyugat-Németországban 1 tonna érc zsugorítási költségei 10—15 márkát tesznek ki. Pelletezés mellett a költség 7—9 márka 1 tonna pelletre. Ha az acélnyersvas árát 300 nyugatnémet márkára vesszük fel tonnánként, akkor a zsugorítás költsége a nyersvas-árnak 6—10%-át, a pelletezésé 4,5—6%-át teszi ki, ami az önköltségben nem lebecsülendő tétel. Ezeket a költségeket kívánják megtakarítani alacsonyaknás kohók építésével.

A másik alapanyag, amelynek hiánya egyre több gondot okoz, a koksz. A kokszolható szén előfordulásai korlátozottak, az érctől eltérően a szénvagyon felkutatási lehetősége kisebb, amint azt az errevonatkozó irodalmi közlések bizonyítják. A klasszikus nagyolvasztó részére is egyre inkább kutatják a nem kokszolható szénféleségek felhasználásának módozatait. Az ércporral kevert szénből gyártott vaskoksz, a kokszolási eljárás sok változtatása — mind ezt a törekvést mutatja. A nagyolvasztó részére meghatározott kokszminőség kell, amelytől eltérni a gazdaságosság, termelékenység, üzembiztonság feladását jelenti.

Kevésbé kokszolható szenek felhasználása nyersvasgyártásra, illetve a kokszolási, lepárlási folyamat összekapcsolása a nyersvasgyártással az alacsonyaknás kohókhoz vezetett.

A nyersanyagokban észrevehető minőségi eltolódás adta tehát az impulzust új utak keresésére. Bár a nyersvasgyártás klasszikus eszköze a nagyolvasztó ma az uralkodó, kétségtelen, hogy más utakat is keresni kell ott, ahol a nyersanyag a nagyolvasztóminőségben nem áll rendelkezésre. Kokszolható szénnel bőségben rendelkező országok kevésbé számolnak a nyersvasgyártás módjának megváltoztatásával, ilyen a Szovjetunió, az Egyesült Államok és Németország. De a Szovjetunióban és Nyugat-Németországban a bőséges kokszolható szénkészlet mellett is foglalkoznak ezzel a kérdéssel.

Meg kell említenem, hogy a kohósítási eljárás új útjainak keresésében az elektromos olvasztó már fejlett nagyüzemi eszköz, bár egyes megállapítások még kísérleti stádiumban levőnek ítélik. Természetesen az elektromos energia rendelkezésre álló mennyisége és főleg ára szabja meg használhatóságát.

Az irodalomban bőséges, de szűkszavú tájékoztatás található egyéb törekvésekről, melyek a nagyolvasztó ércredukciós eljárása helyett, ércnek gázáramban való közvetlen redukcióját és ezt követően a redukált terméknek megolvasztását van hivatva megoldani. Ilyen az angol *Cyclosteel*, vagy *sok amerikai kísérleti eljárás*. A *vasszivacsgyártás* is részben a nyersvasgyártást kerüli meg és acélbetétanyagot állít elő.

A fentebb vázolt érc és tüzelőanyaghelyzet adta a közvetlen indítékot a korszerű nagyolvasztóban való nyersvasgyártás mellett kis szórásmagasságú, alacson

aknájú kohók használatára. Az ok röviden összefoglalva tehát :

1. Apró érc darabosítását el kívánják kerülni, a szórás magasságát tehát a gázáthaladás érdekében csökkenteni kell.

2. Kis szemnagyságú koksz a klasszikus nagyolvasztóban a nagy terhelést nem bírja, elmorzsolódik, sok a veszteség, a fúvóövig alig kerül le, metallurgiailag ott értéktelen. Ha elegendő mennyiségben állna rendelkezésre, csak kis anyagoszlopmagasság mellett használható alacsonyaknás kohóban.

3. A kokszolható szén készletének kímélése érdekében nyersvas gyártásra nem kokszolható szénféleségeket is fel lehet használni. Ezek vagy előzetes lepárlással, tehát gázszegényebben, vagy úgy használhatók fel, hogy a nyersvasgyártás a lepárlással, illetve gázítással együtt megy végbe.

Az alacsonyaknás kohók kifejlesztése a következő irányok szerint történt, illetve történik :

Nagyolvasztó aknamagasságát egyszerűen csökkentik, egyébként a medence és a nyugvó alakja egyezik a nagyolvasztóval (GHH).

Alacsonyaknával tervezett kohók kör, négyzet vagy téglalap szelvényűek, különböző magasságúak (Trostberg, Pompey, Ko-We, Gerlafingen, Calbe, Liège).

Mindkét típusra az anyag feladása, ércredukció, gázelvétel, az aknáskemencékre jellemző módon megy végbe. A fúvólevegőt oxigénnel is dúsítják.

A harmadik típus a lepárlással kombinált eljárás, ahol a tüzelőanyagot előzetesen nem kokszosítják.

Szigorú elhatárolás természetesen nem lehetséges, mert a kutatás folyamán számos tényező összefonódik.

Alacsonyaknás kohó metallurgiája

Az alacsonyaknás kohók fejlődésének megértéséhez a nagyolvasztó metallurgiai viszonyainak rövid áttekintése szükséges. A kemencében lejátszódó folyamatokban a tüzelőanyag szolgáltatja az eljáráshoz szükséges hőt, redukálja szilárd szén és szénmonoxid alakjában az ércet és szeníti a redukált vasat. A tüzelőanyag (koksz, szén stb.) elégetésekor, illetve elgázításakor képződő hőmennyiség fedezi a redukcióhoz szükséges melegmennyiséget, vas és salak megömlesztéséhez szükséges meleget, adja a távozó gázok érzékelhető melegét. A fúvóövben a C primér elégetése CO_2-vé csak átmeneti. A fúvóövbe nagy sebességgel (50—150 m/sec) belépő levegő izzó kokszot talál, itt a C és O_2 közti egyensúly azonnal nem áll be, bár nagy a hőmérséklet azonnal nem CO képződik, mert az O_2 koncentráció nagy. Csak a kemencébe való behatolás után áll be az egyensúly azáltal, hogy a priméren képződött CO_2 is oxidálja a szenet, s végül csak CO lesz az elégés terméke. Ezt az újabban végrehajtott kutatás illetve a fúvóövben végzett gázmérések teljes mértékben igazolták [2], [3], [4], [5], [6] stb.

A gáz eloszlásra mindenekelőtt a fúvóövben végbemenő égésnek, az elégési tér kiterjedésének van hatása. Minél egyenletesebb az eloszlás, annál tökéletesebbek lehetnek a redukciós (diffúziós) folyamatok.

Nagy aknamagasságú, tehát klasszikus nagyolvasztóban a gáz és szilárd anyag hosszú ideig érintkezik, a vasoxidok redukciója folyamatosan magasabb oxidfokozatról egészen a Fe-ig végbemehet. Természetesen nem csak gáz által indirekt, hanem a szilárd szén által történő direkt redukció útján is. A hangsúly tehát a rendelkezésre álló nagyobb úton, illetve időn van, amely alatt a lényegében diffúziós folyamatok végbemennek.

Kétségtelen, hogy az időn kívül nagy jelentősége van az anyagok fizikai tulajdonságainak, az érintkező anyagok szem, illetve darabnagyságának is. A gáznak az ércdarabba be kell hatolnia, hogy a redukció végbemehessen. Minél nagyobb út, tehát több idő áll rendelkezésre, annál valószínűbb nagyobb darabokban is a diffúziós gázredukció. Közvetlen redukcióban a $2\,CO = CO_2 + C$ folyamat szene is redukál. Minél hosszabb időn át fejti ki hatását, annál tökéletesebb a folyamat. A klasszikus nagyolvasztó aknájában az oxidok lebontásának, — különösen, ha a betétet előzetesen előkészítik — megvan a tere és lehetősége, és általában nagyobb az indirekt redukció részaránya.

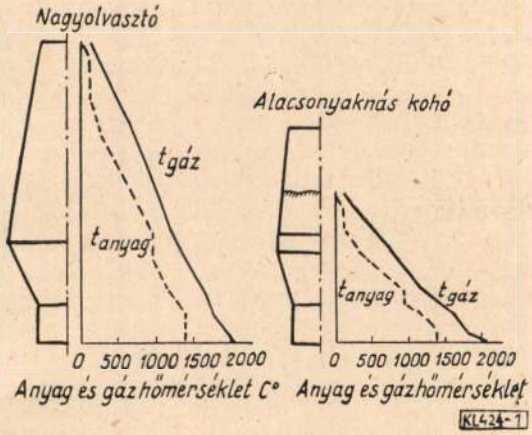
Az indirekt redukció azért előnyös, mert a szénnel való közvetlen redukció többlet kokszot kíván, tehát ennek hője drágább, mint a nagyolvasztó gázáé, melyet feltétlenül redukcióra kell hasznosítani [7]. Alacsonyabb értékű tüzelőanyag használatával, — más kohósítási eljárásban, — a direkt redukció részesedésének növelése esetleg előnyös lehet, ha az ekkor képződő értékesebb torokgázt hasznosítani lehet. A nagyolvasztó torokgáza gyenge fűtőgáz, — melynek nagyobb CO_2 tartalma a tökéletesebb metallurgiai munkát jelzi, — s nemesebb célokra nem hasznosítható.

Az érc fizikai állapota, — a gázredukcióra gyakorolt befolyása miatt, — mérvadó tényező. Elegendő itt utalni *Colclough* kritikus-átmérő fogalmára [8]. (Az átmérő természetesen nem mindig egyes ércdarab átmérője.)

Alacsonyaknás kohók tüzelőanyaga : koksz, barnaszénkoksz vagy szén. A tüzelő itt is fűtést és redukciót végez, ugyancsak CO_2, majd CO-vá ég el, a fúvókák előtt lejátszódó folyamatok csaknem azonosak a nagyolvasztói folyamatokkal. A redukciót azonban a gáz sokkal kisebb mértékben végezheti, legtöbbször túlsúlyban a szén direkt redukciója van éspedig akkor, ha a betét előkészítése (különleges előkészítés) nem a változott áthaladási idő diffúziós körülményeinek stb. megfelelő. Az alacsonyaknás kohónak tüzelőanyag fogyasztása az akna előkészítő munkájának elmaradása, az endoterm direkt redukció, a gyengébb elegy miatt nagyobb.

F. Lüth [10] különböző tüzelőanyagoknak a nyersvasgyártáshoz való alkalmasságát és értékét vizsgálta. Ha az anyagoszlop magasság csökken, a hőmérsékleteloszlás a kemencén belül kényszerűen eltolódik. Nyersvastonnánként nagyolvasztóban és alacsonyaknás kohóban a redukcióhoz és fűtéshez azonos mennyiségű szénre volna szükség, a nyersvas és salak hőmérséklete azonos, a fúvóövben ugyanazon hőmérséklet kell, így csökkentett anyagoszlop magasság mellett az eleggyel rövidebb úton és rövidebb idő alatt kell a szükséges hőt közölni. A betét hőmérsékletének görbéje rövidebb útra és időre szorul, a gázhőmérséklet görbéje eltolódik (1. ábra).

Lüth vizsgálatával arra a következtetésre is jutott, hogy lepárlatlan nyerssszén használata különleges intézkedéseket követel. Nyerssszén mellett a torokhőmérsékletet legalább 400 C°-on kell tartani, hogy ne következzék be kátránylerakódás,



1. ábra. Az anyag és a gáz hőmérsékletgörbéi nagyolvasztóban és alacsonyaknás kohóban

mert ez a kemence üzemét lehetetlenné tenné. Kétségtelen, hogy a szénhidrogének a redukcióban részt vesznek, és ezért a hőmérlegben nemcsak a szilárd, hanem az összes szénnel kell számolni, (tehát a szénhidrogénekben levővel is).

Az alacsonyaknás kohók aknájában az oxidok redukálása feltételezhetően FeO fokozatig mehet végbe. A torokgáz CO-ban dúsabb, CO_2-ben szegényebb, fűtőértéke nagyobb.

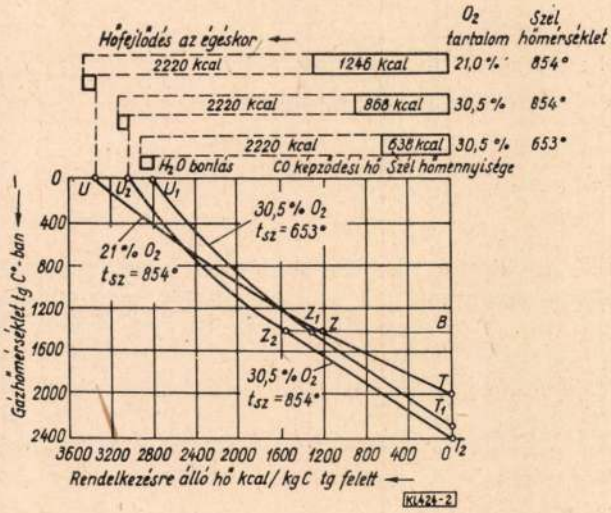
Visnyovszky világos számításokat közöl a változott metallurgiai viszonyokra [9]. 350 m³-es nagyolvasztóban a C felhasználás 980 kg/t nyersvas, gázmennyiség 4700 Nm³/t, 1027 kcal/Nm³ fűtőértékkel, indirekt redukció 47,2%. Alacsonyaknás kohóban az indirekt redukció csökkenése a megfelelő ércoxigénnek direkt úton való redukálódása és a többlet hőfogyasztás miatt 1202 kg/t lesz, ami 1600 kg koksznak felel meg nyersvas tonnánként. A képződött gáz mennyisége 5612 Nm³/t-nyersvas, fűtőértéke pedig 1157 kcal/Nm³, mert a gáz CO_2 tartalma az eredeti 9,1%-ról 4,9%-ra csökken, CO tartalma az eredeti 31,2%-ról 36%-ra nő. A képződő nagyobb fűtőértékű torokgáz nem pótolja a kb. 23%-kal nagyobb C fogyasztást, a többlet gáz csak ott előny, ahol gazdasági felhasználása lehetséges.

Oxigénnel dúsított levegővel való fúváskor, a dúsítás arányában csökkenő nitrogéntartalom miatt a gáz mennyisége, minősége megváltozik. A gáz mennyisége 40% O_2 tartalmú levegő felhasználásakor 3685 m³ (a fentebbi példát véve alapul) CO tartalma 55%-ra nő, N_2 tartalma az előző kb. 56%-ról 34%-ra csökken, emiatt a gáz fűtőértéke kb. 1770 kcal/Nm³. Ebből már az a következtetés vonható le, hogy — amint arról már előbb említés történt — gyengébb tüzelőanyag használata mellett, a nagyolvasztó gyenge fűtőgáznak tekinthető torokgáza helyett nagy fűtőértékű gáz termelhető, amely metallurgiai és egyéb célokra alkalmas.

A felhozott példa rávilágít az alacsonyaknás kohók két első csoportjának metallurgiai alapvető eltérésére, s ezért a nagyolvasztóétól eltérő metallurgiai körülményekhez kell szabni a betétet, medenceterhelést, gázhasznosítást s még más tényezőket is. Csak utóbbiak betartásával lehet befejezett fejlődésről beszélni, amely biztosítaná a széleskörű üzemi elterjedést.

Az oxigéndúsításnak a kohó meleggazdálkodásában az említetten kívül más jelentősége is van. Növekvő oxigéntartalommal az égéshőmérséklet nő, a felsőbb hőmérséklethatárokon belül hasznosítható hőmennyiség növekszik, alsóbb hőmérséklethatárokon hasznosítható melegmennyiség kisebb, mint normális levegővel való fúváskor. Oxigén dúsítással a fúvókák előtti nagy hőmérsékleti öv összeszűkül, az égési övezet nagyon koncentrált, s csökkent gázmennyiség miatt a hőfokesés a kohó magasságában nagyobb. Ennek következménye, hogy az aknában az indirekt redukció csak azon oxidfokozatokig mehet végbe, amelyek hőigénye kisebb. Tehát végbemehet a Fe_2O_3, Fe_3O_4 redukciója, de az FeO redukciójára nem kerülhet sor.

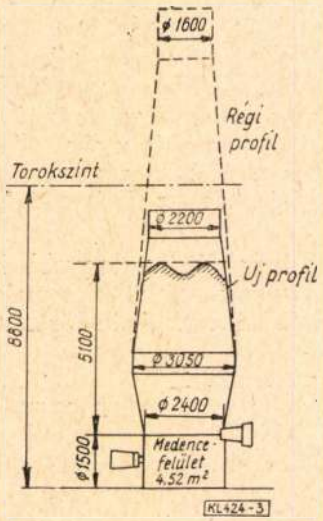
H. Schumacher [11] a nagyobb hőmérséklethatárokon hasznosítható többlet melegmennyiség magyarázatát adni a *2. ábrán* kísérelte meg. Kü-



2. ábra. Fúvólevegő O_2 tartalmának és hőmérsékletének befolyása tg felett rendelkezésre álló hőmennyiségre 1 kg fűtőszénre vonatkoztatva (Schumacher szerint)

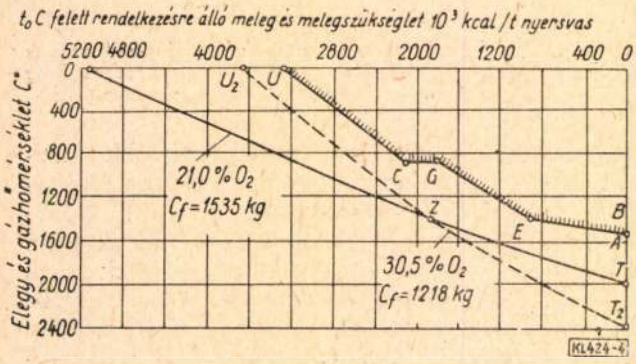
lönböző O_2 tartalom és fúvószélhőmérséklet mellett, Nm³-ként 10 gr nedvességtartalomra feltételezte, hogy a fűtőszén CO-vá ég el. A TU, T_1 U_1 és T_2 U_2 vonalak a gázhőmérséklettől függően a fűtőszén 1 kg-jára bizonyos hőmérsékletek felett rendelkezésre álló melegmennyiséget mutatják. TU vonal adja a 854 C° szélhőmérséklet mellett elérhető értékeket. 1400 C° hőmérsékleten a renddelkezésre álló melegmennyiséget a ZB távolság adja, amely 1215 kcal a fűtőszén 1 kg-jára, és az 1 kg fűtőszén által termelt OU távolság 3340 kcal-jának 36%-át teszi ki. Vagyis ez a 36% a hasznosítható meleg 1400 C° felett. Ha a normális levegőt 30,5% O_2 tartalmú széllel pótoljuk azonos szélhőmérséklet mellett, a rendelkezésre álló hőmennyiség a T_2 U_2 vonal szerinti, amely a TU vonalat kb. 800 C°-on metszi. Az oxigéndúsítás, illetve a kisebb nitrogéntartalom miatt a levegő és gázmennyiség kisebb, a rendelkezésre álló UO_2 hőmennyiség 2984 kcal, de az 1400 C°-on hasznosítható melegmennyiség a Z_2B távolságnak meg-

felelően már 1533 kcal/kgC, vagyis a rendelkezésre álló egész hőmennyiségnek 52%-a és 310 kcal-val több az előzőnél. A T és T_2 pontok az elméleti égéshőmérsékletek, 1986 C°, illetve 2399 C°. Az ábrán jelölt T_1 U_1 vonal szerint ugyancsak 30,5% O_2 tartalmú, de csak 653 C° szélhőmérsékleten a hasznosítható hő csak Z_1 B és az előzőnél Z Z_1 távolsággal kisebb.



3. ábra. Alacsonyaknás kohó profilja és méretei

A 3. ábra az Oberhausen-i alacsonyaknás ferromangánkohót, a 4. ábra annak hőeloszlását mutatja. A normális és dúsított fúvószél hőleadás görbéi 1400 C°-on metszik egymást, vagyis ezen hőmérséklet feletti tartományban a hasznosítható hő nagyobb. Jellemző a torokhőnek (OU-ról OU_2-re) erős csökkenése, ami ugyancsak a már



említett jelenséggel függ össze, hogy a fúvószél O_2 tartalmának növelésével az égési öv kisebb területre szorul, a fejlődő gázmennyiség kisebb, tehát a gázok a meleg átadás után hidegebben távoznak, de főleg azzal hogy a kisebb hőmérsékleti határokban a hasznosítható meleg csökken.

Ebből következik, hogy az oxigéndúsítás nem mindenfajta nyersvas és ötvözet gyártásakor jár feltétlen tüzelőanyagcsökkenéssel. Acélnyersvasgyártáshoz tudvalévően kisebb medencehőmérsékletre van szükség, kb. 900 C° fölötti tartományban döntő a hőszükséglet fedezete, hogy a kemence hőegyensúlya megmaradjon. Az akna redukciós munkája folytán a gázokban lévő hőfelesleg felhasználódik, s a torok hőmérséklet 200—400 C° közt áll be, s a gázmennyiség csökkenése a redukciós munkát akadályozhatja. Más a helyzet az alacsony aknában, ahol az akna redukciós munkája általában csak a FeO-ig terjed s utóbbinak redukciója már direkt úton megy végbe. A szükséges nagyobb hőmérséklet és melegmennyiség igény a medencében jelentkezik, ahol O_2 dúsítás mellett az rendelkezésre áll.

De a nagyobb hőmérsékleti tartományban O_2 dúsításból rendelkezésre álló többlet hő még fokozottabban hasznosítható ötvözetek gyártásához. FeMn, FeSi, FeCr gyártásakor a termék tonnájára eső tüzelőanyagfogyasztást az 1000 és 1500 C° közt lefolyó direkt redukció 1200 C° feletti nagy hőigénye határozza meg. Közönséges fúvószéllel a nagy hőmérsékleti övben rendelkezésre álló többlet hő kicsi, O_2 dúsítás mellett a fűtőszén súlyegységére eső nagyobb hasznosítható melegmennyiség fedezi a szükségletet, a torokhőmérséklet pedig ugyanekkor elfogadható 200—300 C°-ra csökken. Ezt mutatja az Oberhausenben lefolyt FeMn kísérlet és az 1943—44. évben Trostbergben végzett kohósítás is.

Azokban az alacsonyaknás kohókban, amelyekben acélnyersvasat gyártottak, pl. a belga kísérleti kohóban, kismértékű (28%-ig terjedő) oxigéndúsítást nem tartottak feltétlen szükségesnek, bár bizonyos előnyök észlelhetők voltak [12]. Az Oberhausen-ben folytatott kísérletek alapján ugyanez volt a vélemény.

A lepárlásos kis olvasztóban — amilyen a DHN —, oxigéndúsítással még nem kísérleteztek, bár feltételezik, hogy használata bizonyos előnyöket jelenthet.

Az alacsony akna érzékenyebb a betét változásaira, mint a klasszikus nagyolvasztó. Ezt bizo-

	Melegmennyiség kcal/t. ny. v. 0 C° felett	Torokgáz Nm³/t. ny. v.	térfogat, % CO	CO_2	H_2	N_2	hőfok	Tüzelőanyag, kg/t ny. v. fűtő szén	koksz
Normál levegő (üzemi érték)	Rendelk. áll. (OU) ..... 5 126 900 Szükséglet (OD) ..... 3 238 400 Torokveszt. (DU) 1 888 500	8792	31,8	6,5	3,2	58,5	510°	1535	2260
O_2-vel dúsított levegő (számított)	Rendelk. áll (OU_2) ..... 3 630 000 Szükséglet (OD) ..... 3 238 400 Torokveszt. (DU_2) 391 600	5537	39,9	10,1	3,9	46,1	218°	1218	1855

4. ábra. Ferromangánkohó hődiagramja (alacsonyaknás kohó Oberhausen 1952) (Schumacher szerint)

nyítják többek között az NDK-ban lévő Calbe-i kohók tapasztalatai. *Bardin* [13], [14] nagyolvasztó és egy kicsi kohó, valamint a Calbe-i kohók összehasonlításából azt a következtetést vonja le, hogy a betét előkészítésének tökéletesítésére annál inkább szükség van, minél jobban ki kívánják használni a kohó térfogatát vagy más szóval kifejezve, minél kisebb az anyagnak tartózkodási ideje a kemencében, tehát minél nagyobb a betét levonulási sebessége. Ezért állapítja meg a Calbe-i kohókkal kapcsolatban, hogy be kell vezetni a betét egyenlősítését, sőt a poros érceknek agglomerálását, továbbá jónak tartotta brikettezését is, valamint a mészkőnek mésszel való helyettesítését. Megemlíti továbbá, hogy igen nagy jelentősége van az ércbetét jó átlagosításán kívül az ércbetét egyenlő szemnagyságának. Az alacsonyaknás kohóban a betét levonulása, a direkt redukció sebessége annyira gyors, hogy tulajdonképpen nem lehet diffúziós, hanem csak kinetikai folyamatokról beszélni. Ezt a nézetet tejles mértékben igazolják a Calbe-i későbbi eredmények.

Az 1955-ben és 57-ben — a másik hasonló típusú, a Liège-i alacsonyaknás kísérleti kohóról kiadott jelentések is arról számolnak be, hogy a szemnagyság egyenlősítésének igen nagy a jelentősége. Ha például a 0—10 mm-es ércszemnagyság a betétnek 30—40%-át meghaladta, úgy már üzemzavarokkal kellett számolni. Az anyag levonulása bizonytalanná és egyenetlenné válik, ami természetesen a nyersvas mennyiségét és minőségét befolyásolja.

Végeredményben a fent említett két kohó eredményei bizonyítják, hogy az anyag előkészítésére nagy figyelmet kell szentelni, mert az alacsonyaknás kohó gyorsabban dolgozik, áthaladási ideje 1/5-e, 1/3-a a nagyolvasztó áthaladási idejének, az anyagok érintkezéséből folyó reakciók beállta szempontjából tehát igényesebb.

Ez vezetett az alacsonyabb rendű tüzelőanyagok használatával kapcsolatban arra a gondolatra, hogy a betétet előzetesen őröljék, az ércet a tüzelővel vegyesen brikettezzék, s ezek az aránylag kis méretű brikettek szolgáljanak az alacsonyaknás vagy kiskohók betétjéül. A DHN eljárásban rendszeresen szenet használnak koksz helyett tüzelőanyagul. A betétet brikettezik és külön nagy figyelmet szentelnek a brikettezés előtti szemnagyság eloszlására, amivel el lehetett érni — az irodalmi adatok szerint —, hogy a lepárlásos kohósítás jó eredményeket adott. Ilyen a vaskokszknak a használatával végzett kísérletek eredménye is (Hamborn). Kétségtelen, hogy a kis szemnagyságú érc és koksz érintkezése jóval tökéletesebb, az olvasztóban végbemenő reakciók lefolyásának lehetősége jobban fennáll, mint vegyes betétanyag mellett.

Az általános szempontok között meg kell említeni a profilt is. Az alacsonyaknás kohók egyrészének kialakításakor abból a meggondolásból indultak ki, hogy a fúvókák előtti elégési öv befolyásolásával az olvasztó belsejében lévő holt teret kiküszöböljék. Ez vezette a tervezőket arra, hogy a körszelvényről a hosszukás téglaalap szelvényre menjenek át, a fuvókák számának növelésével a gázosítást tökéletesítsék és ezzel az egyenletes gáz elosztását a kemencében biztosítsák. Ilyen a Calbe-i és a Liège-i kísérleti olvasztó szelvénye is.

A hosszúkás szelvény helyettesíthető más szelvénnyel, s részben erre példa már a DHN kohók kialakítása is. Az oxidációs övnek az elhelyezkedése és mélysége a legújabb vizsgálatok szerint a befúvott szél kinetikai energiájától és csak másodsorban függ a tüzelőanyag szemnagyságától. Ezért azok a meggondolások, amelyek csak a hosszúkás szelvényt tartják jónak, nem állhatnak fennt. A Calbe-i kohók részletes vizsgálatával foglalkozik *K. F. Lüdemann* [3]. Megállapítja, hogy a medencében elhelyezkedő kokszból és az elegy más alkotórészeiből álló mag 0,8 m széles és kb. 5,0 m hosszú. A mag elhelyezkedése igen hátrányos a medencében összegyűlt nyersvas összetételének kiegyenlítésére s emiatt a salak szükséges reaktív hatása (kéntelenítés) sem érvényesülhet. A Maxhütte-n lévő körszelvényű kísérleti kohóban ilyen befolyást nem tapasztaltak, s ez adta az indítékot arra a meggondolásra, hogy a négyszögszelvény helyett helyesebb lenne körszelvény használata. A belga kohóra viszont megállapították, hogy a sebesség változtatásával az oxidációs öv kiterjedése változtatható. Egyes megfigyelések szerint sokkal előnyösebb volt, hogy az oxidációs öv nem a függőleges irányban felfelé, hanem lefelé terjedt ki. Az oxidáció veszélye ez esetben sem volt jelentős, mert az anyaglevonulás nagy sebessége mellett számottevő leégést tapasztalni nem lehetett.

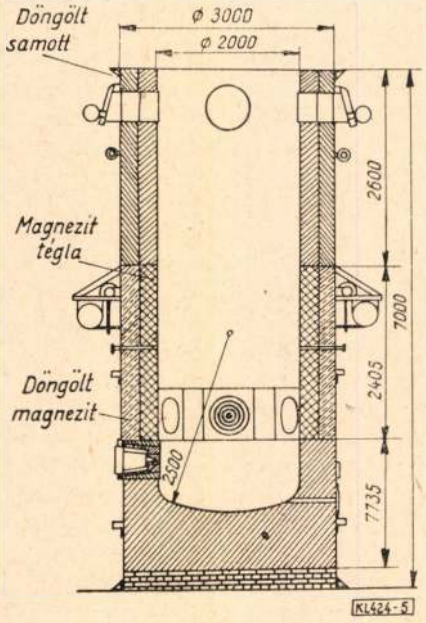
Különböző alacsonyaknás kohó-kísérletek és üzemi eredmények

A következőkben nagyjából kor szerint sorrendben kívánom ismertetni az egyes kohófajták jellemzőit.

Kis szórási magasságú kiskohók vagy alacsonyaknás kohók létesítésének körülményeit fentebb részleteztem.

A mai értelemben vett alacsonyaknás kohókra a XX. század negyvenes éveiben terelődött a figyelem a betétanyagok minőségi változása és a kohászat termelésének fejlődésével arányban nem álló granuláció eltolódás miatt.

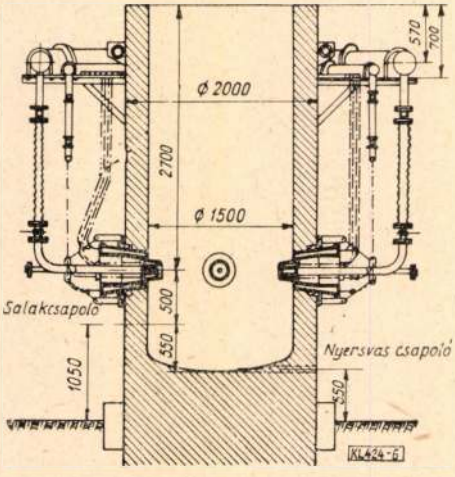
A második világháború utolsó éveiben *Durrer* professzor kezdeményezésére 1944—45-ben Trostberg-ben, Bajorországban volt üzemben egy alacsonyaknás kohó, melynek egyik célja az ott vegyiüzemben melléktermékként nyert nagymennyiségű oxigén hasznosítása volt [15](5. ábra). Az oxigéndúsítás mértéke 75%-ig terjedt. A már említett körülmények miatt 30—45% Cr tartalmú ferrokrómot, 47% Cr, 13% Si tartalmú szilikokrómot is sikerült — kb. 2150 kg koksszal egy tonna termékre — zavar nélkül gyártani. Ugyanitt acélnyersvasat is gyártottak, nyersvastonnánként 1330 kg koksz fogyasztással. Az indirekt redukció kismértékű, a termelt gáz igen jó fűtőértékű volt, amiből azt a következtetést vonták le, hogy a kohósítás ott indokolt, ahol az értékes gázenergia felhasználása lehetséges, pl. szintézisgázként.



5. ábra. Kísérleti alacsonyaknás kohó Trostberg-ben

Durrer professzor az oxigénes alacsonyaknás kohósítás előharcosa, Gerlafingen-ben, Svájcban épített egy kis olvasztót (6. ábra), amelyben többek között osztrák — köflachi — hamuszegény szárított barnaszénnel, osztrák pörkölt ércből 40—28% O_2 dúsítás mellett igen jó minőségű mangándús tiszta nyersvasat gyártottak. A 40%-os oxigéndúsításra a kohó kis magassága miatt volt szükség. A képződő gáz mennyisége 3900 Nm^3 volt nyersvastonnánként, fűtőértéke 1900—2000 kcal/Nm^3. Szénfelhasználás 2700 kg/t nyersvas. Ugyanitt megkísérelték vashulladék kohósítását 28% O_2 dúsítással; 20—23% kokszfelhasználás mellett a torokgáz fűtőértéke 1000 kcal/Nm^3 volt [16], [17].

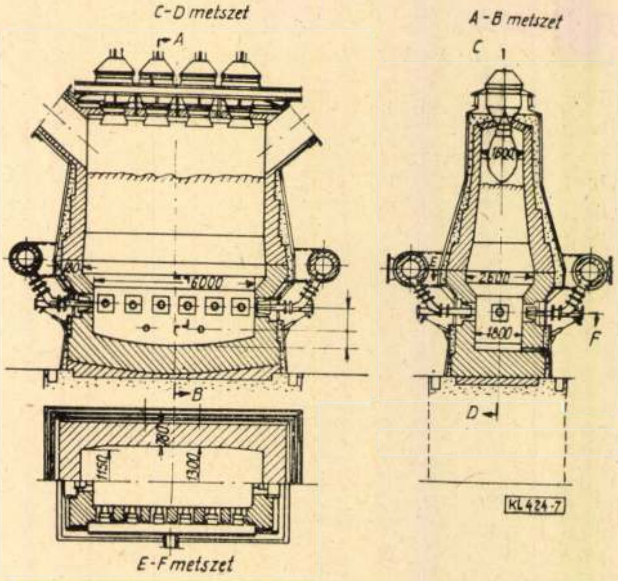
Ugyanabban az időben Olaszországban a Montecatini vegyészeti konszern Sinigoban Fischer-Tropsch vegyi szintézisre alkalmas gáz előállítására



6. ábra. Oxigénes alacsonyaknás kohó Gerlafingenben

alacsonyaknás kohót épített. Az ércbetét 57%-Fe tartalmú piritpörk, tüzelőanyaga nyers lignit volt. A kemence fő méretei: medence átmérő 3500 mm, torok 4800 mm, teljes magasság 7500 mm. A termelés naponként 200—240 tonna nyersvas, tüzelőanyagfogyasztás nyersvastonnánként 4 t-ra rúgott. A fúvószél 50—60% O_2-t tartalmazott, ennek megfelelően a torokgáz 2500 kcal/Nm^3 fűtőértékű volt. A kohó nem sokáig volt működésben, mert a torokgázra az időközben feltárt nagymennyiségű földgáz miatt már nem volt szükség.

Az NDK-ban 1949-ben kezdtek az alacsonyaknás kohókkal behatóbban foglalkozni. Az okot, főképpen a két alapvető anyag, a kokszolható szén és vasban dúsabb érc hiánya adta. A megfelelő elméleti előkészítés után 1950 kora tavaszán Unterwellenborn-ban, Maxhütten állították fel az első kísérleti kemencét s ennek eredményei alapján kezdték meg a tervezést az NDK nyugati vasművében Calbe-ban felállítandó nagyobb alacsonyaknás olvasztó telep létesítésére. A maxhüttei kísérleti kisolvasztó körszelvényű volt, s később azon meggondolásból tértek át a hosszú téglalap alapú szelvényre, hogy az olvasztó alján képződő holt teret kihasználják és a gáz átjárást a kemence egész szelvényében biztosítsák. Messzire vezetne a részleteknek az ismertetése, arról bőséges tájékoztatás található az irodalomban [19], [20], [21].



7. ábra. Egy Calbe-i alacsonyaknás kohó főméretei

A kohó profilját a 7. ábra mutatja. Arra szorítkozom, hogy csak a kapott eredményeket ismertessem és azokat a következtetéseket regisztráljam, amelyek részben az NDK-ban érlelődtek meg, és 1955 december 8-án és 9-én Lipcsében tartott alacsonyaknás konferencián hangzottak el [14], valamint ezt megelőzően megjelentek részben *Bardin* professzor tollából a szovjet folyóiratokban, másrészt nálunk is [13], [22]. Legújabban pedig *Lüdemann*, *Struve*, *Ebert* elemezte az alacsonyaknás kohók metallurgiáját [36], [37].

(Folytatjuk).

Az acélgyártás tökéletesítésének új eljárásai*

ALEXANDER MIHAJLOVICS SZAMARIN

(folytatás)

D. K.: 669.18

Новые методы усовершенствования производства стали

Neue Methoden zur Verbesserung der Stahlerzeugung

New methods to improve the production of steel

A folyékony acél kezelése vákuumban

Kétségtelen, hogy a legközelebbi jövőben az indukciós és vákuumos villamosív kemencék az acélgyártásban jelentős mértékben el fognak terjedni. Azonban nem lehet számolni azzal, hogy ezekben a kemencékben évenként majd több millió tonna acélt és ötvözetet elő lehet állítani a vákuumos kemencék bonyolult szerkezete miatt és azért is, mert az üzemhez szükségszerűen villamosenergiát kell felhasználni.

A vákuum használatára 1940-ben új eljárást javasoltak [7], amelynek lényege az alábbi: bármilyen acélolvasztó berendezésben gyártott folyékony acélt vákuumban kell tovább kezelni. Ehez a folyékony acéllal telt üstöt olyan kamrába kell helyezni, amelyből először a levegőt, majd az acélból távozó gázokat kell eltávolítani, vagy pedig a kis nyomást az acél öntése közben kell létesíteni.

Az említett eljárást az ipari gyakorlatban először a Jenakievi Kohászati Üzemekben próbálták ki. Itt Bessemer-sinacélt és meg nem nyugatott acélt 16 tonnás üstben vákuumban kezeltek és négy tonnás tuskókat vákuumban öntöttek. A folyékony acéllal telt üstöt 12—14 percig vákuumos kamrában tartották, miközben a kamrában uralkodó nyomást 70—170 mm Hgo-ra csökkentették.

Az acél oxigén- és nitrogéntartalmának a vákuum kezelés alatt bekövetkezett változását a 9. *a* és *b* ábra tünteti fel.

Ezen az ábrán a vákuumban nem kezelt acél említett gáztartalmára vonatkozó adatokat tüntettük fel. Amint a 9. *a* ábrán feltüntetett adatokból kivehető a konverter-acélnak rövid ideig kisebb nyomás alatt való tartása az acél oxigéntartalmát 4—10-edére csökkentette, ugyanakkor a vákuumban kezelt acél oxigéntartalma 2,5—5-szerte volt kisebb, mint a közönséges eljárással gyártott acélban. A nitrogéntartalom a vákuumkezelés következtében 30—50%-kal csökkent (9. *b* ábra).

Dzerzsinszkij nevéről elnevezett kohászati üzemekben folyékony Bessemer acélnak 22,5 tonna befogadóképességű üstben vákuumos kezelésre szolgáló kamra van üzemben. A kamra berendezésének vázlata a 10. ábrán látható.

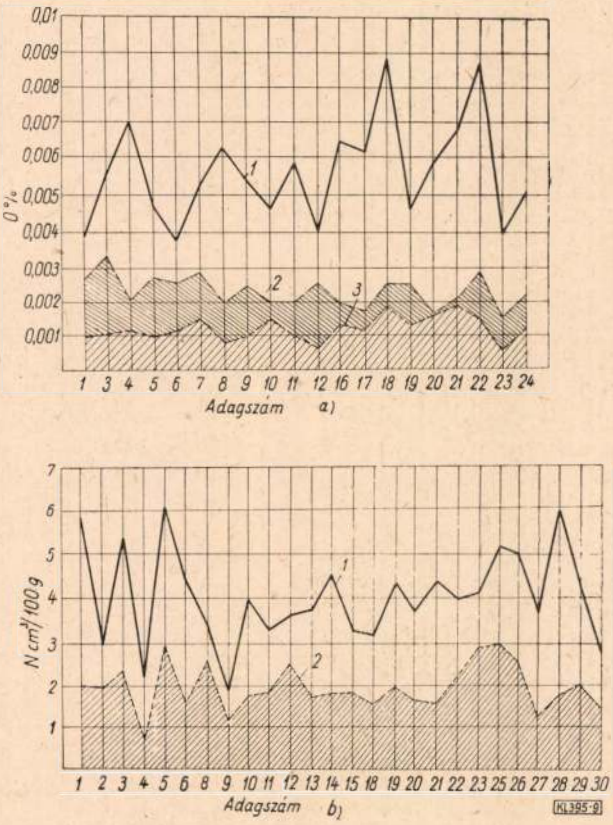
A Bessemer-sinacélba végleges dezoxidálás céljából, a vákuumos kezelés után, tonnánként 150—900 gramm alumíniumot adagoltak. Az acélt 0,10—0,15% vanádiummal is ötvözték.

10—15 percig tartó vákuumos kezelés hatására a sinacél hidrogén-tartalma 2—2,5-ére (átlagosan 2 $cm^3/100$ gr-ra), az oxigéntartalom 4-8-adára, a nitrogéntartalom pedig 10—12%-kal csökkent.

A sinacél vákuumos kezelése, azaz az említett gázoktól való megtisztítása az acél képlékenységét növelte — a nyúlás 10—20%-kal, a keresztirányú kontrakció 20—40%-kal és az ütőmunka 30—40%-kal növekedett. A vanádiumötvözés az acél szilárdsági tulajdonságait — nagy képlékenységének megtartása mellett — növelte.

A vákuumkezelés után jelentős mértékben megjavultak a nem megnyugtatott (csillapítatlan) Bessemer-acél tulajdonságai is. A 11. ábrán látható a szóbanforgó acél oxigén-, hidrogén- és nitrogén-tartalmának változása a folyékony acélnak üstben végrehajtott vákuumos kezelése után, éspedig az oxigén 5—10-edére, a hidrogén 2—2,5-ére csökken, a nitrogén 30—50%-kal lesz kisebb.

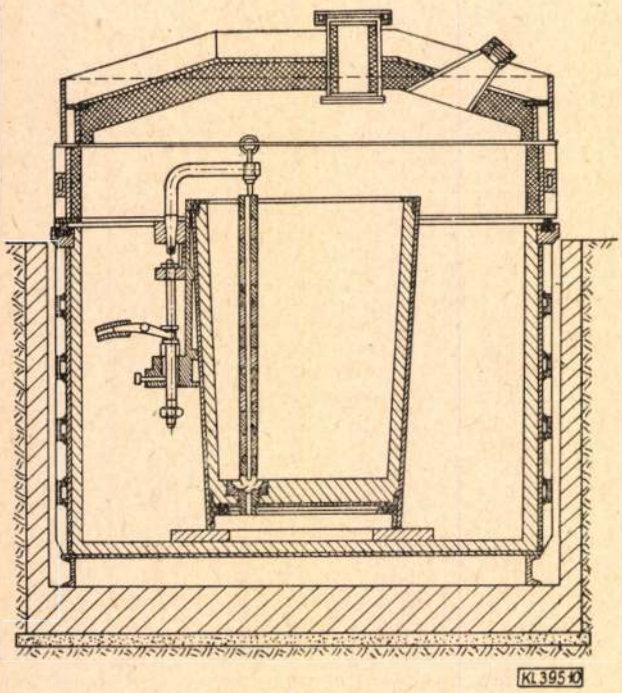
A nem megnyugtatott (csillapítatlan) acélból öntött tuskók belső szerkezete nem különbözik a



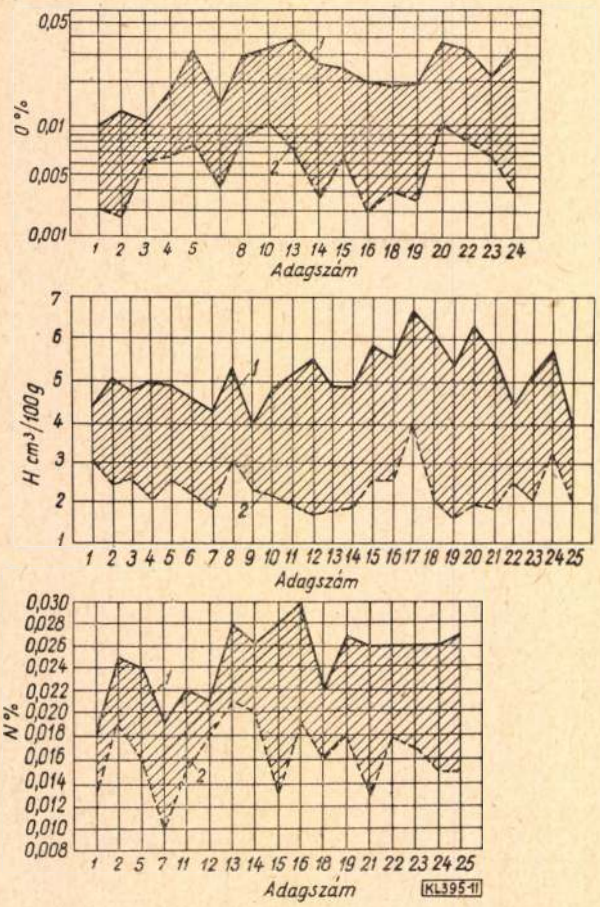
9. ábra. Bessemeracél oxigén és nitrogéntartalmának változása vákuumos kezelés után

a oxigén tartalom: 1-es jelű görbe vákuumos kezelés előtt, 2-es jelű görbe kezelés után, 3-as jelű görbe hengerlés alatt; *b* nitrogén tartalom: 1-es jelű görbe vákuumos kezelés előtt, 2-es jelű görbe kezelés után

* A Kohászati Lapok 1959. évi 2—3. számában megjelent cikk folytatása.



10. ábra. Folyékony acélnak üstben való vákuumos utókezelésére szolgáló kamra

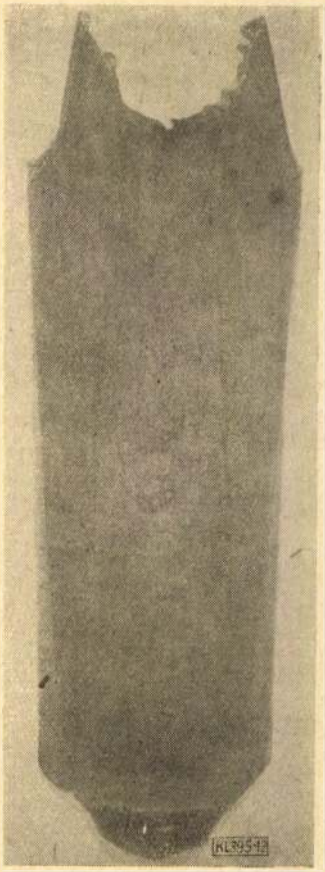


11. ábra. Csillapítatlan Bessemer-acél oxigén, hidrogén és nitrogéntartalmának változása vákuumos kezelés hatására

1-es jelű görbe kezelés előtt, 2-es jelű görbe kezelés után.

dezoxidált megnyugtatott acélból öntött tuskók szerkezetétől, amint az a 12. ábrán is látható.

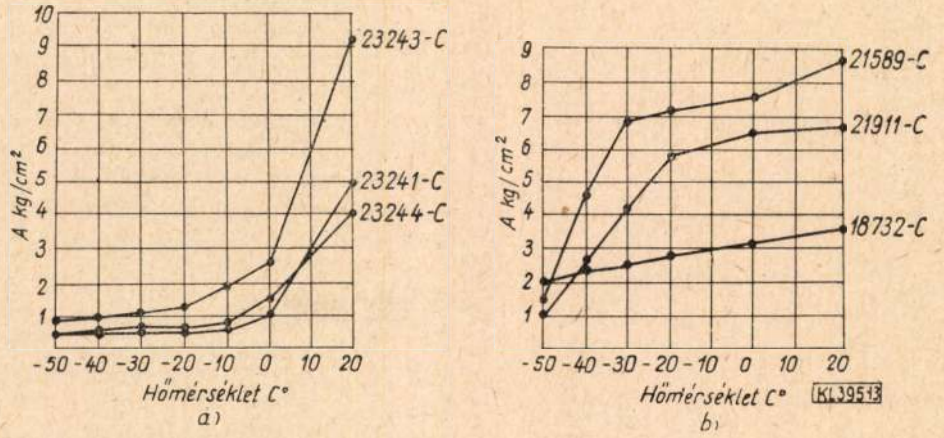
A vákuumban kezelt nem megnyugtatott Bessemer-acél, fagypont alatti hőmérsékleten a közönséges acélnál szívósabb. A 13. ábrán a közönséges és vákuumban kezelt csillapítatlan Bessemer acél ütő próbáinak eredményei láthatók. Az itt ismertetett adatokból kitűnik, hogy a vákuumban kezelt acél ridegedése mínusz 20—45 C°-os hőmérsékleten következik be, ugyanakkor a közönséges acél már 0 C° körül rideg.



12. ábra. Vákuumban kezelt csillapítatlan Bessemer-acéltuskó hosszmetszete

Az ötvözött acélokat vákuumban a „Dnyeproszpecsztálj" Kohászati Üzemekben kezelték. Itt olyan kamrák vannak, amelyek a 25 tonnás villamoskemencében gyártott acélnak üstökben való kezelésére alkalmasak. A kamrában tartás rendszerint 10 perc, 30—35 mm Hgo állandó nyomás mellett

Eme eljárásnak a „Dnyeproszpecsztálj" Kohászati Üzemekben való bevezetése előtt megállapítást nyert, — amint már a fentiekben is említettük —, hogy a vákuumos indukciós kemencében gyártott transzformátor-acélt a kisebb wattveszteségek és a nagyobb képlékenység jellemzik. Ennélfogva elsősorban azt a transzformátor-acélt vették vákuumos kezelés alá, amelyben a karbon-, kén- és az oxigéntartalom szennyeződése már károsnak minősül. Természetes, hogy a villamosív kemencében is lehet alacsony karbon és kéntar-



13. ábra. A vákuumkezelés hatása a csillapítatlan Bessemer-acél ütőmunkájára
a kezeletlen acél ütőmunkája, *b* kezelt acél ütőmunkája

talmú acélt gyártani, ha az acélgyártását nagyobb hőmérsékleten végezzük. Mindazonáltal a nagyobb hőmérsékleten gyártott transzformátor acélból nem tudunk teljesen tömör tuskót kapni és így hideghengerléssel nem lehet jóminőségű finom lemezeket gyártani.

A vákuumos kezeléssel sikerült teljesen megszüntetni a transzformátoracél tuskók üzését, mivel az acélban feloldott gázok felesleges részét eltávolították és sikerült az acélban sokkal kisebb karbon-, oxigén- és kéntartalmat elérni. A 14*a* és 14*b* ábrán az acél karbon- és kéntartalmára vonatkozó adatok láthatók. Majdnem az összes olyan adagban, amelyeket vákuumban nem kezeltek, a transzformátoracél karbontartalma 0,04—0,09% között, kéntartalma pedig közel 0,07% volt. A vákuumos kezelés eredményeként lehetővé vált olyan legfeljebb 0,03% karbontartalmú acél gyártása, amelyben a kéntartalom 0,003—0,05 százalék között volt.

5. táblázat

Vákuumban kezelt transzformátoracél oxigéntartalmának változása

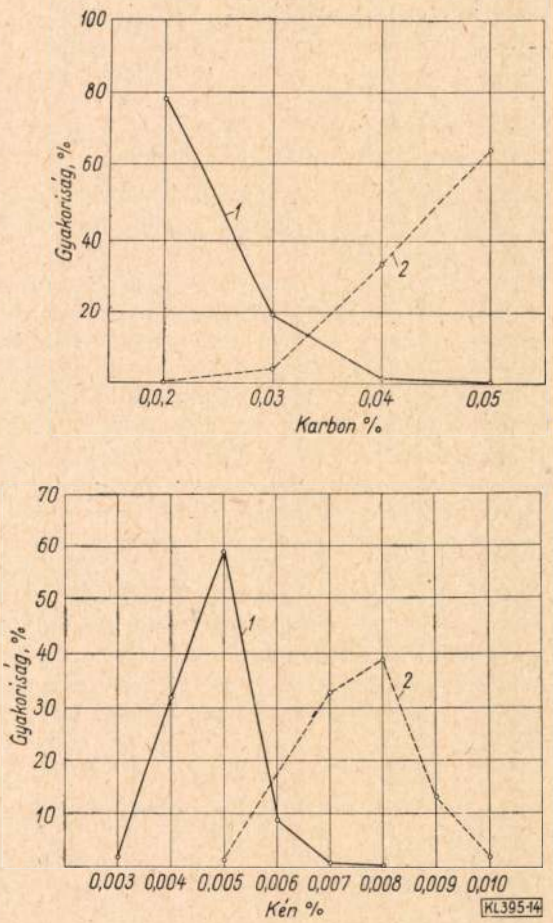
Az adag száma	Az acél oxigéntartalma %-ban	
	Csapolás előtt	A vákuumos kezelés után
17 947	0,0054	0,0042
17 955	0,0079	0,0042
1 972	0,0062	0,0052
18 047	0,0049	0,0042
18 136	0,0095	0,0050
18 236	0,0080	0,0054
18 275	0,0135	0,0054

Az 5. táblázatban a transzformátoracél oxigéntartalmának a kemencéből való lecsapolása előtti és a vákuumos kezelés utáni adatait közöljük.

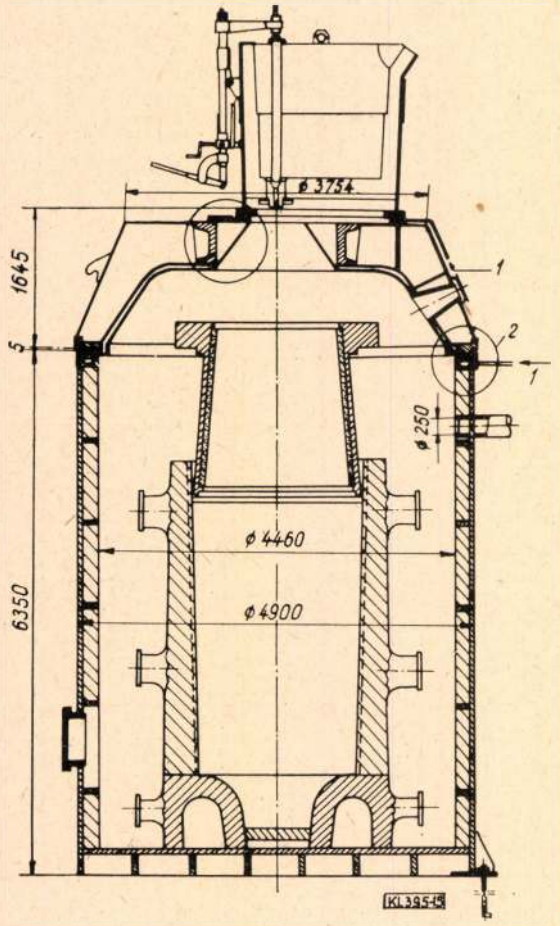
A folyékony acélfürdő vákuumos kezelése közben az oxigén a karbonnal és szilíciummal reakcióba lép karbonmonoxid és szilíciummonoxid keletkezik, melyek az acélból a kisnyomás mellett könnyebben kiválnak. Ez az acél karbon- és oxigéntartalmának csökkenésére vezet. A folyékony acélnak összekeverése vákuumos kezelés közben nagy bázicitású és jól dezoxidált salakkal az acélt a kéntől utólagosan nagymértékben megtisztítja.

A káros szennyeződések csökkenése következtében a transzformátoracél wattveszteségei 20—25%-kal csökkennek.

A Szovjetunió néhány kohászati üzemében max. 200 tonna súlyú nagy tuskók öntésére szolgáló vákuum kamrákat helyeztek üzembe. Ezek



14. ábra. A vákuumkezelés hatása a csillapítatlan Bessemer-acél karbon- és kéntartalmára
1-es jelű görbe vákuum kezelés előtt. 2-es jelű görbe vákuum kezelés után



15. ábra. Acéltuskó kezelésére szolgáló kamra vázlata
1. víz, 2. kötőszerkezet,

a tuskók rendszerint nagy generátor forgórészeknek és más fontos rendeltetésű gyártmányoknak készítésére szolgálnak.

A 15. ábra egy vákuum kamra rajzát tünteti fel a benne elhelyezett kokillával [8]. A kokilla behelyezése után a kamrát lezárják, a fedelére közbenső üstöt helyeznek, amelynek zárja alatt alumíniumlemez van. Ez az alumíniumlemez a folyékony acélnak a közbenső üstbe történő kiöntéséig a kamrát a külső levegőtől elszigeteli. A közbenső üst és a kamra fedele között gumitömítés van. Az acélnak a kokillába való öntése előtt a kamrában uralkodó nyomást 1—10 mm Hgo-ra csökkentik. Ezután az első üstből a folyékony acélt kagylón át a közbenső üstbe öntik, majd ebből az acél — az alumínium lemez elolvadása után — a kokillába ömlik.

A vákuumkamrába zuhogó tömör acélsugár cseppekre fröccsen szét és a leöntött acél a kokillában forr.

A vákuum szivattyúkat, a kokilla megtöltésének befejezése után úgy szabályozzák, hogy az acél megdermedése atmoszférikus nyomáson következik be.

A vákuumos öntés alatt felszabaduló gázok túlsúlyban karbonmonoxidból, hidrogénből és kevesebb nitrogénból állnak. Következésképpen a vákuumöntés alatt az acélt a karbon utólagosan dezoxidálja és egyúttal megtisztul a hidrogéntől.

Ha a savanyú martinacélból közönséges eljárással öntött tuskókban a nemfémes zárványok átlagosan 0,0182%-ot tettek ki, akkor a vákuumban öntött tuskók átlagos nemfémes zárványtartalma 0,0046% volt, vagyis az előbbinek csupán ¼-e.

Az adatokból következik, hogy a vákuumos öntés közben az acélból legalább 40% hidrogén távozik el (6. táblázat).

A vákuumban öntött acél csökkent hidrogén és nemfémes zárvány tartalma lehetővé tette a gyártott termékekben a pelyhek kiküszöbölését. Ennek következtében jelentős mértékben lehet csökkenteni a melegítés hosszú időtartamát, amely elkerülhetetlen a közönséges eljárással öntött, pelyhesedésre hajlamos acélok tuskóinak újrafeldolgozásakor.

Az elmondottakból következik, hogy a vákuumos kezeléssel az acél minőségét meg lehet javítani és növelni lehet a selejtmentes kihozatalt. A vákuumos kezeléssel kapcsolatos műveletek nem zavarják az acélgyártás normális lefolyását. A vákuum kamrák — egyszerűek és bármelyik kohászati üzemben könnyen felszerelhetők. A folyékony acél kezelésére szolgáló vákuum berendezések üzemi költsége elenyészően csekély, az acélgyártással kapcsolatos más kiadásokhoz képest.

Így tehát nem helytálló az a felfogás, hogy az öntéssel legyártott acél minőségét nem lehet javítani, igaz azonban az, hogy rossz öntéssel könnyen el lehet rontani a jól gyártott acélt is.

A vákuumos olvasztókemencék munkaterének légmentes elzárása

Az indukciós és vákuumos ívfényes kemence munkaterében uralkodó kis nyomás az alacsony oxigén és nitrogén-tartalmú acél előállításának még nem biztosítéka. A fentiekben már említettük, hogy az oxigéntartalom — a folyékony fémnek vákuumban való tartása alatt — a kemence bélésével végbemenő vegyihatás következtében növekedhet. Ha az oxigénnel való szennyeződésnek ezt a forrását is kiküszöbölik, még nem szűnik meg az acél oxigénnel és nitrogénnel való szennyeződésének lehetősége.

6. táblázat

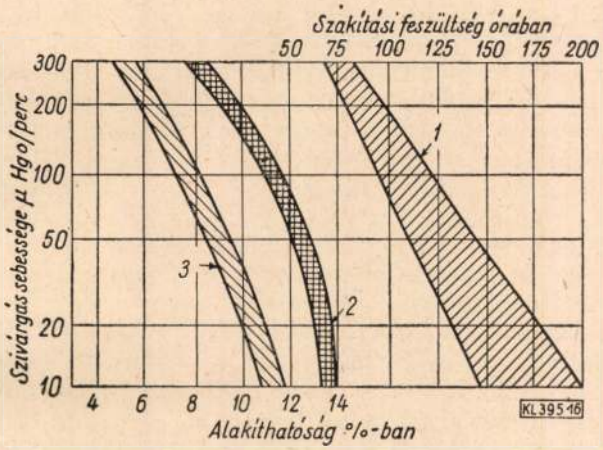
A hidrogéntartalom változása az acél vákuumos öntése alatt

Acél	A tuskó súlya tonnában	Az acél maximális hidrogéntartalma cm³/100 g	
		csapolás előtt	vákuumban történő kezelés után
Savanyú martinacél	15,0—48,6	2,6—5,6 (4,5)	1,6—3,8 (2,7)
Bázikus martinacél	36,0—87,6	4,8—8,5 (6,8)	2,5—4,1 (3,2)

Az adagok adott csoportjában az átlagos hidrogéntartalom zárójelben van

Pozitív eredmények elérése szempontjából — a vákuumos kemencékben gyártott acél minőségének javítása céljából — a kemencében uralkodó nyomásra nem kevésbé fontos a kemence munkaterének légmentes elzárása, a levegőnek a kemence munkateréből való tökéletes kizárása.

Nagyteljesítményű vákuumszivattyúkkal el lehet ugyan érni, hogy a kemencében igen kis nyomás van, de ugyanakkor nem lehet kiküszöbölni, hogy a kemencébe jelentős levegőmennyiség be ne szivárogjon. Ebben az esetben a folyékony fürdő felületét levegő nyaldossa, azaz az acél oxigénnel és nitrogénnel szennyeződik. A levegőnek a kemence munkaterébe való beáramlási sebessége (vákuumszivattyú kiiktatása után a kemencében uralkodó nyomásnak az időegység alatt bekövetkező növekedése), igen fontos jellemzője bármelyik vákuumos kemencének.



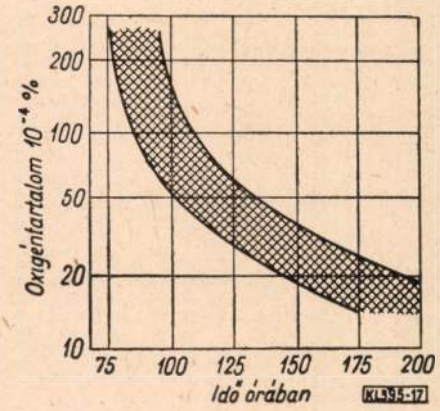
16. ábra. A tömítetlenség hatása nagy hőmérsékleten levő Udimet-500 jelű tűzálló ötvözet tulajdonságaira
1-es terület tartós szilárdság időtartama 871 C°-on és 17,58 kg/mm² terhelés alatt, 2-es terület nyúlás 649 C°-on, 3-as terület kontrakció 871 C°-on

A nikkelbázisú tűzállóötvözet gyártása közben a beszivárgás sebességének befolyását kísérletekkel tanulmányozták,[9] (az Udimet-500 ötvözet előírt összetétele: 50% Ni ; 18,5% Cr ; 18,5% Co ; 4,0% Fe ; 4,0% Mo ; 3,0% Ti ; 0,08% C). A levegőnek a kemencébe való beszivárgási sebessége percenként 10—300 μ Hgo vákuum között csupán 10—17 μ Hgo nyomásnövekedést okoz.

Ezen vizsgálatok eredményeit a 16. ábra tünteti fel grafikus árbrázolásban. Amint látható, a beszivárgási sebesség növekedésének mértékében csökken az ötvözet képlékenysége, és ugyanakkor csökken a tűzállóképessége is.

A 17. ábrán feltüntetett adatokból következik, a szóbanforgó ötvözet tűzállóképessége az ötvözet oxigéntartalmától függ.

Abból a célból, hogy a vákuumos kemencékben kis oxigén és kis nitrogéntartalmú acélokat és ötvözeteket gyártsunk, nemcsak a kemencékben uralkodó kis nyomás eléréséről kell gondoskodnunk, hanem arról is, hogy a levegő a kemencék munkaterébe vagy egyáltalában ne, vagy csak kismértékben szivároghasson be. Ezért két tényezőt kell számításba venni — a kemence munkaterében uralkodó nyomást és a levegőbeszivárgás



17. ábra. Az oxigéntartalom és a tartós szilárdság tartamának összefüggése 871 C°-on és 17, 18 kg/mm² terhelésen

sebességét. Eme követelményekkel kapcsolatban a vákuumos kemencéket olyan berendezésekkel kell ellátni, amelyek gyártás közben a nyomás és a beszivárgási sebesség ellenőrzését biztosítják.

Kisebb mértékben ugyan, de ezeket a megfontolásokat a folyékony acélnak vákuumos kezelésére szolgáló berendezésekre is értelmezni kell.

Vákuumos ellenállás kemencék

A laboratóriumokban és az ipari gyakorlatban már régen használnak különböző szerkesztésű és befogadóképességű vákuumos ellenálláskemencéket.

Néhány évvel ezelőtt már vákuumos kemencéket használt az Electromet a ferroötvözet-gyártásához — a szokványos ferrokróm karbontartalmánál sokkal kisebb karbontartalmú sziliko-termikus eljárásokkal előállított ferrokróm gyártásához. Az új eljárás lényege a következő :

A nagy karbontartalmú ferrokrómot aprítás után oxidálószerrel (az Electromet cég oxidálószerként timföldet javasolt) kell összekeverni, a keverékből briketteket kell készíteni ; ezeket a briketteket megfelelő hőmérsékleten vákuumban kell tartani, miközben karbonmentes ferrokrómot kapunk.

A ferrokróm laboratóriumi viszonyok között vákuumban történő dekarbonizálásának kísérleteit *Bezobrazov Sz. V.* végezte [10]. Oxidálószerként krómoxidot, krómércet, nikkeloxidot és timföldet használt. A nagy karbontartalmú, apróra őrölt ferrokrómból és oxidálószerekből álló keverékből készített briketteket meghatározott időn keresztül vákuumos ellenálláskemencékben tartották. Ilyen vákuumban tartással a ferrokróm karbontartalma 0,01—0,03%-ra csökkent.

Megállapították, hogy a 30 mm átmérőjű és 30 mm magasságú briketteknek 1250—1300 C° hőmérsékleten $5{,}10^{-2}$ mm Hgo nyomás alatt való tartásával a dekarbonizálás 10—14 óra alatt befejeződik.

Természetes, hogy a dekarbonizálás sebességét sok tekintetben a kemencét kiszolgáló vákuumos szivattyú teljesítőképessége határozza meg.

7. táblázat

A vákuumban előállított karbonmentes ferrokróm vegyi összetétele

Oxidálószer	C	Cr	Si	Si + SiO_2	S	P	Ni
	%						
Krómoxid	0,01—0,02	74—75	0,4—0,5		0,03	0,03	—
Timföld	0,03	12—64	—	7,6—8,5		—	—
Krómérc	0,02	63—65	1,2—1,4		—	—	—
Nikkeloxid	0,03	57—51	—	—	—	—	26—28

A 7. táblázatban a nagy karbontartalmú ferrokróm vákuumos finomításának eredményeit láthatjuk. Kiinduló ötvözetként az alábbi elemeket tartalmazó ferrokrómot használták:

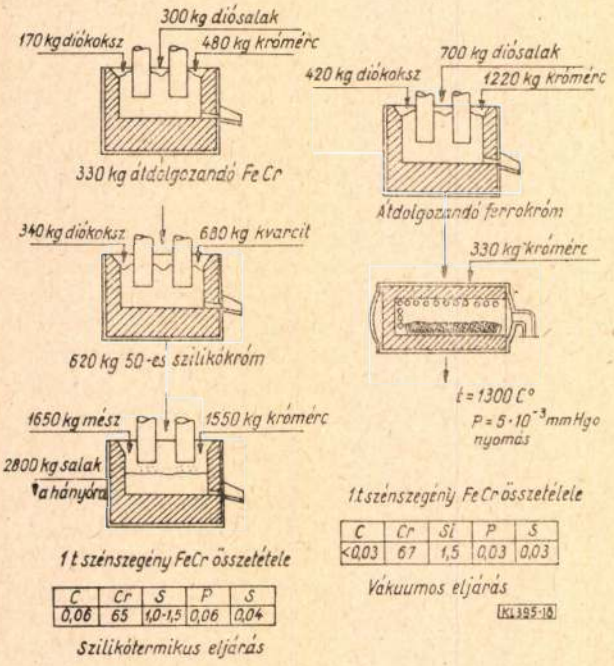
$$C = 7{,}50\%,\ Cr = 65{,}00\%,\ Si = 0{,}80\%,$$
$$S = 0{,}04\%,\ P = 0{,}58\%$$

A nagy karbontartalmú ferrokrómhoz az oxidálószert a karbonnak karbonmonoxiddá történő oxidálásához szükséges elméleti mennyiségben adagolták hozzá.

Amint már említettük, a szilikotermikus gyártási eljárással nem lehet egészen kis karbontartalmú ferrokrómot előállítani.

A ferrokróm dekarbonizálása, amint látható gyorsabban és sokkal teljesebben folyik le, mint a folyékony ferrokrómnak oxidáló salak alatt tartásakor.

Azt lehetne gondolni, hogy a folyékony ferrokróm finomításakor nagyobb hőmérsékletre történő izzításnak a karbon oxidálásának meggyorsítását kell elősegítenie. A szilárd állapotban lévő ferrokróm dekarbonizálása során nyert jobb eredményeket az alábbiakkal magyarázhatjuk. A ferrokrómban lévő összes karbont gyakorlatilag a szemcsék szélein kiváló karbidok kötik le. Főleg e szélek mentén következik be az aprítás és őrlés során törés, vagyis a nagy karbontartalmú ferrokróm aprításával a karbidok a szemcsék felületén jelentkeznek. A briketté sajtolás után a karbidok szorosan érintkeznek az oxidálószerrel. A reagensek aktivitása ekkor 1-el egyenlő. A folyékony ferrokrómban és az oxidáló salakban a karbon és az oxigén aktivitása kisebb. A reagensek fokozott aktivitása természetesen elősegíti mind a dekarbonizálási reakciók meggyorsítását, mind pedig a reakciónak teljesebb lefolyását.



18. ábra. Karbonmentes ferrokróm kétféle gyártási eljárásának összehasonlítása

A szilikotermikus eljáráshoz szükséges: 2030 kg krómérc, 1650 kg mész, 680 kg kvarcit, 300 kg dússalak, 510 kg diókoksz, króm kihozatal 76%. A vákuumos eljáráshoz szükséges: 1550 kg krómérc, 420 kg diókoksz, 700 kg kvarcit króm kihozatal 90 %

A dekarbonizált ferrokróm új gyártási eljárása lehetővé teszi sokkal jobb minőségű ötvözet előállítását, továbbá egyszerűbb a ferroötvözet gyártása.

A 18/*a* ábrán látható, hogy a dekarbonizált (karbonmentes) ferrokróm szilikotermikus gyártásához három villamosív kemencét kell használni — az egyiket a nagy karbontartalmú ferrokróm, a másikat a szilikokróm gyártásához és a harmadikat a karbonmentes ferrokróm gyártására szolgáló szilikokróm finomításához. Az új eljárás egy villamosív kemence és egy vákuumos kemence segítségével megoldható (18/*b* ábra). A nagy karbontartalmú ferrokróm, az oxidálószer, valamint a brikettek gyártására szolgáló berendezések építési költségei sokkal kisebbek, mint a villamosív kemencéké.

A nyersanyagok számának, a salak mennyiségének jelentős csökkenése és a krómércből a kihozatal növelése — az ötvözet olcsóbb előállításának további forrása, ha a gyártás vákuumban történik.

Vákuumban gyártott dekarbonizált ferrokróm nagy százalékban tartalmazhat oxidokat is és ezért fennáll az a veszély, hogy ilyen ferrokróm használata nemfémes zárványokat nagy mennyiségben tartalmazó krómacélok gyártására vezet, ami csökkentheti ezeknek az acéloknak korrózióval szemben az állóképességét.

Az indukciós nagyfrekvenciás kemencében dekarbonizált és vákuumban kikészített ferrokrómból (0,01—0,03 C%) gyártott nem rozsdásodó krómnikkelacélok tulajdonságait *A. I. Jakunyin* [11] tanulmányozta.

A tanulmányozott három nem rozsdásodó acélcsoportból — az egyik 0,07—0,09% karbont tartalmazott titán nélkül, a másik — ugyanolyan karbon mellett 0,24—0,32% titánt is tartalmazott, a harmadik pedig 0,01—0,03% karbonnal titánmentes volt. Az acéloknak állóképességét kristályközi korrózióval szemben 1100 C°-ra hevített és 1020 C°-on edzett állapotban határozták meg, úgy hogy edzés után az összes acélt 650 C°-on meg-

eresztették. Az általános korrózió állóképességet a megeresztett acélból készült próbatesteken mérték szabványos kénsavoldatban 4×25 óráig tartó fővés után, súlyveszteség alapján.

A vizsgált acélok kristályközi korrózióra való hajlamának és állóképességének vizsgálati eredményei

8. táblázat

A karbon és titán hatása a nem rozsdásodó krómnikkelacél szemcseközi és általános korróziójára

Az adag-száma	Az acél C tartalma, %-ban	Az acél Ti tartalma, %-ban	A szemcseközi korrózióra való hajlam	Súlyveszteség g/m²
1.	0,07	—	—	0,620
2.	0,09	—	—	12,060
3.	0,07	—	—	1,900
4.	0,08	—	—	4,432
5.	0,09	—	—	3,600
6.	0,07	0,24	+	12,110
7.	0,09	0,32	+	23,950
8.	0,02	—	+	0,126
9.	0,03	—	+	0,131
10.	0,02	—	+	0,138
11.	0,01	—	+	0,239
12.	0,02	—	+	0,171

Az ellenállóképesség adatait a 8. táblázat tünteti fel. Itt (+) jellel azok az adagok vannak megjelölve, amelyeknek acéljai a szemcseközi korrózióval szemben ellenállóképesek és (—) előjellel azok az acélok, amelyek a szemcseközi korrózióra hajlamosak.

A 8. táblázatban feltüntetett adatok arról tanúskodnak, hogy a vákuumban előállított ferrokrómmal gyártott kis karbontartalmú acél, — titán ötvözése nélkül is — nem hajlamos szemcseközi korrózióra. A szemcseközi korrózióra való hajlamot, mint ismeretes, úgy lehet kiküszöbölni, hogy a nem rozsdásodó acélt titánnal ötvözzük. A titán azonban jelentős mértékben csökkenti az acélnak az ellenállóképességét az általános korrózióval szemben. A nagy karbóntartalmú nem rozsdásodó acélban titán vagy más stabilizáló elem — nióbum — jelenléte kizárja azt, hogy néhány tized mikron vastagságú lemezt, vagy szalagot hengereljünk.

Vas nélküli, sok krómot tartalmazó ötvözetek gyártásának kifejlesztése nagy mennyiségű fémkróm felhasználását teszi szükségessé. Ez utóbbit krómoxidból alumíniummal redukáljuk, vagy pedig elektrolízissel állítjuk elő.

Kísérleteket végeztek annak megállapítására, hogy króm előállítható-e krómoxidnak karbonnal való vákuumos redukálásával [12]. Olyan vákuumos indukciós kemencét használtak, melyben fűtőtestként grafittégely szolgált. Ebbe rakták be a krómoxidból és szénből készült briketteket.

A briketteket 1350 C°-on tartották 2,5 órán keresztül és a kemence munkaterében kb. 1 mm Hgo nyomást biztosítottak. Az eljárás eredményeként 0,05—0,07% karbontartalmú szivacsos krómot nyertek, de egyes kísérletek alatt a karbontartalom 0,03%-ra is lecsökkent.

Az említett feltételek mellett hasonló karbontartalmú króm gyártható, ha a briketekben krómoxid felesleg van. Ha nincs redukálandó oxidfelesleg, az említett karbont nagyobb hőmérsékletek mellett lehet elérni. Azonban a nagy hőmérséklet — a króm elpárolgása folytán — a krómveszteséget növeli.

9. táblázat

A különböző eljárásokkal termelt fémkróm szennyezői %-ban

Gyártási eljárás	C	Si	S	P
Elektrolizis	0,06	0,009	0,04	0,008
Aluminotermikus eljárás	0,03	0,014	0,01	0,012
Vákuumban redukálás	0,02—0,06	0,010	0,02	0,100

A 9. táblázatban elektrolízissel, aluminotermikus eljárással és a krómoxidnak szénnel vákuumban történő redukálásával termelt króm szennyezőit ismertetjük.

Látható, hogy vákuumban szénnel redukált krómból termelt króm szennyezői tekintetében egyenértékű az egyéb eljárásokkal gyártottal.

Vákuumban szénnel redukálnak más fémeket is oxidjaikból.

A közeljövő kilátásai

A vákuum a közel jövőben lényeges változást fog hozni az acélgyártás technológiájában.

Például, ha Bessemer-acélból vákuumos kezeléssel hólyagmentes és kisebb szegregációjú csillapítatlan lágy tuskókat lehet gyártani és ha az ilyen acélt kifáradással (öregedéssel) szemben állóképessé tudjuk tenni, akkor újabb lehetőségek nyílnak az acélgyártás konverteres eljárásainak kiszélesítésére.

Ezek az eljárások, mint ismeretes, a legnagyobb teljesítőképességű és a legolcsóbb eljárások. A vákuumos kezelés nyilvánvalóan feleslegessé teszi konverteres acél gyártásához az oxigén használatát is. Ha folyékony acélt Bessemer-konverterből üstbe öntünk ki és egyidejűleg bázikus salakot is öntünk be, amelyet azután az üsttel vákuumos kamrába helyezünk és közben az acéllal erőteljesen összekeverünk, akkor sikerül majd olyan Bessemer-acélt termelni, amelyben a kén- és a nemfémes zárványok tartalma egészen kicsiny lesz.

A folyékony acélnak vákuumos kezelése alatt a dekarbonizálási reakció lefolyásának teljes ismerete változást kell hozzon a Martin- és a villamosív kemencék acélgyártási folyamatában is. Feleslegessé válik kis karbontartalomra dolgozni a kemencékben, ha utólagosan a karbont az üstben is el lehet távolítani. Ezáltal csökken a gyártás ideje és nő az acélolvasztó kemencék bélésének élettartama. Általánosságban ismert, hogy a kis karbontartalmú acél gyártása a folyékony fürdőnek sokkal nagyobb hőmérsékletre való felmelegítését, továbbá nagy vasoxidtartalmú salakot követel meg, ami a kemencék bélésének erőteljesebb elhasználódásával jár.

Gyökeresen megváltozhat és meg is fog változni a különböző nem rozsdásodó acélok gyártástechnológiája. Jelenleg az ilyen acélok gyártására villamosív kemencéket használnak és levegőn öntenek. A nem rozsdásodó krómnikkelacélból a finom lemez kihozatal például ritkán haladja meg a tuskó súlyának 60%-át. Egyébként a szóbanforgó acél gyártása nagy mennyiségű hulladékanyagot követel meg, amelynek újraolvasztása jelentős krómveszteséggel jár.

A jövőben a szóbanforgó acél gyártását az alábbiak szerint képzelhetjük el:

A villamosív kemencékbe betétként közönséges acélhulladékot vagy konverterekben, illetőleg Martinkemencékben előállított folyékony acélt adagolunk. A nem rozsdásodó acélokat nem kokillába fogjuk önteni, hanem — vákuumos villamosív kemencékben való átolvasztás után olyan edénybe, amelynek méretei megfelelnek a vákuumos villamosív kemencék elektróda-méreteinek. Az edények több méter hosszú és aránylag kis átmérőjűek lesznek (mondjuk 3 m hosszú és 200 mm átmérőjűek), ugyanis az edényekbe öntött és újraolvasztásra kerülő anyag belső szerkezeti felépítésének nincs jelentősége.

A vákuumos villamosív kemencében a nyert anyagot vörösrézikokillában újraolvasztjuk, majd további kezeléssel tuskókat fogunk gyártani.

Miben fognak ezek a tuskók a jelenleg közönséges eljárással öntött tuskóktól különbözni?

1. Sokkal kisebb karbon- és sokkal kisebb nemfémes zárvány tartalmú acélt fogunk nyerni. A tuskók kristály felépítése és kémiai összetétele sokkal egyneműbb lesz.

2. Az öntés során oxidálódás kiküszöbölése révén a tuskók felülete hiba nélküli lesz, vagy legfeljebb gyengén kifejlődött felületi hibákkal fog bírni.

3. A vákuumos villamosív kemencében gyártott tuskókban nem lesznek zsugorodási üregek, lunkerek.

Az újraolvasztás természetesen újabb villamosenergiafogyasztás többlettel jár, éspedig 1 tonna acélra vonatkoztatva 500 kWó nagyságrendűvel, — azonban a selejtmentes lemezek kihozatala valószínűleg 70%-ra fog növekedni az eddigi 55% helyett, ami a többletköltségeket fedezni fogja.

A nem rozsdásodó acélhulladékokat azután nem villamosív, hanem nagyfrekvenciájú indukciós kemencékben kell majd újraolvasztani. Ugyanakkor sikerülni fog kis karbontartalmú acél gyártása oxigén felhasználás nélkül, egészen jelentéktelen krómveszteségek mellett.

Vannak-e reális lehetőségei annak, hogy a nem rozsdásodó acélokat ilyen eljárással állítsunk elő?

Ha 40 tonnás villamosív kemencében naponként 160 tonna nem rozsdásodó acélt fogunk gyártani, akkor az újraolvasztáshoz két kb. 1500 kW teljesítményű kemencére lesz szükség. Az új gyártási eljárással a nem rozsdásodó acélgyártás hulladéka naponként 24 tonnát tesz ki. Ennek a hulladéknak újraolvasztásához egy 2—3 tonna befogadóképességű vákuumos indukciós kemence kell. A vákuumos villamosív kemencék és indukciós kemencék felállítása és üzeme még az említett teljesítmények és befogadóképességek mellett is akadály nélkül lehetséges.

Jelenleg vákuumos acélgyártás széleskörű ipari bevezetésének kezdetén vagyunk. A vákuumos gyártás elterjedése igen sok bonyolult problémával van szoros összefüggésben (berendezések szerkesztése, a vákuum létesítés optimális eljárásainak kikísérletezése). Ezenfelül a kohászoknak az olvasztási, illetőleg gyártási folyamatok további tökéletesítésére és a termékek minőségének megjavítására új eljárásokat kell kikísérletezniök.

IRODALOM

[1] *G. A. Garnyik* és *A. M. Szamarin:* A transzformátoracél vákuumos gyártása, Sztálj 1956. 6. szám, 514—518. o.
G. A. Garnyik: Vákuumban gyártott transzformátoracél összetétele és tulajdonságai. — Gyűjtemény „Vákuum az acélgyártási folyamatokban" — Metallurgizdat, 1957. 81—102. o.

[2] *A. M. Szamarin:* A transzformátoracél dezoxidálása és kéntelenítése vákuumban. — Gyűjtemény „Vákuum alkalmazása az acélgyártási folyamatokban" Metallurgizdat, 1957. 3—14. o.

[3] *R. Sz. Deljakov* és *A. M. Szamarin:* A gyártási eljárásnak a nem rozsdásodó acél tulajdonságaira gyakorolt hatása — a Központi Tájékoztató Intézet szemléje, Cniicsermet, 21 (329), 1957. 1—14. o.

[4] *A. A. Jaszkevics* és *A. M. Szamarin:* A nióbiumnak és a titánnak a nem rozsdásodó acél tulajdonságaira gyakorolt befolyása. A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának kiadása 1955. 10. szám 107—115. o.

[5] *B. V. Lincsevszkij* és *A. M. Szamarin:* Oxigén oldhatósága vas-krómban és vas-króm-nikkelben. Szovjetunió Tudományos Akadémiának kiadása 1953. 5. szám. 681—704. o.

[6] *Sz. V. Bezobrazov* és *A. M. Szamarin:* Oxigén oldhatósága vas-, króm-, és nikkelben. A Szovjetunió Tudományos akadémiájának kiadása. OTN. 1953. 12. szám. 170—1769. o.

[7] *A. M. Szamarin, L. M. Novik, N. I. Goncsarenkó* és *A. F. Tragubenko:* A folyékony acél vákuumos kezelése. — Sztálj, 1956. 8. szám. 700—707. o.

[8] *V. K. Novickij:* Nagy tuskók öntésére szolgáló vákuumos berendezés szerkesztése — a vákuumnak a kohászatban való használata tárgyában 1956. márciusában tartott konferencián elhangzott beszámoló.

[9] *W. E. Jones:* Vákuum induction melting — process consideration. — Metal Progress okt. 1957. 133—138. o.

[10] *Sz. V. Bezovrazov:* Karbonmentes ferrokróm gyártása. Sok karbont tartalmazó ferrokrómnak dekarbonizálása vákuumban. Vákuumnak a kohászatban való használata (e tárgyban 1956. márciusában tartott konferencián elhangzott beszámoló).

[11] *A. I. Jakunin:* A karbonnak és a titánnak a nem rozsdásodó acél tulajdonságaira gyakorolt hatása. — Diploma terv. Moszkvai Acélkutató Intézet, 1954.

[12] *A. M. Szamarin* és *A. A. Vertman:* Krómnak és karbonmentes ferrokrómnak gyártása vákuum olvasztási eljárással. 1957. I. kötet, 60—66. o.

A cinkelektrolízisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása[1]

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN

D. K.: 621.357 : 669.53.

Расчёт экономической плотности тока, обеспечивающая наименьшей удельный расход энергии при электролизе цинка.

Berechnung der wirtschaftlichen Stromdichte, welche bei der Zinkelektrolyse den kleinsten Energie aufwand ermöglicht

Computing the economical current density which secures the lowest specific energy in the electrolysis of zink

Ismeretes, hogy cinkszulfátoldatból való elektrolizísben a

$$2ZnSO_4 + 2H_2O = 2Zn + 2H_2SO_4 + O_2 \qquad (A)$$

bruttóreakció játszódik le. Hogy a művelethez a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűséget meghatározhassuk, a fajlagos energiafogyasztásnak és a fajlagos önköltségnek az áramsűrűséggel való változását kell ismernünk.

A fajlagos energiafogyasztás (N) két tényezőnek, éspedig a felhasznált árammennyiségnek (Q) és a szükséges feszültségnek (E) szorzatából tevődik össze :

$$N_{kWó/kg} = \frac{0{,}82 \cdot 10^2 \cdot E_{volt}}{\eta_{\%}} \qquad (1)$$

Ebben az egyenletben 0,82 az 1 kg Zn leválasztásához elméletileg szükséges kWó-k száma (1) szerint a lehető legkisebb fajlagos energiafogyasztás biztosítása végett arra kell törekedni hogy az áramhatásfok (η) a lehető legnagyobb, az elektrolizáló feszültség pedig a lehető legkisebb legyen.

A fajlagos energiafogyasztás egyenletében szereplő kádfeszültség a bomlásfeszültségből e_b, az elektrolit ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültségből e_e, a vezetékek, kontaktusok ellenállásának és a polarizációnak a legyőzéséhez szükséges feszültségből e_v tevődik össze, azaz

$$E = e_b + e_e + e_v. \qquad (2)$$

A bomlásfeszültség vagy az elektrolizísben lejátszódó A bruttóreakció termodinamikai potenciáljából, vagy az elektrolízisben kialakuló cink- és oxigénelektróda elektródapotenciáljából határozható meg :

$$e_b = -\frac{\Delta G_A}{0{,}239 \cdot \nu \cdot F} = e_{Zn} - e_{O_2} \qquad (3)$$

Mivel a folyamat termodinamikai potenciálja a

$$\Delta G_A = \Delta G_A^{\circ} + RT \ln \frac{A_{Zn}^2 \cdot A_{H_2SO_4}^2 \cdot A_{O_2}}{A_{ZnSO_4}^2 \cdot A_{H_2O}^2} \qquad (4)$$

összefüggéssel fejezhető ki, azért

$$e_b = -\frac{\Delta G_A^{\circ}}{0{,}239 \cdot \nu \cdot F} - \frac{RT}{0{,}239 \cdot \nu \cdot F} \ln \frac{A_{Zn}^2 \cdot A_{H_2SO_4}^2 \cdot A_{O_2}}{A_{ZnSO_4}^2 \cdot A_{H_2O}^2} \qquad (5)$$

Mivel a cinknek, a víznek és az oxigénnek a pillanatnyi aktivitása (A_{Zn}, A_{H_2O} és A_{O_2}) az egységgel vehető egyenlőnek és az (A) reakció termodinamikai normálpotenciálja a kénsav, a víz és a cinkszulfát képződésének termodinamikai normálpotenciáljából Hess-tétele értelmében számítható, azért (5) 40 C°-on a következő alakban írható fel :

$$e_b = -1{,}915 - 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} \qquad (6)$$

(6)-ból azt állapíthatjuk meg, hogy a bomlásfeszültség annál nagyobb, miné nagyobb a kénsav- és minél kisebb a cinkszulfátkoncentráció.

1. táblázat

25 C°-on a cinkszulfát közepes aktivitási koefficiensének a molalitással való változása [6]-426 o. 13—5—2. tábl., [9]-487. o. 16. tábl.

Molalitás m	$\gamma_e^{ZnSO_4}$
0,1	(0,150)
0,2	0,104
0,3	0,0835
0,4	0,0714
0,5	0,0630
0,6	0,0569
0,7	0,0523
0,8	0,0487
0,9	0,0458
1,0	0,0435
1,2	0,0401
1,4	0,0378
1,6	0,0363
1,8	0,0356
2,0	0,0357
2,5	0,0267
2,0	0,0408
3,5	0,0480

Tiszta vizes oldatban a cinkszulfát *közepes aktivitási koefficiensének* γ ($\gamma_e^{ZnSO_4}$) a molalitással (m = *1000 g* oldószerben oldott molok száma) való változását 25 C°-on az 1. táblázat mutatja. Az itt látható értékek használatához azt kell megjegyeznünk, hogy a közepes aktivitási koefficiens a *közepes ionaktivitásnak*, a_e és a *közepes ionmolalitásnak* m_e a hányadosa :

$$\gamma_e = \frac{a}{m_e} \qquad (7)$$

A közepes ionmolalitás a molalitásból és az egy molból *keletkező ionok számából* (ν_k és ν_a) számítható :

$$m_e = m \left(\nu_k^{\nu_k} \cdot \nu_a^{\nu_a}\right)^{\frac{1}{\nu_k + \nu_a}} \qquad (8)$$

A valódi aktivitás a és a közepes ionaktivitások között az összefüggés :

$$a = a_e^{(\nu_k + \nu_a)} \qquad (9)$$

A fentiek szerint (7) az aktivitással és a molalitással a következőképpen fejezhető ki :

$$\gamma_e = \frac{a^{\frac{1}{\nu_k + \nu_a}}}{m \left(\nu_k^{\nu_k} \cdot \nu_a^{\nu_a}\right)^{\frac{1}{\nu_k + \nu_a}}} \qquad (10)$$

[1] 1958. V. 17-én az OMBKE közgyűlésén elhangzott előadás.

(10) a cinkszulfátra alkalmazva :

$$\gamma_e^{ZnSO_4} = \frac{A_{ZnSO_4}^{\frac{1}{2}}}{m\,(1^1 \cdot 1^1)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\sqrt{A_{ZnSO_4}}}{m} \qquad (11)$$

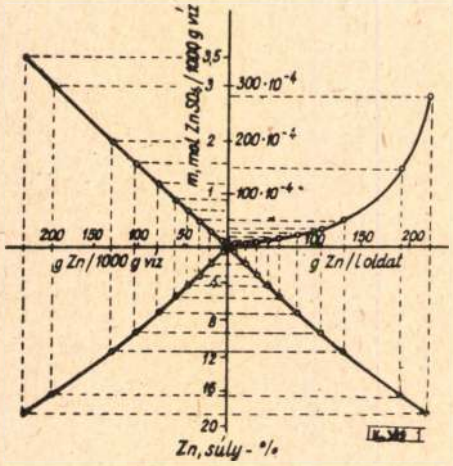
m ismeretében tehát $\gamma_e^{ZnSO_4}$-et az 1. táblázatból olvashatjuk ki és ezek ismeretében a cinkszulfát aktivitása (11) alapján számítható.

2. táblázat

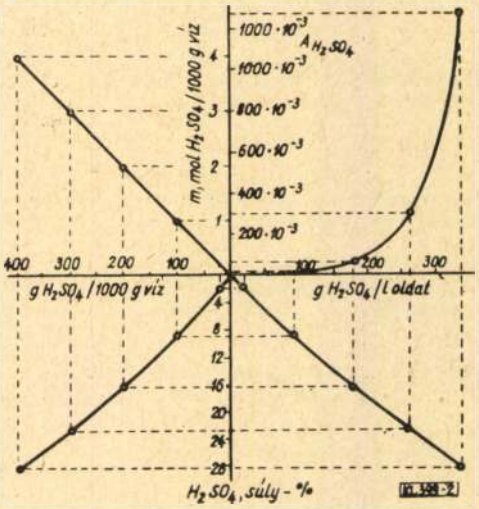
25 C°-on a kénsav közepes aktivitási koefficiensének a molalitással való változása
[6]-438 o. 13—11—1. tábl., [4]-II. kötet, 743 o. X. 24 tábl.

Molalitás m	$\gamma_e^{H_2SO_4}$		
	Elektromotoros erőből	Gőznyomásból	Gőznyomásból
0,0005	0,885	...	...
0,001	0,830	...	...
0,002	0,757	...	...
0,005	0,639	...	...
0,01	0,544	...	...
0,02	0,453	...	...
0,05	0,340	...	...
0,1	0,265	...	(0,265)
0,2	0,209	...	0,207
0,5	0,154	...	0,154
1,0	0,130	(0,130)	0,131
1,5	0,124	0,124	0,125
2,0	0,124	0,125	0,126
3,0	0,141	0,141	0,142
4,0	0,171	0,168	0,172
5,0	0,212	0,206	...
6,0	0,264	0,254	...
7,0	0,326	0,315	...
8,0	0,397	0,385	...
9,0	0,470	0,466	...
10,0	0,553	0,557	...
11,0	0,643	0,643	...
12,0	0,743	0,763	...
13,0	0,851	0,850	...
14,0	0,969	1,009	...
15,0	1,093	1,123	...
16,0	1,235	1,270	...
17,0	1,387	...	...
17,5	1,473	...	...

A kénsav közepes aktivitási koefficiensének a molalitással való változását 25 C°-on a 2. táblázatból olvashatjuk ki, a 3. táblázat pedig a kénsav



1. ábra. A cinkszulfát aktivitásának a koncentrációval való változása



2. ábra. A kénsav aktivitásának a koncentrációval való változása

3. táblázat

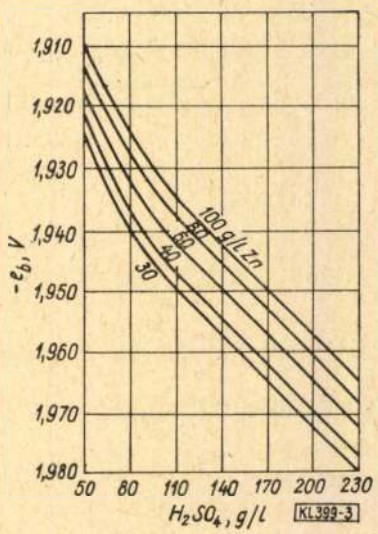
A kénsav aktivitási koefficiensének a hőmérséklettel való változása
[4]-II. kötet, 744 o. X. 25. tábl.

Hőmérséklet C°	$\gamma^{H_2SO_4}$ oxigén	
	0,1 norm.	1 norm.
0	0,341	0,173
10	0,307	0,153
20	0,278	0,137
30	0,254	0,123
40	0,227	0,111

aktivitási koefficiensének a hőmérséklettel való változását mutatja. Az itt szereplő adatokból a kénsav aktivitását (10)-ből határozhatjuk meg.

$$\gamma_e^{H_2SO_4} = \frac{A_{H_2SO_4}^{\frac{1}{3}}}{m\,(2^2 \cdot 1^1)^{\frac{1}{3}}} = \frac{\sqrt[3]{A_{H_2SO_4}}}{m\sqrt[3]{4}} \qquad (12)$$

A cinkelektrolízis körülményei között előforduló koncentrációk között a 4. táblázatban a cink-



3. ábra. A bomlásfeszültségnek az elektrolit kénsav- és cinktartalmával való változása

4. táblázat

25 C°-on a cinkszulfát aktivitásának a koncentrációval való változtatása

m mol/100 g víz	g Zn/1000 g víz	Zn súly-%	$\gamma_e^{ZnSO_4}$	$A_{ZnSO_4} = (m \cdot \gamma_e^{ZnSO_4})^2$	g Zn/l oldat
0,1	6,538	0,6495	0,1500	$2,25 \cdot 10^{-4}$	6,49
0,2	13,076	1,2907	0,1040	$4,33 \cdot 10^{-4}$	12,9
0,3	19,614	1,9236	0,0835	$6,28 \cdot 10^{-4}$	19,6
0,4	26,152	2,5485	0,0714	$8,16 \cdot 10^{-4}$	26,12
0,5	32,690	3,1655	0,0630	$9,92 \cdot 10^{-4}$	32,6
0,6	39,228	3,7747	0,0569	$11,66 \cdot 10^{-4}$	39,1
0,7	45,766	4,3763	0,0523	$13,40 \cdot 10^{-4}$	45,6
0,8	52,304	4,9704	0,0487	$15,18 \cdot 10^{-4}$	52,2
0,9	58,842	5,5572	0,0458	$16,99 \cdot 10^{-4}$	58,6
1,0	65,380	6,1367	0,0435	$18,92 \cdot 10^{-4}$	65,2
1,2	78,456	7,2748	0,0401	$23,16 \cdot 10^{-4}$	78,1
1,4	91,532	8,3856	0,0378	$28,00 \cdot 10^{-4}$	89,5
1,6	104,608	9,4701	0,0363	$33,73 \cdot 10^{-4}$	104,2
1,8	117,684	10,5292	0,0356	$41,06 \cdot 10^{-4}$	117,2
2,0	130,760	11,5639	0,0357	$50,98 \cdot 10^{-4}$	130,0
2,5	163,450	14,0487	0,0367	$84,18 \cdot 10^{-4}$	164,0
3,0	196,140	16,3977	0,0408	$149,82 \cdot 10^{-4}$	194,0
3,5	228,830	18,6217	0,0480	$282,24 \cdot 10^{-4}$	225,0

5. táblázat

25 C°-on a kénsav aktivitásának a koncentrációval való változása

m mol/1000 g víz	g H_2SO_4/1000 g víz	H_2SO_4 súly%	$\gamma_e^{H_2SO_4}$	$A_{H_2SO_4} = 4\,(m\gamma_e^{H_2SO_4})^3$	g H_2SO_4/l oldat
0,0005	0,049	0,0049	0,885	$346,58 \cdot 10^{-12}$	0,049
0,001	0,0981	0,0098	0,830	$2,288 \cdot 10^{-9}$	0,098
0,002	0,19616	0,0196	0,757	$11,12 \cdot 10^{-9}$	0,196
0,005	0,4904	0,049	0,639	$128,8 \cdot 10^{-9}$	0,49
0,01	0,9808	0,098	0,544	$640,0 \cdot 10^{-9}$	0,98
0,02	1,9616	0,1958	0,453	$2,92 \cdot 10^{-6}$	1,96
0,05	4,9040	0,488	0,340	$19,6 \cdot 10^{-6}$	4,88
0,1	9,808	0,9713	0,265	$74 \cdot 10^{-6}$	9,71
0,2	19,616	1,9239	0,209	$289,2 \cdot 10^{-6}$	19,44
0,5	49,040	4,6748	0,154	$1840 \cdot 10^{-6}$	48,15
1,0	98,08	8,932	0,130	$8,788 \cdot 10^{-3}$	94,41
1,5	147,12	12,8252	0,124	$25,6 \cdot 10^{-3}$	139,15
2,0	196,16	16,399	0,124	$61,2 \cdot 10^{-3}$	181,54
3,0	294,24	22,7346	0,141	$300 \cdot 10^{-3}$	263,1
4,0	392,32	28,1774	0,171	$1280 \cdot 10^{-3}$	338,0
5,0	490,40	32,9039	0,212	4,75	407,68
6,0	588,48	37,0467	0,264	16	471,82
7,0	686,56	40,7077	0,326	47,2	531,24
8,0	784,64	43,9663	0,397	128	586,5
9,0	882,72	46,8854	0,470	304	638,1
10,0	980,80	49,5153	0,553	676	691,7
11,0	1078,88	51,8972	0,643	1 408	731,75
12,0	1176,96	54,0644	0,743	2 820	774,00
13,0	1275,04	46,0447	0,851	4 960	813,8
14,0	1373,12	57,8614	0,969	9 920	851,1
15,0	1471,20	59,5338	1,093	17 600	886,5
16,0	1569,28	61,0786	1,235	30 560	919,5
17,0	1667,36	62,509	1,387	52 000	953,6
17,5	1716,40	63,1866	1,473	68 000	966,1

szulfát, az 5.-ben pedig a kénsav aktivitását számoltuk a koncentráció függvényében. Ugyanezeket az értékeket tartalmazza az 1. és 2. ábra A 6. táblázatban pedig a (6)-ban szereplő 0,029 log $\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}$ kifejezés értékét azzal a feltételezéssel számítottuk, hogy a kénsavnak és a cinkszulfátnak az aktivitása egymás jelenlétében sem változik.

A 6. táblázatban lévő eredményeket a 3. ábrában használtuk fel, ugyanis ebben különféle cinkkoncentrációkra a bomlásfeszültséget ábrázoltuk a kénsavkoncentráció függvényében.

A 6. táblázat és a 3. ábra adatai alapján szerkesztettük a 4. ábrát, amely literenként 120 g cinket tartalmazó oldatból való indulás esetén mutatja a bomlásfeszültségnek és az elektrolit összetételének az idővel való változását.

Ez az ábra is igazolja azt az előzetes megállapításunkat, hogy a bomlásfeszültség a kénsavkoncentráció növekedésével és a cinkkoncentráció csökkenésével nő.

A kádfeszültség másik része: az elektrolit ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültség (e_e) Ohm törvénye szerint az alkalmazott áramerős-

6. táblázat

$0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}$ értékének a koncentrációval való változása

Kénsavkoncentráció g/l	$A_{H_2SO_4}$	30	Az oldat cinktartalma g/l				
	A_{ZnSO_4}	9.68	30	40	60	80	100
			$9{,}68 \cdot 10^{-4}$	$11{,}9 \cdot 10^{-4}$	$17{,}4 \cdot 10^{-4}$	$24 \cdot 10^{-4}$	$32{,}1 \cdot 10^{-4}$
50	$2{,}12 \cdot 10^{-3}$		0,009859	0,00725	0,0025	—0,00157	—0,00527
60	$3{,}6 \cdot 10^{-3}$		0,016529	0,01391	0,009137	0,00511	0,00173
70	$5{,}12 \cdot 10^{-3}$		0,020929	0,01838	0,01354	0,00954	0,00586
80	$6{,}62 \cdot 10^{-3}$		0,024229	0,02163	0,01681	0,01280	0,00917
90	$8{,}12 \cdot 10^{-3}$		0,026829	0,02423	0,01943	0,01535	0,01169
100	$10{,}9 \cdot 10^{-3}$		0,030529	0,02793	0,02313	0,01903	0,01540
110	$14{,}66 \cdot 10^{-3}$		0,03453	0,03163	0,02683	0,02273	0,01913
120	$18{,}4 \cdot 10^{-3}$		0,03703	0,03443	0,02973	0,02563	0,02203
130	$22{,}2 \cdot 10^{-3}$		0,03943	0,03693	0,03203	0,02803	0,02433
140	$26{,}2 \cdot 10^{-3}$		0,04153	0,03893	0,03413	0,03013	0,02643
150	$34{,}6 \cdot 10^{-3}$		0,04503	0,04243	0,03763	0,03363	0,02993
160	$43{,}0 \cdot 10^{-3}$		0,04773	0,04513	0,04043	0,03633	0,03273
170	$51{,}6 \cdot 10^{-3}$		0,05003	0,04753	0,04273	0,03873	0,03543
180	$60{,}0 \cdot 10^{-3}$		0,05193	0,04943	0,04453	0,04053	0,03693
190	$78{,}0 \cdot 10^{-3}$		0,05523	0,05263	0,04793	0,04383	0,04023
200	$93{,}4 \cdot 10^{-3}$		0,05753	0,05493	0,05003	0,04613	0,04243
210	$113{,}4 \cdot 10^{-3}$		0,05993	0,05743	0,05253	0,04843	0,04423
220	$140{,}0 \cdot 10^{-3}$		0,06253	0,06003	0,05523	0,05123	0,04753
230	$160{,}6 \cdot 10^{-3}$		0,06443	0,06173	0,05703	0,05293	0,04933

ségnek (I) és az elektrolit ellenállásának (R_e a) szorzatával egyenlő :

$$e_e = I R_e \qquad (13)$$

Az elektrolit ellenállása azonban a fajlagos ellenállással (ϱ,) az elektródatávolsággal (l) és a közepes elektródakeresztmetszettel (q) is kifejezhető, úgy hogy

$$e_e = I \varrho \frac{l}{q} \qquad (14)$$

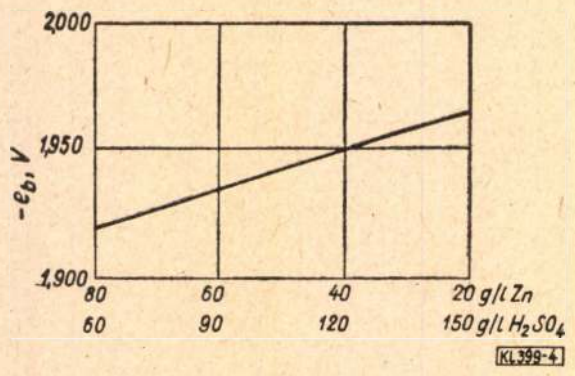
Mivel azonban az áramerősségnek és a közepes elektródkeresztmetszetnek a hányadosa az áramsűrűséggel D egyenlő, azért azt is írhatjuk, hogy

$$e_e = D \cdot \varrho \cdot l \qquad (15)$$

(15)-ből láthatjuk, hogy az *elektrolit ellenállásának a legyőzésére fordítandó feszültség akkor lesz kicsiny, ha kicsiny lesz az áramsürüség, a fajlagos ellenállás és az elektródatávolság.* A fajlagos ellenállás az elektrolit hőmérsékletének és összetételének a függvénye. A hőmérséklet hatását az

$$\frac{1}{\varrho} = \varkappa = \varkappa_{18} [1 + \alpha (t - 18)] \qquad (16)$$

egyenlet fejezi ki. Ebben az összefüggésben $\varkappa$ a t C°-ra vonatkoztatott fajlagos vezetőképességet, $\varkappa_{18}$ a 18 C°-on mért fajlagos vezetőképességet jelenti, α pedig azt mutatja, hogy 1 C° hőmérsékletváltozás közben mennyit változik az oldat fajlagos vezetőképessége.



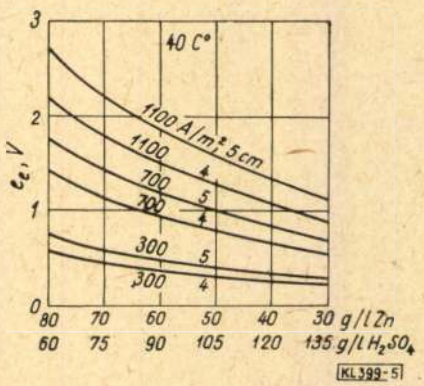
4. ábra. Literenként 120 g cinket tartalmazó oldatból való kiinduláskor a bomlásfeszültségnek és az elektrolit összetételének az idővel való változása

7. táblázat

Cinkszulfátoldatok fajlagos vezetőképessége és ennek hőmérsékleti együtthatója [1]-39 o. 6. tábl.

Koncentráció		$\varkappa_{18}$	α
súly %	g Zn/l	$ohm^{-1}\ cm^{-1}$	
5	21,28	0,0191	0,0225
10	44,82	0,0321	0,0223
15	70,9	0,0415	0,0228
20	99,8	0,0468	0,0241
25	132,1	0,048	0,0258
30	167,5	0,0444	0,0273

A 7. táblázat a különféle koncentrációjú cinkszulfátoldatok fajlagos vezetőképességét és ennek



5. ábra. 120 g cinket tartalmazó oldatból való kiinduláskor az elektrolit ellenállásának legyőzéséhez szükséges feszültség nagyságának az áramsűrűséggel, az elektródatávolsággal és az idővel való változása

hőmérsékleti koefficiensét mutatja a koncentráció függvényében.

A 8. táblázatból a kénsavas cinkszulfátoldat fajlagos ellenállásának 25 C°-ra érvényes értékét olvashatjuk ki, a 9. táblázat pedig ennek 40 C°-on mérhető értékeit tartalmazza.

8. táblázat

Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 25 C°-on ohm cm [1]-48 o. 10. tábl.

Kénsav koncentráció g/l	Az oldat cinktartalma g/l				
	30	40	60	80	100
50	5,43	5,79	6,10	6,38	6,70
60	4,68	5,00	5,33	5,66	6,00
70	4,12	4,42	4,73	5,12	5,45
80	3,65	3,97	4,26	4,65	5,00
90	3,29	3,59	3,89	4,27	4,64
100	3,00	3,28	3,56	3,95	4,33
110	2,74	3,02	3,30	3,70	4,06
120	2,56	2,80	3,08	3,42	3,82
130	2,42	2,64	2,90	3,23	3,62
140	2,31	2,51	2,74	3,01	3,45
150	2,21	2,40	2,63	2,92	3,29
160	2,13	2,31	2,52	2,80	3,15
170	2,05	2,22	2,43	2,69	3,03
180	1,98	2,15	2,35	2,59	2,91
190	1,92	2,08	2,27	2,51	2,80
200	1,86	2,03	2,21	2,44	2,70
210	1,83	1,97	2,16	2,37	2,63
220	1,79	1,92	2,11	2,31	2,57
230	1,76	1,88	2,08	2,27	2,52

9. táblázat

Kénsavas cinkszulfátoldatok fajlagos ellenállása 40 C°-on ohm/cm [1]-48 o. 11. tábl.

Kénsav-koncentráció g/l	Az oldat cinktartalma g/l				
	30	40	60	80	100
50	4,96	5,15	5,36	5,57	5,71
60	4,17	4,41	4,69	4,99	5,25
70	3,63	3,88	4,16	4,49	4,78
80	3,22	3,47	3,74	4,07	4,38
90	2,92	3,15	3,41	3,75	4,04
100	2,65	2,88	3,14	3,47	3,73
110	2,43	2,65	2,92	3,23	3,49
120	2,24	2,44	2,70	3,00	3,25
130	2,09	2,28	2,53	2,82	3,07
140	1,97	2,16	2,38	2,65	2,90
150	1,87	2,05	2,25	2,50	2,76
160	1,79	1,96	2,16	2,39	2,64
170	1,72	1,87	2,06	2,28	2,52
180	1,66	1,81	1,99	2,20	2,42
190	1,61	1,74	1,92	2,12	2,33
200	1,56	1,69	1,85	2,04	2,25
210	1,52	1,65	1,79	1,97	2,18
220	1,48	1,60	1,74	1,92	2,12
230	1,42	1,55	1,70	1,87	2,05

A fentiek szerint a fajlagos ellenállás a kénsavkoncentrációnak és a hőmérsékletnek a növekedésével csökken. Ehhez még azt kell megjegyeznünk, hogy a táblázatból kiolvasható értékeket *szennyezések jelenléte* befolyásolja. Literenként 1 g mangánnak a jelenléte 1,008-szeresére, 1 g magnéziumé 1,021-szeresére, az oldat kovasav-, kalcium- és alkálifémsótartalma pedig kb. 1,2-szeresére *növeli a fajlagos ellenállást.*

Az 5. ábrában 120 g cinket tartalmazó oldatból való kiinduláskor 300, 700 és 1100 A/m²-es áramsűrűség és 4—5 cm-es elektródatávolság mellett, 40 C°-on ábrázoltuk az elektrolit ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültség nagyságának az idővel való változását. Az ábra szerkesztéséhez szükséges adatokat a 10. táblázatban számítottuk.

10. táblázat

Az elektrolit ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültség értéke 300, 700, 1100 A/m²-es áramsűrűségen 4—5 cm-es elektródatávolság mellett 40 C°-on

D A/cm²	l cm	Zn g/l	80	60	40	30
		H_2SO_4 g/l	60	90	120	135
0,03	4		0,60	0,41	0,292	0,243
	5		0,748	0,51	0,366	0,305
0,07	4		1,4	0,955	0,682	0,568
	5		1,74	1,19	0,854	0,71
0,11	4		2,2	1,5	1,07	0,89
	5		2,73	1,87	1,34	1,12

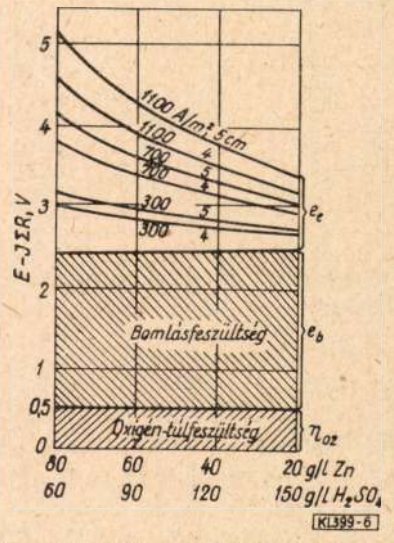
A vezetékek, kontaktusok ellenállásának és a polarizációnak a legyőzéséhez szükséges feszültség (e_v) zömében a vezetékek, kontaktusok ellenállásának (ΣR) az áramerősséggel való szorzatából és az oxigéntúlfeszültségből, η_{O_2} tevődik össze:

$$e_v = I \Sigma R + \eta_{O_2} \qquad (17)$$

A vezetékek ellenállása a fajlagos ellenállással (ϱ_v), a vezeték hosszával (l_v) és a keresztmetszetével (q_v) fejezhető ki:

$$R_v = \varrho_v \frac{l_v}{q_v} \qquad (18)$$

A különféle vezetékanyagok fajlagos ellenállása 15 C°-on a 11. táblázatból olvasható ki.



6. ábra. Literenként 120 g cinket tartalmazó oldatból való kiinduláskor az $(E - I \cdot \Sigma R)$ kifejezés értékének az áramsűrűséggel, elektródatávolsággal és az idővel való változása

11. táblázat

Vezetékek- és ellenállásanyagok fajlagos ellenállása 31 C°-on [1]-27 o. 3. tábl.

Anyag	ϱ ohm mm²/m	Anyag	ϱ ohm mm²/m
Réz, kémiailag tiszta	0,0162	Kruppin	0,8483
Réz, vezetékanyag	0,0175	Újezüst	0,3010
Vasdrót	0,1324	Nikkel	0,1306
Ólom	0,2076	Nikkelin	0,4500
Higany	0,9500	Manganin	0,4300
Ezüst, izzítva	0,0159	Konstantán	0,4900
Alumínium	0,0287	Michrom	1,0—1,1
Acéldrót	0,1843	Sárgaréz (70% Cu, 30% Zn)	0,07
Cink	0,059	Platina	0,0937
Ón	0,1420		

12. táblázat

Fémek elektromos ellenállásának hőmérsékleti együtthatója 0 és 100 C° között [1]-27 o. 4. tábl.

Anyag	α	Anyag	α
Alumínium	0,00423—0,00774	Nátrium	0,00509
Bizmut	0,00391	Nikkel	0,00620—0,00675
Wolfram	0,00453—0,00510	Ón	0,00447—0,00465
Gallium	0,00396	Ozmium	0,00420
Vas	0,00621—0,00657	Palladium	0,00354—0,00377
Arany	0,00377—0,00400	Platina	0,00367—0,00392
Indium	0,00407—0,00474	Rhodium	0,00421—0,00443
Iridium	0,00393—0,00411	Higany	0,00090
Kálium	0,00512—0,00581	Rubidium	0,00520
Kadmium	0,00419—0,00425	Ólom	0,00406—0,00428
Kalcium	0,00333	Ezüst	0,00400—0,00410
Kobalt	0,00658	Stroncium	0,00383
Litium	0,00435—0,00489	Antimon	0,00473—0,00511
Magnézium	0,00381—0,00412	Tantal	0,00347—0,00350
Réz	0,00426—0,00433	Tallium	0,00478—0,00517
Réz, techn.	0,0040	Caesium	0,00443
Molibdén	0,00435	Cink	0,00404—0,00417
Arzén	0,00389		

13. táblázat

Réz-sínek megengedhető terhelése, A. [1]-29 o. 5. tábl.

A sínek mérete mm	A levegő sebessége m/sec								
	$v = 0$			$v = 0{,}3$		$v = 0{,}5$		$v = 0{,}7$	
	A sinek megengedett max. hőmérséklete C°								
	20	30	40	30	40	30	40	30	40
25× 3	228	285	328	—	—	—	—	—	—
40× 4	397	495	570	570	656	608	700	652	750
50× 5	545	694	800	800	920	856	989	914	1052
60× 8	822	1030	1185	1185	1360	1265	1455	1355	1560
100×10	1490	1860	2140	2140	2460	2285	2630	2440	2830

A vezetékanyagok ellenállása is változik a hőmérséklettel (t.) Ezt az

$$R_t = R_{15}\,[1 + \alpha\,(t - 15)] \qquad (19)$$

összefüggés fejezi ki. (19)-ben szereplő hőmérsékleti koefficiens α értékét 0 és 100 C° között a 12. táblázatból vehetjük.

(18)-ból és (19)-ből láthatjuk, hogy a vezetékek ellenállása ezek anyagától, hosszától, keresztmetszetétől és a hőmérséklettől függ. Ezek a legtöbbször rézből készülnek, úgyhogy ebben az esetben mondhatjuk, hogy a vezetékek ellenállása annál kisebb, minél rövidebbek ezek, minél nagyobb a keresztmetszetük és minél kisebb a hőmérsékletük. Az utóbbinak nem szabad 40 C° fölé növekednie. Ilyen esetekben a rézsínek megengedhető terhelését a 13. táblázat mutatja.

A kontaktusok ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültség a kontaktusok minőségétől függ.

Az oxigéntúlfeszültség — elsősorban az anóda anyagi minőségétől, az alkalmazott áramsűrűségtől és a munkahőmérséklettől függ. 25 C°-on 1 N KOH-oldatból való elektrolízis és különféle elektródák alkalmazásával az oxigéntúlfeszültségnek az áramsűrűséggel való változását a 14. táblázat-

14. táblázat

25 C°-on az oxigéntúlfeszültség értéke 1 N KOH oldatból való elektrolízis esetén [1] -67 o. 19. tábl.

Áramsűrűség A/m²	Túlfeszültség volt							
	Finom grafit	Au	Cu	Ag	Fényes Pt	Platinázott Pt	Fényes Ni	Niszivacs
10	0,525	0,673	0,442	0,58	0,721	0,398	0,353	0,414
50	0,705	0,927	0,546	0,674	0,80	0,480	0,461	0,511
100	0,896	0,963	0,580	0,729	0,85	0,521	0,521	0,563
200	0,963	0,996	0,605	0,813	0,92	0,561	—	—
500	—	1,064	0,637	0,912	1,16	0,605	0,670	0,653
1 000	1,091	1,244	0,660	0,984	1,28	0,638	0,726	0,687
2 000	1,142	—	0,687	1,038	1,34	—	0,775	0,714
5 000	1,186	1,527	0,735	1,080	1,43	0,705	0,821	0,740
10 000	1,240	1,63	0,793	1,131	1,49	0,766	0,853	0,762
15 000	1,282	1,68	0,836	1,14	1,38	0,786	0,871	0,759

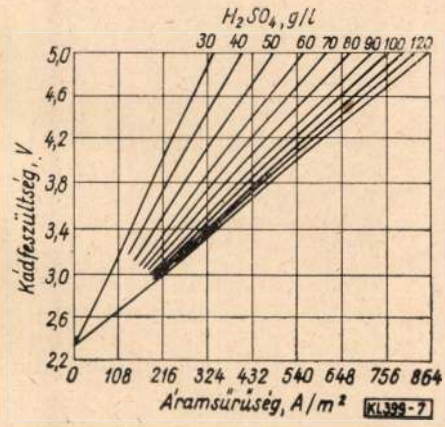
ból olvashatjuk ki. Ehhez még azt kell megjegyeznünk, hogy az oxigéntúlfeszültség ólomanódán 40 C°-on, 400 A/m²-es áramsűrűség mellett kb. 0,5 volt.

A kádfeszültséggel kapcsolatban eddig elmondottakat összegezhetjük, ha (2)-be a bomlásfeszültségnek, az elektrolit, vezetékek, kontaktusok ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültségnek és az oxigéntúlfeszültségnek (6)-ban, (7)-ben és (17)-ben kifejezett értékeit behelyettesítjük :

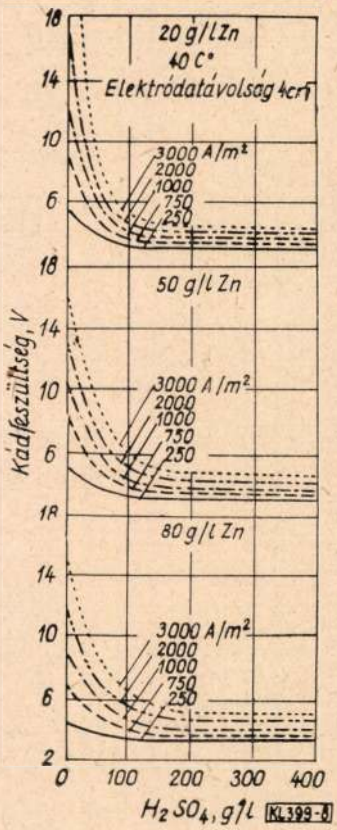
$$E = 1{,}915 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2} \qquad (20)$$

(20) alapján a kádfeszültségnek a különféle tényezőkkel való változását literenként 120 g cinket tartalmazó oldatból való kiinduláskor a 6. ábrából ítélhetjük meg. Ez a 4. és az 5. ábrának az összegezésével és azzal a feltételezéssel szerkeszthető, hogy az oxigéntúlfeszültség minden esetben 0,5 volt. A szóbanforgó ábra az $(E - I\Sigma R)$ kifejezésnek az idővel való változását mutatja. Ebből megállapíthatjuk, hogy *a kádfeszültség akkor lesz kicsiny, ha jó vezetőképességű oldattal* (nagy hőmérséklet, sok kénsav, kevés cink), *kis áramsűrűséggel és kis elektródatávolsággal elektrolizálunk.*

A fenti megállapítások helyességét igazolja a 7—10. ábra is. Ezek közül a 7. ábra a kádfeszültségnek az áramsűrűséggel és az elektrolit kénsavtar-



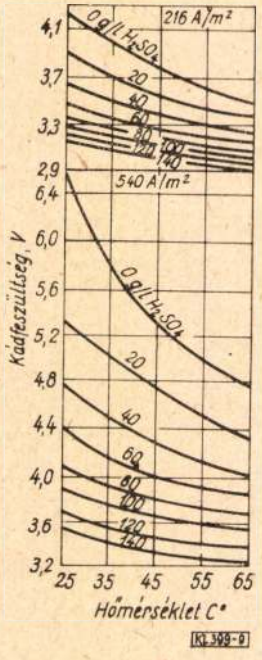
7. ábra. A kádfeszültségnek az áramsűrűséggel és az elektrolit kénsavtartalmával való változása, ha az elektrolit hőmérséklete 25 C°, ennek egy literében 80 g cink van és az elektródatávolság 5 cm. [3]*-346. o. 7. á,* [2]*-403 o. 127 á.,* [8]*-535. o. 159/b á.*



8. ábra. A kádfeszültségnek az elektrolit kénsavtartalmával és az áramsűrűséggel való változása, ha az elektródatávolság 4 cm, az elektrolit hőmérséklete 40 C° és az oldat egy literében 20, 50, illetve 80 g cink van [3]*-349 o. 13 á.*

talmával való változását szemlélteti, ha az elektrolit hőmérséklete 35 C°, ennek egy literében 80 g cink van és az elektródatávolság 5 cm. A 8. ábra a kádfeszültségnek az elektrolit kénsavtartalmával és az áramsűrűséggel való változását mutatja, ha az elektródatávolság 4 cm, az elektrolit hőmérséklete 40 C° és az oldat egy literében 20, 50, illetőleg 80 g Zn van.

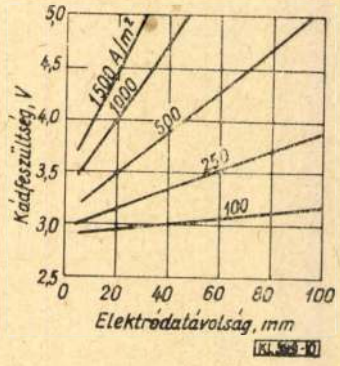
A 9. ábra arról tájékoztat, miképpen változik 5 cm-es elektródatávolsággal a kádfeszültség az elektrolit hőmérsékletének, a kénsavkoncentrációnak és az áramsűrűségnek a függvényében, a 10. ábrából pedig azt olvashatjuk ki, hogyan változik



9. ábra. 5 cm-es elektródatávolság mellett a kádfeszültségnek az elektrolit hőmérsékletével, a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változása [3]-347 o. 10 á. és 348 o. 11. á., [2]-403 o. 128 és 129. á.

a kádfeszültség az elektródatávolságnak és az áramsűrűségnek a változásával, ha a 25 C° hőmérsékletű elektrolit egy literében 100 g Zn és 60 g kénsav van.

Cinkelektrolízisben az áramhatásfok azért nem 100%, mert egyrészt a katódán a cink mellett



10. ábra. A kádfeszültségnek az elektródatávolsággal és az áramsűrűséggel való változása, ha a 25 C° hőmérsékletű elektrolit egy literében 100 g cink és 60 g kénsav van [2] 403 o. 126. á., [8] 535. á.

hidrogén is válik le, másrészt pedig a már egyszer levált cink egy része is feloldódik. Cinkleválás közben akkor fejlődik hidrogén, ha adott pillanatban a hidrogén elektródapotenciálja pozitívabb, mint a cinké. Ez akkor következik be, ha a katóda körül lecsökken a cinkionkoncentráció, megnő a hidrogénion-koncentráció, illetőleg, ha valamilyen okból kifolyólag (a katóda durvulása, az áramsűrűség csökkenése, az elektrolit hőmérsékletének növekedése, vagy tisztátalanságok jelenléte miatt) csökken a hidrogéntúlfeszültség értéke. A levált cink egy része akkor fog feloldódni, ha nagy az oldatban a kénsavkoncentráció, illetőleg ha az anóda, a kénsav képződésének helye, közel van a katódához. Ezek szerint az áramhatásfok nagysága a cink- és hidrogénion-koncentrációtól, a katóda felületének minőségétől, az alkalmazott áramsűrűségtől, az elektrolit hőmérsékletétől, és összetételétől, valamint az elektródatávolságtól függ.

(Folytatjuk)

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Április 8-án 40 éve (1919) halt meg *Eötvös Loránd* magyar fizikus (szül. 1848), a torziós inga megalkotója.

14-én 330 éve (1629—1695) született *Chr. Huyghens* holland fizikus és matematikus az inga óra feltalálója, a valószínűségszámítás megalapítója.

15-én 140 éve (1755—1819) halt meg *O. Evans* amerikai feltaláló a gőzgép továbbfejlesztésének egyik jelentős alakja.

18-án 110 éve (1849—1913) született *A. Slaby* német fizikus a drótnélküli távíró egyik úttörője.

20-án 55 éve (1904) kezdte meg működését a káposztásmegyeri Vízmű.

21-én 185 éve (1774—1862) született *J. B. Biot* francia fizikus az elektromosság egyik jelentős kutatója, az elektromos áram mágneses hatásának nagyságát kifejező törvény egyik feltalálója.

24-én 30 éve (1929) halt meg *Zielinsky Szilárd* gépészmérnök, a Magyar Mérnöki Kamara megalapítója és első elnöke.

25-én 85 éve (1874—1937) született *G. Marconi*, Nobel díjas olasz fizikus, a drótnélküli távíró egyik úttörője.

26-án 80 éve (1879) kezdte meg működését Párisban a *Puskás Tivadar* által feltalált és létrehozott telefonközpont.

HIBAIGAZÍTÁS

A Kohászati Lapok 10—11. számában a 469. oldalon kezdődő „A kohójárat hatása a gazdaságos termelésre" című cikkben a képletekben a *C* helyett *c*, az *S* helyett *s*, az *X* helyett *s* írandó.

A 472 oldalon 1. hasáb legelső sorában (u) = 40(x) helyesen u = 40 x ; a 2. hasáb felülről 2. sorában u = (u) + u = 40(X) + 1160 helyesen: u = u = 40 |x| + + 1160; felülről 5. sorban: v = 50(y) + 975 helyesen: v = 50 y + 975 és végül felülről a 7. sorában u = 0(x) + 6 helyesen: u = a |x| + b.

Nagyolvasztómű korszerű kohóautomatikája és műszerezése

TÓTH GÉZA okl. gépészmérnök, Dunai-Vasmű

D. K.: 669.162.2 : 621.3.

Современная автоматика и приборы в металлургии.

Zeitgemässe Automatisierung und Instrumentation des Hochofenbetriebes

Up to date automatisation and instrumentation of blast furnace plants

A korszerű nagyolvasztó munkájára jellemző, hogy a technológiai által megkívánt munkafolyamatok és az ellenőrzés messzemenően gépesített, továbbá a gépek vezérlése automatizált. A nagyolvasztó automatikájának és műszerezésének — e két fogalom mint később látni fogjuk egymással összefüggésben van — ismertetésekor az egész berendezést úgy kell csoportosítani, hogy az lehetővé tegye az egész kérdéscsoport tárgyalását technológiai sorrendben.

Megkísérlem a gépesítést és automatizálást lehetőleg úgy tárgyalni, hogy a beszámolóból főleg az derüljön ki, hogy a műszaki fejlődés mivel képes segíteni és mivel segíti már most is a helyes és jó technológia betartását és továbbfejlesztését.

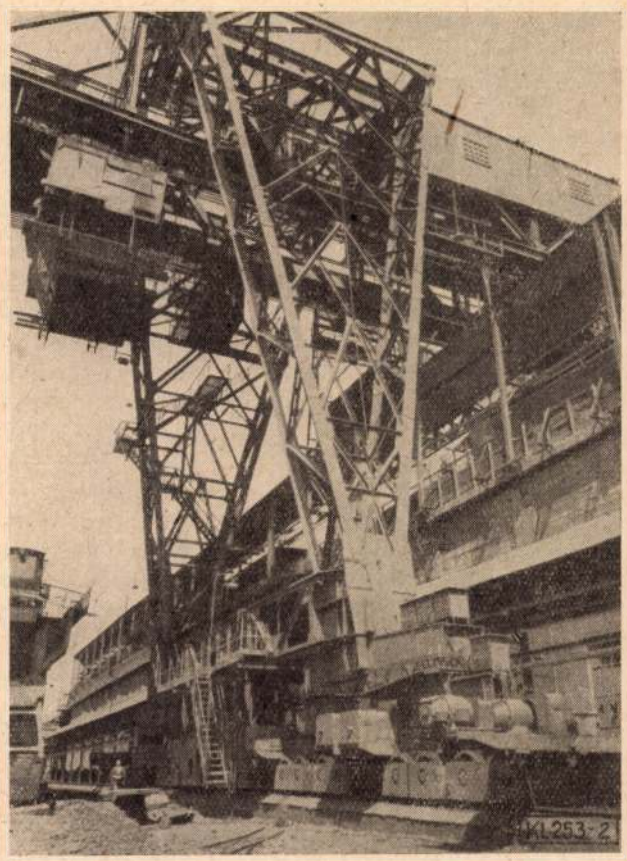
Az alapanyagoknak igen jelentős része vasúti kocsikban az ércelőkészítő vagonbuktatójába érkezik. A vagonbuktató 24 óránként 4800 tonna anyagot tud a vagonokból a bunkerekbe üríteni.

Az anyagot a bunkerekből tagos kihordó szalagok ürítik. Az anyag előkészítésének első állomása a durvatörő, amely az anyagot 150 mm-nél kisebb nagyságra töri és szállítószalagokra adagolja. A szállító és átadó szalagok egész során át az anyag a törőműbe kerül. Itt négy törő van elhelyezve, amelyek közül kettő középtörő, kettő pedig finomtörő. A buktatóból érkező anyag vagy a középtörőbe engedhető, vagy közvetlen útvonalon, átadó állomáson keresztül a transzferkocsi töltő és ürítő épületébe szállítható.

A transzferkocsi viszi az anyagot az ércárokba, ahonnan az 1. ábrán látható érctéri daru szedi ki és hordja az érctérre. Ezen az útvonalon szállított anyag osztályozás nélküli vegyes érc, amelynek nagy része visszakerül az előkészítőbe.

1. ábra. Érctéri markolós bakdaru

Az útvonalon az anyagot gépek és szállítószalagok mozgatják, egy-két eset kivételével, amikor is hidraulikát vagy pneumatikát választottak a tervezők. A gépészeti berendezések működtetésére villamos gépek szolgálnak. A mű nagyságára jellemző, hogy összesen mintegy 456 db villanymotor került beépítésre, amelyek közül 178 db működtetése egymással szoros összeköttetésben áll, azaz résztvesz az automatikus vezérlésben.



2. ábra. Az érctéri daru merev lába

Néhány érdekesebb gép, — illetve üzemegység villamos berendezéséről szólva első helyen kell megemlíteni az érctéri rakodódarut, amelynek egy része — a merev láb — a 2. ábrán látható.

A képen látható dolgozó módot ad arra, hogy a berendezés nagyságáról fogalmat alkothassunk. Jól láthatók a híd továbbítására szolgáló villamos motorok. Az előtérben egy tengelyen levő két motor a villamos tengely fontos részét képezik. A villamostengely feladata: automatikusan szabályozni a híd két lábának párhuzamos futását. A darut a vezérlőfülkéből távirányítással, illetve automatikusan vezérlik. A hidat váltó-

áramú motorok továbbítják. Hídmozgatáshoz a kormányos csupán az irány megjelölésére szolgáló impulzust adja meg és a folyamat lebonyolítása automatikus.

A macska és a markoló Ward—Leonard egységtől kapja a meghajtását. A Leonard egységet 500 kW-os motor hajtja meg.

Az ércelőkészítő- és zsugorítómű gépészeti berendezését távirányítással, illetve automatikusan vezérlik. Az ércelőkészítő vezérlés szempontjából hat körzetre oszlik. Minden körzet egy alirányító diszpécser helységgel rendelkezik, ahol a körzet világító sémája és kezelőpult helyezkednek el. Az egész művet a főirányító fogja össze, ennek helységében található az egész előkészítőt magában foglaló világító séma, kezelőpult és relészekrény. Négyféle üzemviteli mód lehetséges:

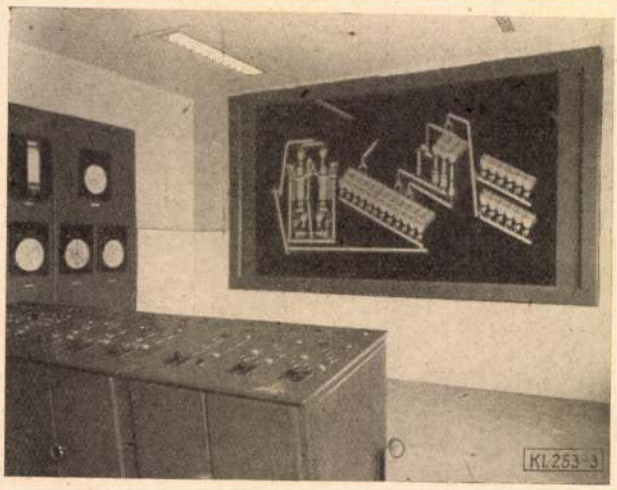
1. Központosított vezérlés, amelynél a főirányító határozza meg a tchnológiai feladatot, kijelöli a megfelelő útvonalakat és engedélyt ad az indulásra. A szükséges biztonsági intézkedések megtörténte után az alirányító megadja az indítási impulzust. Különböző érzékelő szervek segítségével teljesen automatikusan indul. A berendezés a technológiai feladat elvégzése után vagy automatikusan, vagy a főirányító, akár az alirányítók által leállítható. A mű a biztonságos üzemvitelhez szükséges jelzőberendezésekkel, biztonsági berendezéssel, vészhálózattal bír.

2. Körzeti reteszelt üzem. Ekkor az útvonalat a körzeti alirányítók választják ki s erre akkor kerül sor, ha az elvégzendő feladat csupán egy, esetleg két körzetet érint, vagy, ha a főirányító berendezésében üzemzavar van.

3. Helyi reteszelt üzem lényege abban áll, hogy a gépeket a helyszínen indítják, de a biztonságos üzemvitel alapjait képező reteszelések be vannak építve.

Az érczsugorító berendezést szintén távirányítással egy központi helyről a főirányítói helységből vezérelik. A zsugorítómű főirányító helység képe a 3. ábrán látható.

Jól láthatók a főirányító helységek jellemző berendezései a képen: világítóséma, melyen rajta



3. ábra. A zsugorítómű főirányító helyisége

van az egész mű technológiai vázlata és a kezelőasztal, az irányításhoz szükséges készülékekkel és vaksémával. A baloldali falon a zsugorító gépeken végbemenő folyamatok ellenőrzésére szolgáló műszerek láthatók. A berendezés lelkét képező reléhelység a világítóséma mögött van. Az egész műnek irányítása lényegében különbözik az előkészítő irányításától. Amíg ott körzetek vannak és egy-egy körzeten belül több útvonal választható, addig itt a technológiai útvonal munkafolyamatokra van bontva. Egy-egy munkafolyamat az anyagtárolási helytől anyagtárolási helyig tart. Így az 1. munkafolyamat a koksz és szállópor bunkerektől a koksz és mészkőőrlő bunkerekig, a 3. munkafolyamat a koksz és mészkőőrlő bunkerektől az elegybunkerekig, a következő az elegybunkerektől a zsugorítógép bunkerjéig stb. Ez lényegesen egyszerűsíti az előkészítőéhez képest a berendezést. A berendezésnek ilyen csoportosítása villamos szempontból később lehetővé fogja tenni, hogy jó érzékelő szervek segítségével a zsugorítói bunkerek anyagellátása távvezérlésről áttérjen a teljes automatikus munkára.

A gyárrészleg eddig tárgyalt berendezéseinek vezérlései a mozgás automatika csoportba tartoznak, amelynek feladata a berendezések működtetése előre meghatározott, állandó jelleggel bíró, az esetek döntő részében a korszerű reteszelési elveknek megfelelő sorrendben.

A második csoportba az automatikus szabályozást lehet sorolni, amely feladata, jellege, kivitele, és működési elve szerint számtalan alcsoportba osztható. A különböző típusú és elvi alapon működő automatika szempontjából a nagyolvasztó lényegesen változatosabb képet mutat.

A nagyolvasztó automatikus berendezéseinek csoportosításához a technológiai sorrendet kell alapul venni. Elsőrendű feladatként és munkafolyamatként az adagolás vehető. A korszerű nagyolvasztó adagolása igen bonyolult feladat és az adagoló berendezéssel szemben számtalan követelményt támaszt. Ez a berendezés a mozgás automatika csoportjába sorolható, de benne — mint a részletes ismertetésről látni fogjuk — megtalálhatók a kohójárat szabályozására szolgáló elemek is, amelyek érzékelő és végrehajtó szerveikkel lényeges jelentőséggel bírnak.

Másik technológiai feladatot képez a nagyolvasztónak ellátása előmelegített levegővel. A léghevítők szabályozása és vezérlése automatikus. A berendezés munkája két részre osztható. Az első: a léghevítők fűtése, a második a léghevítőknek időben történő átváltása.

A harmadik feladata az automatikának a technológiai folyamatok, vagy a technológiát befolyásoló tényezők ellenőrzése, mérése esetleg szabályozása. Az automatikának ezt a feladatkörét átölelő részét közös néven műszerezésnek nevezzük.

A megfelelő módon előkészített elegyalkotó alapanyagok különböző utakon a bunkerekbe jutnak. A különböző alapanyagokból álló elegy összeszedését — a koksz kivételével — az ércmérlegkocsi végzi.

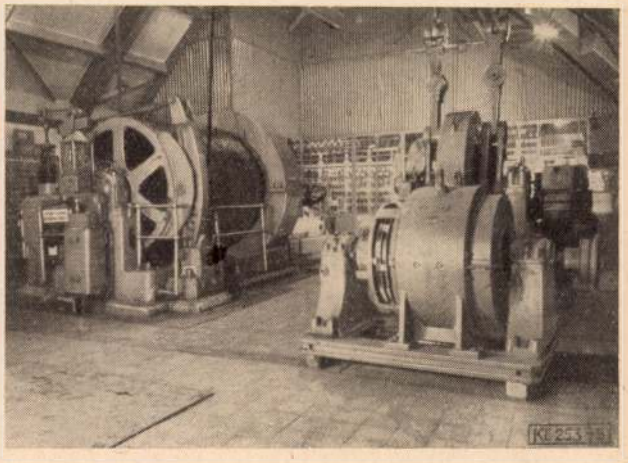
A kocsi jelenleg kézi vezérlésű s ezt az érc-mérlegkocsi gépész végzi. A kocsi által összegyűjtött érc és mészkő a kocsi táskáiból, a koksz a koksztáskákból, a felvonó vödrökbe, szkipekbe kerül. Az adagolással összefüggésben levő összes berendezések és munkafolyamatok vezérlése teljes mértékben automatizált. A vezérlést szolgáló összes készülékek, kapcsolótáblák az *A* gépházban vannak elhelyezve. Az adagoló automatika kapcsoló terme a 4. ábrán látható. A kapcsolófal mezőkre van osztva, egy-egy mezőben az adagolásban résztvevő egyes gépi berendezések vezérlését szolgáló készülékek, kapcsolók, relék vannak elhelyezve.

Az *A* gépházat az 5. ábra mutatja, amelyen a felvonócsörlő, a kúpok nyitására és zárására szolgáló gépiberendezés, a szondacsörlő és háttérben a kapcsolófal látható.

A központi vezérlőberendezés a következő automatikus feladatokat végzi:

1. Az adagolási rendszer beállítása. A berendezés egy periódusa 12 helyzetből áll, ami azt jelenti, hogy egy adag legfeljebb 12 szkipből állhat. Természetesen ez nem jelenti mind a 12 helyzetnek feltétlen igénybevételét. Minden helyzet jelenthet koksz vagy érc programot, vagy pedig nem vesz részt az adagolás munkájában.
2. A kiskúpnyitás vezérlése.
3. A nagykúpnyitás szabályozása.
4. Az elegyosztó elforgási szögének változtatása.
5. Programtartás. A központi vezérlőberendezés nem engedi a szkip megrakását ércccel, ha a program szerint koksz következik és fordítva.
6. Üres szkip továbbítása, amelynél programszerűen lehet üresen felküldeni a szkipet az adagolás oldalának megváltoztatása, vagy minden szkip üres járása céljából.
7. Pótszkipek küldése azt jelenti, hogy adagolás közben bármikor lehet koksszal vagy ércccel töltött pótszkipet küldeni adag közben is.
8. Az üres szkipek késleltetése a szkipaknában, abból a célból, hogy a felső szkipnek elég ideje legyen a kiürítésre.
9. Szabályozza a szondák működését, az adag locsolását és működteti a jelzőberendezés nagy részét.

4. ábra. Az automatika kapcsolóterme



5. ábra. Az A gépház

Ilyen sokrétű, egymással szoros összefüggésben álló feladatcsoport elvégzése igen nagyszámú biztonsági berendezés közbeiktatását és a korszerű reteszelések legmesszebbmenő használatát teszik szükségessé.

A szkipeket az 5. ábra baloldalán látható szkipcsörlő mozgatja. A csörlő meghajtását 140 kW teljesítményű egyenáramú motortól nyeri. A csörlő üzemi sebessége 1,92 m/sec. Indítási impulzust a központi vezérlőberendezéstől kap.

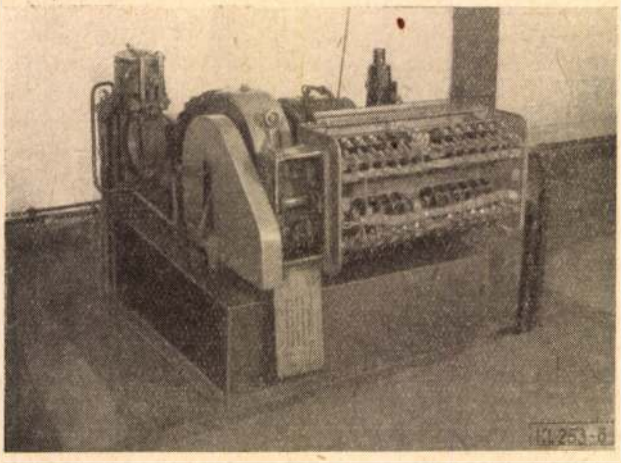
Figyelembe véve a kötelek hosszát, más lesz a kötelek megnyúlása, könnyű, koksz-szkip felküldésekor, mint nehéz érc-szkippel. Ez gyakorlatilag annyit jelentene, hogy változna a szkipek megállási helye, azaz a könnyű szkip túlbillenne, vagy a nehéz szkip nem kapná meg az ürítéshez szükséges dőlési szöget. Ennek megoldására szolgál a kötélfeszítés automatikusan kiegyenlítő berendezése, aminek segítségével a csörlődob nehéz teherrel 60 mm-rel tovább fordul, mint könnyű teherrel. A csörlő üzemi és biztonsági fékkel van ellátva. A biztonsági fék feszültségmentes állapotban dolgozik. A csörlőnek a megengedett fölé való gyorsulásakor működésbe jön a centrifugális kikapcsoló. Az esetleges kötéllazulást végálláskapcsoló érzékeli és a csörlőt azonnal leállítja. Az útvonal végén kétszeres túlfutásvédelem van, az egyik végálláskapcsoló, a másik pedig a menetkapcsolóba van beleépítve. Ha az útvonal végén az ellenőrzési pontnál valamilyen okból a szkip sebessége nagyobb a megengedettnél, a csörlő

leáll. Úgyszintén leáll akkor is, ha megszakad a működtető áramkör, vagy a gerjesztőáramkör, vagy a biztonsági féktekercs áramköre. A berendezés a szükséges túláramvédelemmel rendelkezik.

A csörlő működése összefüggésben van több más berendezés működésével, vagyis azokkal kölcsönösen reteszelve van. A csörlő működése határozza meg a kiskúp, az elegyelosztó, és a kokszrosták működését. Szabályozza a koksz, érc és víz betöltését a szkipbe. A szkip nem indulhat, amíg a beállított program nincs teljesítve. Ha a kiskúpon még rajta van az előző adag, vagy a kiskúp valamilyen oknál fogva nem zár pontosan, a szkip megáll az ellenőrzési ponton. Ez a reteszelés biztosítja a kiskúpot a túltöltés ellen. Nem indul a szkip abban az esetben, ha az elegyszint a megengedettnél magasabb.

A szkipek által a kiskúpra felszállított anyag a kiskúpon mindig egy és ugyanazon helyre kerül. Kiskúp majd nagykúp nyitásakor az anyag mindig ugyanarra a helyre kerülne. Ennek a káros jelenségnek a kiküszöbölésére szolgál az elegyelosztó berendezés, mely lényegében olyan hengeres tartály, melynek alját a kiskúp képezi. Az elegyelosztó a bal szkip középvonalától számítva 60 fokonként elfordul, azaz 0, 60, 120, 180, 240 és 300°ra tud beállni. Időmegtakarítás céljából az elfordulás kétirányú lehet. A két szkip ürítési helye között egy bizonyos szögeltérés van, ennek kiegyenlítésére szögkompenzáló berendezés van közbeiktatva. Az elegyelosztó úgy forgatja az elegyet, hogy egy adag összes szkipjeit ugyanazon helyre rakja le és az adag befejezése után változtatja az elfordulás szögét. Természetesen a berendezés lehetőséget ad arra, hogy tetszés szerinti szöghelyzet kihagyható legyen, vagy arra is, hogy az elfordulás szögét ne az adag befejezése, hanem tetszés szerinti szkipszám után változtassák meg. Az elegyelosztó berendezés a felvonócsörlő és a kúp munkájával van reteszelve.

Gépészeti szempontból is érdekes berendezést képez a kúpok működtetésére szolgáló egykészülékes elektromos kúpcsörlő. A kúpcsörlő mechanikai része úgy van kiképezve, hogy a két kúp egyidejű nyitása lehetetlen, ha a kiskúp nyitáshoz



6. ábra. Az elegyszintmérő szondák működtető része

balirányú, úgy a nagykúp nyitáshoz jobbirányú forgás tartozik. Ez eleve lehetetlenné teszi a nagyolvasztó belsőterének közvetlen összeköttetését a külső térrel. A kúpcsörlőt 40 kW-os egyenáramú villamos motor hajtja meg. A kúpvezérlés automatikáját a következők jellemzik: Kiskúp minden megrakott szkip indulásának kezdetén nyílik.

Nagykúp nyítása az előre meghatározott program szerint következik a kiskúp bezárása után. A nagykúpot, annak teljes kinyílása után bizonyos — az anyag elszóródásához szükséges — időkésleltetéssel zárják. Nem nyithat a nagykúp akkor, ha az elegyszint még nem süllyedt az előírt méret alá. Anyagbeszorulás, vagy más okból bekövetkező kötéllazulást a berendezés automatikusan kiküszöböli.

A következő berendezések működnek a kúpoktól függően: A szkip megáll az ellenőrzési ponton, ha a kiskúp nem nyitott ki teljesen, vagy nem zárt be. A szondák felemelkednek azon kiskúp teljes nyitása után, mely megelőzi a nagykúp nyitását. Az elegyelosztó szögkompenzáló elfordulása a kiskúp teljes bezárása után kezdődik.

A nagyolvasztó vezetése szempontjából igen nagy fontosságúak a tapogató, elegyszintmérő szondák, amelyekből kettő van beépítve és az elegyszintet átlós irányban mérik. A berendezés működtető és meghajtó része a 6. ábrán látható.

A meghajtást egy 1,75 kW teljesítményű egyenáramú villamosmotor végzi. A szondáknak három működési rendszere van:

1. Folyamatos méréshez a szondák állandóan az anyagoszlopon vannak.

2. Pontszerű méréshez a szondákat kétszer bocsátják le az egyes nagykúp nyitások közben.

3. Időszakos méréskor a szondák egy adag feladása alatt egyszer, vagy legfeljebb kétszer süllyednek le.

Előírható a maximális elegyszint, amelynek elérésekor az adagolás automatikusan megszakad és csak akkor folytatódik — szintén automatikusan —, ha az anyagoszlop megfelelően lesüllyedt. Beállítható 1, 1,25, 1,50, 1,75, 2,00, 2,5 méteres elegyszint. Az elegyszint maximális magasságát minden szondára külön is meg lehet állapítani.

A szondáktól függően működik a kúpcsörlő, ugyanis az addig nem tud nyitni, amíg a szondák lent vannak. A szkipcsörlő munkája viszont összefüggésben van a kúpokkal, így az adagolást végső fokon a szonda határozza meg.

A koksz adagolását két egységből álló rendszer végzi.

1. A rosta, a kokszot átrostálja és a mérlegtáskába juttatja, ahol azt súly vagy térfogat szerint lehet mérni.

2. A mérlegtáska tolózárak nyitásakor a koksz a szkipbe ömlik.

Mindkét berendezés automatikusan villamos meghajtással működik és szerves része a központi vezérlőberendezésnek.

A kokszadagoló berendezés automatikája a következőképpen működik: Ha koksz következik és a megfelelő szkip már lent van, automatikusan bekapcsol a táskazár motorja és nyitja a zárat. A koksz a szkipbe ömlik. A mérlegtáska kiürülése

után a kokszzár automatikusan záródik. Eközben impulzus megy a szkip indítására. Amikor a megrakott szkip egy bizonyos sebességet elér, megindul a rostamotor, megkezdődik a koksz rostálása, a kokszmérlegtáska megtöltése. Ha a mérlegtáskában a koksz mennyisége elérte a beállított értéket a rosta leáll.

A kokszadagoló berendezés a következő berendezéseket reteszeli: az elegyfelvonó, a központi vezénylő és az aprókoksz felvonó. Ez utóbbi berendezésnek az a feladata, hogy a kokszrosta által kiejtett apróbb szemnagyságú kokszot az aprókoksz bunkerekbe szállítsa. Automatikus vezérléskor a működésre az impulzust a megtelt aprókoksz felvonó a súlynak függvényeként adja.

Az utolsó, a központi vezérléshez tartozó berendezés a vízlocsoló berendezés. A víz a szkipbe az anyag berakásával egyidőben töltődik be, ez biztosítja az anyag jobb átnedvesedését és megakadályozza a felesleges porképződést. A víz, adagoló tartályokból kerül a szkipbe, amiből sűrített levegő nyomja ki. A csapokat szolenoid kapcsolók nyitják, amelyek automatikusan a program beállítás szerint működnek. Víz az összes szkipbe, csak érc vagy csak koksz szkipbe tölthető. A vízlocsolási rendszer reteszeli az elegy felvonót. Mindaddig amíg a program szerinti locsolás nem történt meg, a szkip nem indulhat el.

A berendezés több eleme, döntő részben a kapcsolásokra, átkapcsolásokra szolgáló készülékek párhuzamosítva vannak, az adott kapcsolást több helyről el lehet végezni. A berendezéseknek vezérlése kézzel is lehetséges. Ez az üzembiztonságot fokozza, másrészről pedig különösen javítások idején szükséges a berendezések egyenkénti járatása.

Az eddig elmondott folyamatok ellenőrzésére és figyelemmel kísérésére szolgál a három helyen — az *A* gépházban, a műszerházban és a *B* állomáson — elhelyezett, világító séma.

Az adagolási automatika már nem sorolható tisztán a mozgásautomatika csoportjába, mert az több esetben szabályozási jelleggel is bír.

Az adagolás bonyolult feladatát lényegében másfél ember végzi — két nagyolvasztónál három. — A személyzet feladata tulajdonképpen a berendezés karbantartására szorítkozik. A berendezés jósága mellett szól, hogy a több mint négyéves üzem alatt az automatika hibájából nagyolvasztó lassítás, vagy adagolás megszüntetés nem volt.

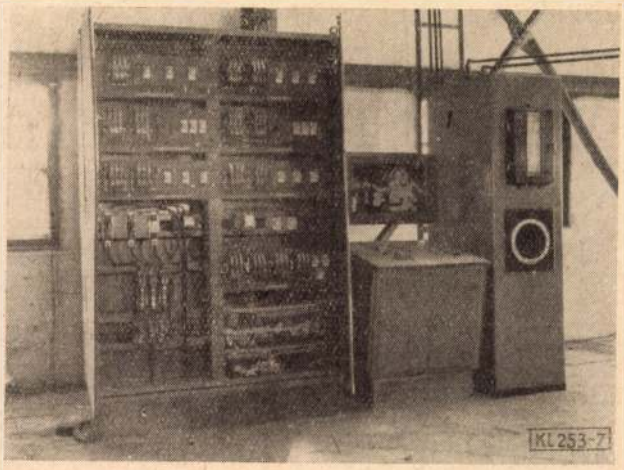
A nagyolvasztónak meleg levegővel való ellátására szolgáló léghevítő berendezés az alábbi munkafolyamatok valamelyikét végezheti:

1. Hevítés.
2. Levegőmelegítés.
3. Váltás.

Rendes üzemben a léghevítők egyike a levegőmelegítést végzi, a többi léghevítő hevítés alatt áll. A léghevítők gázégőkkel, továbbá a hevítést és a levegő befúvást szabályozó berendezéssel vannak ellátva.

A berendezés külön munkafeltétel szerint és ciklikusan vezérelhető.

A külön feltétel szerinti vezérlés lehetővé teszi, hogy minden egyes szelepet külön-külön



7. ábra. A léghevítők vezérlőasztala

kezelhessünk tetszés szerinti időtartással, azonban szigorúan megállapított sorrendben.

A ciklikus vezérléssel a léghevítőberendezés szelepeit a ciklikus vezérlés kapcsolójának átfordításával állíthatjuk át.

A léghevítő szerkezeteit kézi kapcsolók segítségével vezéreljük. Ezek az égők munkaszintjén levő vezérlőasztal felső lapján vannak felszerelve, mögötte áll a fényjelzőberendezés. A vezérlő pult, relészekrény, világítóséma és a folyamatok ellenőrzésére szolgáló műszerek a 7. ábrán láthatók.

A nyitott és zárt állások rögzítése céljából a szelepek szerkezetein végálláskapcsolók vannak elhelyezve. A világítósémák a szelepek állásának jelzésére szolgálnak, továbbá a léghevítő berendezések munkafolyamatait jelzik. A világítósémán levő jelzőlámpákat a szerkezetek elhelyezésének mechanikai sémája szerint rögzítették.

A léghevítők váltására mód lenne teljes automatikus folyamatot kiépíteni, ami azt jelentené, hogy az átállás az egyes munkafolyamatokról önműködően menne végbe a léghevítők kupolái hőmérsékletének függvényeként. Ezt lehetetlenné teszi a berendezésben levő olyan elem, aminek a vezérlését a jelen helyzetben megoldani nem lehet. Ez az elem a levegő befúvónyílás befedésére szolgáló fedőlap és az a csőcsonk, amely hevítéskor összeköti a léghevítőt a gázégőkkel, ezeket kézzel kell kezelni. Nyilvánvaló, hogy ilyen egyáltalán nem korszerű megoldás a különben korszerű berendezésekkel ellátott léghevítőket nemcsak elcsúfítja, de végső fokon megakadályozza az automatikus vezérlést, illetve váltást.

A nagyolvasztó műszerezése országos viszonylatban jónak mondható. Nyersvasgyártás terén fejlett országok nagyolvasztóinak műszerezésével szemben le van maradva. Az elmúlt 5—6 év alatt ezekben az országokban a műszerezés hatalmas utat tett meg.

A nagyolvasztó műszerei, amelyeknek nagy része a műszerházban van elhelyezve, mérik és regisztrálják a különböző értékeket és mennyiségeket.

A műszereknek egy része párhuzamosan a műszerházon kívül más helyeken is be van építve.

Szólnom kell a nagyolvasztó automatikájának

és műszerezésének megoldandó feladatairól. Az ércelőkészítő és zsugorító mű — befejezése után — egy-egy komplett egységet fognak képezni. Ezen belül olyan műveletek találhatók, mint a kézivezérlésű bunkerzárak, kézi vezérlésű transzferkocsik, a kézi bunkerbolygatás stb. A nagyolvasztóban az ércmérlegkocsi kézi vezérlése, az ércszkippek kézi indítása, a léghevítők váltásának kézi vezérlése, a vas- és salakcsapoló nyílások kézi nyitása, a zárás kézi vezérlése, a csatornák kezdetleges módon kézzel való készítése stb. Nem vitás, hogy ezeknek a munkafolyamatoknak, műveleteknek gépesítése és automatizálása nem könnyű feladat. Az automatizálás feltételezi a legmesszebbmenő gépesítést és ezen túlmenően a ciklikus jelleg kiépítését vagy megtalálását. A műszerezésben megoldást kell találni mindenek előtt egy sor tényező folyamatos mérésére, ellenőrzésére továbbá önműködő szabályozására. Ilyenek pl. a szállópor mennyiségének folyamatos mérése, a gázanalízisek folyamatossá tétele, a hűtővíz hőmérsékletének folyamatos mérése, a medence falazat kopásának mérése, az elegyszint felszínének teljes szelvényben való folyamatos regisztrálása stb.

A felsoroltak közül több kikísérletezés alatt áll, egyik másik feladat megoldása befejezéshez közeledik. Befejezéshez közeledik a transzferkocsik munkájának automatizálása, kidolgozás alatt van az ércmérlegkocsi egyes munkafolyamatainak automatizálása, elvileg ki van dolgozva a nyersvas csapoló nyílást záró gép automatikus vezérlése, kidolgozás alatt van szállópor mennyiségének folyamatos mérése stb.

Az üzem ilyen irányú munkásságát a készülékhiány akadályozza.

Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga[1]

WEIGL ERNŐ, okl. vaskohómérnök, Diósgyőr

D. K.: 666.76 : 669

Сборный доломит блок, новый футеровочный материал сталеплавильных печей

Vorfabrizierter Dolomitblock, das neue Auskleidungs-Material für Stahlschmelzöfen

Prefabricated dolomite block' a new lining material for steel smelting furnaces

A bázikus acélgyártó kemencéket, mind a Siemens—Martin, mind az elektromos kemencéket hosszú időn át általában magnezittéglákkal, vagy zsugorított szemcsés magnezittel bélelték. Kétségtelen, hogy ezen hagyományos bélésanyagnak igen jók a tulajdonságai, főként az ellenállóképessége mind a metallurgiai igénybevétellel, mind pedig a hőigénybevétellel szemben. Magnezitelőfordulás azonban elég ritka, sőt nagyon sok országban nincs is, ezért már régebben erőfeszítések történtek arra, hogy a magnezitet más anyaggal pótolják.

Először a szemcsés, zsugorított magnezitet szemcsés zsugorított dolomittal sikerült pótolni, később már dolomit téglák előállítása is bizonyos mértékig megoldódott. Ma pedig már előregyártott, égetés nélküli nagyobb tömbök gyártását is kifejlesztettük, így lényegesen olcsóbb bélésanyagot tudunk biztosítani bázikus kemencéink részére.

Mivel hazánkban ezidőszerint magnezit-előfordulás nincsen, magnezitszükségletünket teljes mennyiségben importáljuk, nekünk is igen nagy érdekünk fűződik a zsugorított magnezitnek zsugorított dolomittal való pótlásához, amelyet mint kemencejavító anyagot és mint a kemencék bélésanyagát egyaránt használhatjuk.

1. A dolomit

Ismeretes, hogy a dolomit kettős karbonát, kalcium és magnéziumkarbonát : $CaMg(CO_3)_2$. Elméletileg a CaO és MgO tartalom aránya 1,39 és ez a dolomitelőfordulásokban nagyjában meg is van.

Azokat a kőzeteket, amelyekben a CaO és a MgO aránya kisebb 1,39-nél, már nem dolomitnak, hanem magnezites dolomitnak hívjuk.

A dolomit elméleti összetétele :

$$CaO = 30{,}40\%$$
$$MgO = 21{,}90\%$$
$$CO_2 = 47{,}70\%$$

A dolomit általában mészkőből keletkezett, többnyire magnéziumszulfátos tengervíz hatására a következő egyenlet szerint :

$$2\,CaCO_3 + MgSO_4 + 2\,H_2O = CaMg(Co_3)_2 + CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$$

A nyers dolomit színe változó, túlnyomóan világos színű. Színét a kísérő elemek és azok %-os mennyisége befolyásolják. A dolomit kőzetben főképpen alábbi kísérők fordulnak elő :

$$SiO_2,\ Al_2O_3,\ Fe_2O_3,\ Mn_2O_3$$

A sok Al_2O_3-t tartalmazó kőzetet dolomitmárgának nevezzük.

A nyers dolomit vízben gyakorlatilag oldhatatlan. Savakban való oldhatósága a mészkő és a magnezit oldhatósága között van.

A dolomitot és a magnezitet a mézkőtől színreakcióval tudjuk legegyszerűbben megkülönböztetni. Nevezetesen nitrobenzolazoresorcin behatására MgO jelenlétében kék színű lesz. A különböző dolomitok minőségének megítéléséhez a vegyi- és ásványtani összetételt, a szövetszerkezetet, a kísérők eloszlását kell figyelembe venni.

A zsugorított dolomit legértékesebb ásványi alkotója a szabad MgO és a szabad CaO. Nagyobb mennyiségű szabad CaO normális MgO tartalom

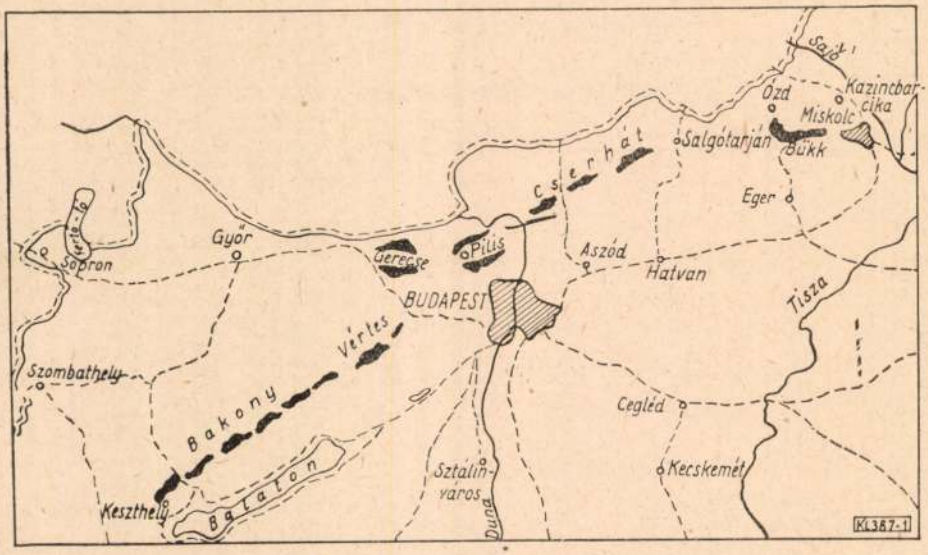
[1] Kivonat Weigl Ernőnek 1958. március hó 1-én az Acélgyártó Konferencián tartott előadásából.

mellett csak kisebb SiO_2 tartalommal fordulhat elő, amely zsugorítás után $3\,CaO \cdot SiO_2$-t alkot éppen úgy, mint csak egy meghatározott mennyiségű szeszkvioxid mellett, amely a meszet könnyen oldható alumoferrithez köti.

Ha a kísérő elemek, vagy a folyósítók (SiO_2 + + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Mn_2O_3) olyan nagy mennyiségben fordulnak elő, hogy a mész mennyisége az összes SiO_2-nek $3\,CaO \cdot SiO_2$-dá való alakításához nem elegendő, akkor jelentős mennyiségű $2\,CaO \cdot SiO_2$ is képződik. Ha a $2\,CaSiO_2$ (β) alakja (γ) alakba megy át, a dolomit szétviríthat.

jó export cikket is lehet gyártani, kívánatos a kutatást tovább folytatni.

Becht Rezső okl. bányamérnökkel több előfordulást találtunk a Bükkben, így a Puskaporoson, a Kovácskőn, Borovnyákon stb., amelyek mind kitűnő minőségű dolomitok. Diósgyőrben a régi Szomorú-völgyi dolomitbányát (Lillafüredtől nyugatra) már eléggé kimerítettük, ezért a legutóbbi években ettől nyugatra fekvő újmassai előfordulást nyitottuk meg. Ennek mennyisége nincsen még megállapítva, de véleményünk szerint itt 20 millió tonna nyers dolomitra lehet számí-



1. ábra. A Magyarországi dolomitelőfordulások

Ha a dolomitban nagyobb kalcit-beágyazások fordulnak elő, a dolomit darabos formában nem zsugorítható tökéletesen. Ez a dolomit könnyen hidratizálódik és szétesik. Az ilyen dolomitot nedves úton finom porrá kell őrölni és csak így lehet megfelelő minőségű zsugorított dolomittá feldolgozni.

A kéntartalom a dolomit kőzetben 0,01—0,10 % között mozog és ritkán emelkedik e fölé. Jelenléte többnyire nem okoz különösebb nehézséget vagy bajt.

A dolomitkőzet földünkön sok helyen előfordul a legkülönbözőbb geológiai kifejlődésben, az őskőzettől tercier előfordulásig, gyakran mészkővel vegyesen, sőt keverve és sokszor egész hegysorokat alkot.

2. Hazai dolomit előfordulásaink

Országunk dolomitelőfordulásokban meglehetősen gazdag. Nagy mennyiségű dolomit van a Bükk-hegységben kisebb-nagyobb településben különböző minőségben. Azonkívül Budapest környékén a Pilis-hegységben és Keszthely környékén vannak nagyobb dolomitelőfordulások. A hazai előfordulások eddig ismert lelőhelyeit az 1. ábrában láthatjuk.

Véleményünk szerint a hazai dolomitelőfordulások nincsenek még eléggé felkutatva. Mivel e természeti kincsünkből megfelelő feldolgozás után tani. Nagyobb a kovácskői és a legnagyobb a borovnyáki előfordulás.

3. A dolomitfelhasználás törzsfája

A dolomitfelhasználás a kohászatban igen nagy területet ölel fel, amit az 1. táblázat mutat.

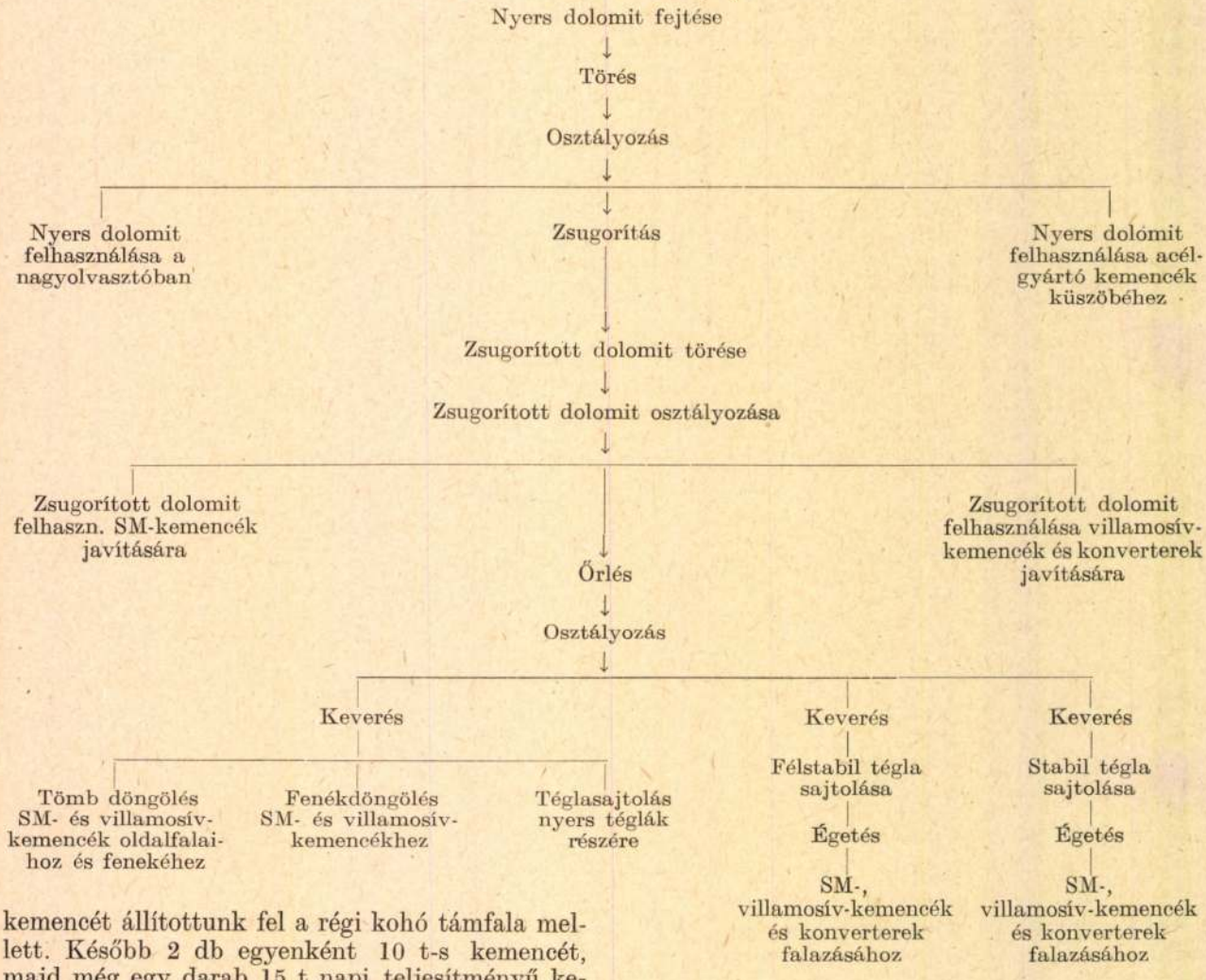
Sajnos a felszabadulás utáni időkben elhanyagolták a dolomit felhasználását, és még azokat a területeket, amelyeket azelőtt uraltunk, sem művelték. 1952-től kezdve a Lenin Kohászati Művekben újra kezdtük a magnezit pótlására a zsugorított dolomit és a nyers dolomit használatát.

A kemencejavító zsugorított dolomit felhasználás azóta folyamatosan növekedett. Az 1952. évi 20 394 tonna hazai összfogyasztással szemben 1957-ben — nyers dolomit bázisban számolva — már 80 000 tonnára emelkedett.

A zsugorított dolomit gyártás a Lenin Kohászati Művekben csak 1954-ben indult meg, mert bár a háború előtt a 30-as években egy dolomit zsugorító kemencét felállítottunk a téglagyárban, azonban a felszabadulást követő időkben ezt az aknás kemencét agyag égetésére állították át és a zsugorított dolomit gyártását leállították. 1953-ban kezdeményeztem a zsugorított dolomit gyártásának bevezetését. Ebben *Valkó Márton* igazgató segítsége volt a döntő.

Először 2 db egyenként napi 6 t teljesítményű zsugorított dolomit gyártására alkalmas aknás

A kohászati dolomit fejfája *1. táblázat*



kemencét állítottunk fel a régi kohó támfala mellett. Később 2 db egyenként 10 t-s kemencét, majd még egy darab 15 t napi teljesítményű kemencét építettünk fel úgy, hogy ma már 5 aknás kemencével naponként összesen 40 t zsugorított dolomitot tudunk előállítani.

A Dunai Vasműben 1955-ben indult meg a zsugorított-dolomit gyártása.

4. A dolomitzsugorítás technológiája

A szemcsés zsugorított magnezitnek zsugorított dolomittal való pótlásához elsősorban az szükséges, hogy elsőrendű minőségű zsugorított dolomittal rendelkezzünk. A dolomit zsugorításának többféle technológiája ismeretes, amelyet mindenkor az előfordulás geológiai eredetéhez, vegyi összetételének, szemcsenagyságának, szennyezőinek mértékéhez kell szabni. Alábbiakban a dolomitzsugorítás legfontosabb eljárásait ismertetem az égetéskor és a zsugorításkor fellépő jelenségek rövid vázlatával.

1. A nyers dolomit átalakulása

Ismeretes, hogy a dolomit, azaz a kalcium-magnézium kettős karbonát izzítás alkalmával 600 C°-tól kezdődően megbomlik, elveszti szénsavát és mint CaO és MgO marad vissza. Ennek az égetési műveletnek végtermékét kemencék javítására mint tűzálló anyagot jól felhasználni nem lehet, de nem használható tűzálló anyagok gyártására sem, mert tűzállósága kicsi és metallurgiai hatásoknak sem áll ellen. Ezért a dolomitot nemcsak égetni kell, hanem zsugorítani is. A zsugorítással el kell érnünk, hogy tömör, szemcsés anyagot kapjunk, amely a hőmérséklet növekedésével már nem változtatja meg sem összetételét, sem méretét. Ezt az állapotot agyonégetett állapotnak hívják. A kohászati dolomittal ezt rendes üzemi viszonyok mellett csak ritkán érjük el, mivel legtöbbször elég sok szabad CaO van jelen, amely a szabad levegőn hosszabb idő után hidratizálódik, aminek következtében az anyag megdagad. Ez ellen a minél nagyobb hőmérsékleten és minél tökéletesebben végzett zsugorítással lehet védekezni, amivel az utózsugorodás mértéke is erősen lecsökkenthető.

A zsugorítási hőmérséklet a dolomit vegyi összetételének és geológiai eredetének függvénye. Általában minél tisztább a dolomit, annál nagyobb hőmérsékletre van szükség a zsugorítás azonos értékének eléréséhez. A geológiai eredet is döntő befolyást gyakorol nemcsak a zsugorítás hőmérsékletének nagyságára, hanem a zsugorítás lefolyására is.

Hogy a zsugorításkor ne kelljen túlságosan nagy hőmérsékletet tartani, a túl tiszta dolomitot folyósító anyagokkal keverve zsugorítjuk. Külön-

A dolomit legfontosabb kötéseinek olvadáspontjai 2. táblázat

Sorszám	Megnevezés	Vegyi összetétel, %					Olvadási hőmérséklet, C°
		CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	
1.	CaO	100	—	—	—	—	2570
2.	MgO (periklasz)	—	100	—	—	—	2800
3.	$3\,CaO \cdot SiO_2$	73,7	—	26,3	—	—	Szil. állapotban szétesik CaO-ra és $2\,CaO \cdot SiO_2$-re 1100 és 1250 C° között, valamint 1900 C°-on
4.	$2\,CaO \cdot SiO_2$	65,2	—	34,8	—	—	2130
5.	$4\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	46,0	—	—	21,0	33,0	1415
6.	$3\,CaO \cdot Al_2O_3$	62,3	—	—	37,7	—	1535
7.	$2\,CaO \cdot Fe_2O_3$	41,3	—	—	—	58,7	1436

A CaO a szeszkvioxidokkal, — ha az $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ molekula-arány kisebb 1-nél, vagy ezek súlyaránya kisebb 0,64-nél, $2\,CaO \cdot Fe_2O_3$-at és $4\,CaO \cdot Al_2O_3$-at ad. Ha a jelzett arányok 1-nél, illetve 0,64-nél nagyobbak úgy $3\,CaO \cdot Al_2O_3$ és $4\,CaO \cdot Al_2O_3$ képződik.

böző anyagokat használhatunk erre a célra, amelyek közül legkézenfekvőbb a vasoxid, amit legcélszerűbben reve alakjában használunk. Használható továbbá kalciumferrit, alkáliák, vízüveg, magnézium, mangánoxid, agyag, bauxit, folypát stb., amelyek mindegyike a dolomitszemcsék felületének aktivizálása által segíti elő a reakcióképességet.

A zsugorítás legmegfelelőbb technológiájának kialakításához figyelembe kell azonban vennünk a zsugorított dolomittól megkívánt legfontosabb tulajdonságokat is. Ha ugyanis túl sok folyósító anyagot használunk, akkor a kész termék minősége erősen leromlik, ami különösen nagyobb hőmérséklet mellett a nyomószilárdság jelentős csökkenésében jelentkezik, de lényegesen lecsökken a salakok behatása elleni ellenállása és a lágyulási hőmérséklete is. Törekedni kell arra, hogy minél nagyobb fajsúlyú és minél kisebb porozitású dolomitot állítsunk elő.

Ha a zsugorított dolomitot nem mint kemencejavító anyagot használjuk fel, hanem tovább dolgozzuk fel téglákká, ill. tömbökké, akkor a porozitást nem szabad a szélső határig csökkenteni, mert ekkor a kötőanyagok nem tudják tökéletesen összekötni a szemcséket a tovább-feldolgozás során.

Nagy tűzállóságú dolomitokban nagy olvadási hőmérsékletű alkotórészek jelenléte szükséges, mint CaO, MgO, $3\,CaO \cdot SiO_2$ és $2\,CaO \cdot SiO_2$.

A kohászati zsugorított dolomitban meglehetősen nagy mennyiségű szabad CaO-nak kell lenni, hogy nagy tűzállóságú és a salakokkal szemben nagy ellenállású legyen. Ez a jól zsugorított dolomit előállításának fontos feladata: úgy zsugorítani a nyers dolomitot, hogy nagyobb mennyiségű szabad CaO ellenére is legalább néhány hétig tárolható legyen.

A CaO különböző vegyületei Fe_2O_3-mal, Al_2O_3-mal és Mn_2O_3-mal a zsugorított dolomitban könnyen olvadó kötések. A 2. táblázatban a legfontosabb kötések olvadási hőmérsékleteit látjuk, ha a zsugorításkor az egyensúly beállott.

2. Égetett és zsugorított dolomitfajták

Az égetés és zsugorítás foka szerint megkülönböztetünk:

a) kausztikus, vagy félig égetett dolomitot,
b) közönséges égetett dolomitot,
c) teljesen dekarbonizált dolomitot,
d) zsugorított dolomitot,
e) agyonzsugorított dolomitot.

Kohászati dolomitok csak korlátozott mennyiségben tartalmazhatnak szeszkvioxidokat, de minimális mennyiségű SiO_2-t feltétlenül tartalmazniok kell, hogy minél több CaO tartalom tudjon érvényesülni.

A zsugorítási hőmérséklet lecsökkentését a következő sorrendben csökkenő mértékben befolyásolják a szeszkvioxidok: Mn_2O_3, Fe_2O_3, Al_2O_3, Cr_2O_3.

3. A zsugorított dolomit minőségének szerepe az oxid salak behatásokkal szemben

A tűzálló anyagokat és így a dolomitot is elsősorban az oxidsalakok, vagyis a SM salakok, a szélfrissítéses eljárás salakjai és a villamosívkemencék frissítő salakjai, ill. azoknak nehézfémoxidjai támadják meg. A dolomitban a normális MgO tartalom mellett a salakok hatásai ellen döntő a szabad kalciumoxid szerepe. Ez pedig a dolomit SiO_2 és a szeszkvioxid tartalmától függ.

Azonos egyéb körülmények között a zsugorított dolomit annál jobban áll ellen az oxidos salakok behatásának, minél nagyobb mennyiségű salakot tud a dolomit abszorbeálni addig, amíg a keletkező reakció termékei nem folynak meg 1650 C° hőmérsékleten, vagyis az acélolvasztó kemencék legnagyobb acél, ill. salakhőmérsékletén. Az a dolomit jobb tehát, amelyben a szabad CaO több, de egyúttal kedvezően alakulnak a többi oxidok is.

A zsugorított dolomitok minőségének megítéléséhez nagyon fontosak azok a feltételek, amelyeket az oxidsalakoknak a dolomitra gyakorolt hatásának ismerete után állíthatunk fel:

	I. o.	II. o.
a) MgO tart. izzítva, min. ....% =	36	32
SiO_2 tart. izzítva max. .....% =	3	6
$Fe_2O_3 + Al_2O_3 + Mn_2O_3 +$ $+ SiO_2$ max. .....% =	4—8	
Izzítási veszteség max. ....% =	1,0	2,0

b) Ne tartalmazzon hamut.

c) Koksz (vagy szén) nyomokban se legyen benne.

d) Ne tartalmazzon zsugorítatlan részeket, az I. o.-ban legfeljebb 5%, a II. osztályúban legfeljebb 7%-ot lehet megengedni.

e) 1%-nál nagyobb mennyiségben ne legyenek idegen, káros anyagok hozzákeverve.

f) Jó gyakorlati próba, hogy ha a zsugorított dolomitot sima lemezre rányomjuk és azon végighúzzuk, nem szabad fehér nyomokat hagynia (amelyek krétanyomokhoz hasonlóak). Karcok megjelenése kemény és jó minőségre mutat. Minél több a karcolási nyom, és minél kevesebb a színes nyom, annál jobban zsugorított a dolomit.

g) A jó zsugorított dolomitra vízcseppet ejtve a megcseppentett rész ne porlódjon el, hanem a vizet szétesés nélkül szívja fel.

Itt is hangsúlyozni kell, hogy a zsugorított dolomit csak akkor képes a zsugorított magnezitet az acélgyártó kemencék javításában pótolni, ha a zsugorított dolomit jó minőségű, tehát nemcsak égetett, de zsugorított is.

4. *A zsugorított dolomit gyártási technológiája* aszerint alakul, hogy milyen dolomitunk és milyen berendezésünk van. Általában az alábbi technológiák vannak elterjedve :

a) Zsugorítás forgódobos kemencékben, durván előtört dolomit felhasználásával.

Az eljárással akkor szoktak dolgozni, ha nagy mennyiséget kell zsugorítani, ha a nyers dolomit 0—40 mm szemnagyságú, ha a dolomit elég tömör, vagyis ha annak porozitása 4—8% között van, vagy annál kisebb. Továbbá ha vegyi összetétele elég egyenletes és SiO_2 tartalma 0,40—0,60% között van. Végül ha a szeszkvioxid-tartalom 0,90—1,20% közötti.

b) Kis szemcséjű dolomit zsugorítása forgódobos kemencékben vasoxid adagolással, vagy anélkül.

Az eljárást akkor kell alkalmazni, ha a dolomit szemnagysága 5—15 mm között van, ha a SiO_2 tartalom kisebb 0,40%-nál, ha továbbá a szeszkvioxid-tartalom is kicsi (0,9% alatt van), végül ha a nyers dolomit tömör és egészen egyenletes. A zsugorítási hőmérséklet 1700 C°.

c) Dolomitiszap feldolgozása forgódobos kemencékben.

A nedves úton megőrölt dolomit (amelynek iszapja 4900 lyuk/cm² szemnagyságú) vasoxiddal, vagy anélkül zsugorítható 1700 C° hőmérsékleten. Ezzel a gyártási technológiával feldolgozhatók azok a nagytisztaságú dolomitok is, amelyek nagyon nehezen zsugorodnak.

d) Darabos dolomitzsugorítás aknás kemencékben.

A szemnagyság rendesen 30—120 mm. Így dolgozhatók fel azok a dolomitok, amelyek elég tömörek, amelyek 1,00—2,50% közötti szeszkvioxidot tartalmaznak és amelyek darabosan 1600—1620 C° között zsugorodnak.

e) Darabos dolomit zsugorítása kupoló kemencékben.

A szemnagyság ekkor is 30—120 mm. Szükséges automatikus alsó levegő fúvatása. A termelékenység kicsi. Akkor zsugorítanak így, ha a folyósító anyagok következtében a nyers dolomit zsugorítása 1450—1550 C° között már végbemegy. Élénkebb tüzeléssel 1600 C° hőmérsékleten zsugorítható dolomitot is fel lehet így dolgozni.

5. Dolomit-téglák

Amikor Diósgyőrben már jó zsugorított dolomitot tudtunk gyártani és azzal helyettesíteni lehetett az import szemcsés magnezitet, kísérleteket kezdtünk a zsugorított dolomit további felhasználására, célul tűzve ki, hogy a magnezittéglát, ahol csak lehet, kiküszöböljük.

A zsugorított dolomitból 1953-ban először dolomittéglák gyártási kísérleteit kezdtük meg *Faur Ferenc* tervező technikussal.

Elsősorban félstabil dolomittéglák gyártását kívántuk megvalósítani. Hosszú, sorozatos kísérletek után azt találtuk, hogy a legmegfelelőbb dolomittéglák a jó minőségű válogatott zsugorított dolomit vízmentes és kiváló minőségű kátrányolajjal való kötésével állíthatók elő. Ennek a két legfontosabb alapanyagnak az alábbi követelményeket kell kielégíteni :

Zsugorított dolomit	
MgO tartalma legalább	35%
Térfogatsúlya.....	2,75—2,80 kg/dm³
Szabad CaO tartalom	35—45%
SiO_2 tartalom max.	2,00%
R_2O_3 tartalom max.	3,00%

ahol R_2O_3 az összes szeszkvioxid összege (Al_2O_3 + + Fe_2O_3 + Mn_2O_3).

A kötéshez használt vízmentes kátrányolajnak a következő jellemzőkkel kell bírnia :

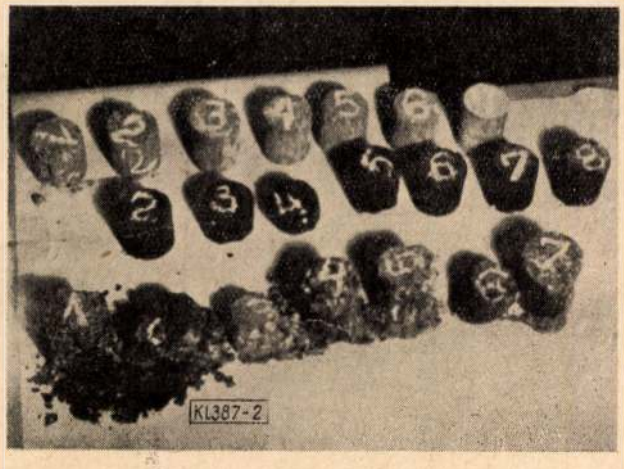
Víztartalma legfeljebb	0,5%
Szuroktartalma	60—70%
A szurok lágyulási pontja	67 C°
Antracin olajtartalma	30—40%
Fajsúlya	1,21 kg/dm³
Szabad C tartalma	8—10%

A zsugorított dolomit szemcsenyagyságát aszerint kell változtatni, hogy milyen a zsugorított dolomit vegyi összetétele és milyen annak geológiai eredete.

Mi Diósgyőrben kísérlet sorozatokban a különféle dolomitszemcsék igen sok keverési arányát — mind empirikusan, mind kollerezett, továbbá a Fuller-görbék szerint kiszámítottak alapján — próbáltuk ki, kötőanyagul is a legkülönbözőbb anyagokat használtuk. Így a vízüvegtől és a melasztól kezdve egész skáláját mindazon anyagoknak, amelyek ismertek és kötésre alkalmasak. Többféle technológiával végeztük a keveréseket is, valamint különböző hőmérsékleten és többféle módon égettük ki a kísérleti téglákat. Kísérleteinkhez ezért először olcsó eszközökkel kis 50 mm ⌀-jű 80 mm magas hengereket készítettünk.

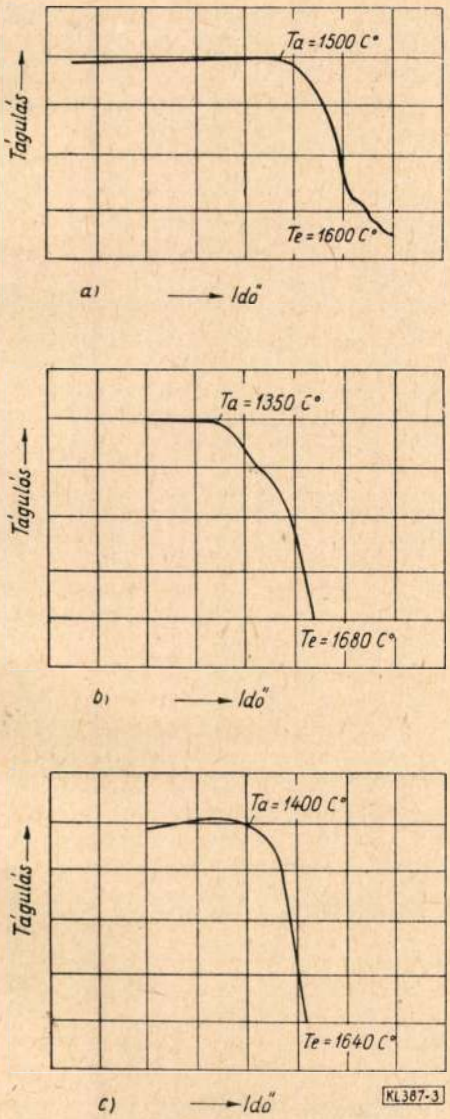
Több száz próbára volt szükség, amíg a legjobb eljárást ki tudtuk kísérletezni. Gyártmányaink száraz és nedves levegőn való időállóságát megvizsgáltuk, kísérleteink végén olyan minőséget hoztunk ki, amely hónapokig nem esett szét.

Ezzel kapcsolatban bemutatjuk a 2. ábrát, a hengerkék a második és harmadik kísérletsoro-



2. ábra. A 2. kísérletsorozat hengerei

zathoz tartoznak és amelyekről látható, hogy milyen eltérően viselkedtek a különböző alapanyagokból származó, ill. különböző gyártástechnológiákkal gyártott hengerek.



3. ábra. A legjobban sikerült három félstabil dolomittégla lágyulási görbéi. a = 3. kísérletsorozat 3. sz. téglája, b = 6. kísérletsorozat 3. sz. téglája, c = 6. kísérletsorozat 7. sz. téglája

Voltak, amelyeknek szétesése hamar, másoké viszont később következett be, de voltak olyanok is, amelyek napokig, sőt hetekig változatlanok maradtak.

A minőségileg már elfogadható, tehát megfelelő hengereknek azután megvizsgáltuk a nyomószilárdságát és ha kielégítő eredményeket kaptunk, akkor meghatároztuk lágyulási és olvadási hőmérsékletüket is a szokványos 2 kg/cm² terhelés mellett. A kielégítő eredményeket mutató hengerekhez használt alapanyagok és gyártástechnológiák pontos betartásával ismétlő próbákat végeztünk ellenőrzés céljából.

Egy évi kísérletezés után sikerült kitűnő minőségű félstabil dolomit hengerkéket gyártanunk. A 3. ábrában bemutatjuk a legjobban sikerült három különböző technológiával, ill. alapanyagból gyártott dolomittégla lágyulási grafikonját.

Nagy segítségünkre volt a gyártási kísérletek eredményeinek megvizsgálásában a Diósgyőri Tűzállótéglagyár és a Budapesti Tűzállótéglagyár Laboratóriuma, ahol készséggel megvizsgálták az általunk gyártott különböző hengereket és 2 kg/cm²-es terhelés mellett felvették a lágyulási, ill. olvadási hőmérséklet görbéket. Ezért külön köszönettel tartozunk *Nagy Ferenc* Kossuth-díjas vegyészmérnöknek és *Czitterbart Edit* laboratóriumvezetőnek.

4. ábra. Az első normálméretű téglák

Amikor ezt a legjobb három eredményt ismételt kísérleti gyártás igazolta, készítettük el az első normálméretű téglákat úgy, hogy a legjobbnak mutatkozó gyártástechnológián a sorozaton belül is változtatásokat végeztünk. A 4. ábrából megállapítható, hogy a legkisebb eltérés is döntően megváltoztatja a téglák minőségét és használhatatlanokká teheti azokat. A szétvirított téglák a már bevált gyártástechnológiától eltérő — de csak kissé változtatott — technológiával készültek, a jó téglák viszont a már említett jó eredményű technológiával.

(Folytatjuk)

MARTINOVICH ERNŐ

Mélyen szántó szakmai tudással, nagy gonddal felhalmozott gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező acélgyártó szakembert veszített el a magyar kohászati ipar, amikor 1959 január 24-én Martinovich Ernő, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodáinak szaktanácsadó mérnöke, örökre távozott körünkből.

Gyakorlati pályafutása jórészben a csepeli acélműhöz kapcsolódott. Hosszú évtizedeken át egyre felelősségteljesebb beosztásokban szolgálta és irányította azt az acélművet, amely a berendezések korszerűsítése, a gyártmányminőségek fejlesztése terén mindig az élenjárók közé tartozott. Tevékeny része volt neki is — egyéb szaktársak mellett — abban, hogy a csepeli martinkemencék tüzelési rendszerének, valamint bázikus falazatának kialakítása a maga idejében Európa-szerte feltűnést keltő, kimagasló eredményeket ért el. A minőségi martin- és elektroacélgyártás technológiájának is szakavatott elméleti és gyakorlati nagymestere volt Martinovich Ernő.

Az üzemi munkálkodást mintegy 10 évvel ezelőtt felcserélte a tervezői szereppel. Nagy szellemi tőkéjét ezen a munkaterületen is bőségesen gyümölcsöztette és acélgyártásunknak a felszabadulást követő nagyarányú fejlesztése kitörölhetetlenül magán viseli Martinovich Ernő szakszerű munkájának bélyegét is. Diósgyőr, Ózd, Csepel, a Dunai Vasmű acélműveinek szinte valamennyi új és korszerű termelőberendezésében valamilyen formában benne van nagy koncepciójú elgondolásainak, de éppen úgy a részletekbe belehatoló meglátásainak nyoma és hatása.

Az acélgyártás fejlesztéséről, fejlődési irányvonalainak kialakításáról készített klasszikus tanulmányai pedig esztendőkön keresztül alapokat szolgáltattak az országos acélipari fejlesztés célkitűzéseinek hivatalos rögzítéséhez is.

Hivatali munkáján túlmenően gazdag tudását és tapasztalatait pazarlóan sugározta szét munkatársaira, akikkel szemben nem ismert szakmai elzárkózottságot, akiknek minden kérdésére és szakproblémájára mindig készségesen, a bölcs tanítómester rutinjával adta meg a világos, biztos és helytálló magyarázatokat.

Kiváló kohász volt, nemcsak a neki juttatott kitüntető elismerés meghatározása szerint, hanem a szó legigazibb és legteljesebb értelmében is.

Ez volt Martinovich Ernő, a szakember.

És mit lehetne mondani az emberről?

Őszinte és mélységes humánumtól áthatott barátság, mindig segítőkész kollégialitás, korrekt becsületesség, példaképül állítható udvariasság és jó modor csak a legkimagaslóbb jellemvonások, amelyekkel ember- és munkatársai mindenkor szembetalálkoztak nála.

Hosszú üzemi, majd később tervező irodai tevékenysége közepette mindig az igazságot kereső mély szociális érzés vezérelte s a szakmai segítségen túl az embertársi segélynyújtást nemcsak hirdette, de önzetlenül, csendben és hathatósan gyakorolta is.

1959. január 31-én ravatalát a Farkasréti temetőben a magyar kohásztársadalom színe-java és apraja-nagyja körülállta, amikor munkatársai és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület nevében Szeless László, a Vaskohászati Szakosztály elnöke, élete munkáját méltatva elbúcsúzott tőle. Szavait így zárta :

„Martinovich Ernő emlékének a tervezőirodai elárvult munkatársak kisebb csoportja, de a magyar kohászok nagy összessége is akkor adózik méltóképpen, ha tanításait és útmutatásait beépítik további munkájukba, ha kimagaslóan nemes emberi tulajdonságait példaként állítják maguk elé.

Mindezt megígérjük itt a koporsódnál szeretett Ernő bátyánk s búcsúzóul utoljára kívánunk Neked

Jószerencsét!"

Sz. L.

METALLOCHEMIA

BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólomminium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

Alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítése

LICHTENBERGER ENDRÉNÉ kémiai tud. kandidátusa

DK.: 621.357.66 : 535.12 : 669.71

Електролитическое полирование алюминиевых рефлекторов

Elektrolytisches polieren der aluminium Reflektoren

Elektrolytic polishing of aluminium reflectors

Az utóbbi években külföldön komoly fejlődésnek indult a fémfelületek új megmunkálási módja, az elektromos fényesítés (polírozás).

Ez a felületi megmunkálási mód az utóbbi években bekövetkezett aránylag gyors elterjedését annak köszönheti, hogy segélyével a fém felületén igen kedvező tulajdonságokat lehet elérni. Általa lehetővé válik nagytisztaságú, deformáció- és feszültségmentes felület elkészítése, repedések és strukturális változások nélkül.

Az elektromos fényesítés javítja a felület mikrogeometriáját, aminek következtében nő a felület fényvisszaverő képessége. Az elektromos fényesítés növeli a fém korróziós ellenállását, részben azáltal, hogy a felületi szennyeződéseket kioldja és így csökken a felületbe ágyazott idegen zárványok okozta korrózió veszélye, részben pedig azáltal, hogy a felületen passzív réteg keletkezik.

Az elektromos fényesítés előnyösen használható vékonyfalú, erősen tagolt, mechanikusan csak nehezen fényesíthető felületek tetszetősebbé tételére. Segítségével sok esetben a mechanikus fényesítő munka is megtakarítható.

Használják az elektrolitos fényesítést a mechanikus megmunkálás kiegészítő műveleteként is, amikoris az a cél, hogy finomabb, jobb fényvisszaverő képességű tükröző felületeket hozzanak létre. Ilyen kívánalmak fordulnak elő pl. alumíniumból készült reflektorokkal szemben, ahol a cél a mechanikus fényesítéssel elérhető reflexió-képesség további növelése.

A reflektáló felület minősége a fém anyagának minőségétől függ. Zárványok, idegen szennyeződések kedvezőtlenül hatnak, ugyanis az anódos kezelés alatt kioldódva felületi lyukképződést okozhatnak. A felület fényvisszaverő képessége egyenes arányban áll a fém tisztaságával. Az alumíniumban lévő egyes szennyezők (Fe, Ti, Si, stb.) gátolják az anódos polirozáskor szerepet játszó egységes passzív réteg kialakulását. Az alumíniummal szilárd oldatot alkotó ötvözetek és szennyezők közül egyesek (elsősorban a magnézium) a felületi rétegbe kerülve nem gátolják a felületi passzív réteg létrejöttét, oxidja beleépül az alumíniumoxid passzív rétegébe. Így a kismennyiségű magnézium az alapanyag fényesítésére kedvezően hat.

Az elektrolitos fényesítéssel foglalkozó irodalom rövid áttekintése

Az anódos fényesítéssel elsőnek *M. P. Madsen* és *A. Z. Peterson* [1] amerikai kutatók foglalkoztak, akik 1925-ben a vas fényesedését vizsgálták.

Ezt követőleg 1928-ban *R. M. Burns* és *C. W. Warner* [2] szabadalmat jelentettek be acél anódos fényesítésére. E szabadalom alapján vezette be az Allegeny Ludlum Steel Corp. a rozsdamentes acél első üzemi elektrolitos fényesítését.

Az alumínium elektrolitos fényesítésének első üzemi elterjedése az 1934—36-os évekre vezethető vissza. Ebből az időből származó angol és amerikai szabadalmak az elektrolitos fényesítést tükörsimára megmunkált felületekre használták utólagos fénynövelés céljából.

1938-ban *L. J. Blaunt* és *H. Lang* [3] munkáit kell megemlíteni, akik behatóan foglalkoztak a rozsdamentes acél elektrolitos fényesítésével.

Az elektrolitos fényesítés műveletével tudományosan először *P. A. Jacquet* [4] foglalkozott. Ő volt az első, aki a fényesítés mechanizmusát kísérletei alapján igyekezett megmagyarázni. Mivel a jelenségek megokolásával ő foglalkozott elsőnek, és tudományos vonalon a szakirodalomban az ő közleménye volt az első, ezért az elektrolitos polírozás területén számos szerző az elsőbbséget az ő nevéhez fűzi. Az elektrolitos fényesítés műveleteinek vizsgálatában kiemelkedő eredményt ért el az újabb időkben *E. Damois* és *I. Epelboin* [5] is.

Az anódoskezelés tanulmányozásában említésre méltó *W. C. Elmore* [6] amerikai fizikus, aki szintén behatóan foglalkozott a művelet mechanizmusával.

H. Silman [7], valamint *Hoar* és *Mowat* [8] vizsgálataikat kiterjesztették a polírozáskor keletkező felületi hártyák tanulmányozására is.

Az elektromos fényesítés elméletével, és gyakorlatával igen mélyrehatóan foglalkozott több szovjet kutató. Az ő munkájuk hatalmas lépést jelentett a fényesítési mechanizmus elméletének fejlődésében.

Vozdvizsenszkij [9] behatóan vizsgálta a fém szövetszerkezetének és az elektrolit tulajdonságainak a polírozásra gyakorolt hatását.

Bátásov [10] és *Tomásov* [11] igen szemléltető vizsgálatokat végzett a fényesedési mechanizmus tisztázására. Különösen említésreméltók *Tomásovnak* a passzívréteg vizsgálatára vonatkozó mérései.

Az elektrolitos fényesítés Japánban is iparilag bevezetett eljárás, kutatóik komoly munkát végeztek az elektromos fényesítés mechanizmusának vizsgálatára. *S. Tajina* [12] a polírozáskor keletkezett felületi oxidrétegek tanulmányozásával foglalkozott, *S. Yamaguchi* rozsdamentes acél felületi passzív rétegeit vizsgálta elektrondiffrakcióval és elektronmikroszkóppal.

A német kutatók közül a felületi passzív rétegek vizsgálatával és ennek kapcsán a mechanizmus tanulmányozásával többek között *W. Machu* és *A. Ragheb* [13] foglalkozott. Különösen a nikkel polírozásakor végbemenő anódfolyamatokat vizsgálták.

Az alumínium és ötvözetein lejátszódó fényesedési jelenségeket *F. Baumann* és *H. Ginsberg*

[14] vizsgálta. *Schmidt* és *Spähn* [15] munkái főleg sárgaréz ésújezüst fényesedési műveleteinek vizsgálatával és mechanizmusának tanulmányozásával foglalkoznak.

Az alumínium elektrolitos polírozására az irodalomban főleg a nagy áramsűrűséggel dolgozó foszforsav-krómsav, vagy foszforsav-krómsav-kénsavas fürdőket ajánlják [16], [17], [18]. Elszórtan tesznek említést kisebb áramsűrűséggel dolgozó fürdőkről is [19], [20], [21].

Az elektrolitos fényesítés mechanizmusa

Jacquet az elektromos polírozás mechanizmusát a rézelektrolitos polírozásakor lejátszódó anódjelenségek vizsgálatakor tanulmányozta. Megállapította, hogy ha ortofoszforsavban polírozza a rezet, az áram bekapcsolása után az anódot jól tapadó réteg vonja be. Vizsgálatai azt bizonyították, hogy ez a réteg az anód oldódási termékeiből áll. Rámutatott arra, hogy a rézanód fényesedésekor az anódpotenciál ugrásszerű változása következik be. *Jacquet* a felület fényesedését a felületen az oldáskor keletkezett viszkózus hártya létrejöttével magyarázza, a következő elgondolások alapján :

A fényesedés folyamán a felületen jól tapadó, az anód oldódási termékeit tartalmazó réteg alakul ki. E réteg vastagsága nem egyenletes a fém egész felületén, a kiemelkedéseken vékonyabb, míg a bemélyedésekben vastagabb. A réteg elektromos vezetőképessége kicsi. Tekintettel arra, hogy a réteg nem egyenlő vastag az egész felület mentén, így a réteg ellenállása is változik a felület egyes helyein. Ennek következménye, hogy a bemélyedés az áram áthaladásával szemben nagyobb ellenállást mutat, itt kisebb lesz az anódáramsűrűség. Ezzel szemben a csúcsokon, ahol a hártya igen vékony, nagyobb az áramsűrűség. A csúcsokon tehát nagyobb sebességgel oldódik az anódként kapcsolt fém. *Jacquet* szerint tehát a felületen polírozás közben keletkezett nagy ellenállású viszkózus hártya a közvetlen oka az anód fényesedésének.

W. C. Elmore amerikai fizikus *Jacquet* nézeteit nagyon leegyszerűsítettnek tartja. *Elmore* szerint nem a kiemelkedések nagyobb áramsűrűsége a döntő, hanem az anódtermékek diffúziója az anódrétegből az elektrolit felé. Az anódot közvetlenül körülvevő réteg szerinte úgy jön létre, hogy ebben a rétegben lecsökkent az anódtermékek diffúziója. Így közvetlenül a felületen kialakul egy olyan réteg, mely nagyobb mennyiségben tartalmazza az anód oldódási termékeit, mint az elektrolit más, távolabbi része. A felhalmozódott oldódási termékek ebből a rétegből főleg diffúzió útján távoznak el. Tekintettel arra, hogy az elektrolitban a koncentrációesés gradiense nagyobb az éleken, mint a bemélyedésekben, ezért az élek oldódásának gyorsabban kell végbemennie. *Elmore* szerint a fém felületén található egyenetlenségek eltűnése ezért következik be.

Nagy lépést jelentett a fényesedés mechanizmusának vizsgálatában *Tomásov* elmélete. Vizsgálatai alapján közli, hogy a fényesítés folyamán a fém az aktív és passzív állapot határán van : aktív a csúcsokon és passzív a bemélyedésekben. A lokális passzíválódások közvetlen oka a felületen az áramáthaladáskor létrejövő, elsődleges elektrokémiai oxidáció következtében keletkező oxid, illetve hidroxid réteg. A felületi passzív réteg gátolja a fémionok oldatba menetelét, de nem akadályozza meg az aniónok semlegesítődését. A passzív állapot a bemélyedésekben tovább tud fennmaradni, lévén kisebb a friss elektrolittal való érintkezés lehetősége. E szelektív passzív állapot létrejötte és fennmaradása *Tomásov* szerint az előfeltétele az elektrolitos polírozásnak.

Saját korábbi vizsgálataim alkalmával [22] acélok elektrolitos fényesítését tanulmányoztam. Behatóan tanulmányoztam az elektrolitos fényesítés mechanizmusát, Hg/Hg_2SO_4 mérőelektróddal nyomon követtem az anódpotenciál változását, és a következő megállapításokat tettem :

Kis áramsűrűség értékeken, — azaz amíg nem következik be az anódpotenciál ugrásszerű változása — a felület aktív állapotban van.

$$(Me^{++} \cdot 2e)\,nH_2O \rightarrow Me^{++} \cdot nH_2O + 2e$$

oldódási folyamat megy végbe.

Növelve az áramsűrűséget, az anódpotenciál hirtelen növekedése következik be. Ezen a szakaszon játszódik le az anód passzíválódása. Korábbi vizsgálataim alapján pontosan meghatározható volt az az anódpotenciál érték, amelyen a felületi passzíválódás bekövetkezik.

Ez a folyamat a következőképpen megy végbe :

$$Me + 2OH^- = MeO + H_2O + 2e$$

azaz a hidroxiliónok semlegessé válása révén a fémen vékony oxidréteg keletkezik.

A felületi passzív réteg keletkezését és jelenlétét részben elektromos méréssorozattal, részben kémiai oldással vizsgáltam és bizonyítottam be. A fényesedés elsősorban ennek a felületi passzív réteg jelenlétének a következménye, mely különböző vastagságú, illetve különböző pórusosságú a csúcsokon és völgyekben.

Ennek következtében a fényesedés nem tulajdonítható kizárólag az anód mélyedéseiben felgyülemlett oldódási termékekből álló rétegnek. Ugyanis az elektród felületén található mélyebb lyukakban a fürdő rossz szórása miatt gázfejlődés nincs, de ugyanakkor a fémoldás is igen csekély lehet, tehát oldhatatlan só nem tud felszaporodni. Amint a lyukak körüli felület oldódása következtében mind közelebb kerülünk a lyukak legmélyebb pontjához, úgy a szórás következtében a fém oldódása a lyukakban erőteljesebben megindul, ugyanakkor viszont a mélyedésekben is megindul a gázfejlődés. Ekkor már az elektrolit felületén a mélyedésekből is olyan nagymennyiségű gázbuborék tör fel, hogy a felületről származó oldódási termékeket az erős gázfejlődés az elektrolitba távolítja.

Szerintem a felületen gázfejlődéssel végbemenő fényesítés közben elsősorban nem a „tapadó" sóréteg védő hatását kell számításba venni, hanem célszerűbb a védőgázréteg jelenlétével magyarázni a jelenséget. Az oxigén gáztakaró a fémtárgy csúcsain vékonyabb, mert ott a gáz gyorsabban el tud távozni, és a mélyedésekben

vastagabb, mert a lyukakban nagyobb mennyiségű gáz tud megtapadni.

Összefoglalva: a felület egyenetlenségeinek eltűnése és a fényesedés létrejötte a felület passzíválódásának következménye. A felületi passzív réteg fennmaradását elsősorban az oxigén védőréteg segít elő. A csúcsokon, ahol a gázbuborék gyorsabban el tud távozni és így a védőgáztakaró vékonyabb, az elektrolit oldó hatása következtében a felületi passzív réteg időről időre megbomlik. A bemélyedésekben a passzív réteg bomlása nehezebb, az oxigén védőburok elősegíti a passzívréteg megmaradását.

Alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítésének technológiája

A kérdés felvetése

Az Elektromos Készülékek és Anyagok Gyára (EKA) azt a megbízatást kapta, hogy a Műjégpálya esti világításának megoldása céljából korszerű, kellő fényerejű reflektorokat készítsen. Az eddig hazailag jól ismert vákuumporlasztásos alumíniumtükör készítése a reflektorokra felmerült kívánalmaknak nem felelt meg, mivel a reflektor 1500 W-os égője a zárt reflektor térben többszáz fokos felmelegedést okoz, amit a vákuumporlasztás alapját képező lakk réteg nem bír ki lepergés és felhólyagosodás nélkül. A másik eljárás, mely reflektorok készítésére hazailag ismert az, hogy a reflektorokat rézlemezből készítik és galvanikus úton nikkelezik, majd krómozzák, import rézanyagot kíván és főként a reflektorok fényvisszaverő képessége gyorsan csökken.

A vállalat kérésére a Fémipari Kutató Intézetben kísérlet-sorozatokat végeztünk az alumíniumból készült reflektorok elektrolitos fényesítésére, mely eljárás ilyen célra külföldön jól bevált és az elektrolitos fényesítésnek egyik jelentős alkalmazási területe. A reflektorok fényesítési technológiájának kidolgozásához célul tűztük ki:

1. Olyan technológia összeállítását, mely egyszerű és üzemileg könnyen kivitelezhető. Nagy gondot jelentett az a tény, hogy az irodalomból ismeretes jó alumínium fényesítési fürdők általában 30—60 A/dm² egyenáramú anódáramsűrűséggel dolgoznak. Hazai korlátozott villamosenergia lehetőségeink miatt (kisméretű egyenáramforrások, drága áramár) csakis kis áramsűrűséget igénylő fürdők jöhetnek számításba. Kísérleteink és irodalmi tanulmányaink alapján sikerült olyan fürdő-összetételt találni, melyben az alumínium felület 2—5 A/dm² anódáramsűrűséggel fényesíthető.

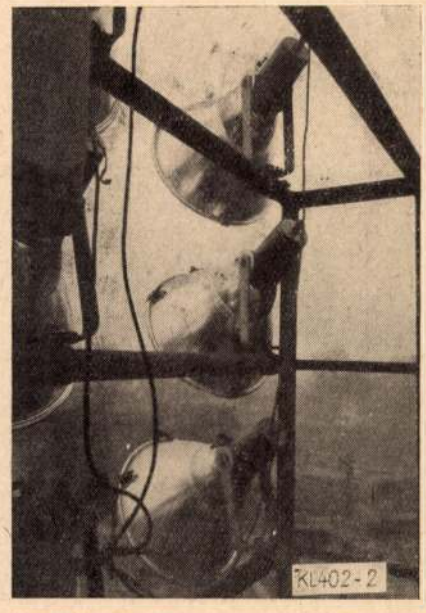
2. Az elektrolitos fényesítési technológia felhasználásával az alumínium-felület reflexióképességét oly módon növeljük, hogy az időálló legyen és a szabadég alatt történő hosszabb üzem alatt se következzen be mattulás, azaz csökkent reflektálóképesség. A reflektorok anyagának megválasztására végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy *Luxal*-ötvözet (magnéziummal ötvözött nagytisztaságú alumínium) a 99,5%-os tisztaságú kohófémből készült felületeknél néhány %-kal jobb reflektáló tulajdonságot ad.

A Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott új eljárással kikészített és felszerelt reflektorok 1958. decembertől márciusig voltak állandóan szabadlevegőn. A leszereléskor megvizsgáltuk a tükröző felületet és megállapítottuk, hogy a 3 hónapos

1. ábra. A műjégpályán elhelyezett reflektorok, 25 m magas vasoszlopon 15 reflektor van

állandó nyirkos időjárás sem változtatta meg a felület tükrözését. Korróziós mattulás nem volt megfigyelhető, a reflektorok tükröző felületének kismértékű mattulása porlerakódástól származott. Tisztítás után a reflektorok ismét felszerelésre kerültek és jelenleg is üzemben vannak.

Az 1. és 2. ábrán a Műjégpályán felszerelt alumínium reflektorok képe látható.



2. ábra. A reflektorok rögzítése

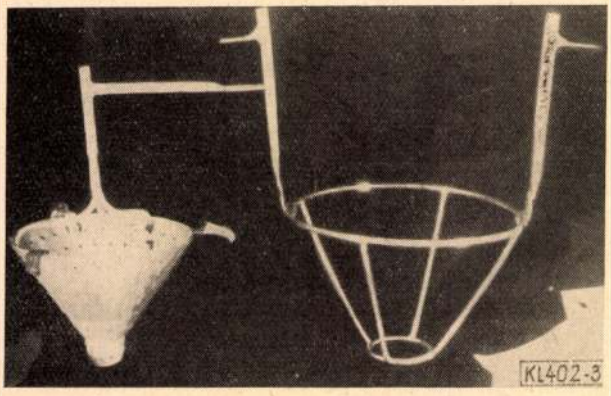
A fényesítés technológiája

a) *Előkészítés*

1. *Mechanikus csiszolás*

A reflektorokat mindenkor mechanikusan kell csiszolni, mert az elektrolitos fényesítés csak néhány mikron nagyságrendű felületi egyenlőtlenségeket tüntet el.

A csiszolást 300-as szemcsefinomságú csiszolóanyaggal kell végezni, melyet filckorongra enyvvel ragasztottak fel. Kenőmasszaként faggyú és barnamassza használandó. Ezután a tükröző felületeket rongykoronggal kell fényesíteni, majd —



3. ábra. Alumínium reflektorok polírozásához alkalmas készülék
Baloldalt katód, jobboldalt a reflektort tartó anódszerkezet

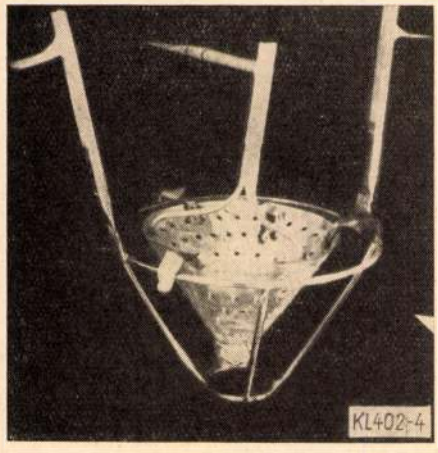
a durvább massza-maradványok eltüntetése céljából — a reflektorokat benzinnel kell zsírtalanítani. Utána az alumíniumfelületet sűrűn varrott rongykoronggal, fehér masszával újra át kell fényesíteni.

2. *Zsírtalanítás*

A mechanikus úton fényesre csiszolt reflektorokról a csiszoló paszta maradványait szerves oldószeres zsírtalanítással távolítjuk el.

3. *Áramvezető felszerelés*

A 2. pont szerint zsírtalanított tárgyakat áramvezetővel látjuk el. A reflektorok polírozásához használt anód és katód-szerkezet a 3. ábrán látható. Az anód alumíniumcsőből készült hegesztett szerkezet. A katód 40 cm ∅-jű 35 cm magas perforált alumínium-kúp. Felső részén egymástól 120°-os szögben három rögzítő pánt helyezkedik el, melyet PVC burkolat von be, hogy biztosítsa az anódtól való megfelelő szigetelést. Az anód-katód elhelyezését a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra. Az anód-katód elhelyezése

b) *Elektrolitos polírozás*

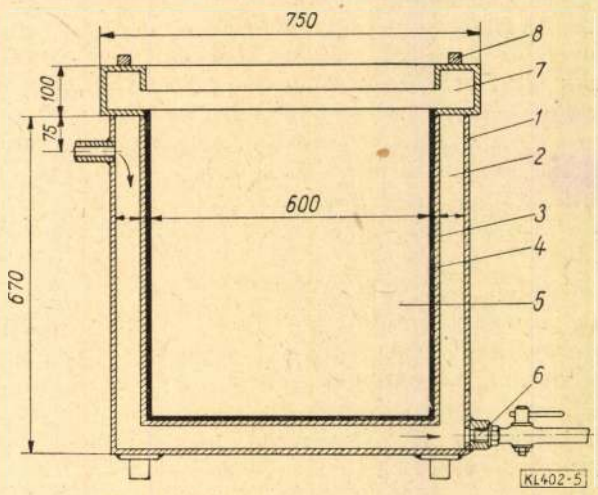
1. *Berendezés*

Az elektrolitos polírozásra használható kád elrendezését az 5. ábrán láthatjuk. A kád anyaga kettősfalú vaskád, PVC béléssel, vízköpennyel. A kádban körben réselszívót helyeztünk el. A kád üzem alatt is fafedővel zárható. A fürdő párolgása miatt erre feltétlenül szükség van.

2. *Elektromos fényesítés*

A fényesítő fürdő[1] fő tömegében foszforsav kevés szerves adalékkal.

A fürdő hőfoka 50—60 C°, anódáramsűrűsége 2—5 A/dm² (egyenáram), feszültsége 14—38 V, a szükséges polírozási idő 10—15 perc.



5. ábra. Kád vázlata az elektrolitos fényesítéshez és az anódos oxidációhoz
1. Külső vasköpeny, 2. vízköpeny, 3. belső vasköpeny, 4. PVC burkolat, 5. a kád belső tere, 6. csap, 7. peremelszívó, 8. áramvezető sín

A reflektort az 50 C°-ra felmelegített fürdőbe árammentes állapotban helyezzük be. A fürdő felmelegítését végezhetjük úgy, hogy a kettősfalú kádba melegvizet vezetünk, vagy 24 V-os merülő forralót használunk.

A nagyméretű reflektorok (átmérő 520 mm, magasság 340 mm) 14 V-os kezdeti feszültség mellett 220—230 A-t vettek fel. A polírozás folyamán a felületi passzív réteg következtében csökken az áramintenzitás, melynek állandó értéken való tartásához a feszültséget egészen 38 V-ig kell növelni.

Az áram bekapcsolásakor a hűtést megindítjuk és a hőfokot 60 C° fölé ne engedjük emelkedni, mert nagyobb hőfokon a fürdő polirozó hatásának rovására, annak maró hatása lép előtérbe, amely ezen felül a fürdő nagyobb mértékű párolgásához és a PVC bélés meghibásodásához is vezethet.

[1] Az eljárás az Országos Találmányi Hivatalban szabadalomra be van jelentve.

A fürdő technológiai adatai:

1 liter fürdőben 1,5—2,5 m^2 alumíniumfelület fényesíthető. A fürdő kihordása 0,3 l/m^2.

Az összes kWó fogyasztás m^2-kint polírozáshoz 1 kWó, anódos oxidációhoz 0,3 kWó.

3. *Az áram kikapcsolása*

Az áramot a polírozási idő letelte után kikapcsoljuk, a reflektort a fürdőből a lehető leggyorsabban kivesszük. Ha a tárgy a fürdőben hosszabb ideig árammentesen marad, akkor az elektrolit maró hatása érvényesül és a reflektor mattosodik.

4. *Öblítés*

A reflektorokat gyorsan, bő hideg vízsugárral öblítjük. A vízsugaras öblítés után a reflektorokat 50—60 C°-os, 40%-os krómsavban átöblítjük, majd újra bő hidegvizes öblítés következik.

c) *Anódos oxidáció*

Az anódos oxidáció célja, hogy a felületnek korrózióállóságát növeljük és ezáltal a felület időelőtti mattosodását elkerüljük.

1. *Fürdő összetétel*

20%-os technikai kénsav.

Az anódos oxidációhoz szükséges fürdőt tömény savból állítjuk elő hígítással. A fürdő hőfokát 20—22 C°-ra állítjuk be.

2. *Anódos oxidáció munkafeltételei*

Anód-áramsűrűség 1—1,5 A/dm^2 (egyenáram), feszültség 12—18 V, hőfok 20—22 C°, idő 10 prec. Az anódos oxidáció alatt a nagyméretű reflektorok 90—110 A-t vettek fel, a kisebb méretűek 35—40 A-t.

Az anódos oxidáció befejezése után kikapcsoljuk az áramforrást, a reflektorokat 3—5 percig bő hidegvízben öblítjük. A csapvizes mosás után kb. 1 liter desztillált vízzel kell a belső felületet leöblíteni. Erre azért van szükség, mert a csapvízben lévő oldott sók a reflektorok szárításakor a polírozott tükröző felületen fehér vízfoltokat okozhatnak.

d) *Szárítás*

A reflektorok szárítását nagy gonddal kell végezni gyorsan és egyenletesen kell szárítani. Szárítás céljára használható meleglevegős ráfúvatás, vagy szükség megoldásként gázláng felett gyorsan is száríthatunk.

Elektrolitos polírozáskor keletkező hibák javítása

1. Ha a tárgy nem merül elég mélyen el az elektrolitban (kb. 10—15 cm-re), akkor a felső peremen matt foltosodás keletkezhet. Ilyenkor a fürdőt megfelelő szintre fel kell tölteni, illetve ha lehetséges, a befogadószerkezetet kell megfelelően módosítani.

2. Ha a fürdő még nincs *bejáratva*, azaz fém alumínium tartalma még nincs, illetve csak néhány mg/l, akkor előfordulhatnak helyenkint kisebb, matt foltokban tarkított felületek. Ugyanígy nem kellő polírozó hatású a fürdő, ha a fém alumínium tartalom 10 g/l fölé emelkedik. Ugyanis az alumínium foszforsavban jól oldódva csökkenti a fürdő szabad foszforsavtartalmát. A hibák felismerése után a fürdő analízisével a szabad foszforsavat a kezdeti értékére állíthatjuk be, illetve a kezdeti polírozási nehézségeken a fürdő kb. félórás bejáratásával segítünk.

3. Néha a matt foltosodások, bár alapokai a polírozó fürdőben keletkeznek, mégis csak az anódos oxidáció után válnak láthatóvá. Ilyenkor a reflektor felülete az alábbiak szerint javítható.

a) Ha a matt foltosodás már a polírozó fürdőből való kiemelés után láthatóvá vált, akkor száraz állapotban újra visszahelyezzük a darabot a polírozó fürdőbe és ott kb. 3—5 percig áram nélkül maratjuk. Az ilyen *javított* reflektornak elég 5 perces utánpolírozás is.

b) Ha a foltok csak az anódos oxidáció után mutatkoznak, akkor is javítható a felület anélkül, hogy lúgozni kellene a reflektorokat. A javítást oly módon végezzük, hogy az elektrolitos polírozó fürdőben 5—8 perces áramnélküli maratással az oxidréteget és ezzel együtt a matt foltokat is eltüntetjük és ezután következik újból kb. 5—8 perces anódos polírozás.

4. Gondosan kell ügyelni arra, hogy a reflektorok mindig száraz állapotban kerüljenek a polírozó fürdőbe, mert a fürdő víztartalmának növekedése annak polírozó tulajdonságát rontja és maró hatásúvá válik.

5. A használaton kívül álló polírozó fürdő a levegőből bár lassan, de állandóan nedvességet szív. Ezért huzamosabb üzemszünet után a fürdő polírozó képességét próbajáratással meg kell vizsgálni. Használaton kívülálló fürdőket legcélszerűbb jól záró ballonokba lefejteni.

A kész reflektorok ellenőrzése

1. A reflektorok felületének nem szabad a legkisebb foltosodást sem mutatnia, egyenletesen tükröző felületűeknek kell lenniök.

2. A reflektorok tükröző felületén az oxidrétegnek legalább 110 V-ot kell szigetelnie.

3. *Reflexióképességi vizsgálatok*

Különböző módon kikészített alumínium felületek reflexióképességét az EKA fénytechnikai laboratóriumában *Vincze Vilmos* és *Katona Sándor* mérték meg (1. táblázat).

1. táblázat

Ulbrich-gömbbel végzett mérések alapján kapott értékek

Felületkezelés	99,5% aluminium reflexió képessége	„Luxal"-lemez reflexió-képessége
1. Mechanikusan csiszolt	80%	80%
2. Mechanikusan csiszolt és anódosan oxidált	78%	78%
3. Elektrolitosan polírozott	90%	92%
4. Elektrolitosan polírozott és anódosan oxidált	88%	90%
Porlasztott ezüsttükör reflexióképessége		93—94%

Összefoglalás

Hazai alumínium alapanyag felhasználásával elektrolitos fényesítéssel igen jó reflexiós tulajdonságú fényárlámpákat sikerült készíteni az EKA vállalattal való együttműködés alapján. A több hónapos szabadtéri használat alatt a felület reflexiója korrózió következtében nem csökkent. A reflektorok fényesítési módszerének kidolgozásával lehetővé válik, hogy megoldják a Népstadion esti világítását is.

IRODALOM

[1] USA Patent No 1562710 1925. november. USA Patent No 1564710 1925. december.
[2] *R. M. Burns, C. W. Warner:* USA Patent 1658222 1928. február.
[3] *L. J. Blaunt H. Lang:* USA Patent 2115005 1938, szeptember.
[4] *P. A. Jacquet:* Compt. Rend. des Sc. de l'Academie des Sciences Paris 1935. 201/4.
[5] *E. Damois, I. Epelboin:* Compt. Rend. 237 (1953) 501/3; n. C. A. 58 (1954) 7. 3819 b.
[6] *W. C. Elmore:* J. of App. Phys. 10. 1939. 724. 11. 1940. 797.
[7] *H. Silman:* Metal Industry 1956. febr. 105.
[8] *T. P. Hoar, J. A. Mowat:* Nature 165. 1950. 64. J. Electrodepositors Techn. Soc. 1950. 7. 26.
[9] Vozdvizsenszkij: Zsurn. Techn. Fiziki 18. 3. 1948. 403—406. p.
[10] *Batasev,* Nyikityin: Zsurn. Prikl. Chim; 1950. 23. 263.
[11] *N. D. Tomásov:* Uszpechi Chimii 1955. 4. 462. p.
[12] *S. Tajima:* Metalloberfläche 1952. 8. 54. p.
[13] *W. Machu, A. Ragheb:* Z. für Metallkunde 1956. márc. 176. p.
[14] *F. Baumann, H. Ginsberg:* Aluminium 1956. okt. 643—648; november. 706—711. p.
[15] *G. Schmidt, H. Spähn:* Z. Metallkunde 46. 1955. 128—137. p.
[16] *Popilov:* Technologijá elektropolirovánijá metállov 1953. 108. p.
[17] *Dr. H, Baur:* Metalloberfläche 1955. 25 (A).
[18] *Bártfai Béla:* Galvanizálók zsebkönyve 104. p.
[19] *Mc. G. Tegart:* The Electrolytic and Chemical Polishing of Metals 1956. 78—80. p.
[20] *Lájner:* Elektroliticseszkája polirovká i trávlenije metallov. 1947. 162—167. p.
[21] *D. R. Dhingra, M. G. Gupta, G. C. Joshi:* Revue de l'Aluminium 1955. november 978. p.
[22] *Lichtenberger Endréné:* Acélok elektrolitos fényesítése című kandidátusi disszertáció.

Radioizotópok az alumíniumkohászatban

VÖDRÖS DÁNIEL

D. K.: 539.16 : 669.713

Радиоактивные изотопы в металлургии алюминии

Radioisotopen in der Aluminium-Metallurgie

Isotopes in the aluminium metallurgy

Az alumínium az acél után az ipar legfontosabb szerkezeti anyaga.

Az alumínium előállítása az elektrolízisre épül. E törvény értelmében kb. 3Aó-nyi töltésleadás szükséges egy gramm alumínium előállításához. Ezt az elméleti határt a gyakorlatban elég jól megközelítik, mégis indokolt alumíniumkohászainknak az a törekvése, hogy a hatásfokot, vagyis az előállított és elméletileg előállítható mennyiségek viszonyát minél közelebb hozzák az egységhez. E célból az elektrolizáló kádban levő olvadt fémmennyiséget mérni kell. A jelenlegi kohászati gyakorlatban az olvadt fém mennyiségét úgy állapítják meg, hogy a kriolit-kéreg áttörése után egy acélrudat állítanak a fürdőbe, azt néhány perc után kiemelik és megmérik a folyadékréteg vastagságát. Ezt megszorozva a kád alapterületével és az alumínium fajsúlyával, megkapják az olvadék súlyát. Ellenőrző méréseket pedig úgy végeznek, hogy az olvadt alumíniumot pl. ismert mennyiségű rézzel, nikkellel stb. szennyezik és egy bizonyos idő után a minta kémiai elemzésével állapítják meg a minta réztartalmát. Ebből azután az olvadt alumínium mennyisége kiszámítható. Az első módszer igen gyors, de pontatlan. A másik módszer kellő pontosságot ad, hátránya azonban az, hogy a kívánt pontosságot biztosító szennyezőanyagmennyiség jelentős mértékben rontja az alumínium minőségét. A tisztasággal szemben az igények pedig egyre fokozódnak. Ezeket a hátrányokat igyekeztünk kiküszöbölni azzal, hogy az alább ismertetett, koncentrációcsökkenésen alapuló mennyiségmeghatározást választottuk.

Mérésmódszerünk alapelve az, hogy ismert mennyiségű, mesterséges radioizotópot adagolunk az elektrolizáló kádban lévő ismeretlen mennyiségű olvadt alumíniumhoz. Az egyenletes elkeveredés után az olvadt alumíniumból vett minta fajlagos aktivitásának csökkenéséből annak mennyiségét az alábbi összefüggések alapján határozhatjuk meg:

$$m = m_0 \frac{s_0}{s}$$

ahol m_0 az elektrolizáló kádba betáplált minta súlya, s_0, ill. s pedig a minta fajlagos aktivitása a betáplálás előtt, ill. a hígulás bekövetkezése után.

Minthogy az elektrolizáló kádban végbemenő elektrolítikus folyamatok alatt az olvadt alumínium mennyisége nő, következésképpen annak fajlagos aktivitása csökken.

Vizsgálatainkat az alábbi szakaszokra bontottuk:

1. A radioizotópok egyenletes elkeveredésének ellenőrzése,

2. a felhasználásra kerülő radioizotóp kiválasztása és az olvadt alumíniumba adagolandó mennyiség megállapítása,

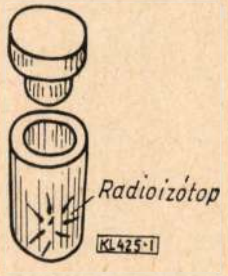
3. a radioizotóp előötvözetbe való bevitele,

4. a minták fajlagos aktivitásának mérése és az olvadt alumíniummennyiség kiszámítása,

5. ellenőrző üstkísérletek elvégzése súlyméréssel.

Az egyes folyamatokat kissé részletesebben az alábbiakban ismertetjük :

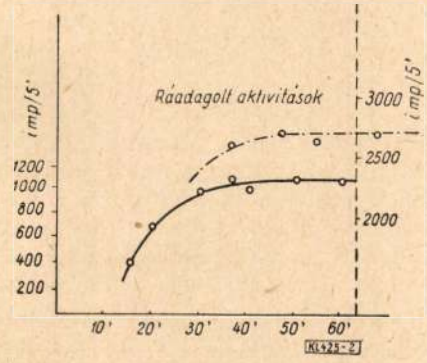
1. Először az általunk választott radioizotóp egyenletes elkeveredéséről és az ehhez szükséges időről kellett tájékozódnunk. Ezt az ellenőrzést laboratóriumunkban végeztük el, melyhez 500 mm hosszú, 60 mm széles és 100 mm mély kádat készíttettünk. Ezt elektromos ellenállás fűtéssel 900 fokra izzítottuk. Az olvadás bekövetkezése után az 1. ábrán látható alumínium tokba (külső ∅



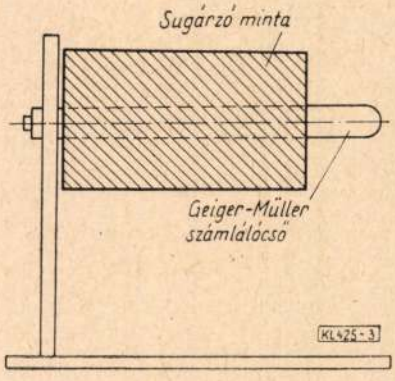
1. ábra. Fémtok a radioizotóp előötvözéséhez

15, hossza pedig 40 mm) igen kis mennyiségű radioizotópot tettünk és ezt a kád egyik végén az olvadt alumíniumba helyeztük. Azután 15 perc múlva a kád másik végéről megfelelően kiképzett grafitkanállal 2 cm^3-nyi mintát vettünk ki. A mintavételt 10 percenként többször megismételtük. A mintákat egy hideg vaslapra ejtettük, majd 0,5 mm vastag lemezzé hengereltük és belőle 20 mm ∅ korongokat vágtunk. Az ezekben a korongokban lévő radioizotópok mennyiségét GM csöves részecskeszámláló berendezéssel mértük. A többször megismételt mérések egyértelműen azt bizonyították, hogy az egy mintavételből származó korongok aktivitása egyenlő, az egymásután vett minták aktivitása pedig egyenletesen nő egy meghatározott értékig, ahogy ezt a 2. ábra is mutatja. Ez másképpen azt jelenti, hogy külső beavatkozás nélkül egyenletes elkeveredés áll be, melyhez az általunk használt kádméretek mellett 25—30 perc szükséges. Az olvadt alumíniumot több órán át továbbmelegítettük, majd alaposan összekevertük, de a folyamatosan vett minták aktivitása így sem tért el a már előzőleg mért telítési értéktől.

2. Az elektrolizáló kádban végzendő mérésekhez olyan radioizotópot választottunk, melynek sugárzása a szokásos mérőberendezéssel könnyen mérhető, bomlási félideje rövid, előötvözetbe könynyen bevihető, a fogyasztókhoz kerülő alumínium pedig már nem tartalmaz sugárzó anyagot. Első kísérleteinkhez Fe-59-et használtunk, mely béta és gamma sugárzó, bomlási félideje 46 nap. Ez az izotóp elemi vasként (vasreszelékszerű por) alakjában állt rendelkezésünkre. A vas jól oldódik az olvadt alumíniumban, tehát Al—Fe előötvözetbe való bevitele egyszerűen elvégezhető. Későbbi kísérleteinkhez Au-198-at használtunk, mely 2,65 napos bomlási félidejével és egyéb előnyeivel még alkalmasabbnak bizonyult. Az elektrolizálókádba betáplálandó radioizotóp mennyiségének megállapításához abból indultunk ki, hogy a vizsgálandó mintát kb. százezerszeres hígulás után is úgy tudjuk mérni, hogy az nagy pontosságot szolgáltasson nem túl hosszú mérési idők mellett.[1]



2. ábra. Az egyenletes elkeveredés időbeli lefolyása



3. ábra. A minták bemérése

Minthogy egy radioaktív készítményből kiinduló sugárzás 4 π térszögben oszlik el, azért a Geiger—Müller csövet lehető legközelebb hoztuk mintánkhoz, melynek olyan alakot adtunk, hogy belőle minél több sugárzás jusson a GM számlálócsőbe. Azért mind az elektrolizáló kádba táplálandó, mind az abból vett felhígult anyagú mintát vastagfalú csőnek képeztük ki és ennek belsejébe helyeztük a számlálócsövet (3. ábra). Így a fotonok jelentős része a GM csőbe jut. Figyelembe kell venni azt is, hogy az általunk használt izotópok gamma sugárzására a számlálócső csak 1%-os valószínűséggel szólal meg. (A 100%-os megszólalást biztosító béta sugárzást más okból ki kellett hagyni.) Egyéb tényezőkkel is számolva, eredményül azt kaptuk, hogy 1,5 mC aktív anyagnak az elektrolizáló kádba való betáplálásakor ilyen nagyfokú hígulás után is jól mérhető mintát kapunk.

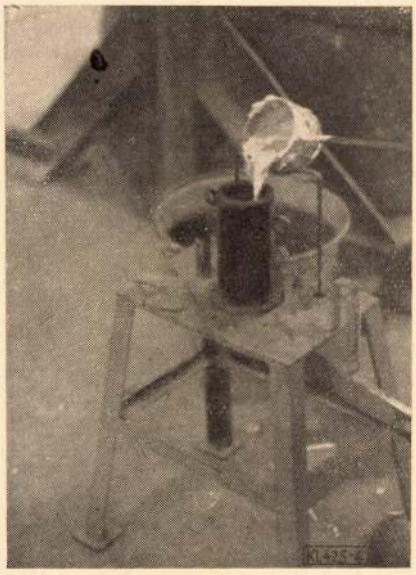
3. Az aktív anyagot a már ismertetett módon ötvöztük alumíniummal, melyhez 1 literes, elektromos fűtéssel izzított grafittégelyt használtunk. Az egyenletes elkeveredést több órán át tartó melegítéssel és keveréssel mozdítottuk elő. A Fe—Al előötvözetet a 4. ábrán látható vaskokillába öntöttük. A minta öntőfejét esztergapadon leszúrtuk, így egyetlen forgácsoló művelettel állandó alakú mintákat kaptunk. Azután a minták

[1] A radioaktiv mérések sajátsága ugyanis az, hogy a mérés pontossága a beütésszámok növekedése arányában nő.

súlyát és aktivitását mértük meg, végül autoradiogramot készítettünk róluk.[2]

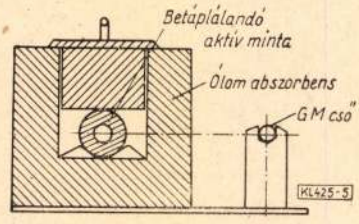
Az egyazon előötvözetből származó minták beütésének számai igen jól egyeztek.

4. A betáplálásra készített minták aktivitásának mérése a GM-csőre húzott helyzetben nem volt elvégezhető. Ugyanis egy kád aktiválásához 3—4 minta betáplálásával is 0,5 mC aktivitású előötvözet szükséges. Ilyen nagyságú aktivitás akkora percenkénti beütésszámot ad, melyet a



4. ábra. Öntőkokilla

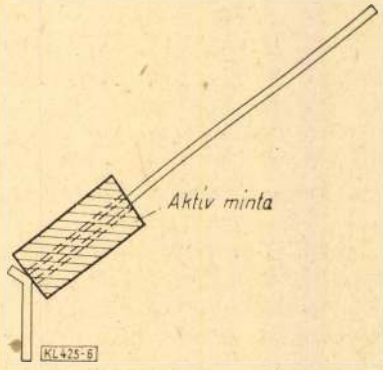
számlálócső nem képes feloldani.[3] Ezért áttétel beiktatása vált szükségessé. E célból egy kisebb aktivitású előötvözetet készítettünk, melyet előbb a számlálócsőre húzott helyzetben, majd megfelelő vastagságú ólomabszorbensen keresztül mértünk. Az 5. ábrán látható ólomkút 500-szoros áttételt



5. ábra. Nagyaktivitású minták mérése

adott. Az áttételi viszonyszám megállapítása után tértünk rá a betáplálásra kerülő, nagyobb aktivitást tartalmazó előötvözetek bemérésére. A mintákat csak az ólomkútban levő helyzetben mértük, aktivitásukat az 500-as faktorral való beszorzás után kaptuk meg.

Az így előkészített és bemért mintákat a rendes üzemben lévő elektrolizáló kádba tápláltuk be. A betáplálást úgy végeztük, hogy az ismert aktivitású hengereket a 6. ábrán látható rúdra húztuk és azt az elektrolizáló kád szilárd elektrolitkérgén vágott résen keresztül az olvadt alumíniumba nyomtuk. Hogy az elektrolit az aktív hengert be ne vonja, ami a megolvadást és az elkeveredést késlelteti és hogy az elektrolitba aktív anyag ne kerüljön, a mintát az olvadt alumíniumba való juttatás előtt papírral csoma-



6. ábra. Betápláló rúd, rajta a bemért sugárzó anyagot tartalmazó minta

goltuk be. Egy kádba két-négy helyen, átlós irányban tápláltuk be a mintákat. Az egyenletes elkeveredés 1—1,5 óra alatt bekövetkezett. Erről úgy győződtünk meg, hogy a betáplálás után másfél óra múlva a kád bármely részéből vett minta a mérési hibahatáron belül egyező aktivitást mutatott. Az elkeveredés után félóránként még háromszor vettünk mintát, azt a már ismertetett vaskokillába (4. ábra) öntöttük.

Az elektrolizáló kádból vett mintákat méretre esztergályoztuk és aktivitásukat a számlálócsőre húzott helyzetben mértük. A mérési eredményekből a közölt összefüggés alapján az olvadt fém mennyisége 2983 kg-nak adódott.

5. Az elektrolizáló kádban kapott mérési eredményeink ellenőrzésére üstkísérleteket végeztünk. Az elektrolizáló kádban levő olvadt alumíniumot 48 óránként csapolják, amikor is 800—1000 kg-t egy mozgó üstbe szívnak fel. A fémet azután egalizáló kemencébe öntik, ahol több elektrolizáló kádból származó, különböző finomságú alumínium egyféle minőségűvé keveredik össze. Ez az eljárás a kísérleteink szempontjából igen kedvező, mert a radioizotópokkal szennyezett Al mennyisége így tízszeresére nő, tehát fajlagos aktivitása a tizedére csökken. Az üstben levő olvadt alumínium mérlegen mérhető. Ebbe az ismert mennyiségű olvadt alumíniumba is adagoltunk radioaktiv izotópot és a már ismertetett módon végeztük el a mennyiség meghatározását. Az üstben az egyenletes elkeveredést módunkban állt erélyes keveréssel előmozdítani. Az üstkísérletek azt mutatták, hogy 1%-on belüli pontossággal meg lehet határozni az olvadt alu-

[2] A mintát fekete papírba csomagolt röntgenfilmmel vettük körül és kb. 24 órás expozíció után a filmeket előhívtuk. Így szépen kimutatható az aktív anyag eloszlása a mintában, azaz képet kapunk a Fe—Al előötvözet homogenitásáról

[3] Geiger—Müller csővel a gyártó cég bizonylata szerint 5000 beütést mérhetünk másodpercenként, a gyakorlatban azonban 50 000—60 000 percenkénti beütésnél többet nem tudunk kellő pontossággal mérni.

mínium mennyiségét. Igy pl. a súlyméréssel 806 kg-nak mért alumínium mennyisége eljárásunkkal 810,5 kg-nak adódott.

Az irodalomból ismeretes, hogy aktív anyag csak az alumíniumba kerül, tehát az üstkísérletek az elektrolizáló kádban lejátszódó folyamatokhoz hasonlatosak.

Az általunk kidolgozott módszer üzemi mérésekre alkalmas és könnyen kezelhető. Még kényelmesebbé tehető, ha a vaskokillát az alumíniumkohóban levő igen nagy mágneses térerősség miatt antimagnetikus anyaggal cseréljük fel. A mérések eredményei a szükségletet kellő pontossággal kielégítik. Az elektrolizáló kád elektrolitját aktivitásra ellenőriztük és abban aktív anyagot nem találtunk.

Kísérleteink végzése közben szereztünk tudomást szovjet kutatók hasonló munkájáról, illetve közleményeiről. E szerzők azonban más kísérleti metodikával dolgoztak. (Az előötvözetbe adagolt radioizotóp mennyiségét mérték és az egyenletesen elkeveredett előötvözetet formába öntötték, majd pontos méretre esztergályozták. Ugyancsak különbözik eljárásunk abban is, hogy mi Fe-59-et és Au-198-at használtunk, ők pedig Co-60-nal dolgoztak. Ez utóbbinak bomlási féléideje 5,3 év.)

Az elektrolizáló kádban levő olvadt alumínium mennyiségének adott időpontokra vonatkoztatott, kellő pontosságú mérése mellett az áramhatásfok megállapításához még a kádon átfolyt elektromos áram mennyiségét is ismerni kell. Ezt azonban az elektromos mérőműszerekkel kellő pontossággal elvégezhetjük.

E méréseket *dr. Bozóky Lászlóval*, a Központ Fizikai Kutató Intézet Radiológiai Osztályának vezetőjével dolgoztuk ki és munkánkban nagy segítségünkre volt *Tánczos Istvánné*.

Befejezésül köszönetet mondunk *Szakál Pál* főmérnöknek és *Paczolai Gyula* aspiránsnak a kísérletek folyamán nyújtott értékes támogatásukért.

IRODALOM

(1) *Dr. Lányi—Papp:* Szabadalmi bejelentése
(2) *Rempelj—Popov:* Az áramhatásfok meghatározása az ipari alumínium elektrolizáló kádakban. Cvetnüje Metallü, 1956. 3. 50—58. p.
(3) *Belickij — Masovec:* Az elektrolizáló kádban levő alumínium mennyiségének meghatározás aradio-izotópokkal. Cvetnüje Metallü, 1955. 51—54. p.
(4) *Guest:* Radioisotopes Industrial Applications. Pitman & Sons, London, 1951.
(5) *Bradford:* Radioisotopes in Industry. Reinhold, N. Y. 1952.
(6) *Bozóky—Vödrös:* Determination of Current Efficienty in Aluminium Furnace. II. Geneva Paper A Conf. 15 p. 1725.

Beszámoló a VI. Nemzetközi Kerámiai Kongresszusról

Wiesbaden, 1958. IX. 14—20-ig

Az Európai Kerámiai Gyárak Szövetsége, amely nemzetközi kongresszusait két évenként rendezi meg, idei kongresszusát Wiesbadenben tartotta. E kétévenként megrendezésre kerülő kongresszus a legkiemelkedőbb nemzetközi eseménye a szilikátipari szakembereknek. Az idén 1000 résztvevő gyűlt össze 30 országból, ami az utolsó — két év előtti — Bécs-i kongresszussal szemben újabb kb. 20%-os emelkedés. Most is a tűzálló csoport volt kb. 250 résztvevővel a legnépesebb. Az idei kongresszus jubileumi összejövetelnek számított, mivel a Szövetség az idén ünnepelte 10 éves fennállásának évfordulóját. A Kongresszus elnöksége joggal hangsúlyozta, hogy büszkén tekint vissza az elmúlt tíz év fejlődésére, amely az európai kerámikusok baráti együttműködésének jegyében zajlott le. A jól bevált együttműködési terveket továbbra is fejleszteni kívánják. A kongresszusok megszervezésében ezentul is, az eddig jól bevált elvek szerint fognak eljárni és azok programját úgy állítják össze, hogy azok

20%-ban műszaki-tudományos előadásokból,
20%-ban gyárlátogatások tapasztalatcseréjéből és
60%-ban társadalmi rendezvényekből

álljanak. Ez a mód ad egymás munkájának, életének, berendezéseinek megismerésére és a szakmai, kereskedelmi és emberi kapcsolatok mélyítésére.

A megnyitó ülésen elhangzott és főleg gazdasági kérdéseket fejtegető beszédek után, amelyek közül a Német Szövetségi Köztársaság pénzügyminiszterének beszéde volt a legjelentősebb és amely a szilikátiparok gazdasági jelentőségével, a konjunktúra alakulásával és az európai közös piac kérdéseivel foglalkozott. Ezután megkezdődtek a gyárlátogatások.

A résztvevők nagy létszámára való tekintettel az eddig szokásos négy csoport helyett, azaz

tűzálló, finomkerámia, falitégla és tudomány; nyolc gyárlátogatási csoportot szerveztek, vagyis

tűzálló, porcelán, kőedény, fal- és padlóburkoló csempe, mozaiklap, csiszolókorong, falitégla és tudomány.

Jómagam a tűzálló csoporthoz csatlakoztam, amely látogatásainak első napján szeptember 16-án, a Didier művek Niederdollendorf-i samott és szilikát-téglagyárát tekintette meg.

A gyár a Siebengebirgeben fekszik, Bonn mellett a Rajna mentén. A második világháború során 60%-os bombakárt szenvedett és 1953. évi újjáépítése során alkalom nyilott nagyvonalú átrendezésére. Az elrendezés függőleges tagoltsága helyett, újjáépítésekor vízszintes tagoltságot választottak. A gyár fizikai dolgozóinak létszáma 660, az értelmiségieké 45 fő, 96 000 t samott és szilikát-téglát termel, vagyis termelékenysége közel 14 t/fő hó. Területe 105 000 m². A fenti létszámból 120 lakatos, akik a karbantartó munkán kívül havonként 250 formát és 35 asztalos, akik havonként 400—500 formát készítenek. Van üzemi konyhája, ahol naponként 400 adagot főznek, saját nyugdíjintézete és bölcsődéje. Dolgozóinak szolgálati idő szerinti eloszlása érdekes, mert azok

40%-a ..... 0—30 éve
30%-a ..... 30—40 éve
15%-a ..... 40—50 éve
15%-a ..... 50—60 éve

dolgozik a gyárban.

Az összes dolgozók átlagkeresete 2,20 DM, a lakatosoké 2,76 DM, darabbérben 2,85 DM, fizetett szabadság igényük öt szolgálati év után két hét, 10 év után három hét.

A gyártmányok 50%-a normál és szabványos éktégla és 50%-a külön kívánságra készített formatégla, mely utóbbiak közül kb. 15% a kézi formázott tégla.

A termelő üzemek három nagy csoportba vannak osztva éspedig:

I. samottgyár plasztikus és félszáraz gyártásra,
II. szilikát-gyár,
III. Scheidhauer—Giessing üzem.

A szükséges nyersanyagjaikat kb 90%-ban saját bányáikban termelik. A soványításhoz szükséges samottokat két saját szerkesztésű 15 mm magas és 2,25 m² keresztmetszetű aknáskemencében égetik. Érdekes, hogy ezekkel ismét eltértek a körkeresztmetszettől és négyzetkeresztmetszetűre építették őket. Ezt azzal indokolják, hogy a palaoszlop lazítása és az egyenletes égetés feltétele jobban biztosítható. Az égetési hőmérséklet 1300 C°, fűtésre 1450 kcal-s generátorgáz szolgál, amelyet 2,6 m átmérőjű Wedekind típusú gázgenerátorban termelnek, napi 20 t/generátor barnaszén elgázosítása útján. A szén adagolásakor a port kiszitálják, a fenolt leválasztják és a generátorba vezetve elégetik. Egy kemence teljesítménye 24 óránként 30—35 t igen jól égetett agyag.

Aprításra Symons kúptörőt, Maxecon gyűrűs malmot, kollereket, Hazemag ütőmalmot, agyagszárításra és aprításra a nemrég piacra került „Fontänentrockner"-t, vagyis áramlási szárítót használják.

Utóbbit az 1956. évi kongresszus alkalmával a triebeni magnezitgyárban is láttuk. Amikor a mérőkocsi az őrlemény silók alá áll, automatikusan bekapcsolják a porelszívást, úgy, hogy az őrleményeknek a mérőtartályba való leeresztésekor alig van porképződés. Az őrleményeket négy db 1000 l-es Eirich keverőn nedvesítik és keverik. Plasztikusan sajtolt samottáru gyártására egy db 150 t-s hydraulikus forgóasztalos és négy db 300 t-s orsósfrikciós prés áll rendelkezésükre. Utóbbiak adagolására elektromos meghajtású függőpályát építettek, amelynek vasszerkezetét a vasbeton tetőszerkezet gerendáihoz szerelték. A félszáraz technológia szerinti gyártásra nyolc db 300 t-s frikciós prés áll rendelkezésükre. A préses a félterméket egy kb. 1½ m hosszú lejtős görgőpályára rakja, annak végén pedig alagút-kocsikra rakják és azután tolják a szárító kamrákba. Mindkét esetben Keller-típusú szárítósorozatban szárítják a félterméket. A szárítás ideje 20—60 óra és 100 C°-os fáradt meleggel szárítanak.

A kéziformázáshoz felhasznált sár puhább, vagyis nagyobb nedvességtartalmú, mint az nálunk szokásos. A kéziformákhoz a sár szállítását autó-shovel-lal végzik.

A samottáru égetésére egy db 110 m hosszú Kerabedarf típusú alagútkemence szolgál, amelynek szénfogyasztása 8000 Kcal-s szénre számítva 8,5%, teljesítménye 2100—2300 t/hó.

Egy db körkemence, amelynek körhossza 70 m, szénfogyasztása 12,5% (8000 Kcal-s).

Egy db gázkamrás kemence 16% szénfogyasztással (8000 Kcal-s).

Egy db „Herdwagenofen" 36 kamrás. Ez utóbbi egy ritkán látható szerkezet, amely egyesíteni igyekszik a gázkamrás és alagútkemence előnyeit. A hasznos tér, vagyis a kocsik rakása aránylag keskeny és magas. Működésével meg vannak elégedve. Szénfogyasztása 16% (8000 Kcal-s).

A szilikát-gyárrészlegben kb. ½ arányban használnak cement- és szikla kvarcitokat szilikáttégla nyersanyagként. A durva aprítást egy nagyméretű Symons típusú kúptörön végzik, amely padlószint alá süllyesztett és így a csilléken odaszállított kvarcit a törő szájába dönthető. A további aprítás Koller járatokon történik. Utóbbiak igen gondosan burkoltak, mint ahogy a portalanítás az egész üzemben igen jól megoldott.

A masszát négy Kolleren keverik, amelyek alá tartályok tolhatók, azokba töltik a kész keveréket és a tartályokat emelőkaros targoncák segítségével szállítják az egyes felhasználási helyekre. A szilikát gyárban hat db frikciós, két db 150 t-s könyökcsuklós és két db 300 t-s forgóasztalos prés sajtolja a félterméket. A kéziformázásban 16 formázó dolgozik. A formák kivitele a szokásos. A sajtolt félterméket paletta aljazatokra rakják és az egyes téglasorok között filc lapokat használnak. Az egész palettát azután emelőkaros targoncával Keller-rendszerű szárítókamrákba helyezik.

Az árut két körkemencében égetik, ezek egyenként 1000—1000 t-t teljesítenek havonként 12% 8000 Kcal-s szénfogyasztás mellett. Van továbbá két db 24 kamrás és szintúgy 1000 t/hó teljesítményű 18—24% 8000 Kcal-s szénfogyasztású kemencéjük és két db egykamrás 14% szénfogyasztású kemencéjük.

A szilikátáru megoszlása:

50% normál és szabványos éktégla,
40% gépi formázású tégla,
10% kézi formázású tégla.

Az áru felhasználók szerinti megoszlása:

60% acélipar,
20—25% gáz és kokszolóipar,
10% üvegipar,
5—10% egyéb felhasználók.

Az áru raktározása példás. A raktár összterülete 10 000 m², ahol 15 000 t tárolására van lehetőség, ami több mint egy havi teljes termelés. Az áru 60%-át palettákon tárolják. Az egyes palettákat emelőtargoncákkal 5 m magasságig rakják. Egy palettára 1000 kg-nyi árut helyeznek. A palettára rakott téglák éleinek védelmére kb. 400 mm széles hullámkartonpapírból derékszögben hajlított réteget használnak és egy-egy palettán az árut két db nyolc mm-es acélabrocesal keresztben és kettővel mélységben rögzítik az alátétlemezhez. Míg azelőtt két ember egy 20 t-s kocsit egy műszak alatt rakott meg, addig most a palettákkal ugyanazt a munkát 30 perc alatt végzik el. A szállítás napi átlagteljesítménye 400 t, de az eddigi maximum egy tengerentúli export szállításhoz, (a hajóálláspénz csökkentésére) 700 t volt. Egyszerre max. 24 vasúti kocsit tudnak berakni.

A gyárlátogatások második napján, szeptember 17-én a tűzálló csoport kb. 250 tagja öt autóbuszon Pfalzba, Hettelleidelheimbe utazott a Hagenburger-Schwalb R. T. bányáinak és gyárának megtekintésére.

A vállalatot 1901-ben alapították és az először csak agyag- és homokbányászattal foglalkozott, de az agyag jó minősége arra csábította a vállalatot, hogy samott gyártással is foglalkozzék. 1941-ben háborús behatások következtében a műhelyeken kívül a gyár úgyszólván teljesen elpusztult. Korszerű elvek szerinti újjáépítés ugyan még 1943-ban megindult, de erős ütemben csak 1948-ban folytatódott és lényegében 1954-ben fejeződött be.

Ma a gyár kb. 120 000 t/év agyagot és homokot, valamint 48 000 t/év samott-, korund-, szilimanit- és szilikáttéglát termel, amit 710 dolgozóval ér el. Azonkívül ez az üzem vette meg a Staerker-féle „Vanal" szabadalmakat és gyártja a sokféle üveg- és salakkorrózióval szemben csökkentett érzékenységű tűzálló-anyagokat. A még rendelkezésre álló agyagvagyon 10 millióra tehető és az 50—70 m mélyen 7—9 m vastag rétegben fekszik.

A soksamottos eljárással gyártott termékeik jó tartóssági eredményei révén — a még néhány év előtti 80 : 20 százalékos kereskedelmi és soksamottos tégla gyártási aránya — ma már kb. 40 : 60%-ra emelkedett és még állandóan nő. Különösen kohótéglákkal és cement-mész és dolomitégető kemencékben értek el a soksamottos eljárással készült termékekkel szép eredményeket.

Agyagjukat soványító samottá a Didier gyárban látott két aknás kemencékhez hasonló méretű és szerkezetű berendezésben égetik. E két kemence teljesítménye kemencénként és naponként 30—35 t.

Samott gyártásra három gépsor szolgál, egy a plasztikus technológiára és kettő a félszáraz, illetőleg soksamottos technológiára.

A szokványos gépi berendezéseken kívül itt is jó eredménnyel használják a Hazemag ütőmalmot, amely aránylag kis energiafelhasználással és nagy teljesítménnyel ad éles samottszemcsét. Agyagszárításra és aprításra pedig itt is jó eredménnyel használják a „Fontänentrockner", vagyis áramlási szárító és aprító berendezést.

A plasztikus technológiai gépsoron az égetett agyagot egy szekrényes adagoló dobja a padló szintje alá szerelt ütőmalomba. Az őrleményt vibrátorszitákon való fajtázás után szemcsefrakciókra osztják, azokat külön silókban tárolják, onnan folyamatos csigaadagolókkal kéttengelyes csigakeverőkbe adagolják, nedvesítik, szalagsajtókba engedik és automatikus vágóasztalon darabolják. Innen szállítószalagok továbbítják a félterméket az utánprésekhez, amelyek részben frikciós, részben excenter présekből.

Ép téglafelületek biztosítása céljából érdekes, hogy minden présnek az alsó lapjára, az őrleménynek formába öntése előtt egy, a tégla alapfelületének megfelelően vágott újságlapot helyeznek.

Félszáraz, illetőleg soksamottos technológia anyagelőkészítése azonos a fent leírt plasztikussal, azzal a különbséggel, hogy a keverés két db 1000 l-es Eirich-keverőn történik. A bemérés olyan mint a Didier gyárban, vagyis kötött pályájú, mérleggel és megfelelő tartállyal ellátott elektromos meghajtású kocsival. A dolgozó a keverési előírásnak megfelelő silók alá áll, ahol gondos portalanítás mellett a tartályba tölti az egyes nyersanyagőrleményeket, onnan az Eirich-keverő adagoló szájába dönti, a kész keveréket pedig az Eirich ürítő szája alá állított tartályokba töltik és onnan emelőkaros targoncákkal szállítják az egyes présekhez vagy kéziformázókhoz.

E sík tagolású gyárban, az egy nagy csarnokban elhelyezett aprító, fajtázó, keverő, sajtoló és égető berendezések portalanítása példás. Érdekes még ebben a gyárban a gépiberendezések helyes működésének, illetőleg a termelés irányításának megoldása. Egy kb. két m magas pódiumon a három gépsor sematikus képe egy-egy táblára van szerelve, ahol fehér lámpák jelzik az egyes gépek és segédberendezéseik hibátlan működését. Meghibásodás esetén a zavar helyén piros lámpa gyullad ki és a lakatosgárda mindjárt közbelépheti. A gépek meghajtása reteszelt, úgy hogy hiba esetén túladagolás nem fordulhat elő.

A berendezés építője Voigt és Haeffner.

Az árut egy Kerabedarf rendszerű, 124 m hosszú, generátorgáztüzelésű kemencében égetik, amelynek égetési hőmérséklete 1380—1550 C° között változik és napi termelése 134—140 t. Táplálására 1440 Kcal-s generátorgázt használnak. Az áru kb. 70%-át itt is palettázva szállítják és raktározzák.

A különleges nagy szilárdságú és kicsiny porozitású kohó- és cementgyári téglákat, egy általuk épített nagynyomású vibroprésen sajtolják.

Szeptember 18-án és 19-én tartották meg a négy szakosztály műszaki tudományos előadásait. Az előadásokat négy kongresszusi nyelven: angol, francia, német és olasz nyelven, tetszés szerint szimultán lehetett hallgatni.

Az alábbi előadások hangzottak el, amelyek teljes szövege a még megjelenő kongresszusi jelentésben fog az érdeklődők rendelkezésére állni.

1. *Bouvier G.* és *Kaltner E.* Bécs: Tűzálló anyagok radioaktív izotópokkal való vizsgálatának néhány válogatott példája. Szerzők S35 adagolása útján krómmagnezittéglák pórusainak eloszlását, krómit és magnezit komponenseinek egymásra gyakorolt hatását, valamint bázikus téglák felületi alakulását vizsgálták különböző égetési hőmérsékleteken.

2. *Chvatal Th.* és *Schnittler F.* Bécs: Kiegészítő adatok heterogén kerámiai testek hőtágulásához.

Vonatkozó vizsgálatok azt mutatták, hogy tűzálló téglák finomszemcsetartalma az elméletileg vártnál lényegesen nagyobb mértékben befolyásolja a téglák hőtágulását.

3. *Norris A. W., Vaughan F., Harrison R.* és *Seabridge* Stoke-on-Trent, Anglia: Porózus kerámiai testek nedvesség és oldható sók okozta méretváltozásai. A méretnövekedés azonos feltételek mellett a test belső, illetőleg fajlagos felületétől és ásványi felépítésétől függ és nagysága 0,01—0,1% között szokott lenni.

4. *Thomas A.* Heidelberg: Tetőcserép égetésére szolgáló új kemencetípus. A gyorségetés műszaki és gazdasági előnyeinek kihasználására, szerzők egy olyan körkemencét építettek, amelyben az égetendő féltermék himbatranszportőrszerű függőkocsikon szállítják, egy kb. 96 m hosszú és ovális alakú kemencén át, amelyben 8—24 óra alatt érik el a tökéletes kiégetést. A kemence teljesítménye kb. 50 t tetőcserép 24 óra alatt.

5. *Chaklader A. C. D., Carruthers T. G.* és *Roberts A. L.* Leeds, Anglia: Tűzállóanyagok látszólagos viszkozitása nagy hőmérsékleten.

E tulajdonságuk a képződő üvegfázistól és az abba ágyazott kristály fázis minőségétől és mennyiségétől függ. Szerzők a legkülönbözőbb tűzállóanyagokra vonatkozólag méréseket végeztek és azok eredményeit táblázatban közlik.

6. *Schwiete H. E.* és *Ehrke U.* Aachen: Kerámiai gyártmányok viselkedéséről a folyás határán.

Szerzők samott-téglák folyásáról kimutatják, hogy az a terheléssel, hőmérséklettel és időtartammal exponenciálisan függ össze. Szerzők a füstgázok kémiai jellegének, valamint a porozitásnak a gázáteresztőképességnek és az ásványi felépítésnek hatását is vizsgálták a hőmérséklet és az idő függvényében. Befolyással bír a sajtolási irány és annak nagysága is. A folyási helyzete ma már 350—550 órára előre megmondható.

7. *Toropov N. A.* és *Bondar I. A.* Leningrád: A $CaO—Al_2O_3—SiO_2$ kristályosodási viszonyai CaF_2 adagolás mellett. A nagyolvasztóban salakokkal és samott-téglákkal lejátszódó jelenségek tisztázása céljából tanulmányt folytattak a szerzők 5- és 10% CaF_2 tartalom mellett és megállapították a stabilitási határgörbéket. Azokon belül új vegyületek nem képződnek.

8. *Traustel S.* Berlin: Kiegészítő adatok lángok hosszának számításához.

A közölt számítási módszer adatai jó összhangban vannak a gyakorlati mérésekkel, ami azt bizonyítja, hogy kemenceszerkesztési munkákhoz jól használhatók.

9. *Currie T. E.* és *Grinshav R. V.* Leeds, Anglia: Néhány tényező hatása agyagok viszkozitására és képlékenységére.

Agyagszuszpenziók viszkozitását és képlékenységét a max. szemnagyság, annak eloszlása, a kicsapódás mértéke és az alkalmazott elektrolitoknak a tixotrópiára gyakorolt hatása, befolyásolják.

10. *Dal P. H.* és *Deen W.* Maastricht, Hollandia: Cserépképződés kerámiai testek öntésekor.

Szerzők hat hipotézist állítottak fel.

11. *Deeg E.* Würzburg: Megjegyzések az iszapöntés diffúziós elméletéhez különös tekintettel a gipszforma nedvességtartalmának számítására.

Egy vonatkozó új differenciálegyenletet állítottak fel.

12. *Deplus C.* Párizs: Képlékeny masszák folyási jelenségeken alapuló deformációja.

A masszák fenti jelenségeinek mérése útján következtetések vonhatók le gyakorlati feldolgozási lehetőségére.

13. *Baudran A.* Párizs: Samottmasszák méretváltozásai izzításuk alatt.

Szerző 1600 C°-ig részletesen figyelemmel kísérte különböző összetételű masszák viselkedését és azokat írja le.

14. *Konopicky K.* és *Lohre W.* Bonn.: Tűzálló testek pórusfelépítésének, ill. gázáteresztőképességének befolyásolása technológiai rendszabályokkal.

Szerzők samott és szilikáttéglák szemcsefelépítésének a hatását vizsgálták a zsugorodásra, szilárdságra, porozitásra és gázáteresztőképességre és ezeket az eredményeket ismertetik.

15. *Chwatal Th.* Wien: Tűzálló problémák kondenzált foszfátok gyártásakor.

Szerző egy új típusú tűzálló keveréket ajánl, amely foszfátolvadékoknak aránylag jól ellenáll.

16. *Lécrivain L.* Párizs: Tűzálló anyagok folyása nagy hőmérsékleten.

A Francia Kerámiai Társaság kutatóintézetében egy készüléket szerkesztettek, amely lehetővé teszi nagy hőmérsékleten a tűzálló anyagok tulajdonságának oxidáló légkörben való megfigyelését.

17. *Alviset L.* és *Liger C.* Párizs: Téglatermékek kapillárisainak eloszlása és azok gyakorlati hasznosítása. Szerzők a Brémond-féle poroziméterrel megállapítják egy téglatermék átlagos kapilláris átmérőjét, amely néhány tized μ és 10 μ között szokott lenni és annak szerepét — főleg a fagyállósággal szemben — vizsgálják.

18. *Winkler H. G. F.* Marburg Lahn, NSZK: A tetőcserép fagyállóságáról.

Kísérleti sorozatokkal megállapították, hogy a masszák szemcsefelépítésének döntő befolyása van a késztermék fagyállóságára.

19. *Lehmann H.* Clausthal; Fagyási-tágulási mérések kerámiai testeken.

Szerző leír egy általa kifejlesztett készüléket, amelylyel a fagyási-tágulási mérések kellő pontossággal elvégezhetők.

20. *Ewers N.* Magdeburg: Falitéglák kivirágzásának vizsgálatáról.

Szerző három csoportra osztja a vízutánpótlás lehetőségét és azokon magyarázza a vizsgálat lehetőségét.

21. *Oberlies F.* és *Pohlmann G.* Würzburg: Mikroszervezetek hatása földpát, kaolin és agyagra.

Az általuk vizsgált agyagok baktériumai hosszabb (négy hetes) nedves pihentetés után némi nyálkás váladékot mutattak, amely valószínűleg növeli az agyagok képlékenységét.

22. *Zwetsch A.* Mettlach, Saar-vidék: Nyers agyagok tágulási görbéinek rendellenességeiről 200 C°-on és az alatt. Megállapította, hogy az anomáliák az agyag vízleadásával kapcsolatosak és reverzibilisek. Azt is megállapította 10 Provins-i agyagon, hogy törvényszerű összefüggés áll fenn eme abnormális és az agyagok Pfefferkorn szerint mért képlékenysége között, de azt más agyagokra nem tudta kimutatni. A rendellenességek a nyerszilárdsággal is összefüggésben vannak.

23. *Correns V. C.* Göttingen: Téglás agyagok ásványi komponensei.

Elsősorban a csillámalapú ásványi lehetőségeket tárgyalja.

24. *Keeling P. S.* Stoke-on-Trent, Anglia: Agyagok mineralógiai vizsgálata.

A szerző 600 angol agyag mineralógiai vizsgálatának tapasztalatait közli.

25. *Hobredo I.* Madrid: Zománc feszültségekről.

Szerző mathematikai összefüggéseket állít fel, s azokat taglalja.

26. *Inzigneri M.* és *Peco G.*, Milano: Porcelánmasszák áttetszősége és lágyulási viselkedése alacsony hőmérsékleten.

A szerzők S. k. 7½ és 8½ égetett vitreous-china edény masszára gyakorolt egyes tényezők hatását vitatják meg.

27. *Voinovich I. A.* és *Vilmat I.* Párizs: Korund csekély mérvű szennyeződéseinek megállapítása spektrográfiai elemzéssel.

Tűzálló téglák 19 legvalószínűbb szennyező elemének megállapítására vonatkozó módszerüket ismertették a szerzők.

28. *Richter H.* Höganäs, Svédország: Szilikátos nyers- és szerkezeti anyagok spektrométriai elemzése.

Szerző egy gyors és megbízható fotometriás módszert közöl szilikátelemzés céljaira, amelyet igen jó eredménnyel használ agyag, samott, kvarchomok, tűz- és saválló téglák, üveg és korund elemzéséhez.

29. *Savioli F.* és *Quatrosi M.* Genova: Tűzálló anyagok égetési sebességének hatása azok tulajdonságaira. Műszaki és gazdasági szempontok figyelembevételével néhány égetési görbét írtak le a szerzők, amelyek betartása bizonyos kémiai és fizikai átalakulások eléréséhez szükségesek.

30. *Trojer* F. Radenthein, Ausztria: Magnezit és krómmagnezittéglák duzzadása (bursting) rézoxid hatására. A szerző bázikus téglák rézolvasztó kemencékben észlelt duzzadási jelenségeit vizsgálta mikroszkópiai úton áteső és ráeső fényben és azoknak alapján állapítja meg, hogy

$$Cu \longrightarrow Cu_2O \longrightarrow CuO$$

átalakulásról van szó, amely 8% linearis növekedést is okozhat.

31. *Müller—Hesse H.* és *Planz E.*, Aachen: A $BaO—Al_2O_3—SiO_2$ rendszeren felépülő tűzálló anyagok szerkezete és tulajdonságai.

Szerzők kimutatták, hogy ilyen típusú tűzálló anyagokban először Celsian ($BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2$) képződik, amelynek egy nagy és kishőmérsékleti modifikációja van. Ilyen típusú tűzálló anyagoknak jelentős az ólom, a bórgőzök és kondenzátumokkal szemben tanúsított ellenállása.

32. *Winkler H. G. F.* Marburg—Lahn, NSZK: Kőagyagcsövek szilárdságára vonatkozó új kísérleti eredmények. A szerző számos kísérlet alapján megállapította, hogy üzemileg azonos feltételű gyártásból származó kőagyagcsövek szilárdsága a 20 μ nagyságrend feletti kvarcszemcsék százalékos tartalmában és a különböző nagyságban képződő mullitokban leli magyarázatát.

33. *Homayr I.* Essen-Kray, NSZK: Téglagyártmányok képlékenysajtolásakor képződő textúrák és azok csökkentése. A szerző a szalagsajtó texturaképző szerkezeti sajátságait tárgyalja és javaslatokat tesz azok kiküszöbölésére.

34. *Hutterworth B.* Watford-Horts, Anglia: Egyrétegű falazatok nedvességáteresztő képessége.

Szerző megállapítja, hogy a minimális nedvességáteresztőképesség elérése céljából a függőlegeslyukú üreges téglával azonos eredmények érhetők el, mint a vízszintesen lyukasztott üreges téglával.

35. *Litzow K.* Oeslap, NSZK: A gipszformakészítés új útjairól. Szerző epoxigyantákat és poliésztereket ajánl formakészítésre, valamint a gipszformák szalagszerű gyártását, mely rendszabály tapasztalata szerint 45% helymegtakarítás mellett 90% teljesítménynövelést tesz lehetővé.

36. *Bertazzoni V.* Bologna: Kerámiai gépi berendezések automatizálása és elektromos úton való ellenőrzése. A szerző egy általános ismertetést ad az üzemében fenti téren elért és részben saját készítésű berendezések gyakorlati eredményeiről.

Szilikát-kohászati kutatás a NSZK-ban főleg az alábbi intézetekben folyik:

1. Max Planck szilikátkohászati kutató intézetben Würzburg. Ez a volt Kaiser Wilhelm Institut Berlin-Dahlem utóda és vezetője ma *Dr. Adolf Dietzel* egy. ny. r. tanár.

2. Aachen-i Rajna—Westfáliai Műegyetem szilikátkohászati intézetében, amelynek *Dr. H. E. Schwiete* egy. ny. r. tanár a vezetője.

3. A Clausthal-i Bányászati Akadémia szilikátkohászati intézetében, amely *Dr. H. Lehmann* egy. ny. r. tanár vezetése alatt áll és végül a

4. Bonn-i Tűzállóanyagipari Kutatóintézetben, amelynek vezetője *Dr. Ing. Kamillo Konopicky.*

A fenti intézeteken kívül egyes más egyetemi tanszékek is foglalkoznak főleg szilikátkémiai kérdésekkel, amelyek közül talán a legismertebbek *Dr. Hofmann* a Darmstadt-i Egyetem tanárának munkái, aki egyébként a DKG. agyagásványbizottságnak a vezetője. A Frankfurt-i Batell-intézetnek is van egy szilikáttechnikai osztálya, amely *Dr. Ing. Dietrich Harkort* vezetése alatt áll.

A Max Planck intézetet 1949-ben helyezték el Würzburgban egy meglévő kaszinó épületében, amelyet megfelelően átalakítottak. Az épület három emeletes és alapterülete 16 × 40 m. A földszinten helyezték el a különböző műhelyeket, az I. emeleten a különböző irodákat és előadótermeket. A II. emeleten a nagy előadóterem, és a kristálytani laboratóriumok, az elektronmikroszkóp, a röntgen berendezések, spektrálanalitikai és preparatív laborok vannak. A II. és III. emeleten vannak a kerámiai üveg és zománcosztály laboratóriumai, egy 7,5 × 11,5 m nagyságú nagy hőmérsékletű kemenceterem. Az alagsorban van egy asztalosműhely, előkészítő helyiségek, s csiszoló és polírozó berendezések. Az egyes laborok váltóáram, gáz, víz és sűrített levegő csatlakozással vannak ellátva. Szükség esetén a helyszínen felállított egyenirányítókkal állítják elő az egyenáramot.

Az intézetet egy igazgató vezeti (Dietzel prof.), aki egyszersmind a kerámiai-üveg és zománc osztály vezetője. A kristály és szerkezettani osztályt *Dr. H. Jagodzinski* egyetemi docens vezeti. Ez a beosztás megfelel az intézet rendeltetésének, vagyis, hogy alap- és célkutatásokat végezzen az üveg-kerámia és zománcipar területén. Az intézet munkáinak irányítását egy Kuratorium végzi, amelynek a Max Planck-társaság képviselőin kívül egyes tudósok, államhivatalnokok és az ipar egyes képviselői a tagjai. Jelenleg is folynak bővítési építkezések, amely új helyiségekben egy „különlegesen nagy tűzállóságú anyagok" kutatásával foglalkozó osztály fog elhelyezést nyerni. Komoly gondot okoz az intézetnek megfelelően képesített munkatársaknak felkutatása és szerződtetése.

Az intézet létszáma kb. 60 fő, ezek közül
kb. 20 fő tudományos munkatárs,

kb. 20 fő műszaki alkalmazott,
kb. 20 fő adminisztratív munkaerő és fizikai dolgozó.

Az intézet az alábbi nagyobb kutatási tematikákkal foglalkozik :

1. Kristályos és üvegszerkezetű anyagok szerkezeti felépítésének vizsgálata. A szerkezeti vizsgálatok, hibás kristályképződések vizsgálata révén az anyagok tulajdonságait akarják megállapítani és fordítva, a tulajdonságokból a kristályszerkezetre következtetni. Ilyen munkák pl. a SiO_2 — modifikációk vizsgálata, amelyeket *Flörke* tett közzé a kristobalit kristályszerkezetéről stb., a különböző Al_2O_3 modifikációk, spinellek képződése és szétfajtázódása, kevert kristályok sib. Ide tartoznak *Jagodzinski* munkái a SiC szerkezetéről.

2. Fiziko-kerámiai munkák. Ezeknek keretében egyes ternér rendszerek állapotgörbéit és szilárd halmazállapotban lejátszódó reakciókat vizsgálják.

3. Az üvegvizsgálatok közül említésre méltó a H_2O-diffuzió vizsgálata üvegekben, különös tekintettel az üveg viszkozitására. Egy másik munkájuk a H_2O-nak kötésével foglalkozik az üvegekben, nevezetesen azzal, hogy az mint H_2O molekula van-e lekötve, vagy mint OH gyök. A kötés formája ugyanis befolyásolja az üvegnek bizonyos tulajdonságait.

4. Kerámiai tárgyú kutatási tematikák közül kiemelkednek a tetőcserepek fagyállóságával, azok pórusnagyságával és pórus elosztásával foglalkozó munkáik, kerámiai termékekben fellépő feszültségek vizsgálata, kerámiai termékek szárításával kapcsolatos és tűzálló termékek korróziójával kapcsolatos vizsgálataik. Egy külön munkacsoport foglalkozik oxidok lángszóró eljárásával fémekre, fémlemez kerámiai bevonatok útján való korrózió védelme céljából. Tökéletes bevonatokat készítenek 0,15—0,2 mm-es lemezen 7—10 μ vastagságban Al_2O_3-nak $H_2 + O_2$ lánggal való szórásával. $C_2H_2 + O_2$ lánggal 2700 C°-on ZrO_2 bevonatokat is eredményesen készítettek.

5. Zománciparból főleg a zománcok tapadásával foglalkoznak, tehát a fém és zománcréteg között lezajló reakciókkal, a felületi feszültséggel, gázok különösképpen a zománc vízgőz és az acéllemez H_2 tartalmával.

6. A csiszolókorongipar köréből több karborundum-koronggyártással és felhasználással kapcsolatos kérdéssel is foglalkoznak.

Végül említésre méltó az a tény is, hogy az intézet munkáinak végzése közben a kísérleti berendezéseket is tökéletesítik, továbbfejlesztik, így pl. a röntgen és mikroszkóp technikát, a kalorimetriát, spektroszkópiát, stb. Azonkívül az intézet laboratóriumi berendezések, kísérleti apparátúrák fejlesztésével is foglalkozik.

Műszerezés tekintetében az intézet példásan van felszerelve, egyéb felszerelése is gondos és bőséges.

A bonni tűzállóanyagipari kutatóintézet igazgatójának *Dr.-Ing. K. Konopicky* meghívására szept. 22-én megtekintettem az igen jól felszerelt, a német tűzállóanyaggyárak által fenntartott és 1948-ban alapított intézetet. Az intézet 22 főből álló létszámú, akik közül 7 fő tudományos munkatárs. Az intézet elsősorban alapkutatásokkal foglalkozik, egyes üzemek felkérésére technológiai kérdéseket tisztáz, továbbá nyers- és fél- és készgyártmányok vizsgálatát végzi. Szakkönyvtára kb. 1000 kötetes. Kémiai- analitikai laboratóriumában a Fe, és Ti-t Zeiss-Koloriméterrel, a Ca-, Mg-, K- és Na-t Lange vagy Beckmann fotométerrel határozzák meg. Az Al, Si, Ca, Mg meghatározására egy Quantométer is rendelkezésükre áll. Röntgen spektrografiára két készülékük van egy Hilger (London) és egy Müllet (Hamburg)-féle. Az utóbbival 1400 C°-ig tudnak felvételeket készíteni. Különböző típusú optikai mikroszkópokon kívül egy AEG típusú elektronmikroszkópjuk is van 15 000-szeres, illetőleg fényképészeti nagyítással 150 000-szeres nagyításokig. Nyersanyagok vizsgálatára és próbák készítésére van laborméretű pofástörőjük, szalagsajtójuk, csiszológépeik próbatestek felületeinek párhuzamosra csiszolására, fúrógép hengeres próbatestek kifúrására, téglafűrész idomok kivágására. Agyagok képlékenységének mérésére Brabender-féle plasztográfjuk is van. A téglák lágyulási viselkedését nemcsak a nálunk is szabványos Tonindustrie készüléken vizsgálják, hanem az angol módszer szerint is, amelyben két egymáshoz elforgatható cső van szerelve és semleges légkörben is végezhetők mérések. Dilatométerük 1400 C°-ig használható. Szövet kérdések vizsgálására ultrahang-készülékkel is rendelkeznek. Torziós vizsgálatokat a Tonindustrie-féle készülékkel végeznek. Sokat foglalkoznak a póruseloszlás vizsgálatával. A gázáteresztőképességet minden egyes mintán meghatározzák, mert annak nagy jelentőséget tulajdonítanak és majd több ezer adat birtokában azt statisztikailag is ki akarják értékelni.

Mindent egybevetve, a bonni intézet egészen példásan felszerelt intézet.

A társadalmi rendezvények közül ki kell emelnem mindjárt a kongresszus megnyitásának estéjén rendezett szüreti mulatságot, amely ismerkedési estnek volt szánva és valóban teljesítette rendeltetését, mert a kongresszus résztvevői bensőséges baráti hangulatban maradtak együtt közel reggelig.

A második nap estéjén a kongresszus tiszteletére a wiesbadeni állami színházban egy részünkre rendezett díszelőadáson gyönyörködhettünk Verdi, „A végzet hatalma" című operájának örökszép dallamaiban. Az előadás után a hesseni kormány fogadást rendezett tiszteletünkre.

A záróünnepséget a gyógyfürdő díszes oszlopcsarnokában tartották meg és ama szombatnak délutánján két különhajón egy igen szép rajnai hajóúton gyönyörködhettünk a Rajna völgyének természeti szépségeiben.

Mindent összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kongresszus minden vonatkozásban emlékezetes fog maradni az összes jelenlevő részére, mert mindnyájan sok-sok szakmai újdonság megismerésével, sok új tudományos felismeréssel és nem utolsó sorban sok személyes tapasztalattal és új baráti kapcsolattal tértünk vissza Wiesbadenből.

Sövegjártó János

EGYETEMI HÍREK

Szele Mihály tanszékvezető egyetemi tanár, „A KGST szerepe a magyar iparban" cimmel február 19-én a Nehézipari Műszaki Egyetemen előadást tartott.

A kohászati üzemektől eddig beérkezett igényekből bizonyossá vált, hogy ebben az évben sokkal kevesebb kohómérnök végez, mint amennyit az üzemek kérnek. Ennek alapján a következő tanévre több kohómérnökhallgatót fog a Kohómérnöki Kar felvenni.

Lapszemle

Finomhengersorok

Ez alatt a cím alatt Marklik Stanislav a Technoexport Mitteilungen (Die Schwerindustrie der Tschechoslowakei) 1958 évi 6. számában három finomsort ír le, melyeket a cseh gépgyárak terveztek és kiviteleznek részben belföldi, részben külföldi hengerművek részére. A leírt sorok között legérdekesebb egy folytatólagos két érben dolgozó finomsor, melyet Csehszlovákia egyik üzemében fognak felépíteni.

A tervekhez a tervező intézet igen alapos műszaki-gazdasági elemzés alapján kidolgozott feltételeket kapott. A hengersor feladata, amint azt az 1. táblázat

1. táblázat

Termelési terv

Név	Szelvény	Méret mm-ben
Köracél	∅	10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 26, 28, 30, 32, 35
Négyzetacél .	▱	14, 16, 18, 20
Laposacél ...	▱	25 × 4—50 × 20
L szelvény .	∠	30 × 30 × 3, 30 × 30 × 4, 35 × 35 × 4, 40 × 40 × 4, 40 × 40 × 5, 45 × 45 × 5, 50 × 50 × 5, 50 × 50 × 6
Betonacél ..	∅	A megfelelő méretek (Roxor)

tanúsítja átgondolt s eléggé szűkre szabott méretvillával bír, s így az a lecke, hogy a teljesítmény és a beruházás költsége egy meghatározott kedvező viszonyt érjen el, tartható. Az egyszerűsített s kevés méretet felölelő program nagy teljesítményt és alacsony átalakítási költséget biztosít. Az illető műben rendelkezésre álló buga kapacitás alapján nyert meghatározást a kiinduló buga méret és pedig 80 × 80 ▱ mm méretű 10 m hosszú és 500 kg súlyú, továbbá 100 × 100 ▱ mm × 10 m hosszú és 785 kg darabsúlyú. A hengerlendő anyag maximális szilárdsága 70 kg/mm². Felhasználási statisztika alapján rögzítették a hengersor feladatának átlagos méretelosztását, amelyet a 2. táblázatban közlünk.

2. táblázat

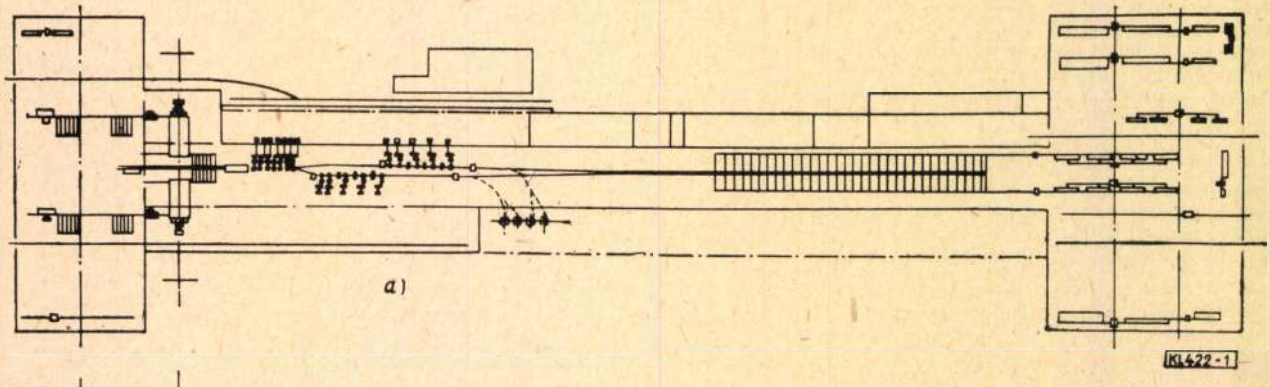
A termelési terv eloszlása

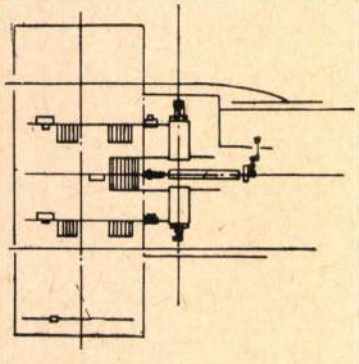
Szelvény	%
10 ∅ mm	13,2
12 ∅ mm	11,8
14 ∅ mm	5,4
16 ∅ mm	11,8
18 ∅ mm	5,2
20—35 ∅ mm	21,2
14—20 ▱ mm	4,0
25—50 ▱ mm	15,8
30—50 ∠ mm	11,6
Összesen	100,0

A hengersor kihasználási tényezőjét a naptári idő 85%-ára vették fel. A sor kihozatát 95%-ra tervezik. Először a készárut 4—24 m-es rudakra fogják szabdalni, későbbiekben megfelelő csévélőket fognak felállítani. A hengerlés sebességét 15 m/sec tervezik, az előnyújtóban egyszerre két ér, míg a két készsorban egy-egy ér fut. A sor teljesen folytatólagos rendszerű (1. ábra). A sor teljesítőképességét 600 000 t-ra tervezik.

A hengersort meleg anyaggal két 10,5 m széles és 16,5 m hosszú tűzterű 90 t/ó teljesítményű tolókemence látja el. A kemencét 960 kcal/Nm³ fűtőértékű torokgáz fűti. A kemencét oldalról fogják adagolni s ugyanúgy oldalról fogják a bugát is kihúzni. A kemence kihasználási tényezője 67% lesz.

A kemencék a hengersortól 31 m távolságra fekszenek. A sor előtt 2 m-re egy 11,5 m hosszú gáztüzelésű hőkiegyenlítő kemence nyer elhelyezést. Ez a kemence hivatott biztosítani a bugák teljes hosszában az egyenletes hőt. Az alagút kemencének még az is





1. ábra

előnye, hogy benne tartózkodhatnak a bugák méret beállítás, valamint kisebb üzemzavar elhárítása alatt. A jövőre annak lehetőségét is meg kívánják teremteni, hogy egy hegesztőgép beépítésével a bugák a hengerléshez végteleníthetők legyenek. Az alagút kemence és a sor közé megfelelő hely biztosítása révén a hegesztés előtt szükséges vágáshoz ollók utólag beépíthetők. A kemencék elrendezése olyan, hogy az alagút kemence a hegesztéshez 38 m hosszúra átépíthető. (Elrendezés az 1. ábrán b-vel jelölt részen látható.) A buga végtelenítéssel a meddő idő 15%-kal csökkenni fog, a kihozat pedig 2%-kal javulni.

A két kemencés elrendezés és a két eres hengerlés lehetővé teszi, hogy az egyik érben 10 mm-es ∅-jű a

másikban esetleg 12 mm-es ∅-jű rúdacélt hengereljenek, de épp így egyszerre hengerelhető 10 mm-es ∅-jű rúd mellett pl. 30 × 30 × 3 L-acél is. A két kemencés elrendezéssel és a két eres hengerléssel még azt is el kívánják érni, hogy szükség esetén két féle anyag minőség is hengerelhető legyen. Az üregezést úgy tervezték meg, hogy mindkét szelvényhez azonos méretű kiinduló buga szükséges. Az L-acélnak és a köracélnak egyidejű hengerlése a kikészítőt tehermentesíti, mivel a köracélnak kisebb a kikészítési igénye az L acélnál s így az L acélt nem kell a kikészítés előtt rakásolni.

A hengerlés tengelyének mindkét oldalára egy-egy 131 m hosszú gereblyés hűtőpad épül, mely előtt 35 méterre van a fékpálya, hogy a 15 m/sec hengerlési sebesség lefékezhető legyen.

A hengerléskor vett ellenőrző próbák továbbítására egy pneumatikus csőpostát szerelnek fel, mely a próbákat a hengersortól 2600 méter távol levő laboratóriumba továbbítja. A csőposta kihasználása biztosított, hiszen 600 000 t évi hengerelt áruból 120 000—150 000 db próba vizsgálatára számítanak. A vizsgálatokat éjjel-nappal gyorsan kell bonyolítani, hogy a hengereltáru még a kikészítés alatt felszabadítást nyerjen s az azonnali szállítást ne gátolja.

A hengersor gazdaságosságának ellenőrzésére ellenőrző és mérőműszerek szolgálnak. A kb. 3 kilométerről érkező bugákat egy 100 t-ás vágány mérlegen mérik. Minden egyes bugát egy folytonosan mérő regisztráló mérleg mér meg továbbá mérlegek a gyűjtőágyakban, a hűtőpad mögött az ollóknál és a szállításnál nyertek elhelyezést. Minden energiát az érkezési helyeken regisztrálva mérnek.

A karbantartás érdekében a legmesszebbmenő egységesítést kívánják meg. Így az összes vízszintes hengermeghajtó motor egy típusú, de ugyanígy a függőleges hengerek motorjai is. A hengerátmérő csak kétféle méretű, éspedig az előnyújtóé 380 mm ∅-jű, a kész soré pedig 320 mm ∅-jű. A tartalék alkatrész a hengersor 10%-ában nyert megállapítást. A hengercsere előkészítéshez tartalék állványok szolgálnak.

A leírás alapján látható, hogy a szelvények jól átgondolt szűkítése rendkívül megnövelte a hengersor teljesítőképességét. A háború után az irodalomban leírt új finomsorok teljesítőképessége megközelítőleg sem éri el az itt közölt számokat. A rajzból látható hét előnyújtó s nyolc készállvány mindössze maximum 15 szúrást tesz lehetővé, ami igen nagy fogyásokat jelent. Az utóbbi időben leírt sorok újabban a szúrásszám növelése mellett tanúskodnak, amit a feldolgozó ipar által mindjobban követelt tűrésmező szűkítés indokol. Az utóbbi évek csehszlovák gépiparának teljesítménye amellett tanúskodik, hogy a hengersor gondos kivitele a nagy nyomások okozta hengerkopás és a tűrés mezőszűkítés kívánalmainak is megfelelő berendezést fog az ipar részére építeni.

Á. F.

Könyvismertetés

Dr. Ing. Werner Heiligenstaedt : **Ipari kemencék hőtechnikai számításai.** Németből fordították *Dr. Bauer Alfréd* és *Mészáros Gyula*. A szöveget ellenőrizte Molnár Gyula. Műszaki Könyvkiadó kiadása Budapest, 1958. 456 oldal, 152 ábra, 166 táblázat. A könyv eredeti címe : Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen. Verlag Stahleisen m. b. H. Düsseldorf 1951.

Örvendetes tény, hogy a tüzeléstechnikai irodalomból jól ismert német szerző igen értékes könyvei közül egyiket magyar fordításban is láthatjuk, s így azt az ipari kemencékkel foglalkozó hazai szakemberek eddiginél szélesebb rétege használja. A szerző német nyelvű eredetiből eddig is ismert műve lényegében tüzeléstechnikai alapismereteket, majd erre alapozva az ipari kemencék hőtechnikai számításainak alkalmazását tartalmazza azzal a céllal, hogy a kemenceépítés és -működtetés gyakorlata számára hasznos ismereteket összefoglalja és feldolgozza.

A mű szerkezeti felépítésében két főrészre oszlik. Az első gondos válogatásban adja a tüzeléstan elméletének azokat a részeit, melyek a kemencékkel kapcsolatos számításokhoz szükségesek, míg a második rész ezeket a számításokat a különféle kemencetípusokra mutatja be. Az előbbi rész 9, az utóbbi 8 fejezetben, valamint számos alfejezetben tárgyalja az anyagot és 53 számpéldán keresztül mutatja be az elmélet egyszerű, logikus, gyakorlati alkalmazását. A fejezetek helyes elvi sorrendben követik egymást, így a könyvben könnyen lehet tájékozódni, amelyet a részletes tartalomjegyzék, a kissé szűkre szabott tárgymutató és a példák jegyzéke is elősegít. A szakterületben jobban elmélyülni kívánók részére kellő tájékoztatást nyújt a könyv végén elhelyezett, és fejezetenként csoportosított irodalomjegyzék, mely összesen 73 forrásmunkát jelöl meg.

A mű fejezetenkénti ismertetése, valamint a vonatkozó észrevételek a következők :

A rész

I. fejezet. „A hőenergia és a hőtechnikai alaptörvények" címmel a hőenergia fogalmát, mértékegységét, az anyag hőtartalmának meghatározását tárgyalja a hőmérséklet, fajhő és anyagmennyiség összefüggése alapján, valamint megemlíti a hőtechnikai számítások alapjait képező hőállapot és hőmozgás törvényeit is.

II. fejezet. A hőmérleget mint a számítások alapját ismerteti. Ezzel kapcsolatban részletesebben a hőkiadási tételekkel foglalkozik különös hangsúllyal a hasznos hő meghatározásának fontosságára és egyben ennek nehézségeire. Fentieknek s a hőmérlegegyenlet hőbevételi tételeinek tárgyalása után a hőmérlegegyenlet felállítása és részletes kidolgozása következik, majd a fejezet a tüzeléstechnikai hatásfokkal zárul.

Szükséges megemlítenem ennél a résznél a fordítással kapcsolatban néhány megjegyzést, melyek a könyv további fejezeteiben (pl. a nagyolvasztóról szóló részben) használt jelölésekre és kifejezésekre is érvényesek. A 17. oldalon a tüzelőanyag *„alsó fűtőértéke"* kifejezést használják a fordítók, a német kifejezés szószerinti fordításaként. A magyar műszaki nyelvben ez helyesen *„fűtőérték"*. Az ugyancsak szószerint fordított *„felső fűtőérték"* pedig *„égésmeleg"*, ez utóbbit a 22. oldalon a szerkesztő is megjegyzi. Ebből származik azután a félreértés, mely már a 22. oldalon is jelentkezik, ahol az *„alsó"* jelzőt elhagyva csak *„fűtőértéket"* említ a fordító. Célszerű lett volna továbbá az egyetemesen használt jelölések német indexeit is magyarra átültetni. Pl. az 1 számú egyenletben a Q_z (zuzammen) helyett $Q_ö$ (összes), Q_n (nützlich) helyett Q_h (hasznos) stb. Nem érthető a fűtőérték jelöléseként használt H_i indexe.

A III. fejezet. „Fűtőérték és hőtartalom" összevont cím alatt magában foglalja a szilárd, folyékony és gáz alakú tüzelőanyagok ismertetését, táblázatokba foglalva összetételüket és jellemzőiket, fűtőérték-számításukat, valamint azok égési egyenleteit. Ezekre épül az égéshez szükséges levegőmennyiség és az égéskor keletkezett füstgáz-mennyiség meghatározása. A kilángolási veszteség szemléltető tárgyalását, a tüzeléstani hatásfokot és a hőmérséklet-hőtartalom diagramokat találhatjuk még ezen a helyen.

A könyv értékét emelné, ha a fűtőolajokról és a földgázról bővebb ismertetést adott volna. A hőfok és hőmérséklet fogalmak felcseréléséből származik a 27. oldalon az a hibás fordítás, mely szerint „a *félgázt kereken* 1000 *C° hőfokon lehet tartani*".

A IV. fejezetben a vas- és fémkohászat, a tűzállóanyaggyártás, az üveg- és cementgyártás, a mészégetés és a vegyipar tárgykörébe tartozó egyes termékek gyártási eljárásainak szemléltetése és ezek hőfolyamatainak tárgyalása — különös tekintettel a hasznoshőre — ta-

lálható. A szerző ismerteti a hasznoshő meghatározásának különböző módjait, a kemencék betétanyagának és a kemencékben lejátszódó folyamatoknak függvényében.

V. fejezet. A tüzelőanyagok égetésének elméleti alapjaira támaszkodva, a szilárd tüzelőanyagok eltüzelésére szolgáló berendezésekről, a tűzterekről, valamint a gáznemű tüzelőanyagok elégetésére szolgáló égetőkről szól a fejezet. Ezen belül a vízszintes helyzetű síkrostéllyal való tüzelés, a lépcsős rostélyú félgáztüzelés, majd a gázégető típusok közül a vízszintes helyzetű párhuzamos vezetésű és a ferde nem párhuzamos vezetésű, az osztott lángú, a perdületes és az előkeveréses elégető berendezéseket ismerteti. Az anyag e logikus felépítése mintegy a fejlődést is vázolja, mely a lassan égető szerkezetektől a jól keverő, gyorsan égető szerkezetekig vezetett. Hiányossága ennek a résznek, hogy az olajtüzelésről és az ehhez tartozó olajégetőkről nincs említés, holott ezek jelentősége sem becsülhető le.

Az égetők méretezésének elvét tartalmazza a fejezet további része, mely azonban túl szűkszavú. A gyakorlat számára értékesebb lenne a könyv, ha erről nemcsak egy számpéldát mutatna be a szerző, hanem többféle számítási módszert legalább elvében ismertetne. Az olajégetőkről sajnos méretezési szempontból sincs említés.

Az égetők szabályozásáról, valamint az égetéshez szükséges kemencetér meghatározásáról szóló részt is ez a fejezet foglalja magában.

A fordítók végig az *égő* kifejezést használják a Brenner szó magyar megfelelőjeként, ami szószerinti fordításban helyes, azonban — még ha a gyakorlatban így is van elterjedve — műszakilag nem. A szerkezet, mivel maga nem ég, nem lehet égő, csak *égető*. Műszaki irodalmunk ma már inkább ezt a kifejezést használja, mely szerint gázégetőkről, olajégetőkről, szénporégetőkről stb. írnak. A lövettyűs égetőket pedig helyesebb injektoros égetőknek nevezni. Ez a megnevezés kifejezőbb és gyakoribb használatú.

A **VI. fejezet** a hőátadás alapfogalmait és fajtáit tartalmazza a következő részletezésben: 1. hőátadás érintkezéssel, 2. szilárd testek közötti sugárzással, 3. sugárzással, 4. világító láng hőátadása és 5. a teljes hőátadás. Ezen csoportosításon belül ismerteti a konvenciós hőátadás törvényszerűségeit csövekre, csatornákra, rácsozatokra, sík felületekre, kemenceterekre, golyókra és ömlesztett anyagokra. A hő szilárd testek közötti sugárzás útján való terjedését tárgyaló alfejezetben a vonatkozó elméleti anyag a szürke felületek közötti sugárzást adja, igen jól illusztrálva egy tolókemencében izzított buga sugárzási példájával. A gázsugárzással foglalkozó részhez hasznos lett volna egy kohászati vonatkozású példa kidolgozása is, hiszen ha elfogadjuk Schack állítását, mely szerint izzítókemencékben a hőátadás 54%-a közvetlen sugárzással történik, úgy a kohóipari kemencék egyrészében a gázsugárzás igen nagy jelentőségű.

A **VII. fejezet** a vezetéssel való hőátadást tárgyalja. A fejezet első része a hővezetés alapfogalmaira és alapképleteire építve a hővezetési tényezőkről, a többrétegű felületek mint pl. a kemencefalak hővezetéséről és a vezetéssel átadott hő mennyiségének különféle meghatározási módjairól ad tájékoztatást. A fejezet második fele a falveszteséggel foglalkozik.

Mivel a vezetéssel átadott hő mennyisége nagymértékben függ az illető anyag hővezetési-tényezőjétől, a gyakorlati felhasználás szempontjából helyes lett volna még több hővezetési-tényező adatot közölni és az összeállított — tűzálló építőanyagok hővezetési-tényezőit tartalmazó — táblázatban 1200 C° fölötti értékeket — a magnezit és krómmagnezit téglákra vonatkozóan — is megadni, még ha azok nem mindig pontosak is.

Igen tanulságosak a fejezet példái. Különösen hasznos a részletes és alapos falveszteségszámítás, melynek pontos, számszerű meghatározása egy-egy adott esetben mindig nehéz feladatot jelent.

A **VIII. fejezet** a hevítés folyamatáról szól. Az előbbi fejezetek mintegy megalapozták a kemence-betétanyagok melegítési folyamatának tárgyalását. A hevítés időtartamának és mértékének kiszámolására közölt elméleti számítás és grafikus módszer jól használható. Különösen hasznos, kohászati vonatkozású példáival a mozgó betétnek áramló gázban való felmelegítését ismertető rész.

A hőkicserélők számításának rekuperátorokkal foglalkozó része elméleti anyagban szűkölködik, s ez a VII. fejezet 4. pontjában lévő anyaggal csak részben magyarázható. A csöves rekuperátor két példájának egyike helyett célszerűbb lett volna egy más típusú pl. tüskés, vagy lemezes fémrekuperátor és ezenkívül esetleg egy téglakuperátor számításának bemutatása is.

A **IX. fejezet** a kemenceüzem és a kemenceépítés néhány különleges kérdésével foglalkozik. Így a gázok összetételének előmelegítés által való megváltozásával, az acél leégésével, védőgázok használatával, sugárzócsöves melegítéssel, nyomás- és huzatveszteségekkel.

A fejezet kétségkívül legújszerűbb része az izzítandó felület védelmét, tehát a revementes izzítást érintő „Sugárzó fűtőcsövek hőtechnikája" című rész. Természetesen figyelembe kell venni, hogy a könyv írásakor a vonatkozó kutatások még nem sok anyagot szolgáltattak.

Figyelemre méltó a diagramokkal és táblázatokkal gazdagított részletes számítás. Ez a fejezet értékes kiegészítője az elméleti résznek.

A mű második (B) része „A hőtechnikai számítások alkalmazása" címmel foglalja össze nyolc fejezetben a vonatkozó anyagot. Ebben a részben mutatkozik meg teljes egészében a szerző nagyfokú tárgyi ismerete és gyakorlati tudása. Gazdag műszaki tapasztalataiból merített hasznos gyakorlati tanácsai mindegyik fejezetben megtalálhatók.

Az **I. fejezet** az ipari kemencékről szól általános vonatkozásban. Az ipari kemencék alkalmazási területük és feladataik sokrétűségénél fogva igen sokfélék. Ezért nehéz egységes szempontok szerint a csoportosításuk és vitatható a csoportosítás alapját képező elvek megválasztása. A szerző a csoportosítást a felmelegítés célja és a betét fajtája szerint végzi. Ez utóbbi (szilárd, folyékony és gáz alakú betét) osztályozási elv, noha kifejező, kevésbé gyakori.

A kemencék szerkezetét befolyásoló tényezők összeállítása alapos.

A további tárgyalások alapjául a kemencefajták négy főtípusát választja a szerző, éspedig a láng-, a nagyterű-, az aknás- és dob kemencét. A fejezetben található még a hőfogyasztás számítása is.

A soron következő fejezetekben a szerző a különféle kemencékkel kapcsolatosan a működtetéshez és megitéléshez szükséges hőtechnikai számítások főleg elvi menetét egységes szempontok szerint ismerteti, utalva a mű elméleti részének megfelelő fejezeteire és azok pontjaira, illetőleg a vonatkozó képletekre. Egységes felépítésűek a következő fejezetek még abban is, hogy megadják az oda tartozó kemencék leírását és használatuk területeit is. A további anyag külön-külön ismertetése fejezetenként így szükségtelen.

A **II. fejezetben** a nyugvóbetétes lángkemencékre, a **III-ban** a mozgóbetétes lángkemencékre, a **IV-ben** az olvasztókemencékre, az **V-ben** a nagyterű-kemencékre, a **VI-ban** az aknáskemencékre, a **VII-ben** a forgódobos kemencékre vonatkozó ismertetések, alkalmazási területek, üzem közben lejátszódó főbb folyamatok, fűtési módok, különféle hőátadások, hőfogyasztás, hasznoshő, veszteséghő, teljesítmények, betétáthaladási időtartam stb. találhatók, az egyes kemencék jellegének megfelelő arányban és terjedelemben.

Külön említést érdemel a nyersvasgyártás kokszfogyasztásának meghatározását bemutató értékes számítási eljárás.

A **VIII. és egyben utolsó fejezet** a nagyolvasztó léghevítőjével, ezen belül a rácstéglák megválasztásával a léghevítő számításával, a hőátadással és a léghevítőnek gáztárolóként való használatával foglalkozik.

A könyv értékelésekor szólni kell annak nyelvezetéről is. Dicsérendő a fordítók igyekezete, hogy a szerző szabatos, szép stílusú fogalmazását hűen adják vissza. Ez általában sikerült is. Meg kell azonban említeni néhány műszakilag helytelen kifejezés használatát, ami részben a szerzőtől, másrészt a fordítóktól ered. Pl. magas hőmérsékletről és alacsony hőmérsékletről olvashatunk a 27., 33., 294., 311., 312., 373., 421. stb.

oldalakon, ugyanígy alacsony fenékteljesítményről a 311. oldalon, holott a hőmérséklet is és a fenékteljesítmény is kicsi vagy nagy. A hőfok- és hőmérséklet fogalmakat legtöbb helyen helyesen használják, de néhol hibásan. Így pl. a 244. oldalon hőfoknövekedés írt hőmérséklet növekedés helyett. A 265. oldalon pedig ez áll: „A kemence hőfoka 900", ami helyesen: „A kemence hőmérséklete 900°". A 278. oldalon a betét „kiszerelése" kifejezés áll. Noha ez a szó az utóbbi időben a közhasználatban nem éppen szerencsésen, de igen elterjedt — különösen az élelmiszeripar kedveli — ez esetben mégsem használható.

A Műszaki Könyvkiadót dícséri a könyv izléses, komoly és tartós kiállítása, mely utóbbiért különösen a könyvet gyakran kezükbe vevők lesznek hálásak.

Kár, hogy az oldalak feliratai néhány helyen helytelenek s így a tájékozódásban zavarólag hatnak. Pl. a 135. oldal élőfeje a 141. oldalig hibás, mert a „*Hőátadás szilárd testek közötti sugárzás útján*" helyett tévesen „*Hőátadás szilárd testek közötti érintkezéssel*" szerepel. Továbbbá a 448. oldal élőfeje: „*A nagyolvasztó léghevítője*" helyett „*Befejező megjegyzések*"-et kellett volna írni. Kisebb jelentőségű sajtóhiba például, hogy a 101. és 105. oldalak 10-nek vannak jelölve.

A könyv, bár elsősorban a gyakorlati szakemberek számára készült, az oktatás és kutató munka területein is eredményesen használható, mint ahogy a mű eredeti német kiadására, s a szerző több, hasonló tárgyú könyvére eddig is támaszkodtak.

A mű magyar nyelvű megjelentetése remélhetőleg hozzájárul az ipari kemencékkel foglalkozó szakemberek hőtechnihai ismereteinek bővítéséhez.

Farkas Ottóné

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

Konjunktúrajelentés a vaskohászati termékek iparának és kereskedelmének alakulásáról a kapitalista országokban 1958. II. felében

1958 II. felében a vaskohászati termékek ipari termelése és kereskedelme a Montánunió államaiban és Angliában az I. félévben uralkodó csökkenő tendenciát folytatólagosan megtartotta. Az Egyesült Államokban a termelés a II. félév folyamán 20—23%-kal emelkedett, az évi átlagtermelés azonban így is az 1957. évinél 27,5%-kal alacsonyabb.

Az 1958. évi termelési számok az 1957. évihez viszonyítva a következőképpen alakultak:

Nyersacéltermelés mill. t-ban	1957. év	1958. év	%-os változás
NSZK és Saar	28,0	26,2	— 6,4
Belgium	6,2	6,0	— 3,3
Franciaország	14,1	14,6	+ 3,5
Olaszország	6,8	6,3	— 7,4
Luxemburg	3,5	3,4	— 2,9
Hollandia	1,2	1,4	+16,7
Montán államok összesen	59,8	57,9	— 3,3
Anglia	22,0	20,0	— 9,1
USA	102,0	74,0	—27,5

Igen tanulságos megfigyelni, hogy az 1958. év elején kialakult amerikai recesszió a Montánunió államainak acéltermelésében nem éreztette olyan mértékben hatását, mint ahogy az várható volt. Ennek két magyarázata van. Az egyik magyarázat a szovjet, kínai és népi demokratikus országok vásárlásaiban keresendő. Tudomásunk szerint a kínai vásárlások elsősorban a német és francia acélipart érintették, bár nagyobbrészt angol közvetítőn keresztül. A másik ok az egyes országok belföldi acélfelhasználásának többé-kevésbé változatlan volta, ami az év folyamán ugyan nem mutatott nagyobb ingadozást, azonban a múlt évhez képest ez is csökkenő irányt mutat. A Montán államok rendelésállományának alakulását az alábbi táblázat szemlélteti:

	Belföldi rendelés	Rendelés a többi Montán államból	Rendelés harmadik országokból
	1000 tonnában		
1958. szeptember	1802	333	607
1958. október	2160	366	755
1957. október	2475	499	574

Az egyes országok belföldi acélfelhasználása mögött az európai gépjárműipar és ezzel összefüggésben az 1958. év folyamán emelkedő tendenciát mutató autóexport, a lakásépítkezések és a közszükségleti cikkek iránt mutatkozó változatlan kereslet található, nem szólva az állami beruházásokról. (Út-, vasútépítés stb.) Az USA-ban ugyanakkor az aránylag magasabb termelési számnak az a magyarázata, hogy a raktárkészletek egy részének felszámolását a III. negyedév közepéig lebonyolították és az acélfelhasználóiparok újból az acélműveket foglalkoztatják, ami természetesen a kapacitáskihasználás emelkedéséhez vezetett, az éves átlag azonban így is 6,6%.

A termelés tehát nem csökkent olyan mértékben, mint ahogy az várható lett volna. Ugyanakkor, ha megvizsgáljuk az árak alakulását, megállapíthatjuk, hogy az sokkal jobban tükrözi a recesszió hatását. A vaskohászati termékek árai 1958. év folyamán a következő táblázat szerint alakultak:

Áru neme	1958. I.	1958. XII.	%-os csökkenés
Betonacél	$ 86,—/t	$ 77,—/t	—10,5
Kereskedelmi acél	$ 105,—/t	$ 83,—/t	—21,0
I-U acél	$ 107,—/t	$ 84,—/t	—21,5
Durvalemez	$ 126,—/t	$ 84,—/t	—34,0
Hajólemez	$ 155,—/t	$ 104,—/t	—31,5

A finomlemez különböző fajtái kb. 20—25%-os áresést mutattak, a nemesacél kb. 20%-ot.

A fent felsorolt tények megállapítása után a vaskohászati termékek iparának és piacának további vizsgálatakor két tényezőt kell figyelemmel kísérni:

1. a recessziót és ezen belül az európai recessziót gátló és elősegítő tényezőket,

2. a világ acél külkereskedelmének alakulását különös tekintettel az egyes országok acélönellátásának fejlődésére.

1. Az USA-ból kiindult válság minden kétséget kizáróan átterjedt Európára is, amit bizonyít a termeléscsökkenés és az árak esése. Amerikai gazdasági körök véleménye szerint a konjunktúra emelkedés csak akkor várható, ha az amerikai vállalatok ipari beruházásokat foganatosítanak, ami azonban minden valószínűség szerint nem fog bekövetkezni. Állóeszközeiket és elsősorban gépi beruházásaikat valószínűség szerint nem fogják növelni. Az USA-ban a vas- és acéliparban a beruházások 1957-ről 1958-ra 1.84 Mrd $-ról 1.2 Mrd $-ra csökkentek és kb. ilyen az arány a gép, autó, és elektromosgépiparban is. Ezek a csökkentett beruházási számok terv szerint 1959-re csupán 1/2%-kal fognak emelkedni. Európában az összipari beruházásokra nézve az alábbi adatokat említhetjük meg:

Nyugat-Németországban az 1958 aug. havi beruházás az előző haviról 152 mill. dollárról 129 mill. dollárra, Angliában a II. negyedről a III. negyedre 129 mill. dollárról 119 mill. dollárra csökkent.

További recessziót elősegítő körülmény a gépjárműipar várható visszaesése. Híreink szerint az Egyesült Államok ipari körei 1959. évre tervbe vették a nagyteljesítményű kiskocsik gyártását s ezzel valószínűvé válik, hogy a nyugat-európai autó-export és ezzel kapcsolatosan a termelés is csökkenni fog. Azt a tényt is figyelembe kell venni, hogy a statisztika szerint az autófelvevő terület telítettséget mutat. Bár 1958-ban az európai autótermelés emelkedő irányzatot mutatott, mégis várható az elkövetkező évben a kereslet csökkenése.

Mint recessziót elősegítő tényezőt meg kell még említenünk az „olcsóbb pénzt", amely megjelölés elsősorban az USA $-ra vonatkozik. Az Egyesült Államok gazdasági körei megállapították, hogy a dollár vásárlóerejében inflációs jelenségek mutatkoznak, és mindent elkövetnek a folyamat megakadályozására, azonban pillanatnyilag eredménytelenül.

Fentiek alapján éppen a nyugati vélemény szerint konjunktúra emelkedés nem várható, a recesszió elmélyülését valószínűleg a következő tényezők akadályozzák:

a) A Szovjetunió, Kína és a népi demokráciák előreláthatólag nyugati vásárlásaikat nem fogják csökkenteni, miután a hosszúlejáratú tervek óriási beruházásokat helyeznek kilátásba.

b) A lakásépítkezések előreláthatólag hosszabb ideig — némi szezonális hullámzástól eltekintve — állandó szinten maradnak.

c) A vásárlóerő állandóan csökken a folyamatos inflatorikus hatások nyomán. Ugyanakkor majd minden ország csökkenti vagy leállítja a közszükségleti cikkek szubvencionálását, emelkednek a lakbérek, villany, közlekedés stb. A sztrájkok ezt a folyamatot némileg korrigálják és a sztrájkok eredményeként bekövetkezett béremelések a vásárlóerőt egyelőre nem csökkentik olyan mértékben, mint ahogy azt az előbb kifejtettük.

A tartós fogyasztási cikkek iránti kereslet csökkenése sem várható, miután ez függ a hitel-vásárlási lehetőségektől.

2. Miután a konjunktúra fokozódása, sem további komolyabb hanyatlása a fent felsoroltak alapján nem várható, — mégis avval kell számolni, hogy a vaskohászati termékek árai további csökkenő tendenciát fognak mutatni a következő okok miatt.

A világ össz- acéltermelésének csupán kisebb hányada képezi export tárgyát. Igy pl. az USA összacéltermelésének csak 5%-át exportálja. Jelen tanulmányban ismertetett Montánunió államok rendelésállományáról szóló kimutatás szerint átlagosan acéltermelésük 30%-át exportálják harmadik országok felé. Tehát a világ acéltermelésének ez a hányada alakítja ki világpiaci, illetve export-árát. Ennek az áralakulásnak a vizsgálatához elsősorban figyelembe kell venni, hogy mindig több és több ország válik vaskohászati termékekben önellátóvá. Az egyes államok arra törekszenek, hogy importjukat a lehetőség szerint csökkentsék. Ennek következtében természetesen az exportárra legnagyobb befolyással bíró tényező: a kereslet mindjobban csökken és ez az árak lemorzsolódását is maga után vonja. Példa erre, hogy Indiában a Bhilai és Rourkela-i acélművek 1959 elején megkezdik működésüket, Ausztrália, Argentína, Brazília, Spanyolország építik acélműveiket.

A kereslet további csökkenését előidézik a gazdaságilag elmaradott országok importkorlátozásai is, melyek ezen országok anyagi helyzetének függvényei.

Következtetés

A fent elmondott tényezők nagyjában a következtetést is magukban foglalják. Tekintettel arra, hogy konjunktúra emelkedés nem várható, sőt némi depresszióval kell számolni, a vaskohászati termékek termelése világviszonylatban csökkenni fog. A termeléscsökkentést elsősorban a harmadik országokból származó kereslet csökkenése idézi elő.

Az árak további lemorzsolódásával is számolni kell. Itt megjegyezzük, hogy a betonacél ára 1958 végén $ 77,—/t volt, ugyanakkor 10 éven belül 1950-ben a legalacsonyabb ár $ 52,—volt, tehát további áresést látszat szerint a betonacél önköltsége elbír. Figyelembe kell venni azonban, hogy az elmúlt időszak alatt a munkabérek és a rezsi emelkedett.

A durvalemez, rúd- és idomacélok árai valószínűleg az önköltséghez közelednek. Ennek egyik konkrét jele, hogy az egyik nyugatnémet acélmű durvalemez termelését felére csökkentette, mivel annak gyártása a jelenlegi világpiaci ár mellett nem gazdaságos. Ezekben a cikkekben további árcsökkenéssel lehet számolni.

A finomlemez különböző fajtáiban az európai piacon ugyancsak további árcsökkenés várható, egyrészt a korábban említett autóipari export és termeléscsökkenés alakulása miatt, másrészt pedig azért, mert tudomásunk szerint az Egyesült Államok is belépett a finomlemezt exportáló országok sorába, ahol pedig az ár kb. 25%-kal alacsonyabb az európai árnál és várható, hogy ez a verseny az európai árakat le fogja törni.

A csőgyártással és kereskedelmével külön tanulmányban fogunk foglalkozni.

Kajtár Sándorné

A kohóalumíniumtömbök új alakja

Az Alumínium Ltd., a legnagyobb kohóalumíniumtermelők egyike, közli, hogy a jövőben az átolvasztásra szánt fémet teljesen újszerű egymásbafonódó tömbalakban fogja szállítani, amely mind a szállításkor, mind a feldolgozáskor több biztonságot nyújt, kezelése könnyebb és gyorsabb.

Ez az új tömbalak beható fejlesztési vizsgálatok és kísérletek eredménye. A cél az volt, hogy a tömböket a feldolgozás szükségleteihez igazítsák. Az új alakú tömböt kísérletképpen már megküldték a legkülönbözőbb szállítási feltételek mellett több rendeltetési helyre, többek között németországi és olaszországi cégeknek is.

Ennek az új tömbalaknak előnye abban rejlik, hogy az egyes tömbök a szállításkor a tér három irányában egymásbafonódnak s ezáltal akkor is szilárdan állanak, ha az acélköteléket róluk eltávolították. Egyes tömböket minden további nélkül ki lehet belőle emelni. Az Alumininium Ltd., egyik nagy üzemében már gyártják ezeket a kb. 22,5 kg súlyú új tömböket, de a társaság más kohói szintén az új alakra rendezkednek be.

Az új alakú tömböknek az elnevezése *Alcan Tri-Hok-tömb.*

Az Alumínium Ltd. szerint az új alumíniumtömb alaknak az előnyei a következők:

1. Biztonság. A tömböket mind az üzemben, mind a raktárban egészen hatszoros réteg magasságig fel lehet állítani anélkül, hogy leesés veszélye fenyegetne.

2. Egyszerűbb szállítás. Az újfajta tömbkötegelés a szállításkor fellépő lökéseket háromszoros biztonsággal viseli el, mint másfajra kötegelés. Azáltal, hogy a kötegnek a csomói egymásbafonódnak, a szállítás alatt egyetlen tömb sem eshet ki. Az új alak kitűnően alkalmas hajón való szállításra is. Eddig az volt a szokás, hogy a tömbkötegeket a hajótérben kinyitják és a tömböket egyesével helyezik el. Most azonban az újfajta tömbkötegeket szétnyitás nélkül el tudják helyezni és ennek megfelelően a kirakodás is lényegesen gyorsabb.

3. Gyors és egyszerű kezelés az üzemekben. Az új alak révén a kötegek mindig szilárdan állnak, ezeket darukkal fel tudják emelni, minden különleges kötelék segítsége nélkül.

NE-METALLE 1959. I. 13.

dr. Nagy

A Szovjetunióban végzett újabb kutatások eredményeképpen eddig nem ismert telepeket tártak fel.

Alaszkán nagy arany és higany telepeket találtak. Georgiában az eddigi megállapítások szerint a világ legnagyobb gyémánt mezejét fedezték fel, ez túlhaladja a délafrikai gyémánt mezők vagyonát is.

Az eddigi kutatások azt bizonyítják, hogy a Szovjetunió néhány természeti kincsben a világon az élen halad.

A világ kőszén készletének 57%-a,
a világ vasérc készletének 25%-a,
a világ mangánérc készletének 90%-a a Szovjetunió területén van.

Ch. Ztg. 1958. 21. sz. *K. A.*

Párizstól keletre eddig két eredményes olajfúrást mélyítettek. Újabban ugyancsak 35 km-rel keletre egy harmadik fúrás is eredményes.

Ch. Ztg. 1958. 21. sz. *K. A.*

Norvégiában a Mosjö-i alumínium r. t. alumínium kohója, amely a sarkkörtől délre 70 km-re épült meg, már üzemben van, s remélték, hogy 1958. év végére a 17 000 t termelést el fogják érni. A sarkköri kohó üzembehelyezésével, Norvégia évi alumínium termelése eléri a 130 000 t-t. A szükséges timföldet egyelőre Franciaországból és a Köln melletti Martinswerkből szerzik be.

Ch. Ztg. 1958. 21. sz. *K. A.*

A Szaharában az eddig mélyített kutak olajhozama állandóan nő. A Földközi tengerhez két olajvezeték megépítését határozták el. Terv szerint a két vezetéknek 1960-ra kell elkészülnie, amikor évenként 8 millió tonna olajat fognak azokon továbbítani. A következő program a két vezetéken újabb szivattyú állomások létesítése és kiegészítő vezetékek építése, amely munkálatokkal 1965-re kívánnak elkészülni. Ekkor már évenként 25—30 millió t szállítására rendezkednek be, amikor is az addig importra szoruló Franciaország, exportálni fog olajat.

Ch. Ztg. 1958. 21. sz. *K. A.*

Kínában sok feltárt rézérctelep van. A feldolgozáshoz két régi település van, amelyet 1953-, illetve 1957-ben korszerűsítettek, továbbá megkezdették két új üzem építését. Mindez azonban kevés, az ország szükségletének kielégítéséhez. Mint ismeretes a kőszéntermelésre, az olajbányászatra, s a nyersvas gyártásra egészen kis üzemeket létesítettek. A rézkohászatban is 1958 első 9 hónapjában Secunanan és Jünnan tartományban 1300, illetve 1600 törpe rézkohót építettek. Remélik, hogy 1958. év második felében elérik a félmillió t tiszta réz termelést.

Terv szerint 1962-ben 100—120 000 t alumíniumot fognak termelni. Hírek szerint a Szovjetunió olyan eljárást bocsátott rendelkezésükre, amellyel kisebb üzemek is gazdaságosan tudnak termelni.

Bauxit kincsük a világon a második helyen áll. Timföldiparuk bázisa biztosított.

Finnországban Askola környékén jó minőségű, nagy mennyiségű uránércre bukkantak, amelynek kibányászását már meg is kezdették.

Ch. Ztg. 1958. 22. sz. *K. A.*

Kamerunban néhány évvel ezelőtt megindult az alumíniumipar fejlesztése. Edea-ban 1957-ben gyártották az első alumínium tömböket, s 1958-ban valószínűleg elérik a 33 000 t-t. A telep utolsó lépcsőjének befejezése után, — ami néhány év múlva lesz — elérik az évi 45 000 t termelést. Energiával bőven el vannak látva. A kohó befejezése után, hengerművet is kívánnak építeni.

Kanadában az utóbbi években gazdag vasérc előfordulásokat tártak fel, úgy hogy 1955-ben a világ termelésében már a nyolcadik, s 1956-ban a negyedik helyen állt az USA, a SZU s Franciaország mögött, 1957-ben az ország 20 millió t vasércet termelt, a világ termelésének 7%-át. Kanada vasérc termelésének több mint 60%-át az USA veszi át. A kanadai vasérctelep ezer km hosszan nyúlik el, s óvatos becslés szerint az érc vagyon eléri a három milliárd tonnát.

Ch. Ztg. 1958. 23. sz. *K. A.*

Francia Guayanában a tengerpart közelében nagy kiterjedésű bauxit telepet találtak. A fúrásokból arra következtettek, hogy kb. 50 millió t bauxit lesz kitermelhető. A Kaiser Aluminium Co fogja a bányászást végezni.

Ch. Ztg. 1958. 23. sz. *K. A.*

Guineából a német alumínium ipar terjeszkedéséről érkezett hír. A Fria, Comp. Internationale pour la Productione de l'Alumine-ben eddig az Olin Corp (USA) 53,5%-kal, a Péchiney és Ugine társaság (Franciaország) 26,5%-kal, a British Alum. Co. 10%-kal (Anglia) és az A. G. Chippis (Svájc) 10%-kal részesedett.

Hosszas tárgyalások után a Vereinigte Aluminium Werke (NSZK) részt vállalt a társaságban. Hírek szerint 5% a részesedése, amelyhez az USA 3,5%-ot, s a francia csoport 1,5%-ot adott le.

Ch. Ztg. 1958. 24. sz. *K. A.*

A törökországi Karabükben levő acélmű 250 000 t/év termelését 600 000 t-ra növelik. Ennek érdekében a meglevő négy SM kemence befogadóképességét megnövelik és koksz kemencegáz és olaj vegyestüzelésre állítják át. Ezen felül két új 150 t-s SM kemencét is építenek, továbbá egy 1000 t/napi termelésre méretezett nagyolvasztót is. A termelés növekedésnek megfelelően építik át a segédberendezéseket is. Ezek között épül egy keverő kemence és egy dolomitüzem is.

St. u. E. 1959. 2. sz. *Á. F.*

A Szovjetunióban a Katyar tótól északra Kazaksztánban több milliárd tonna nagy Fe tartalmú, kiváló ércet találtak. Ez már Kazaksztánban a második nagy érclelőhely. A 7 éves tervben egy ércdúsítóművet építenek. A bánya termelését 21 millió t/évre fogják fokozni.

St. u. E. 2. sz. 1959. *Á. F.*

Krasznojarszki kerületben Kokuj vidéken 6—700 millió t-ra tehető széntelepet találtak. Ugyanebben a körzetben a geológiai kutatások vasérc, bauxit és magnezit telepeket is megállapítottak.

St. u. E. 1959. 2. sz. *Á. F.*

November 22-én a **magyaróvári timföldgyárban** új üzemrészt indítottak be, a bauxit feltárását az eddigi szakaszos módszer helyett folyamatosan végzik. Magyarországon eddig folyamatos üzemű feltárás nem működött. A tervezésnél felhasználásra kerültek a rendelkezésre álló szovjet tapasztalatok. Az új üzemrész megindulása a magyar timföldgyártás számára új távlatokat nyit meg.

B. I.

Oxigénes acélgyártás 1960/61. évben az eddig ismert tervek alapján a következőképpen fog alakulni 1000 t-ban:

Japán	5780	Argentina	600
USA	4572	Délafrika	544
NSZK	2507	Spanyolország	510
Anglia	2360	Filippi szig.	400
Ausztria	1790	Svédország	400
Kanada	1045	Franciaország	320
Brazilia	1000	Norvégia	300
India	670	Portugália	250
Olaszország	670	Finnország	150
Hollandia	650	Összesen ...	24 518

St. u. E. 1959. 2. sz. *Á. F.*

Lengyelország acéltermelése 1958-ban 5,6 millió tonnára tehető. Az acéltermelést 1965-re 8,6 millió tonnára fogják fokozni. A hengerelt acél termelés ugyanez idő alatt 3,7 millió tonnáról 5,6 millió tonnára fog növekedni. A beruházások zöme Nowa Hutára és a Varsó-i nemes acélműre jut.

St. u. E. 1959. 2. sz. *Á. F.*

Francia Egyenlítői-Afrikában Moanda vidékén Francevilletől észak-nyugatra fekszik a világ legjelentősebb mangánérc előfordulása. Az érc 40—50% fém mangán tartalmú. Becslés szerint 150 millió t piacképes érc a felkutatott ércvagyon. Évi 500 000 t nagyságrendű bányászattal számolnak. A bányanyitás érdekében 25 milliárd francia frank beruházásról szóló terveket készítettek. A világforgalomba való bekötéshez 400 km-nyi légvonaltávolságot kell a Guineai öböltől délre az Atlanti-óceán partján fekvő Pointe-Noire-ig áthidalni. Itt egy kb. 200 ezer t/év nagyságrendű ferromangánt termelő nagyolvasztóművet szándékoznak telepíteni 5,9 milliárd francia frank tőkével.

St. u. E. 1959. 2. sz. *Á. F.*

Vaskohászati folyóiratfigyelő

1. Történeti és általános vonatkozások. Oktatás

Herwig, R.: **A kézműves kovácsipar a Lehn—Lill körzet középkori gazdasági életében.** Stahl u. Eisen, 1958. szept. 18. 1332—1337. old.

Wynne, E. J.—Tylecote, R. F.: **A kezdetleges vaskohászat kísérleti tanulmányozása.** J. Iron Steel Inst. 1958. dec. 339—348. old.

Szovjet és angol acélkutatók cserelátogatása. Iron a. Coal, 1958. dec. 19. 1469. old.

2. Tüzelő- és tűzállóanyagok. Tüzelések

Schuerman, R.—Neste, J. V.: **Thomas-konverter fenekének ki nem égetett tűzálló bélése egy francia üzemben.** Stahl u. Eisen, 1958. szept. 18. 1308—1313. old.

A fenék tartóssága 30% oxigénnel dúsított fuvatás mellett 36-ról 80 adagra nő, ha a kemencében már elhelyezett bélést könnyűolaj égőkkel égetik ki. Célszerű a nyers bélést több hétig öregíteni. A döngölőmassza összetételének és készítésének ismertetése.

Balabanov, V.: **Ipari kemencék alapozása.** Hutnické Listy, 1958. nov. 984—987. old.

A kemencealapok tervezésekor figyelembe kell venni a hőmérsékletelosztást. Nem tanácsos közönséges betont használni ott, ahol a hőmérséklet nagyobb 250—300 C°-on.

Új irányzatok SM-kemencék tüzelési gyakorlatában. Blast Furn. Steel Plant, 1958. ápr. 389—390. old.

Parma, V.: **Az égés szabályozásának problémája SM-kemencékben.** Hutnické Listy, 1958. nov. 979—983. old.

Dekanovsky, A.: **A láng porlasztása SM-kemencékben.** Hutnik, Praha 1958. okt. 329—355. old.

Schicke, H.: **Eredmények SM-kemencelángok sugárzásának mérésével.** Neue Hütte, 1958. okt. 622—629. old.

3. Energiagazdálkodás. Gépesítés

Moll, G.: **Üreges elektródák ívfényes kemencékhez.** Stahl u. Eisen, 1958. szept. 18. 1341—1342. old.

Bogert, W. M.: **Transzformátorok elektrokemencékhez.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. ápr. 377—378. old.

Askaugh, E. G.: **Ívfényes kemencék transzformátorainak megválasztása, figyelembe véve a karbantartást.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. máj. 478—481. old.

Kolarz, B.: **Gáztüzelésű tolókemencék automatizálása és gépesítése.** Hutnik (Praha), 1958. okt. 337—340. old.

4. Ércelőkészítés

Magánjáró zsugorított elegy gyártása. Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. ápr. 373—375. old.

Fastje, D.: **A Krupp—Renn eljárás Németországban.** Iron a. Coal, 1958. nov. 21. 1223—1225. old.

Sauberlich, K.—Zwade, W.: **Érc-mész-koksz-brikett nagyüzemi gyártása és kohósítása.** Neue Hütte, 1958. okt. 594—602. old.

A kisüzemi kísérletek eredményei. Az érc-mész-koksz-elegyek brikettezése hengerpréssel. Kísérleti és nagyteljesítményű berendezések. Költségösszehasonlítás. A brikett nagyüzemi kohósítása. Az eljárás jövő kilátásai.

Berger, J. A.—Klinvex, S. H.: **A zsugorított vasércek elemzésével kapcsolatos problémák.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. júl. 698—704. old.

Heynert, G.—Schürmann, E.: **A vasércek redukálásának szempontjai és kísérletei.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1493—1505. old.

5. Nyersvasgyártás

A szovjet nagyolvasztó gyakorlat. J. Metals, 1958. nov. 721—723. old.

Sapolapov, M. A.: **Oxigénnel dúsított fúvószél használata a szovjet nagyolvasztókban.** Hutnické Listy, 1958. okt. 872—878. old.

Az öntödei nyersvas esetében 27%-os, Martin-nyersvas használatával 25%-os oxigénes dúsítás a kohó termelését azonos tüzelőanyagfogyasztás mellett 20, illetve 14—15%-kal növelte.

Malcor, H.: **A nemzetközi alacsonyaknás kohó öt évi kísérleti működése.** Iron a. Coal, 1958. dec. 26. 1507—1515. old.

A berendezés nem bizonyult ugyan olyan sikeresnek, mint azt eleinte remélték, pl. nem tud nagy mennyiségben gazdaságosan feldolgozni finom érceket és finoman megoszló tüzelőanyagot, az eredmények mégis igazolják a kísérletekre fordított kiadásokat.

Struve, G.—Ebert, R.: **A nagyolvasztókban és alacsonyaknás kohókban végzett közvetett redukálás számítása.** Neue Hütte, 1958. okt. 602—607. old.

A közvetett redukció számítására nincs megfelelő módszer. Különféle karbonátok disszociációs hőmérsékletének meghatározása. A darabnagyság és a hevítési sebesség hatása a karbonátok bomlására. Új számítási képlet felállítása és használata.

"Strategis-Udy" közvetlen vasredukáló eljárás. Iron a. Coal, 1958. dec. 19. 1463—1467. old.

Az elektromos ívfényes kohó használata az ércnek fémvassá való redukálására jólismert kohászati eljárás, és a forgókemencék használata (mint pl. a Krupp—Renn eljárás esetében) egyre ismertebbé válik. Amerikában egy olyan prototípus üzemet indítottak meg, amely a két eljárást kombinálja. Részleges redukálást biztosítanak a pörkölő kemencében, tüzelőanyagul CO-t tartalmazó gázt használnak. A gáz az elektrokemencéből származik, amelyben a redukálást befejezik.

Cavanagh, P. E.: **Közvetlen vasére redukálás.** J. Metals, 1958. dec. 804—809. old.

A nagyobb beruházási költségek, a finom ércek egyre fokozódó felhasználása és az ócskavasárak növekedése miatt ismét foglalkoznak a vasércek közvetlen redukálásával. Az eljárás eszközei sokat fejlődtek, sok helyen már folyamatos üzemben vannak, és ez a jövő fejlődési iránya is.

Wendel, E.: **Titánt tartalmazó vasércek feldolgozása a nagyolvasztóban.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1603—1605. old.

Titánt tartalmazó ércek kohósítása. Iron a. Coal, 1958. dec. 5. 1359—1361. old.

6. Acélgyártás

McCutcheon, K. C.: **SM-üzemek a Szovjetunióban.** J. Metals, 1958. nov. 724—726. old.

Kodrle, L.: **Az előfrissített nyersvas hatása az acélműi kemencék teljesítményére.** Hutnik (Praha), 1958. nov. 363—368. old.

A forrószeles kupoló helye az acélgyártásban. J. Metals, 1958. szept. 596—598. old.

Adabasjan, A. K.: **SM-kemencék boltozathőmérsékletének mérése fotoelektromos pirométer segítségével.** Neue Hütte, 1958. okt. 615—619. old.

Bardin, I. V.: **A SM-acélgyártás intenzívebbé tétele oxigénnel.** Hutnické Listy, 1958. okt. 863—868. old.

A Szovjetunióban általános gyakorlat a levegőt 25%-ig oxigénnel dúsítani. 25—35 m^3 oxigén/tonna acél a kemencék termelését 17—20%-kal növeli, a tüzelőanyagmegtakarítás 10—15%.

Metz, P.: **Kutatás a tiszta oxigénnek finomító eljárásokban való használatával kapcsolatban.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. okt. 1065—1069. old.

Dekanovsky, A.: **Az oxigénfelhasználás fejlődése a csehszlovák acélművekben.** Hutnické Listy, 1958. nov. 965—968. old.

Cuscoleca, O.—Rosner, K.: **Ötvözött acél gyártása LD-eljárással Ausztriában.** J. Metals, 1958. okt. 673—678. old.

LD-konverterben gyártott acélok a leglágyabb fajtáktól 1% C-tartalmú acélokig terjednek. A széles

skála egyik határa a mágneses lágyvas, a másik a gyengén ötvözött szerszámacélok.

Graef, R.—Bogdandy, L.: **A Rotor-acélgyártó eljárás fejlődése.** Iron a. Coal, 1958. nov. 14. 1151—1155. old.

Ujabb részleteket közöl a Rotor acélgyártás fejlődéséről. Különösen figyelemre méltó a konverter új szerelési módja, amely a bélés gyors javítását teszi lehetővé, továbbá a reakciósebesség szabályozásának lehetősége a füstgázok CO-tartalmának mérése által.

Kalling, Bo—Johansson, F.: **A Kaldo acélgyártási eljárás legújabb fejlődése és működési adatai.** Iron a. Coal, 1958. nov. 28. 1277—1285. old.

Hammerlund, P. E.: **A fürdő indukciós mozgatása villamos ívkemencében.** Hutnické Listy, 1958. okt. 868—872. old.

A kemencékben akkor érdemes a fürdőt keverni, ha kiváló minőségű, vagy ötvözött acélokat gyártanak. Kis kemencékben (5—10 tonnás vagy kisebb) nem érdemes ezzel az eljárással dolgozni.

Poboril, F.—Zezulova, M.: **Hozzászólás a nitrogénnel ötvözött Cr-Mn és Cr-Mn-Ni acélok metallurgiájához.** Hutnické Listy, 1958. nov. 969—979. old.

Laboratóriumi nagyfrekvenciás kemencében olvasztott adagokon kísérletileg megállapították, hogy a nitrogén megengedhető határértéke az, amely az adott összetétel egyensúlyának megfelelően oldható. Ennél nagyobb mennyiség hólyagokat és dúsulást okoz.

Leclerc, J.—Goureau, J.: **A kagylóátmérő és az öntési sebesség meghatározása mélyhúzásra szánt lapos, nem nyugtatott acéltuskók öntésekor.** Revue de Métallurgie, 1958. aug. 710—715. old.

Rellermeyer, H.—Hammer, R.: **Nem nyugtatott acél öntésének és dermedésének metallurgiai kérdései.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1505—1513. old.

Theis, A.—Nitschke, N.: **Kísérlet új hőtleadó anyaggal a tuskók tápfejtérfogatának csökkentésére.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 2. 1380—1383. old.

Aitken, A. I.—Fenton, G.: **Az Imatra-féle termites módszer tuskótápfejek melegítésére.** J. Iron Steel Inst. 1958. dec. 349—359. old.

7. Különleges eljárások. Porkohászat. Ferroötvözetek

Loria, E. A.: **A vákuumolvasztás áttekintése és értékelése.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. ápr. 379—384. old.

Miller, J. A.: **A vákuum-olvasztás tökéletesíti a hőálló ötvözetek precíziós öntését.** J. Metals, 1958. aug. 522—524. old.

Hőálló szuper-ötvözetek vákuumolvasztásának legújabb fejlődése. Iron a. Coal, 1958. nov. 21. 1233—1234. old.

Exoterm ferromangán. J. Metals, 1958. szept. 611—614. old.

A cikk ismerteti az exoterm ferromangán gyártását és a különféle üzemekben elért eredményeket.

Dvorak, F.—Cervinka, M.: **Aluminotermikus ferromangán.** Hutnik (Praha), 1958. okt. 346—352. old.

8. Acélok képlékeny alakítása

Wiesner, F.: **A hengerléselmélet fejlődése.** Hutnické Listy, 1958. nov. 987—990. old.

Hellebrand, L.: **Néhány megjegyzés a lemezhengerlés elméletéhez.** Hutnik (Praha), 1958. nov. 373—376. old.

Müller, H.: **Nemesacélok hengerlésének irányvonala.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1611—1613. old.

Matheai, A.: **Nomogramok a hengerlési erők számítására S. Ekealund egyenlete alapján.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 2. 1383—1389. old.

Diestel, P.: **Egy durvalemez hengersor szerkesztésének és működésének értékelése az üzemi eredmények alapján.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1536—1546. old.

Petrovits, N.—Billen, H. H.: **Új, teljesen folyamatos finomhengersor tághengerlési programhoz.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1546—1556. old.

Matthaei, H.: **Egy új durvalemez hengersor szerkezeti különlegességei.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1609—1611. old.

Feige, W.—Middelhaufe, P.: **Védőgáz használata hideg hengerműben.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1441—1448. old.

Pawlski, O.: **Erők számítása dróthúzáskor.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1471—1472. old.

Guyot, J.—Mercier, P.: **Az összenyomási folyamat lemezsajtoláskor.** Rev. Métallurgie, 1958. szept. 801—814. old.

Mélyhúzáskor nemcsak nyúló, hanem nyomó alakváltozás is folyik. Megfelelő eljárással meg lehet határozni és mérni a nyomásnak a lemezre való hatását.

Beck, G.: **Szerszámacélok termikus igénybevétele meleg zömítéskor és süllyesztékes kovácsoláskor.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1556—1563. old.

EGYESÜLETI HÍR

Egyesületünk Vaskohászati Szakosztályában működő Kovács-tagozat március 9-én tartotta szokásos havi összejövetelét. Ezúttal a korábbi évek folyamán a Szovjetunióban tanulmányúton járt kovácsüzemi szakemberek számoltak be arról, amit a Szovjetunióban látottakból üzemeikben megvalósítottak. Csepel Vas- és Fémművek Kovácsológyárának megbízottja az agregátban történő gyártásról, Ganz Vagon gyár megbízottja pedig a többüregben történő süllyesztékes kovácsolásról adott érdekes és részletes tájékoztatót.

Mindkét beszámoló a jelentős gazdasági eredményeket is ismertette, irányt mutatva azoknak az üzemeknek, amelyekben a kintlátottakból még kevés, vagy esetleg semmi sem került megvalósításra.

A beszámolókat élénk és pozitív vita követte, melynek során a szovjet hosszúlejáratú hitel keretében 1959. és 1960-ban beérkező 4 db nagyteljesítményű MAXIMA-sajtó telepítésének kérdése is szóbakerült. A nagyjelentőségű kérdésben nem jöhetett létre megegyezés, így a megjelentek azt javasolták, hogy a következő összejövetel alkalmával, április első hétfőjén, ez legyen a napirend egyetlen témája. Remélhető, hogy ezúttal ebben a fontos kérdésben egységes álláspont lesz kialakítható.

Latinák István

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1460 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

47331 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958 II. negyedévében

Alapanyagok és energiahordozók	Időszak	Országok														
		Magyarország	Szovjetunió	Csehszlovákia	Lengyelország	Német D. Közt.	Anglia	Ausztria	Belgium	Franciaország	Jugoszlávia	Német Szöv. K.	Olaszország	Svédország	Törökország	Egyesült Államok
Kőszén 1000 t	Április	208		2 149	7 767	233	17 192[2]	11,5	2413	4 783	102	12 476	59	27	...	28 586[4]
	Május	221		2 087	7 998	215	17 952	9,6	2329	4 426	91	12 308	60	29	...	28 984
	Június	212		2 130	7 369	249	20 519[3]	11,1	2105	4 785	92	11 770	57	24	325	32 438
	II. n. év	641		6 366	23 134	697	55 663	32,2	6847	13 994	285	36 554	175	80	...	90 008
	Havi átl.	214	40 800[1]	2 122	7 711	232	18 554	10,7	2282	4 665	95	12 185	59	27	...	30 003
Barnaszén és lignit 1000 t	Április	1752		4 681	576	17 768		536		187	1340	7 530	25		[5]	
	Május	1844		4 843	583	17 878		505		118	1235	7 234	31		...	
	Június	1703		5 001	598	17 792		485		156	1270	7 035	33		137	
	II. n. év	5299		14 525	1 757	53 438		1526		461	3845	21 799	89		...	[4]
	Havi átl.	1766	[1]	4 842	586	17 813		509		154	1282	7 266	30		...	
Földgáz millió m[6]	Április	32						66		73	4,2		422			18 777[6]
	Május	31						49		56	3,8		366			15 437
	Június	29						48		67	3,7		342			13 502
	II. n. év	92						163		196	11,7		1 130			47 716
	Havi átl.	31						54		65	3,9		377			15 905
Kőolaj 1000 t	Április	65			14,5			236		114	37	355	140		27,2	25 491
	Május	70			15,0			240		118	39	374	131		29,7	26 111
	Június	69			14,6			232		113	39	371	125		27,8	25 709
	II. n. év	204			44,1			708		345	115	1 100	396		84,7	77 311
	Havi átl.	68	9 000[1]		14,7			236		115	38	367	132		28,2	25 770
Vasérc 1000 t	Április	24[7]		230	182	110[8]	1 372[3]	307	8,1	4 982	156	1 066	101	1720	45[9]	3 045
	Május	26		224	189	118	1 101	292	7,7	4 699	178	1 074	111	1784	55	5 520
	Június	26		234	173	128	1 114	294	8,6	5 038	217	1 032	115	1438	56	8 248
	II. n. év	76		688	544	356	3 587	893	24,4	14 719	551	3 172	327	4942	156	16 813
	Havi átl.	25	7 200[1]	229	181	119	1 196	298	8,1	4 906	184	1 057	109	1647	52	5 604
Nyersvas 1000 t	Április	92		315	320	149	1 306[3]	156	448	1 030	65	1 635	173	139[9]	20,2	3 472
	Május	93		308	313	151	1 016	158	442	1 036	66	1 618	198	115	20,7	3 696
	Június	87		314	303	146	988	161	448	1 021	62	1 591	194	97	18,9	4 012
	II. n. év	272		937	936	446	3 310	475	1338	3 087	193	4 844	565	351	59,8	11 180
	Havi átl.	91	3 200[1]	312	312	149	1 103	158	446	1 029	64	1 615	188	117	19,9	3 727
Acél 1000 t	Ápr.	136		459	454	252	2 072[3]	199	496	1 251	103	2 154	535	216[3]	13,0	5 019
	Május	138		456	472	254	1 540	194	500	1 223	92	2 153	540	194	14,3	5 716
	Június	134		454	452	248	1 518	201	489	1 231	84	2 137	512	178	11,4	6 466
	II. n. év	408		1 369	1 378	754	5 130	594	1485	3 705	279	6 444	1 587	588	38,7	17 201
	Havi átl.	136	4 500[1]	456	459	251	1 710	198	495	1 235	93	2 148	529	196	12,9	5 734
Villamos energia, millió kWó	Április	503		1 553	1 878	2 760	7 960[2]	835	1021	4 929[10]	603	7 800	3 452	2278	164[11]	55 785
	Május	520		1 535	1 856	2 726	7 324	989	957	4 740	599	7 461	3 749	2349	173	57 528
	Június	498		1 514	1 765	2 702	6 793	955	949	4 743	560	7 197	3 765	2394	161	58 196
	II. n. év	1521		4 602	5 499	8 188	22 077	2779	2927	14 412	1762	22 458	10 966	7021	498	171 509
	Havi átl.	507	19 000[1]	1 534	1 833	2 729	7 359	926	976	4 804	587	7 486	3 655	2340	166	57 170

Megjegyzések:

[1] A Szovjetunióra vonatkozó adatok 1958 I. félévének havi átlagai.
A kőszéntermelés adata magába foglalja a barnaszén- és lignittermelést is.
[2] Észak-Irország nélkül.
[3] 5 heti termelés; a többi hónap adata: 4 heti termelés.
[4] Barnaszénnel együtt (részaránya kevesebb, mint 1%).
[5] Csak az állami bányák termelése (az egész termelésnek kb. 80%-a).
[6] Az egész termelésnek csak kb. 58—67%-á fedő adat.
[7] Csak a barnavasérc-termelés.
[8] A kibányászott érc mennyisége (az előző táblázatban a kibányászott érc fémtartalma szerepelt).
[9] Csak az állami bányák termelése (1957-ben az egésznek kb. 44%-a).
[10] Az egész termelésnek kb. csak 95%-át fedő adat.
[11] Az egész termelésnek kb. csak 90%-át fedő adat.

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Ipargazdaságtani Tanszékének közleménye.

Összeállították: *Szugonyh Zoltán* és *Varga Jenő* tanársegédek.

KOHÁSZATI *lapok*

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

5. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 5. SZ. 177—232 OLD. BUDAPEST, 1959. MÁJUS

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Balsay István: A rotoracélgyártás és jövőjének kilátásai, I. rész .. 176
Balázs—Paár: Berilliumbronz gyártása és felhasználása. II. rész .. 185
Szele Mihály: Alacsonyaknás kohók metallurgiája 193
Műszaki eseménynaptár 197
Pilissy Lajos: Pirometallurgiai keverőberendezések és azokkal szerzett hazai tapasztalatok 198
Tíz éves a Vasipari Kutató Intézet 204
Weigl Ernő: Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga 205
Horváth Aurél: A kokszoláskor lejátszódó néhány reakció termodinamikai vizsgálata 210
Aradi Antal: A halogénes kohászat egyes gyakorlati kérdéseiről .. 216
Gerencsér Pál: Tapasztalatok a Thylox gázkéntelenítő üzem beindításával kapcsolatban 220
Műszaki és gazdasági hírek 223, 226, 227
Egyesületi hírek 224
Fémkohászati folyóiratfigyelő 231

ÖNTÖDE:

Kálmán Lajos: A szovjet öntvénygyártás fejlődési arányai.. 117
F. Strek és J. Piszak: Az öntészet jelenlegi helyzete Lengyelországban 120
Radtke R.: Reveálló ötvözetek 127
Korszerű formázógépek az NDK-ban 131

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **5. szám** 1959. május

A rotoracélgyártás és jövőjének kilátásai I. rész

BALSAY ISTVÁN okl. vaskohómérnök

D. K. 669.18

Производство стали роторным способом и его перспективы.

Rotorstahlerzeigung und ihre Aussichten

The manufacturing of rotorsteel and its prospects

A technika történetében párját ritkítja az a tény, hogy két olyan nagyüzemi gyártási mód, mint a SM, illetve a hagyományos szélfrissítéses acélgyártás, majdnem egy teljes évszázadon át békésen egymás mellett tudott létezni és fejlődni. Ebben a körülményben nagy része volt annak, hogy egyrészt a kétféle acélgyártási mód nyersanyag bázisa, másrészt készacélterméke már eleve és igen egyértelműen meghatározta a gyártás, illetve a felhasználás feltételeit.

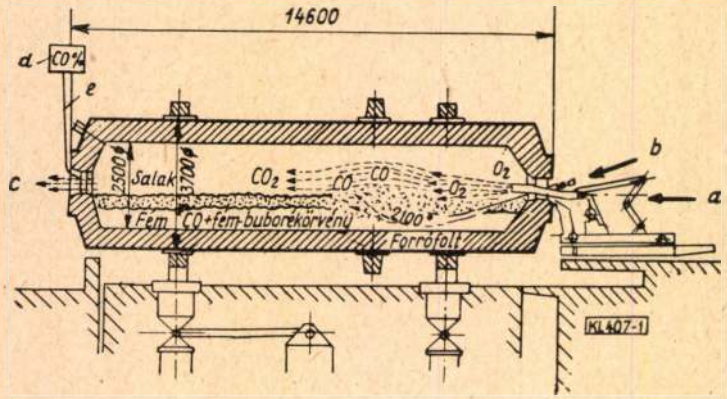
Ezt a békés együttlétezést a kétféle acélgyártási technológia között szükségképpen megbontotta az 50-es évek legelején az oxigénnek nagyvonalú bevezetése az acélgyártás folyamataiba, minthogy, amint a továbbiakban látni fogjuk egyre fokozódó mértékben elmosta a kötöttségeket a nyersanyagbázis, a beruházási és üzemköltségek, valamint az acélminőségek megválasztása tekintetében. Az évtizedes elhatároltságot tehát a fokozódó kötetlenség és a különböző acélgyártási technológiák területeinek fokozódó átfedései váltották fel. A legutóbbi évek fejlődése arra mutat, hogy nem egy tekintetben már most sincs különbség a SM-, az elektro-, az oxigénes szélfrissítéses-eljárások különböző válfajai között. Van ugyan példa arra, hogy a különböző acélgyártási eljárásokból kikerült acélokat a kemencén kívül sikerült némely tekintetben annyira uniformizálni, hogy amint az pl. a savas szintetikus salakkal dolgozó Perrin-eljárásban van, az acél egynémely lényeges tulajdonsága tekintetében — az oxid — és kénszegénységre, az orientált szilárdsági tulajdonságok megszüntetésére gondolok — nem lehet következtetni az eredeti acélgyártási módra. Ennek az eljárásnak bonyolultsága és költségessége miatt alig van kilátása az elterjedésére, de annál nagyobb jövője van azoknak az acélgyártási módoknak, amelyek az oxigén-nyújtotta magasabb égési-, illetve reakció-hőmérsékletek kihasználásával adnak gyorsabban: jobb és olcsóbb acélt. Az oxigén okozta forradalmi átalakulások kezdetén vagyunk még az acélgyártásban de a jövő fejlődésének néhány körvonala máris határozottan kirajzolódik.

Hogy a rotoracélgyártás jelenlegi helyzetét és jövőbeli kilátásait át lehessen tekinteni, szükséges, hogy műszaki gazdasági jellemzőit önmagukban és a többi acélgyártási módhoz viszonyítottan is szemügyre vegyük. Az csak természetes, hogy a meglevő, többi acélgyártási technológiával való összehasonlítást kell kiállnia a megitélésre alkalmas alábbi szempontok alapján:

1. Elsősorban a felhasznált nyersvas összetételében, de mennél több egyéb felhasznált anyagban is, nagy legyen a mozgási szabadság. Ideértem a hazai alapanyagok fokozottabb felhasználási lehetőségét, a különböző ércbázisokra való átállás rugalmasságát, ami a korszerű metallurgiára annyira jellemző és kívánatos is,
2. Az új eljárás gazdaságos legyen,
3. Az új eljárás folyamatos legyen, vagy ennek hiányában nagy adagsúlyokkal dolgozzék,
4. Az új eljárás fajlagos energiaszükséglete ne legyen nagy és aránylag olcsó energiahordozókból legyen kielégíthető,
5. A gyártott acél minősége legalább azonos legyen a SM-acéléval,
6. Az immissziós károk lehetőleg kicsik legyenek.

Ki kell emelnem, hogy a felsorolt szempontokból korántsem elegendő egyiket vagy másikat teljesíteni, tehát egymástól elkülönítve, hanem azoknak együttesen kell teljesülniök.

Valamennyi hagyományos acélgyártási módot, ideértve most már az LD-eljárást is ismertnek feltételezem, a rotoracélgyártásról a következőket kell tudni. A rotor olyan tűzállóanyaggal bélelt és hossztengelye körül percenként 0-tól 30-ig terjedő fordulatszámmal forgatható hengeres test, amelyben igen tág összetételi határok között folyékony nyersvasat a hagyományos konverterüzemhez képest szokatlanul nagy hulladékvas felhasználással lehet acéllá átalakítani. Alapelvében ugyan azonos, kiviteli módjában és üzemi viszonyaiban egymástól erősen különböző rotortípus van jelenleg Európában kialakulóban. Az egyik a nyugatnémetországi Oberhausenben dolgozik és feltalálójáról Graef-rotornak is nevezik, a másiknak a svéd Kalling professzor a feltalálója,



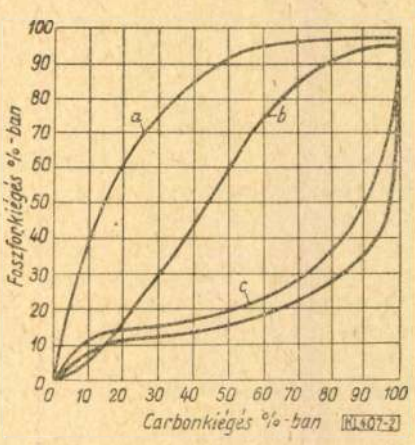
1. ábra. Graef-rotor elvi rajza és a frissítés sematikus ábrázolása
a szekunder O_2, *b* primer O_2 *c* füstgázok, *d* infravörös elemző, *e* a folyamatosan vett gázpróbák szondája

Domnarvetben van üzemben és a nemzetközi irodalomban mint Kaldo-rotor ismeretes.

A Graef-rotor szerkezeti felépítését és működési módját az 1. ábra szemlélteti. Az adag kezdetén a központos nyíláson keresztül berepítik a salakképzéshez, illetve a frissítéshez szükséges hozagokat, majd a sajátos Oberhausen-i viszonyok mellett a nagyolvasztóból egy közvetítő csatorna segítségével a folyékony Thomas-nyersvas befolyik a rotorba. A rotorban felhasznált oxigén mennyisége és minősége kétféle : a közvetlenül a fürdőbe vezetett, primér oxigén tisztasága legalább 96%-os, mennyisége pedig kb. egyötöde az összes felhasznált oxigénnek, míg a fürdő felszíne felett beáramló, négyötöd-résznyi szekunder oxigénnél megelégszenek a min. 76%-os O_2-tisztasággal. A nagytisztaságú, primér oxigént vízhűtéses fúvókán keresztül a fémfürdő felülete alá fújják be, a keletkezett CO-gázokat a szekunderfúvókán keresztül bevitt oxigénnel majdnem tökéletesen CO_2-dá égetik el és evvel biztosítják a szorosan vett kemence-munkatérben felszabaduló legértékesebb kalóriáknak olyan mértékű hasznosítását, amit más acélgyártási módok eddig el nem értek. A rotor acélfürdő-felületének nagysága és a SM-kemencére erősen emlékeztető méretarányai igen kedvező hőátadást biztosítanak az eljárásnak, amely 150 kg/t-ig terjedő ércnek vagy 350 kg/t-ig terjedő hulladékvasnak közvetlen készacéllá való átalakítását teszi lehetővé. Az égési folyamatok nagy hőelnyelőjének, a nitrogénnek majdnem teljes hiánya olyan égési, illetve munkatérhőmérsékletet teremt, hogy különösen a fúvókák környezetében erős túlhevülések lehetségesek, ha időben nem gondoskodunk olyan finomszemcsés hűtőanyagról : 2 mm-nél nem nagyobb szemcsenagyságú ércről vagy mészkőről, amelyet a szekundér oxigén segítségével szállítunk a rotor munkaterébe. Evvel csökken a láng hőmérséklete, javul a hő kihasználása és tompul a salak felé irányuló lángsugárzás. A salak hőmérsékletének kézbentartása igen kényes pontja a rotor műszaki-gazdasági, de állíthatnám valósággal létproblémáinak, mert főleg ez alkalmas a jelenleg még fennálló igen erős falazat-kopásnak némileg gátat vetni. A túlzott hőmérsékleti igénybevételt lehet a szekundér oxigén tisztaságának rontásával is lefaragni, természetesen a hőmérleg rovására.

A frissítés alatt folyamatosan lehet a rotorba a salakképző és frissítő hozagokat bejuttatni, ami a gyors salakképzést, a vele kapcsolatos kémiai reakciókat és a salak okozta korróziós károk elkerülését egyaránt szolgálja. A frissítés alatt folyamatosan bevitt bázikus hozagok lehetővé teszik azt, hogy a Thomas-nyersvasból, kifejezett salakváltás nélkül lehessen acélt gyártani. Ez a munkamódszer megóv a hígfolyós salak túlzásaitól és megjavítja a bélésfalazat tartósságát. A használt hűtőéremennyiségek javítják a kihozatalt, illetve csökkentik az 1 t-ra eső folyékony nyersvas-szükségletet. A Graef-rotorban 1 t készacélra 1 t folyékony nyersvasbetét szükséges, ha ércel hűtünk, vagy kb. 850 kg folyékony nyersvas, ha mellette hulladékvassal kötjük meg az oxidációs reakciók hőfeleslegét. Minthogy azonban a rotorba sokkal könnyebb a finomszemcsézetű érceket, mint a hulladékvasat bevinni, azért a rotor kifejezetten az ércből való Fe-redukálás eszközét használja a hőfeleslegek hasznosítására.

A Graef-rotorban nemcsak Thomas-nyersvasat, hanem a széles alapokon nyugvó kísérletek folyamán majdnem valamennyi nyersvas-fajtát acéllá alakították a 0,1 és 2,0% P, illetve 0,2 és 1,5% Si határok között. Az adag csapolástól-csapolásig számított időszükséglete kereken két óra, amelyből a fúvatásra kerek egy óra jut. Az adagoknak ez az egymásra következése természetesen a rotor kiszolgálásakor keverőkemencét feltételez, míg Oberhausenben az adagok egymásutánját a kiszolgáló nagyolvasztó 3,5 órás csapolási időköze határozza meg. Kész acél helyett a rotorból, 40 perces fúvatási idő után 1—1,5%-os C-tartalmú féltermék is kerülhet ki, amelyből a nyersvas P-tartalmának 90%-a már hiányzik és kiváló, folyékony betétanyaga a SM-kemencéknek. Az Oberhausen-i 100 t-ás SM-kemencékbe adagolt 60 t-ás folyékony rotor-féltermék a kemencék termelékenységét megkétszerezte.



2. ábra. Karbon és foszfor kiégés különféle acélgyártási eljárásban
a Rotor, *b* frissítés ráfúvással Springorum, F. A. és Speith, K. G. szerint, *c* Thomaskonverter oxigéndúsítással Graef, R. szerint, *d* Thomaskonverter szélfrissítéssel Graef, R. szerint

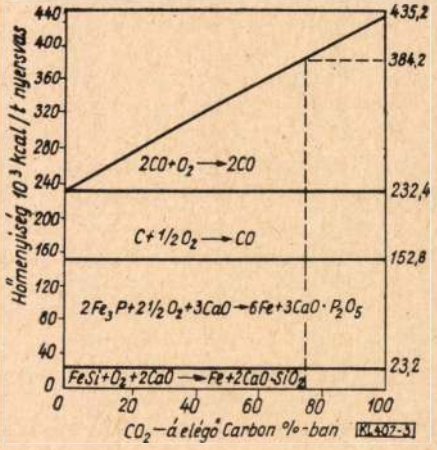
A rotor-acélmetallurgia legszembeszökőbb sajátossága az, hogy a foszfor kiégése túlnyomórészt megelőzi a C-ét, ami egyenes következménye annak, hogy a fúvatás megkezdése előtt nagymennyiségű ércet hozagolunk, úgy hogy a frissítés megkezdésekor megvan már a folyékony, bázikus salak, mint a foszfortalanitás legfontosabb előfeltétele. Sokkal kedvezőbb, ha ez a folyamat kellően magas C-tartalom mellett bonyolódik le, mintha ehhez a fürdő messzemenő dekarbonizálására volna szükség, mint a hagyományos szélfrissítési módok esetében.

A 2. ábra mutatja a különböző szélfrissítési eljárások egymáshoz viszonyított P- és C-kiégési körülményeit. A szélsőségeket a hagyományos Thomas-konverter, illetve a Graef-rotor képviselik. Előbbinél a C már kb. 95%-ig kiégett, amikor a P-tartalom kb. 50%-a, azaz 1,8%-os kiinduló nyersvas-foszfor-tartalom mellett, 0,90%-nyi foszfor még az acélban van, szemben a rotor-technológiával, ahol a gyakorlatilag tekintetbejöhető szerkezeti acélok C-tartalma mellett (0,70% C-tartalom alatt) a fürdő P-tartalma már 0,045% vagy ez alatti.

A frissítés sebessége jóval nagyobb, mint amennyi az időegység alatt bevitt primér-oxigénnek megfelel, úgyhogy feltételezhető, hogy a szekundér-oxigén egy része az acélfürdőbe kerülve, erősíti a primér-oxigén frissítő hatását. Ez könnyen, érthetően és szemmelláthatóan jelentkezik az oxigénnek a fürdőbe való áramlásának helyén, ahol az acélfürdő és a belőle kiszabaduló CO-buborékok örvénylése aránylag nagy és salakkal nem fedett reakciófelületet nyújt a szekundér-oxigén oxidáló hatásának. Az oxidált fémnek további oxidáló hatása van, amikor a fürdőbe visszafreccsen. A gázbuborékok a folyadékok szállítására már régóta ismert eszköz, amely gyakorlati felhasználást a mammut-szivattyúkban nyert. Aránylag már kis mennyiségben használt primér-oxigén elegendő ahhoz, hogy a kívánt szivattyúhatást elérjük, azaz annyi szekundér-oxigént hozzunk az acélfürdővel érintkezésbe, hogy a frissítés sebessége megsokszorozódjék. A szekundér-oxigénnek az acélfürdőbe történő tökéletes átmenete azért nem kívánatos, mivel ez csak a fürdőből kiszabaduló CO-gázok elégetésének rovására történhetne, ami rontaná a rotor munkaterének hőmérlegét.

Annak szemléltetésére, hogy mit jelent a nyersvas egyes kísérőelemeinek fűtőhatása a rotor hőgazdálkodásában, szolgáljon a 3. ábra, amely a kísérőelemek kb.-i kiégésének sorrendjében tartalmazza, az abszcissza-tengelytől kiindulva az egyes kísérőelemek fűtőhatását. A hagyományos szélfrissítési módokkal szemben itt a C nemcsak belép a fűtőelemek közé, hanem még kb. 2%-os P-tartalmú Thomas-nyersvas frissítésekor is elfoglalja a P-ral szemben a legerősebb fűtőhatású elem helyét és a rotor munkaterében szabaddá váló összes kalória-mennyiségnek kb. 60%-át szolgáltatja, feltéve, hogy a dekarbonizálás folyamán szabaddá váló CO 75%-ának alkalma van a rotor munkaterében CO_2-dá elégnie.

A füstgázok összetétele indikátora annak, hogy a szekundér-oxigénből mennyi megy át a fürdőbe, illetve mennyi szolgál a keletkező CO elégetésére. Az egyik szélső eset az, amikor minden szekundér-oxigént a fürdő vesz fel és ezzel a frissítés sebessége a maximumra fokozódik, a füstgázok pedig következésképpen főleg elégetlen CO-ból állanak, a másik szélsőség viszont az, amikor a füstgázok CO-t egyáltalán nem tartalmaznak, hanem csak CO_2-ot és szabad O_2-t.



1. ábra. Hőfejlődés nyersvasnak oxigénnel való frissítésekor

A kétféle oxigénsugárnak kezdeti kézi szabályozásáról automatikus szabályozására igen hamar áttértek, miután kiderült, a füstgázok említett indikátor-hatása. A fürdő mélysége irányában szabályozó fúvóka-állítás változtatására az impulzust egy olyan infravörös elemző adja, amelyet a füstgázok levonulási útjába építenek be és tehetetlensége néhány másodperces eltolódással követi az impulzust adó CO-tartalom változását. A szabályozás révén szabadon lehet befolyásolni a primér- és szekundér-oxigén segítségével a fuvatás sebességét, az oxigénáramok koncentrációját, a fúvókáknak a fürdőhöz viszonyított helyzetét, de elsősorban a primér-fúvóka merülési mélységét. A szabályozásnak legfőbb célja az kell, hogy legyen, hogy egyenletes frissítési folyamatot biztosítson és az ezzel együttjáró kíváló acélminőséget. Ez az egyenletesség nem jelenti szükségképpen a primér- és szekundér-oxigén arányának vagy akár mennyiségének állandóságát, hiszen a szekundér-oxigénnek igen erősen változó mennyiségei juthatnak a folyékony acélfürdővel érintkezésbe. Általában megállapították, hogy a szekundér-oxigénnek a fürdőre, illetve a CO-elégetésre való megoszlása a primér-fúvóka merülési mélységétől, a salak hőmérsékletétől és összetételétől, valamint a Rotor bélésének állapotától függ. A Rotor bélésének állapota kétféle tekintetben fejti ki a hatását:

1. A bélés falazatának egyenlőtlen kopásakor a belső szelvény a forgás tengelyére nézve nem lévén szimmetrikus, a Rotorban forgás közben a fürdő egyenetlen emelkedését és süllyedését okozza, úgy hogy a mereven beállított primér-fúvóka mélysége forgás közben változik.

2. A bélés falazatának különböző összetételű salakokkal való helyi átitatódása, acél- és salaktapadványok, a felület változó érdessége, megzavarhatják a szabályszerű fővést és az acélfürdő időleges reakciórenyheségét okozhatják.

A rotor-üzem szabályozásának az a célja, hogy a külső és metallurgiai okokból előálló, változó befolyások ellenére a frissítés folyamatát úgy befolyásolja, hogy a gyártás elején megszabott frissítési sebességet a folyamat során állandóan fenn lehessen tartani.

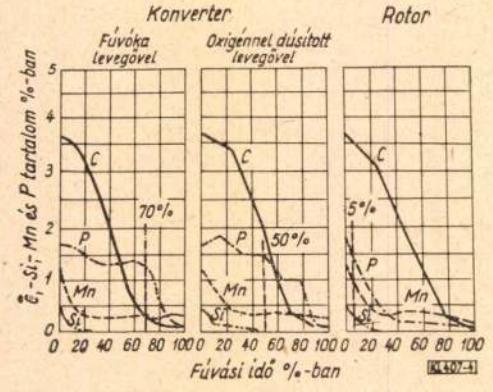
A Graef-rotor üzemét, mint említettem, a salak gyors képződése és élénk reakció-képessége jellemzi, amely az alábbi okokra vezethető vissza :

1. A Rotor aránylag kis fordulatszáma (maximálisan 0,5 fordulat/perc) már elegendő ahhoz, hogy a fürdő és a salak érintkező rétegeit a gyorsított reakciók érdekében kellőképpen átkeverje, bár a fürdőnek aránylag csak csekély része kerül a salakba. Ez az oka annak, hogy az acél nemfémes záródványoktól mentes, tiszta marad.

2. A primér fúvóka környezetében a fürdő örvénylése, a fémfürdő és salak, valamint a CO buborékok erős megkeveredését teszi lehetővé. A reakció kb. 2100 C°-os hőmérsékletén a kémiai átalakulások gyorsítottan mennek végbe. Elvileg helyes mindannyiszor, valahányszor a salakkal jelentékeny metallurgiai munkát akarunk végeztetni, az acélgyártás munkaterében a salak-fémfürdő között pozitív és minél nagyobb hőfeszültséget létrehozni. Ez azt jelenti, hogy a salaknak minél nagyobb legyen a hőmérséklete a fémfürdővel szemben. Ilyen pozitív hőfeszültséggel dolgozik a SM, az elektro és főleg a tiszta oxigént alkalmazó acélgyártási technológia, a negatív hőfeszültséggel dolgozó hagyományos, azaz fenékfúvásos konverter-technológiával, vagy a legtipikusabban negatív hőfeszültségű acélgyártási móddal, az indukciós elektro-acélgyártással szemben.

3. Röviddel a fúvatás megkezdése után a kemence munkaterében 1800 C°-ra emelkedik a hőmérséklet, amit az előbbiekben elmondottak alapján a frissítéskor keletkezett CO-nak a kemence munkaterében CO_2-dá történő elégése okoz és eredményezi azt, hogy a hozaganyagok beolvadása is gyorsítottan következik be.

A fürdő feletti munkatér hőmérsékleti viszonyainak a salak-képzés sebességére gyakorolt hatását úgy érzékeljük a legjobban, ha a Thomas-, az oxigénnel dúsított Thomas- és a rotor-technológiában a folyékony, reakcióképes salak megjelenésének időpontját az egész fúvatási idő %-ában vizsgáljuk. A 4. ábrán látható, eredményvonallal jelzett ordináták mutatják, hogy a hagyományos Thomas-acélgyártásban a fúvatási idő 70%-ának, az oxigénnel dúsított Thomas-eljárásban a fuvatási idő 50%-ának, míg a Rotor-technológiában a fúvatási idő mindössze 5%-ának elteltével megjelenik a reakcióképes salak és vele együtt megindul a foszfor oxidációja is, amely a metallurgiai viszonyokat a Rotorban alapvetően kedvezőbbre alakítja.



4. ábra. Thomas-nyersvas frissítési görbéje különféle eljárásokban

Figyelemreméltóan hatásos a Rotor kéntelenítése, amely kissé megközelíti az elektrokemence kéntelenítő hatását különösen akkor, ha Thomas-nyersvas frissítéséről és a nyersvasban magasabb kéntartalomról van szó. A jó kéntelenítés arra vezethető vissza, hogy az erősen bázikus salak már akkor létrejön, amikor az acélfürdőnek még aránylag nagy a széntartalma és ezért a kéntelenítésre kedvezőek a feltételek, másrészt arra, hogy a primér-fúvóka közelében a fémfürdő és az erősen bázikus salak egymással és a kemence oxidáló atmoszférájával 2000 C° körüli hőmérsékleten alaposan elkeveredik. A kén-mérlegében mutatkozó kb. 15%-os hiány arra mutat, hogy a kéntartalom egy része SO_2 alakjában elgőzölög. A füstgázok portartalmában is 0,7%-ig terjedő kéntartalom található.

Az Oberhausen-i Thomas-nyersvas eredetileg 0,007-től 0,010%-os N-tartalmát a N_2 parciális nyomásának csökkenése a frissítés folyamata alatt csökkenti. A Rotorból a SM-kemencébe átvitt 1,5% C-tartalmú féltermék csak 0,005% N-t, sőt a belőle gyártott készacél pedig csak 0,002—0,004% N-t tartalmaz.

A foszfordús (Oberhausenben Thomas-nyersvas feldolgozásáról van szó) nyersvas átalakítása a fuvatási folyamat kezdetén olyan salak használatát kívánja meg, amelynek FeO-tartalma 25—30%-os, amely érték azonban a széntelenítés folyamán gyorsan mérséklődik.

A kemencetest forgatása ezt a csökkentést a fürdőnek a salakkal való elkeveredése útján elősegíti. A frissítő periódus végén a Rotor gázatmoszféráját redukálóra állítják és ezzel is előmozdítják a salak FeO-tartalmának redukálását. Hátrányos azonban az, hogy a salak FeO-tartalmának csökkenésével csökken a salak folyékonysága is. Túlságosan kis salak FeO-tartalom mellett a salakot már nehézséggel lehet lebillentéssel eltávolítani. Ezért a kész-acélok salakjában a FeO-tartalom alsó határa 12%, míg a féltermék 9%. Folyósító anyagok hozagolásával lehet ugyan a salakot folyósítani és ezzel a salak FeO-tartalma további csökkentésének célját szolgálni, de ez semmiesetre sem történhet a kemencebélés anyagának fokozott elhasználódása nélkül. A rotor-acél jó tisztaságának egyik legfontosabb előfeltétele a nyersvasból álló betét, amely sokkal kevesebb szennyeződést visz a rendszerbe, mint a kereskedelmi hulladékvas. A primér fúvókában szabályozható oxigén-hozzávezetés és a fürdő

heves mozgása a Vacher—Hamilton egyensúlygörbe jó megközelítését teszi lehetővé a frissítés egész folyamata alatt. A csillapított rotor-acél oxigéntartalma a SM-acélokhoz hasonlóan 0,004—0,012% közötti.

Az Oberhausen-i vasmű igazgatójának, *dr. Spetzler*-nek tájékoztatása szerint megfelelő adagvezetés mellett minőségi acélok gyárthatók a Rotorból egészen 0,60%-ig terjedő C-tartalommal.

A merülő texmoelemes mérésekkel megállapították, hogy a fürdő hőmérsékletében a befúvó és lehuzat oldala között 40 C°-os hőfok-különbségek adódnak, amelyek azonban a fürdőben az adag végefelé nagyjából kiegyenlítődnek. A fürdő kémiai összetételében a Rotor aránylag nagy hossza mellett is kb. 5 percen belül bekövetkezik a kiegyenlítődés. A Rotor salaktakarójának hőmérséklete átlagban 40 C°-kal nagyobb, mint az alatta lévő acélfürdőé, azaz a Rotorban kb. ugyanolyan fürdő- és salak-hőviszonyok állnak fenn, mint a SM-eljárásban. A Rotorban végbemenő CO-elégés 2000 C°-ot meghaladó lánghőmérsékletet hoz létre, tehát nagyobbat, mint ami a SM-kemencében elérhető. A hőátadási viszonyok ellenőrzése igazolja, hogy a CO elégésekor szabaddá váló melegmennyiségek kb. 60%-a átmegy a fürdőbe. Ez az aránylag igen kedvező hőfelvétel azzal magyarázható, hogy a hőfelvétel számára igen hosszú és ezért kedvező fürdő-felület áll rendelkezésre.

A kemencebélés falazatának tartósságára nézve meg kell említeni, hogy a Rotor még távolról sem érte el azokat a fajlagos tűzállóanyag fogyasztási mutatókat, amelyek akár a hagyományos szélfrissítéses, akár az LD-eljárással szemben versenyképessé tehetnék. Ennek oka elsősorban az, hogy a forgómozgás folytán a falazatban mindig más és más falazatrészek válnak boltozattá és más falrészek kerülnek a fürdősúly okozta terhelés alá. Ennek a feltétlenül falazatlazító hatásnak a következménye a nagy bélésanyag fogyasztás és ehhez képest csekélynek tűnik az az előny, amelyet a Rotor üzembentartói abban jelölnek meg, hogy a kemence túlhevült bélése a forgómozgás révén állandóan a nála hűvösebb fürdőfelszin alá merül és védve van a további túlhevítéssel szemben. Ha kivitelre kerül az a Rotor modell, amelyet szerzőnek a Demag-nál tett látogatása alkalmával bemutattak, amelyben a Rotor a függőleges tengelye körül elfordítható, vagy egy másik elgondolás szerint, ahol üres állapotban a Rotor a hossztengelyére merőleges vízszintes tengelye körül 180°-kal elfordítható, akkor remény van a falazat egyenletesebb hőterhelése révén a falazat-tartósság jelentékeny megnövelésére, de még így is igen valószínűtlen, hogy a Rotor elérje az LD konverterek 270 adagos, átlagos falazat-tartósságát, vagy 6—8 kg/t-s átlagos fajlagos dolomit-fogyasztását. A Rotor jelenlegi dolomit-fogyasztása 30—40 kg/t közötti, amihez járul az állandó falazat kb. 2 kg/t-s további fajlagos magnezit-tégla fogyasztása. A dolomit-bélés felújítása a Rotor leállításától az üzembehelyezéséig 6—8 napot vesz igénybe.

A hagyományos szélfrissítéses és az LD eljárásban a füstgázok tekintélyes mennyiségű, rendkívüli finomságú, főleg vasoxidot tartalmazó port ragadnak magukkal és, ha ezt a port le nem választják, azok a szabadba jutnak és a füstgázoknak a jellegzetes és nem kívánatos narancsvörös színeződését okozzák. Az ilyen immissziós károk elhárítása bonyolult és költséges portalanító berendezéseket tesz szükségessé, miközben a portalanítás nehézségeit a porrészecskék rendkívül kis szemcsenagysága okozza. A Rotor portartalma leválasztásának előmozdítására jó hatással van a rotor-test zárt alakja és az ahhoz szorosan csatlakozó füstgázvezeték, amelyet úgy képeznek ki, hogy a füstgázok elvezetése számottevő szekunder-levegőmennyiség hozzákeveredése nélkül lehetséges. A füstgázokat a kémény felé vezető útjukba 250 C°-ra hűtik le. Egy 1,6 méter átmérőjű ciklon, amelyet a ventillátor elé kapcsolnak, a por legnagyobb részét leválasztja. A portalanítás mértéke kb. 96%-os. A megmaradó 4% a füstgázok sárgás színeződését okozza.

A Graef-rotor összes oxigén-fogyasztása 90 Nm^3/t acél, ebből egyharmadrész a CO-nak CO_2-dá történő elégéséhez kell. A hűtőérchez kötötten kb. 27 Nm^3 oxigént viszünk be úgy, hogy maradékként 63 Nm^3 oxigént kell gázalakban bevinni, vagyis 90%-os oxigén kihasználási tényező mellett 70 Nm^3-t, a termelt acél tonnájára vonatkoztatva.

1. táblázat

Rotoracél. Folyamatos gyártmányok adagjainak vegyi összetétele

Adag sz.	Minőség	Vegyi összetétel, %					
		C	Si	Mn	P	S	N
756	St42	0,13	0,06	0,87	0,017	0,015	0,004
757	St42	0,16	0,14	1,01	0,017	0,015	0,003
758	XNT	0,13	0,18	1,10	0,019	0,014	0,004
759	St42	0,13	0,04	0,78	0,018	0,014	0,004
760	XNT	0,14	0,17	1,25	0,015	0,016	0,004
761	St42—3	0,11	0,14	0,79	0,016	0,016	0,003
762	XNT	0,13	0,11	0,93	0,018	0,013	0,004
763	Féltermék	1,55	—	0,54	0,025	0,016	0,004
764	XNT	0,12	0,11	0,96	0,021	0,017	0,004
765	St42—3	0,10	0,08	0,79	0,018	0,019	0,004
766	XNT	0,11	0,13	0,92	0,019	0,019	0,004
767	St42	0,15	0,02	0,73	0,015	0,020	0,004
739	H3	0,31	0,15	0,65	0,015	0,021	—
741	H4	0,48	0,18	0,74	0,018	0,024	0,004
744	H3	0,35	—	0,79	0,019	0,017	0,005
746	St50	0,25	0,05	0,90	0,014	0,022	0,004
773	60/11	0,42	0,19	1,07	0,018	0,015	—

Az acélminőségi vizsgálatok a SM- és a rotor-acél minőségének azonosságát igazolták. A kész rotor-acél kémiai összetételének szemléltetésére szolgáljanak az 1. táblázatban megadott és válogatás nélkül egymásután következő adagok összetételi adatai. Az adagokat 0,6% Si és 0,2% P-tartalmú acélnyersvasból készítették. A P- és S-tartalmak igen szűk határok között szóródnak :

a P 0,014—0,021%
a S 0,013—0,024% között.

A maximálisan 0,005%-ra tehető N-tartalom az alacsony P-tartalommal egyetemben a rotor-acélt igen alkalmassá teszi alumínium ötvözésű, ridegtörésre nem hajló acélok gyártására. A hegesztés biztonságára nézve igen értékes a rotor-acélnak

ez a tulajdonsága, amelyet mind a közönséges hőmérsékleten, mind az alacsony hőmérsékleten a fajlagos ütőmunkák görbéjének a hőmérséklettől függő, kedvező elhelyezkedésére megállapítottak.

Hogy a rotor-acélgyártás gazdaságossága a többi acélgyártási eljárásokhoz hogyan viszonylik, azt az aránylag rövid üzemi időre való tekintettel, megnyugtató pontossággal még nem sikerült megállapítani. A kérdés tisztázatlanságát főleg a rotor-test nem kielégítő tartóssága, az ebből folyó nem kedvező időkihasználás és a nem egyszerű rotor-szerkezet okozza.

A felsorolt tényezőknek igen nagymérvű javulása szükséges ahhoz, hogy a többi technológiához viszonyítva a rotor-acélgyártásban egyelőre spekulatív módon kimutatható kb. 2%-os kihozatali többlet, a többi gazdasági mutatók egyenlősége mellett a rotor-technológia javára döntően essék latba.

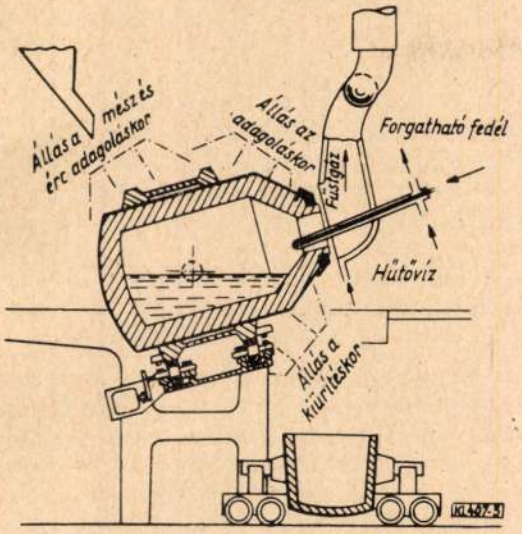
Szerzőnek 1958. év első felében alkalma volt két mérnöktársával Oberhausenben nemcsak a Graef-rotor konstruktőrjével, *Steinhäuser* igazgatóval tárgyalni, hanem a rotort üzemben is tanulmányozni. A megbeszélések során sok érdekes gyakorlati probléma megvitatására is sor került. Nem érdektelen ezzel kapcsolatban megemlíteni, bár az a mai hazai közfelfogással nem megegyező, hogy a nyugatnémetek a savas kohósalakvezetést elvileg nem találják helyesnek és 1 körüli bázikusságú kohósalakot ajánlanak, elsősorban a Thomas nyersvasgyártásra gondolva. Szerintük a Thomas-konverter is erősebben veti ki a vasat, ha a Thomas-nyersvas salakjának bázikussága 1 alatt van. A savas salak alacsonyabb olvadáspontú, következésképpen az alatta képződő nyersvas is alacsonyabb hőfokon kerül ki a nagyolvasztó medencéjéből, a szokásos 3,8% helyett 3,4%-os lesz a nyersvas karbontartalma, holott a németek szerint a nagyobb karbon igen jó indikátora a nyersvas minőségének. A németek szerint annak eldöntése, hogy rotor-, vagy LD-technológiát alkalmazzunk-e, elsősorban a nyersvas foszfor-tartalmától függ. Max. 0,5%-os nyersvas foszfor-tartalom mellett — lágy acélok gyártását feltételezve — csak az LD-eljárás jöhet szóba, míg nagyobb P-tartalmú nyersvasból kiinduló keményebb acélok gyártásának szerintük előnyösebb eszköze a Rotor. Ilyenkor lehet ugyanis elfogott acélokat gyártani, amelyekhez nem szükséges a C-tartalmat először egészen lágy, 0,10%-ig terjedő C-tartalmakig lefrissíteni és az acélt újra felszeníteni, hanem felülről jövet lehet a C előírt értékét megközelíteni. Oberhausenben a Thomas-nyersvas Si-tartalmát 0,3%-on felül feltétlenül károsnak tartják, mert megkötéséhez szükséges CaO-t, vagy a beadagolt mészből, vagy a kemencetest béléséből fogja felvenni. Felfogásuk szerint a nyersvas Si-tartalmának csökkentése leghelyesebben a csapolással egyidejűleg a nyersvasüstben úgy történhet, hogy az oxigén fúvókája együtt emelkedik a nyersvassal, az üst megtelése közben, ezáltal nemcsak egyenletesebbé válik az üstbélés kopása, hanem a nyersvas szilícium tartalmának egyenletessége is megjavul. A felülről fúvatott, tele nyersvasüstben ugyanis a különböző rétegek szilícium tartalma igen különböző. Megadott dolomit-összetételünket megfelelőnek találták, ha az egyébként elég keményre van zsugorítva. SM-acélokra jónak tartják a forgókemencében égetett és zsugorított dolomitot, de konverter-célokra csak az aknás kemencében zsugorított dolomitot tartják megfelelőnek. A forgó-kemencében gömbölyű, zománcos felületű dolomit szemcsék keletkeznek, amelyekbe a kátrány nem nyomul be, a kívánatos grafitváz nem tud kialakulni és gyengén alakul az ilyen dolomitbélés tartóssága. Az aknás kemencében zsugorított dolomit is zománcosodik, de nagyobb darabnagyságánál fogva a töréskor új felületek keletkeznek és ezek pórusain át a jó kátrányfelvétel biztosított. A dolomit préstéglák előállításához 1 mm-es lyukbőségű szitán át először a szállítás közben hidratizálódott és a dolomit szemcsék felületén elporlódott részt leszitálják. Utána három osztályba sorolják a szemcséket, 0—4, 4—6 és 6—12 mm-es osztályokba.

Amint említettem, a Rotor a munkatérben szabaddá váló nagy hőfeleslege folytán hűtésre szorul. A hulladékos hűtés drága, olcsóbb az érchűtés, mert plusz kálót ad és gáznemű oxigént takarít meg. Az érc jobban mozgatható, mint a hulladékvas. Az Oberhausen-iek szerint a hűtőhatásban kétszeres hulladékvasmennyiség egyenértékű egyszeres ércmennyiséggel. Az erre a célra felhasznált érc mindenesetre száraz legyen. A Rotor tipikusan érchűtésre alkalmas berendezés. Nem tanácsos az egész ércmennyiséget előre beadagolni a Rotorba, a nyersvas beöntése előtt, hanem célszerű annak egy részét fúvatás közben a szekundér-oxigénnel a kemence munkaterébe fúvatni. A hűtőérc mellett a mészkőkavics adagolása is hűt, természetesen a Rotor hőmérlege rovására menően. Az Oberhausen-iek szerint a Rotort leginkább hajólemezanyag gyártására próbálták ki. A legtöbb ötvözést nem a Rotorban, hanem az üstben végzik. A minket érdeklő St52 minőség gyártásakor a szükséges FeMn-ötvözéshez, egyötöd-egyhatod részaránya lehet a C-szegény FeMn-t az összes FeMn-ötvözésben leszorítani. Lehet előremelegített FeMnt- is használni és ebben az a tapasztalatuk, hogy az előmelegített FeMn kevésbé karburálja az acélt, mint a hidegen adagolt. Igen egyszerűen és praktikusan oldják meg a rotortest belső, falazatbélése kikopásának felfedezését és a kikopott részek melegjavítását. Több rétegben kátrányfestékkel vonják be a rotor-test köpenyét, amelynek fényét a helyi átmelegedés eltompítja és pontosan jelzi ezzel a melegedés helyét és kiterjedését. A kimaródott falazatrészek kijavítása aránylag azért egyszerű, mert az üres Rotort úgy forgatják, hogy a kijavítandó rész a Rotor legmélyebb pontjára kerülhessen és így ott jól beéghet a javítóanyag.

A salakot a csapoláskor a kemencében hagyják és helyette a lecsapolt acélt, papírzsákban adagolt, külön mészporral takarják be az öntőüstben. A kemencében maradó salak mindössze 3—4% FeO-tartalmú, ezzel a salakkal az üres kemence falazatát forgatás közben vonják be.

A Kalling professzor által feltalált Kaldo-rotor, bár elvében hasonlít az Oberhausen-iek Rotorjára,

attól kivitelében mégis erősen különbözik. A Kaldo-rotor percenként 0—35 fordulatot végezhet hossztengelye körül. Ez az aránylag nagy fordulatszám olyan acélfilmmel vonja be a Rotor belső falazatát, amely a kemenceatmoszféra és a fürdő fémrészei között olyan oxidáló kapcsolatot létesít, hogy a fémfürdőbe nyúló primér-fúvóka feleslegessé válik és csak egyetlen olyan fúvóka kell, amely a salakfürdő felszíne fölé ferdén fújja be az oxigént. Az 5.



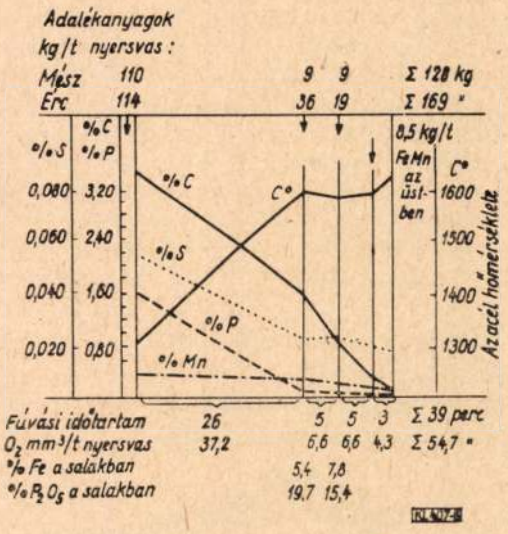
5. ábra. A Kaldo-rotor elvi elrendezése

ábra mutatja a fúvóka elrendezését és a különböző részfolyamatok elvégzéséhez szükséges rotor-állásokat. Az oxigén a füstgázok elvezetésére szolgáló sisakon át nyúló csövön, a Rotor száján keresztül fúj a Rotorban lévő nyersvas-fürdő felületére.

A megdöntött Rotorral arra törekszenek, hogy védelmet nyújtsanak a Rotor hátsó falának azáltal, hogy legalább fél felületén az acélfürdő védje, ami által elkerülhető az igen forró füstgázok révén a rotor-falazat túlhevítése. A rotor megdöntése által ezenfelül nagyobb hasznos kemencetérfogathoz is jutnak.

A használt egyenáram jóvoltából a fordulatszám folyamatosan változtatható 0 és 35 fordulat között. A fordulatszám változtatásával befolyásolni lehet a salak vastartalmát és ezzel együtt az egész metallurgiai folyamat lefolyását is. Nagy fordulatszám mellett csökken a salak FeO-tartalma és nő a viszkozitása. A fordulatszám csökkentésének viszont ellenkező hatása van. A Thomas-nyersvas frissítésekor előnyösnek bizonyult a C tartalmat 1—2%-ra lefrissíteni még mielőtt a foszfor tökéletesen elsalakult volna. Ezt, a frissítés alatt a legnagyobb fordulatszámmal és ennek folytán késleltetett salakbeolvadással lehet elérni. A salak kis vastartalmának és vele az acél kicsiny oxigéntartalmának ugyancsak nagy fordulatszámra van szüksége a frissítés végén. A reakció lefolyásának értékes jellemzője a füstgáz hőmérséklete, miután gázalakú égéstermékek csak a C elégése révén keletkeznek. Aránylag egyszerűen állapítható meg valamely időpontban, hogy a C vagy más kísérőelem oxidálódik-e. A hőmérséklet egyszersmind fokmérője a fővés erősségének is. A hozzávezetett állandó oxigén-mennyiség mellett az élénk fővés a füstgázok CO-feleslegét okozza, amely a füstgázokat lehúzó sisakban ég el és a füstgázvezeték hőmérsékletét emeli. A fordulatszám csökkenésével a fővés elhúzódik, a keletkező kevesebb CO-nak nagyobb mennyisége ég el a kemencében és csökken a füstgázok hőmérséklete. A gyakorlatnak megfelelően egyszerű azt a füstgázhőmérsékletet beállítani, amely a CO megkívánt elégése folytán a kemencékben keletkezik. Ezt a hőmérsékletet a fordulatszám változtatásával azután állandósítani lehet. Általában azonban a kemencét majdnem a fuvatás egész időtartama alatt a teljes vagy közel teljes fordulatszámán tartják. Mások véleménye szerint viszont erre nincs szükség. A CO-nak a kemencén belüli elégetését lehet úgy is szabályozni, hogy az oxigént két fúvókán át vezetjük a kemencébe, amelyek egyikét a fürdőre irányítják, másik pedig, amely a CO elégetésére szolgáló oxigént vezeti be, közel vízszintes állású.

A domnarveti rotor-acélműnek két kemenceteste van, amelyek daru segítségével cserélhetők. A csere egy-két óra alatt végezhető el. Az ércet és meszet csúsztató csatornák juttatják a Rotorba. Olyan jólfolyó salakra törekszenek, amely könnyen csapolható, amellett, hogy kevés vasat tartalmaz. A Kaldo-eljárást Domnarvertben közönséges, 1,8% P-tartalmú Thomas-nyersvas frissítésére használják. A reakció lefolyása a 6. ábrából kivehető. A folyamat egyik legfontosabb jellemzője az, hogy a foszfor főrésze, az acél 1,5%-os C-tartalma mellett már oxidálódott. A frissítés közben szabaddá váló nagy hőfelesleget vasércek megömlesztésére, illetve redukciójára fordítják.

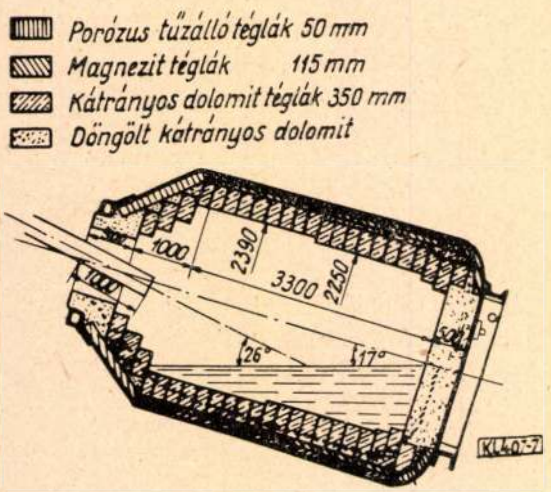


6. ábra. Adag Thomas-nyersvas alkalmazásakor

Ez Svédországban az ott érvényes magas hulladékvas-árak miatt jóval gazdaságosabb, mint a hulladékvas beömlesztése. Az ércet és a szükséges mész mennyiségét már a nyersvas hozzáöntése előtt adagolják. Az első salakhúzás legtöbbnyire az acél 0,2—0,3%-os P-tartalmán történik. Ezt a foszfortartalmat a salak mindössze 4—5%-os Fe-tartalmával el lehet érni. A második salakhúzás-

kor, amelyet az acél kereken 1%-os C tartalmán hajtanak végre, az acél P-tartalma rendszerint már 0,1% alatti. A két foszfátsalak együttes súlya a nyersvas tonnájára vonatkoztatva 250 kg-nyi és 16—18%-os P_2O_5 tartalmánál fogva Thomas-foszfát műtrágyaként adható el. A kb.15%-nyi Fe-t tartalmazó végsalakot a Rotorban mésszel megmerevítik, visszatartják és a következő adagban hasznosítják. A két salakhúzás lebonyolítására szolgáló álláson kívül mégegyszer megállítják a Rotort, amikor a fürdő még 0,10—0,20%-kal van a megkívánt C-tartalmon felül, hogy megállapítsák a fürdő hőmérsékletét és a C-tartalmát. A csapolási hőmérsékletet ilyenmódon igen szűk határok közé sikerül beszabályozni.

A Kaldo-eljárást más összetételű nyersvasak átalakítására is eredményesen fel lehet használni; többek között a P-szegény nyersvasak átalakítására is. A Si-dús nyersvas használatakor célszerűnek mutatkozik a nyersvas adagolásával egyidőben csak annyi meszet hozagolni, hogy a salak bázikussága a Si oxidálása után 1,5-nél kevesebb legyen. Ez a bázikusság 1500 C°-on még kis vasoxidul tartalmú salak, vagy egyéb salakfolyósító anyag nélkül is kellően folyékony salakot biztosít. Minthogy a Kaldo-eljárásban az acél és a salak közötti egyensúly könnyen elérhető. A nagy fordulatszám jóvoltából a salak vastartalma, a salak lehúzása előtt könnyen csökkenthető 3—4%-ig is. A szilikátsalak lehúzása után a még szükséges mész- és ércmennyiséget hozzáadják és a C-tartalmat a megkívánt mértékre lefrissítik. A Thomas-nyersvas frissítésekor jó kéntelenítést lehet elérni. A kéntelenítés mértéke általában 75—80%-os, ami sokkal jobb, mint a Thomas-eljárásé. A Thomas-eljárással összehasonlítva a hatásosabb kéntelenítés annak következménye, hogy a reakcióképes salak a Kaldo-eljárásban sokkal korábban létrejön, amikor a C-tartalom még aránylag nagy és ezért a kéntelenítés körülményei a Graef-rotorhoz hasonlóan még kedvezőbbek. Sajnos az acélnyersvas átalakításakor a kéntelenítés körülményei már nem ennyire kedvezőek, de még itt is számítani lehet kb. 50%-os kéntelenítő hatásra. A Kaldo-acélok nitrogéntartalma a csillapítatlan minőségekben 0,001—0,003



7. ábra. A Kaldo-rotor szokásos bélése

százalékos, míg a csillapítottakban 0,002—0,004 százalékos. Ugyanilyen eredményeket értek el a 95%-os tisztaságú oxigén használatával is, úgyhogy a Kaldo-eljárás sokkal kevésbé igényes az oxigén tisztasága tekintetében, mint a többi eljárás, amely 99%-os oxigén tisztaságot kíván ahhoz, hogy a Kaldo-acélhoz fogható alacsony acél-nitrogéntartalmakat lehessen elérni. A hűtőérc minősége nem bír olyan fontossággal, mint a SM- vagy elektrokemencékben.

Domnarvetben az ércdarabosítómű porát használják, amelynek kereken 55%-os a Fe-tartalma. Az ebben a porban levő aránylag nagy meddőtartalom növeli a mész felhasználását és a salak mennyiségét, ami viszont csökkenti a salak foszforsav-tartalmát. Eredményesen lehet finomszemcséjű ércet és vasszivacsot is folyamatosan hozagolni. A hulladékvas viszont nem alkalmas a folyamatos adagolásra. Salakképzésre csak égetett meszet használnak, de megfelelő hőveszteségek eltűrése mellett szó lehet a mészkő használatáról is. Salakfolyósító anyagokat nem használnak.

A Kaldo-eljárásnak jó az acélkihozatala. A teljes fémbetétre vonatkoztatottan 88,5% a selejtmentes tuskókihozatal, amibe tehát már az érc Fe-tartalmát beszámították. Ezek az eredmények még nem megnyugtatóak, mert a még be nem gyakorolt kemenceszemélyzet munkája folytán még túl sok acél kerül a salaktálba. Az acélnyersvas átalakításakor a közepes acélkihozatal 90%-ra tehető. A jó tuskókihozatalszázalék annak a salaknak alacsony Fe-tartalmával is összefügg, amelyet a Si oxidációja után húznak le. A füstgázok portartalma kisebb, mint a nemforgó kemencékben történő frissítéskor, ami arra vezethető vissza, hogy az oxigénnek a fürdőre való eloszlása kedvezőbb. A por legnagyobb része a salak képződése előtti időszakra esik.

A kemence (l. a 7. ábrát) elhasználódó bélése 350 mm vastag, sajtolt dolomit téglából álló rétegből készül. E mögött van a 115 mm vastag magnezittégla falazás és legkívül, tehát az acéllemezköpennyel érintkezik egy 50 mm vastag samotttégla réteg. A dolomit és magnezitbélés közé 50 mm-es vastag kátrányos dolomit réteget döngölnek. A Rotort 50 adagonként kell újrafalazni, ami kb. 35 kg/t-s bruttó kátrányos dolomit-felhasználásnak felel meg, amiből 10 kg/t a visszanyerhető rész. Egy kísérlet alkalmával, amikor a kátrányos dolomitot magnezit téglával helyettesítették, a bélés tartóssága 83 adag volt. A magnezit téglák háromszoros ára miatt a kísérleteket ebben az irányban nem folytatták. Avval Kalling professzor is tisztában van, hogy a bélés tartósságát tovább kell javítania, és a megjavított falazási technológiával ígéri a bélés anyagának jobb kihasználását. A rossz béléstartósságot Kalling professzor egyrészt a Thomas-nyersvas frissítéstől képződő nagy salakmennyiséggel magyarázza, másrészt a CO-nak CO_2-dá történő elégéséből keletkező igen nagy reakció-hőmérséklettel. Ezzel szemben véleménye szerint a kemence nagy fordulatszámának inkább előnyös, mint hátrányos befolyása van a falazat tartósságára. Ezt azzal iga-

zolja, hogy összehasonlítást tesz a Kaldo- és Thomas-konverter bélésének tartóssága között és megállapítja, hogy jóllehet a Kaldo-rotorban a fuvatási idő kerek háromszorosa a Thomas-konverterének, a tartóssága csak a felével kisebb, mint a Thomas-konverteré, amiből arra következtet, hogy a nagy fordulatszám ellenére a falazatra gyakorolt koptatóhatás egy időegységre eső része a Kaldo-rotorban a kisebb. Valószínűnek látszik, hogy nagyobb kemenceegység falazattartóssága megjavul és az ilyen kemencét már eleve vastagabb béléssel lehet kiképezni, de a nagyobb kemenceegység mechanizmusa sokkal drágább, különös tekintettel a nagy fordulatszám mellett az igen tekintélyes súlyokra, erőhatásokra és kérdéses az is, hogy a rotor-test kicserélése ilyenkor hogyan valósítható még meg. Az acélnyersvas használata mellett a béléskopás kérdését még nem vizsgálták meg, de valószínű, hogy a kovasav-dús és aránylag kis hőmérsékletű salak lehúzása mellett a bélésnek jobban kell tartania, mint a foszfordús nyersvas használatakor. Ilyenkor ugyanis rövidebb a fuvatási idő és kisebb a salakmennyiség, aminek okvetlenül kedvező a hatása a falazat tartósságára.

Berilliumbronz gyártása és felhasználása[1]

II. rész.

BALÁZS FÜLÖP okl. kohómérnök és PAÁR BÉLA okl. gépészmérnök

D. K. 669.35.725

Производство и использование бериллиевой бронзы

Herstellung und Verwendung von Berylliumbronze

The production and use of berylliumbronze

A) A BERILLIUMBRONZ TULAJDONSÁGAI

1. Fizikai tulajdonságok

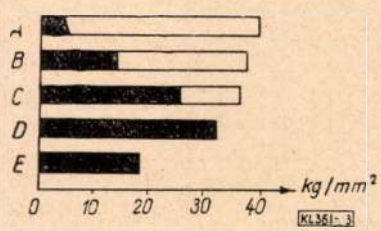
A 2% berilliumot tartalmazó bronz fontosabb fizikai tulajdonságai a következők:

Fajsúly	8,23 kg/dm³
Maximális hosszcsökkenés hőkezeléskor	0,2%
Olv. pont (Likvidusz-szolidusz)	980—864 C°
Fajhő	
20—100 C° között	0,10 cal/g·C°
100—300 C° között	0,11 cal/g·C°
Hőtágulási együttható:	
20—100 C° között	$16{,}7 \cdot 10^{-6}$
20—200 C° között	$17{,}0 \cdot 10^{-6}$
20—300 C° között	$17{,}8 \cdot 10^{-6}$
Hővezetőképesség 20 C°-on:	
edzett állapotban	0,22 cal/cm²·cm·sec·C°
edzve és hidegen alakítva	0,18 cal/cm²·cm·sec·C°
nemesítve	0,26—0,30 cal/cm²·cm·sec·C°
Villamos ellenállás 20 C°-on:	
edzett állapotban	0,095—0,10 Ohm·mm²/m
edzve és hidegen alakítva	0,105—0,115 Ohm·mm²/m
nemesítve	0,070—0,080 Ohm·mm²/m
maximális szilárdság eléréséhez szükséges időnél hosszabb ideig megeresztve	0,052—0,055 Ohm·mm²/m
Villamos ellenállás hőfokténye zője 20—200 C° között	0,0009

2. Mechanikai tulajdonságok

A 2%-os berilliumbronzból készült félgyártmányok fontosabb átlagos mechanikai tulajdonságai az 1. táblázat, a rugalmassági modulusz E és csavarási modulusz G értékét pedig a 2. táblázat tartalmazza [1], [3]. Látjuk, hogy a rugalmassági modulusz értéke megeresztéskor nő. A táblázatban megadottnál valamivel nagyobb, maximális értékét — a maximális szilárdság eléréséhez szükséges időnél hosszabb ideig tartó megeresztéssel érjük el. Az ötvözet néhány jellemző kifáradási értékét a 3. táblázatban adjuk meg [1]. Különböző hőmérsékleten egyórás melegítés által a 2%-os és az 1,7%-os berilliumbronzok keménységére gyakorolt hatást az 1. ábra mutatja [1]; összehasonlítás kedvéért az ábrába berajzoltuk néhány más rézötvözet viselkedését is.

Mivel az ötvözet rugalmassági határa a hőmérséklet növelésekor erősebben csökken, mint a szakítószilárdság, a berilliumbronz megengedhető maximális üzemhőmérsékletére akkor nyerünk megfelelő felvilágosítást, ha az elsősorban a rugalmassági határtól függő relaxáció változását vesz-



1. ábra. Különböző rugóanyagok keménységének csökkenése 1 órás melegítés után (Richards)

[1] I. rész megjelent a Kohászati Lapok 1959. évi 1, 2—3. számában.

2%-os berilliumbronz félgyártmányok mechanikai tulajdonságai (átlagértékek) *1. táblázat*

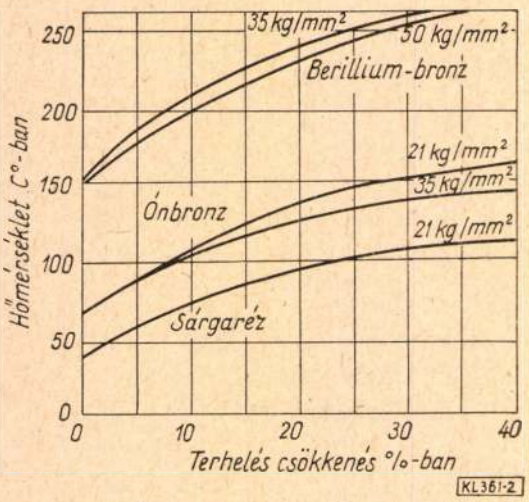
Anyag	Állapot	σB kg/mm²	σ 0,2 kg/mm²	σ 0,002 kg/mm²	δ 5 %	Rockwell-kem. B skála	Rockwell-kem. C skála
Szalag	Edzett	42— 55	19— 25	9,5— 14	35—60	45— 78	—
	Edzett ¼ kemény	52— 63	42— 55	28 — 42	10—30	68— 90	—
	Edzett ½ kemény	58— 70	52— 63	38 — 48	5—10	88— 96	—
	Edzett kemény	70— 85	60— 80	50 — 60	2— 7	96—102	—
	Edzett és megeresztett	115—130	97—120	70 — 88	4—10	—	36—41
	¼ kem. megeresztett	123—135	105—127	77 — 96	3— 6	—	38—42
	½ kem. megeresztett	129—140	110—132	82 —102	2— 5	—	39—44
	Kem. és megeresztett	133—145	115—137	86 —108	1— 3	—	40—45
Rúd	Edzett	42— 60	15— 22	9,5— 15	35—60	48— 85	
	Edzett ½ kemény	60— 85	52— 74	24 — 45	10—20	85—100	—
	Edzett és megereszt.	115—130	100—120	70 — 88	3—10	—	36—41
	½ kem. megeresztett	129—145	120—138	83 —105	2— 5	—	39—42
Huzal	Edzett	41— 55	18— 24	9,5— 14	35—60	—	—
	Edzett kemény	77— 98	65— 90	52 — 63	2— 4	—	—
	Edzett és megereszt.	115—126	98—118	70 — 85	2— 5	—	—
	Kem. és megeresztett	130—150	115—138	85 —110	1— 3	—	—

2. táblázat

2%-os berilliumbronz rugalmassági állandói

Állapot	E^* kg/mm²	G kg/mm²
Edzett	12,0	4,5
Nemesített	13,3	5,1

* A rugalmassági modulusz hőfokténye zője 0 C°-on : $-35{,}0 \times 10^{-5}$/C°.



2. ábra. Berilliumbronz, ónbronz és sárgaréz rugóanyagok terheléscsökkenése a hőmérséklet-emeléskor különböző feszültségek mellett (Richards)

3. táblázat

2% berilliumtartalmú bronz kifáradási határa
(10 000 000 terhelésváltozás)

Anyag	A vizsgálat módja	Állapot	Kifáradási határ, kg/mm²
Szalag	Hajlító fárasztó vizsgálat	Edzett és megeresztett	25—32
		Kemény és megeresztett	28—35
Rúd	Hajlító forgó, fárasztó vizsgálat	Edzett és megeresztett	39—50
		Kemény és megeresztett	39—50
Huzal	Csavaró fárasztó vizsgálat	Kemény és megeresztett	18—28
	Forgóíves fárasztó vizsgálat	Kemény és megeresztett	32—42

szük figyelembe. (A relaxáció lényege, hogy hosszabb idejű terhelés alatt állandó alakváltozás csak a feszültség csökkentésével biztosítható, vagy szemléletesebben úgy fejezhető ki, hogy állandó kihajlásra terhelt rugó által kifejtett nyomás az idővel megváltozik.) A vizsgálati hőfok által a

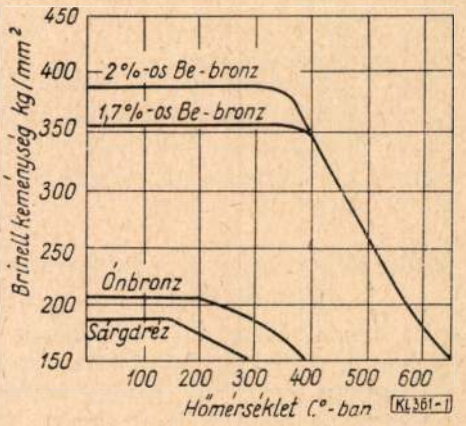
2%-os berilliumbronznak hosszú idő után bekövetkező terheléscsökkenésére gyakorolt hatást különböző terheléseken a 2. ábra mutatja [4]. Összehasonlítás céljából az ábra tartalmazza az ónbronz és sárgaréz rugóanyagok adatait is. Látjuk, hogy a berilliumbronz maximális üzemhőfoka 150 C° lehet és csak akkor növelhetjük ezt 200 C°-ra, ha a használt feszültséget lényegesen csökkentjük.

3. Kémiai tulajdonságok, korrózióállóság

Igen széles körben végzett üzemi vizsgálatok azt mutatják, hogy a berilliumbronz ellenálló-képessége a szárazföldi, trópusi, ipari és tengeri atmoszférával szemben igen jó. Jól ellenáll a tiszta és sósvíz, a legtöbb alkálikus oldat és bizonyos savak hatásának is. Bár a rézhez és a többi rézötvözethez hasonlóan a berilliumbronz felülete is idővel elszíneződik és elhomályosodik, ez az elszíneződés azonban a mechanikai tulajdonságokat lényegesen nem befolyásolja.

Általában azt mondhatjuk, hogy a berilliumbronz korrózióállósága körülbelül azonos a tiszta réz korrózióállóságával. Tájékoztató adatokat a 4. táblázatban találhatunk [1].

Bizonyos ammónia, kén- és higanyvegyületekkel szemben azonban a berilliumbronz kis ellenállóképességű. Itt hangsúlyoznunk kell, hogy az ötvözet viselkedése savakkal szemben attól függ, hogy a sav oxidáló hatású-e. A hőmérsékletemelkedés, koncentráció, levegőtartalom (pl. levegővel való keverés) általában — nem egyszer igen erős mértékben — a korrózióra gyorsítólag hat.



3. ábra. Különböző rugóanyagok kifáradási határa levegőben és sóspermetben (sraffozott rész).
A = 0,5% C-tartalmú rugóacél, *B* = 15% Cr-tartalmú rozsdamentes acél, *C* = 18% Cr + 8% Ni-tartalmú rozsdamentes acél, *D* = berilliumbronz, *E* = ónbronz

Mivel az ötvözet nem hajlamos feszültségi korrózióra, ezért (feltéve, hogy a hatóanyag feszültségmentes állapotban sem gyakorol közvetlen hatást a berilliumbronzra) sem a sztatikus, sem a változó terhelés nem segíti elő a korróziós hatást. Az ötvözetnek ez az utóbbi tulajdonsága különösen előnyös a rugóacélokkal szemben. Ezt mutatja a 3. ábra, mely különböző rugóacélok kifáradási határát (50 000 000 terhelés után) mutatja levegőben és sópermetben [4].

Megemlítjük még, hogy a berillium-halogénsók nagy illékonysága miatt — különösen nagy

4. táblázat

Berilliumbronz ellenállóképessége különböző hatóanyagok korróziójával szemben

Ellenállóképesség		
jó	megfelelő	gyenge
Acetátoldatok	Acetilén	Ammónia (nedves)
Alkoholok	Ammóniumklorid	Ammónhidroxid
Ammónia (száraz)	Ammóniumszulfát	Ammóniumnitrát
Atmoszféra (szárazföldi, ipari, tengeri)	Anilin	Bróm (levegővel kevert, vagy meleg)
Benzin	Bróm	Borkősav (levegővel kevert, vagy meleg)
Bórax	Cinkklorid	
Bórsav	Ecetsav anhidrid	Cián hidrogén
Bután	Ecetsav (hideg, levegővel telített)	Ecetsav (meleg)
Ecetsav (hideg levegővel kevert)	Fenol	Ezüstklorid
Freon	Ferroklorid	Ferriklorid
Gazolin	Ferroszulfát	Ferriszulfát
Gyanta	Fluor (száraz)	Fluor (nedves, vagy meleg)
Hidrogén	Folysav hígított	Folysav, koncentrált
Káliumklorid	Foszforsav (levegőtartalom nélkül)	Foszforsav (levegővel kevert)
Kéndioxid	Hexafluorkovasav (kovafolysav)	Higany
Kéntrioxid	Hidrogénperoxid	Higanysók
Klór (száraz)	Káliumhidroxid	Káliumcianid
Nátriumbikarbonát	Kén	kénessav
Nátriumklorid	Kénklorür	kénsav (levegővel kevert)
Nátriumszulfát	Kénsav (levegőtartalom nélkül)	Kénhidrogén (nedves)
Nitrogén	Nátriumhidroxid	Klór (nedves, v. meleg)
Oxálsav	Nátriumhipoklorid	Krómsav
Propán	Nátriumperoxid	Merkuriklorid (szublimát)
Sósvíz	Nátriumszulfid	Nátriumcianid
Széndioxid	Réznitrát	Pikrinsav
Széntetraklorid	Salétromsav 0,1%-ig	Salétromsav 0,1% felett
Víz (friss, vagy sós)	Sósav 0,1%-ig	Sósav 0,1% felett
	Szénsav	Sztanniklorid
		Tejsav (meleg, vagy levegővel kevert)

hőmérsékleten — nagy felületi berilliumveszteség lép fel, ha az ötvözetet halogének (fluor, bróm, jód, klór) hatásának tesszük ki [1].

Végül hangsúlyozzuk, hogy az előzőkben csak általános irányelveket adtunk és ahol csak mód van rá, a tényleges üzemi körülmények közt az anyagra gyakorolt korróziós hatásról külön vizsgálatokkal kell meggyőződni.

4. A berriliumbronz használata; a berilliumbronz mint rugóanyag

Rézhez hasonló nagy korrózióállósága és jó vezetőképessége, valamint a rugóacélok mechanikai tulajdonságait megközelítő nagy szilárdsága, kedvező elasztikus tulajdonságai (nagy arányossági határ, kifáradási határ és rugalmassági modulusz, a rugalmas tulajdonságok tartóssága) miatt a berilliumbronz igen előnyös kompromisszumot jelent a réz és az acél között. Kedvező mechanikai tulajdonságai különösen alkalmassá teszik erősen terhelt rugók, burdoncsövek és más hasonlóképpen igénybevett elemek gyártására. Így egyes elektronikus berendezések, különböző műszerek és szabályzók pontosságát nagymértékben elősegíti a bennük levő berilliumbronzrugók, membránok precíz működése. Az ötvözet aránylag nagy vezetőképessége miatt igen jó eredményekkel használható áramvezető rugók gyártására. Meg kell azonban itt említenünk, hogy a berillium gyors és könnyű oxidálása miatt a berilliumbronz kontaktusanyagként nem felel meg. Ezért ilyen célra megfelelő kontaktusanyagot kell a berilliumbronzra szegecselni vagy forrasztani. Nagy jelentősége van a berilliumbronznak a gépkocsi- (gépkocsi izzófej szabályozás, gyújtóberendezés-részek stb.), a repülőgép- (mérőelemek, üzemanyagfecskendezők stb.) és a gépiparban (szerszámgépalkatrészek, biztosítógyűrűk stb.).

A berilliumbronz alkatrészek méretezéséhez az előző fejezetekben található értékek felhasználhatók, azonban hangsúlyoznunk kell, hogy a közölt értékeket laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálatokból állapították meg és így azokat szerkesztéskor bizonyos óvatossággal kell kezelni.

Az anyagban megengedhető feszültségeket nemcsak a felhasznált anyag, hanem a terhelés módja és az üzemi körülmények is meghatározzák. Sztatikus terhelés alatt az anyag rugalmassági, vagy arányossági határa a mértékadó és ha csak lehet, a szerkesztéskor számításbavett maximális feszültség legalább 5—10 kg/mm²-el legyen kisebb az arányossági határnál. Váltakozó terheléshez ezzel szemben az anyag kifáradási határa a mértékadó. Ezenkívül biztonsági tényezővel kell figyelembe venni a kifáradási határnak az esetleges korrózió, keresztmetszetváltozás, nagyobb üzemhőfok stb. okozta változását is.

Általában hangsúlyozzuk, hogy a darabban megengedhető feszültség számítása alapján a méretezés csak akkor lesz megfelelő, ha az alkatrészt pontos feszültségi elemzésnek vetjük alá. Emlékeztetnünk kell arra, hogy nagy helyi feszültségek léphetnek fel hajlítások, lyukak, egyenlőtlen befogások helyén. Ezért bármilyen szerkesztési képlet csak irányelvként használható és a számításokat tényleges üzemi vizsgálatokkal kell kiegészíteni.

Megemlítjük azt is, hogy ha a berilliumbronz összes kedvező tulajdonságát ki akarjuk használni, nem célszerű a régi méretek meghagyásával egyszerűen más anyag helyébe beépíteni, hanem az alkatrészeket a berilliumbronz mechanikai és fizikai tulajdonságainak figyelembevételével újra kell méretezni.

A berilliumbronz legnagyobb felhasználási területét kétségtelenül a rugók képezik, ezért az ötvözet rugóanyagként való felhasználásakor figyelembe veendő néhány megállapítással és adattal az előbb elmondottakat még kiegészítjük [4].

Minden rugóanyag bizonyos anelaszticitással bír, azaz az anyag nem követi pontosan a rugalmas alakváltozásra vonatkozó szabályokat. Kritikus felhasználásra ezt figyelembe kell venni. Tudjuk azonban, hogy az anelaszticitás adott feszültségen annál kisebb, minél nagyobb az ötvözet rugalmassági határa és minél inkább feszültségmentes az anyag. Hidegalakítás után megeresztéssel feszültségmentesítenek, azonban a hidegalakítással keményedő anyagok rugalmassági határát a feszültségtelenítő hőkezelés bizonyos mértékben csökkenti. A berilliumbronz ebből a szempontból is igen kedvező, mivel a nemesítés során végzett megeresztés nemcsak növeli a rugalmassági határt, hanem egyben feszültségtelenítő hatású is. Ezért a berilliumbronz műszerek pontos rugóinak előállítására igen alkalmas.

Említettük, hogy a berilliumbronz maximális üzemhőmérséklete 150 C°. Rugóra való felhasználáskor azonban szobahőmérsékletnél nagyobb hőmérsékleten a hőtáguláson kívül a következőket kell figyelembe venni.

Az ötvözet rugalmassági modulusza a hőmérséklet növekedésekor csökken, hőfokcsökkenéskor viszont nő, ez azonos terhelés alatt nagyobb hőmérsékleten nagyobb kihajlást, hőmérséklet csökkenéskor pedig kisebb kihajlást — tehát merevebb rúgót eredményez — kalibrált vagy műszerrugókra ezt figyelembe kell venni. A 2%-os berilliumbronz rugalmassági modulusza a hőmérséklet 35 C°-os változásakor kb. 1%-kal változik, szobahőmérsékleten általában igen kicsiny. Csak igen kritikus használat alatt kell figyelembe venni a rugalmas utóhatást és rugalmas hiszterézist, mely a hőmérséklet emelkedésével gyorsan nő. A 2. fejezetben megemlékeztünk a relaxációnak a hőmérséklet növelésével bekövetkező változásáról. Ezt mutatja egyébként a 2. ábra is.

Említettük, hogyha valamely alkatrész eddig használt anyagáról berilliumbronzra kívánunk áttérni, úgy a berilliumbronz nyújtotta előnyök teljes kihasználása céljából (az alkatrész eddigi méreteinek megtartása helyett) célszerű az alkatrészt újra méretezni. Rugókra erre a következő példát említjük meg: Ha egy szerkezetben a régebben ónbronzból, vagy sárgarézből készült lemezrugót berilliumbronzzal kívánjuk helyettesíteni, akkor a berilliumbronz nagyobb rugalmassági modulusza miatt vagy a rugó szélességét, vagy vas-

tagságát, vagy mindkettőt csökkenteni kell, hogy azonos terhelésre azonos kihajlást kapjunk. A keresztmetszetnek ezt a csökkentését a berilliumbronz nagyobb megengedhető feszültsége teszi lehetővé és ezzel anyag-, hely- és súlymegtakarítás érhető el. Ezzel szemben, ha acél lemezrugót kívánunk berilliumbronzzal helyettesíteni, a két anyag rugalmassági moduluszának különbözősége miatt a rugó szélességét vagy vastagságát növelni kell, ezzel együtt csökkentjük a maximális szálfeszültséget is. Itt megemlítjük, hogy a berilliumbronz laposrugó hosszának csökkentésével is ugyanaz a kihajlás érhető el, mint az acéllal és ugyanakkor a feszültség is csökken.

5. táblázat

Berilliumbronz-rugók megengedhető feszültségei

Rugótípus		Megengedhető feszültség kg/mm²-ben		
		erős	közepes	gyenge
		igénybevételhez		
Csavarrugó	húzó	21	27	35
	nyomó	25	32	40
Lemezrugó		48	54	63

A berilliumbronz rugók megengedhető feszültségére az 5. táblázatban adunk tájékoztató adatokat. A táblázatban *erősen* igénybevett rugókról akkor beszélünk, ha a rugó hosszú időn keresztül, gyorsan változó igénybevétel hatásának van kitéve, *közepes* igénybevételről, ha a rugó a normális gyakoriságú kitérésekkel működik (pl. kapcsolók), végül *gyenge* igénybevételről, ha a rugó sztatikusan van terhelve, vagy élettartama alatt 10 000-nél kisebb számú terhelésváltozást szenved (pl. biztonsági berendezések.) Lökésszerű terhelés alatt a megengedhető feszültségeket kb. 50%-kal csökkenteni kell. Megemlítjük még, hogy huzalrugók megengedhető feszültsége, ahol a huzal mérete megengedi(1,5 mm-es ∅ felett), a huzal sörétezésével jelentősen növelhető. A sörétezés kedvező hatását még fokozza, ha utána 30 percig, 200 C°-on megeresztjük [4].

6. táblázat

Berilliumbronz szalag minimális hajlítási sugara

Keménységi fokozat	A lekerekítési sugár és szalagvastagság viszonya		
	A hajlítási él merőleges a hengerlés irányára	A hajlítási él 45°-ot zár be a hengerlés irányával	A hajlítási él párhuzamos a hengerlés irányával
Edzett	Éles	Éles	Éles
1/4 kemény	1,0	1,5	2,0
1/2 kemény	2,0	2,5	3,0
Kemény	4,0	5,0	6,0

Berilliumbronz lemezrugók tervezésekor a szálirányt nem kell figyelembe venni, mivel főleg az edzés után kisebb mértékben hidegen alakított anyagokban irányítottság nem keletkezik és minden irányban csaknem azonos szilárdság és alakíthatóság érhető el.

A rugóalak pontos megszerkesztéséhez ismerni kell az anyag alakíthatóságát is, ezért a 6. táblázatban adatokat adunk a 2%-os berilliumbronz szalag hajlíthatóságára. A hajlíthatóság mértékéül a táblázatban 90°-os hajlításkor a lekerekítési sugár és a szalagvastagság viszonya szolgál. A táblázat 1,0 mm-ig terjedő vastagságú szalagokra érvényes.

5. A berilliumbronz különleges tulajdonságai és használata

A berilliumbronz különleges felhasználási módjai közül tájékoztatásképpen csak két érdekeset említünk meg.

Nagy kopásállósága alkalmassá teszi az ötvözetet nem mágneses csapágyak gyártására pl. elektromos mérőberendezésekben, számológépekben stb.

A berilliumbronz szerszámok használatakor, szemben az acélszerszámokkal, szikra nem képződik. Ezért robbanásveszélyes munkahelyeken szikramentes szerszámokra (csavarkulcs, kalapács stb.) használják ; nagy kopásállósága ilyen célokra különösen alkalmassá teszi.

B) A BERILLIUMBRONZ FÉLGYÁRTMÁNYOK FELDOLGOZÁSÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSE

A következő fejezetben néhány olyan alapelvet kívánunk ismertetni, melyet a berilliumbronz félgyártmányok különböző módon való feldolgozásakor figyelembe kell venni. Mivel az ötvözet igen sokféle célra alkalmas és az egyes üzemekben használatos gyártási mód is igen sokféle, teljességre nem törekedhetünk, hanem a szokásos anyagoktól eltérő viselkedését igyekezünk inkább kihangsúlyozni [1].

1. Alakító műveletek

A berilliumbronz nemesített állapotban jelentősen kevésbé alakítható mint a többi rézötvözet, ezért a képlékeny alakítást mindig a megeresztés előtt kell elvégezni. A kiinduló anyag keménységi fokozatát részben a kész gyártmány előállítása során végzett alakító művelet, részben a kész gyártmány kívánt mechanikai tulajdonságai határozzák meg. Mivel a megeresztés után a berilliumbronz szilárdsága annál nagyobb, minél nagyobb az edzés után a hidegalakítás, ezért általános irányelvként azt állapíthatjuk meg, hogy a szükséges alakítást még lehetővé tevő, lehető legkeményebb anyagból célszerű kiindulni. Az egyes keménységi fokozatok felhasználásáról a következőket mondhatjuk : az edzett kiinduló anyagot mélyhúzott, (vagy hasonlóképpen erősen alakított) alkatrészekhez használják. Az ¼ kemény anyag alakíthatósága még csaknem ugyanolyan, mint az edzetté és így akkor használjuk, ha még aránylag

erősen alakított darabot kívánunk előállítani, de az edzettnél valamivel kedvezőbb mechanikai tulajdonságút. A ½ kemény anyag alakíthatósága már csak mérsékelt, olyan darabok előállítására felel meg, melyek könnyű húzást, vagy aránylag éles lekerekítésű hajlítást kapnak. A kemény kiinduló anyag adja a legjobb mechanikai tulajdonságokat, de hidegalakíthatósága igen kicsiny és lényegében sima darabok előállítására használják.

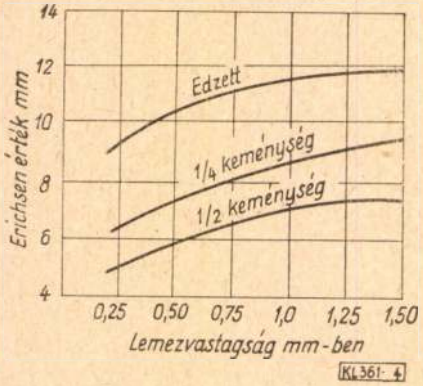
A hidegen alakított anyag az edzettnél könnyebben vágható ki, ugyanis ½ kemény, méginkább kemény szalag használatával tiszta és sorjamentes darab nyerhető. A kivágó szerszámokkal szemben elég nagyok a követelmények, ezért rendesen nagy éltartósságú Cr-acélból állítják őket elő. A rés mérete a kivágandó szalag vastagsága szerint a fémekre szokásosnál 30—50%-kal legyen kisebb. Kenésre szappan és szappanzsír emulzió szolgál. A kenésre gyakorolt kedvező hatása miatt kadmiummal bevont szalag használatával a vágószerszámok élettartama javítható.

A hengerlési irányt általában sem kivágáskor, sem alakításkor nem kell figyelembe venni. Ugyanis a kisebb keménységi fokozatú anyagok irányítottsága olyan kismértékű, hogy minden irányban csaknem egyenletes szilárdság és alakíthatóság érhető el. Ez a berilliumbronz szalagok gazdaságos felhasználását teszi lehetővé.

A berilliumbronz szalagok hajlíthatóságára a 6. táblázatban már felvilágosítást nyújtottunk. Hansúlyoznunk kell, hogy a berilliumbronz gyorsabban keményedik, mint a szokásosan használt ónbronz, vagy alpakka, ezért ugyanolyan hajlításhoz eggyel kisebb keménységi fokozatú berilliumbronz szalagot célszerű felhasználni.

A különböző keménységi fokozatú anyagok mélyhúzhatóságára a 4. ábra nyújt tájékoztatást. Látjuk, hogy könnyű húzásra pl. alacsony bordázású membránokhoz ¼, vagy ½ kemény anyag jól használható.

A berilliumbronz gyors keményedése korlátozza a mélyhúzás mérvét. Például sárgaréz mélyhúzásakor az átmérőcsökkenés 40—50% lehet, ezzel szemben edzett berilliumbronzzal 30%-nál nagyobb átmérőcsökkenés nem érhető el. Ha nagy az átmérőcsökkentés, akkor szükség lehet arra is, hogy az egyes húzások közé lágyítást iktassanak be.



4. ábra. Különböző keménységi fokozatú 2%-os berilliumbronz szalagok tájékoztató Erichsen-értéke

A felület simaságának biztosítására a kiinduló szalag lehetőleg finom szövezetű legyen. Ez a homogenizáló izzítás hőmérsékletének és időtartamának csökkentésével biztosítható.

Általában a berilliumbronz húzás alatt a valamivel nagyobb keménységi fokozatú ónbronzhoz, vagy sárgarézhez hasonlóan viselkedik, (pl. az ½ kemény berilliumbronz kb. ugyanolyan mechanikai tulajdonságokkal bír, mint a kemény ónbronz). Ezért a szerszámok szerkesztése és kiképzése a bronzra és sárgarézre kialakult gyakorlatot követi. A gyűrődés elkerülése végett ügyelni kell a ránctartó jó beszabályozására.

Membránok előállíthatók acél és gumiszerszám között úgy, hogy a bélyegző alul nyitott acélházban elhelyezett gumipárna, az alsó süllyesztéket pedig az előállítandó darab alakjának megfelelően kiképzett acél. Ez az olcsó szerszámozási mód kisdarabos és sorozat gyártásra egyaránt használható. Ezzel elmarad a két acélszerszámrész költséges összeillesztése, a jól deformálódó gumi ránctartóként is működik, a szerszámszerkezet is sokkal egyszerűbb. Koncentrikus bordázattal bíró membrán gyártására szolgáló szerszám esztergapadon is előállítható.

Hidegsajtoláshoz tetszés szerinti sajtó használható, azonban a hidraulikus sajtók a kisebb húzási sebesség és a nyomás jobb szabályozása révén általában egyenletesebben húzott terméket adnak. Sokszor előfordul, hogy hidraulikus sajtón olyan darab húzható, melynek előállítása mechanikus működtetésű sajtón nem sikerül.

A nyomó és húzó csavarrugókat, valamint tekercsrugókat vagy esztergapadon tüskére való csévéléssel, vagy külön rugócsévélő gépen gyártják. Tüske köré tekercselt rugó a tüskével együtt hőkezelhető és így igen szűk toleranciákkal állítható elő.

A berilliumbronz forgácsolási jellemzőiben hasonlít az ónbronzokhoz, alpakkákhoz, vagy réznikkel ötvözetekhez. Ez azt jelenti, hogy forgácsolása megfelelő szerszámokkal, kenőanyaggal, megfelelő sebességgel és előtolással nem okoz nehézséget [5].

Általában a hidegen alakított (kemény) anyag biztosítja a legjobb megmunkálást esztergálásra, marásra, gyalulásra, menetfúrásra, fűrészelésre, ezzel szemben, ha csak lehet, edzett anyagot kell fúrni és dörzsárral tágítani, míg a végső köszörülést és polírozást megeresztés után célszerű elvégezni. Ha ugyanazon a darabon több forgácsoló műveletet kell végezni, úgy a kiinduló anyag állapotát a legkritikusabb művelet határozza meg.

Az aránylag lágy anyag miatt, forgácsolás alatt az anyagban még a tulajdonképpeni nyírás előtt zömítés és így, képlékeny alakváltozás lép fel. Mivel a berilliumbronz képlékeny alakítás következtében gyorsan keményedik — a keményedett réteg a szerszámélettartamot kedvezőtlenül befolyásolja — ezért a fogásmélység olyan nagy legyen, hogy a keményedett réteg alá kerüljünk. Ehhez legalább 0,18 mm-es fogásmélység szükséges. Ugyanez vonatkozik oxidált anyag megmunkálására is. A felületi oxidréteg által a szerszámélre

kifejtett koptató hatás miatt szintén lehetőleg nagy fogással kell forgácsolni.

Említettük, hogy a berilliumbronz forgácsolása hasonlít az ónbronzok, alpakkák megmunkálásához, tehát általában hasonló technológiával kell dolgozni. Tájékoztatásképpen megemlítjük, hogy pl. esztergálást nagy sebességgel, kis előtolással és mérsékelt fogásmélységgel célszerű végezni. Készremunkálás alatt a megfelelő felület biztosítására az előtolást csökkenteni, a sebességet pedig növelni kell (pl. előtolás 0,10 mm, fogásmélység 0,40 mm). Kenőanyagként általában megfelel a jó hűtőhatású 10—30 rész víz és 1 rész oldható olajból álló emulzió.

2. Összekötő műveletek

A berilliumbronzok lágyforrasztással, ezüstforrasztással, ívhegesztéssel (fém, szénív, vagy védőgáz) és ellenálláshegesztéssel köthetők ; a keményforrasztás és gázhegesztés azonban még nincs megoldva [1].

A berilliumbronz forrasztásával és hegesztésével kapcsolatban mindenekelőtt a következő általános érvényű szabályokra hívjuk fel a figyelmet : A kötéshez szükséges nagy hőmérséklet miatt a lágyforrasztás kivételével mindig az edzés művelete előtt kell forrasztani és hegeszteni. Ennek ellenére a kötés helyén sohasem érhető el az eredeti anyag szilárdsága, ezért a kötést kis feszültséggel terhelt helyen kell elhelyezni.

A megfelelő kötés elérésére a forrasztandó vagy hegesztendő hely környékét a revétől meg kell tisztítani, általában előnyös, ha a pácolást a felület mechanikus tisztítása egészíti ki. Ügyelni kell arra, hogy a felület zsiradéktól, olajtól és más szennyeződéstől teljesen mentes legyen. A tiszta felület fontossága nem hangsúlyozható eléggé.

Ha nagy kötésszilárdság nem szükséges, úgy lágyforrasztást célszerű végezni. Ennek az egyszerű eljárásnak előnye, hogy alacsony hőmérsékleten és így hőkezelés után is elvégezhető. A forrasztáshoz leginkább 50%-os forrasztóónt használnak, de nagyobb munkahőmérsékleten használható antimonos ón (95 Sn, 5 Sb), vagy ólomezüst (97,5 Pb — 1,5 Ag — 1,0 Sn) forrasz is. Ha a forrasztott darab forrasztás után tisztítható, akkor oxidoldó anyagként cinkklorid, vagy cink-, ammónium- és sztannoklorid keveréke használható ; más esetben a korrózió megakadályozására gyantás segédanyagot kell használni. Ha a munkadarab a forrasztás után nem tisztítható, úgy a jó kötés biztosítására gyakran ónozzák a felületet. Egyszeri ónozás után minden későbbi alkalommal alkoholos, gyantás segédanyaggal már jól forrasztható. Ónozni lehet pákával, forrasztólámpával, olvadt fémfürdőbe való merítéssel és galvanizálással. Magát a forrasztást forrasztópákával, vagy forrasztólámpával, esetleg autogén pisztollyal lehet végezni.

A lágyforrasztással szemben az ezüstforrasztás nagyobb kötőszilárdságot biztosít. Mivel az ezüstforrasztás hőmérséklete (620—800 C°) — jelentősen nagyobb a megeresztés hőmérsékleténél —, ezért a forrasztást edzésnek és megeresztésnek kell követnie. Hőkezelés után, tompaillesztéssel való forrasztás útján a vizsgálatok szerint 60—65 kg/mm² szilárdság érhető el. Előnye még ennek a forrasztási módnak, hogy a forrasztott darab mérsékelten nagyobb (150—200 C°) üzemhőmérsékleten is használható. Vékony (0,50 mm-nél vékonyabb) szalagok forrasztására ez az eljárás azonban nem alkalmas, ilyen vékony anyagok kötésére lágy forrasztás az egyetlen megoldás.

Ahol csak lehet, ott tompa vagy ferde illesztés helyett nagyobb szilárdságot biztosító átlapolt kötést célszerű végezni. A legjobb eredményeket 0,025—0,07 mm-es hézaggal kapjuk, ugyanis a kis hézag okozta kapillárhatás az olvadt ezüstötvözet jó behatolását biztosítja. Oxidoldóanyagként rendesen bórax vagy bórsav használatos.

Nagyszilárdságú kötés érhető el ívhegesztés útján. Berilliumbronz kötőanyag használatával hőkezelés után 95—105 kg/mm² kötésszilárdság érhető el. Az eljárás használható öntvények és kovácsdarabok javítására is.

Szénives hegesztéshez egyenáram használatos —, a kónikusan hegyesedő grafitrúd képezi a negatív, a munkadarab a pozitív pólust. Töltőanyagként berilliumbronz, alumíniumbronz, vagy szilíciumbronz használható, azonban csak berilliumbronzzal kapunk az alapanyag szilárdságát és vezetőképességét megközelítő kötést. Folyósító anyag általában stabilizálja az ívet, és javítja a fém folyását. Hegesztés után homogenizáló izzítást és edzést kell végezni, majd a varratot hidegen el kell kalapálni, végül megeresztés következik.

A berilliumbronz alumíniumbronz-elektróddal és egyenáramú fémívvel is hegeszthető. Ilyen módszerrel a munkadarab képezi a negatív, az elektród pedig a pozitív pólust. Nagy darabok hegesztéséhez a munkadarabot elő kell melegíteni. Legjobb eredményeket ad a védőgázas ívhegesztés ; az argon védőatmoszféra megakadályozza ugyanis az oxidációt, folyósítóra nincs szükség és így a korrózióveszély csökken. Ennél a hegesztés nagy sebességű, ezért a hőfokemelkedés csak szűk részre korlátozódik és így a varrat körüli részekben fellépő szilárdságcsökkenés és vetemedés igen kicsiny. Hegesztéshez váltakozó áram használatos, az áramerősség 6—8 amp/0,1 mm fémvastagság, az áramsűrűség pedig az elektród olvadása nélkül elérhető legnagyobb legyen. Ha hegesztőpálcát használunk, úgy az az alapanyag összetételével legyen azonos.

Berilliumbronz darabok egymással és más ötvözetekkel ellenálláshegesztéssel is összeköthetők ; erre a pont-, tompa-, vagy vonalhegesztés egyaránt megfelelő. A hidegalakítással keményedő anyagokkal ellentétben a hegesztés után végrehajtott hőkezeléssel az eredeti anyag szilárdságát megközelítő kötésszilárdság érhető el.

Az ötvözet aránylag nagy elektromos és hővezetőképessége nagy áramerősségű és rövid hegesztési idejű munkát kíván. Rendkívül fontos a rövid hegesztési idő miatt a berendezés pontos szabályozhatósága. Nagyobb villamos ellenállása révén, edzett anyag hegesztésekor általában jobb eredményeket kapunk. Lágyacélhoz képest kisebb

nyomás szükséges, ezért gondoskodni kell a nyomás jó szabályozhatóságáról is. Elektródaként vízzel hűtött Cr-bronzot használunk; ez az ötvözet jó vezetőképességű és nem ragad az alapanyagra.

3. Felületkezelés

A berilliumbronz gyártmányok alakítása és megmunkálása után az anyagon maradó kenőanyag, olaj és zsiradék maradványok oldóanyagokkal gyorsan eltávolíthatók, elgőzölögtethetők (pl. triklóretilénnel). A zsírtalanítandó darabokat olyan kamrában kell elhelyezni, amelyben a kenőanyagot oldó gőz a tisztítandó darabokon kondenzálódhat. A lecsapódó oldószer lemossa a darabokat és így azok tiszta, száraz állapotban kerülnek ki a tisztítókamrából.

Olajok, zsírok és hasonló szennyezők alkálikus tisztító oldatban is eltávolíthatók, erre nátriumkarbonát, trinátriumfoszfát, nátriummetaszilikát (pl. 3 rész nátriumkarbonát, 3 rész nátriummetaszilikát, 1 rész trinátriumfoszfátból álló keverékből 50—100 g/liter vízben) és hasonló anyagok különböző kombinációja hsaználatos. A szennyeződések és lerakódások eltávolítására különböző elektrolitikus tisztító módszerek ismeretesek.

A berilliumbronzon hosszabb ideig visszamaradó kéntartalmú kenőanyagoktól, ugyanígy a nedves, vagy kéntartalmú atmoszférából származó elszíntelenedés — zsírtalanítás után — 10%-os hideg nátriumcianid oldatba mártva jól eltávolítható. Ugyanez az eredmény elérhető hideg 5—10%-os sósavas, vagy kénsavas oldatú pácolással is. A tisztítás után vízben gondos és alapos mosást kell végezni.

A berilliumbronz a többi rézötvözethez hasonlóan könnyen polírozható. Az alakítás és megmunkálás során képződött sorja és éles élek kis darabokról koptató-dobban könnyen eltávolíthatók. Ahol a durvább felület is elfogadható (így pl. öntvények) a felület tisztítása céljából gyakran alkalmaznak homokfúvatást.

Ha szükséges a berilliumbronz felülete lakkal, vagy műanyagbevonattal védhető, a bevonatot ecsettel, szórással, vagy fürdőbe való mártással viszik fel a felületre. Mivel levegőn a berilliumbronz elszíntelenedik, a bevonást közvetlenül a tisztítás után kell elvégezni.

A berilliumbronz darabok jobb külső megjelenés, korrózióvédelem, szerszámkenés és különleges elektromos tulajdonságok elérésére fémbevonatokkal is elláthatók [2].

Tetszetős fehér felület elérésére nikkel- vagy ónbevonatot használnak. A nikkelbevonat nedves atmoszférától és hőmérséklet ingadozástól megsárgul, erősebb kémiai hatóanyagokkal szemben nem ellenálló. Ezzel szemben a korszerű elektrolitokból nyert galvanikus ónbevonat fehér színét gyengén korrodáló hatás alatt is megőrzi és kedvezőtlen körülmények közt is jó védőhatású. Ezenkívül az ónbevonat lágyforrasztáshoz jó alapréteget képez és gyantás segédanyag használata mellett is jó kötést biztosít.

Az ónozás végezhető ónfürdőbe való merítéssel kloridos folyósítókkal is; ekkor a bevonatvastagság kb. 20 μ, míg a galvanikus úton 7,5—15 μ rétegvastagság állítható elő. A galvanikus úton előállított nikkelbevonat vastagsága rendesen 2,5—7,5 μ.

Az ón alkalmas bimetallikus kötésekben az elektrokémiai potenciálkülönbség csökkentésére is, mivel oldási potenciálja a szóbajöhető fémek oldási potenciáljai közt középértéket képvisel. Hasonló célokra néha galvanikus úton képzett Zn- és Cd-bevonatot is használnak. A 2,5—7,5 μ vastag Cd-bevonat a kenésre kifejtett kedvező hatása miatt kivágáskor és mélyhúzáskor a szerszám élettartamára igen kedvező.

Fenol- és vinil-műanyagok, valamint a gumi által okozott korrózió megakadályozására a berilliumbronz présszerszámokat rendesen keménykrómréteggel védik.

Nagyfrekvenciájú áram vezetésére és kis kontakt-ellenállás biztosítása céljából galvanikus úton ezüsttel is bevonják. Az ezüstbevonat vastagsága rendesen 5—10 μ, azonban nagyfrekvenciájú áram vezetésére vastagabb bevonat szükséges. Ha kopással szemben nagy ellenállóképesség, igen jó korrózióállóság, fényes reflektáló felület, valamint kicsiny és állandó kontaktellenállás szükséges, az ezüstre még ródiumbevonatot is felvisznek. A ródiumbevonat vastagsága kb. 0,5 μ, azonban ha nagy kopássállóság szükséges, kb 2,5 μ vastag a réteg.

Elektromos kontaktusanyagok céljaira különösen, ha igen kicsiny nyomások alatt igen kis kontaktellenállás szükséges, aranybevonattal látják el a berilliumbronzot, melyet vagy közvetlenül, vagy réz, ezüst, vagy nikkel közbülső rétegre csapatnak. Az aranyréteg vastagága rendesen 2,5—5 μ.

Ismeretes, hogy a galvanikus bevonat jóságára a galvanizálásra kerülő darab felületi állapota döntő befolyással bír[2], ezért a bevonandó darab felülete legyen teljesen tiszta, oxidoktól, olajtól, zsiradéktól, szennyeződésektől teljesen mentes. Megemlítjük, hogy krómkénsavas pácolás során, az anyag felületén képződött vékony oxidfilm miatt, az így pácolt darab galvanizálásakor igen rosszul tapadó bevonatot kapunk. Ezért galvanizálás előtt a pácolást a következő sorrendben célszerű elvégezni:

1. Zsírtalanítás,
2. rövid ideig tartó pácolás 3 térfogatrész salétromsav és egy térfogatrész kénsavból álló hideg fürdőben,
3. mosás vízben,
4. rövid ideig tartó bemerítés 1 rész salétromsav és 3 rész kénsav-tartalmú hideg fürdőbe,
5. mosás hideg vízben.

Ha savanyú elektrolitban galvanizálunk, úgy a darab az elszíneződés elkerülése céljából szárítás nélkül azonnal galvanizálandó. Ha az elektrolit lúgos, a darabot először hideg nátriumcianidos

[2] Galvanizálásra vonatkozó technológiai adatok a [2] alatt idézett tanulmányban találhatók.

Berilliumbronz színezőoldatok 7. táblázat

Fekete		Acélfekete		Vöröses bronzbarna kékesfekete	
1.	Kémiai tisztítás	1.	Kémiai tisztítás	1.	Kémiai tisztítás
2.	5—10 mp-ig 40 C°-os vizes káliumszulfid oldatba merítés	2.	1 súlyrész arzénoxidból és 2 súlyrész cc. sósavból (fajsúly 1,16) álló 80 C°-os oldatba merítés az egyenletes szín eléréséig	2.	Literenként 12,5 g kénmájat és 18—20 g nátriumhidroxidot tartalmazó 75 C°-os oldatba merítés az egyenletes szín eléréséig
3.	Mosás hideg vízben	3.	Kefélés nedves állapotban	3.	Mosás hideg vízben
4.	Mosás meleg vízben	4.	Mosás meleg vízben	4.	Mosás meleg vízben
5.	Szárítás levegőráfúvatással	5.	Mosás hideg vízben	5.	Szárítás levegőráfúvatással
6.	Lakkozás	6.	Szárítás levegőráfúvatással	6.	Lakkozás
		7.	Lakkozás		

fürdőben (50 g/liter) lemosni és utána azonnal galvanizálni kell.

Egyes üzemi viszonyok közt szükség lehet a berilliumbronz darabok színezésére. A 7. táblázatban ismertetünk néhány színező eljárást. Ugyanabban az oldatban való megfelelő kezelés több színt is adhat, ezért a munkadarabot addig kell az oldatban tartani, míg a kívánt színtónust el nem érjük. Megfelelő eredményt csak akkor kapunk, ha a színezendő darab teljesen tiszta és fényesre polírozott [1].

IRODALOM

[1] *I. T. Richards:* Beryllium-Copper. Mat. a. Meth. 31. 1950. ápr. 76. old.
[2] *E. E. Halla:* Plating and Pickling Beryllium-Copper Components. Metallurgia. 43. 1949. 181. old.
[3] *L. David:* Beryllium as an Alloying Addition. Metallurgia. 50. 1954. 236. old.
[4] *J. T. Richards:* Beryllium Copper as a Spring Material. Machinery 55. 1949. 169. old.
[5] *J. T. Richards:* How to Machine Beryllium Copper American Machinist 93. 1949. febr. 10 (No. 3) 101. old.

Alacsonyaknás kohók metallurgiája[1]

SZELE MIHÁLY

D. K.: 669.16

(Folytatjuk.)

Металлургия в низкошахтных печах

Metallurgie der Niederschachtöfen

Metallurgy of low-shaft furnaces

Az NDK helyzete megkövetelte a nyersvasgyártás erős bővítését. Németország kettéosztottságában a gépipar igen tekintélyes része az NDK-ba került, kohászata azonban Nyugat-Németországban fekszik. A keletnémet gépipar acéllal és nyersvassal való ellátásának biztosítására feltétlenül szükséges volt olyan kohászati bázis megteremtése, amely függetlenítse a nagy behozataltól. A thüringiai gyenge minőségű ércek feldolgozása a klasszikus eljárással nem látszott gazdaságosnak. Az ércek feldolgozását Krupp—Renn eljárással megfontolás tárgyává tették ugyan, de az eljárás beruházásait, valamint költségeit részben magasnak tartották, másrészt a képződő vasrögök átolvasztásához szükséges lett volna import kokszra s ezért inkább az alacsonyaknás kohósítást választották. A Calbe-i mű 1951 novemberében lépett üzembe első olvasztójával és 1953 elején már 10 kemence működött.

Sajnálatosan az ércelőkészítést nem építették ki s ennek következménye az, hogy még ma sem előkészítés, sem agglomerálás vagy brikettezés nem folyik s az elegyalkotók meglehetősen változó szemnagyságban kerülnek az alacsonyaknás olvasztóba.

Fáradságos munkával sikerült az alacsonyaknás kohók teljesítményét naponként és egységenként most már 70 tonnára emelni s a kokszfogyasztást az eredeti 2000 kg/t nyersvasról 1600—1800-ra lecsökkenteni. A betétanyagnak fizikai és egyenlőtlen kémiai összetétele a kohók járatát egyenetlenné teszi, s ez késztette a művet arra, hogy a gyártott öntödei nyersvasat, külön keverő berendezésben, előzetes kéntelenítés után, homogenizálják. A betétanyag heterogén volta okozza azt, hogy a kohókban az anyagoszlop egyenlőtlen mozgása miatt bekövetkező csatornaképződés, helyenként anyagvisszamaradás, nemcsak a nyersvasat teszi erősen változóvá, hanem a salakképződés is egyenlőtlen. Az alacsonyaknás kohó sem tud mindent megemészteni, sőt a kohók egyenletes járatának előfeltétele a betét megfelelő előkészítése. Tagadhatatlan, hogy azok az erőfeszítések, amelyeket a német kohászok a Calbe-i kohókkal végeztek, sok eredményt hoztak.

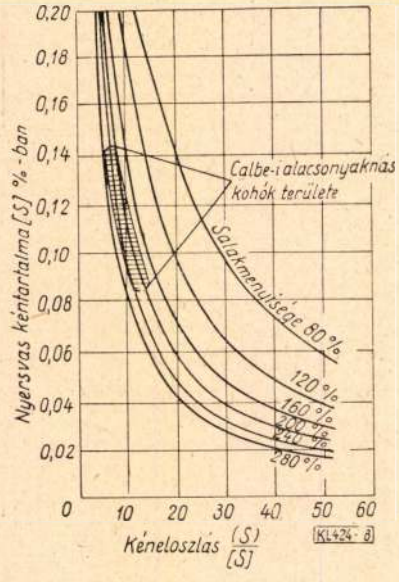
Igen dicséretes módon megkísérelték a németországi tiszta kénmentes barna szénből nagy hőmérsékleten lepárolt kokszot használni. Az eredmény jó volt, mert ez a kokszfajta nagy fűtőértékű, nagy szén- és kis víztartalmú, hamutartalma is kicsi. Hátránya erős morzsálékonysága. A salak mennyisége ezáltal a nyersvasgyártásban lecsökkent. A koksz CO_2-vel szembeni reakcióképessége a kőszénkokszénál jobb. A koksz használatával elért eredmények következménye volt a nyersvas

[1] A Kohászati Lapok 4. számában megjelent cikk folytatása.

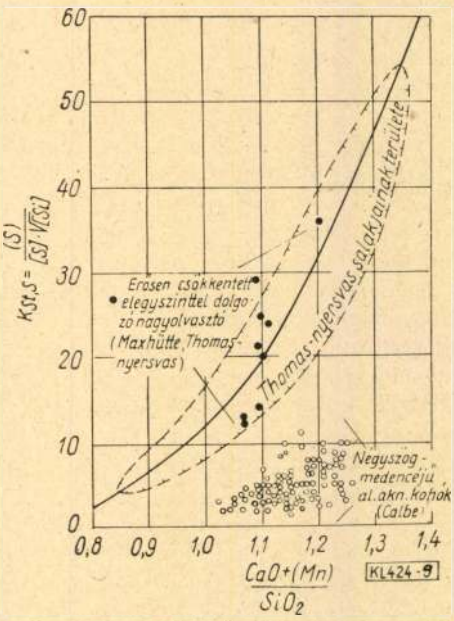
önköltségének csökkenése. A legutóbbi értesülések szerint az NDK-ban is kísérletek folynak olyan ércmész-tüzelő brikettek előállítására, amelyekben az egyes alkotók apróra való őrlésével érintkezésüket fokozni lehet, s ezáltal a redukciós körülmények is javulhatnak. Másrészt a mésznek égetett állapotban való brikettekbe keverésével a kohó hőmérlege előnyösen megváltozhat és olyan jó eredményt szolgáltathat, amely a gazdaságosságot is nagy mértékben befolyásolhatja.

Kísérleteket végeztek oxigénes levegő dúsítással is. Úgy látszik, hogy az oxigéndúsítás csak 26—28%-ig kedvező, mert ezen felül a kemence viszonyok romlanak. A keletkezett torokgáz fűtőértéke növekszik, s ezzel nemesebb célokra is felhasználható lenne. Ez utóbbi azonban a Calbe-i körülmények között nem áll fenn, mert a torokgázfelesleget csak kazánban értékesítik.

A Calbe-ban használt ércek igen változó összetételűek, az egyik ércfajtának a kovasavtartalma 30—45% közt ingadozik, az elegykihozatal alig éri el a 23—25%-ot. Ennek az eredménye a nagy salakmennyiség, amely a 3 tonnát is elérte nyersvastonnánként, átlagban 2,2—2,5 t/t-ra tehető s ez károsan befolyásolja a kokszfogyasztást. Ha a meddő eltávolítása a kohón kivül megtörténhetne, úgy minden 1000 kg eltávolított salak 350—400 kg koksz megtakarítását eredményezné. Az 1955 decemberében Lipcsében tartott tanácskozáson *Bardin*, *Säuberlich*, *Schumacher*, *Reinfeld*, *Wurth* egyértelműen megállapították, hogy alacsonyaknás kohókban, az eljárás gazdaságosabbá, biztosabbá, az ingadozások iránt érzéktelenebbé tétele érdekében a betét gondos előkészítésére van szükség. *Lüdemann* a már említett vizsgálatban, majd *Struve* az alacsonyaknás kohók metallurgiai viszonyait a Mn redukció és a kéntelenítés tekintetében ellenőrizte *Oelsen*, *Maetz*, *Kootz*, *Rellenmayer* által kimunkált összefüggések alapján. Eszerint Calbe-ban a nyersvas 2,5% Si tartalma és 200% salak mennyiség mellett a Mn kihasználás csupán 38%, 0,8 Si mellett csak 26%. Ha a salak mennyisége csupán 80% volna, úgy a Mn kihozatal 60%-ra növekedne.



8. ábra. A nyersvas kéntartalma a kéneloszlás és a salakmennyiség függvényében. Kéntartalom a betétben a nyersvasmennyiség 2,4%-a



9. ábra. K si, s összefüggés helyzete a salakbázicitás függvényében

Azonos salakbazicitás mellett az alacsonyaknás kohó lényegesen rosszabbul kéntelenít, mint a nagyolvasztó. Ez összefügg a Mn redukcióval is, mert ennek javulásával a kéntelenítés is jobb. Az $\frac{(S)}{[S]}$ és [S] összefüggés görbéiből adódik, hogy a Calbe-i kohókban számítás szerint is 0,140—0,085% S várható s ez a gyakorlattal teljesen egyezik (8., 9. ábra).

A helyzet megjavításának lehetőségét *Lüdemann* is a jobb elegyelőkészítésben, salakösszetétel javításban látja [36], [37].

A Calbe-i kohóműben az utóbbi években nagy munkát végeztek, folyamatban van az adagolás teljes gépesítése, a mostoha betétviszonyok kiküszöbölésére a betétet brikettezni akarják, a termelt gázt teljesen hasznosítani fogják.

A másik, hasonló alacsonyaknás kohó, amely azonos elveken került megtervezésre és szerkezetében is hasonló, a Liegè-i hat nyugati ország kooperációs kísérleti berendezése. Létesítésére ugyanazon okokból került sor, azaz kis szemnagyságú koksszal, vagy más alkalmas tüzelővel, finom érceket kohósítanak. A kohóról szóló jelentések az irodalomban megtalálhatók [23], [24], [25], [26]. Csak a végkövetkeztetések közlésére szorítkozom, mert a metallurgia tárgyalásakor sok szempontot már ismertettem.

Igen fontos a betét szemcseösszetétele. Az érc szemnagysága 0—20 mm, de ebben a 0—10 mm frakció legfeljebb 30—40% lehet. A határértékeken belüli eltolódások üzemzavarokat okoznak. A kohó kifogástalan munkájának előfeltétele a jól előkészített elegy, pl. brikettezés. A tüzelő (koksz, félkoksz, stb.) szemnagysága 25 mm alatt legyen, nagyobb szemnagyság a nyersvas kis széntartalmához vezet. Tüzelőként igen jól bevált a félkoksz,

de jó az antracit, s kielégítő a lángszén is. Oxigéndúsítás Thomas-acélnyersvasban — melynek gyártása kis Si tartalom mellett nehézkes — nem hoz eredményt, sőt növeli a kokszfogyasztást és a veszteségeket. Az indirekt redukció kicsi, ennek folytán a tüzelőanyagfogyasztás 20—25%-kal nagyobb, mint azonos Fe tartalmú betété a nagyolvasztóban. A torokgáz CO tartalma, így fűtőértéke is nagyobb.

Fentiekben ismertetett nagyobb szabású üzemi és kísérleti alkalmazáson kívül több helyi kísérlet volt alacsonyaknás kohóban való kohósításra, ilyen volt *Koppenberg—Wenzel* több ízben szerkezetben változtatott kemencéje. Franciaországban Pompey-ben ugyancsak volt átmeneti üzemben ilyen kohó.

Nagyobb jelentőségű volt az Oberhausen-ban 1951-ben lefolytatott kísérlet, amelyhez a 30-as években *Lennings* által felépített kísérleti kohót használták azon változtatással, amint az a 3. ábrán látható, hogy az olvasztóprofil alsó részének meghagyása mellett az akna magasságát kb. felére csökkentették. (10,2 m-ről 4,2 m-re). A kohóban időnként 30,5%-ra oxigéndúsított levegőt használtak. Ez utóbbiról előzőkben volt már szó. Mivel 236 napból csak 91 napon át dúsították a levegőt oxigénnel, a kétféle üzem eredményei jó összehasonlítást adnak. A medenceterhelés normál széllel 733 kg/m² h, oxigéndúsítással 779 kg/m² h volt, a szélmennyiség első esetben egy tonna kokszra 3058 m³, a másodikban 2050 m³. A kokszfogyasztás nyersvastonnára 2260 kg, illetve 1755 kg. Kb. 45%-os ferromangánból a napi termelés első esetben 32,2 t, a másodikban 48,1 t. Az indirekt redukció mértéke 28,9%. A végső következtetés — amint a metallurgiai szakaszban már hangsúlyoztam — az volt, hogy oxigéndúsítással dolgozó kohóban a nagy hőmérsékletet és hőmennyiséget követelő anyagok gyártása gazdaságos, ami egyébként ellenkező értelemben a Liège-i kísérleti kohóval is bebizonyosodott.

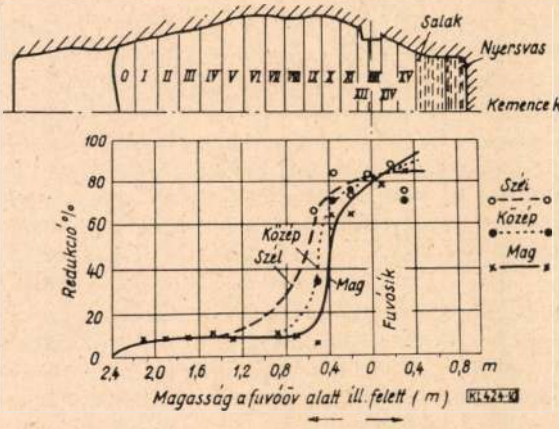
A legújabb hírek szerint 1956. évben Japánban, francia közreműködéssel, Philipon nevű eljárással, de lényegében alacsonyaknás kohóban gyártottak ipari méretekben nyersvasat.

A betétanyag piritpörk, a tüzelő gyenge szén és kis mennyiségű gyengébb koksz. Oxigéndúsítás mellett ammóniaszintézisre alkalmas gázt termeltek. Az eljárás nagyüzemi hasznosításra állítólag építés alatt áll [35].

Az eddig tárgyalt alacsonyaknás eljárások kevés kivétellel kétlépcsősek, vagyis tüzelőjük előzetes lepárláson átesve koksz vagy félkoksz alakjában kerül felhasználásra. A tüzelőt és ércbetétet külön adagolják s a két alapvető anyag érintkezése a kohóban végbemenő mozgás, levonulás függvénye. Jó keveréssel, szemcséknek brikettezéssel való egymáshoz tapasztásával kedvezőbb körülmények teremthetők a beálló kémiai reakciók időbeli és térbeli lefolyására.

A nyugatnémetországi Hambornban *H. Barking* javaslatára kohósítási kísérleteket folytattak 0,8 m² medenceterületű 5,5 m anyagoszlopmagasságú kis kohóban vaskoksszal, A kísérletekről *Jaeger* számolt be 1953-ban [27]. Kokszolókemencében a szénhez kevert 30% svéd iszapérccel 24% Fe, 54% C tartalmú vaskokszot gyártottak. A vaskokszot 65%-ban használták s acélnyersvas gyártásban 1230—1245 kg/t kokszfogyasztást, hematit nyersvasban 60% vaskoksz részesedés mellett 1500 kg/t kokszfogyasztást értek el. Jó eredményeik alapján nagyolvasztóban folytatták kísérleteiket. A vasoxidok már a kokszolás alatt is részben redukálódnak, másrészt a közvetlen érintkezés a tüzelő és ércrészecskék közt valószínűvé teszi, hogy a redukció gyorsabban végbemegy.

1950—51. évben Nyugat-Németországban Humbolt műben kezdődtek meg az egylépcsős, illetve lepárlásos kohósítás kísérletei alacsonyaknás kohókban. (Kezdetben itt is külön lepárló s külön olvasztó kemencében kísérleteztek.) Az eljáráshoz száraz őrölt ércet, mészport és nem sülő szenet kevertek és briketté sajtolták. A kísérleti kohó négyzet szelvényű volt 1,0×1,3 m gyengén ovális medenceszelvénnyel, nyugasznélküli felfelé szélesedő kb. 6 m teljes magassággal. A kis indi-



10. ábra. A redukció lefolyása DHN kohóban

rekt redukció és egyéb okok miatt a tüzelőfogyasztás kokszra számítva tonnánként 1800—2200 kg-ot tett ki. Kb. 1,2—1,6 salakszám mellett a nyersvas jó minőségű, a mangánkihozatal 40—60%, tehát megfelelő, kéntelenítés igen jó. Termelés napi 12—15 t [28], [29].

Az eredetileg Klöckner—Humboldt—Deutz néven futott eljárás 1952 óta a Demag csatlakozásával Demag—Humboldt Niederschachtofen néven (DHN) ismeretes. 1953 óta rendszeres kísérleteket folytattak különböző német és külföldi szénféleségekkel. Az eljárás egyik fontos tényezője a kifogástalan betételőkészítés. Megfelelő szemnagyságra való őrléssel és brikettezéssel a redukció körülményeit annyira megkönnyítették, hogy az 70%-ig lefolyhat, mielőtt az anyag leérne a fúvóövbe. A redukció kiterjedésének vizsgálatára a kísérleti kohót töltött, üzemi állapotban nitrogéngázzal lehűtötték és tartalmát 20 cm-es rétegekben vegyi, ásványtani összetételre megvizsgálták. A 10. ábrán látható, hogy az adagolószinttől számított 1,2 m-re, vagyis a kemence lepárlási övében redukció alig volt, ettől számított 80 cm-en a fúvóövig az O_2 leépítése igen gyors, különösen a kemence kerületén. Ez a megállapítás megdöntené azt a tételt, mely szerint alacsonyaknás kohóban a

gyors áthaladás miatt a fúvóöv felett alig folyik redukció.

Az igen finom alkotókból álló brikettek a kemence felső részén előbb lepárlódnak, majd rövid idő alatt, a redukció és ahhoz kapcsolódó salakképzés megy végbe. Az anyag előkészítésekor figyelembe kell venni a szén sülőképességét és az érc redukálhatóságát ; az alkotók szemnagyságát össze kell hangolni és megfelelő kötőanyagra van szükség. Lényeges feltétel, hogy a lepárlási övben, 400—800 C° hőmérsékleti határban a brikett a lágyulás ellenére is lényeges alakváltozást ne szenvedjen, majd a redukció, ill. olvasztási övben a képződött kokszváz lehetőleg szilárd maradjon. A brikettek állóképességének vizsgálatára olyan kísérleti berendezést használnak, mellyel a megadott kritikus hőmérsékleti határban megterhelve az alakváltozásukat mérni tudják. A kísérlet alatt a briketten a kemencegáznak megfelelő összetételű és sebességű gázt bocsátanak át. Az elvégzett kísérletek szerint, a finom szemcsenagyságú anyagok közvetlen érintkezéséből származó nagy felület és rövid diffúziós út a redukció sebességét jelentékenyen emeli. A Max Planck Intézetben *Maetz* és *Engell* [34] által végzett kísérletekből kitűnt, hogy gázlángszénnel készült brikett vasoxidjainak redukciója másként megy végbe, mint a nagyolvasztói koksszal készült briketteké. A redukált fém-vas mennyisége szén tüzelő mellett nagyobb, mint koksszal s a redukció a kisebb hőmérsékleti határok felé tolódott el. A kísérletekből azt a következtetést vonták le, hogy kisebb hőmérsékleten a brikettek szilárd szene végzi főleg a redukciót. A szilárd állapotban lefolyó redukciós folyamatok előhaladásához idő kell, s ezért van az áthaladási időnek nagy szerepe. A redukciónak a kisebb hőmérséklet felé való eltolódása azzal az előnnyel jár, hogy ekkor a salak és vasfázis még nem jelenik meg. Igen részletes kutatás is folyt annak megállapítására, hogy bár az áthaladási idő rövid, a redukció zöme mégis a fúvóöv felett fejeződött be s a medence elvégezheti a termék minőségének végső kialakítását úgy, ahogy az a nagyolvasztóban lefolyik. Ez bizonyítani látszik, hogy nem lehet a nagyolvasztó elegy és kohászati körülményeit az alacsonyaknára átvinni, a betétet gondosan a változott körülményeknek megfelelően kell előkészíteni.

A DHN eljárással lepárlásos kohóban termelt nyersvas fajták, (acél, öntészeti, ferromangán) mindegyike jó minőségű volt, sőt az öntödeinek minősége a faszenes vas minőségéhez állt közel, nagy C tartalom mellett igen finom grafiteloszlással. A salak bázicitását könnyen 1,3-ig tudták növelni. A nyersvastonnánként szükséges levegő 5000 Nm^3, a termelt gáz mennyisége 7300—7400 Nm^3, fűtőértéke kb. 1430 kcal/Nm^3 (CO_2 = 3,4%, CH_4 = 3,4%, CO = 30%). A tüzelőanyagfogyasztás 2100—2200 kg szén, ami kb. 1400—1500 kg koksznak felel meg, ez megfelelő, mert a számokban tulajdonképpen a nagyolvasztóban használt lepárlás és az ércsugorítás hője is benne van. Figyelembe veendő, hogy csupán 450—500 C° hőmérsékletű fúvószéllel dolgoztak, rekuperátoros előmelegítéssel.

A nyers szén használata szükségessé teszi a torok hőmérsékletének 400 C° körül való tartását. A gáz portartalmának leválasztása után megfelelő kátrány és könnyűolaj kinyerése folyik.

A DHN eljárás gazdaságosságának vizsgálatakor érdekes összeállítást adtak azonos teljesítményű nagyolvasztó és alacsonyaknás egységekre a művi önköltségekről. Az ércbetét költsége alacsony aknában a porércre való tekintettel kisebb, a tüzelő költség több, a feldolgozási költségek közel azonosak, de a gázért és a lepárlási termékekért a több visszatérítés miatt a teljes önköltség az alacsonyaknás kohóban állítólag kisebb. Az alacsonyaknás kohó beruházási költségeit a nagyolvasztóénak kb. 85%-ára teszik, de ha a kokszoló és zsugorító költségeket is figyelembeveszik, akkor azok csak 65—75%-ára tehetők.

Az elektromos kohók használata azokra a helyekre korlátozódik, ahol olcsó elektromos vízi energia bőségesen rendelkezésre áll. A Tysland—Hole kemencék már nagyüzemi méretekben készülnek (pl. a Venezuelában építés alatt lévő kohóműben 9 db 180—200 t napi teljesítményű), termékük igen jó minőségű nyersvas, hőgazdálkodásuk is jó, energia fogyasztásuk nyersvastonnánként kb. 2500 kWó.

Amint a bevezetőben elhangzott, az akna magasságának csökkentése az érc redukálásának menetét megváltoztatja. Az az elgondolás, hogy az alacsonyaknás kohó aprószemű betét feldolgozását teszi lehetővé, csak részben teljesülhet, feltétlenül szükséges a betétnek a változott redukciós menethez alkalmazkodással való előkészítése. Ezt nem csupán a DHN, hanem a Calbe-i és Liegè-i üzemeredmények is igazolják. A betét Fe tartalma, illetve a fajlagos salakmennyiség éppen úgy, mint a nagyolvasztóban befolyásolja a tüzelőfogyasztást. Az előzetes dúsítás, illetve a salak mennyiség csökkentése tehát tüzelőenergia kérdés. Ugyanezen okból nem lehet bármilyen, hanem csakis hamuszegény tüzelőt használni. Az oxigén nagyobb mérvű használata bizonyos esetekben indokolt.

Az alacsonyaknás kohó hazai megvalósítása öntészeti nyersvasra, ferromangán gyártására hazai anyagokkal megoldható lenne olyan telephellyel, ahol az eljárás nagyobb fűtőértékű gáza értékesen hasznosítható. A külföldi példák alapján az egyfokozatú, tehát lepárlásos eljárás előnyösebb lehet, mert a tüzelő—mosott fekete vagy barnakőszén—aprószemű, az öntészeti nyersvas gyártásához alkalmas vörösiszap, piritpörk ugyancsak apró, s a ferromangángyártás mosott érce is túlnyomóan az.

Nem lehet a külföldön nagyrészt még kísérleti üzemek tapasztalatai eredményeit egyszerűen átvenni. Ahogy külföldi példák mutatják, a berendezést és eljárást kell a nyersanyagokhoz idomítani és nem fordítva. Ennek előfeltétele pedig kísérleti berendezésben a legalkalmasabb eljárásnak megkeresése és kifejlesztése.

IRODALOM

[1] Zselezorudnaja baza csernoj metallurgii Sz. Sz. Sz. R. Akademia Nauk. Moszkva 1957. (A Szovjetunió vaskohászatának vasércbázisa).
[2] *W. Lennings :* Gestell und Rastuntersuchung eines

Hochofens unter besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsverhältnisse vor den Blasformen. St. u. E. 48. (1928) 1077—1093. p.
[3] *J. F. Elliott—R. A. Buchanan—J. B. Wagstaff:* Physical conditions in the combustion and smelting zones of a blast-furnace. Blast Furnace, Coke Oven Raw Materials 1952 Proceeding AIME.
[4] *G. Eichenberg* u. *W. Eilender:* Einfluss der Windmenge und Windtemperatur auf die Oxidationszone im Hochofengestell. St. u. E. 53 (1933) — 39. 997—1000. p.
[5] *J. P. Bardin—M. Ja. Osztrouchov—L. Z. Chodak—L. M. Ciljov:* Vlianyije cirkulacii koksza na processz gorenja v domennich pecsach. Izvesztija Akademii Nauk Sz. Sz. Sz. R. 1955. — 1.
[6] *B. Menuet—Guilbaud:* Investigations dans l'ouvrage des hauts — fourneaux. Revue de Metallurgie (54) 1957. — 3. 217—239. p.
[7] *A. Durrer:* Verhütten von Eisenerzen. 2. kiadás 77. p.
[8] Vaskohászati Enciklopédia IV. kötet, 259—260. p.
[9] *Visnyovszky L.:* Az alacsonyaknás kohósítás létjogosultsága. Kohászati Lapok. 1957. — 6. sz.
[10] *F. Lüth:* Die Wertigkeit verschiedener Brennstoffe bei der Verhüttung im Hochofen und in anderen Schachtöfen. St. u. E. 76 (1936) 317—322. p.
[11] *H. Schumacher:* Aus dem Niederschachtofen — Betrieb, St. u. E. 73. (1953) — 5, ugyancsak Neue Hütte 1955/56—4. 248—250. p.
[12] Résultats d'une annèe de recherches sur le bas fourneau. Revue Universelle des Mines 1955. — 2. 45—67. p.
[13] *I. P. Bardin:* K voproszu o proizvodsztve csuguna v nyizkosachtnich pecsach. Stalj 1955—4, 376—381 p. ugyancsak MTA közleményei XIII. kötet (1955) 3—4. szám 405—427. p.
[14] Neue Hütte 1955/56—4/250—251. p. (Hozzászólás).
[15] *H. Hellbrügge:* Verhütten mit sauerstoffangereichertem Wind. S. u. E. 69. (1949) — 8., 256—258 p.
[16] *H. Erne:* Der Sauerstoff-Niederschachtofen und seine Arbeitsweise. St. u. E. 74. (1954) — 25. 1644—1648. p.
[17] *N. Sjögren:* Verwendung von Lignitbraunkohle zum Erschmelzen von Roheisen. St. u. E. 71. (1951) — 8. 388—391. p.
[18] *E. C. Wright:* Pig Iron smelting in Dow-Schaft Furnaces. Metal Progress 1953. — 210—214. p.
[19] *F. K. Säuberlich:* Die Entwicklung des Niederschachtofen—Verfahrens in der DDR. Neue Hütte 1955/56—4.
[20] *R. Baake:* Bauliche Merkmale der Niederschachtofen in der DDR. Neue Hütte 1955/56—4.
[21] *H. J. Lux:* Betriebserfahrungen mit Niederschachtofen in der DDR. Neue Hütte 1955/56—4.
[22] *Szeless L.:* Alacsonyaknás olvasztók. Kohászati Lapok 1952—12.
[23] Recherches internationales sur le bas-fournau. Revue universelle des mines 95 (1952) — 393—400. p.
[24] Revue universelle des mines 96 (1953) — 470—551. p.
[25] Revue universelle des mines 98 (1955) — 45—67. p.
[26] Revue universelle des mines 100 (1957) — 84—90. p.
[27] *Tr. Jaeger:* Die Anwendung von Eisenkoks im Niederschachtofen. St. u. E. 73. (1953) — 23.
[28] *E. Killing:* Neuere Erfahrungen mit der Verhüttung von Eisenerzen im Niederschachtofen. St. u. E. 72. (1952) 16.
[29] *E. E. Hofmann:* Verhütten von Eisenerz — Kohle Mischbriketts im Niederschachtofen. St. u. E. 74 (1954) — 23.
[30] *H. Reinfeld:* Der derzeitige Stand der Entwicklung des Demag—Humboldt Niederschachtofenverfahrens. Radex Rundschau 1955—3/4.
[31] *H. Reinfeld:* Das Demag—Humboldt Niederschachtofenverfahren. Radex Rundschau 1955—6.
[32] *H. Reinfeld:* Die Schwelverhüttung im Niederschachtofen. Radex Rundschau, 1956—3.
[33] Neue Hütte 1955/56—4 (246—248). Reinfeld hozzászólás.
[34] *H. Maetz* u. *H. J. Engell:* Modellversuche zum Schwelverhüttungsverfahren. Archiv. f. d. Ehws. 25. (1954)—9/10.
[35] *J. Astier:* Progrès nouveaux réalisés dans la rèduction directe des minerais de fer. (IRSID) Progrès réalisés en 1956. dans la sidérurgie (E/ECE/Steel/119)Nations Unies Genève 1958. 63—72. p.
[36] *K. F. Lüdemann:* Beitrag zur Metallurgie des Niederschachtofens. Neue Hütte 1958—9. 523—533. p.
[37] *G. Struve* und *R. Ebert:* Neue Erkentnisse über die Roheisenerzeugung in den Niederschachtöfen der DDR. Bergakademie 1958—4.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Május

1-én 100 éve (1859) született H. Ortmann a hengersori Ortmann kapcsoló feltalálója.

2-án 440 éve (1452—1519) halt meg LEONARDO da VINCI a renaissance legsokrétűbb alakja, aki festő, szobrász, természettudós, mérnök és feltaláló volt egyszemélyben.

6-án 100 éve (1769—1859) halt meg F. H. A. HUMBOLDT német természettudós.

8-án 165 éve (1743—1794) halt meg A. L. LAVOISIER francia tudós, a modern vegytan megalapítója.

9-én 5 éve (1884—1954) halt meg SKLENÁR JÁNOS magyar mérnök, az egyik legnagyobb teljesítményű robbanómotor, a gömbtolattyús csillagmotor megalkotója.

9-én 35 éve (1924) volt az első nyilvános rádióbemutató Budapesten.

10-én 130 éve (1773—1829) halt meg Th. YOUNG angol fizikus, a fényinterferencia elméletének egyik megalapítója.

12-én 275 éve (1620—1684) halt meg E. MARIOTTE francia fizikus, a Boyle-Mariotte féle gáztörvény egyik megalapítója.

15-én 100 éve (1859—1906) született P. CURIE, Nobel-díjas francia fizikus, aki feleségével felfedezte a rádiumot.

16-án 25 éve (1934) halt meg A. A. BELOPOLSZKIJ orosz csillagász, a fotometria és színképelemzés egyik úttörője.

17-én 125 éve (1834) halt meg P. MANSSON svéd püspök és tudós, ki jelentős könyvet írt a nagyolvasztók üzemviteléről.

29-én 130 éve (1829) halt meg H. DAWY angol fizikus és kémikus, az elektrokémia megteremtője, a róla elnevezett bányalámpa feltalálója.

31-én 125 éve (1834) született F. W. LÜRMANN, aki 100 évvel ezelőtt elsőnek állított elő kohósalakból téglát.

Az eseménynaptár nem teljes.
Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR szakanyagában. (Bp. VIII., Múzeum u. 17.)
Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky u. 6. Tel: 336—307—308—309

Pirometallurgiai keverőberendezések és azokkal szerzett hazai tapasztalatok

PILISSY LAJOS okl. kohómérnök

DK. : 66.022

Пирометаллургические смешатели и полученные на них опыты в Венгрии

Pyrometallurgische Mischeinrichtungen und die einheimischen Erfahrungen

Pyrometallurgical mixing equipments and the home gained experiences with them

A fémkohászatban egyes pirometallurgiai és hidrometallurgiai műveletekhez szükséges a keverés. A pirometallurgiai keverőknek feladata, hogy a fémolvadékban egyenletesen eloszlassák a különböző raffinálószereket. Az elérendő cél, hogy a raffinálószerek a fürdőben eloszoljanak, nagy felületen érintkezzenek a fürdővel és ezáltal növeljék a vegyi folyamat végbemenetelének valószínűségét. Mindez a raffinálás időtartamát csökkenti és ezáltal kihat a fűtő és meghajtó energiaszükségletre, a munkaerő és munkaidő igényre, a kemence fajlagos élettartamára, a kohósítási veszteségekre, az anyagminőségre, egy szóval a gazdaságosságra.

A hidrometallurgiai keverőberendezések feladata általában a lúgzószerből és a lúgzandó anyagból álló zagynak a mozgatása, utóbbi leülepedésének megakadályozása céljából a szilárd-folyékony fázis érintkezésének hatékonyabbá tétele és a nem kívánatos helyi koncentráció különbségek mérséklése. A hidrometallurgiai keverőberendezések méretezéséről, működési elvéről és a kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokról számos értékes közlemény látott a világirodalomban napvilágot, sőt a magyarnyelvű irodalomban is. Ezért ezekkel e cikk keretében nem kívánok foglalkozni.

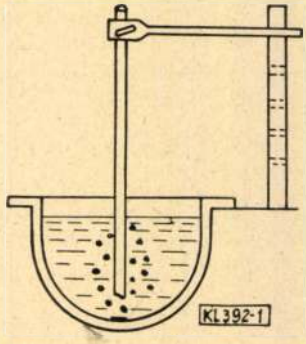
Azonban sokkal mostohább és feltáratlan a pirometallurgiai keverők területe. E témakörből a világirodalom is alig hozott eddig egy-két közleményt. Működésük elméletileg máig is teljesen tisztázatlan. Kialakításuk és méretezésük kísérletezéssel, gyakorlati tapasztalatok alapján történik.

A pirometallurgiai keverők használatának legfőbb területe az ólom-, cink- és ónkohászat, mégpedig mind a kohófémek raffinálásakor, mind pedig a hulladékok és ócskafémek feldolgozásakor. A könnyűfém-kohászatban csak az alumíniumhulladékok feldolgozásakor használatos ritkán vastégelyes kemencékbe beépített keverőberendezés. A legtöbb keverőt az ólomkohókban találjuk, mert az ólomraffinálás minden fázisa keverős eljárással végezhető, így a réztelenítés, arzéntalanítás, óntalanítás, antimontalanítás, ezüsttelenítés, cinktelenítés, bizmuttalanítás stb. Azt mondhatjuk, hogy az ólomraffináló módszerek sorában mindinkább nő a keverőberendezésekkel dolgozó eljárások szerepe, olyannyira, hogy azok egyes, ma már elavultnak tekinthető eljárásokat teljesen kiszorítottak. (Pl. a bizmuttalanításkor a Betterton—Kroll eljárás a Pattinson eljárást stb.)

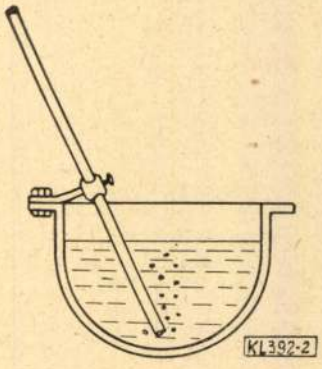
Hazai szempontból a keverős eljárásoknak főleg az ólomkohászatban van jelentőségük, különösen a kohóólom és az akkumulátor-hulladékok raffinálásakor. A keverőberendezések feladata éppen az ólomkohászatban a legnehezebb. Ugyanis itt a legnagyobb a fajsúlykülönbség a raffinálandó ólomolvadék (kereken 11 kg/dm³) és a legtöbb raffinálószer (átlagosan 2—3 kg/dm³) között.

A keverők fejlődése

Néhány évszázaddal ezelőtt kézzel mozgatott, lapát- vagy evezőalakú keverőket használtak. Elavult üzemekben az ólom ezüsttelenítésekor ritkán bár, de még ma is dolgoznak velük. Metallurgiai hatása mellett keverő szerepet is tölt be a vékony fatörzsekkel végzett buzgatás. E célból a szálfát vagy kézzel nyomták a fürdőbe, amikor a fürdő melegének hatására a nyers vagy száraz farúdból a lepárlás folyamán keletkező gázok végezték el a fürdő keverését, vagy pedig a farudat befogószerkezettel rögzítették. Ennek két elvi kivitelét az 1. és 2. ábrán láthatjuk. A buzgatás-



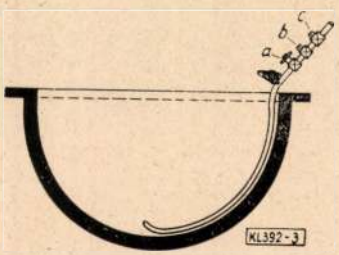
1. ábra. Buzgatás befogott, függőleges farúddal



2. ábra. Buzgatás ferdén befogott szálfával

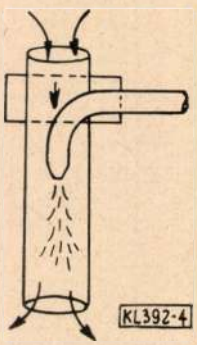
nak még ma is van gyakorlati jelentősége, mert sokkal hatásosabb és gazdaságosabb, mint az előbb említett keverési módok és egyes kohászati műveletekhez még ma is használatos, sőt mondhatni nélkülözhetetlen, mint pl. a rézraffinálás végszakaszában.

A fával való buzgatást a legtöbb célra helyettesíteni lehet a gőzzel végzett buzgatással. Ezt a metallurgiai eljárást és egyben keverő módszert először 1875-ben az ólom cinktelenítésére használták (3. ábra). A keverést és egyben metallurgiai folyamatot végző túlhevített vízgőzt cső segítségével az üst fenekéig vezetik be. A csövön keresztül nagynyomású levegőt is lehet vezetni. Újabban a buzgatásra vizet használnak, mely a buzgatócsőben pillanatok alatt elgőzölög. Az utóbbi módszer



3. ábra. Vízgőzzel való buzgatás elvi megoldása

összehasonlíthatatlanul olcsóbb és egyszerűbb, sőt kevésbé robbanásveszélyes is. A biztonsági előírások pontos betartásával — a víznek csepegtetve adagolásával — nem lehet baj. A keverőhatás a vízadagolás szabályozásával tetszés szerint változtatható. Ha a gőz kilépésére csak egyetlen nyílás szolgál, akkor a keverőhatás helyi jellegű és túlzott hullámzás, fröcskölés léphet fel. E hátrány kiküszöbölhető több (3—5 db 3—4 mm átmérőjű) kilépő nyílással.

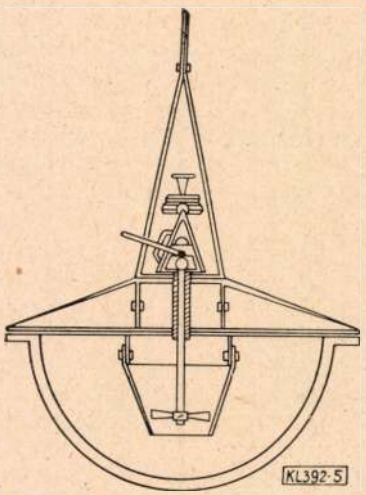


4. ábra. Buzgatásra szolgáló gőz-injektor elvi vázlata

A gőzzel működtetett buzgatóberendezés hatékonyabbá tehető, ha keresztalakban helyezünk el csöveket, melyeknek végein ömlik ki a gőz. A berendezés hasonlít a közismert Segner-kerékhez. Tovább fejlődést jelentett a csoporton belül a gőzsugár szivattyú elv (injektor) bevezetése , melynek elvi vázlata a 4. ábrán látható. A gőzcső vízszintes részét 40—50 mm átmérőjű, két végén nyitott csőbe helyezik úgy, hogy az erős nyomással kilépő gőzáram szívó hatása ugyancsak erős fémáramlást idéz elő. Az injektorcsőből kiáramló gőz felfelé száll és további erős örvénylő hatást vált ki. A legjobb keverőhatás akkor érhető el, ha az injektorcső 10—15°-os szöget zár be a vízszintessel.

Az összes eddig tárgyalt keverőt szerszámnak lehet tekinteni. Keverőberendezés alatt ma már kizárólag a mechanikus működésű keverőket értjük. A legelső mechanikus keverők szíjhajtásúak voltak és a keverőlapát tengelye az üst széléről ferdén merült a fémbe. A keverőlapát átmérője nem volt több 200—250 mm-nél. Ezeket váltották fel a függőleges elrendezésű mechanikus keverők. E kezdetleges keverőberendezések bekeverő képességéről beszélni még alig lehet. A nagyobb meghajtó motor használata sem hozta meg a várt sikert.

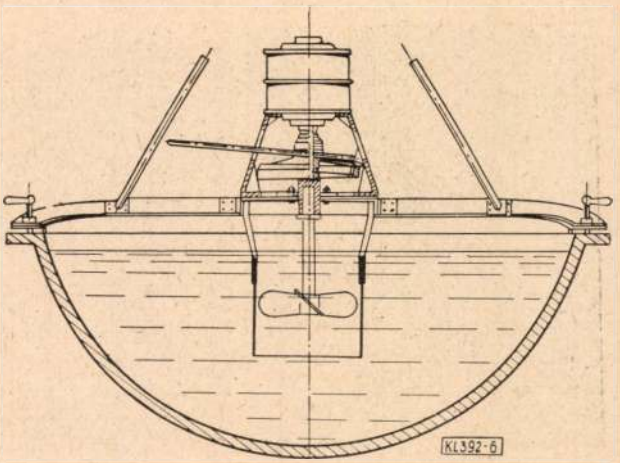
Intenzív keverőhatást először akkor értek el, amikor a keverőlapátokat keverőhengerbe helyezték. Kezdetben a keverőhengerek lefelé szűkülően kúposak voltak. Sok üzemi keverő berendezés még ma is ilyen kivitelű. Ilyen volt a közismert, ma már klasszikusnak tekinthető Howard-féle keverő



5. ábra. Howard-keverő kupos keverőhengerrel

is (5. ábra). Ezek azonban a legkisebb fajsúlyú anyagokat, pl. a kénvirágot, faszénport, fűrészport alig, vagy egyáltalán nem voltak képesek eloszlatni, illetőleg bevinni a fémfürdőbe.

Az első Howard-keverőt felülről benzinmotorral hajtották meg, utóbbi alig egy méterrel a fémfürdő felszíne felett helyezkedett el. Az üstöt hősugárzás ellen fedéllel takarták le. Később e fedelet megszüntették s a robbanásveszélyes benzinmotort villanymotorral cserélték fel, de a



6. ábra. Függőleges motormeghajtású Howard-keverő, keverőhengerrel

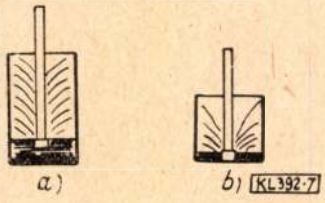
vertikális elrendezést továbbra is megtartották. Ez a Howard-féle keverő (6. ábra) volt őse a mai korszerű keverőberendezéseknek.

Korszerű keverőberendezések

A keverők és keverőhengerek szerkesztésekor a tapasztalatok szerint az alábbiakat kell szem előtt tartani:

1. Különbséget kell tennünk egyszerű keverés és bekeverés között. Az utóbbihoz, — főleg kisfajsúlyú anyagok bekeveréséhez jelentős szívóhatás szükséges, ami azonban nem okvetlenül jelent nagyobb teljesítőképességű meghajtó motort.

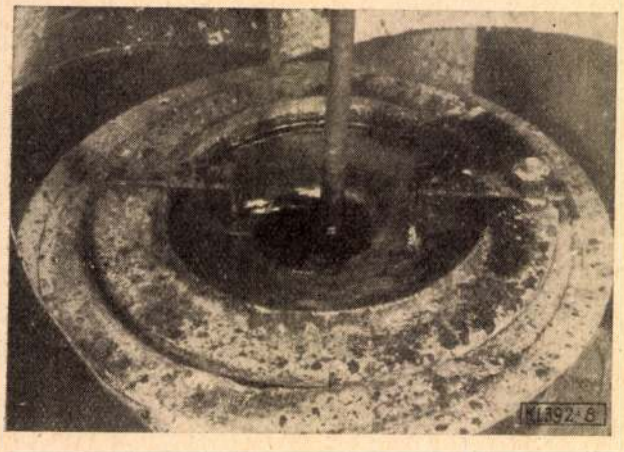
2. A keverő szívóhatása a legnagyobb, ha a *keverőszárny nincs túlságosan mélyen a fémtükör* alatt. A keverőhengernek tehát nem szabad túlságosan hosszúnak lennie, de nem szabad túlságosan mélyen sem bemerülnie a fürdőbe. *A keverőhenger hosszát és a henger felső peremének helyzetét a fürdőtükörhöz képest úgy kell megválasztani, hogy a keverő által létrehozott szívótölcsér csúcsa közvetlenül a szárnyak felett legyen.* A helytelen megoldást mutatja vázlatosan a 7. ábra *a* része, a helyeset a *b* része.



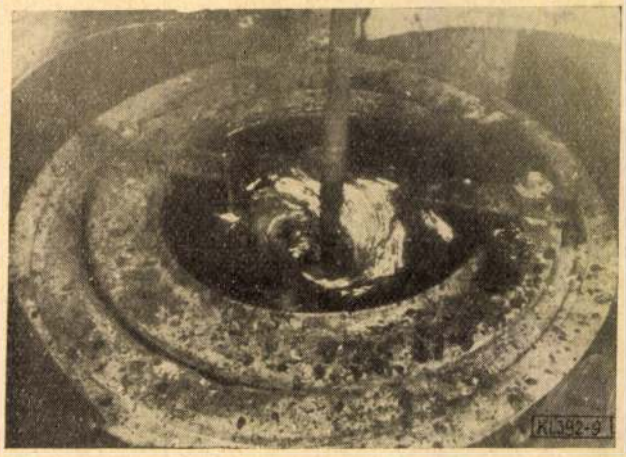
7. ábra. A keverőszárny és keverőhenger egymáshoz való viszonya: a) *helytelen,* b) *helyes megoldás*

3. *A keverőszárnynak a henger élével kb. egy vonalban kell dolgoznia.* Ez hangsúlyozottan áll arra az esetre, ha a keverőhenger túlságosan hosszú. Ez ugyancsak kitűnik a 7. *a* és *b* ábrákból. Ha a keverő a hengerben túlságosan fennt dolgozik, akkor ebből három hatás származik:

a) A keverőlapátok a fémáramlást igen gyorsan lefelé nyomják, ami az üstfeneket erózió útján rongálja, ugyanakkor a fenék az akció-reakció elve alapján nagy ellenállást fejt ki s ezáltal csök-



8. ábra. Elégtelen keverőtölcsér kialaulása 300-as keverőfordulatszámmal



9. ábra. Jó keverőtölcsér kialakulása 500-as keverőfordulatszámmal

kenti a keverés hatékonyságát. A keverő által a hengerben lefelé nyomott fémnek az üstben jól el kell oszlania.

b) Ha a keverő a henger alsó szélével azonos szinten forog, akkor forgató nyomatéka nemcsak a hengerben lévő fémre hat, hanem az üst egész tartalmára. Jól szerkesztett keverőberendezés az üst teljes fémtartalmát néhány másodperc után körbe mozgatja, ami a keverő összhatásfokát még tovább növeli.

c) A henger csak igen nagy, 30 tonna befogadóképességű üstökben lehet 500 mm-nél hosszabb, de itt is csak akkor, ha a henger felső része nem sima. Általános szabály, hogy a *hengerhossz legaláb* 200—500 *mm-rel legyen kisebb, mint a fürdőmélység.* Kisebb üstökben (pl. 10 tonnás) a hengerhossz értelemszerűen a fürdőmélységhez igazodjék.

A keverés, a beszívás hatékonysága, és az erőfelhasználás szempontjából fontos a keverőhenger átmérőjének megválasztása is. Ugyanis *minél nagyobb a henger átmérője* s ezzel a keverőszárnyaké is, *annál nagyobb teljesítményű motor szükséges.* Ezt az átmérőt szintén az üst nagysága szabja meg. A keverőszárnyak átmérője kb. 20 mm-rel legyen kisebb mint a hengeré. A tapasztalat szerint 1000 mm-es üstátmérőnél a henger átmérője nem lehet több 250 mm-nél, mert különben a henger alsó széle túlságosan közel kerülne a gömbölyödő üstfenékhez. Kisebb méretű 10—15 tonnás üstökben a hengerátmérő ne legyen több, mint 400 mm. Egészen nagy (50—100 tonnás) üstben a hengerátmérő legfeljebb 600 mm-ig növekedhet. Ez a méret is csak akkor engedhető meg, ha igen erélyes keverőhatás szükséges. Ilyen eset áll fenn a munkafolyamatban egymáshoz csatlakozó kemence és üst rendszerben. Ilyenkor ugyanis az üstnek üresnek kell lennie, amikorra a kemence csapolásra kész. Ha nem vagyunk időhöz kötve, akkor a motorteljesítmény csökkentése érdekében kisebb keverőátmérővel lehet dolgozni, legfeljebb a raffinálási időtartamok kissé meghosszabbodnak. Pl. 50 tonna ólom 600 mm keverőátmérővel 3 perc alatt, 500 mm-essel 5 perc alatt tökéletesen kénezhető.

Az olyan kohókban, ahol több különböző nagyságú üstben dolgoznak, általános törekvés az, hogy a keverőberendezés az összes üstben használható legyen. A túl széles üstméret határok közt ugyanazon keverőberendezés használata helytelen. De már jól beválik és gazdaságos azonos keverőberendezés pl. a következő üstméret határokon belül: 2—6, 6—15, 15—25 tonna. Ilyenkor a keverő- és hengerátmérőket az alsó értékeknek megfelelően kell megválasztani. A keverőberendezés azonban csak hasonló, vagy azonos anyaggal töltött üstökbe helyezhető át az adag elszennyezésének veszélye nélkül.

A keverőhenger elvileg hegesztéssel, vagy szegecseléssel készíthető. A hegesztés nem vált be, mert a varratok egyrészt az állandó rezgés, másrészt a fürdő hőmérséklete változásainak hatására szétnyílnak. Jobb a szegecselés. Három szegecs a hengeralkotó mentén elosztva általában elegendő.

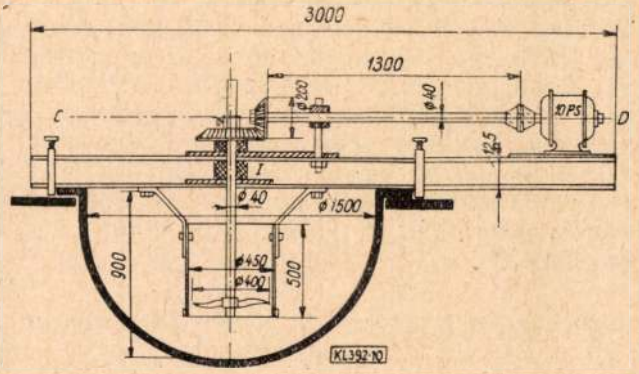
A keverőberendezés legfontosabb része a keverő. Ennek ellenére a pirometallurgiai keverők működésének elmélete még teljesen kidolgozatlan, a hajó- és légcsavarokra vonatkozó ismereteinkkel ellentétben. Így a kohászati keverők elméleti méretezéséről még szó sem lehet, legfeljebb tapasztalati megfontolásokról. Igen sokszor még ezeket is elhagyják és a kemencébe valamilyen rendelkezésre álló hajócsavart építenek be, amelyhez a külső átmérőjénél 20 mm-rel nagyobb átmérőjű keverőhengert készítenek. Legszívesebben használják a 2—3 szárnyas, 10° emelkedésű hajócsavarokat. Mivel a legtöbb üzemben egyedi keverőkről van szó, a megfelelően méretezett keverő leöntését túlságosan költségesnek és körülményesnek tartják.

Sok esetben a keverőt házilag készítik el. A kemence nagyságához megfelelőnek tartott tengelyre egyszerűen ráhegesztenek 20 mm vastag, 80—100 mm széles és a kemence méretéhez igazodó hosszúságú laposvasat. Gyakran a laposvasat középen kifúrják s úgy húzzák rá a tengelyre. Végül két végét kb. 10°-os dőlési szögben meghajlítják. Az ilyen 220—250 mm átmérőjű keverők 5 Le-s motorral meghajtva általában jól működnek. Nagyobb 250—300 mm átmérőjű keverőkhöz azonban aránytalanul nagy teljesítményű meghajtó motor kell, ha jó keverő- és szívóhatást kívánunk elérni. Ez már gazdaságtalan.

Sokat vitáznak azon az elvileg lényegtelen kérdésen, hogy a keverő 2- vagy 3-, sőt többszárnyas legyen-e. A tapasztalatom az, hogy a kétszárnyas keverő jól beválik és ugyanakkor a törés valószínűsége is kisebb, mint a 3-szárnyas keverőé, ha a keverőhengerbe véletlenül kemény anyag (valamilyen vasalkatrész vagy szilárd halmazállapotú ötvöző) kerül.

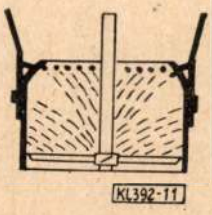
A keverőszerkezet meghajtó motorját úgy kell elhelyezni, hogy minél kevesebb hő- és fémgőzbehatás érje. Ezzel az igen lényeges szemponttal gyakran nem törődnek, ami a villanymotorok idő előtti tönkremenetelére, leégésére vezet. Ma korszerű megoldásnak csakis a vízszintes motorelrendezést lehet tekinteni, amikor is a motor a függőleges keverőtengelyhez kúpfogaskerék áttételen keresztül csatlakozik. Ezzel a megoldással a kényes motor az üst szélére, sőt ezen kívül helyezhető el, de még itt is kívánatos azbeszttel bélelt lemezernyővel védeni. Ezt a megoldást mutatja vázlatosan a 10. ábra.

Fontos kérdés a motorfordulatszám, amit a keverő legkedvezőbb fordulata határoz meg. Az utóbbira az üzemekben leginkább 250—300-as értékeket találunk. A *növekvő fordulatszám erősen növekvő motorteljesítményt kíván*. Tapasztalat szerint kisebb üstökhöz (kb. 7—10 tonnás), 300/perc keverő fordulatszámhoz 5 LE-s motor szükséges, 350-es fordulathoz 10 LE-s és 400-as fordulathoz kb. 15 LE-s.



10. ábra. Korszerű keverőberendezés elvi vázlata. A motor az üstön kívül vízszintes elrendezésű

Van azonban megoldás arra is, hogy a motor és a keverőtengely nagy igénybevétele nélkül is elérjünk kitűnő szívó- és keverőhatást. Ilyen például, ha elősegítjük a fémnek felülről való beáramlását a keverőhengerbe. Ezt elérhetjük a henger felső peremének kicsipkézésével. Pl. 10—20 mm mély és 5 mm széles bevágásokat képezünk ki egymástól 10—20 mm-es távolságokban. Vagy pedig a henger felső részébe 10—30 mm-rel a felső perem alatt 5—20 mm átmérőjű lyuksort fúrunk. Mindezek a méretek az üst, ill. keverőhenger nagyságától függenek. Annak a gyakorlatban sokszor látható megoldásnak nincs értelme, hogy a keverőhengeren teljes magasságban 40—70 mm átmérőjű lyukakat fúrnak. Ezek megzavarják a helyes áramlási viszonyokat.



11. ábra. A lyuksor szerepe a keverőhenger felső szélén

A felül csipkézett henger kisebb, még nem kielégítő keverő fordulatszám mellett is előnyös. Ilyenkor ugyanis a keverő nem képes beszívni a raffináló sót vagy salakot a fürdőbe. De a résekkel, vagy lyukakkal apró szálakra osztott fémfürdő keresztülzuhan a forgó raffináló rétegen. A felület megnövelése miatt megjavul és meggyorsul a raffinálás (11. ábra). A keverőhengert úgy kell az üstbe függeszteni, hogy felső pereme az álló, nyugvó

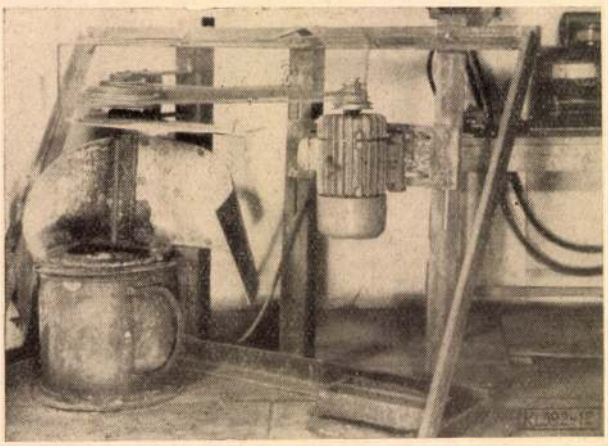
fémtükör alatt legyen kb. 10 mm-rel, de a henger kb. 10 mm-rel ki is állhat a fürdőből. Ezek a legjobb szélső értékek. Az előbbi főleg nagyobb fordulatszámon válik be, mert ilyenkor a fémszint keverés közben jobban emelkedik a tölcsérképződés következtében, mint kisebb fordulatszámon.

Röviden még meg kell emlékezni a kúpkerék áttételről. Ezt az előzőkben leírt keverő fordulatszám-határok és a meghajtó motor fordulatszáma szabják meg. Hogy a függőleges kúpkerék ne legyen túlságosan kicsi és a vízszintes pedig túlságosan nagy, lehetőleg kicsi fordulatszámú motort kell választani, bár ez drágább, mint a normál fordulatú motor. Igy az áttétel 3 : 1, sőt 2 : 1 lehet. Továbbá, főleg a nagyméretű keverőberendezésekhez kívánatos a keverőmotor kímélése céljából kis indítási fordulatszámot biztosító előtétellenállás felszerelése. Ha ugyanolyan üstben esetleg különböző raffináló műveleteket hajtanak végre, vagyis ha változó fajsúlyú anyagokat kell bekeverni a fürdőbe, akkor tanácsos változtatható fordulatszámú motort (pl. repulziós motort stb.) használni [1].

Saját kísérleti berendezés és néhány azzal szerzett tapasztalat

A Fémipari Kutató Intézetben félüzemi méretű, keverővel ellátott, városigáz tüzelésű üstkemencében vizsgáltuk a keverőtípus és a keverő fordulatszámának hatását a raffinálás jóságára. Üstünk mélysége 270 mm, átmérője 300 mm volt, befogadóképessége kereken 150 kg ólom. A keverőtengely átmérője 12 mm, a keverő átmérője 115 mm, a keverőszárnyak magassága 25 mm volt. Üzemi tapasztalatok alapján kétszárnyas, egyenes és ferdeállású keverőt készítettünk, az utóbbi dőlésszöge kb. 15—20° volt. A különböző fordulatszámokon mindkettővel azonos bekeverőhatást kaptunk. Keverőnk fordulatszáma a felszerelt ékszíjtárcsákkal 190-713/perc határok közt volt 14 fokozatban változtatható. Meghajtó motorunk fordulatszáma 700, teljesítménye 1 kW (12. ábra).

Mind a keverőt, mind pedig a keverőhengert úgy képeztük ki, hogy egymástól függetlenül változtathassuk a fürdőbe való bemerülési mélységüket. A legjobb szívóhatást keveréskor akkor kaptuk, amikor a keverő a henger alsó élével egy szintben, vagy e felett 10 mm-rel forgott és a henger felső pereme az ólomfürdőbe kb. 10 mm mélyen bemerült. A keverőhenger méretei : magassága és átmérője egyaránt 150 mm. A keverő szívóhatása minden vizsgált merülési mélységen javult, amikor a felső pereme alatt 20 mm-rel 12 mm átmérőjű lyuksorral ellátott keverőhengert használtunk. A kis kísérleti üstünkben nem tudtuk betartani a nagy raffináló üstökre megállapított arányokat és méreteket. Ez a kis méretek velejárója volt. Egyébként azonban keverőberendezésünk állításával és egyes részeinek cserélésével igen rugalmas kísérleti programot tudtunk lebonyolítani. Keverőnket pl. egy raffináláson belül is 2 perc alatt cserélni tudtuk, mert tengelyét a keverésiránnyal szemben ellenmenettel oldhatóan képeztük ki.



12. ábra. Félüzemi méretű, kísérleti ólomraffináló üstkemence keverőberendezéssel

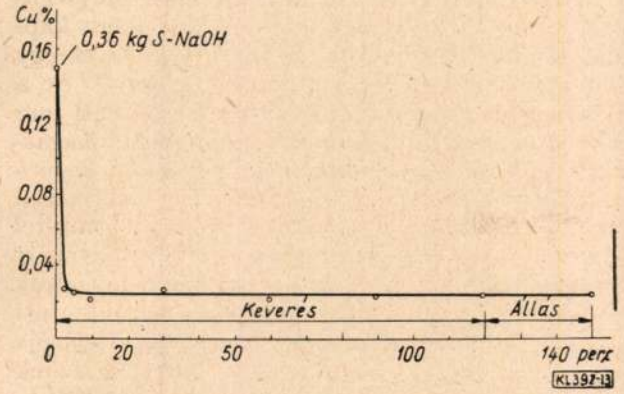
Fordulatszám változtatás hatását, azaz a bekeverés jóságát először víz-fűrészpor rendszerrel vizsgáltuk. 190—210-es fordulatszámon a fázisok kis fajsúly-különbsége ellenére sem kaptunk bekeverést. 250—360 fordulat közt tűrhető, 400-as fordulaton jó bekeverést észleltünk. 600-as fordulaton a keverő a tengely kilengései miatt egyenlőtlenül járt, aminek erős fröcskölés volt a következménye.

Ezután olvadt ólomba száraz, öntödei formázó-homokot kevertünk. Itt a fázisok közt már lényeges fajsúlykülönbség volt. E kísérletsorozat még mindig csak a keverő szívóhatásának tanulmányozására irányult. A legjobb bekeverést 500-as fordulaton kaptuk, ennél kisebb fordulatszámú keverő szívóhatása fokozatosan romlott, 210-es fordulaton bekeverés gyakorlatilag nem volt. 500-as fordulaton a homok a fürdő felszínéről 1—3 perc alatt teljesen eltűnt. 600-as fordulatszámon ugyancsak erős ólomfröcskölést észleltünk.

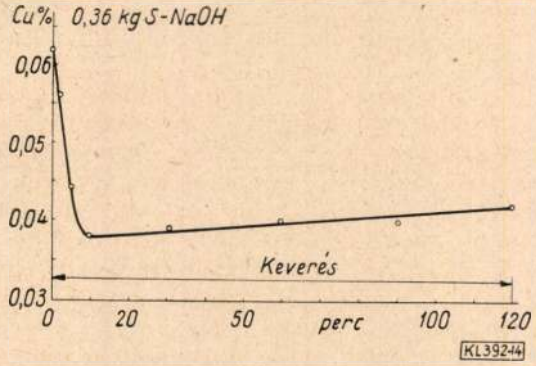
Raffináló üstkemencénkben keményólom hulladékot réztelenítettünk, lágyólomot cinktelenítettünk és bizmuttalanítottunk. Ezekről a hosszas és tanulságos kísérletsorozatokról e cikk keretében csak a fordulatszám változtatással végzett néhány kísérlet eredményét szeretném ismertetni. A szóban forgó kísérleti munka egészéről más helyen fogunk beszámolni.

Vizsgáltunk több alkálisós-kénes keverékkel dolgozó réztelenítő eljárást, amikor munkánkat kiterjesztettük a keverő fordulatszám hatásának tanulmányozására is. Betétanyagunk mindig 125 kg előfölzékelt ipari akkumulátor hulladék volt. 360 $\pm$ 20 C°-on 2 óra hosszáig tartó keveréssel raffináltunk. A keverést általában félórás nyugalmi állapotban végbement pihentetés követte, abból a célból, hogy a keverés során keletkező fölzék a fürdő felszínére emelkedhessék és ezáltal a fürdőtől jól elváljék.

Az egyik kísérletpár alkalmával az ólomfürdőbe 0,26 kg NaOH és 0,10 kg kénpor keveréket adtunk. (A lúgkövet előzetesen mogyoró nagyságúra törtük.) Ez a raffináló keverék a betétsúly 0,285%-a. Az első kísérletben a fordulatszám 500



13. ábra. Ólom réztelenítési kísérlet lúgkő-kénpor keverékkel, 500-as keverőfordulatszámmal



14. ábra. Ólom réztelenítési kísérlet lúgkő-kénpor keverékkel, 300-as keverőfordulatszámmal

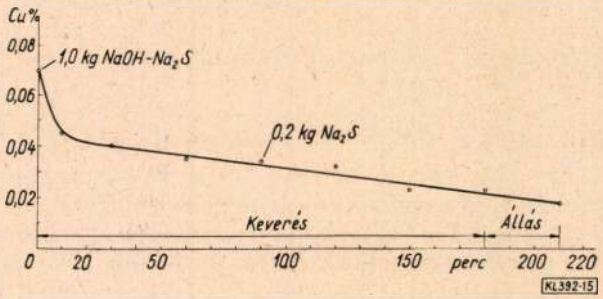
volt, a másodikban 300. A réztartalom változását az idő függvényében az első kísérletben a 13. ábra, a másodikban a 14. ábra szemlélteti. Mint a görbékből látható a fordulatszám csökkenésével a raffinálóképesség is csökken. Míg a 300-as fordulatszámmal végzett raffináláskor a keverés végén a réztartalom csak 0,042%-ra esett, addig 500-as fordulatszámmal 0,024%-ra. Utóbbi esetben a betét réztartalma több mint kétszerese volt (0,15%), mint a 300-as kísérlet kiinduló réztartalma (0,062%).

Vizsgáltuk egy másik sókeverék réztelenítő hatását is. Betétünk mindkét kísérletünkhöz 125 kg előraffinált keményólom, raffinálószerünk pedig 0,5 kg lúgkő és 0,5 kg ipari nátriumszulfid, azaz helyesebben nátriumpoliszulfid volt, mindkettő ugyancsak mogyorónagyságúra előtörve. A kísérleti keveréseket 350—370 C°-on 3 óra hosszán át végeztük.

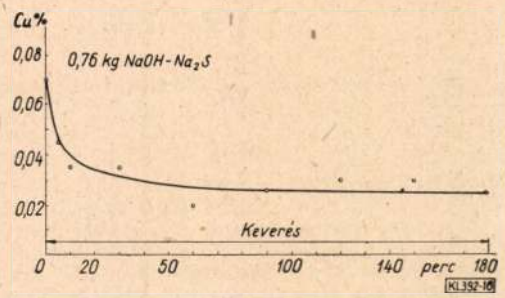
Az első kísérletben 500-as fordulatszámmal dolgoztunk, mikor is a kiinduló réztartalom 0,07 %-ról leesett 0,018%-ra (15. ábra). 200-as keverőfordulatszámmal az ugyancsak 0,07%-os réztartalom csak 0,025%-ra csökkent (16. ábra). Egyébként a kísérlet minden tényezője azonos volt az előzővel [2.]

Végül még bemutatom a fordulatszám hatását az ólomfürdők egyik cinktelenítési eljárása alkalmával. 125 kg ólomfürdőt cinktelenítettünk 390 C°-on 2 órás keveréssel. A 0,162 % kiinduló cinktartalmú fürdőt 350-es fordulatszámmal raffinálva 0,008% cinktartalmat kaptunk (17. ábra). 500-as fordulattal dolgozva, bár a kiinduló cinktartalom kissé nagyobb (0,20%) volt, mint az előbb, mégis a végén kisebb cinkértéket kaptunk, 0,0021%-ot (18. ábra). A raffinálószer 1,0 : 0,75 arányú lúgkő-konyhasó keverék, melyet tört alakban adtunk a raffinálandó cinkes ólomfürdőbe, 0,47 kg-nyi mennyiségben [3].

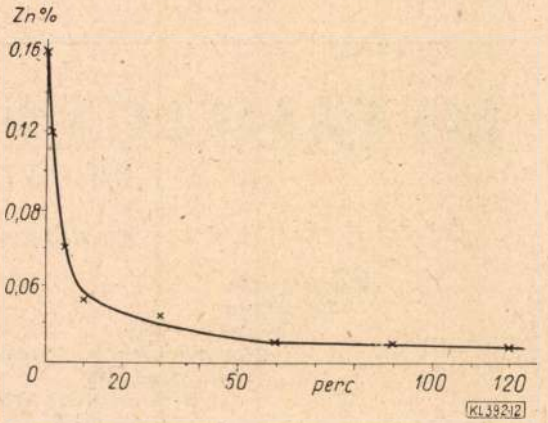
E három kísérlet-pár azt mutatja, hogy kísérleti, raffináló üstünkben a legkedvezőbb fordulatszám 500/perc. Ezzel azonban nem akarjuk azt a végkövetkeztetést levonni, hogy ólomraffináló üzemeink okvetlenül emeljék fel keverőberendezéseik fordulatszámát a fenti értékre. Ugyanis a legkedvezőbb fordulatszám függ az üst nagyságától és alakjától, a keverő alakjától és méreteitől, a henger méreteitől stb. Egy azonban bizonyos, hogy a raffináló műveinkben szokásos 300 körüli fordulatszám nem kielégítő. Amikor egyik hulladékot feldolgozó üzemünk javaslatunkra fel-



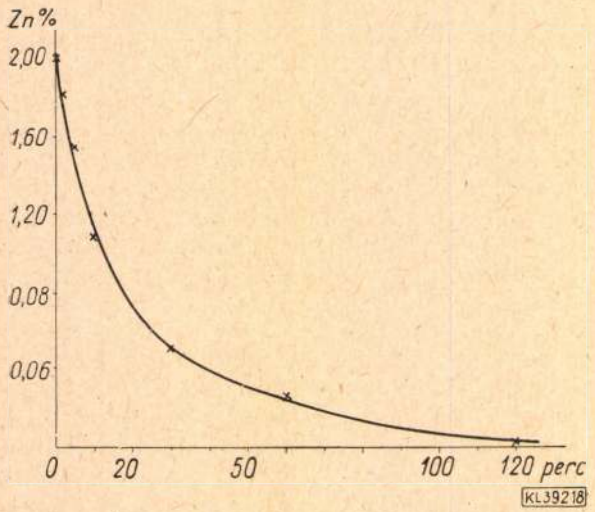
15. ábra. Ólom réztelenítési kísérlet lúgkő-nátriumpoliszulfid keverékkel, 500-as keverőfordulatszámmal



16. ábra. Ólom réztelenítési kísérlet lúgkő-nátriumpóliszulfid keverékkel, 200-as keverőfordulatszámmal



17. ábra. Ólom cinktelenítési kísérlet lúgkő-konyhasó keverékkel, 350-es keverőfordulatszámmal



18. ábra. Ólom cinktelenítési kísérlet lúgkő-konyhasó keverékkel, 500-as keverőfordulatszámmal

emelte keverőberendezéseinek fordulatszámát, azonnal jobb eredményeket kaptak még a régi raffinálási technológiával is.

Ezért javasolhatom minden raffináló műnek, hogy egy az előzőkben ismertetett kisméretű, kísérleti üstkemencét állítson fel az Intézetünkben használthoz hasonló keverőberendezéssel. Egy ilyen kis kemence a keverőberendezéssel együtt olcsón és rövid idő alatt elkészíthető. Felállítási költsége az üzemek adottságaitól függően 6000—10 000 Ft körül mozoghat. Ugyanakkor lényeges megtakarításokat tesz lehetővé azáltal, hogy benne új technológiákat igen gyorsan lehet kidolgozni, a régi eljárásoknak pedig minden egyes részlete pontosan felülvizsgálható és az elavult munkamódszerek a kapott eredmények alapján javíthatók, illetőleg módosíthatók.

Összefoglalás

A fémkohászatban használatos keverők feladata, jelentősége és alkalmazási területe. A pirometallurgiai keverők fejlődése. A korszerű mechanikus keverőberendezésekkel szemben támasztott szerkezeti követelmények. A keverő fordulatszámának szerepe. Félüzemi méretű, keverőberendezéssel ellátott üstkemencével szerzett tapasztalatok. A bekeverés jóságának vizsgálata. A fordulatszám hatása az ólom réztelenítésekor és cinktelenítésekor.

IRODALOM

[1] *E. R. Thews:* Metallurgische Rührvorrichtungen. Metallurgie und Giessereitechnik *Bd. 1* (1951) 48—52. p.

[2] *Pilissy Lajos:* Akkumulátorólmok minőségének javítása tűzi raffinálással. (Zárójelentés.) 1957. Fémipari Kutató Intézet.

[3] *Pilissy Lajos:* Sóbekeveréssel dolgozó ólom cinktelenítési eljárások összehasonlító vizsgálata. (Jelentés) 1958. Fémipari Kutató Intézet.

TÍZ ÉVES A VASIPARI KUTATÓ INTÉZET

Az 1949. április 23-án kelt 3600 számú kormányrendelet néhány más intézettel együtt a Vasipari Kutató Intézet létesítését is elrendelte. Első munkatársainak kinevezése rövidesen megtörtént és evvel a működését megkezdte.

Önálló életének első tíz éve mostanában zárul le. 1949 előtt Magyarországon a vasiparnak központi kutató intézménye nem volt; a külföldhöz képest ezen a téren évtizedekkel elmaradt állapotban voltunk. Az első tíz évben a Vasipari Kutató Intézetnek is meg kellett küzdenie a kezdet összes nehézségeivel, elsősorban avval, hogy kutatómunkában jártas szakembereknek eléggé híjjával voltunk. A nehézségek közepette is az intézet munkája a vas- és gépipart számos jelentős eredménnyel segítette; vasércünk felhasználása, importált fémekkel való takarékoskodás, gyártmányaink minőségének ellenőrzése és javítása, régebben itthon nem készült anyagok gyártása és felhasználása terén egyaránt sikerekre hivatkozhatik. Felettes hatóságai is értékelik az elért eredményeket, aminek látható jele az intézet dolgozóinak juttatott több Kossuth-díj, számos kormánykitüntetés és miniszteri elismerés. Számításba véve azokat a tapasztalatokat, amelyeket az első tíz évben az intézetet irányító főhatóságok és az Intézet dolgozói szereztek, bízhatunk abban, hogy a következő tíz év jobb, eredményesebb és termékenyebb is lesz.

METALLOCHEMIA

BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólommínium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

Előregyártott dolomittömb, az acélgyártó kemencék új bélésanyaga[1]

WEIGL ERNŐ okl. vaskohómérnök, Diósgyőr

D. K.: 666.76 : 669

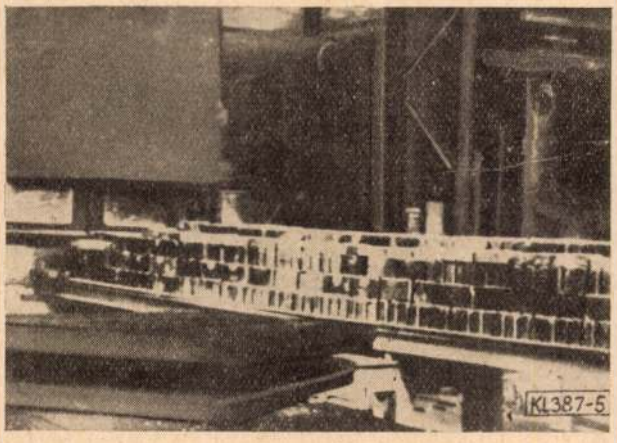
(Folytatás.)

Сборный доломит блок, новый футеровочный материал сталеплавильных печей

Vorfabrizierter Dolomitblock, das neue Auskleidungs-Material für Stahlschmelzöfen

Prefabricated dolomite block' a new lining material for steel smelting furnaces

Az így kihozott legjobb gyártástechnológiával azután már több száz téglát gyártottunk le. Ezeket mutatjuk be az 5. ábrán.



5. ábra. A legjobb gyártástechnológiával gyártott több-száz darab tégla

A téglákból a 2 t-s villamosív kemence oldalfalába egy függőleges csíkot falaztunk be a magnezittéglák közé. Az első adag után már nyugodtan vártuk a többi adagot, mert a dolomittéglák viselkedése minden várakozásnak megfelelt. A 2 t-s kemence a rendes gyártási programja keretében ugyanúgy volt igénybevéve és a javítása is ugyanúgy történt, mint korábban.

A kemence oldalfala 83 adagot tartott és kibontás után kiderült, hogy az oldalfal dolomit része még vastagabb volt, mint a magnezittéglával falazott rész. Az évi átlagos oldalfal tartóssága magnezittéglából 79 adag volt. Így tehát sikerült jó, fél-stabil téglát kihoznunk, amely még jobb volt, mint a magnezittégla, ami ezzel már gyakorlatilag is beigazolást nyert.

6. Előregyártott dolomittömbök

Voltak sikertelen próbálkozásaink is a fél-stabil téglákkal. Ezek a téglák vagy a beépítés után túlságosan hamar tönkrementek, vagy pedig még felhasználás előtt szétporlódtak. A fél-stabil téglák gyártásának bizonytalansága, továbbá mivel őket még sajtolásuk után égetni is kell (kemence-kapacitást foglalnak le), végül mivel az égetés költségei tekintélyes mértékben emelik a tégla árát, úgy határoztunk, hogy abbahagyjuk a dolomitbélés gyártás ezen módját és más utat választunk. Döntő volt elhatározásunkban az is, hogy a bizonytalan gyártás mellett már a téglák kiégetésekor több száz tégla, ha nem tartották be a technológiai előírásokat, szétesett. Az új megoldás keresésében egyúttal azt a hátrányt is ki akartuk küszöbölni, ami kemencék falazásakor a kis-súlyú, kis térfogatú és így nagy darabszámú téglák kezelésével és befalazásával kapcsolatos.

Elhatároztuk, hogy nem téglákat, hanem nagyobb súlyú tömböket fogunk gyártani zsugorított dolomitból és azokat nem fogjuk égetni, hanem nyersen építjük be a kemencébe, ahol a kemence felfűtésével együtt fognak majd azok kiégni.

Az előregyártott dolomittömbök kialakított gyártástechnológiája a következő:

1. A döngöléshez felhasználásra kerülő dolomitnak nagyon jól zsugorítottnak kell lenni, semmi olyan szennyezőt nem szabad tartalmaznia, ami a minőséget lerontja, de zsugorítatlan részektől is teljesen mentesnek kell lenni, minőségileg olyannak, mint amilyent a téglagyártás alapanyagaként ismertettünk.

Fontos, hogy a jó és teljes mértékű zsugorítás mellett ne legyen túlzsugorítva, hogy a vízmentes kátrány kötőanyag beleszívódhasson és így mintegy belefúródva az egyes szemcsékbe, azokat a szemcséket körülvevő kötőanyag segítségével a többi szemcsével egészen benső kötésben egyesítse.

2. Vízmentes kátrányolaj felhasználás 5—10%, a 95—90% zsugorított dolomithoz. Ezt az arányt betartani nagyon fontos, és arra is különösen ügyelni kell, hogy a vízmentes kátrány az ismertetett minőségű legyen és az ott megadott műszaki feltételek mindegyikét feltétlenül kielégítse.

3. A tömbgyártáshoz felhasznált zsugorított dolomitot a következő szemnagyságú, zsugorított dolomitból kell keverni:

10—15	mm-es szemnagyságú.....	50%
6— 9	mm-es szemnagyságú.....	10%
2— 5	mm-es szemnagyságú.....	10%
1— 0	mm-es szemnagyságú	10%
Por	mm-es szemnagyságú.....	10%

4. Az így előkészített keveréket 100—130 C° hőmérsékletre kell felhevíteni és a külön előírás szerint előkészített vízmentes kátrányolajjal gondosan összekeverni. A keverést úgy kell végezni, hogy minden dolomitszemcse teljes felületén be legyen kátrányolajjal vonva.

5. A kátrányos dolomitkeverék elkészülte után a készítendő tömb fém-mintáját ½ kg nyers parafinnal gondosan ki kell kenni, hogy a beledöngölt dolomittömb ne tapadjon hozzá.

6. Döngölés előtt a mintába két vagy több horoggal ellátott rudat kell helyezni, amelyeket

[1] A Kohászati Lapok 4. számában megjelent cikk folytatása.

alul lemezekre csavarunk be. Ezek a rudak szolgálnak a dolomittömbök szállítására, kezelésére. A rudak a tömböket e lemezek segítségével tartják. A tömbök nagysága és súlya szerint a rudak 10—25 mm vastagok, a lemezek 2—3 mm vastagságuk mellett 100×100-200×200 mm méretűek legyenek.

7. A döngölést rétegenként kell légkalapáccsal végezni, úgy hogy egy-egy felrakott réteg 50 mm-nél vastagabb ne legyen. Egy ilyen 50 mm vastag laza réteg bedöngölve 30 mm vastag tömör réteget ad.

A rétegeket úgy is lehet egymásra döngölni, hogy minden réteget bedöngölése után kis kömüves kalapáccsal feltépünk, így a következő réteget jobban hozzá lehet kötni az előző réteghez.

Ügyelni kell arra, hogy a fémmintát rugózás mentesen állítsuk fel, mert különben az alsó rétegek lazák lesznek, ami a tömb tartósságát károsan befolyásolja.

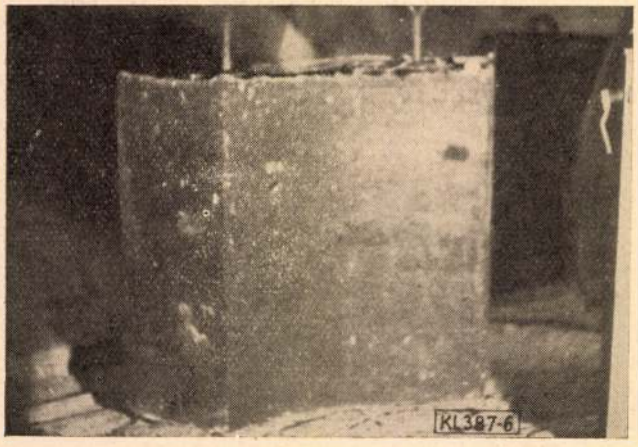
40 C°-ra felmelegített és ezen a hőmérsékleten tartott keveréket kell döngölni.

8. A döngölőfejeket megfelelő felmelegítéssel és folyamatos cserével állandóan 40 C° körüli hőmérsékleten kell tartani.

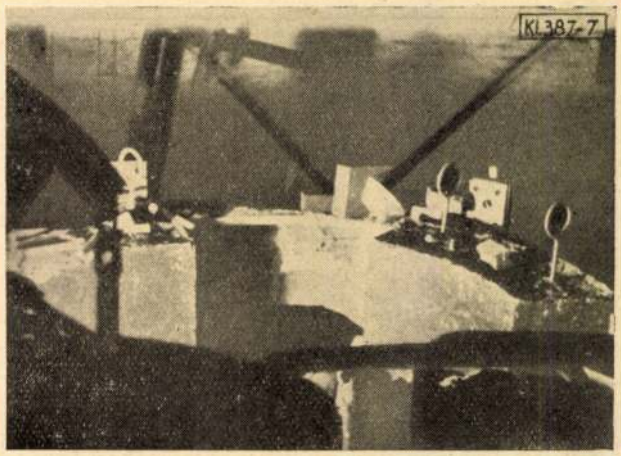
9. A tömböket a felhasználásig a fémmintában lehet hagyni. Nyáron két hétig, télen egy hétig feltétlenül hagyjuk pihenni — lehetőleg a fémmintában —, hogy megfelelőképpen kössön és megkeményedjék.

10. A készredöngölés után a legfelső réteg tetejét sűrű kátrányolajjal kell lekenni, a levegő nedvességétől való elszigetelés céljából. Ha a tömbök nem mintában, hanem szabadon hűlnek, úgy a mintából kivett egész tömböt gondosan vastagon kell kátrányolajjal bekenni.

Az így elkészített dolomittömbök felhasználásra készen állnak, sem égetésre, sem más kezelésre nincs szükség. Eddigi tapasztalataink szerint az így gyártott dolomittömbök sem érzékenyek a levegő nedvességére, attól eléggé el is vannak szigetelve és 4—6 hétig nyugodtan tárolhatók. Előfordult, hogy a több tonna súlyú tömböt a gyártás után csak 2,5 hónap után építettük be a villamosív kemencébe és az állás semmi káros befolyással nem volt a tömbök tartósságára.



6. ábra. Előregyártott dolomitoldalfaltömb



7. ábra. Előregyártott dolomitoldalfaltömb a kemencébe helyezve

A tároláskor azonban ügyelni kell arra, hogy nyáron ne legyenek kitéve a tömbök a nap tűző, sem a kemencék közvetlen sugárzó melegének, mert ez esetben a kötőanyagul használt kátrányolaj megolvadhat és kifolyhat, aminek következtében a tömb széteshet. Nyári kánikulában a legcélszerűbb a tömböket közvetlenül a felhasználás előtt elkészíteni és azokat hűvös, száraz, fedett helyen tartani. Sem a hidegnek, sem a fagynak nincs káros befolyása az előregyártott tömbök minőségére.

7. Eddig elért eredményeink

1. Villamosív kemencék oldalfal bélése

Technológiánk eredményes kialakulása után két darab egyenként 850 kg darabsúlyú oldalfal tömböt készítettünk a diósgyőri 2 t-s Heroult-Siemens kemence részére. A csapoló csőr két oldalára helyeztünk el egy-egy darabot, egyébként a kemencét a szokásos magnezittégla falazással béleltük.

A kemence 1955 január 7.-től február 1.-ig volt üzemben és ez alatt az idő alatt 108 adagot gyártottunk belőle. Kibontás után kiderült, hogy a dolomittömb oldalfal még vastagabb volt, mint a magnezittégla oldalfal. A kemencét azért kellett leállítani, mert a magnezittéglával bélelt oldalfala vékonyodott el túlságosan.

A 6. ábrán bemutatjuk a dolomit-oldalfaltömböt az első kivitelében. Jól kivehető a 850 kg-os tömb emelésére szolgáló horoggal ellátott két rúd. A 7. ábra a két oldalfal dolomittömböt a villamosív kemencében történt elhelyezése után mutatja az oldalfal magnezittéglával való kifalazása előtt.

A kapott kíváló eredmény után a két t-s villamosív kemence oldalfalát teljesen előregyártott dolomittömbökkel béleltük ki. Összesen négy darab tömböt helyeztünk el benne. A kemence tartóssága 75 adag volt. Erre az időszakra sok tűzálló acél és sok vékonyfalú, nagy kikészítési hőmérsékletet igénylő öntvények gyártása jutott, mégis csaknem elérte a magnezittéglák évi 79 adag átlagos tartósságát.

Sikeres kísérleti gyártásaink után a Győri Wilhelm Pieck gyár 2 t-s villamosív kemencéje részére is készítettünk dolomittömböket és azokat ott kipróbáltuk. Az eredmény 66 adag volt, ami megfelelt a magnezittéglák átlagos tartósságának.

Azután a Borsodnádasdi Lemezgyár részére készítettünk a 2 t-s villamosív kemence részére egy oldalfal készlet dolomittömböt és ezzel béleltük a kemencét. Ezek a tömbök azonos tartósságot mutattak, mint a magnezittégla falak.

8. ábra. Előregyártott 1,0 t súlyú dolomitoldalfaltömb behelyezése a kemencébe Borsodnádasdon

A 8. ábra az előregyártott dolomit oldalfal tömbnek behelyezését mutatja Borsodnádasdon a kemencébe. A tömbök 1,0 t súlyúak voltak.

Végül Diósgyőrben a 8 t-s Heroult-BBC kemence oldalfalát béleltük ki előregyártott dolomittömbökkel. A tömbök méretét megnöveltük, hogy négy darabbal ki legyen bélelve az egész kemence, így egy-egy tömb súlya 1600 kg volt.

Az egész kemencének 2/3 részét dolomittömbökkel béleltük ki, 1/3 részét pedig szokványos magnezittéglákkal.

A tömböket 1957 július 28,-a és augusztus 3,-a között gyártottuk, beépítésük azonban csak október 10-én történt így tehát két hónapig álltak akkor, amikor a legnagyobb melegek voltak. A négy tömb közül mégis csak egy lett használhatatlan, amelyik a beépítés előtt három napig tűző napon állt 33—36 C° hőnek kitéve.

A kemenceoldalfal bélése a 113 adagot tartott. A magnezittéglával falazott oldalfalak évi átlagban 121 adagot tartottak, tehát gyakorlatilag elérte az előregyártott dolomittömb a magnezittégla tartósságát.

2. SM-kemencék hátsó fala

A villamosív kemencékben elért jó eredmények után egy db kb. 1 m² nagyságú dolomittömböt készítettünk kísérletképpen egy SM-kemence hátsó falába történő behelyezésre. A tömböt 1957 szeptember 23.-án építettük be a diósgyőri 6. sz. 80 t-s SM-kemence hátsó falába a miskolci oldalon lévő ajtóval szemben.

Ezt a helyet azért választottuk, hogy ha esetleg eredménytelen lenne a kísérlet, akkor a nagy kemencének ezt a hibás helyét könnyen ki tudjuk javítani. Óvatosságból úgy terveztük, hogy a dolomittömb fölötti hátsó falat boltívesen falazzuk magnezittéglával, hogy a fal leomlását sikertelenség esetén kiküszöböljük.

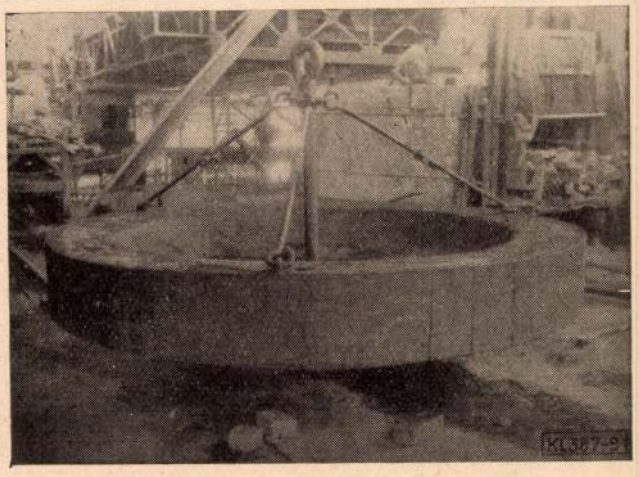
A 6. sz. 80 t-s SM-kemencét 1957 szeptember 19.-én helyeztük üzembe. A dolomittömb éppen úgy viselkedett, mint a körülütte lévő magnezit hátsófal.

Felfűtés alkalmával vékony lemezzel védtük a beépített tömböt, amely lemez biztosította a tömböt szétporlódás, szétesés ellen. A kemence felfűtését a SM-kemencékre érvényes előírás szerint végeztük, azon semmit sem változtattunk. Sem szétporlódás, sem lepattogzás, sem kidudorodás a tömbön nem volt észlelhető és a felfűtés után a magnezittégla hátsófal és a tömb között csak a határvonal mutatta a beépítés helyét. Eleinte még látni lehetett a dolomittömbnek ezen határvonalát, de később már semmi különbséget nem lehetett látni a két falrész között, a határvonalak teljesen elmosódtak, egyforma volt az egész hátsó fal. Az adagok közötti javítást is egyformán végezték.

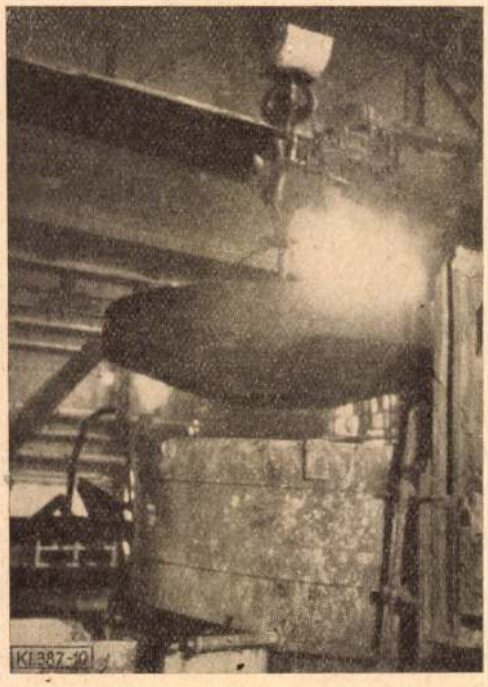
A kemence 1957 október 19.-étől 1958 februárig volt üzemben és ez alatt az idő alatt 277 adagot gyártottunk. Ugyanennek a kemencének évi átlagos tartóssága magnezit oldalfalban 289 adag volt, így tehát a kísérlet gyakorlatilag az évi átlagos adagtartósságot adta. Kibontás után megállapítottuk, hogy a dolomittömb beépítési helyén éppen olyan vastag maradt a hátsófal, mint a magnezittéglákkal falazott részeken.

3. Villamos ív-kemencék feneke

Azt az előnyt szem előtt tartva, amit az egyes téglákkal való kifalazás helyett a sok téglát helyettesítő tömbök használata az oldalfalak bélésében jelentett, kísérleteket kezdtünk a villamosív kemencék fenekének egy darabban előre elkészített dolomittömbbel való bélelésére. Elkészítettük a kemencefenék sablonját lemezből és bevált döngölő technológiánkkal kidöngöltük azt zsugorított dolomittal. Először a két t-s diósgyőri Heroult-Siemens-kemence feneke részére készítettünk töm-



9. ábra. Az előregyártott villamosív kemence fenéktömb



10. ábra. Az előregyártott fenéktömb behelyezése a villamosív kemencébe

böt. Ez az előregyártott dolomittömb 3,5 t súlyú volt és ezt egy darabban helyeztük be a kemence köpenyébe. A tömb 640 db magnezittéglát pótolt. A kísérletek elvégzésében a legnagyobb segítséget a korszerűsítési csoportunk nyújtotta *Lengyel László* vezetésével, amiért külön köszönet illeti a csoportot.

A 9. és 10. ábrák fényképein bemutatjuk az egy darabból készült fenék-tömböt, annak előkészítését, valamint a kemencébe helyezését.

A fenék behelyezését először az oldalfal tömbök kezeléséhez és szállításához jól bevált vonórudakkal végeztük. Ezek a vonórudak kiálltak a fenéktömbből. Ezeket a tömbnek a kemencébe történt behelyezése után kicsavartuk a fenék alatti lemezekből és helyüket utánadöngöltük.

Az előregyártott fenéktömbökön még jobban megmutatkozott azok előnye az egyenkénti beépített magnezittéglákkal szemben. Már az acélgyártó kemencék oldalfalainak dolomittömbbel való bélelésekor láttuk, hogy egy-egy nagy tömb behelyezése mennyivel egyszerűbb munkát jelent a sok tégla kezelésével és falazásával szemben. A kemence sokkal rövidebb ideig áll üzemen kívül, s így a kihasználási % lényegesen nő. Míg a magnezittégla bélés az egyenkénti téglák behelyezésével több műszakot von el és nagy költségbe kerül maga a falazási munka is, addig az előregyártott dolomittömbök behelyezése egyszerű daru-munkával néhány perc alatt elvégezhető.

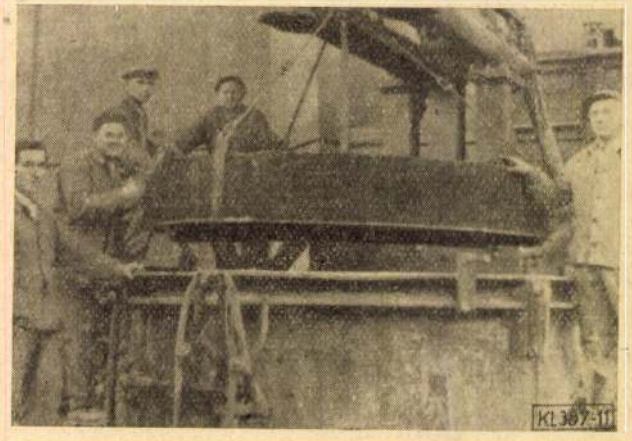
A 2 t-s kemence feneke évi átlagban magnezit téglákkal falazva 412 adagot tartott. Mi ezzel az első kísérleti dolomittömbbel 702 adagot értünk el, tehát 170%-os tartósságot. Itt igazolódott be tulajdonképpen a dolomit kiváló felhasználási lehetősége a magnezittel szemben. Az adagok közötti javításhoz kevés szemcsés zsugorított magnezitet és túlnyomó részben szemcsés zsugorított dolomitot használtak éppen úgy, mint a többi kemencéhez. Az olvasztárok megfigyelése az volt, hogy a dolomittömb fenéken sokkal jobban maradt meg a zsugorított dolomit, mint a magnezittégla fenekén.

A jó tartósság és a szép eredmény után Borsodnádasdon lévő villamosív kemencét ilyen előregyártott, egy darabból álló dolomittömbbel béleltük ki és ez is kiváló eredményt adott. A két kemence közül pl. a 3,5 tonnás kemence feneke 1053 adagot tartott, amelyet magnezittéglával soha nem lehetett még csak elképzelni sem. A dolomitfenék tartóssága így Borsodnádasdon többszöröse lett a magnezittégla fenék tartósságának.

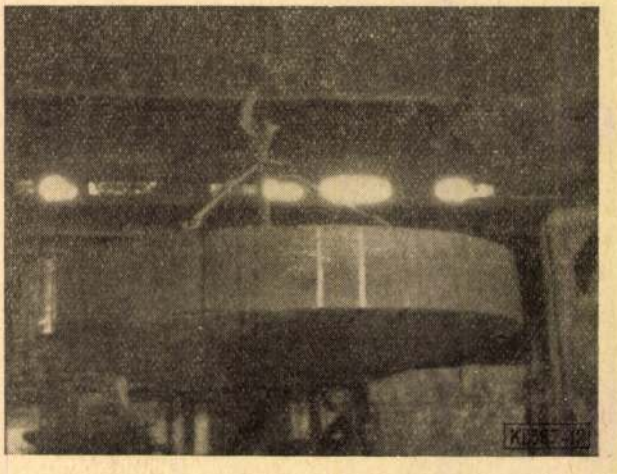
A 11. ábrán bemutatjuk a tömb behelyezését a borsodnádasdi villamosív-kemencébe. Ott már elhagytuk a tömbök kezelésére és szállítására berakott vonórudakat.

E helyett lemez-sablonra döngöltük a feneket, amely hasonló méretű és alakú volt, mint a kemence feneke és ehhez hegesztettük a tömb kezelésére és szállítására szolgáló vonórudakat.

Borsodnádasdon rendszeresen használják az előregyártott dolomittömb feneket, a zsugorított dolomitot még Diósgyőrből szerzik be.



11. ábra. A dolomit-fenéktömb behelyezése Borsodnádasdon a villamosív-kemencébe



12. ábra. A 8 t-s villamosív kemence fenéktömbje

Fenékgyártó technológiánkat a szerzett tapasztalataink alapján ismét tökéletesítettük. Most a villamosív-kemencefenék méreteivel azonos köpenyt készítettünk, ez a sablon, amelybe a dolomitot bedöngöljük. A sablon oldallemezébe 3—4 kis horgot hegesztünk és ebbe kapcsoljuk bele a daruláncot, vagy egy vonórud szerkezet horgait. Lehet lyukakat is fúrni a sablon oldallemezébe és ide akasztani a horgokat. A fenéktömböt köpenyével (döngölő sablonjával) együtt helyezzük be a kemencébe. Így megvan az egyszerű és biztos kezelés mellett az az előnye is, hogy a kemence bontása alkalmával könnyűszerrel emelhető ki az egész fenék.

Ezek után vállakoztunk arra, hogy a diósgyőri 8 t-s Heroult-BBC kemence fenekét is egy darabból készített dolomittömbbel béleljük ki. Ebben az Acélmű vezetője *Bárczy Béla* volt a segítségünkre.

A 8 tonnás kemence feneke részére legyártott tömb súlya 13 tonna volt. Ezt egy darabban helyeztük a kemencébe. Ez az előregyártott dolomittömb fenék 2200 db magnezittéglának felel meg.

A fenéktömböt és annak a kemencébe történő behelyezését a 12. ábra mutatja.

A dolomitfenék-tömböt 1957 október 10-én helyeztük be a kemencébe és folyamatos üzemben volt 1957 december 15-ig. Ez alatt az idő alatt összesen 374 adagot gyártottunk le a kemencéből, tehát csaknem annyit, mint amennyi a magnezittégla fenék többévi átlagos tartóssága volt.

A kemencét ekkor az alapok nagyjavítása miatt le kellett emelni az alapról. Sajnos magát a kemencét is szét kellett volna bontani, tehát a fenekét is kivenni, hogy a köpenyt az alapról le tudjuk emelni, mert a daru teherbírása kicsi volt ahhoz, hogy a fenékkel együtt a köpenyt fel tudta volna emelni. Miután az előregyártott dolomittömbfenék 374 adag után még igen jó állapotban volt, ezért nem akartam feláldozni azt a kemence szétszerelésével.

Miután a fenéktömböt a döngölő sablonnal együtt helyeztük el a kemence köpenyébe, ezért most ezt a lehetőséget kihasználtuk és lebontottuk a kemence oldalfalát egészen a fenék sablonjáig és a kemence fenekét lemez-sablonjával együtt kivettük a kemencetestből.

A kemence alapjának nagyjavítása december 15-től 23-ig azaz összesen kilenc napig tartott és ez alatt az idő alatt a dolomitfenéktömb, amely már csaknem elérte a magnezitfenék évi átlagos tartósságát, lehűlve várta újabb beépítését.

A kiemelt dolomittömb egy darabból álló tömör, kemény, sziklaszerű bélésanyagot mutatott, amelyen megtisztítás után még repedések sem voltak sehol sem láthatók.

A dolomittömb visszahelyezése után a kemencével újra megindultunk és előadásomig összesen 612 adagnál tart, így tehát lényegesen többnél, mint amennyi a magnezittégla-fenék évi átlaga volt. Szilárd meggyőződésem, hogy a dolomitfenékkel 1000, sőt ennél is több adagot lehet legyártani, minden csere és minden nagyobb javítás nélkül. Ez be is igazolódott, mert az előadás szövegének nyomdába adásakor már kivettük a feneket 1035 adag után. Így tehát az egy darabból álló dolomittömb-fenék tartóssága a magnezittéglával falazott fenék tartósságának kereken három és félszerese lett.

Az előregyártott dolomittömbök gyártástechnológiáját úgy alakitottuk most már ki, hogy az véglegesnek tekinthető.

Hozzászólás

A *Weigl Ernő* által ismertetett fenti technológia magyarországi bevezetése az őszinte helyeslés és lelkesedés érzését váltja ki, hiszen az eljárás nálunk sokkal fejlettebb ipari államokban évtizedek óta jól bevált. Mindnyájunk elismerése és szerencsekívánatai illetik *Weigl*-t és munkatársait azért az aprólékos és szívós munkáért, amellyel a kátránykötésű dolomittömbök gyártástechnológiáját hazai lehetőségekre átültették és magyarországi kohászati felhasználásukat megindították. Mindeme úttörőmunka teljes elismerése mellett *Weigl* egynéhány megállapításával nem értek egyet és ezek közül szeretnék egy-kettőt megemlíteni.

Az első oldal 2. bekezdésében azt mondja : ...„így *lényegesen olcsóbb bélésanyagot tudunk biztosítani bázikus kemencéink részére.*" Az utolsó, vagyis a 209. oldal, legvégén pedig ...„*Ezzel a technológiával készített dolomittömbök véleményem szerint teljesen feleslegessé teszik az importmagnezitet*".

Jelen hozzászólásommal a *túlzott optimizmus esetleges káros visszahatásaitól szeretném megóvni az e kérdésben érdekelteket.* A dolomitfalazat közel 100 esztendős kérdése a kohászatnak és igen változatos fejlődés után — amelynek során szélsőséges vélemények között ingadoztak a szakemberek és azzal együtt ingadoztak a felhasználási fajlagos tényszámok is — ma a közvélemény a bázikus tűzállóanyagfogyasztást 20—30%-ban jelöli meg (az optimális dolomitfelhasználást), attól függően, hogy milyen az illető ország acélgyártási programja, kemencetípusai, tűzálló nyersanyaghelyzete stb., egyszóval milyenek a helyi adottságok.

Különösen a **Szovjetunió, Anglia,** az **USA** és **Nyugat-Németország** szakemberei foglalkoztak sokat a kohászatban a dolomitnak nagyobb arányú felhasználási lehetőségével, amiről szabadalmak és irodalmi közlemények százai tanúskodnak. Mind a négy állam szakembereinek egy része évekkel ezelőtt az akkori sikereken felbuzdulva, remélte, hogy a bázikus tűzálló anyagfogyasztás terén a magnezit egészen vagy nagyrészt pótolható lesz dolomittal. Ezzel szemben a dolomittéglagyártás érzékenysége és a számbajövő többalkotós rendszerek állapotgörbéjéből adódó fizikokémiai törvényszerűségek adta lehetőségek következtében, az ipari fejlődésben élenjáró Szovjetunióban a kb. 800 000 tonnás magnezit és krómmagnezittéglagyártás mellett eltörpül a kb. 20 000 tonnás dolomittömb és téglagyártás, úgyszintén Angliában a 75 000 tonna magnezittégla mellett a 22 000 tonna, az USA-ban a 800 000 tonnás magnezit mellett a kb. 40 000 tonna és Nyugat-Németországban a 120 000 tonnás magnezittéglafogyasztás mellett a 30 000 tonna dolomittégla. A fenti államok közül Anglia és az USA pedig az első világháborúig a volt Osztrák—Magyar Monarchiából szerezte be kohászatához szükséges magnezitszintert és részben tégláit és az importlehetőség hirtelen megszűnése miatt igen nagy energiával fogott hozzá háborús acéltermelésének biztosítása céljából a dolomittéglagyártáshoz, de a nem kielégítő eredmények miatt, az első világháború után majdnem teljes egészében visszatért a közép-európai magnezitek használatára. A második világháború kitörése után megismétlődtek a fentiek azzal a különbséggel, hogy mind az USA, mind Anglia az első világháború nem kielégítő tapasztalatai alapján már eleve kevésbé erőltette a dolomittéglatermelést, hanem inkább a szintetikus magnezittermelést és így biztosította háborús acéltermelését. A háború után részben fenntartották szintetikus magnezittermelésüket (főleg Anglia), de csúcsigénybevételi helyekre ismét közép-európai magneziteket importálnak és dolomittömb és téglatermelésük visszaesett

a fent közölt számokra. Eltérő a fejlődés Nyugat-Németországban, ahol a termikusan stabilizált dolomittéglafogyasztás az utóbbi években emelkedett a náluk eddigi maximumnak nevezhető 30 000 tonnára, amely azonban még mindig csak 20%-a az összes bázikus téglafogyasztásnak.

Mindezeket előrebocsátva, az én véleményem szerint Weigl kartárs megállapítása ... *„ezzel a technológiával készített dolomittömbök véleményem szerint teljesen feleslegessé teszik az importmagnezitet"* sajnos túl optimisztikus és ez vonatkozik az általa a **napi sajtónak** és a **Mineralimpex Külkereskedelmi Vállalat**nak adott ama nyilatkozatára is, amely szerint az eddigi magnezitbehozatalra fordított kb. 40 millió devizaforint megtakarítható.

A KGST keretén belül működő tűzállóanyagipari szekció ülésén a hét résztvevő baráti állam szakemberei is pl. megállapították és jegyzőkönyvbe vették, hogy a dolomitos falazóelemek nem váltották be a hozzájuk fűzött nagy reményeket.

Összefoglalva tehát a fentieket, az a meggyőződésem, hogy hazai vonalon sem számíthatunk a külföldi magnezitnek teljes mértékben belföldi dolomittermékekkel való helyettesítésére, hanem a külföldi példák nyomán meg fog kelleni elégedni egy kb. 25—30%-os pótlással, ami szintén igen komoly gazdasági eredményt fog jelenteni. Ennek az elérése is igen-igen komoly feladat, mert ahogy *Weigl* több helyen is hangsúlyozza és avval teljesen egyetértek, *hogy csak tökéletesen zsugorított és kiváló minőségű zsugorított dolomittal lehet jó eredményeket elérni.*

A többi hozzászólásom apróságokból áll és nem befolyásolja lényegesen a felvetett kérdést. Így pl. cikkének KL 4. sz. 151. oldalának 1. bekezdésében a 3. $CaO.SiO_2$ képződési feltételeit tárgyalja *Weigl*, ahol nem értek egyet megállapításával, mert a vonatkozó heterogén rendszerek állapotgörbéinek törvényszerűségei szerint egyrészt előfordulhat nagyobb SiO_2-tartalmú dolomit is nagyobb CaO és normális MgO-tartalom mellett és másrészt először nem 3 $CaO.SiO_2$ keletkezik, hanem alacsonyabb CaO-tartalmú szilikátok. A reakció csak 1700—1800 C°-on gyorsul meg nagyon a 3 $CaO.SiO_2$ képződés felé, de 1500 C°-on gyakorlatilag használható méreteket ölt. Az egyébként keletkező 2 $CaO.SiO_2$ az egyik veszélyes pontja a dolomittéglagyártásnak és felhasználásnak, amint azt *Weigl* is hangsúlyozza. Ez a β—γ 2 $CaO.SiO_2$ inverzió már sok súlyos kemenceüzemzavarnak volt okozója.

Kézirata 150-ik oldala 3 bekezdésében a 600 C°-on égetett dolomit tűzállóságát túl kicsinek nevezi *Weigl*, ami nyilván téves, mert a **"tűzállóság"** majdnem független az égetés fokától — azonos vegyi összetétel mellett, tehát a 600 C°-on égetett dolomit **"tűzállósága"** azonos az 1600 C°-on égetettel, de **melegszilárdsága nem.**

A cikk 150-ik oldala 4. bekezdésében a CaO hidratizálódásáról ír Weigl, de nyilván a „rekarbonizációt" érti alatta.

A 151. oldalon viszont a dolomit kategorizálásánál a *c)* pont alatt külön osztályként egy *„teljesen dekarbonizált dolomit"*-ot különböztet meg, amit nem tennék, mert a *b)* csoportbeli is teljesen dekarbonizált, miután a kausztikusnál magasabb hőfokra van égetve és a kausztikus égetés is már *„dekarbonizálás"*.

Végül nem értek egyet a Weigl cikk 151. oldalán megfogalmazott ama megállapításával, hogy a dolomitnak azért kell *minimális mennyiségű* SiO_2*-t* feltétlenül tartalmaznia, hogy minél több CaO-tartalom *tudjon érvényesülni*, mert a CaO-tartalom SiO_2 *nélkül is érvényesül.*

De mindezek az apróságok nem vonnak le semmit Weigl kartárs céltudatos, fáradhatatlan és nagy jelentőségű munkájából, amellyel hazai vonatkozásban is megfelelő mértékben kívánja bevezetni a dolomittermékeket, magnezittermékek helyett a kohászati kemenceépítésbe, amely körülmény igen komoly gazdasági eredményt fog jelenteni.

Sövegjártó János

A kokszoláskor lejátszódó néhány reakció termodinamikai vizsgálata[1]

HORVÁTH AURÉL docens (Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem)

D. K. 536.7 : 6672.

Термодинамический анализ коксования

Die thermodynamische Untersuchung einiger Reaktionen des Verkokungsprozesses

Thermodynamic investigation of some reactions of coking process

1. Bevezetés

Adott kémiai folyamat csak akkor tehető termodinamikai elemzés tárgyává, ha annak egész lefolyása teljes részletességgel ismertetes.

A kokszoláskor lejátszódó kémiai folyamatok — sok más nagyipari gyártási folyamathoz hasonlóan — általában a nyomás és hőmérséklet által meghatározott egyensúlyi állapotot érnek el, vagy igyekeznek elérni. E folyamatok egy része *homogén*, tehát csak a gázfázisban játszódik le, más része *heterogén*, tehát a gázfázis és egy vagy több kondenzált fázis közt játszódik le. A folyamat homogén vagy heterogén jellege az egyensúlyba jutott rendszer kémiai összetételét messzemenően befolyásolja.

A kokszoláskor természetesen nem egyetlen, hanem több, egymás mellett egyidejűleg, vagy egymást követően lejátszódó homogén vagy heterogén folyamatról, végeredményben tehát komplex rendszerről, illetőleg *komplex* egyensúlyról van szó, ami az egyensúlyi összetétel kiszámítását is bonyolultabbá teszi.

Az elmondottak előadásom feladatát is meghatározzák.

A kokszoláskor végbemenő — ma még jobbára feltáratlan — minden folyamat részletes ismertetése nem férne el egy előadásra megszabott keretben. Ezért a kémiai termodinamikának

a) a homogén,
b) a heterogén és
c) a komplex

reakciók egyensúlyi viszonyaira és e rendszerek egyensúlyi összetételére vonatkozó törvényszerűségeit kívánom ismertetni, azzal a céllal, hogy azok alapján — egy adott üzemi feladat megoldható legyen. Az elméleti összefüggések megvilágítása

[1] Előadásként elhangzott 1958. szept. hó 17-én Széplakon az Országos Kokszolható-szén és Koksz-vegyészeti Konferencián.

céljából gyakorlati — és a kokszolásban feltehetőleg lejátszódó — folyamatok példáit veszem alapul.

A konkrét számpéldákat megelőzően a termodinamika néhány ismert függvényét és azok egymással való kapcsolatát szeretném röviden áttekinteni.

2. Az egyensúlyi állandó és a termodinamikai potenciál összefüggése

Adott

$$A + B \rightleftharpoons AB$$

reakció egyensúlyi állandóját — a tömeghatás törvénye szerint — a koncentrációkkal a

$$K_c = \frac{c_{AB}}{c_A \cdot c_B} \tag{1}$$

képlet fejezi ki.

Az egyensúlyi állandót azonban a sokszor nehezen meghatározható koncentrációk helyett lehet a moltörtekkel

$$K_x = \frac{x_{AB}}{x_A \cdot x_B} \tag{2}$$

alakban, vagy a molszámokkal (n)

$$K_n = \frac{n_{AB}}{n_A \cdot n_B} \tag{3}$$

alakban is felírni,

ahol

$$n = \frac{g}{M}$$

és

$$x = \frac{n}{\Sigma n}$$

Ha gázreakciókról van szó, akkor az egyensúlyi állandót a parciális nyomásokkal (p)

$$K_p = \frac{p_{AB}}{p_A \cdot p_B} \tag{4}$$

alakban is kifejezhetjük.

Az egyensúlyi állandó különböző egységekkel kifejezett értékei között a következő összefüggés áll fenn :

$$K_c = \left(\frac{1}{RT}\right)^{\Delta n} \cdot K_p = \left(\frac{p}{RT}\right)^{\Delta n} \cdot K_x = \left(\frac{p}{\Sigma n \cdot RT}\right)^{\Delta n} \cdot K_n \tag{5}$$

Az egyensúlyi állandó számszerű értéke tehát attól függ, hogy $\Delta n \gtrless 0$ azaz, hogy a reakció során van-e molszámváltozás. Ha molszámváltozás nincs, azaz $\Delta h = 0$, akkor

$$K_c = K_p = K_x = K_n \tag{6}$$

A legújabb kutatások szerint bármely reakció egyensúlyi állandóját egyértelműen tulajdonképpen a reakcióban résztvevő anyagok *aktivitásával* (a) kell kifejezni, tehát a fenti reakció egyensúlyi állandója helyesen

$$K_a = \frac{a_{AB}}{a_A \cdot a_B} \tag{7}$$

Az aktivitás és a mennyiséget kifejező fenti egységek közt azonban — legalábbis a kokszolási folyamatokban — nem nagy az eltérés és így az egyensúly kifejezésére a fenti képletek bármelyike is alkalmas.

Éppen ezért az egyensúlyi állandó és a reakció termodinamikai normálpotenciálja ($\Delta G°$) között fennálló és a fizikai-kémiából ismeretes

$$\Delta G° = -RT \ln K_a = -4{,}576\, T \log K_a \tag{8}$$

összefüggésben K_a helyére — a célszerűségnek megfelelően — az egyensúlyi állandó bármelyik kifejezése helyettesíthető.

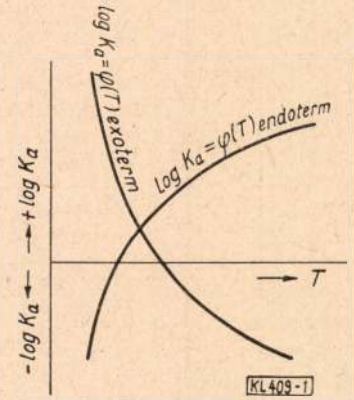
A reakció termodinamikai normálpotenciálja a részt vevő anyagok termodinamikai alapadataiból a fizikai kémiából ismeretes módon kiszámítható. A számítás végeredménye rendesen több tagból álló olyan

$$\Delta G° = \varphi(T)$$

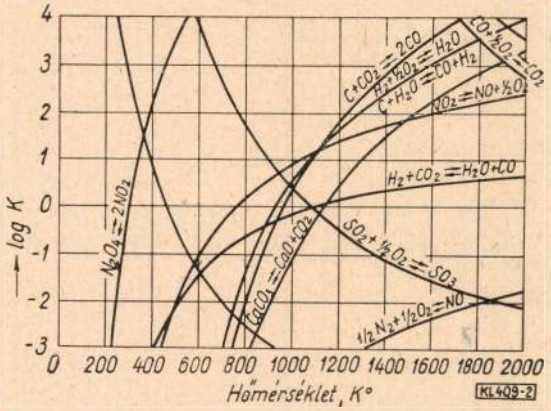
függvény, amelynek a (8) képletbe való helyettesítése egyben az egyensúlyi állandónak a hőmérséklettel való változását is megadja. Az ily módon nyert

$$K_a = \varphi(T)$$

függvényt grafikusan ábrázolva exoterm ($\Delta H < 0$) reakció esetén a hőmérséklettel csökkenő, endoterm ($\Delta H > 0$) reakció esetén pedig a hőmérséklettel növekvő görbét kapunk. Mivel K értéke a hőmérséklettel általában több nagyságrendet kitevő mértékben változik, az ordinátatengelyre célszerű log K értékeit felvenni (*1.* ábra). Az ábra



1. ábra. Az egyensúlyi állandó változása a hőmérséklettel exoterm és endoterm reakcióban



2. ábra. Néhány reakció egyensúlyi állandójának változása a hőmérséklettel

világosan mutatja, hogy a hőmérséklet növelése az endoterm reakcióknak kedvez, az exoterm reakcióknak azonban nem.

A log $K_a = \varphi(T)$ függvény diagramvonalát néhány — későbbi ismertetendő reakcióra — a 2. ábra mutatja.

3. Homogén gázreakciók egyensúlya

Ezzel a gyűjtőnévvel azokat a reakciókat foglaljuk össze, amelyekben mind a kiinduló, mind a keletkező anyagok gázok. A homogén gázreakciók jellemző tulajdonsága, hogy a nyomás és a hőmérséklet által megszabott egyensúlyi állapot felé tartanak; az egyensúlyba került rendszerben mind a kiinduló, mind a keletkező anyagok véges mennyiségben megtalálhatók.

A gyakorlati feladat általában az egyensúlyi gázelegy összetételének kiszámításából áll.

A számítás a következő lépésekben hajtható végre:

1. Termodinamikai alapadatok segítségével (amelyek bármely kézikönyv táblázataiban megtalálhatók) meghatározzuk a megadott reakció termodinamikai normálpotenciáljának a hőmérséklettel való változását kifejező egyenletet.

2. Ezután a megadott hőmérséklet helyettesítésével kiszámítjuk $\Delta G°$ számszerű értékét.

3. A termodinamikai normálpotenciál és a hőmérséklet ismeretében a (8) összefüggésből kiszámítjuk az egyensúlyi állandó értékét. (Az aktivitások helyett a parciális nyomásokkal kifejezett egyensúlyi állandó számítása azért engedhető meg, mert a közel 1 atm nyomás alatt álló rendszerekben az aktivitás gyakorlatilag a nyomással azonos és így $K_a \cong K_p$).

4. Ahhoz, hogy az egyensúlyi gázelegy összetételét kifejezhessük, be kell vezetnünk a kihozatali fokot (y). Ez alatt bármely kiinduló anyagnak azt a hányadát értjük, amely az egyensúly beálltáig a reakcióban felhasználódott, vagy bármely reakciótermékneknek azt a mennyiségét, amely a reakció során keletkezett.

A kihozatali fok és a reakcióegyenlet alapján felírjuk a gázelegy egyes alkotóinak molszámát, ill. moltörtjét a reakció kezdetén és egyensúlyi állapotban.

A korábban példaként felhozott általános

$$A + B \rightleftharpoons AB$$

reakcióban ez a számítás a következőképpen alakul.

Jelölje y az A gáz molszámának az egyensúly beáltáig elbomlott hányadát. Ebben az esetben tehát:

	kezdetben	egyensúlyban
n_A	1	$1-y$
n_B	1	$1-y$
n_{AB}	—	y
Σn	2	$2-y$

A moltörtek ennek megfelelően az egyensúly beálltakor:

$$x_A = \frac{1-y}{2-y}, \qquad x_B = \frac{1-y}{2-y},$$

$$x_{AB} = \frac{y}{2-y}$$

5. A moltörtek alapján felírhatjuk a moltörtekkel kifejezett egyensúlyi állandót (K_x). Az (5) egyenlettel megadott összefüggésből

$$K_p = (p)^{\Delta n} K_x$$

alakban kifejezhető az egyensúlyi állandó parciális nyomásokkal meghatározott képlete. Minthogy K_p értéke számszerűen már ismeretes, ez a számítás olyan egyenlethez vezet, amely az ismeretlen y-ra nézve megoldható. A kihozatali fok ismeretében azután a moltörtek, ezek 100-szoros értékéből pedig a molszázalékos összetétel már kiszámítható.

A fenti általános példára alkalmazva:

$$K_x = \frac{x_{AB}}{x_A \cdot x_B} = \frac{y\,(2-y)}{(1-y)^2}$$

és

$$K_p = K_x\,(p)^{\Delta n} = \frac{y\,(2-y)}{(1-y)^2}\,(p)^{-1} \qquad (9)$$

Mivel K_p ismeretes, p pedig adott, az egyenlet y-ra megoldható.

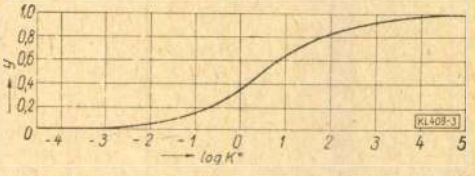
A K_p és y összefüggését kifejező (9) egyenlet természetesen csak a példaként felvett reakciótípusra érvényes. Más típusú reakciókra az összefüggés más, esetleg magasabbfokú egyenletet ad. Így pl. az

$$A_2 + B_2 = 2\,AB$$

típusú reakcióra — fentiekhez hasonló számítással — a

$$K_p = \frac{4y^2}{(1-y)^2}\,(p)^{\Delta n = 0}$$

képlethez jutunk. Az $y = \varphi\,(\log K_p)$ összefüggést diagramban ábrázolva a 3. ábrát kapjuk.



3. ábra. A kihozatali fok és az egyensúlyi állandó összefüggése az $A_2 + B_2 \rightleftarrows 2\,AB$ típusú reakciókban

A kihoztali fok és az egyensúlyi állandó (vagy annak logaritmusa) közti összefüggést, mint említettem, minden reakciótípusra más-más képlet adja meg; ezeknek a képleteknek közös vonása azonban, hogy a kihozatali foknak 0 és 1 közti változása az egyensúlyi állandó több nagyságrendre kiterjedő változásával kapcsolatos.

Az elmondottak megvilágítása céljából konkrét számítást végezhetünk a kokszolásban minden valószínűség szerint lejátszódó

$$H_2 + CO_2 \rightleftharpoons H_2O + CO$$

reakcióra nézve, amelyet általában vízgázreakció néven ismer a műszaki gyakorlat.

Számítsuk ki például, hogy sztöchiometriai, tehát 1 : 1 arányú $H_2 : CO_2$ gázelegyből kiindulva 1500 K°-on mi lesz az egyensúlyi gázelegyösszetétele, ha $p = 1$ atm.

A vázolt számítási eljárásnak megfelelően először a vízgázreakció termodinamikai normálpotenciáljának a hőmérséklettel való változását kifejező egyenletet határozzuk meg, amely a táblázatos termodinamikai alap-adatokból — a számítás mellőzésével — a következő alakban adódik :

$$\Delta G^\circ = 9843 - 0{,}69\,T \cdot \ln T + 3{,}25 \cdot 10^{-3}\,T - \\ - 0{,}54 \cdot 10^{-6}\,T^3 - 7{,}30\,T$$

A reakció termodinamikai normál potenciálja tehát $T = 1500$ K°-on :

$$\Delta G^\circ = -2870 \text{ gcal gmol}^{-1}.$$

Innen az ismert képlet átrendezésével :

$$\log K_p = -\frac{\Delta G^\circ}{4{,}576\,T} = \frac{2870}{4{,}576 \cdot 1500} = 0{,}42.$$

(lásd : 2. ábra) és ebből

$$K_p = 2{,}63$$

Az egyensúly beálltáig elbomlott H_2-molok számát y-nal jelölve, a molszámok a következőképpen alakulnak :

	kezdetben	egyensúlyban	
H_2	1 mol	$1-y$	mol
CO_2	1 mol	$1-y$	mol
H_2O	— mol	y	mol
CO	— mol	y	mol
Σn	2 mol	2	mol

Az egyensúlyi gázelegy alkotóinak moltörtje :

$$x_{H_2} = \frac{1-y}{2}; \quad x_{CO_2} = \frac{1-y}{2}$$

$$x_{H_2O} = \frac{y}{2}; \quad x_{CO} = \frac{y}{2}$$

Innen

$$K_x = \frac{y^2}{(1-y)^2}$$

A K_p és K_x közti összefüggést kifejező

$$K_p = K_x\,(p)^{\Delta n}$$

egyenletből, mivel $p = 1$ következik, hogy

$$K_x = K_p = \frac{y^2}{(1-y)^2}$$

Helyettesítve Kp kiszámított értékét :

$$2{,}63 = \frac{y^2}{(1-y)^2}$$

ahonnan

$$y = 0{,}62$$

(A másodfokú egyenlet másik gyöke $y = 2{,}62$, aminek azonban az $0 < y < 1$ feltétel miatt fizikai-kémiai értelme nincs.)

A kihozatali fok ilymódon kiszámított értékéből a moltörtek :

$$x_{H_2} = \frac{1-y}{2} = \frac{1-0{,}62}{2} = 0{,}19$$

x_{CO_2}	$= 0{,}19$
x_{H_2O}	$= 0{,}31$
x_{CO}	$= 0{,}31$
Σx	$= 1{,}00$

Ha a számítást 100 térfogategységnyi gázra vonatkoztatjuk, akkor a moltörtek 100-szorosaként kapott molszázalékos értékek egyben a térfogatszázalékot adják. A kezdetben 50—50% H_2-ből és CO_2-ből álló gázelegy össztétele tehát az egyensúly beálltakor térfogatszázalékokban kifejezve :

$H_2 = 19\%$
$CO_2 = 19\%$
$H_2O = 31\%$
$CO = 31\%$

Hasonlóképpen számítható ki a gázelegy összetétele más hőmérsékleti és nyomás-értékekre is.

4. Heterogén gázreakciók egyensúlya

Ebbe a csoportba azok a reakciók tartoznak, amelyekben nem csupán gázok, hanem kondenzált fázisok (legtöbbször szilárd anyagok) is résztvesznek. A homogén gázreakciókhoz hasonlóan általában a heterogén gázreakciók is az egyensúly állapota felé tartanak, bár itt gyakran előfordul, hogy a reakció során a kondenzált fázis gyakorlatilag felemésztődik és ezzel a tökéletesen végbemenő reakció látszatát kelti.

Mivel azonban az ilyen rendszerekben a látszólag eltűnt kondenzált fázis jelenléte — legalábbis érzékeny mérőműszerekkel — kimutatható, ezeket is egyensúlyi rendszereknek tekinthetjük és összetételüket a megismert szabályok szerint számíthatjuk ki.

Így tehát az általános

$$A_{(sz)} + B_{(g)} \rightleftharpoons AB_{(g)}$$

heterogén reakció egyensúlyi állandóját a reakcióban résztvevő anyagok aktivitásával

$$K_a = \frac{a_{AB}}{a_A \cdot a_B}$$

fejezi ki. Mivel azonban a kondenzált fázisok aktivitása — a $p = 1$ atm értéktől nem jelentékenyen különböző nyomásokon — egységnyi, a gázalakú komponensek aktivitása viszont parciális nyomásukkal vehető azonosnak, azért a fenti reakció egyensúlyi állandóját

$$K_p = \frac{p_{AB}}{p_A \cdot p_B}$$

alakban is felírhatjuk.

Az egyensúlyi összetételnek a már bemutatott eljárás szerint való kiszámításához a kokszoláskor ugyancsak feltehetően végbemenő

$$C + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2$$

reakciót vehetjük példának.

Legyen a számításhoz alapul vett hőmérséklet 1000 K°, a nyomás pedig 0,5 atm.

A reakció termodinamikai potenciálja a hőmérséklettel a

$$\Delta G^\circ = 30\,550 - 4{,}48\,T \log T - 18{,}74\,T$$

egyenlet szerint változik.

$T = 1000\ K^\circ$ hőmérsékleten tehát

$$\Delta G^\circ = -1630\ \text{gcal gmol}^{-1}$$

Innen az egyensúlyi állandó logaritmusa :

$$\log K_p = -\frac{\Delta G^\circ}{4{,}576\,T} = \frac{1630}{4576} = 0{,}357.$$

és

$$K_p = 2{,}28$$

Ha az egyensúly beálltáig elbomlott H_2O-molok hányadát y-al jelöljük, akkor a molszámok így alakulnak :

	kezdetben	egyensúlyban
H_2O	1	$1-y$
CO	—	y
H_2	—	y
Σn	1	$1+y$

A megfelelő moltörtek :

$$x_{H_2O} = \frac{1-y}{1+y};\quad x_{CO} = \frac{y}{1+y};\quad x_{H_2} = \frac{y}{1+y}.$$

és

$$K_x = \frac{y^2}{1-y^2}$$

A

$$K_p = K_x(p)^{\Delta n}$$

összefüggésből, mivel $\Delta n = 1 + 1 - 1 = 1$, következik, hogy

$$K_p = \frac{0{,}5\,y^2}{1-y^2}$$

A már kiszámított $K_p = 2{,}28$ értéket helyettesítve

$$y = 0{,}905$$

Így tehát a térfogszázalékos összetétel :

$$H_2O = 5\%$$
$$CO = 47{,}5\%$$
$$H_2 = 47{,}5\%$$

5. Komplex gázreakciók egyensúlya

A viszonyok a nagyipari termelőberendezésekben, így tehát a kokszolásban sem olyan egyszerűek, mint a fenti példák mutatják. A valóságban nem egy-egy, hanem több, egymás mellett vagy egymást követően lejátszódó reakció komplex egyensúlyáról van szó.

Komplex reakcióról abban az esetben beszélünk, amikor a reagáló anyagok közt többféle reakció is végbemegy. Ilyenkor az egyes részreakciók során közbülső termékek is keletkezhetnek, amelyek azonban a másik részreakcióban ismét — részben vagy egészben — felhasználódnak.

Ilyen komplex reakciósorozat például a következő :

1. $bB + cC = rR + sS$
2. $bB + rR = tT + uU$
3. $cC + sS = vV$

4. $2bB + 2cC = tT + uU + vV$

Az egyes reakciók — célszerűen a molszámokkal kifejezett — egyensúlyi állandói sorban :

$$K_1 = \left(\frac{n_R^r \cdot n_S^s}{n_B^b \cdot n_C^c}\right)\left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$$

$$(\Delta n = r + s - b - c)$$

$$k_2 = \left(\frac{n_T^t \cdot n_U^u}{n_B^b \cdot n_C^c}\right)\left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$$

$$(\Delta n = t + u - b - r)$$

$$k_3 = \left(\frac{n_V^v}{n_B^c \cdot n_S^s}\right)\left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$$

$$(\Delta n = v - c - s)$$

Ha *az összes részfolyamatok tökéletesen végbemennek*, azaz az R és S közbülső termékek az egyensúlyi rendszerből gyakorlatilag teljesen hiányoznak, akkor a részfolyamatok a 4. sz. bruttó folyamattá összegezhetők, amelynek egyensúlyi állandója

$$K_4 = K_1 K_2 K_3 = \left(\frac{n_T^t \cdot n_U^u \cdot n_V^v}{n_B^{2b} \cdot n_C^{2c}}\right)\left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$$

$$(\Delta n = t + n + v - 2b - 2c)$$

Tökéletesen végbemenő részreakciók esetén a K_4 értéke alapján ki lehet számítani az egyensúlyi gázösszetételt.

Ha azonban *a részfolyamatok nem mennek végbe tökéletesen*, azaz az R és S közbülső termékek véges mennyiségben megtalálhatók a rendszerben, amit a K_1, K_2 és K_3 egyensúlyi állandók aránylag nagy értéke jelez, akkor az egyensúlyi gázösszetétel kiszámításához valamennyi részfolyamat egyensúlyi állandójának képletét külön-külön kell megoldani.

A komplex gázegyensúlyok számítására a kokszoláskor ugyancsak minden valószínűség szerint végbemenő

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$$

reakciót vesszük alapul 873 K° hőmérsékleten.

Ez a reakció feltehetőleg az alábbi részfolyamatokból tevődik össze :

1. $CH_4 = C + 2H_2$ $\quad K_1 = 2{,}21$
2. $C + H_2O = CO + H_2$ $\quad K_2 = 0{,}269$

Ha a rendszerben a H_2O mennyisége elég nagy ahhoz, hogy az 1. sz. részreakcióban keletkező C-t felemésztve annak az egyensúlyi rend-

szerben való megjelenését megakadályozza, akkor a két egyenlet a

$$3.\ CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2 \quad K_3 = 0{,}574$$

bruttó egyenletté összevonható.

A rendszerben azonban a felsoroltakon kívül még a

$$4.\ CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2 \quad K_4 = 2{,}13$$

részfolyamat is végbemehet. A K_4 egyensúlyi állandó értéke elég nagy, ezért helytelen lenne azt a 3. egyenlettel a

$$5.\ CH_4 + 2H_2O \rightleftharpoons CO_2 + 4H_2 \quad K_5 = 1{,}27$$

bruttó egyenletté összevonni ; az ebből számított egyensúlyi gázösszetétel nem adna helyes eredményt. Az 5. egyenlet szerint ugyanis a gázelegyben CO nem lehetne, holott a valóságban, ha kis mennyiségben is, de végeredményben marad vissza CO is.

Számítsuk ki fentiek figyelembevételével az egyensúlyi gázelegy összetételét, ha a nyomás 1 atm. és a C-mentesség biztosítása céljából a sztöchiometrikusnál 5-szörte nagyobb H_2O-feleslegel dolgozunk.

Tegyük fel, hogy az egyensúly beálltáig a 3. egyenlet szerint x mol CH_4, a 4. egyenlet szerint viszont y mol CO alakul át. Az egyensúly beálltakor az egyes alkotókból a következő mol-számokat találjuk a gázelegyben :

$CH_4 = 1 - x$	mol
$H_2O = 5 - x - y$	mol
$CO = x - y$	mol
$H_2 = 3x + y$	mol
$CO_2 = y$	mol
$\Sigma n = 6 + 2x$	mol

Az egyensúlyi állandók tehát

$$K_3 = \frac{n_{CO} \cdot n_{H_2}^3}{n_{CH_4} \cdot n_{H_2O}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n} =$$

$$= \left[\frac{(x-y)(3x+y)^3}{(1-x)(5-x-y)}\right] \left(\frac{1}{6+2x}\right)^2 = 0{,}574$$

$$K_4 = \frac{n_{CO_2} \cdot n_{H_2}}{n_{CO} \cdot n_{H_2O}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n} =$$

$$= \left[\frac{y(3x+y)}{(x-y)(5-x-y)}\right] \left(\frac{1}{6+2x}\right)^0 = 2{,}13$$

Az egyenletek megoldása

$$x = 0{,}91$$
$$\text{és } y = 0{,}64$$

eredményhez vezet.

Az egyensúlyi összetétel tehát :

$CH_4 = 1-x$	$= 0{,}09$ mol	1,1 mol%
$H_2O = 5-x-y$	$= 3{,}45$ mol	44,2 mol%
$CO = x-y$	$= 0{,}27$ mol	3,4 mol%
$H_2 = 3x+y$	$= 3{,}37$ mol	43,1 mol%
$CO_2 = y$	$= 0{,}64$ mol	8,2 mol%
$\Sigma n = 6+2y$	$= 7{,}82$ mol	100 mol%

Fenti számítást annak feltételezésével hajtottuk végre, hogy a H_2O-felesleg elég nagy ahhoz, hogy a C-mentességet biztosítsa.

A C-mentesség feltétele, ill. az azt biztosító minimális H_2O-felesleg a következőképpen számítható ki

$$1.\ CH_4 \rightleftharpoons C + 2H_2 \quad K_1 = 2{,}21$$

és

$$2.\ C + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2 \quad K_2 = 0{,}269$$

egyenletek szerint a C-mentesség feltétele, hogy az 1. sz. reakcióban a

$$\frac{n_{H_2}^2}{n_{CH_4}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n=(2-1)} \geqq K_1 = 2{,}21$$

és a 2. sz. reakcióban egyidejűleg a

$$\frac{n_{CO} \cdot n_{H_2}}{n_{H_2O}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n=(2-1)} \leqq K_2 = 0{,}269$$

feltételel ki legyen elégítve, mert ebben az esetben az esetleges C-felesleg a H_2-vel reagálva metánt, illetőleg a H_2O-val reagálva CO-t hozna létre és ezzel megakadályozná a szabad C jelenlétét a rendszerben.

Az előző számításban alapulvett $H_2O : CH_4 = 5 : 1$-ből az összetétel esetében

$$\frac{n_{H_2}^2}{n_{CH_4}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n} = \frac{3{,}37^2}{0{,}09} \left(\frac{1}{7{,}82}\right) = 16{,}5 > K_1$$

és

$$\frac{n_{CO} \cdot n_{H_2}}{n_{H_2O}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n} =$$

$$= \frac{0{,}27 \cdot 3{,}37}{3{,}45} \cdot \left(\frac{1}{7{,}82}\right) = 0{,}0348 < K_2$$

A megkívánt feltételek fennállnak és így a C-mentesség biztosítva van.

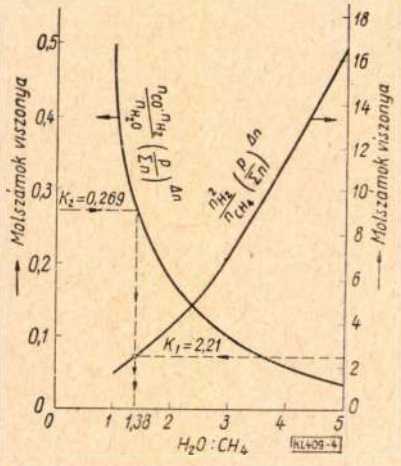
Gazdasági szempontból célszerű lehet azonban annak *a minimális H_2O-feleslegnek számítása is, amely a C-mentességet még éppen biztosítja.*

Nyilvánvaló, hogy ezt a minimális keverési arányt ott kapjuk, ahol a molszámokból alkotott tört éppen K_1-el, ill. K_2-vel azonos.

A számítás végrehajtása céljából különböző H_2O-feleslegek alapulvételével meghatározzuk a molszámok viszonyát :

$H_2O : CH_4$	5	4	3	2	1
$\frac{n_{H_2}^2}{n_{CH_4}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$	16,5	11,80	7,10	3,56	1,68
$\frac{n_{H_2} \cdot n_{CO}}{n_{H_2O}} \left(\frac{p}{\Sigma n}\right)^{\Delta n}$	0,035	0,06	0,10	0,18	0,50

A kapott értékeket diagramba rajzolva két, egymást metsző (logaritmikus léptékben ábrázolva két egymás felé hajló) görbét kapunk (4. ábra). Ha a megadott viszonyokra kiszámított $K_1 = 2{,}21$ és $K_2 = 0{,}269$ értékeket az ordinátatengelyeken kijelöljük és onnan a görbékkel való



4. ábra. A minimális vízgőzfelesleg grafikus meghatározása a $CH_4 + H_2O \rightleftarrows CO + 3\,H_2$ *reakcióban*

metszésig vízszinteseket húzunk, akkor a metszéspontok összekötése — helyes szerkesztés mellett — függőleges egyenest ad, amelynek talppontja

$$H_2O : CH_4 = 1{,}38$$

értékben adja a C-mentességet még éppen biztosító H_2O-felesleget.

Befejezésül mégegyszer hangsúlyozni kívánom, hogy a kokszoláskor lejátszódó összes folyamatok termodinamikai elemzése nem fért volna el e rövid előadás keretei között, ezért erre a feladatra nem vállalkozhattam.

Ha az elmondottak elősegítik vagy megkönnyítik majd hasonló konkrét üzemi számfeladatok megoldását, akkor az előadás elérte célját.

Összefoglalás

Bemutatást nyer a homogén, heterogén és komplex reakciók egyensúlyának elmélete. A kihozatali fok, az egyensúlyi összetétel és a komplex egyensúlyt biztosító minimális anyagfelesleg kiszámításának elvét egyes kokszolási reakciókban fejtjük ki.

IRODALOM

[1] *O. A. Hougen—K. M. Watson:* Chemical Process Principles. John Wiley and Sons Inc. New York. 1950.
[2] *O. Kubaschewsky—E. Evans:* Metallurgical Thermochemistry. Pergamon Press Ltd. London 1956.
[3] *H. Fromherz:* Physikalisch-chemisches Rechnen in Wissenschaft und Technik. Verlag Chemie. Weinheim. 1956.
[4] *Horváth A.:* Fizikai kémia kohómérnökhallgatók részére. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Miskolc 1953.

A halogénes kohászat egyes gyakorlati kérdéseiről

ARADI ANTAL

D. K. 669.015.4 : 546.12

О некоторых практических вопросов галогеновой металлургии

Einige Beitrage zur Metallurgie der Halogenen

On some practical questions of haloid metallurgy

Hazánkban a halogénes kohászat aránylag kevéssé ismert. Ennek valószínű oka, hogy — bár régi hagyományaink vannak a halogénes kohászat, sőt még a klórkohászatban is[1] — a klórkohászat és általában a halogénes kohászat nagyobb méretű fejlődése világszerte a második világháború éveire esett, amikor mi erősen el voltunk zárva a fejlődéstől. Ezenkívül pedig hazánkban az ércvagyon rendszeres geológiai feltérképezése jórészt csak a második világháború és azt követő felszabadulás után indult meg. Ezek következtében korábban olyan kohászati igények nem merültek fel, melyeket a halogénes kohászat útján kell és lehet megoldani.

Az atomkorszak és a fejlődő technika új anyagokat követel, melyek a modern repülőipar kívánalmainak megfelelően könnyűek, mégis szilárdak és nagy olvadáspontúak (pl. a titán), korrózióellenálló anyagokat a vegyipar részére (pl. cirkonium, hafnium), a reaktortechnika kis neutronelnyelőképességű fémeket követel (pl. cirkonium) a műszaki fejlődés igen jó fizikai, illetve mechanikai tulajdonságú fémeket (pl. titán, vanádium), a félvezetők használata pedig nagytisztaságú nyersanyagokat (pl. szilícium).

Ezek a fémek a hagyományos kohászati eljárásokkal általában nem állíthatók elő, vagy ilyen megoldással való gyártásuk nem nyujt megfelelő tisztaságú fémet.

A kohászok, vegyészek, fizikusok összefogása segítette át a fejlődést az említett — és egyéb — fémek előállításának akadályain, új utakat nyitva a kohászati technológia területén.

Az új utak egyike a halogénes kohászat és annak talán legfejlettebb ága a klórkohászat. Hasznos lehet tehát, ha műszaki társadalmunk megismeri a klórkohászat alapelveit és módszereit, hiszen remélhető, hogy saját kutatásaival is segíteni fogja az új hazai iparágak kifejlődését.

A klórmetallurgia olyan kohászati eljárás, mely a fémek előállítását azok kloridjain keresztül igyekszik megoldani. E módszereknél a három főbb művelet: *a)* A kloridok előállítása, *b)* a kloridok színítése fémmé, *c)* az előállított fémek tisztítása.

Szakmai területemnek megfelelően főként az első művelettel szándékozom foglalkozni, bár a második és harmadik munkamenet a gyártott fémek tisztaságára nagy fontosságú.

A halogénmetallurgia kezdetben a dúsítási

[1] 1786-ban Selmecbányán már dolgoztak az ezüstércek klórozó pörkölésével a cazo-eljárással kombinálva.

eljárások közé tartozott. Az úttörők célkitűzése az volt, hogy olyan ércekből, melyek nagy mennyiségben állanak rendelkezésre, azonban hasznos fémtartalmuk kicsiny, valamilyen módon kivonják a fémet. Így pl. szegény vasércek feldolgozásakor is felmerült e módszer lehetősége.

A későbbiekben a klórkohászat használata kiterjedt néhány, a földkéreg összetételében jelentős mennyiségben jelenlevő (pl. Ti 0,58%-al a 10. helyen, Zr 0,023%al a 20. helyen), azonban vegyületeik nagy kémiai állandósága miatt igen nehezen álőállítható fém kohászatára.

E fémek színítését ipari méretekben csak a közelmúltban valósították meg. Ezzel szemben érdekes megemlíteni, hogy az emberiség történetében több évezredes múltú arany koncentrációja a földkéregben $5{,}10^{-7}$% és sorrendben csupán a 78. helyet foglalja el [1].

A dúsítási kisérletek sikerrel jártak, sikerült a vastartalmat szegény érceiből kivonni. Az eljárás egyszerű volt :

Az ércet összezúzták, szénporral vagy más redukáló anyaggal keverték és nagy hőmérsékleten klórgázt vezettek át a brikettezett anyagon. A vas — később tárgyalandó okok miatt — hamarabb klórozódik mint a kovasav és így az átmenő gázok sok vaskloridot tartalmaztak. A gáz, és gőzkeverékből a vasklorid hűtéssel leválasztható és akár elektrolízissel fémvasra, akár oxidálva vasoxidként feldolgozható.

Ez a módszer fejlődött a továbbiakban — több-kevesebb módosítással — a modern klórkohászattá.

A kapott termékek még szennyezettek voltak, miután a klórozhatóság az adott körülmények között nem a vas kizárólagos tulajdonsága.

Az észlelt idegen szennyezők jelenléte nagy lökést adott a klórkohászat megindulásának, hiszen felismerhető volt, hogy olyan fémek, melyek a szokványos kohászat tűzi eljárásaival nem, vagy csak nagyon gazdaságtalan körülmények között gyárthatók, aránylag könnyen redukálható alakba hozhatók.

Ezen észleletekhez hozzájárult a *Kroll* eljárás felfedezése [2] és ezzel megindult a halogénes kohászat előretörése, kezdetben a titán fém előállítására, tehát már nem csupán dúsítási feladatok megoldására, hanem önálló fémelőállító eljárásként.

A kialakult menet a következő : A fémoxidok klórral hajlamosak kloriddá átalakulni, különösen, ha a reakciót azzal is elősegítjük, hogy a rendszerbe redukálóanyagot is viszünk. A redukálóanyag legtöbb esetben szén, vagy valamilyen szénvegyület. A szén a reakció hőfokán a fémoxid oxigénjével oxidálódik CO vagy CO_2 képződés közben. A folyamat elvi menete a következő :

$$MeO + Cl_2 + C = MeCl_2 + CO$$

A keletkező CO — vagy CO_2 — nagy képződési entalpiája az egyenlet jobb oldalának értékét növeli, ugyancsak emelkedik a reakció termodinamikai potenciálja, így az egyensúly jobbra, a $MeCl_2$ képződés irányába tolódik el. A redukálószer tehát meggyorsítja, illetve adott esetben lehetővé teszi a reakció lefolyását.

Miután a klórmetallurgiát — jelen pillanatig — általában olyan fémek előállítására használjuk, melyeknek kloridjai nagy hőfokon illékonyak, az egyensúly a kloridok távozása — elgőzölgése — következtében állandóan megbomlik, így mind újabb kloridmennyiségek keletkeznek addig, míg a nem illékony oxid a rendszerből el nem tűnik.

Az egyszerűnek tűnő reakcióséma gyakorlati kivitele elé igen sok akadály tornyosult.

A klórozási reakciók legelőnyösebben általában néhány száz fokos hőmérsékleten folytathatók le. Bizonyos esetekben a hőmérséklet ezer fok fölé is emelkedik. Olyan falazatot találni, amely ezen a hőmérsékleten a klórnak ellenáll, nem könnyű feladat.

E célra laboratóriumi kísérletekhez használható a kvarcüveg, mert a kvarc klórozódása csak 1000 K° felett kezdődik, ezenkívül az üvegfal megtámadható felülete aránylag csekély a bevitt brikettek felületéhez képest. Így $SiCl_4$ szennyezéssel gyakorlatilag nem kell számolni.

Nagyméretű, több tíz tonna brikettet tartalmazó kemencéhez persze más megoldásokat kellett keresni.

A kezdeti szabadalmak két anyagot részesítettek előnyben éspedig a samottot [3] és a szenet [4]. Manapság a két titánfémet termelő nagy iparállam a Szovjetunió és az USA a kemény samott használata mellett döntött.

Közlések szerint egy keménysamott bélésű kemence élettartama állandó üzemmenetben 3—4 hónap. Termelése, alapterület négyzetméterenként átlagosan 5—6 tonna $TiCl_4$/nap.

A második kérdés a kemence rendszere. Saját laboratóriumi méretű kísérleteinkhez felváltva használtunk álló és fekvő csőkemencét és fluidizációs kemencét. Ugyanilyen rendszerrel dolgoztak a külföldi kutatók is [5]. A legmegfelelőbbnek az álló kemence bizonyult.

Az ipar használ magas álló kemencéket [3], köralakú fekvő kemencéket [5]. A modern nagyipar két alakot vezetett be. Az egyik az álló — 1—6 m ⌀-jű, 4—10 m magas — kemence, a másik a fluidizációs kemencecsoport. Különösen ez utóbbi hódít teret napról napra, nagyobb termelékenysége következtében.

A harmadik probléma a kemence fűtése. A kezdeti megoldás a külső fűtés volt és laboratóriumi méretekben ez használatos most is. Ez a fűtési rendszer az iparban már teljesen kihalt és ma mindenütt a belső elektromos ellenállás-fűtést használják. A fűtőellenállás maga a klórozandó, szenes brikett. Számításba kell venni a reakció közben felszabadult hőt is, amely igen nagy lehet. Előfordulhat olyan eset, mint a ferroszilícium klórozása $SiCl_4$ előállítása céljából, amikor a felszabadult hő oly mennyiségű, hogy a kemencét hűteni kell.

A fluidizációs kemencét ellenállásfűtéssel felszerelni eddig nem sikerült. Ennek használatakor általában előmelegített anyaggal indulnak és a kemencét oxigénes gázkeverékkel gyújtják be. Gyújtás után a fluidágy önfűtő jellegű, ha a mére-

tezés helyes és a gázsebességet jól állították be. Ilyen pl. a Säurefabrik Schweizerhall $TiCl_4$ előállító berendezése, ugyancsak ilyen a balatonfűzfői Nitrokémia fluidizációs klórozó kemencéje. Ismeretesek önfűtő jellegű álló kemencék is. Az I. G. Farben Industrie 20 m magas aknás álló kemencébe adagolja az előmegített anyagot felülről, a klórozási maradékot a kemence alján üríti. Begyújtáshoz a kemencét gázzal 500 C°-ra hevíti. Önfűtő álló kemence csak nagy méretekben készíthető. Ezért *Rowe* és *Opie* [5] a kisebb kemencék hőmérsékletének fenntartásához javasolja fémnitrid és Si fém adagolását. Eljárásuk nem került bevezetésre.

Különálló kemence és eljárás típus az olvadékos klórozó berendezés. Erről külön cikkben számolunk be.

Miután fentiekben a kemencerendszerek áttekintését megkíséreltük, térjünk át a klórozó gáz, valamint a klórozandó nyersanyag előkészítésére is összetételére.

A két anyag előkészítése, állapota és összetétele szoros összefüggésben van.

A klórozási reakció sebessége a gazdaságosságot nagy mértékben befolyásolja, hiszen a hőmérleg, kemencekihasználás, falrongálódás alakulása jórészt ettől is függ. Nagy érdekek fűződnek tehát a minél nagyobb termelékenységhez.

Adott hőmérséklet és mennyiség viszonyok között az időegység alatt képződött termék mennyisége egyenes arányban áll a reakcióban résztvevő anyagok érintkező felületeinek nagyságával. Érdekünk tehát minél nagyobb reakciós felületet biztosítani.

Nincs még tisztázva, hogy a redukció folyamán a szilárd redukálóanyag, vagy a képződött CO szerepe-e a döntő. Úgyszintén a reakció menetét sem sikerült még pontosan tisztázni. Így az aránylag sokat tanulmányozott titántetraklorid előállításakor *Panfilov* és *Godnov* szerint a következő reakciók játszódnak le [7]

$$TiO_2 + 2Cl_2 + C = TiCl_4 + CO_2 \quad (1)$$

$$TiO_2 + 2Cl_2 + 2C = TiCl_4 + 2CO \quad (2)$$

Ezek a reakciók egyidőben játszódnak le és a hőmérséklettől függően kerül az egyik vagy a másik túlsúlyba. Az egyensúlyi állapotot a Boudouard-féle görbéhez hasonló görbe mutatja.

Rowe és *Opie* szerint [6] a TiO_2 klórozásakor a részfolyamatok a következők :

$$TiO_2 + 4Cl_2 + 2C = TiCl_4 + 2COCl_2 \quad (3)$$

$$COCl_2 \longrightarrow CO + Cl_2$$

$$2CO \longrightarrow \left| \begin{array}{l} CO_2 + C \end{array} \right.$$

Lucsinszky szerint [8] az (1) folyamat gyakorlatilag 600 C° alatt játszódik le, míg a (2)-es 600 C° felett indul meg és 900—1000 C°-n teljesen e szerint folyik le a klórozódás. A (3) reakció szerinte igen kismérvű, miután a képződött foszgén és a TiO_2 között a kemence hőmérsékletén rögtön a következő folyamat játszódik le :

$$TiO_2 + 2COCl_2 = TiCl_4 + 2CO_2 \quad (4)$$

Egyes eljárások és szabadalmak e legutolsó (4) reakcióra támaszkodnak és a klórozást gázalakú redukálóanyaggal igyekeznek megoldani [9].

A reakció sebességét fokozhatjuk tapasztalataink szerint azzal, hogy gázalakú redukálóanyagot használunk a szilárd szén helyett.

Egyidejűleg felfokozhatjuk a reakciósebességet azáltal is, hogy a klórozandó anyag felületét növeljük, azaz a klórozandó nyersanyagot szivacsos szerkezetűvé alakítjuk. Ennek érdekében a klórozandó ércet megőrölve összekeverjük olyan anyagokkal, melyek a kokszosítás hőfokán elpárologlanak és felfújják az anyagot. Ilyen felfúvó és egyben kokszosodásra alkalmas anyag lehet a fűrészpor, kátrány, szurok, tőzeg stb. Ezek porát az ércporral összekeverve a masszát a levegőtől elzárva 900—1000 C°-on kokszosítjuk, utána darabokra törjük [10].

A következő kérdés magának a klórozási művelet elvégzésének miként je. A legfontosabb körülmény a nedvesség teljes távoltartása. A legtöbb klórkohászati klorid ugyanis a nedvesség hatására hidrolizál.

A nedvesség teljes eltávolítása érdekében a megrakott kemencét nitrogén- vagy nemesgáz áramban olyan hőfokra hevítik, hogy a tapadó, valamint a vegyileg kötött nedvesség teljesen eltávozzék. Ez a hőfok általában 900 C°. Üzemekben a kokszosító és a klórozó kemence menetét összehangolják, hogy az izzított, kokszosított anyag ne tartózkodjék sokat a szabad levegőn, hanem lehetőleg azonnal a klórozóba kerüljön. A nagyfelületű kokszosított anyag ugyanis — ha lehül — hajlamos arra, hogy a pórusaiba adszorbeálja a levegő nedvességtartalmát. A klórozás hőfokán az így megkötött víz megbontja a keletkezett kloridot és szennyezi a felfogott terméket.

Igen fontos a kemence és a hozzácsatlakozó vezetékek gondos tömítése, mert a bejutó hamis levegő nedvességtartalma megbontja a kloridokat, a kiáramló gáz pedig klór, foszgén, CO tartalmával veszélyezteti a dolgozók egészségét.

A klórozó gázok áramlásának irányát illetően kétféle gyakorlat van. A gázokat felülről lefelé, vagy alulról felfelé vezetik. Alulról felfelé való áramláshoz egyszerűbb berendezés kell, kevesebb a szálló por. Ennek hátránya viszont, hogy a kloridgőzök és a klór fajsúlya között fennálló nagy különbség miatt fellépő turbulencia a klórgázkihasználást rontja.

Felülről lefelé vezetéskor a berendezés bonyolultabb, mert a kemence fenekét gázáteresztővé kell tenni, illetve olyan műszaki megoldást kell találni, hogy a kloridgőzök áthaladhassanak, de a porszemcsék nem. Előnye ennek a rendszernek, hogy a kloridgőzöket saját súlyuk is lefelé hajtja, így az áramlás egyenletesebb. A klór-klorid fajsúlykülönbséget nem kompenzálja a felmelegedés okozta hőtágulás sem, hiszen általában előmelegített klórral szokás dolgozni.

Saját laboratóriumi kemencénkben B-4 jelzésű szűrőlemezből alakítottuk ki a kemence gáz áteresztő fenekét. Bár aránylag kis hőfokon, 550—600 C°-on dolgoztunk, a szűrőlemez csatornáiban nem csapódott le az anyag. Ipari kemen-

cékben a lecsapódás és dugulás veszélye még kisebb, mert ott a nagy hőfok és jelentős mennyiségű átáramló gőz következtében a kemence csatlakozó részeinek hűtéséről gondoskodni kell.

A kemencéből távozó gázok — különösen a szovjet rendszerű, nagy hőfokú teljes klórozáskor — természetesen visznek magukkal — a kívánt kloridon — kívül szennyezéseket, nevezetesen a nyersanyag szennyezőiből, a redukálószer szennyezőiből, valamint a kemence falának anyagából képződött kloridokat. A szennyezők elválasztása a legtöbb esetben frakcionált desztilláció segítségével lehetséges. Az egyes kloridok forrpontjai ugyanis elég távol vannak egymástól.

Tájékoztatásul közöljük a klórkohászatban előforduló fontosabb kloridok forrás (szublimációs) pontjait.

$AlCl_3$	183 sz.	$FeCl_3$	315	NaCl	1440
NH_4Cl_3	335*	PCl_3	162 sz.	$TiCl_4$	136,4
$SbCl_5$	140	$GaCl_3$	215	UCl_4	618 sz.
$AsCl_5$	130	$GeCl_4$	83,1	VCl_4	148,5
$CdCl_2$	960	$HfCl_4$	317 sz.	WCl_5	275,6
$CaCl_2$	1600	$MgCl_2$	1412	$SiCl_4$	57,57
CCl_4	76,8	$NbCl_5$	240,5	$ZrCl_4$	331 sz.

Mint látható, elég nagy különbségek vannak a forrpontok között és így vannak bizonyos lehetőségek az elválasztásra. Különösen nagy előnyt jelent, hogy a majdnem minden ércet szennyező alkáli és alkáli-földfémek kloridjainak forrpontja igen nagy, így ettől a szennyező csoporttól a kapott kloridok gyakorlatilag mentesek.

Az iparban, amint említettük a klórozó kemencéből kapott kloridok elválasztására a legtöbbször elegendő a jól vezetett desztilláció. Adódnak azonban olyan esetek, amikor ez úton nem lehet eredményt elérni. Példaként említem a cirkonium-hafnium esetét.

E két fém a természetben állandó kísérője egymásnak. A cirkonium igen kis neutronelnyelő tulajdonsága következtében a reaktortechnika egyik legfontosabb segédanyaga. A legcsekélyebb hafnium szennyezés növeli az elnyelőképességét, így a hafnium gondosan eltávolítandó. A két fémet a szokványos dúsítási műveletekkel, de vegyi dúsítással sem lehet egymástól elválasztani. Alkalmazásra kerültek e célra különféle átkristályosítási és folyadékextrakciós műveletek is, de különösebb eredmény nélkül. A klórozáskor a két fém vegyületei együtt klórozódtak. Sok kísérlet után az ipar *I. W. Newnham* eljárását [11] használja sikeresen. Az eljárás szerint a kloridok keverékét Zr fémmel részlegesen redukálják. A $ZrCl_4$ cirkon fémmel $ZrCl_3$-dá redukálódik, míg a $HfCl_4$ nem. A részlegesen redukált anyagból a maradék $ZrCl_4$ és $HfCl_4$-et kidesztillálják. A visszamaradt $ZrCl_3$-at nagy hőfokon diszproporcionáltatják Zr fém és $ZrCl_4$-ygé. A Zr fém visszakerül a körforgalomba, a klorid pedig hafniummentes lesz.

Szerencsére ilyen nehézség ritkán fordul elő. Így pl. a titán állandó kísérője a vanádium a titánnal együtt klórozodik, de a kloridkeverékből a lepárlás alkalmával rézporral könnyűszerrel kiredukálható.

Általában a nagyipar igyekszik már a nyersanyagot úgy előkészíteni, hogy a klórozásra kerülő anyag ne tartalmazzon oly alkotót, amelyik zavarja a klórozás menetét, vagy szennyezi a végterméket.

Ezzel az igénnyel a klórkohászat ipari bevezetése serkentőleg hatott a fizikai dúsítási eljárások — elsősorban a mágneses és elektrosztatikus szeparáció — fejlődésére. Itt meg kell jegyezni, hogy Magyarországon elektrosztatikus elválasztással gyakorlatilag még nem foglalkoztak. Tudomásunk szerint két berendezést építenek jelenleg és reméljük, hogy a velük elérendő eredmények a magyar klórmetallurgia fejlődésére is kedvező hatással lesznek.

A klórkohászat termodinamikájával kár volna jelen cikk keretében foglalkozni, hiszen a sokszor egymásnak ellentmondó termikus adatok közti tájékozódás áttekintő kísérlete is túlmessze vezetne. Sok adatot lehetne találni a nemzetközi irodalomban. Mint összefoglaló művet ajánlhatjuk *R. Fichte* művét [13]. Magyar nyelven *Horváth Zoltán* könyvében [14] olvashatunk a klórozás termodinamikai kérdéseiről.

A gyártott és tisztított kloridokat magnéziumos — Kroll-eljárás — vagy nátriumos színítéssel dolgozzák fel fémmé.

A Kroll-eljárásban olvadt állapotban levő magnéziummal bontjuk meg a kloridot, semleges gázatmoszférában.

$$Mg + MeCl_2 = MgCl_2 + Me$$

A kapott fém szivacsos szerkezetű magnéziumot, magnéziumkloridot és esetleg részlegesen redukált kloridokat tartalmaz. A tisztítás egyik módszere: a kloridmaradványoktól vizes mosással szabadítják meg, a magnéziumszennyezést híg savas mosással távolítják el. Az így tisztított fémszivacsot a kívánalmaknak megfelelően porkohászati úton vagy vákuumolvasztással dolgozzák fel.

A színítés technikája igen fejlett, a nemzetközi irodalomban erről számtalan közlemény olvasható.

A halogénes kohászat külön ágazata a fémek halogénes tisztítása. Ennek segítségével „négyhét kilences" tisztaságú fémek állíthatók elő, melyek alkalmasak a reaktortechnika és a félvezetők ipara céljaira.

A halogénes kohászat a fémek finomítására egyes halogénszármazékok — többnyire a jodidok — azon tulajdonságát használják fel, hogy nagy hőmérsékleten fémre és jódra, illetve egyéb halogénre bomlanak. Ennek az elvnek a felfedezői és gyakorlatba vivői *van Arkel* és *de Boer* voltak [15]. Eljárásukat eredetileg a cirkon fém finomítására dolgozták ki, ez azonban más fémek finomítására is alkalmas, így a titán és hafnium tisztítására. Ezen fémek gyártásához bevezetésre is került.

A kérdéses fém jodidját nagy hőfokon diszszociáltatják. Lezárt edénybe helyezik el a tisztítandó fém jód és a jodid keverékét. Az edényt a jodid szublimációs pontja fölé hevítik, mire a fémjodid gáz állapotba kerül. Ez a gáz az edényben elhelyezett és 1200—2000 C°-ra izzított wolfram-szállal érintkezik. Ezen a hőmérsékleten a jodid fémre és jódra bomlik. A fém lera-

kódik a szálra, a jód a hidegebb részen levő fémmel újra jodidot képez.

Ezzel az eljárással C, N és O mentes fémet kaphatunk. Ezek a szennyezők befolyásolják a legnagyobb mértékben a fém feldolgozási lehetőségét. A fémes szennyezők közül egyesek belekerülnek a tisztított anyagba, jelentős részük viszont visszamarad.

A nagytisztaságú alumínium előállításakor nem a jodidot bontják, hanem a fémalumíniumot teszik ki nagy hőmérsékleten az $AlCl_3$ hatásának.

$$2\ Al + AlCl_3 = AlCl$$

Az alumínium szubklorid lehűtve fémalumíniumra és alumíniumkloridra bomlik [16].

Ezzel az eljárással a Szovjetunióban 99,99995%-s tisztaságú alumíniumot állítottak elő, amely a félvezetők technikájában nyer alkalmazást.

Mint ebből a futólagos ismertetőből is látható a halogénes kohászat és ezen belül mint legjobban felderített ág a klórmetallurgia igen tág teret nyújt a kutatásnak és az ipari használatnak. A Magyarországhoz hasonló kohászati nyersanyagokban szegény országok ipara számára a halogénes kohászat ezért jelenthet bizonyos érdekességet, mert ennek segélyével kismennyiségben is nagy értéket összpontosító fémek előállítása válik lehetővé.

A klórkohászat iparunknak is lehetőséget nyújt az annyira keresett, nem anyag és energiaigényes, hanem finom és aprólékos munkát igénylő nagytisztaságú fémek gyártására. Elektromos iparunk, félvezető technikánk feltétlenül nagy örömmel üdvözölné a hazai nagytisztaságú fémeket és reaktortechnikánk is hasznát látná, ha rendelkezésére állanának olyan ritka és fontos fémek, melyek munkájához nélkülözhetetlenek.

IRODALOM

[1] *Nenitescu—Joan:* Manualul inginerului chimist. Bucuresti, 1951.
[2] USP. 2.205.854/1940.
W. Kroll: Trans. Am. Electrochem. Soc. 78/1940. 35—47. o.
[3] *Poulence—Gohin:* B. F. 504. 254/1918.
[4] *I. G. Farben:* DP. 570. 229/1933.
Degussa: B. F. 817. 502/1937.
G. H. Cleaver: Eng. Min. Journ. 155/1954. 98. o.
[5] *Ph. Galmiche:* Annales de Chimie 1948. Tom. 3. 243—270. o.
[6] *Rowe—Opie:* Metals, 1955. nov. 1189. o.
[7] *Pamfilov—Godnov:* Zsurn. Obscs. Him. 1937. 7. 1264.
[8] *G. L. Lucsinszkij:* Himia Titana, Moszkva 1941.
[9] DP. 716.681/1954.
DP. 570.229/1933.
DP. 502.884/1933.
DP. 500.584/1933.
DP. 726.429/1954.
Schwartz—Köster: Angew. Chem. 1950. aug. 528. o.
Z. anorg. allg. Chem. 1956. május 283. o.
I. Kamlet: USP. 2. 761. 760/1956.
[10] DP. 531.400/1931.
[11] *I. E. Newnham:* J. Am. Chem. Soc. 1957. okt. 5415—17. o.
[12] *H. H. Dunkin:* Ore dressing methods in Australia. Melbourne, 1953.
[13] *R. Fichter:* Die thermodynamischen Eigenschaften d. Metallchloride. Berlin, 1953.
[14] *Horváth Z.:* Fémkohászati folyamatok termodinamikai számítása. Budapest, 1954.
[15] *V. Arkel—de Boer:* Z. anorg. Chem. 1925. 345. o.
[16] *Gross:* Berg. u. Hüttenmännische Monatschefte 101 (1956) 12. sz. 267. o.

Tapasztalatok a Thylox gázkéntelenítő üzem beindításával kapcsolatban[1]

GERENCSÉR PÁL, okl. vegyészmérnök

D. K. 66.074.37

Опыты по спуску завода „Тилокс„ для обессеривания газов

Erfahrungen mit Inbetriebsetzung der Thylox Gasentschwefelungsanlage

Experiences in the work setting of the Thylox gasdesulphurizing plant

A Dunai Vasmű kokszolójában felhasznált szénkeverék zöme pécsi és komlói fekete kőszén. A kigázosításkor nyert kamragáz, mivel ezek a szenek magas kéntartalmúak, Nm^3-ként 16—20 g H_2S-t tartalmaz. Ilyen nagy H_2S tartalmú gáztisztítására épült Magyarországon az első Thylox-rendszerű üzem.

Ennek két változata ismeretes:

a) arzén-szódás eljárás,

b) arzén-ammóniás eljárás.

1 A Széplakon tartott kokszolhatószén és koksz-vegyészeti konferencián 1958. szept. 18-án tartott előadás.

Nálunk és általában Európában eddig arzénszódás eljárással dolgozó üzem épült.

Az eljárás nagy költségével (nagy szóda és energia fogyasztás) szemben az alábbi főbb előnyöket biztosítja:

a) A kinyert kénhidrogén elemi kénné oxidálható és értékesíthető.

b) A tisztítás hatásfoka 99,90%-ig fokozható.

c) A berendezés aránylag kis területet igényel.

d) A gázmennyiség ingadozásokkal szemben kevésbé érzékeny, üzembiztos.

Az eljárás alap-reakciói a következők:

A friss elnyelő oldat As_2O_3 és Na_2CO_3 (kalcinált) oldatának kölcsönhatásával készül:

$$2\ Na_2CO_3 + As_2O_3 + H_2O = 2\ Na_2HAsO_3 + 2\ CO_2$$

Ezután az oldatnak át kell mennie az érlelés műveletén, azaz a mosótornyokban kénhidrogén

tartalmú gázzal való kezelésen :

$$2\,Na_2HAsO_3 + 5\,H_2S = Na_4As_2S_5 + 6\,H_2O$$

Majd a regenerátorokban levegővel fúvatjuk át :

$$Na_4\,As_2\,S_5 + O_2 = Na_4\,As_2\,S_5\,O_2$$

Az érlelési folyamat kezdetén keletkező nátriumtioarzenit az oldatnak levegővel való átfúvásakor nátriumoxiszulfoarzenáttá

$$(As^3 + As^5)$$ alakul át.

A kapott nátriumszulfoarzenát az arzén-szódás eljárás elnyelő oldata.

Az eljárás a következő szakaszokból áll :

1. $$Na^4As_2S_5O_2 + H_2S = Na_4As_2S_6O + H_2O$$

A megtisztításra kerülő gázt a mosótornyokban az elnyelő oldattal mossuk, amikor a nátriumoxiszulfoarzenát nátriumszulfoarzenáttá alakul át, az oxigént kén helyettesíti.

2. Az oldat ezáltal elveszti elnyelő képességét és a mosótornyokból a regenerátorokba kerül, ahol sűrített levegővel fúvatjuk át.

$$Na_4As_2S_6O + 1/2O_2 = Na_4As_2S_5O_2 + S$$

A nátriumszulfoarzenát nátriumoxiszulfoarzenáttá oxidálódik, a kén pedig elemi alakban kiválik.

Fentiek eredményeként az oldat újból visszanyeri elnyelő képességét. A főreakciókon kívül az eljárás folyamán a következő mellékreakciók játszódnak le :

a) Lúgfelesleg esetén

$$Na_2CO_3 + H_2O = NaOH + Na\,HCO_3$$

Ez a H_2S elnyelése közben nátriumhidroszulfid keletkezésére vezet.

$$Na_2CO_3 + H_2S = Na\,HS + Na\,HCO_3$$

$$Na\,HCO_3 + H_2S = Na\,HS + CO_2 + H_2O$$

$$Na\,OH + H_2S = Na\,HS + H_2O$$

b) Az oldat regenerálásakor a nátriumhidroszulfid nagy része a levegő oxigénjével nátriumtioszulfáttá oxidálódik.

$$2\,Na\,HS + 2\,O_2 = Na_2S_2O_3 + H_2O$$

c) A gáz ciánhidrogén koncentrációjának mértéke erősen befolyásolja a szódafogyasztást. Ezt a gázt az oldat nátriumrodanid keletkezése közben megköti :

$$2\,HCN + Na_2CO_3 = 2\,Na\,CN + H_2O + CO_2$$

$$NaCN + S = Na\,CNS$$

Mivel a gáztisztítás folyamán nemcsak a leírt reakció-változatok szerinti vegyületek keletkeznek, az aktív elnyelő oldat különféle kéntartalmú vegyületek elegyét tartalmazza. Ezek a kénhidrogénnel és ciánhidrogénnel reagálva többféle, különböző mennyiségű ként tartalmazó változatokat alkotnak.

Rövidesen nagyüzemi méretekben elkészül az ammóniumrodanid üzem, amely a gáz ciánhidrogén tartalmát vonja ki ammoniumrodanid alakjában. Ezzel jelentős mértékben csökkenni fog a szódafelhasználás, mert nem keletkezik a mosóoldatban nátriumrodanid.

A benzoltól megtisztított gáz az elektromos gáztisztítóba kerül. Itt a gázból a nagyfeszültségű egyenáram hatására a benzolmosóból magával ragadott finom eloszlású mosóolaj leválik.

A mosóolajtól megtisztított gáz a mosótornyokba kerül, ahol arzénlúggal mossuk. A gáz ismét tovább halad a finomtisztító felé.

A mosófolyadék a regenerátorok felső részéből és az elosztótartályból folyik saját súlyánál fogva a mosótornyokba. Az oldat a gázból a H_2S-t elnyelve a torony alsó részébe folyik és vízzáron keresztül a közbenső tartályba kerül. Innen a szivattyúk az előmelegítőn keresztül továbbítják az elosztótartályokba. Az előmelegítőkkel biztosítjuk az oldat 40—43 C°-os megfelelő hőmérsékletét.

Az elosztótartályokba felnyomatott oldat 75—80%-át a regenerátorokba adagoljuk, míg a fennmaradó 20—25%-ot a regenerátorokból kilépő regenerált oldattal keverve regenerálatlanul permetezésre használhatjuk fel.

A regenerátorokba az oldatot alul vezetjük be, majd sűrített levegőt fúvatunk át a folyadékoszlopon. A regenerátorokban kiváló kén habalakjában a folyadékoszlop felületén gyűlik össze. Innen egy túlfolyón keresztül a habgyűjtőtartályokba kerül. A habgyűjtőkből a kénhab a dobos vákuumszűrők teknőjébe folyik. A szűrő elválasztja a kénhabot a folyadéktól. A mintegy 30—40 % nedvességtartalmú kén beolvasztásra autoklávba kerül. A megolvasztás után formákba öntjük és raktározzuk.

Az oldat egy részét a felgyülemlő, regenerálatlan sók miatt (nátriumtioszulfát, nátriumrodanid), közömbösíteni kell. A közömbösítés két lépcsőben történik.

Az első fokozatban az oldatot híg kénsavval kezeljük. A sav hatására kiváló arzénszulfidot dobos vákuumszűrőn leszűrjük. A csapadékot friss szódaoldatban feloldjuk és visszanyomatjuk a rendszerbe.

A szűrletet második fokozatú közömbösítésre visszük. Először az oldatot visszalúgosítjuk és ferriszulfát oldatot adunk hozzá. A kiváló vashidroxid az oldatban maradt kevés arzénnel rosszul oldódó vassókat képez ($Fe\,AsO_3$, $Fe\,AsO_4$).

A tisztításra kerülő gáz összetétele a következő :

CO_2%	C_nH_m%	O_2%	CO%	CH_4%	H_2%	N_2%
3,0	2,0	0,5	8,4	25,3	55,6	5,2

A gáz égésmelege = 4664 kal,
fűtőértéke = 4130 kal,
fajsúlya = 0,381.

Az induláskor az oldat koncentrációja 14,5 g/l As_2O_3 és 16,4 g/l Na_2CO_3, $p_H = 9,2$. A gáz H_2S tartalma 16—18 g/Nm³.

A keringő oldat mennyisége 1200 m³. A két mosótorony sorbakapcsolva dolgozik.

Az oldat érlelése 3 nap alatt befejeződött és megjelent az első kén a regenerátorokban. Az oldat arzénkoncentrációja és p_H-ja fokozatosan csökkent. Ekkor az As_2O_3 tartalom 12,10 g/l, a p_H =

= 8,15—8,25, mely a kén megjelenése után 9,2-ről erre az értékre csökkent le.

Az arzénveszteség magyarázható azzal, hogy az oldat fokozatosan felhígult, tekintve, hogy közömbösítés nem volt, másrészt irodalmi adatok szerint 1 tonna kén előállításakor 6 kg az As_2O_3 veszteség.

A másik oka a magas arzénfogyasztásnak, hogy az oldat p_H-ját pontos műszerek hiányában nem tudtuk a kívánt értéken tartani és az arzén az oldatból arzénszulfid alakjában kivált. Ezt a folyamatot a laboratóriumi vizsgálatok is híven tükrözik. Amíg sikerült az oldat p_H-ját a kívánt értéken tartani, addig arzénveszteség alig volt kimutatható. Először azt gondoltuk, hogy az arzénmeghatározás nem kielégítő pontosságú és ezért friss arzénszódás oldatot adtunk a rendszerbe. A laboratóriumi vizsgálatok a munkaoldatban az arzénkoncentráció növekedését nem mutatta és ez meggyőzött bennünket arról, hogy az oldat p_H-ja alacsony. Fokozatosan több szódaoldatot adtunk a rendszerbe és a kivált arzénszulfid fokozatosan feloldódott.

Ugyanakkor egy fontos tapasztalatot szereztünk; a friss arzénszódás oldat beadása előtt a munkaoldat p_H-ját 8,4—8,5 értékre kell felemelni, hogy a friss arzén az oldatból ne váljon ki. A Kokszi Himija 1958. évfolyamú egyik számában találtunk utalást erre, hogy a SzU egyik Thylox-rendszerű üzemében hasonlóképpen jártak. Szerintük az arzénszulfid kiválásának oka az, hogy a frissen beadagolt 3 vegyértékű arzén az alacsony p_H miatt nem alakul át 5 vegyértékű arzénná, instabil vegyületet alkot, mely azonnal elbomlik.

Ennek kiküszöbölése két módon lehetséges:

1. az előbb említett módszerrel, tehát a munkaoldat p_H-jának megemelésével.

2. a frissen beadagolt arzénszódás oldatot a rendszertől független érlelőberendezésben való elkészítésével.

Az üzemmenet legfontosabb jellemzője az oldat p_H értéke. A mosófolyadék p_H-ját 7,8—8,2 érték között kell tartani. Ha a p_H ennél alacsonyabb, akkor az oldatból arzénszulfid válhat ki.

1. táblázat

A fajlagos szódafelhasználás

Hónap	Tisztítási hatásfok, %	Kénkihozatal, %	Fajlagos Na_2CO_3 fogyasztás kg/t kén	Fajlagos áramfogyasztás kWó/t kén
Január	98,65	52,0	2520	—
Február	99,64	58,0	1100	3476
Március	99,77	64,0	990	3808
Április	95,10	68,0	814	2442
Május	98,62	66,5	793	2000
Június	99,78	73,0	765	1870
Július	99,55	72,6	686	1894

A kiváló csapadék tömörülve nehezen oldódik. Ha a p_H mutatószám a megengedettnél nagyobb, akkor nagy lesz a szódafogyasztás és a kéntermelés lecsökken. A szódafogyasztás mértékét, — a termelt kén mennyiségéhez viszonyítva alapvetően megszabja a gáz széndioxid, hidrogéncianid tartalma és a folyadék hőmérséklete (1. táblázat).

A táblázatból azt láthatjuk, hogy a januári hónapot figyelmen kívül hagyva a szódafogyasztás 6 hónap alatt 414 kg/t kén mennyiséggel csökkent. Ez annak köszönhető, hogy az üzem helyes vezetésének módszerét részben sikerült megtalálnunk.

A táblázatban feltüntetett tisztítási hatásfok, kénkihozatala és a fajlagos áramfogyasztás értékei azt mutatják, hogy lassan sikerül az üzemvitelben az irodalmi adatokat elérni.

A folyadék optimális hőfoka 40—43 C°.

A nagyobb hőfokon jobb a mosás hatásfoka, azonban a tioszulfát képződés erősen megnő, ami aránytalanul megnöveli a szódafogyasztást. Fontos, hogy a mosótornyokba belépő gáz nagymolekulájú szerves vegyületeket (naftalin, benzol és homológjai, kátrány, olaj stb.) ne tartalmazzon, mert a mosófolyadékba jutva azt tönkreteszi és megszünteti a habképződést.

Ahogy a mosófolyadék szervesanyag tartalma nő, a folyadék abszorpciós képessége fokozatosan csökken. A mosófolyadék szervesanyag tartalma maximum 50 g/l lehet.

Ügyelni kell az oldat regenerálására, fontos a levegőmennyiség pontos beállítása, mert a levegőfelesleg a mellékreakciók lefolyását segíti elő.

A regenerátorokból lekerülő kénhabot tömöríteni kell, hogy jól szűrhető anyagot kapjunk a dobos vákuumszűrőre. A szűrővászon minőségére is nagy gondot kell fordítani, mert a rossz szűrés következtében az oldatban a lebegő kén mennyisége nagymértékben megnő.

A kénolvasztáskor jó minőség elérésére, a hőfokra és a nyomásra kell ügyelni. Az autoklávba beadagolt kén és szóda mennyiségét állandó értéken kell tartani, mert különben az olvasztott kén arzéntartalma magas lesz.

Az általunk termelt kén minősége:

Nedvesség, %	Hamu, %	As, %	Összes kén, %
0,10	0,12	0.05	99,60

Az üzemben napi kb. 360 000 Nm^3 gázt tisztítunk meg. A távozó gáz H_2S tartalma 0,02—0,03 érték között van, nem ritkán még 0,01 g/Nm^3 alá is csökken, úgyhogy a városi gáz részére épült száraztisztítónak alig jelent terhelést.

Külön szeretnék foglalkozni az üzemben fellépő nagyfokú korrózióval. Már rövid két hónapos üzem után azt tapasztaltuk, hogy a vezetékekbe beépített tolózárakat nem lehet zárni, nyitni. Egy tolózár kibontásakor azt tapasztaltuk, hogy a bronzbetétek eltűntek, ugyanakkor a tolózár orsójáról a menet hiányzott.

A tönkrement tolózárat kicseréltük öntöttvasbetétes, emelkedőorsós bakos tolózárra, mely négy hónap óta kifogástalanul működik.

Korrózióra ellenőriztük a csővezetékeket, mosótornyokat és regenerátorokat.

A csővezetékeket kevésbé támadja meg a folyadék, mert a belső felületén vékony kénréteg keletkezik, amely a korróziótól a felületet részben megvédi.

A regenerátor tornyok korrózió szempontjából a legveszélyesebbek. Itt 3 fázis van jelen: folyadék, munkaoldat, szilárd anyag, elemi kén, mely utóbbi az oldatban lebegő állapotban van jelen; gáz, a regeneráláshoz szükséges oxigén. A regenerátor tetején ahol a kénhab, folyadék és levegő van jelen, legnagyobb a korrózió. A korrózió nem egyenletes, hanem pontkorrózió lép fel. Különösen veszélyes helyek a hegesztési varratok.

A mosótornyok felső részét ellenőrizve azt találtuk, hogy a folyadékpermetezők szintjén az eróziós hatás mellett erős korrózió található. A mosótorony alsó részein kénlerakódást találtunk, amely a falon védőréteget képez, melynek eltávolítása után a mosótorony falán csak kis mértékű korróziót tapasztaltunk.

Az üzemindulás előtt már tudomásunk volt ezekről a korrózió-veszélyekről, ezért a Veszprémi Nehézvegyipari Kutatóintézethez fordultunk, hogy foglalkozzanak a korrózió megszüntetésével.

Laboratóriumi méretekben kísérleteket végeztek és azt találták, hogy a munkaoldathoz $NaNO_2$-t adagolva a korrózió megszűnik, sőt a kénkihozatal is megnő.

Vállalkoztunk arra, mivel a probléma megoldása nagyon sürgetett, hogy e módszert nagyüzemben azonnal kipróbáljuk. Az $NaNO_2$ előírt mennyiségének felét egy óra alatt adtuk be a rendszerbe és ugyanakkor polírozott lemezen figyeltük a fellépő korróziót.

Az $NaNO_2$ beadagolás után 5 perccel a regenerátor tetején a kénhab eltűnt és az oldatból nitrózus gőzök távoztak, a habképződés megszűnt.

Az oldatba helyezett lemezek nem mutattak korróziót. A habképződés mielőbbi megindulása érdekében 1 tonna szódát adtunk a rendszerbe. Kb. 10 óra múlva megszűnt a nitrózus gőzök képződése és megindult a habképződés. Ugyanakkor a lemezek korróziót mutattak.

Megpróbáltuk az $NaNO_2$-t kis részletekben adagolni az oldatba, de ez sem vezetett eredményre. Addig, amíg habképződés nem volt, korrózió sem jelentkezett, mihelyt a habképződés megindult, korrózió azonnal mutatkozott.

Tehát nagyüzemben ez a módszer sem vált be, pedig ezzel nemcsak a regenerátorokat és mosótornyokat védtük volna meg a korróziótól, hanem a csővezetékeket és a gépeket is.

Mivel a korrózió legerősebb a regenerátorokban, ezért felvetődött az a gondolat, hogy katódos védelemmel kellene azt megvédeni a korróziótól. Sajnos viszont ezzel csak egy helyen küszöbölnénk ki a korróziót.

A megoldások közül legmegfelelőbb lenne adalékanyag használata, mert így a teljes üzemben megszűnne a korrózió. Tovább is foglalkozunk ezzel a problémával, ugyanakkor másik megoldás lenne a mosótornyok és regenerátorok műanyaggal való bevonása. Jelenleg ennek lehetőségét vizsgáljuk.

A kérdés megoldása most a legfontosabb problémáink közé tartozik.

Az üzem további fejlesztésével kapcsolatban, az elkövetkező időben, szeretnénk a porkéngyártást kénpasztából megvalósítani. Jelenleg tömbként gyártunk, a mezőgazdaság pedig porként igényel, melynek jelentős részét import útján fedezzük.

Ha a porkéngyártást sikerül megvalósítani két kemenceblokk járatása mellett évenként kb. 2600 tonnát tudnánk gyártani, amely jelentős devizamegtakarítást eredményezne, ha figyelembe vesszük, hogy a mezőgazdaság évi porkénszükséglete kb. ugyanennyi.

A másik fontos feladat a munkaoldatban felszaporodó nátriumtioszulfát kinyerése, amely nemcsak az üzem költségét csökkentené, hanem exportálási lehetőséget is biztosítana.

Az üzem adottságainál fogva lehetőség lenne a Perox rendszerű kéntelenítést bevezetni. Ez kiküszöbölné a nagyon veszélyes arzéntrioxid felhasználását, ugyanakkor kevesebb költséggel nagyobb tisztaságú ként lehetne előállítani. Az eljárás hidrochinon típusú katalizátorral dolgozik. A katalizátort nyugatról kellene beszerezni, melyet szabadalom véd, és ugyanakkor gazdasági függéshez is vezetne az illető országgal szemben, tehát megvalósítása egy sor egész más problémát vet fel.

Összefoglalva az elmondottakat, a Thylox-rendszerű kéntelenítés kiválóan alkalmas magas H_2S tartalmú gázok kéntelenítésére. A gáztisztítás hatásfokát 99,9%-ra lehet fokozni. Hátránya a fellépő nagyfokú korrózió és az üzem erősen mérgező volta.

MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI HÍREK

Bolíviában Llanguara vidékén a bányaügyi minisztérium rézérc dúsító üzem felállítását határozta el. Alapja az üzemnek, hogy a közelben rézérc bánya van már üzemben, amelynek rézvagyon tartalmát 230 millió dollárnál többre becsülik.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

NDK-ban Freiberg közelében kísérleti üzemet létesítettek, amelyben hosszú kísérletek után sikerült nagy tisztaságú cinket előállítani. A szerzett tapasztalatok alapján üzemet építenek, s remélik, hogy 1962-ben évi 10 000 t termelést fognak elérni.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Kelet-Szibériában Tuwa vidékén nagy mennyiségű nephelint állapítottak meg, — többszáz millió t valószínű előfordulást.

Az Angara folyón megépülő vízierőmű új nagyteljesítményű alumíniumközpont létesítését teszi lehetővé.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Argentinában Sonia vidékén az atomenergia bizottság jelentése szerint megkezdték az uránérc kísérleti termelését. Az eredmények igen biztatóak, átlagban 25% uránoxydot találtak.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Egyesületi hírek

Egyesületünk 1959. február 6-án tartotta választmányi ülését.

Az ülést *Szele Mihály*, az Egyesület elnöke nyitotta meg a következő szavakkal:

„1958 májusában tartott közgyűlésünk óta a mai az első választmányi ülés, amelyen az elnökség a választmánynak beszámol munkájáról. Közgyűlésünk határozatainak végrehajtásáról, az egyesületi munka lényegéről, az elmúlt 8 hónap fontos eseményeiről, főtitkárunk tesz részletes jelentést.

Magam részéről néhány, már a közgyűlésen felmerült feladatról kívánok ez alkalommal szólni, amelyek ma véleményem szerint fokozottan időszerűek vagy, amelyek fontossága feladataink sokoldalúsága miatt az egyesületi életben elhalványodott.

Közgyűlésünkön főtitkárunk igen világosan körvonalazta az egyesületi munka jellegét, formáit s lerögzítette, hogy feladatunk mindig a magunk eszközeivel és módszereivel a dolgozó nép országának építése, tudományágaink színvonalának a lehető legmagasabb fokra való emelése. Az elmúlt időszakban is, a múlthoz hasonlóan, folyt a munka a Központban és néhány vidéki csoportjában. Meg kell azonban vizsgálnunk, hogy szükséges-e és lehet-e ezt a munkát élénkebbé, aktívabbá tenni s mik ennek a lehetőségei.

Mindenekelőtt hivatkozom a technikának szemünk előtt folyó fejlődésére, amely ütemében, tartalmában állandóan fokozódik, terjedelme szélesedik. Most folyt le a SZKP XXI. kongresszusa, amely jóváhagyta a SZU hétéves tervének fejlesztési irányait. Aki másként nem, vagy csak kis részleteiben követi a fejlődést, az ott lerögzített számokból, a fejlesztés tartalmi utalásaiból olvashatja ki, mit kell tennie minden műszaki szakembernek, ha építő munkát akar végezni, alkotni akar a közösségben, a nép, a saját jövője érdekében. Ha pedig felméri jövendő feladatait, el kell ismernie, hogy mindehhez saját magának kell fejlődnie Így jutunk el a továbbképzésnek sokszor emlegetett kérdéséhez, melynek szervezeti formáiról, eredményességéről sok szó esett és esik.

Sok fórum foglalkozik szervezésével, de sajnos a helyes módszer a sok próbálkozásban még mindig nem alakult ki. Közgyűlésünk határozatainak egy pontja állást foglalt a „nyári egyetem" formája mellett. Reméljük, hogy a közeljövőben intézkedések történnek a továbbképzésnek kötött formában való megindítására.

Szükséges azonban beszélnünk az Egyesületen belüli ismeretfejlesztésről, a tudás, a tapasztalat továbbadásáról.

Szakosztályainkban elhangzanak előadások, külföldi szakemberek látogatják hasonló céllal Egyesületünket s ez dicséretes módon egyre fejlődik. Külön ki kell emelnem a vaskohászati szakosztály ilyen rendezvényeit, amelyeket a Minisztérium Vaskohászati Igazgatósága az utóbbi időben hatékonyan segített.

Egyesületi munkánk módszerei közt nem kis szerepe van a társadalmi érintkezés keretében való segítésnek, tapasztalatátadásnak. Tagjaink, szakosztályaink ilyen közvetlen, kötetlen beszélgetéseket szerveztek a múltban, ilyen összejövetelek a vidéki csoportoknál még gyakoribbak. Úgy vélem, hogy ezeket az összejöveteleket gyakoribbá kellene tenni. Segíteni lehetne ezzel az átmeneti nyelvnehézségeken, mert a külföldi irodalomnak figyelemmel kísérését főleg ez gátolja. A legújabb irodalmat és fejlődést ismertető összejöveteleken, ahol mód kínálkozik a vitára is, így segítsenek szakosztályainkban általánossá tenni a külföldi szakirodalomban jártas tagtársak azoknak, akiknek nyelvi hiányosságai miatt nincs még módjuk annak megismerésére.

Nem nagy kérdésről van szó, csak a múltban már szépen fejlődött közvetlen *belső életünk felélénkítéséről*, amivel egyúttal a haladás érdekében a tudás fejlesztéséhez járulunk hozzá.

A másik ugyancsak régen felvetett, feledésbe menő, de fontos kérdés, a nyelvművelő tevékenység. Az 1954. évi közgyűlés határozatai közt szerepelt már s a múlt évi közgyűlésen újra szó esett róla.

Nem hiszem, hogy volna tagtársaink között valaki is, akinek nem sértené fülét az a sok szótorzítás, nyelvtani kisiklás, ami műszaki nyelvünkben egyre jobban terjed. Szomorú tünet, hogy nyomtatásban megjelenő szakkönyvekben egyre többet találunk a nemcsak magyartalan, hanem az értelmet elferdítő mesterkélt szavakból, új elnevezésekből. Szomorú tünet, hogy a nyelvművelő bizottságok munkáját tagtársaink annyira sem méltatták, hogy önzetlen munkájukra hozzászólással válaszoltak volna. Ha a mind jobban terjedő folyamatot, a magyar műszaki nyelv elferdítését meg nem állítjuk, a torzítások sokasodni fognak, s ahelyett, hogy egészséges szóképzés indulna meg — amit pedig célul tűztünk ki — ellenkezője — további romlás — fog bekövetkezni. Lapjaink főszerkesztői, szerkesztőbizottságaink dicséretes munkát fejtenek ki, hogy a beérkező cikkszövegek ilyen tévedését kijavítsák. De ezt nem veszik figyelembe cikkíróink új értekezéseik megírásánál. Szükségesnek tartom, hogy szakosztályaink vessék fel újból ezt a kérdést, propagálják a javítás szükségességét, kérjék fel vállalkozó tagtársainkat a torzításoknak a lapokban rövid szövegben való kiigazítására, esetleg a torzításoknak pellengérre állítására. Ezen túlmenően pedig támogassák minden eszközzel nyelvművelő bizottságaikat önzetlen munkájukban.

Az elmondottakban két olyan kérdésről beszéltem, amelyek egyesületi életünk szempontjából igen fontosak. Különösen az első — az egyesületen belüli művelődés — ma különös hangsúlyt kap akkor, amikor Pártunk és Kormányunk az iparágak távlati fejlesztését dolgozta ki és a fejlesztésnek végrehajtásában nyilvánvalóan számít társadalmi egyesületek, köztük a mi Egyesületünk munkájára is.

Célkitűzésünk eredetileg is a fejlesztés, s ma, amikor iparágainkban rohamos fejlődés szükséges, a mi munkánk még nagyobb jelentőségű és hozzájárul népgazdaságunk által kitűzött célok eléréséhez.

A közgyűlésünk óta eltelt időszak egyesületi élete nem egységesen élénk. Nem mindenütt látható az a tevékeny munka, amelyre pedig minden adottságunk megvan, és különösképpen az Egyesület új elhelyezése módot ad.

Meg vagyok győződve, hogy a szakosztályok már elkészített, vagy ezután elkészítendő terveiket jó szervezéssel, bő tartalommal fogják kitölteni és Egyesületünk minden vonatkozásban be fogja tölteni azt a hivatást, amelyet a népgazdaság érdeke tőle kíván".

*

Az elnöki megnyitó után *Martos Ferenc* főtitkár terjesztette elő jelentését az Egyesület tevékenységéről.

„Tisztelt Választmány!

Az 1958. május 16—17-én megtartott közgyűlésünk óta ismét több tagtársunknak kellett elmondani az utolsó jószerencsét. Eltávoztak sorainkból:

Clement Gyula okl. gépészmérnök,
Csaszlava Gusztáv okl. bányamérnök, alapító tag,
Garamhegyi Imre bányamérnök-hallgató,
Martinovich Ernő okl. kohómérnök, a kohászat kiváló dolgozója,
Mátrai Alajos bányásztechnikus, kiváló bányász,
Pethe Lajos okl. bányamérnök, tiszteletbeli tag,
Rovó József technikus,
Solt Béla okl. fémkohómérnök, ny. egyetemi tanár és
Vankó Rezső aranydiplomás okl. vaskohómérnök,

Kérem a t. Választmányt, tisztelegjünk egy perces néma felállással elhunyt tagtársaink emléke előtt.

Mindenekelőtt jelezni szeretném, hogy a jelentés, amelyet itt ma Önök elé terjesztek, nem lesz egy mindent átfogó, az egyesületi élet eseményeit részletesen elemző és értékelő anyag, ma inkább csak tények felsorolására szorítkozom, amelyek alapján nagyjában és egészében képet alkothatnak az Egyesület tevékenységéről az elmúlt időszak alatt. — Ezt a tevékenységet

elsősorban a tavalyi közgyűlésen hozott határozatok szabták meg, s így elsősorban ezek végrehajtásáról kell jelentést tennem".

A főtitkár ezek után idézte az 57. **közgyűlés határozatait és beszámolt azok végrehajtásáról.** Így többek között megemlítette, hogy az Alapszabálymódosító Bizottság *Bubics György* vezetésével igen komoly munkát végzett, amikor igen alapos és részletes anyagot dolgozott ki, amelyet rövidesen hozzászólásra ki fognak küldeni az Elnökség s a Választmány több tagjának. Vidéki csoportok szervezése terén is történt előrehaladás (Salgótarján, Mátravidék) és néhány vidéki csoport székhelyén műszaki klub is létesült, illetve az egyesületi helyi csoport megfelelő helyiséghez jutott (Várpalota, Tatabánya).

A mérnöktovábbképzéssel kapcsolatban a főtitkár elmondta, hogy néhány megbeszélés már volt ebben az ügyben. A NIM segítségével összegyűjtötték a témaigényeket. A feldolgozás és rendszerezés munkája is előrehaladást ért el. A megvalósításban nehézséget okoz az, hogy egy minisztertanácsi határozat tiltja a vállalatok és intézmények hozzájárulását az egyéni továbbképzéshez.

Egyes területeken a fiatal mérnökök aktivizálása terén örvendetes fejlődésről lehet beszámolni — jelentette a továbbiakban a főtitkár — és elmondta, hogy nem egészen egyesületi vezetők kezdeményezéséből indult ki, inkább **alulról jövő kezdeményezés volt** a már hivatalosan is **megalakult Bányagépész Szakcsoport** létrehozása, amely fiatal mérnökök kezdeményezésére jutott el odáig, hogy ma az Egyesület Bányászati Szakosztályának aktív és jól induló csoportját alkotja.

Ilyen kezdeményezések azt mutatják, hogy az ifjúság érdeklődik saját ügye, továbbképzése és hivatásbeli funkciói iránt. Ehhez kell az Egyesület segítségét a jövőben jobban biztosítani.

A nyelvművelő bizottság munkája nem volt túlságosan aktív, pedig szükség lenne a tevékenységükre. Jó lenne a nyelvművelő bizottság munkájára nagyobb súlyt fektetni.

Keveset mondhatott a főtitkár a bányamérnökképzésről is. Az Egyesületnek az elmúlt időszakban nem volt módja, hogy ebben az ügyben aktívan tevékenykedjék. Az Egyesület egésze azonban az oktatás egységének helyreállításához mindig támogatást fog nyújtani.

*

A közgyűlési határozatok végrehajtásáról szóló jelentés után a Főtitkár még két olyan kérdésről szólt, amelyek a közgyűlésen, mint javaslatok merültek fel. Utalt arra, hogy a közgyűlés felhívta a szakosztályok figyelmét, hogy a lapok keveset foglalkoznak az Egyesület belső életével. Ma már ezzel kapcsolatban lényeges változásról lehet jelentést tenni. Az egyesületi hírek rovata ma olyan, amilyennek mindig szerettük volna, hogy legyen.

A másik határozat az volt, hogy valamilyen megfelelő formában ki kell nyilvánítania az Egyesületnek azt a megbecsülést, amelyet régi tagjaival szemben érez. Ennek a határozatnak a megvalósítására az adott alkalmat, hogy néhány tagtársunk aranydiplomát kapott.

December 12-én az Egyesület helyiségeiben az 1958-ban aranydiplomát kapott kohó- és bányamérnökeink tiszteletére fogadás volt, amelyet az Egyesülethez méltóan tudtunk lebonyolítani.

A továbbiakban a főtitkár a szakosztályok munkájáról adott rövid tájékoztatót.

A Bányászati Szakosztály tevékenységével kapcsolatban kiemelte azt, hogy az elmúlt időszakban igen sok neves külföldi szakember tartott előadást a szakosztályban. Így többek között: *G. D. Ligin* szovjet professzor a kutatóintézetek módszereiről és a kísérleti kutatásokról laboratóriumokban és szénbányászati üzemekben, *A. D. Pomorcev* a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Bányászati Kutató Intézetének tudományos nyos kutatója a kutatások eredményeiről és gyakorlati alkalmazásáról beszélt. *Mingyeli, Petrov* és *Petrovszki* szovjet szakemberek részvételével ankét volt a fúró- és robbantó munkálatokkal kapcsolatos kutatásokról a Szovjetunióban. *Dr. Mieczyslaw Jezewski*, a krakkói Bányászati Akadémia tanára a drótkötélvizsgálatról beszélt, *Radek* csehszlovák bányamérnök a szénelőkészítésről és *Kovács István*, a petrozsényi Bányászati Akadémia tanára a tűzveszélyes, meredekdőlésű vastagtelepek művelési problémáiról a Zsil völgyében. Végül *Mgr. Tadeusz Plodowszky* lengyel jogtanácsos a lengyel szocialista bányatörvényről tartott előadást.

A szakosztály vidéki rendezvényei közül kiemelte a zirci vándorgyűlést, a borsodi csoport előadásait, valamint a soproni, pécsi, komlói és dorogi csoportok munkáját. A szakosztály tevékenységét a főtitkár általában pozitíven értékelte, kiemelte azonban azt, hogy ez a munka nem elég rendszeres. Külföldi szakemberek előadásait természetesen örömmel kell fogadnunk, de emellett a szakosztálynak figyelembe kell vennie a bányászat különböző hazai problémáit és feladatait és munkáját elsősorban ezek megoldásának elősegítésére kell, hogy irányítsa.

Az Olajbányászati Szakosztály munkájáról szólva megemlítette a főtitkár, hogy az előadásokat Budapesten és a vidéki székhelyeken is havonta rendszeresen tartották. Külföldi előadást szintén tartottak, melyen *Bulach G. J.*, a Szovjetunió Mélyfúrási Intézetének munkatársa a turbinafúrásról tartott előadást.

A Vaskohászati Szakosztályban nagyrészt programon kívül sok külföldi szakember tartott előadást. Így többek között *H. Bangert*, a düsseldorfi Gesellschaft für Hüttenwerke Anlagen m. b. H. mérnökigazgatója a forrószeles kúpolókemencékről, *Ernst Tebbe*, az Askania Művek mérnöke a mély, toló és Siemens Martin kemencék automatikájáról, *H. Hauttmann* (Linz) az Österreichische Eisen- und Stahlwerke műszaki igazgatója az LD-acélok tulajdonságairól és alkalmazásáról, *H. Trenkler* dr. a leobeni Kohászati Főiskola tanára az LD-acélokkal folytatott eljárások 6 éves mérlegéről, S. Tunder, a düsseldorfi Gesellschaft für Hüttenwerke Anlagen mérnökigazgatója a bázikus kupolókemencékről tartott előadást.

A Szakosztály vidéki munkájával kapcsolatban kiemelte a sztálinvárosi csoport tevékenységét és megemlítette, hogy a diósgyőri csoport részben egyesületi hibák miatt még ma sem végez olyan munkát, mint amilyenre ott szükség lenne. Az elkövetkező időben a diósgyőri csoportok újjászervezését előtérbe kell helyezni.

A Fémkohászati Szakosztály munkájából kiemelkedő a kétnapos almásfüzitői ankét „A timföldgyártás energiagazdálkodása" témakörből.

A Szakosztály elvégezte azt a munkát, amelyet már a közgyűlésen is említettünk, „Az alumínium készárugyártás fejlesztési tervé"-nek összeállítását, a NIM Színesfémipari Főosztályának felkérésére. A megalakult munkabizottság nagyjelentőségű munkát végzett, amikor a közlekedés, villamos-, vegyi-, tömegcikk és építőipar, valamint a mezőgazdaság területén felmérte az alumíniumigényt, mennyiség, minőség és méret szempontjából 1975-ig. Megvitatta a kielégítés feltételeit. Az igények és a termelési lehetőségek összevetéséből javaslatot dolgozott ki, amelyet összesítve az iparág rendelkezésére bocsátott. Szép és nagy munka volt. Ez is azt bizonyítja, hogy az Egyesület megtalálja azt a tevékenységi formát, amellyel a legnagyobb hasznot tudja hajtani. Amikor az Egyesület összehozza a különböző ipari szakterületek képviselőit, olyan problémákat dolgozhat fel, amelyekre itt talán könnyebben megvan a lehetőség, mint akár valamely hivatalos intézményen belül.

Az Öntödei Szakosztály munkájában jelentős megmozdulások voltak, illetve lesznek. Külföldi szakemberek előadásai közül a Főtitkár megemlítette *Onufriev I. A.*, a moszkvai Sztankolitgyár főtechnológusának előadását és kiemelte, hogy az Öntödei Szervezetek Nemzetközi Szövetsége — amelynek egyesületünk már korábban tagja volt — a múlt év októberében újra felvette Egyesületünket tagjai sorába a Liege-ben megtartott 25. Nemzetközi Öntödei Világkongresszus alkalmával. Azóta a felvétellel kapcsolatos pénzügyi jellegű kérdések is tisztázódtak és a Szakosztály a különböző bizottságokon keresztül már bekapcsolódik a nemzetközi szervezet munkájába. Most annál figye-

lemre méltóbb az, hogy az április 6—7-én megtartandó ÖNTÖDEI NAPOK — amelyeken külföldi előadók is szép számmal vesznek részt — már Egyesületünknek, mint a nemzetközi szervezet tagjának rendezése lesz. Ez azt jelenti, hogy a magyar öntészet a nemzetközi szakvélemény reflektorfényébe fog kerülni.

Ezek után a Főtitkár az Egyesület gazdasági ügyeiről adott a Választmánynak rövid tájékoztatást.

Végül az egyesületi munka jövőbeni célkitűzéseire utalva a főtitkár megállapította, hogy az eddiginél sokkal céltudatosabb és rendszeresebb tevékenységet kell kifejteni és minden rendelkezésre álló lehetőséget ki kell használni annak érdekében, hogy az iparágaink előtt álló feladatok megvalósítását elősegítsük. Ennek érdekében a tudomány és a technika előttünk végbemenő hatalmas iramú fejlődése korszakában, elsőrendű feladata az Egyesületnek a szakemberek műszaki ismereteinek gyarapítása, mert csak ezen az alapon lehet hatékonyan hozzájárulni a magyar bányászat és kohászat előtt álló műszaki és gazdasági feladatok megoldásához.

A főtitkári jelentést a Választmány tudomásul vette.

Ezt követően *Szele Mihály* elnök bejelentette, hogy *Hargitay Sándort* — aki 8 éven át vezette az Öntödei Szakosztályt, — Zorkóczy emlékéremmel szándékoztak kitüntetni. Nevezett távolléte miatt erre egyik legközelebbi alkalommal fog sor kerülni.

Befejezésül kérte a Választmány minden tagját, hogy munkájával segítse az elkövetkező időben az elnökséget, majd az ülést bezárta.

*

Elnökségünk 1959. március 12-én ülést tartott. Napirend előtt *Szele Mihály* elnök átnyújtotta *Hargittay Sándornak* a Zorkóczy emlékérmet, melyet részére az öntődei tagozat elnökeként kifejtett egyesületi munkáért adományozott a választmány. *Szele M.* méltatta *Hargittay S.* munkásságát, s sajnálattal vette tudomásul, hogy családi körülményei miatt válik meg jól végzett funkciójától.

Ezután *Szele M.* elnök bejelentette, hogy a Párt 1959. március 6-i határozata értelmében kidolgozás alatt álló, az ipar távlati fejlesztési terv kialakításában Egyesületünk részt óhajt venni, ezért a MTSZ érintkezésbe lépett az Országos Tervhivatallal, melynek kiküldöttét *Vadász Zoltán*-t felkérte, hogy ismertesse az elnökséggel azokat a témaköröket, amelyekben az Egyesületünk segíteni tud.

Vadász Zoltán ezután mind a bányászati, mind a kohászati feladatokból röviden felsorolta azokat, amelyekben az Egyesület tagjai hasznos munkával vihetik előbbre az iparfejlesztési terveket.

Az Elnökség a felvetett témák rövid megvitatása után felkérte az egyes szakosztályok elnökeit, hogy az OT-lal való közvetlen kapcsolat alapján, a szakosztályok vezetőségi ülésén a munkaterületeket vitassák meg s a konkrét feladatok ismeretében a munkák elvégzésére megfelelő szakcsoportokat alakítsanak.

Ezután *Szász József* az Öntöde Szakosztály elnöke beszámolt az áprilisban tartandó Öntödei Napok előkészületeiről. *Herczeg Ferenc* alelnök javaslatára az előadások közé még egy balesetelhárításra vonatkozó előadást is be fognak iktatni.

A tárgysorozat 3. pontjaként *Martos Ferenc* főtitkár ismertette az Alapszabály Módosító Bizottság zárójegyzőkönyvét és javaslatot tett a munkában igen nagy fáradsággal és gondossággalr észt vett tagtársak megjutalmazására. A javaslatot az elnökség elfogadta.

A Főtitkár ismertette az 1959. évi egyesületi költségvetést, melyet az Elnökség megvitatás után elfogadott.

A Főtitkár végül bejelentette, hogy megalakult az Elnökség Pártaktívája, melynek feladata lesz az elnökség munkájának támogatása, fontos elvi kérdésekben egységes álláspont kialakítása s egyúttal javaslattétel az Elnökség felé. Az Aktíva legközelebbi feladata az Egyesület lapjainak s a szerkesztőbizottságok munkájának vizsgálata, hogy segítséget adjon a lap társadalmi színvonalának javításához.

*

Az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Ajkai Csoportjával közösen *alumíniumkohászati ankétot* rendez, melynek tárgya:

Alumíniumkohászatunk 10 éves fejlődésének gazdasági értékelése és a műszaki fejlesztés további lehetőségei.

Az ankét 1959. év június 19—21-ig lesz Ajkán. Az ankéton a következő előadások fognak elhangozni.[1]

1. *Becker Ervin:* Az alumíniumtermelés mennyiségének és mutatóinak fejlődése az utolsó 10 évben.
2. *Timár Vilmos:* Az alumíniumkohászat utolsó 10 éves fejlődésének gazdasági értékelése és a fejlődés távlati lehetőségei.
3. *Pálovits Pál:* Beszámoló az ajkai intenzifikáció eredményeiről, és javaslat a műszaki fejlesztés további irányára.
4. *Molnár Imre:* Beszámoló a tatabányai kohó intenzifikációs tapasztalatairól, javaslatok a jövőre vonatkozóan.
5. *Sejteri Vjekoszláv:* Beszámoló az inotai alumíniumkohó műszaki fejlesztési eredményeiről és a távlati műszaki fejlesztési tervekről.
6. *Teöke Géza:* Az alumíniumkohászat villamosenergia ellátásának műszaki és gazdasági kérdései, a villamosenergia termelő szemszögéből.
7. *Horváth László:* A timföld önköltségcsökkentés lehetőségei.
8. *Bogárdi Endre:* Alumíniumkohászati segédanyagok hazai gyártási lehetőségei.
9. *Zattler Tamás:* Gazdaságos alumíniumkohászati segédanyagok.
10. *Molnár Nándor:* A termelékenység növelése gépesítéssel, elért eredmények és lehetőségek.
11. *Mohilla Rezső:* A kohászat gazdaságosságának növelési lehetőségei automatizálás útján.
12. *Kriszt János:* Az energiaátalakítás gazdaságosságának növelése az alumíniumkchókban.
13. *Szakáll Pál:* A katód élettartam hatása az alumínium önköltségére.

Nagy Péter
OMBKE Ajkai csop. titkára.

[1] A felsorolások nem előadási sorrendben történtek.

MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI HÍREK

1957-ig *Görögországnak a Szovjetunióval* való külkereskedelmi forgalma együttesen nem haladta meg a 19,7 millió dollárt. 1958-ban már növekedett a kapcsolatuk, mivel az export és az import forgalom egyenként 17,5 millió volt, 1959-ben pedig valószínűleg 21 millió dollárt fog elérni. A külkereskedelmi forgalmukban 1960-ban el kívánják érni a 24 millió dollárt.

Görögország főleg bauxitot exportál, évenként kb. 500—600 ezer t mennyiségben, a Szovjetunió gépeket, felszereléseket, olajat és vegyi termékeket szállít.

Chem. Ind. 1958. 9. sz. *K. A.*

Mozambik uránérc lelőhelyei évek óta ismeretesek, de kitermelésükre csak most történtek meg az első lépések. Companhia do Uranio Mozambik néven társaság alakult, az ország radioaktiv érceinek feltárására és termelésére.

Chem. Ind. 1958. 9. sz. *K. A.*

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

Az alumínium világgazdasági helyzete

A színes fémek közül az utolsó évtizedben az alumínium térhódításának üteme egyedülálló. Az alumínium által nyújtott műszaki előnyök új felhasználási lehetőséget követelnek meg.

Az alumínium az egyetlen fém, amelynek az ára a termelés nagyiparszerű megindulásától kezdve a 2. világháború végéig állandóan esett és ezután pedig 1958-ig állandóan emelkedett (1. táblázat),

1. táblázat

New Yorki fémpiaci árak Scent/lb-ben

Év	Horgany	Ólom	Réz	Ón	Alumínium
1935—39.	5,10	4,76	10,56	48,70	20,22
1952.	16,21	16,27	24,37	120,44	19,41
1953.	10,86	13,28	28,92	95,77	20,93
1954.	10,69	13,85	29,82	91,81	21,78
1955.	12,30	19,94	37,39	94,73	23,67
1956.	13,40	15,81	41,87	101,26	26,01
1957.	11,40	14,46	29,99	96,17	27,52

Ólom-, horgany-, réz-, alumínium adatai a Bulletin Hebdomadaire de la Kreditbank 1958. évi aug. számából, az ón adatai American Metal Market, Metal statistics 1958. alapján.

Az alumínium termelése 1950—1955. között megkétszereződött és kb. háromszor gyorsabb ütemben fejlődött, mint a konjunktúrát legjobban kihasználó cink (2. táblázat).

2. táblázat

A legfontosabb színesfémek termelési adatai 1950—56 között

Év	Alumínium		Ón		Ólom		Horgany		Réz	
	1000 sh. t	%	1000 sh. t	%	1000 sh. t	%	1000 sh. t	%	1000 sh. t	%
1950.	1640	100	166	100	1927	100	2225	100	2775	100
1951.	1980	121	167	101	1875	97	2335	105	2904	105
1952.	2260	138	171	103	2026	105	2478	111	3026	109
1953.	2710	165	177	107	2069	107	2608	117	3072	111
1954.	3090	188	177	107	2191	114	2680	120	3095	112
1955.	3470	212	177	107	2223	115	2975	134	3386	122
1956.	3710	226	176	106	2349	122	3129	141	3750	135

Adatok a Metal Statistics 1958. published by American Metal Marketből.

Az utolsó békeévtől, 1938-tól 1956-ig a fogyasztás évi növekedése, több mint két és félszeresen haladja meg a cink, három és félszeresen az ólom és tizenkétszeresen az ónfogyasztás növekedését (3. táblázat), és ezt az ütemet konjunktúra becslés szerint tartani is fogja.

3. táblázat

A legfontosabb színesfémek fogyasztásnövekedésének %-os alakulása a kapitalista államokban

	A színesfémfogyasztás évi növekedésének %-a 1938—1956-ig	A színesfémfogyasztás becsült évi növekedésének %-a 1958—1965-ig
Alumínium	10,8	3 —6
Horgany ...	4,1	2,5—3
Réz	3,1	3,5
Ólom	1,5	1,5—2
Ón	0,8	0,9—1,2

„Aluminium" 1958. szept. szám.

Az alumínium helyzetének ez a kedvező fejlődési iránya a második világháború után még fokozódott. Ehhez az is hozzájárult, hogy az alumínium-világpiacon nem volt olyan kiélezett a verseny, mint más fémeknél, egyrészt az állandóan emelkedő kereslet miatt, másrészt azért, mert a tőkés világ alumíniumtermelésének kereken 20%-át kitevő exportot szinte teljes egészében Kanada és — jóval kisebb mértékben — Norvégia szolgáltatja (4. táblázat). Tehát az a két ország, amely bőven rendelkezik olcsó vízienergiával és az energiaforrás közelében levő tengeri kikötővel.

4. táblázat

A kapitalista országok alumíniumtermelése, exportja és importja 1957-ben

Ország	1957. évi termelés 1000 m. t-ban	Ebből exportálva	Ehhez importálva
		1000 m. t	
USA	1497	32	125
Kanada	499	446	12
Franciaország	159	24	11
Német Szöv. Közt.	156	29	41
Norvégia	93	77	2
Japán	63	5	10
Olaszország	67	5	8
Ausztria	75	30	—
Anglia	28	50	196
Egyéb kap. orsz.	84	—	—
Összesen	2721	—	—

Termelési adatok a Metal Statistics 1958-ból, Export-import adatok: UNO Commodity Trade Statistics jan.—dec. 1958-ból.

A verseny azért sem éleződött, mert az alumíniumipar egyike a legmonopolizáltabb iparágaknak: a világ alumíniumtermelési kapacitásának kb. 80%-a 4 nagy konszern kezében összpontosul, de miután ezek nagyrésze titkos alumínium-érdekeltségekkel is rendelkezik, a monopolizáltság még ennél is nagyobb fokú (5. táblázat).

5. táblázat

A legnagyobb alumínium-monopóliumok termelési kapacitásának adatai 1950-ben (1325 t = 100 %)

Konszern	Fő érdekeltségei 00% erejéig	Kapacitás 1000 long t	A tőkés termelés %-ban
Aluminium Co. of America/Alcoa		700	22,4
Aluminium Ltd	Aluminium Co. of Canada (Alcan) Northern Aluminium Australian Aluminium (50 %) D. N. N. Norway (50 %)	690	22,1
Reynolds Metals	Reynolds (T. I. Aluminium (51 %)	540	17,3
Kaiser Aluminium	—	480	15,3
Britisch Aluminium	Canadian British Alu. (60 %) D. N. N. Norway (50 %) Australian Alu (50 %)	100	3,2
Összesen:		2510	80,3

„The Economist" 1958. dec. 6.

A monopolizáltság kétségtelenül erősen éreztette hatását az árak aránylag egyenletes alakulására.

Az Alumínium gazdasági helyzete a recesszió alatt[1].

Az 1956 után kibontakozó recessziós időszak alatt azonban, az alumínium történetében a zavartalan fejlődés lényegében először szakadt meg. Ennek a változásnak a jelei az alumíniumpiacon — egyes tőkés gazdasági körök elemzése szerint — a következők:

1. Az alumíniumipar kapacitásának kihasználása úgyszólván teljes (kb. 70—75%).

2. Egyes vezető konszernek a még hasznot nem hajtó, a konjunktúra idején elkezdett, de most lelassított termelésfejlesztő beruházások miatt nagyobb fizetési kötelezettségekkel küszködnek.

3. piacokért mind az egyes országokon belül, mind a nemzetközi kereskedelemben szokatlanul kiéleződött a verseny. Olyan termelők is, akik azelőtt csak a belső piacra termeltek, hajszolják az exportmegrendeléseket.

4. A kohóalumínium bevitele a legfőbb importáló országok nagy részében vámmentes. (pl. Anglia és a

[1] Így nevezik tőkés gazdasági körökben a legújabb válságot

Benelux-államok), vagy erősen csökkentett vámtételű volt (pl. az USA), most az érdekelt körök sürgetik a magasabb vámtételek bevezetését. Ezt a vámpolitikai változást az Európai Közös Piac országai is tervezik, nyilvánvalóan azzal a céllal, hogy a Közös Piacon belül levő három termelő ország megszabaduljon a külső versenytársaktól.

Az alumínium fejlődésének ez a hanyatlása sokat vitatott a tőkés gazdasági körökben. Az alumínium-ár fenti válságjeleinek egyesek szerint az az oka, hogy túlerősen növelték a termelést, mások szerint viszont a fogyasztás visszaesése és a piac telítettsége az alumínium válságának az okozója. Az alumíniumban éppúgy, mint más vonalon a tőkés termelés válságának az ideje — nem abszolút felesleges termelésről van szó, hanem legfeljebb a tőkés rendszerből fakadó túltermelésről. Ehhez a magyarázathoz esetleg még azt szokták egyesek hozzátenni, hogy a réz árának 1958-ban bekövetkezett nagyarányú, az alumínium ára alá való esésével a réznek az alumíniummal való helyettesítésére irányuló folyamat megakadt, sőt ellenkező iránynak adott helyet.

Ellentétes tényezők

Véleményünk szerint azonban a magyarázatok — a rendelkezésre álló adatok tükrében — nem teljesen helytállóak.

Nemcsak a szocialista országokban, hanem a kapitalista országokban is — ugyanakkor, amikor egyes tőkés körök az alumíniumpiac telítettségéről és túltermelésről beszélnek — óriási alumínium-fejlesztési program van folyamatban. A vezető nyugati konszernek is optimisztikusan ítélik meg az alumíniumipar kilátásait. Erre jellemző, hogy 1958-hoz képest 1960-ra az USA kb. további 25%-kal, Kanada kb. 20%-kal növeli termelési kapacitását (6. táblázat).

Ez a kb. 650 ezer t — az európai tőkés országok Franciaország és Belgium, főleg afrikai területén, valamint Nyugat-Németország és Norvégia szintén nagyarányú beruházásain kívül — a tőkés világ jelenlegi termelésének kb. 22%-ával több alumíniumot jelent. Ugyanakkor a Szovjetunió a jelenlegi kb. 550 000 t-s évi termelését a 7 éves terv során kb. háromszorosára fogja növelni. Kétségtelen, hogy ilyen nagyarányú

6. táblázat

Az Észak-Amerikai kapacitásfejlesztési tervek sh. t-ban

Ország	Jelenlegi kapacitás t-ban	Az új beruházásokkal keletkező kapacitás	1960-ra tervezett teljes kapacitás	A kapacitás %-os növekedése 1958-hoz képest
USA	2094,5	510,5	2605,0	24,4
Kanada ..	821,0	135,0	956,0	16,4
Összesen :	2915,5	645,5	3561,0	22,1

American Metal Market, 1958. okt. 15.

beruházásoknak és a termelés ilyen mérvű kiszélesítésének tudatában az alumíniumnak a válságáról nem lehet beszélni.

Egyes jelenségek amellett szólnak, hogy ez a derűlátás nem alaptalan : ha a tőkés világpiacra döntő fontosságú Egyesült Államok teljes ipari termelését az alumíniumtermeléssel hasonlítjuk össze, akkor a következő képet látjuk (7. táblázat).

7. táblázat

Az USA alumínium és egyéb ipari termelés fejlődésének összehasonlítása %-ban

	Alumínium termelés	Átlagos ipari termelés
1947—1949. évi átlag	100	100
1956. évi csúcs	279,6	147
1958. július	248,6	126
Visszaesés nagysága 1958-ban %-ban	11	14

„Revue de l'Aluminium" 1958. szept.

Tehát míg az alumínium termelése — amely 1949-től 1956-ig nagyobb ütemben fejlődött, mint az általános ipari termelés — addig lényegesen kisebb mértékben csökkent az 1956. évi csúcseredményekhez képest, mint ahogy az általános ipari termelés visszaesett. Az ára szintén a legjobban tartotta magát az öt legfontosabb színesfém közül, a recesszió alatt is (8. táblázat).

8. táblázat

A legfontosabb színesfémek áralakulása a recesszió alatt (1956—58) (Árak L/tonnában)

Év	Réz		Ón		Ólom		Horgany		Alumínium	
	ár	%	ár	%	ár	%	ár	%	ár	%
1956. évi átlag	329, 1,7.5	100	788,13, 2.5	100	116, 6,3.2	100	97,14, 3	100	192	100
1957. évi átlag	219,12,10	67	755, 3,10.7	96	96,12,9.5	83	81,11, 7.5	83	198	103
1958. évi átlag	197,16,10	60	735, 6, 0.7	93	72,15,8.2	63	65,17,11.8	67	184	96
Áresés %-a		40		7		37		33		4
1958. évi legmagasabb ár ...	260	100	765	100	78	100	77,5	100	197	100
1958. évi legalacsonyabb ár	160,5	62	645	84	67 15/16	87	61 3/4	79	180	91
Ingadozás %-a		38		16		13		21		9

Áradatok a „Metal Bulletin" 1957. jan. 1., 1957. jan. 8. okt. 4., 1959. jan. 2. számából.

9. táblázat

A kohóalumínium-felhasználás megoszlása Nyugat-Németországban 1951—1957-ben

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957 becsült
	%						
Közlekedés	20,6	19,6	18,2	19,6	21,5	21,7	22,0
Bányászat	2,1	2,3	1,6	1,1	1,1	1,1	1,1
Építészet	3,0	2,3	2,5	5,0	5,2	5,5	5,6
Gépipar	9,9	9,1	9,0	9,6	9,1	9,7	10,0
Optika és finommechanika	2,0	2,3	2,0	2,5	2,3	2,4	2,5
Vegyip., élelmiszerip., mezőgép.	4,3	3,7	3,3	3,0	2,8	2,9	3,0
Háztart. áruk, egészségügyi cikkek	15,2	18,6	20,1	15,4	13,8	13,0	12,8
Csomagolás	7,4	6,5	7,3	6,5	6,5	9,0	9,0
Elektrotechnika	13,8	15,2	15,1	14,8	14,5	14,5	14,0
Acéldezoxidálás és aluminotermia	3,7	4,8	4,1	4,9	5,6	4,7	5,0
Alumínium-por	0,6	0,8	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4
Különböző	3,4	3,2	7,1	8,8	8,8	6,2	6,6
Export (féltermék, kábel, fólia és por)	14,0	11,6	9,0	8,5	8,5	8,9	8,0
Összfelhasználás 1000 t	100 % 145	100 % 148	100 % 169	100 % 214	100 % 264	100 % 268	100 % 274

„Metall" 1958. december.

A táblázatból is az a következtetés vonható le, hogy egyoldalú szempont lenne az alumíniumipar stagnálásának okait csupán az indokolatlan termelésfelduzzasztással magyarázni és túlzás lenne komoly válságról beszélni.

Az alumínium felhasználási lehetőségeinek kiterjedettsége is elősegítette azt, hogy az alumíniumipar aránylag jól meg tudja állni helyet a recesszió alatt. Az alumínium felhasználási lehetőségeinek erre a rendkívüli széles skálájára jellemző egyrészt az, hogy az egyes fejlett ipari államokban is más és más az alumínium-felhasználás aránya, másrészt még jellemzőbb az, hogy az egyes országokon belül és rövid időszakban is vizsgálva, mennyire változik ez az arány egy-egy új alumínium-felhasználási lehetőségnek egyes iparágak területén való gyors elterjedésével (9. és 10. táblázat).

10. táblázat

Az alumíniumfelhasználás iparágak szerinti aránya Angliában és az USA-ban %-ban

	Anglia	USA
Közlekedés	22	18
Csomagolás	12	10
Építkezés	8	24
Elektromos ipar	8	8
Tartós fogyasztási cikkek	7	14
Általános gépipar	7	5
Export (féltermékek)	12	2
Egyéb (beleértve a repülőgépipart)	24	19

„The Economist" 1959. febr. 25.

A jelenleg legnagyobb alumínium-termelő és fogyasztó országban, az USA-ban az építőipar vezet az alumíniumfogyasztás terén, amely a piacra kerülő teljes mennyiségnek majdnem 25%-át dolgozza fel. Angliában és Franciaországban a közlekedés áll az első helyen az alumíniumfogyasztásban — a piacra kerülő mennyiség majdnem egynegyedének, illetve egyharmadának felhasználásával. A nyugatnémet iparban az alumínium-felhasználásban a két legjelentősebb iparág a közlekedés és az elektrotechnika. Az utolsó évek adatai szerint erősen nő az alumíniumfelhasználás az építőiparban és a csomagolás terén is. Csökkent a jelentősége a háztartási- és egészségügyi cikkekben, valamint a vegyiparban, az élelmiszeriparban és a mezőgazdaságban.

Az alumínium-árak

Az alumínium ára, az előzőkben vázolt stabilitása ellenére — a kanadai export-alumínium angliai ára, mely világpiaci árnak tekinthető — 1957. júniustól 198,10 £/longtonról, 1957 szeptemberében 197 £-ra, 1958 áprilisában pedig 180 £-ra esett. Ez az ár azóta is tartja magát. Nem szabad azonban azt hinni, hogy ezt az árat el lehet érni a gyakorlatban. Ezzel kapcsolatban a kanadaiak és a franciák a népi demokratikus országokat, elsősorban a Szovjetuniót, azzal szokták vádolni, hogy dömpingáron, 161, sőt 159 £-os áron adtak el alumíniumot nyugaton. Emiatt a kanadaiak hónapokon keresztül követelték Angliától — eredménytelenül — a szovjet alumíniumra dömpingvám bevezetését s ez végül azzal oldódott meg, hogy a Szovjetunió kijelentette, 1959-ben nem ad el 15 000 t alumíniumnál többet Angliának.

Ugyanakkor Svájc és Norvégia 165, Jugoszlávia pedig 162 £-ért adott el alumíniumot a nyugati piacokon, tehát lényegében az állítólagos népi demokratikus áraknak megfelelő árszinten. A kanadai és a szovjet árak közötti 10,20 £-os árrés első pillanatban nagynak látszik; ha azonban tovább elemezzük a 180 £-os kanadai árat, akkor nyilvánvalóvá válik, hogy a szocialista országok eladásaival kapcsolatban dömping árról beszélni már csak azért sem lehet, mert ez az árkülönbség a vizsgálódás következtében úgyszólván elolvad. Az „ek woeks delivered" azaz, a fogyasztó gyártelepén átadott 180 £-os kanadai árnál ugyanis tekintetbe kell venni, hogy a kanadaiak az export alumíniumtömböket Angliában nagyobb fogyasztóik telepén bizományban tartják, kisebb vevőiket pedig a nagyobb városokban fenntartott raktáraikból szolgálják ki. Tekintetbe kell venni továbbá azt is, hogy fizetési feltételeik a vevő számára igen kedvezőek: a bizományba adott áruért csak a tényleges eladást követő második hónap elején kell fizetni. Ezenkívül a kanadaiak azoknak a vevőiknek, akik kötelezték magukat arra, hogy csak kanadai alumíniumot vásárolnak, a vétel nagysága szerint 2—6%-os hűségrabattot adtak. (Ez csak 1959. jan. 1-vel szűnt meg, de értesüléseink szerint, egy kb. ugyanilyen nagyságú titkos engedményt ma is adnak.) Így szembeállítva a kanadai 180 £-os árat az állítólagos szovjet cif londoni árral, a következő tényezőket kell figyelembe venni:

1. Fuvar a fogyasztó gyártelepéig kb. 3 — 5 £
2. 45—60 napos hitel. Ez a kamatteher évi 6%-os kamat figyelembevételével 180 £-os ár mellett ..... 1,7 — 1,16 £
3. Hűségjutalom 2—6%-ig ..... 3,12—10,16 £

Ha tehát a kanadaiak terhére bizonytalan ideig bizományban tartott áru értéke után egyéb terhet nem is veszünk figyelembe, akkor is ez azt jelenti, hogy a papiron 180 £-os ár a gyakorlatban kb. 8—17 £-tal kisebb. Ehhez a 163—172 £-os árhoz képest pedig a többi ország angliai eladási ára nem tekinthető dömpingnek.

Végső következtetésünk tehát az, hogy az alumínium eddigi fejlődése lényegében a jövőben is fenn fog maradni, s a cikk elején említett válságjelek nem közvetlenül az alumínium viszonyaiból, hanem — természetesen amennyire ez egyáltalán elvonatkoztatható — a tőkés világgazdaság általános recessziójából erednek. Kétségtelen ugyanis, hogy az alumíniumnak mind a felhasználása a legkülönbözőbb iparágakban (közlekedés, építés, élelmiszer-csomagolás stb.), mind a fogyasztó-rétege napról napra szélesedik. Ez független attól is, hogy az alumíniumár időlegesen menynyire versenyképes azoknak a fémeknek az árával, amelyeket helyettesíteni akarnak vele. Az alumíniumfogyasztás emelkedése minden országban várható s ezt más fémekkel szemben — az sem gátolhatja, hogyha az illető országnak nincs saját alumíniumbázisa. Kétségtelen az is, hogy a gazdaságilag fejlett országokban kipróbált és bevált számos alumínium-felhasználási lehetőség utat fog törni a gazdaságilag fejletlenebb országokban is és új óriási piacokat fog biztosítani az alumíniumnak.

Dr. Nagy György

*

Csepelen a különböző összetételű alpakka-lemezeket és szalagokat (Alp. 58—Alp. 62) hosszú évtizedeken keresztül a kész méretig hideg megmunkálással gyártották.

Ez a megmunkálás hosszadalmas és igen költséges volt.

Komoly előtanulmányozás és Szovjetunióban tett tanulmányutam alkalmával szerzett tapasztalatok alapján, kísérleteket folytattunk a Csepeli Fémmű Vörösréz-hengerművében, egy újabb és korszerűbb eljárással való gyártásra.

A hideghengerlés helyett meleghengerléssel folytattunk kísérleteket a hengerlés megvalósítására Osztrogonácz Sándor és Szabó János mérnökökkel együtt.

Kísérleteink sikerültek és az új technológiával már több tonna anyagot hengereltünk, melynek szövetszerkezetével és az anyag viselkedésével szemben támasztott követelmények igen jók.

A sikeres megvalósítás lehetővé teszi a gyártási költségek csökkentését.

Kísérleteinket és most már gyártásunkat a következők szerint végezzük:

Az Öntödéből kapott tuskó mérete 300 × 300 × 60 mm. A vörösrézhengerművű olajtüzelésű kemencéjébe felmelegítés céljából kb. 30 tuskót rakunk be egyszerre.

A meleghengerlés hőfokának eléréséig, a kemencében 10 óra hosszat hagyjuk, hogy a tuskó szövetszerkezete teljes mértékben egyneműsödjék (homogenizálódjék).

Az anyagot 940—970 C°-ra hevítjük fel. A kívánt hőmérséklet elérése után a meleghengerhez visszük és 60 mm-ről 6 mm-re, 6 szúrással gyorsan kihengereljük. A hengerléssel sietni kell, mert ha az anyag a megkívánt hőmérséklet alá hűl, akkor repedezik, illetve széttörik.

A 6 mm-re kihengerelt lemezt méretre vágjuk és átszállítjuk továbbfeldolgozásra, ahol a rendeléseknek megfelelően kész lemezt gyártunk.

Az új gyártási eljárással több évtizedes feladatot sikerült megoldanunk.

Nokta Zoltán mérnök

*

Rourkelában Indiában egy új vasmű épül. 1959. év február hó 3-án az új vasgyárban, az indiai kormány több tagjának jelenlétében megindult az első nagyolvasztó. A nagyolvasztó megindulása India vas- és acélgyártó iparának jelentős mérföldköve. Az új acélgyár több ezer dolgozót fog teljes kiépülése után foglalkoztatni.

A nagyolvasztó Amerikai rendszerű üzem. Három nagyolvasztó épül, melyek hasznos térfogata egyenként 1000 m³. Termelésük évi 1 millió t nyersvas felett lesz. Az új nagyolvasztó medence átmérője 7,4 m. A torokszintje 30 m magasan van a kohószint felett. A nagyolvasztó teljes magassága 65 m. Az adagolás teljesen automatikus.

A nagyolvasztókhoz 3—3 db léghevítő tartozik. Belátmérőjük 8 m, fűtőfelületük egyenként 3400 m². Mindegyik nagyolvasztóba 140 000 m³/ó, 950 C°-os levegőt fújtatnak.

Ugyancsak üzembe került a gyár kokszolóműve is. A vegyimű részlege még az 1959. évben elkészül.

St. u. E. 1959. 3. sz. *Á. F.*

Jamshedpurban, Indiában a Tata Iron and Steel Co. Ltd. cégnek új blokksorát üzembe helyezték. A 46" (1220 mm) átmérőjű soron blokkbugát és brammát 15 t súlyig hengerelnek. A blokksor teljesítőképessége 2 millió t/év.

St. u. E. 1959. 3. sz. *Á. F.*

A *Schwerter Profilhengermű AG.* a dortmundi Hörder Hüttenunion AG testvérvállalata röviddel ezelőtt elsőnek Németországban egy rúdsajtóüzemet rendezett be. A rúdsajtón az Ugine-Séjournet eljárás szerint bármily acélszelvény gyártható. Profilacél sajtolás eddig a szerszám igen nagymértékű kopásán akadt el. Az új, Ugine-Sejournet eljárással a könnyű- és színesfémekkel kapcsolatos gyártási eljárás, mely már hosszú idő óta ismert gazdaságos gyártási mód, acélra is kiterjesztést nyer. Az eljárás lényeges előnye, hogy tetszés szerinti alakú szelvényt kis mennyiségben, egyszerű szerszámcserével, kis szerszámköltséggel lehet gyártani.

Az új mű már különböző, tömör, üreges és alakos szelvényt szállított különféle rendelők részére. A berendezéssel mind az egyszerű szerkezeti acélok, mind az erős ötvözésű acélok egyaránt gyárthatók.

St. u. E. 1959. 4. sz. *Á. F.*

Japánban 1959. jan. 1-étől kezdve a belföldi iparban és forgalomban a metrikus rendszert léptették életbe. Az eddigi hosszméret és súlyrendszer — angol és japán — használatát hatályon kívül helyezték. A régi rendszert a külföldi forgalomban 1966-ig kivételként hagyták meg.

St. u. E. 1959. 4. sz. *Á. F.*

Szovjetunió és a Német Demokratikus Köztársaság között Bakuból olajvezetéket építenek, amelynek vonalvezetése Ukrajnán és Lengyelországon át fog haladni. A munkálatokat rövidesen megkezdik. Az olajat részben energia előállítására, részben pedig az iparban alapanyagként fogják felhasználni.

Chem. Ind. 1958. 8. sz. *K. A.*

A Szovjetunió exportja 1956-ban 14,68, importja pedig 14,45 milliárd rubel volt. Az exportban a legnagyobb részesedése Kínának volt, kb. 35%-kal utána következett az NDK kb. 4,5, majd Csehszlovákia 3,08, s Lengyelország 2,56 milliárd rubellel, a többi egyéb más országra oszlik el.

Chem. Ind. 1958. 9. sz. *K. A.*

Az önállóvá *vált Guinea* igen nagy ércvagyonnal rendelkezik. Ezek között vezető szerepet a bauxit visz, amely az eddig végzett kutatások alapján kb. egy milliárd t-ra tehető. A kutatások sok évre nyúlnak vissza, s a feltárt bauxit minősége igen jó. Mind a mennyiség, mind pedig a minőség alumínium kombinát létesítését teszi lehetővé, s ez irányban a kezdő lépéseket már megtették.

Egyelőre mindaddig míg a feldolgozó telepek megépülnek, nagy mennyiségű bauxitot exportálnak. A „Soc. des Bauxits du Midi" az Alcar leányvállalata, több éven át évi 500—600 000 t bauxitot exportál Kanadába. Ezenkívül még több kisebb tétel is szerepel az export listán.

Az értékesítésre vonatkozólag két nagy tervük van.

Az egyik szerint a Fria és Kindia vidékén levő bauxitok feldolgozása révén évi 480 000 t timföldet fognak gyártani, a berendezést azonban olyanra tervezik meg, hogy a termelés évi 1,2 millió t-ra legyen növelhető.

A másik szerint a Boké vidékén levő bauxittelepen évi 1,5 millió t bauxitot fognak 1962-ben termelni, amely mennyiségből egy millió t-t exportálni fognak, a többit pedig a megépítendő gyárban feldolgozzák timföldre.

Mindkét terv végeredményben alumíniumot kíván termelni, amihez sok elektromos energiára lesz szükségük. Erre az adottságok kedvezőek, olyan vízmennyiségek állnak rendelkezésre, amelyekből évi több milliárd kWo termelhető elő. A tervek valóraváltásában úgyszólván az egész nyugat alumíniumipara érdekelt.

Az ország egy másik nagy ércvagyona a Conakry-kikötő közelében levő, feltárt nagy vasérctelep, amelynek mennyiségét 2,5 milliárd t-ra becsülik, s az érc minősége elsőrendű, a fémtartalom 47%—74% között ingadozik.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Norvégiában az alumíniumipar kiépítése folyamatban van. Legújabban az A/S Norsk alumínium Co Höyangerben levő üzemét bővíti, a jelenlegi 9000 t-ról, évi 13 500 t-ra. A munkálatokat 1960. évben kívánják befejezni.

Norvégiának bauxitja nincsen, timföldgyára is csak egy van, ennek termelése csak igen kis mértékben biztosítja a kohók ellátását. A feldolgozásra kerülő timföld legnagyobb részét Kanadából, Franciaországból, s Angliából importálják.

Alumíniumtermelésük állandóan nő, így pl. az 1956-os 92 700 t-val szemben, 1957-ben 95 650 t fémalumíniumot állítottak elő.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Svédországban az A/B Atomenergi Stockholm cég nagytisztaságú urán előállítására épít telepet. 900 000 t urántartalmú palából évi 120 t nagytisztaságú uránt fognak előállítani. Az építkezések már folyamatban vannak, s azokat 1962-re be kívánják fejezni. Az építési költségek kb. 125 millió svéd koronát fognak kitenni.

Chem. Ind. 1958. 10. sz. *K. A.*

Fémkohászati folyóiratfigyelő

Ólom- és cinkkohászat

Blanderer, J.: **Gondolatok az ólomraffinálás elméletéről.** Metall, 11. évf. 8. sz. 1957. aug. 662—667. old.

Hartmann, H., Hoffmann, W., Stahl, W.: **Kis antimon adalékok hatása az ólom oxidációsebességére.** Erzmetall, 11. köt. 4. sz. 1958. ápr. 151—163. old.

Az ioncserélő-folyamatok felhasználása ólomolvasztókban. Engng. Ming. J., 159. évf. 4. sz. 1958. ápr. 92. old.

Jones, R. O., Rothschild, S.: **Az ólomoxid-ólomszulfát és az ólomoxid-ólomszelenát rendszerek.** J. Electrochem. Soc., 105. évf. 4. sz. 1958. ápr. 206—209. old.

Barthel, J.: **Az antimon oxidációs maximuma a tűzi ólomraffinálásakor.** Freiberger Forschungsh., 28. köt. 1958. 36—39. old.

Hein, K.: **Adatok a technikai cinklúgból való kadmiumcementálásról.** Bergakademie, 9. évf. 8. sz. 1957. aug. 423. old. és Freiberger Forschungsh., 28. köt. 1958. 40—41. old.

Réz- és nikkelkohászat

Yazawa, A.: **A rézkohósítás alapjainak vizsgálata.** Techn. Repts. Tóhoku Univ., Vol. 21. No. 1. 1958. p. 31—50. (angol nyelven) és Chimie Ind., 78. köt. 4. sz. 1957. okt. 373. old. A Cu_2S—FeS—FeO—SiO_2 rendszerben kialakult kéneskő és salak kölcsönös oldásának vizsgálata.

Liu, S. P., Chow, X. H., Shieh, N. T.: **Rézsalakok kilugzásának kinetikája ammóniás oldattal, nagy oxigén nyomás alatt.** A. Metallurg. Sinica, 3. évf. 3. sz. 1958. jún. 99—110. old.

Cronan, C. S.: **Az elektrolízis eredménye jobb az új nikkelraffinálásban.** Chem. Engng., 65. évf. 7. sz. 1958. ápr. 7. 60—62. old.

Új eljárás a nikkel elektrolitos raffinálására. Metallurgia, 57. évf. 342. sz. 1958. ápr. 174. old.

Az új INCO-eljárás a nikkelércek komplex feldolgozásával 14 elemet nyer ki: Ni, Cu, Co, Pt, Pa, Rh, Ru, Ir, Au, Ag, Fe, Te, Se és S. Az elektrolízis nikkelszulfid öntvény-anódokból történik. Már az első kísérletek alatt 97%-os kéniszapot sikerült előállítani. Az eljárás ma már üzemi méretekben is kidolgozott, s az erre vonatkozó közlemények az ezévi AIMME közleményekben jelentek meg.

Apple, E. F.: **Vizsgálatok a $CuGaS_2$-ZnS és az $AgGaS_2$-ZnS rendszerekben.** J. Electrochem. Soc., 105. évf. 5. sz. 1958. máj. 251—255. old.

Magnéziumkohászat

Az Egyesült Államok magnéziumiparának kialakulása. J. Four Électr., 63. évf. 2. sz. 1958. márc.—ápr. 63. old.

Born, G.: **Elektrolitikus magnéziumelőállítás.** Chem. Technik, 10. évf. 3. sz. 1958. márc. 137—144. old.

Zuev, N. M.: **A pólustávolság beállításának gépesítése és a hőegyensúly automatikus szabályozása a magnézium elektrolizáló kádakban.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 6. sz. 1958. jún. 33—37. old.

Jakoby L.: **A dolomit előkészítés jelentősége a szilikotermikus magnéziumgyártásban.** Freiberger Forschungsh., 28. köt. 1958. 42—50. old.

Titánkohászat

Titán és cirkon robbanékonysága. Neue Hütte, 3. évf. 3. sz. 1958. márc. 187—188. old.

Hall, E. H., Blocher, J. M., Campbell, I. E.: **Titántetraklorid gőznyomása.** J. Elektrochem. Soc., 105. köt. 5. sz. 1958. máj. 275—278. old.

Sneerov, M. Sz., Podgoeckij, M. L., Braveman, E. M.: **A titán- és a magnéziumgyártás technológiai folyamatainak automatizálása.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 6. sz. 1958. jún. 38—41. old.

Wood, F. W., Adams, R. P.: **Formák titán öntéshez.** Light Metal Age, 15. köt. 7/8. sz. 1957. aug. 18—20. old.

Titán olvasztása. Metal Ind., 92. köt. 16. sz. 1958. ápr. 312. old.

Jaffee, R. I.: **Titánötvözetek.** Metal Progr., 71. köt. 6. sz. 1957. jún. 101—103. old.

Új titánötvözetek. Light Metal Age, 15. köt. 7/8. sz. 1957. aug. 36—37. old.

Félvezető fémek

Raabe, G.: **Szín germánium előállítása fizikai módszerrel.** Chemische Techn., 10. évf. 4. sz. 1958. ápr. 203—207. old.

Bonfiglioli, G.: **A félvezetők villamos-vezetőképességének elmélete.** Metallurgia Ital., 50. köt. 4. sz. 1958. ápr. 126—130., 148. old.

Labachelerie, M. G.: **A félvezetők elektronikája és annak felhasználása.** Metallurgia Ital., 50. köt. 4. sz. 1958. ápr. 131—135. old.

Bradshaw, S. E.: **Germánium és szilícium tisztítása és feldolgozása.** Metallurgia Ital., 50. köt. 4. sz. 1958. ápr. 143—148. old.

A két leggyakrabban használt félvezető a germánium és a szilícium. A dioxidból redukcióval előállított germániumot még tisztítani kell zónás olvasztással. A szilícium tisztításakor az első lépcső a szennyezések illósítása. Az egykristályokat olvadékból húzással állítják elő.

Uránelőállítás

Poirier, R. H., Calkins, G. D., Lutz, G. A., Bearse, A. E.: **Urán elválasztása tóriumtól ioneseréléssel.** Industrial. Engng. Chem., 50. köt. 4. sz. 1958. ápr. 613—616. old.

Niedrach, L. W., Glamm, A. C., Brennan, M. E., Dearing, B. E.: **Urán kinyerése rozsdamentes acélból készült fűtőelemekből.** Industrial-Engng. Chem., 50. köt. 5. sz. 1958. máj. 763—766. old.

Niedrach, L. W., Dearing, B. E.: **Elektrolitikus redukcióval oxidjaiból előállított urán fém.** J. Electrochem. Soc., 105. köt. 6. sz. 1958. jún. 353—358. old.

Báriumfluorid-magnéziumfluorid sóolvadékban oldott tetszőleges uránoxidot elektrolizál. Az anódáram sűrűsége 3,6 amp/cm².

Harrington, C. D., Ruehle, A. E.: **Urándioxid porok előállítása és tulajdonságai.** Chem. Engng. Progr., 54. köt. 3. sz. 1958. márc. 65—70. old.

Ritka fémek

Akerman, K., Krajewski, J., Ryczek, M., Kruszewski, K.: **Cirkon-tartalmú homokok szelektív dúsításának vizsgálata.** Przem. Chem., 37. évf. 5. sz. 1958. máj. 343—349. old.

Új eljárás gallium kinyerésére. Chem. Engng. Progr. 54. köt. 4. sz. 1958. ápr. 142. old.

Az US 2,823096 P. sz. szabadalom ismertetése, mely trihalidon keresztül állít elő galliumot.

Petru, F., Prochzka, V., Hájek, B.: Tömör kadmium fém előállítása. Collection, 23. köt. 3. sz. 1958. márc. 367—371. old.

Porkohászat

Kiefer, R., Meyer, R.: **Porkohászat.** Chimie-Ind. 79. köt. 4. sz. 1958. ápr. 414—431. old. 52 bibliográfiával, összefoglaló.

Kiefer, R., Meyer, R.: **Porkohászat.** Chimie-Ind. 79. köt. 5. sz. 1958. máj. 589—599. old.

A fejlődés mai fokán várható jövő felhasználási területek.

Ehrlich, G., Schulze, D.: **Összehasonlítás a kémiailag gyártott fémporok és fémoxidporok fajlagos felülete és szemcsenagyságának megoszlása között.** Kolloid-Z., 155. köt. 1. sz. 1957. nov. 19—31. old.

A vonatkozó irodalom bőséges tárgyalása.

Petrdlik, M.: **Szennyezők hatása a porkohászatban.** Collection, 23. köt. 3. sz. 1958. márc. 372—375. old.

A szennyezőtartalom változása a wolfram- és wolframkarbidporok előállításakor. Zsugorított fém- és fémkerámiai súrlódó anyagok. Metallurgia, 57. köt. 343. sz. 1958. máj. 247—250. old.

Zsugorított súrlódó anyagok előállítási módja. A fémporokból zsugorított idomokat a kenőanyagok jól átitatják és így jó súrlódáscsökkentő hatásúak. Ugyanakkor a fémes részek a méret- és alaktartást biztosítják és jó hővezetők. A fémkerámiai anyagok hasonló célra való felhasználása akkor indokolt, ha igen nagy hőmérsékletet kell a súrlódó felületeknek kibírniok.

Erdmann—Jesnitzer, F., Arnold, A.: **Alumínium-réz porok zsugorításakor a folyékony fázisban keletkezett alumínium-réz vegyületekről.** Metall, 12. évf. 3. sz. 1958. márc. 179—185. old.

Fémek és ötvözetek tulajdonságai

Shewmon, P.: **Diffúzió fémekben.** Industrial-Engng. Chem., 50. köt. 3. sz. 2. old. 1958. márc. 492—495. old.

Az utóbbi évek fémdiffúziós irodalmának összefoglalása 88 hivatkozás alapján.

Clare, J. W. H.: **Az alumíniumban végbemenő diffúziós folyamatok áttekintése.** Metallugria, 57. köt. 344. sz. 1958. jún. 273—278. old. Az irodalomban az alumíniumötvözetek diffúziójára vonatkozó adatok összegyűjtésével azok közvetlen értékelését kívánja biztosítani. Az öndiffúzióra és a különböző oldott elemek diffúziójára közölt értékek egyaránt érzékenyek a kísérleti, illetve mérési körülményekre. A kísérleti hibaforrások taglalása. Az egyes ötvözetek diffúziós együtthatójának változása a koncentrációval és a hőmérséklettel.

Az alumínium-csapágyfémek legújabb fejlődéséről. Metall, 12. évf. 3. sz. 1958. márc. 214—215. old.

Seliger, H.: **A magnéziumtartalmú ólomcsapágyfémek továbbfejlesztése.** Freiberger Forschungsh., kiadványos 28. köt. 1958. 5—20. old.

Dempsey, E., Kay, A. E.: **A plutónium fém vizsgálata. J.** Inst. Metals, 86. köt. 8. sz. 1958. ápr. 379—384. old.

Anastasiades, E.: **Az önkristályok növekedési kinetikája.** Freiberger, Forschungsh. 21. köt. 1958. 1—92. old.

Smart, R. F.: **Óntartalmú titán és cirkon ötvözetek.** Metallurgia, 57. köt. 342. sz. 1958. ápr. 181—188. old.

Az ón igen fontos ötvözője a titánnak és a cirkonnak, különösen a nagy tartósszilárdságú ötvözetek előállításánál. A titánba és a cirkonba ötvözött ón hatása az ötvözetek fizikai tulajdonságaira.

Erdmann—Jesnitzer, F., Hadamovsky, H.: **A nyomelemek hatása a könnyen oxidálható fémolvadékokra és feldúsulásuk az olvadék felületén.** Freiberger Forschungsh. 28. köt. 1958. 32—35. old.

Alakítás

Ermanok, M. Z.: **Alumíniumötvözetek dugó nélküli csőhúzásának vizsgálata.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 5. sz. 1958. máj. 70—77. old. Alumíniumlemezek gyártása. Metallurgia, 57. köt. 343. sz. 1958. ápr. 175—180. old.

Kolpasnikov, A. I., Dzja-Min-Guan, Korolev, V. D.: **Újdonságok az alumínium és alumíniumötvözetekből készült lemezek gyártásánál.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 5. sz. 1958. máj. 62—70. old. Szalagszélesség automatikus mérése egy meleg hengerműben. Metallurgia, 57. köt. 344. sz. 1958. jún. 307—308. old.

A szalaghengerléskor a szalagszélesség ingadozását a hőmérsékletváltozások okozzák. Az átfutó szalag természetes infravörös sugárzását két optikai felvevőkészülékkel észlelve, kiegyenlítő fotocella segítségével automatikusan szabályozzák a hengerlési hőfokot.

Fejgin, V. I., Zsirjakov, N. I., Boguszlavszkij, I. M.: **A hengerlés automatizálása a színesfémkohászatban.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 6. sz. 1958. jún. 42—52. old. Az Ordzsonikidzei üzem technikai felszerelése.

Hellwig, W.: **Vastagságmérő berendezés a fóliahengerléshez.** Alumínium, 34. évf. 4. sz. 1958. ápr. 206—207. old.

Korrózió és felületkezelés

Smeltzer, W. W., Everett, L. H.: **Fémek oxidációja.** Industrial-Engng. Chem. 50. köt. 3. sz. 1958. márc. 496—502. old. Az utóbbi évek 199 fémoxidációra vonatkozó cikkének összefoglaló áttekintése.

Prati, A.: **Alumínium anódos bevonatainak vizsgálata.** Alluminio, 27. köt. 4. sz. 1958. ápr. 165—172. old.

Malinowska, A.: **Az elektropolírozás hatása a hígított salétromsavban levő alumínium korrózójára.** Przem. Chem., 37. évf. 5. sz. 1958. máj. 336—338. old.

Lorking, K. F.: **Réz, bronz és alumínium elektropolírozása.** Metal Finishing, 56. köt. 3. sz. 1958. márc. 64. old.

Vermilyea, D. A.: **Elektrolit oldatok tisztítási módszere.** J. Electrochem. Soc., 105. köt. 5. sz. 1958. máj. 286—287. old.

Oldatoknak a felületre való hatását vizsgálva, kitűnik a szennyezők erősen zavaró hatása. Rendszerint ezeknek tulajdonítható az elektródok passzivitása is. Oxidációval ez a zavaró jelenség kiküszöbölhető és az oldatokban levő szerves szennyezők eltávolíthatók.

Ipari feldolgozás és felhasználás

Bothe, W. E.: **Korunk féme az alumínium.** Metall, 12. évf. 4. sz. 1958. ápr. 321—324. old.

Kyri, H.: **Zománcozott alumínium.** Alumínium. 34. évf. 4. sz. 1958. ápr. 213—216. old.

Alumíniumfólia tulajdonságai és felhasználási módjai. Metall, 12. évf. 3. sz. 1958. márc. 238—239. old.

Az alumíniumfólia hatásos hőszigetelő. Alumínium, 34. évf. 4. sz. 1958. ápr. 230. old.

Kern, R.: **Alumínumcsövek felhasználása öntözőberendezésekben.** Alumínium, 34. évf. 4. sz. 1958. ápr. 217—219. old.

Üzemgazdaságtan

Blohm, H.: **A gyakorlati racionalizálás üzemgazdasági szempontjai.** Metall, 12. évf. 4. sz. 1958. ápr. 309—313. old.

Sugárveszélyt jelző készülék Röntgen- és gammasugárral dolgozó egyének részére. J. Sci. Instr., 35. évf. 5. sz. 1958. máj. 188. old.

Történet

Vaultier, R.: **A réz a középkorban, az egyes művek és alkotóik.** Cuivre, Laitons, 42. sz. 1958. márc.—ápr. 28—31. old.

Ball, J. G., Lord, W. B. H.: **A legrégibb plutóniumüzem története.** J. Inst. Metals, 86. évf. 8. sz. 1958. ápr. 369—379. old.

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1530 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 93.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)
47803 - 659/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

KOHÁSZATI lapok

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

6. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 6. SZ. 233—284 OLD. BUDAPEST, 1959. JÚNIUS

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Schottner Lajos: St—52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása 233
Bakányi Márton: Dorrok nátronkoncentrációjának számítása 240
Bakányi Márton: Dorrok iszaptartalmának mérése 243
Dr. Horváth Zoltán: A cinkelektrolízisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása 245
Komlósy Antal: Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon 255
Hegedüs—Stefán: Alakítható Bz5, Bz8 bronzlemezek és szalagok minőségi és felületi hibái 262
Réti Pál: Izotópok használata belső anyaghiba kimutatására 267
Egyesületi hír 273
Ivan Pavlovics Bardin 75 éves 274
Egyetemi hírek 274
Logodi László: A kovácsolóipar fejlesztése a felhasználóipar szerkezeti változásának függvényében 275
Kohászati Kongresszus Prágában 279
Könyvismertetés 280
Műszaki és gazdasági hírek 281
Műszaki eseménynaptár 284

ÖNTÖDE:

Öntödei napok 137
Öntödei kiállítás 154

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144.— Ft. Egyesületi tagoknak: 96.— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **6. szám** 1959. június

St 52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása[1]

SCHOTTNER LAJOS okl. kohómérnök

DK: 669.014.018.292

Производство стали типа ШТ52 с большим пределом текучести

Herstellung von Stählen mit hoher Fliessgrenze der Kategorie St 52

Producing steels with high yield points of the grade St 52

1. A nagy folyáshatárú acélok fejlődése és felhasználásának területe

A magasépítés, hídépítés, a közlekedés és szállítási ipar gazdaságossági okokból mindinkább megköveteli a nagy folyáshatárú szerkezeti acélok gyártását. Az acélszerkezetek és járművek építéséhez felhasznált szerkezetekben messzemenő súlymegtakarításra törekszenek. Ezt a követelményt a kialakított rendszabályokon, pl. a legkedvezőbb tehetetlenségi nyomatékkal rendelkező szelvények kiképzésén kívül, mindenekelőtt az egyre nagyobb terhelést bíró szerkezeti acélok révén igyekeznek kielégíteni.

A világ első vashídját 1779-ben építették 31 méter fesztávolsággal Angliában a Severn fölé. A híd 1938-ig lényeges változtatás nélkül volt forgalomban. A hídépítésben kezdetben csak öntött vasat használtak, később hegesztett acélt. 1880-tól kezdték a legszélesebb területen az St37 szerkezeti acélt használni.

Már a századforduló előtt voltak törekvések arra, hogy a megengedhető igénybevételeket az acél folyáshatárának és szakítószilárdságának növelésével fokozzák. Már 1883-ban St37 helyett St48 minőséget használtak hídépítéshez. Az 1914-et megelőző években szórványosan használtak nikkellel ötvözött acélt. 1927 körül átmenetileg előtérbe lépett az St42, majd 1928-tól egyre növekvő mértékben terjedt el az acélszerkezetek építéséhez az St52 minőség.

A súlymegtakarításra irányuló törekvés a továbbiakban oda vezetett, hogy a hídépítésben egyre fokozódó mértékben tértek rá a szegecselésről a hegesztésre. Az egyik első hegesztett hidat már 1929-ben építették a Rhone folyó felett.

[1] Az acélgyártó konferencián 1958. febr. 26-án Diósgyőrben elhangzott előadás.

Az acélszerkezetek építésében tehát egy időben az 1928—1930-as években két újítást vezettek be. Az egyik újítás egy új szerkezeti acélminőségnek az St52-nek használata, a másik újítás pedig a szegecselésről a hegesztésre való áttérés volt. Az 1936-tól 1938-ig terjedő években néhány olyan meghibásodás lépett fel, amelyek azt mutatták, hogy St52 hegesztése olyan problémákat jelent, amelyek az St37 hegesztésekor mindaddig még nem bukkantak fel. A hegesztett szerkezetekben hirtelen rideg törések mutatkoztak, ezeknek okát azonban kezdetben nem látták világosan. Ezek a meghibásodások a hegesztésre érzékeny St52-nek visszaesését jelentették. Az St52 szerkezeti acél hegesztését a 20 mm-nél vastagabb szelvényekre — bár csak átmenetileg, de — teljesen betiltották.

Kezdetben a törések tulajdonképpeni okának az St52 hegesztésekor fellépő edződést tartották. Csak a (Kommerell szerint végzett) varrathajlító próba hozott új szempontot az acél értékelésében.

A második világháború a rendszeres kutatómunkában látszólag megszakítást jelentett.

Az elmúlt 10—12 évben azonban rohamos fejlődésnek indult a nagy folyáshatárú, főképpen az St52 típusú acélok gyártása.

A nagyfolyás határú acélminőségek használata jelenleg már nagyon kiterjedt. Felhasználásuk hegesztett és szegecselt kivitelben egyaránt fokozódott. Legfőbb használata: a híd és a magasépítés. Nem kevésbé fontos terület a jármű- és hajóépítés, ahol a súlycsökkentésnek különösen fontos szerepe van. Újabban a kazánszerkezetekben is egyre nagyobb tért hódít.

2. A hegesztéskor fellépő edződésre és a rideg törésre való hajlam csökkentésének, ill. kiküszöbölésének módjai

Az St52-t az St37-től két döntő, lényeges tulajdonság különbözteti meg, mégpedig a hegesztéskor az edződésre és a rideg törésre fokozott hajlam. Mindkét tulajdonság egymástól lényegesen különbözik. Az edződés révén az átmeneti rétegben vagy már a hegesztéskor, vagy csak később egy igénybevétel alkalmával repedések keletkez-

nek. Egy acélnak a rideg töréssel szemben tanúsított biztonságát azon tulajdonsága jellemzi, hogy az így keletkezett repedéseket a hőhatást nem kapott szelvényében fogja fel és ezáltal a teljes törést meggátolja. Míg tehát a repedésre való hajlamosságot csakis az edződött átmeneti öv tulajdonságai befolyásolják, addig a rideg törésre való hajlamot az acélnak ezen a rétegen kívül eső tulajdonságai határozzák meg.

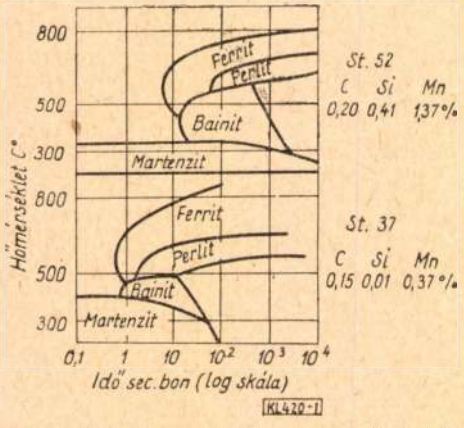
A hegesztés átmeneti övében repedések csak akkor keletkeznek, ha benne martenzit fordul elő. A keménység növekedése a ferrittől a bainitig aránylag kismértékű, a bainittől a martenzitig az ugrás igen hirtelen (1. táblázat).

1. táblázat

Az átmeneti öv egyes szövetelemeinek mikrokeménysége

Szövetelem	A mikrokeménység középértéke (20 kg-os terhelés)
Ferrit	154
Perlit	238
Sorbit	252
Troostit	320
Bainit	371
Martenzit	735

Ha az átmeneti övben a repedéseket ki akarjuk küszöbölni, meg kell akadályozni a martenzit kialakulását. Ebből az okból részletesebben kell foglalkozni a martenzit keletkezési feltételeivel.



1. ábra. Az St37 és az St52 jelű acélok folyamatos lehűlésének időhőmérséklet átalakulási diagramja

Az 1. ábra az St37 és St52 átalakulási viszonyait mutatja az átalakulás hőmérséklete és az átalakulás sebességének függvényében. Az ábrából láthatjuk, hogy ha a lehűlés sebessége kicsi akkor a lehűlés görbéje beleesik a perlit fokozatba, ahol a ferrit mellett perlit, szorbit és troosztit van jelen.

Ezeknek még elég nagy az alakíthatóságuk. Fokozott lehűlési sebesség mellett az átmeneti fokozatba jutunk, ahol ismét különféle bainit gyűjtőnévvel jellemzett perlitféleségek keletkezhetnek. Ezeknek az alakítási lehetősége is még elég nagy ahhoz, hogy elkerülhető egy idő előtt jelentkező repedésképződés. Ha a lehűlés sebessége olyan nagy, hogy az említett két fokozat közül már egyik sem állhat elő, akkor mintegy 350 C°-on a martenzit képződés területére jutunk.

Általában a hegesztéskor az átmeneti öv rendkívül gyorsan hűl, mert a környező hideg anyag a hegesztéskor keletkezett hőt igen gyorsan elvezeti. Annál gyorsabb ez a lehűlés, minél vastagabb a lemez.

A martenzit képződés kiküszöbölésére a nagy folyáshatárú acélokban főleg négy eszköz áll rendelkezésünkre.

1. a kémiai összetétel,
2. az acélgyártás módja,
3. az anyag vastagságának megválasztása,
4. a hegesztés módja.

1. A kémiai összetétel befolyása az edződésre. Az egyes ötvözőelemek befolyását (2. táblázat) az acél edzhetőségére képlettel meg tudjuk határozni. Ismeretes, hogy a C az az ötvözőelem, amely az acél edzhetőségére a legnagyobb hatást gyakorolja. A többi elem hatása a C-re vetíthető és C ekvivalens alakjában fejezhető ki.

2. táblázat

Az acél beedződési hajlamának megítélésére szolgáló képlet, illetve összefüggés (Voldrich és Harder szerint)

C-ekvivalens $C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4}$ %

Legnagyobb keménység	C-ekvivalens (%) ha a lemezvastagság mm-ben			
	6,35	12,7	25,4	50,8
1. 350 alsó varrat repedezettség nélkül	0,60	0,50	0,45	0,40
2. 250 kellő üzembiztonsághoz	0,45	0,40	0,35	0,30

2. Az acélgyártás módjának befolyása az edződésre. Ha az acélgyártás módja finomszemcsére vezet, akkor edződésre érzéketlen acél állítható elő. Az acél mesterségesen beoltható kristályosodási magokkal, ami által az ausztenit átkristályosodása a belőle keletkező perlit vagy bainites szövetbe erősen meggyorsítható. Gyakorlatilag ez a hatás kis mennyiségű Al, Ti és V hozagolással érhető el.

3. Az anyag vastagságának befolyása az edződésre. Mint már említettük, minél vastagabb anyagot hegesztünk, annál nagyobb a lehűlés sebessége és ennek következtében a beedződés.

4. A hegesztés módjának befolyása az edződésre. A hegesztés módja által az átmeneti öv keménysége befolyásolható. Ha a varratot aránylag lassan húzzuk, akkor az átmeneti övben kisebb keménységet és nagyobb szívósságot kapunk, mint gyorsabb varrathúzással.

A fent elmondottakból következik, hogy egy szerkezet tervezésekor, valamint hegeszthető nagy folyáshatárú acélminőség gyártásakor a három szempontot mindig együttesen kell megvizsgálni és kellő mérlegelés alapján kell a megfelelő minőséget és a szerkezeti elemek vastagságát megválasztani.

Ha azonban az átmeneti övben mégis repedésképződés veszélye áll fenn, akkor a repedések megelőzésére hegesztéshez az anyagot elő kell melegíteni.

Ahhoz, hogy edződésre eléggé érzéketlen acélt építsünk a szerkezetekbe az szükséges, hogy az acélgyártó, a szerkesztő és a kivitelező is messzemenően vegye figyelembe a fent elmondottakat.

Az acélgyártó feladata egyrészt, hogy egy bizonyos meghatározott összetételű acélt biztosítson, másrészt 20 mm-nél vastagabb szelvényekhez feltétlenül finomszemcsés acélt állítson elő. A megengedhető maximális C-tartalom megállapításához figyelembe kell venni, hogy az acélműben az egyes adagok közt minimum 0,05%-os C eltérés a mai adottságok miatt szükséges és megengedett. Általában a C-határt 0,20%-ban maximálják. Meg kell jegyeznünk, hogy a kémiai összetétel előírására és betartására még több más szempontot is figyelembe kell venni, amiről később még megemlékezünk.

Az acél edződésre való hajlamát a következő módszerekkel ellenőrizhetjük :

1. Az edződött átmeneti öv képlékenységét és szívósságát ütőpróbával vizsgálhatjuk. Így közvetlen értékeket kapunk az átmeneti öv alakíthatóságára. Ezek a próbák azonban igen nagy szóródást mutatnak.

2. Sokkal áttekinthetőbb képet ad, ha az acél edződésre való hajlamát Jominy-próbával ellenőrizzük. Itt előírhatunk pl. a homloklaptól 2 mm távolságban egy bizonyos maximális keménységet.

Az St52 típusú acélok másik lényeges döntő tulajdonságát is meg kell vizsgálnunk, a ridegtörésre való hajlamot. Egy szerkezet ridegtörés állóságát számos tényező befolyásolja, ezek közül a legfontosabbak :

1. a szerkezet fajtája,
2. az igénybevétel,
3. a belső feszültségek,
4. az acél minősége,
5. a hőmérséklet,
6. az anyag vastagsága,
7. a hegesztés módja,
8. a feszültségmentesítő lagyítás lehetősége.

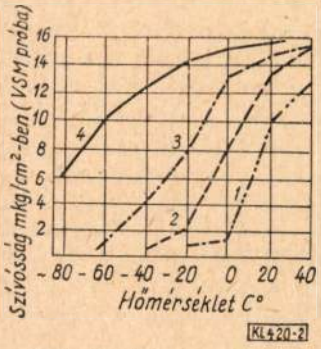
A ridegtörést álló acél jelentős többletköltséget kíván. Ezért a probléma nem abban rejlik, hogy hogyan állítsunk elő ridegtörést álló acélt, hanem hogy milyen szerkezetekhez és főleg milyen szerkezeti elemekhez kell ridegtörést álló acélt venni.

1. A hőmérséklet, az acélminőség, az anyag vastagsága és a folyáshatár befolyása a ridegtörésre.

Az acél ridegtörés állóságának vizsgálati módszerei az ütőpróba és a varrathajlító próba. A képlékenység megállapítására felhasznált fajlagos ütőmunka alakulását a hőmérséklet függvényében vizsgáljuk.

A szerkezeti acélok csökkenő hőmérsékleten ridegekké válnak. Normális szakítóvizsgálat végzésekor, ahol túlnyomóan egytengelyű igénybevételről van szó, a ridegtörés csak igen kis hőmérsékleten, mínusz 180 C°-on lép fel. Ha azonban az igénybevétel a bemetszés áttételével több tengelyűvé válik, akkor a ridegtörés lényegesen nagyobb hőmérsékletek felé tolódik el.

Az acél minősége, főképpen az acél finomszemcséje nagy befolyással bír a ridegtörés-állóságra. Ezt bizonyítja a 2. ábra, amely négy különböző módon gyártott acél fajlagos ütőmunka görbéit tünteti fel.



2. ábra. Négy különbözőképpen készített acél jellemző szívósság hőmérsékletgörbéje

1-es görbe csillapítatlan Thomas-acél, 2-es görbe csillapítatlan SM-acél, 3-as görbe csillapított SM-acél, 4-es görbe finomszemcsés acél

A ridegtörés-állóságra további nagy hatást gyakorol az anyag vastagsága. Növekvő anyagvastagság a ridegtörés területét nagyobb hőmérsékletek felé tolja el. Az anyagvastagság befolyását a ridegtörés-állóságra célszerűbb varrathajlító próbával vizsgálni. Míg az ütőpróbán a többtengelyű feszültség nagyságát csupán a bemetszés geometriai alakja és a törés szelvénye határozza meg, addig a varrathajlító próbán a többtengelyű feszültséget maga a hegesztés szolgáltatja. Minél vastagabb az anyag, annál nagyobb az ellenállás, amely az olvadási hőmérsékletre felmelegített anyag zsugorodásának ellenáll.

Az acél ridegtörés-állóságára a folyáshatár értéke is befolyással bír. A folyáshatár befolyását az acél ridegtörés-állóságára ütőmunka vizsgálattal alig, viszont varrathajlító próbával teljes mértékben ki lehet mutatni. A növelt folyáshatárú acélok erősebben hajlamosak a ridegtörésre.

A varrathajlító próbának az ütőpróbával szemben tehát bizonyos előnyei vannak, mivel a hegesztett szerkezetben uralkodó viszonyokat befolyásoló tényezők, melyek az anyag vastagságával és a folyáshatárával függnek össze, jól megközelíthetők.

2. A szerkezeti kivitelezés hatása és a megmunkálás befolyása a ridegtörés-állóságra.

A jól átgondolt szerkesztés a biztonságot nagymértékben növeli. Hegesztett szerkezet tervezéséhez alaptétel az, hogy a hegesztési feszültségeket minimális értéken tartsuk. Figyelembe kell venni, hogy több hegesztési varrat kereszteződése mindig veszélyes pontot képez.

Teljesen jogos az a felfogás, hogy egy hegesztett szerkezet annál jobb, minél kevesebb rajta a hegesztés.

3. A szakítószilárdság és folyáshatár viszonyszám növelésének módjai

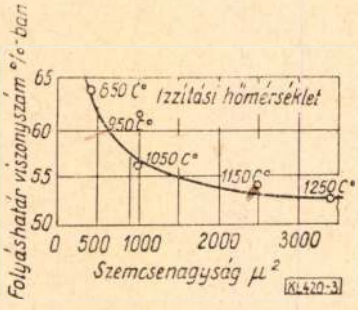
A tervező általában úgy tervezi meg a szerkezeteket, hogy az igénybevételek a folyáshatár alatt maradjanak, mégis számolni kell azzal, hogy a folyáshatárnál nagyobb helyi feszültségek is felléphetnek. Ezért olyan acélminőséget kell előállítani, amely nagy alakíthatósággal bír. A két különböző szempontot csak úgy tudjuk teljesíteni, ha nagy terhelhetőségre irányuló kívánalmat nagy folyáshatárral a jó hegeszthetőség és alakíthatóság elérésére pedig kis szakítószilárdsággal rendelkező acélt állítunk elő. Ezek szerint a szerkezeti acélok értékelésére a legdöntőbb tényező a folyáshatár és szakítószilárdság viszonyszáma.

A közönséges, lágy ötvözetlen szerkezeti acélok folyáshatárának és szakítószilárdságának viszonyszáma általában 60% körül van. A fejlődés célja nagyobb folyáshatár-viszonyszámmal bíró szerkezeti acél előállítása. Ez a fejlődés, a szerkezeti Si acélon át végül az St52-höz vezetett. Ennek az acélnak a keletkezését arra lehet visszavezetni, hogy olyan minőséget kerestek, amelyek megengedhető igénybevétele az St37-tel szemben mintegy 50%-kal növelhető, amiből a 36 kg/mm² minimális folyáshatárra irányuló követelés származott.

A korszerű acélszerkezetek alapvető követelménye a nagy szerkezeti hatásfok, azaz a szerkezet hasznos terhelésének az önsúlyához való viszonya. Ezt acélszerkezetre vonatkozóan túlnyomóan két tényezővel lehet szolgálni, a folyáshatár növelésével és a szegecselt kivitelről a hegesztettre való áttéréssel.

A folyáshatár viszonyszám alakulását leginkább a szemcsenagyság, az alakítás mértéke és hőmérséklete, valamint az acélban lévő zárvány beágyazódások befolyásolják.

A folyáshatár viszonyszám nő a szemcsenagyság csökkenésével. A szemcsenagyságnak a folyáshatár viszonyszámra gyakorolt befolyását 0,1% C- és 0,4% Mn-tartalmú lágy acélra a 3. ábrából lát-



3. ábra. Egy 0,1% és 0,4% Mn tartalmú acél szemcsenagyságának befolyása a folyáshatár viszonyszámra

hatjuk. Nagyobb C-tartalmú és ötvözött acélokra ez a hatás kisebb. A 0,20% C-tartalom alatti, szokásos módon dezoxidált acélok 300—1000 μ^2 szemcsenagyságával és kb. 57—65% folyáshatár viszonyszámával lehet számolni.

850 C° alatt befejezett hengerléskor a finomszemcsézet növekedése és a kristályok megnyúlása folytán 80%-nál nagyobb folyáshatár viszonyszámot is kaphatunk. Ezek az értékek azonban már 600 C° fölé izzítva a kristályvisszaalakulás és az újrakristályosodás révén a rendes értékekre süllyednek vissza. A szerkezeti acélok hegesztés, melegen való egyengetés, kovácsolás stb. útján való továbbfeldolgozása révén mindig előfordulhatnak 600 C°-ot meghaladó hőmérsékletek.

Ha a folyáshatár-viszonyszám növekedését akarjuk elérni, akkor csak az a lehetőség áll fenn, hogy az acél dermedésekor képződő beágyazódások (szegregátumok) fajtáit, nagyságát, ill. elosztását befolyásoljuk.

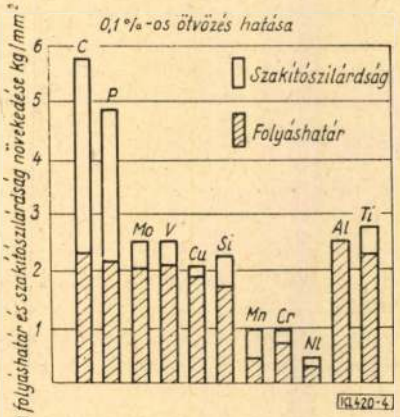
Azt a részecske nagyságot, amely a csúszást erősebben akadályozza és ezzel javítja a folyáshatár értékét és a folyáshatár-viszonyszámot, kritikus részecske nagyságnak nevezzük.

A kritikus részecske nagyságú szövetelemek előállítására több lehetőség van. Ezek a következők :

1. a martenzit szétesés,
2. az ausztenit átalakulásnak a perlit fokozaton belül a kisebb hőmérsékletek felé való áthelyezése,
3. bizonyos kritikus szemcsenagyságú fémvegyületeknek a perlitképződés hőmérséklete felett való szegregáltatása,
4. a kiválásos edzésnek alávethető acélok megeresztése,
5. a közbeeső szövetfokozat szétesése.

1. *Az edzés és megeresztés útján való nemesítés*, a martenzit képződés mértéke szerint igen nagy folyáshatár viszonyszámhoz (90%-nál nagyobb értékek is) és kiváló képlékenységi tulajdonságokhoz vezet. A hatás azon alapszik, hogy a martenzit megeresztésekor az igen finom karbidrészecskék kritikus szemcsenagysággal keletkeznek. A nemesítés gazdasági okokból nem kivitelezhető és legtöbbnyire olyan ötvözőtartalmat feltételez, amely a hegeszthetőséget erősen csökkenti.

2. *A perlit-képződésnek kisebb hőmérsékletekre való áthelyezése* gyorsított lehűléssel (pl. a hengerlési hőmérsékletről való edzéssel), vagy olyan elemekkel való ötvözés révén végezhető, amelyek csökkentik a kritikus lehűlési sebességet. Mindkét esetben nő a perlit-részesedés és nőni kezd a szakítószilárdság. Lényeges, hogy a cementit lamellák olyan finomak legyenek, hogy felvegyék a kritikus



4. ábra. 0,15% C-tartalmú csillapított acél ötvözőinek hatása a folyáshatárra és a szakítószilárdságra (Hoff szerint)

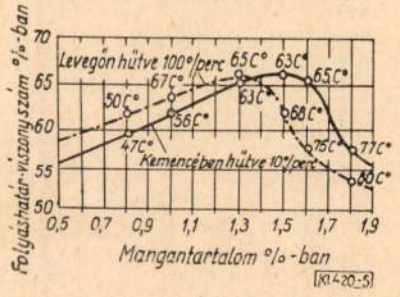
részecske-nagyságot és hogy az erősebb csúszásgátló hatás a folyáshatárt nagyobb mértékben emelje, mint a szakítószilárdságot. A szükséges edzőberendezések nagy költsége miatt ez sem gazdaságos.

3. *Bár az ötvözőanyag költségek nagyok, leggazdaságosabb az ötvözés.* Mindenesetre ügyelni kell arra — az acélok hegeszthetősége szempontjából —, hogy a C-tartalom a 0,20%-ot ne haladja meg.

A 4. ábra áttekintést nyújt a különböző ötvözőelemeknek, a lágy acél folyáshatárára gyakorolt hatásáról.

A Mn, Si, Ni és Cu olyan elemek, amelyek a vassal túlnyomórészt szilárd oldatot képeznek, és nemcsak jelentősen emelik a szakítószilárdságot a hegeszthetőség jelentősebb romlása nélkül, hanem a kritikus lehűlési sebesség csökkentése révén a perlitképződés hőmérsékletének csökkenésére vezetnek. Ezáltal olyan hatást érünk el, mint a hengerlési hőmérsékletről való edzéssel.

A leggazdaságosabb a Mn és Si ötvözése, mivel a nikkel igen drága ötvöző fém, továbbá a Cu 0,5% alatt a rezes acélok vörös törékenysége miatt csak nikkellel egyidejűleg ötvözhető.



5. ábra. A Mn-tartalom befolyása a 0,15—0,20% C és 0,40—0,50% Si-tartalmú acélok folyáshatárviszonyszámára

Az 5. ábra olyan görbéket mutat be, amelyek a Mn-tartalomnak 0,15—0,20% C- és 0,40—0,50% Si-tartalmú Mn—Si acélból való durva lemezek folyáshatár viszonyszámára gyakorolt hatását mutatják, különböző lehűlési sebességek mellett. A diagramra felvitt számok a hozzátartozó szakítószilárdságot jelentik. A görbe emelkedése arra vezethető vissza, hogy csökkenő perlitképződési hőmérséklet mellett a karbidrészecskék finomodnak és mind nagyobb mértékben érik el a kritikus részecske nagyságot. A görbe esése arra vezethető vissza, hogy vagy a kivált karbidrészecskék nem rendelkeznek többé a kritikus részecske-nagysággal, vagy pedig más szövetalkotó elemek hatása jelentkezik (*H. Neumeister* és *H. Wiester* vizsgálatai).

Az átmeneti szövetfokozat az igen finom karbidkiválások révén növeli a csúszást akadályozó hatást, ezáltal a folyáshatárt is. Csökkenés akkor lép fel, ha az átmeneti szövetfokozat mellett még olyan martenzit beágyazódások is előfordulnak, amelyek a csúszást akadályozó hatásra hasonló értelemben hatnak, mint a perlit-cementit lamellák. Ha ellenben csaknem tiszta martenzit van, akkor a folyáshatár viszonyszám egészen nagy értékig nő, amint azt a vízben edzett próbák eredményei is bizonyítják. Itt azonban nem szövetbeágyazódásokról, hanem szöveten belüli feszültségekről lehet, mint okról beszélni, amelyeket a szilárd oldatba kényszerített C idéz elő.

A folyáshatár, ill. a folyáshatár-viszonyszám megjavítása érdekében nem szabad olyan elemeket ötvözni, amelyek a kritikus lehűléssebességet tovább csökkentik és kedveznek a martenzites átmeneti szövetfokozat keletkezésének, mint pl. a Ni és a Mo.

A szilárdsági tulajdonságok javítása céljából olyan elemeket kell ötvözni, amelyek a C- vagy a N_2-vel kritikus részecske nagyságú fémvegyületeket képeznek s ezáltal növelik a csúszást gátló hatást és a folyáshatárt is. Ilyen elemeket csak olyan mennyiségben ötvözünk, hogy túlnyomórészt karbidok vagy nitridek alakjában kötődjenek meg. Ilyen elemek a V, Ti, Ta, Nb és Zr egészen 0,2%-ig, amelyek maradék nélkül megkötődnek karbidok és nitridek alakjában és igen finom beágyazódásokat képeznek.

Az alumínium csak meghatározott feltételek mellett képez nitrideket az N_2-vel. Az alumínium a karbidképzőkkel szemben csak a folyáshatárt és a folyáshatár viszonyszámot növeli. A kritikus lehűlési sebesség nem csökken a hegesztési hőmérsékletről való lehűléskor. Mindezek a tényezők a hegesztési tulajdonságokra különösen kedvezően hatnak.

4. *A kritikus részecske-nagyságú beágyazódások kiválásos edzés útján való képzése.* A kiválási effektus elérése érdekében az erre a célra számbajöhető csaknem összes ötvözőelemet edzés által oldatban kell tartani, ez olyan tény, amely ennek az eljárásnak lehetőségét a tömeggyártás szempontjából kizárja.

4. A nitrogén alumíniummal való megkötésének hatása a nagy folyáshatárú acélokra

Már kb. 15—20 éve ismeretes, hogy egy bizonyos, kis mennyiségű alumínium hozagolása által létrejön egy saját fajtájú finomszemcsézet, amely sokféle hatással van a fizikai tulajdonságokra. 1939-ben *E. Houdremont* és *H. Schrader* igen találó és közvetlen magyarázatát adták annak a hipotézisnek, hogy a saját fajtájú finomszemcsék keletkezése az alumíniumnitridek kristályosodási középpontokat képző hatásának tudható be.

Kis alumínium mennyiségeknek célszerűen előredezoxidált acélhoz való hozagolása az acél technológiai tulajdonságaira sokféle hatást gyakorol. A folyáshatár-viszonyszám, a képlékenység és az átalakulási sebesség nagyobb értékeket mutat, mint valamely durva szemcséjű acél.

W. Eilender véleménye szerint a szemcsefinomodást nem a szövezetben finoman eloszlott, s a szilárd vasban oldhatatlan Al_2O_3 zárványok idézik elő, hanem az alumíniumnitrid akadályozza a vas szemcséinek növekedését és ez az alumíniumnitrid a szemcse felbomlási hőmérsékleten alul oldhatatlan, azon felül pedig gyorsan oldatba megy. A szemcse-növekedés akadályozása mindenesetre

csak úgy értelmezhető, ha ennek az alumíniumnitridnek egy része a szemcsehatárokon kiválik és ezáltal az oldási hőmérséklet alatt szemcsehatár korlátozóként szerepel. Azt a nézetet, hogy az alumíniumnitrid kristályokat és nem az Al_2O_3 kristályokat kell kristályosodási középpontnak felvenni, abból a tényből is le lehet vezetni, hogy az alumíniumnitrid hexagonális rácsformát mutat, amely a kockaráccsal közeli rokonságban van, míg az Al_2O_3 kristályrácsa romboederes-hemiéderes rács. Kristály-csíra képződés szempontjából tehát ennek megfelelően az alumíniumnitrid rács a megfelelőbb.

K. Born és *W. Koch* egybehangzó összefüggést állapítottak meg mind a szekundér szemcsenagyság, mind az alumíniumnitrid-tartalom és a folyáshatár között. Növekvő alumíniumnitrid-tartalom mellett a folyáshatár nő. Ha azonban az alumíniumnitrid oldatba megy, akkor a folyáshatár csökken. Az oldatba menő alumíniumnitriddel párhuzamosan, ami kb. 1040—1090 C°-on következik be, a szemcsenagyság is megnő.

Abból a célból, hogy a megkívánt nitridkiválást és ezáltal a folyáshatár javulását elérjük, a melegalakítást a nitrid kiválási hőmérséklet-tartományában, vagyis lehetőleg 900 C° alatt kell befejezni, vagy pedig egy utólagos izzítást kell végezni a nitrid kiválási hőmérséklet-tartományában.

5. A hengerlési hőmérséklet befolyása a mechanikai tulajdonságokra

Mint ez előzőkben már kifejtettük, az alumíniummal kezelt szerkezeti acélok folyáshatár növekedése áll be, ha a hengerlést 900 C° hőmérséklet alatt fejezzük be. A kis hengerlési véghőmérsékletek betartása lényegesen függ a hengerelt áru fajtájától. Lemez hengerléskor nagyobb nehézség nincsen, a hengereltárut az utolsó szúrások előtt kb. 900 C°-ra kell lehűlni hagyni és ezután készre hengerelni. Profil acélokra azonban a szelvény alakjától függő hőmérséklet különbségek, valamint hengertörés veszélye miatt ez nehezen vihető keresztül. Profilok hengerlésének hőmérséklete rendszerint 1100—950 C° között van. Ebben a tartományban *Born* és *Koch* vizsgálatai alapján nem várható olyan hatás az alumíniumnitridek részéről, ami javítaná a folyáshatárt.

Az Ózdi Kohászati Üzemekben kísérleteket végeztünk abból a célból, hogy a hengerlés hőmérséklete miképpen befolyásolja a mechanikai tulajdonságokat (0,7 kg/t alumíniummal és 0,5 kg/t FeTi-nal dezoxidált, 90×90×9 mm méretű St52 típusú szögacélok hengerlésével végeztünk kísérletet). A kísérlethez egyazon adagból származó bugákból egyet 1000 C° körüli befejező véghőmérsékleten, egyet pedig 850 C° körüli befejező hőmérsékleten hengereltünk ki. Az eredményeket a 3. táblázat foglalja magában. A táblázatból kivehető, hogy — amint az várható is volt — a hideg hengerlés nagyobb szilárdsági és folyáshatárértéket adott, mint a meleg hengerlés.

6. A nagy folyáshatárú acélok gyártási technológiája

Az Ózdi Kohászati Üzemekben a következő minőségi előírású hídszerkezeti acélt gyártottuk.

Kémiai előírás:

$C < 0{,}20\%$, $Si < 0{,}60\%$,
$Mn < 1{,}40\%$, $P < 0{,}050\%$,
$S < 0{,}050\%$

3. táblázat

A hengerlési hőmérséklet befolyása az St. 52 típusú acél mechanikai értékeire

Adag-szám	Kontroll-elemzés %						Heng. hőmérs., C°			Mechanikai értékek					
	C	Mn	Si	P	S	Cu	Kezdete t_k	vége t_v	Δt	szak. szil. σ_B kg/mm²	foly. h. σ_s kg/mm²	$\frac{\sigma_s}{\sigma_B} 100$	nyúlás % δ_{10}	nyúlás % δ_5	kontr. % ψ
78 230	0,17	1,12	0,35	0,038	0,017	0,23	1230	1020 1040	200	53,4	37,6	70,5	22,5	33,0	67,8
78 230	0,16	1,19	0,35	0,040	0,020	0,24	1250	870	380	56,1	40,0	72,6	21,7	31,2	67,1
88 371	0,12	0,99	0,31	0,035	0,021	0,40	1200	1020	180	50,7	36,2	71,4	22,7	31,2	66,6
88 371	0,14	1,10	0,33	0,042	0,020	0,39	1230	870	360	53,6	38,0	70,9	21,6	31,6	65,4
88 372	0,12	1,02	0,39	0,039	0,018	0,42	1150	870	200	51,5	37,65	73,0	21,0	30,8	67,4
88 372	0,12	1,04	0,38	0,043	0,020	0,45	1200	1040	160	51,6	37,3	72,3	25,3	32,0	68,9
88 373	0,13	1,14	0,45	0,042	0,024	0,40	1180	1050	130	52,0	37,8	72,7	23,7	31,8	65,3
88 373	0,13	1,12	0,45	0,038	0,028	0,42	1230	870	360	55,3	40,0	74,1	21,0	29,0	70,6
88 374	0,12	0,97	0,32	0,035	0,026	0,39	1230	880	350	48,6	35,0	72,0	23,6	34,8	66,8
88 374	0,11	0,94	0,35	0,035	0,027	0,39	1200	1020	180	43,9	30,4	68,6	24,0	33,2	65,0

Mechanikai előírás :

Szakító szilárdság .. $\sigma_B = 52—62$ kg/mm²
Folyáshatár ..... $\sigma_S > 36$ kg/mm²,
Hosszirányú nyúlás .. 200 mm fix. jeltávra > > 24%,
Keresztirányú nyúlás . 200 mm fix. jeltávra > > 21%.
Nyúlás előírása ≧ 17 mm lemezvastagságra :
Hosszirányú nyúlás .. 200 mm jeltávra > > 22%,
Keresztirányú nyúlás . 200 mm jeltávra > > 19%.

Az acélt 68 tonnás betéttel járó, olajtüzelésű SM-kemencében gyártottuk. A betét 55% hulladékból és 45% folyékony nyersvasból állott. A beolvadás előirányzott kémiai összetétele a következő volt :

C = 0,75% ± 0,20%, P < 0,040%,
Mn = 0,25%, S < 0,060%,
salakbázikusság 2,0—2,5%.

A salakleeresztés módja és időpontja a betét P-tartalmától függ. Ha a betét P-tartalma 0,150 %-nál kisebb volt, akkor salakeresztést nem végeztünk, ha a P-tartalom a betétben 0,150—0,180% között volt, akkor a salakleeresztés beolvadás után is elvégezhető.

Ha azonban a P-tartalom 0,180% fölé emelkedett, akkor a salakot mindig a nyersvasbeöntés után kellett leereszteni.

Beolvadás után az érces frissítési szakasz 0,35% C-tartalomig tartott, átlagosan 0,35—0,60% C/óra sebességgel a kemence hőkapacitástól és a beolvadási C-tartalomtól függően. A frissítés ideje kb. 30 perc volt.

A frissítési szakaszt követő, tiszta fővetési idő 0,08—0,09% C-tartalom eléréséig tartott, maximálisan 0,30% C/óra sebességgel. A tiszta fővetés időtartama 50—60 perc volt.

A frissítés végén adtuk be a még szükséges salakképző anyagokat. A tiszta fővetés egyenletességét nem zavartuk semmiféle anyag adagolással.

Olyan volt a salakvezetés, hogy a végsalak bázisossága 3,0—3,3, FeO-tartalma 10—11% körül legyen.

A 0,08—0,09% C-tartalom elérése után dezoxidáltunk és ötvöztünk a kemencében. Az ötvözés megkezdésekor a salak tejfelsűrűségű volt. A FeMn-hozagolás 12,5—14,5 kg/t volt 65—70% Mn-tartalmú FeMn-ból. 0,08 C-tartalom alatt nem tartottuk a kemencében az acélfürdőt.

A FeMn beadása után a fővetés 10 percnél hosszabb nem lehetett. A csapolási hőfok 1490—1500 C° optikai pirométerrel mérve, korrekció nélkül (a valódi hőmérséklet kb. 1600—1610 C°).

Az üst fenekére már csapolás előtt elhelyeztük a 0,50 kg/t FeTi-t (a FeTi Ti-tartalma 20—25%). A FeTi-t azért helyeztük be előre az üst fenekére, mert a titán oldódása az acélban hosszabb ideig tart, mint a többi ötvöző, ill. dezoxidáló anyagé.

Az üstben való dezoxidálás és ötvözés a következőképpen történt. Amikor az üstben az acélszint kb. a 20—30 cm-t elérte, megkezdődött a dezoxidáló és ötvözőanyagok beadagolása. Először 3 kg/t száraz őrölt folypátot adagoltunk az acél felszínére. Ezzel elértük, hogy az acélfürdő felszíne védőréteget kapott. A védőréteggel célunk az volt, hogy az alumínium ne érintkezzék oxidosabb acélréteggel és ne képződhessék nagymértékű, helyi eloszlású Al_2O_3 zárvány. A védőtakaró azt is biztosította, hogy az alumínium nem érintkezhetett a levegő oxigénjével.

A folypátos védőréteg képzése után sorrendben a következő mennyiségű dezoxidáló és ötvözőanyagot adagoltuk az üstbe :

90% Si-tartalmú FeSi-ból 6,5 kg/t-t,
65% Mn-tartalmú FeMn affiné-ból 4,7 kg/t-t,
CaSi-ból 1,25 kg/t-t,
99% alumínium tartalmú huta-Al-ból 0,7 kg/t-t.

A lemezre szánt adagokat felsőöntéssel, míg profil-acélokra szánt adagokat alsóöntéssel öntöttük.

A lemezre szánt adagokat azért öntöttük felülről, mert az alsóöntésű anyagokban szekundérlunker fordult elő és az átvevőnek zárványosság szempontjából indokolatlanul túlzottak voltak a követelései. A felsőöntés után a zárványosság nem olyan nagymértékű, mint az alsóöntéskor és a zárványosság egyenletesebb elosztású. A felsőöntésre való tekintettel, az előnyújtott félterméket lángfúvatással felületileg gondosan tisztítottuk.

A felsőöntést alsóöntő szerelvényen végeztük. Először a beöntőtölcséren keresztül kb. 15—25 mm vastag réteget öntöttünk alulról, majd az öntést tovább folytattuk felülről. A kokillatípus felfelé szélesedő, felöntősapkával ellátott, 3,85 tonna súlyú négyzetes szelvényű kokilla volt. Az öntést 30 mm átmérőjű, magnezitgyűrűvel ellátott kagylón keresztül végeztük. Az ideális öntési sebesség 1 perc/t volt. Ha az öntési idő ennél hosszabb, akkor a kagylót *oxigénnel* tisztítottuk. A tuskóként minősített kizárási feltételek a következők voltak :

1. dugó nem zárás,
2. fröcskölő, terített sugárral való öntés,
3. ha az öntési idő hosszabb mint 4,5 perc/tuskó, vagy rövidebb mint 2,5 perc/tuskó,
4. ha 15 mm-nél nagyobb acélmaradvány esett öntés közben a kagyló nyílásából a kokillába.

Az alakos szelvényekre szánt adagokat alulról öntöttük, 45 mm átmérőjű kagylón keresztül. A kokillatípus megegyezett a felsőöntéshez használt kokillatípussal. Az előírt ideális öntési idő 4—6 perc/öntőtábla volt. *(Folytatjuk)*

KÖZLEMÉNY

A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából kiadásra tervezett évkönyv technikai okok miatt nem jelenhet meg, ezért az évkönyvbe szánt tanulmányokat folyamatosan, — külön megjelöléssel — a Kohászati Lapokban jelentetjük meg.

Dorrok nátronkoncentrációjának számítása

BAKÁNYI MÁRTON

DK : 622.75

Расчет концентрации натрона в доррах.

Berechnung der Natronkonzentration der Dorr-Eindicker.

Computing the natronconcentration in Dorr-thickener

Az ülepítő-Dorr kónuszán eltávozó zagy folyadék szilárd ($F : Sz$) aránya bauxitjainknál 2,5—4 között változik, tehát az iszap súlyának többszöröse aluminátlúg. Az iszapból ezt a nagymennyiségű lúgot Dorr-soron mossák ki. A teljes Dorr-sort pl. egy ülepítő és öt mosólépcső alkotja. A nátronveszteség tovább csökkentésére a Dorr-rendszert gyakran Kelly-szűrőállomással kapcsolják össze és a részben, vagy a teljes Dorr-soron kimosott vörösiszapot leszűrik, esetleg kausztifikálják, vagy más módon dolgozzák fel.

A mosó-Dorrok mérete, szerkezete és működése azonos az ülepítő-Dorrokéval. Kapcsolásuk az ellenáramú mosás elvén alapul, tehát a hátrafelé haladó zagy folyékony fázisának nátrontartalma Dorról Dorra kisebb lesz, az előre jövő mosóvíz nátronkoncentrációja pedig fokozatosan nő.

A mosó-Dorrok funkciója kétirányú : részben a vörösiszapot ülepítve besűríti, részben pedig a lúgot kimossa az iszaprészek közül. Egyes rosszul ülepedő magyar bauxitok, pl. az iszkaszentgyörgyi vörösiszapján szembetűnően tapasztaljuk, hogy az ülepítés a Dorrnak csupán a mosás érdekében végzett kényszerműködése. Az iszkai bauxit feldolgozásakor ugyanis a Dorr-soron a szűk keresztmetszet nem az ülepítőknél, hanem a mosóknál mutatkozik, ezért átmeneti túlterheléskor mindig először a mosók zavarosodnak be fokozatosan hátulról előre haladva, és a lisztezett ülepítő túlfolyása csak akkor lesz zavaros, ha a hígítóvíz már jelentős mennyiségű lebegőiszapot tartalmaz. Ennek részben a timföldminőség romlása a következménye, részben pedig megnő a hidrolízisveszteség, csökkenteni kell tehát a termelést, míg a mosók egyensúlya helyre nem áll.

A Dorr-mosórendszer utolsó tagjánál adódó nátron- és timföldveszteség a mechanikai veszteségeknek jelentős része lehet, különösen ülepítési nehézségek, vagy az iszap rossz tömörödésekor. Ezért lehetőleg egyszerűen, számítanunk és ismernünk kell az ideális állapotot, amelytől minden számottevő eltérés rendellenességre mutat. Az általánosan ismert [1] és használt számolási módszer rendkívül hosszadalmas művelet, mert első közelítésben nem vesz figyelembe nátronveszteséget, ezért a ténylegesnél nagyobb koncentrációkat ad, a további közelítések pedig, melyeket veszteséggel számolunk, váltakozva, alulról és felülről közelítik a helyes értéket és három számjegyre pontos adatokat csak a 8—10. közelítésben kapunk.

Ezért megkíséreltük a Dorr-sor végén adódó nátronveszteséget közvetlenül kifejezni, ennek ismeretében pedig a mosórendszer koncentrációját az első műveletsorozattal kiszámítani. A gondolatmenet a következő :

Legyen az ülepítő Dorr aluminátlúgjában $k \cdot Na_2O$ N g/l,
a kónuszzagy folyékony fázisának mennyisége Z m³/t timföld,
a pótvíz mennyisége P m³/t timföld és
a Dorr-sor végén Na_2O-veszteség V kg/t timföld,

akkor az ülepítő kónuszán keresztül az I. mosóba jut $N \cdot Z$. kg Na_2O/t timföld, de az I. mosóból V kg veszteséggel kevesebb, $N \cdot Z - V$ kg Na_2O jön vissza a hígítótartályba. Ha az I. mosó koncentrációja N_1 g/l, akkor abból túlfolyik $N_1 P$ kg Na_2O/t timföld. Tehát $N \cdot Z - V = N_1 P$. Ebből az I. mosó koncentrációja

$$N_1 = \frac{N \cdot Z - V}{P}$$

ugyanígy a II. mosó koncentrációja

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot Z - V}{P}$$

III. mosó koncentrációja

$$N_3 = \frac{N_2 \cdot Z - V}{P}$$

IV. mosó koncentrációja

$$N_4 = \frac{N_3 \cdot Z - V}{P}$$

V. mosó koncentrációja

$$N_5 = \frac{N_4 \cdot Z - V}{P}$$ azaz

X. mosó koncentrációja $N_x = \frac{N_{(x-1)} \cdot Z - V}{P}$

Az utolsó mosó, pl. N_5 képletébe helyettesítsük be a veszteség $V = N_5 \cdot Z$ egyenletét és az ebből kifejezett $N_5 = \frac{V}{Z}$ egyenlőséget :

$$\frac{V}{Z} = \frac{N_4 \cdot Z - N_5 \cdot Z}{P} = \frac{Z(N_4 - N_5)}{P}$$

Most N_4 és N_5 helyébe behelyettesítjük a fenti $N_1 \ldots N_5$ koncentrációs egyenletek megfelelő kifejezéseit :

$$\frac{V}{Z} = \frac{Z\left(\frac{N_3 \cdot Z - V - N_4 \cdot Z + V}{P}\right)}{P} =$$

$$= \frac{Z^2(N_3 - N_4)}{P^2} = \frac{Z^3(N_2 - N_3)}{P^3} =$$

$$= \frac{Z^4(N_1 - N_2)}{P^4} = \frac{Z^5(N - N_1)}{P^5} =$$

$$= \frac{Z^5\left(N - \frac{N \cdot Z - V}{P}\right)}{P^5} =$$

$$= \frac{Z^5 \cdot N \cdot P - Z^6 \cdot N + Z^5 \cdot V}{P^6}$$

Ebből V-t kifejezve, megkapjuk a Dorr-rendszer utolsó, esetünkben V. tagjánál adódó nátronveszteséget :

$$V = \frac{Z^6 N (P - Z)}{P^6 - Z^6} \text{ kg } Na_2O/t \text{ timföld}$$

vagy általánosan, az X. mosó Dorr után a veszteség :

$$V_x = \frac{Z^{(x+1)} N (P - Z)}{P^{(x+1)} - Z^{(x+1)}}$$

Ezen V képlettel számolt Na_2O kg/t timföldveszteséget behelyettesítve a fenti $N_1 \ldots N_x$ koncentrációs egyenletekbe, közvetlenül és elméleti pontossággal megkapjuk a Fuldă-féle módszer 8—10. közelítésének gyakorlatilag pontos eredményét.

Koncentrációs számításokhoz a fenti gondolatmenet végeredményét találtuk a legegyszerűbbnek. Csupán érdekesség kedvéért megemlítjük, hogy ha a $V = N_5 \cdot Z$ képletben N_5 helyére helyettesítjük be sorban a koncentrációs egyenletek mindegyikét és V-t kifejezzük, a

$$V = \frac{NZ^6}{Z^5 + PZ^4 + P^2Z^3 + P^3Z^2 + P^4Z + P^5}$$

kapjuk, mely lényegesen hosszadalmasabb számolással adja az előbbi képlettel azonos eredményt.

Egy Dorr-mosórendszerben a nátronkoncentrációk alakulását az alábbi számítással mutatjuk be. A számítást 1 t termelt timföldre vonatkoztatjuk.

Ha a bekevert bauxit tap. nedv. és izz. veszt., valamint a vörösiszap izz. veszt. különbsége alapján az eredeti, pl. 23 m³ bekeverő sűrűlúg a feltárás során felhígul 23,7 m³-re, és az expanziós veszteség (elpárolgott víz) mérés szerint 3,5 m³, akkor, ha 102 feltárás esetén a $20{,}1 \cdot 102 = 2050$ m³ autoklávlúgból összesen 257 t timföldet termeltünk, 1 t timföldet $2050 : 257 = 8$ m³ autoklávlúgból gyártottunk. Ha az autoklávlúgban a kauszt. Na_2O-tartalom 250 g/l, akkor a 8 m³ lúggal a Dorr-rendszerbe behozunk $250 \cdot 8 = 2000$ kg Na_2O-t. Ebből a Dorr-sor végén veszteségünk V kg Na_2O, melynek mennyisége ezúttal elhanyagolhatóan kicsi. Az autoklávzagy hígítása történjék 125 g/l kauszt. Na_2O-tartalomra, akkor az ülepítő-Dorrból túlfolyik és a kikeverőbe $(2000 - V) : 125 \approx 16$ m³ aluminátlúg kerül.

Ha a bauxitban 22,9% Fe_2O_3 és a vörösiszapban 44,0% Fe_2O_3 van, akkor 1 t bauxitból $22{,}9 : 44 = 0{,}52$ t vörösiszap keletkezik. Ha a bekevert bauxitban 54,0% Al_2O_3 volt, a végső timföldkihozatal pedig 76,0%, akkor 1 t bauxitból $0{,}54 \cdot 0{,}76 = 0{,}41$ t timföldet termelünk, ill. 1 t timföldet $1 : 0{,}41 = 2{,}44$ t bauxitból. Tehát az 1 t termelt timföldre eső 2,44 t bauxitból $2{,}44 \cdot 0{,}52 = 1{,}27$ t vörösiszap keletkezik.

Az iszapelvétel minden Dorrból úgy történjék, hogy 1 t vörösiszapra 3 m³ folyadék jusson. Az $F : Sz$ viszonyok a tiszta lúg fajsúlyának függvényében :

fs 1,24 — $F : Sz$ 3,72
fs 1,00 — $F : Sz$ 3,00

Miután 1 t termelt timföldre 1,27 t vörösiszap jut, a 8 m³ autoklávlúggal a Dorr-rendszerbe behozunk 1,27 t iszapot. Ha 1 t iszappal a Dorr-ból 3 m³ lúg távozik, 1,27 t iszappal elmegy $1{,}27 \times 3 = 3{,}7$ m³ lúg.

Tehát az ülepítő Dorrból a kikeverő felé 16 m³, az I. mosó felé 3,7 m³, összesen 19,7 m³ lúg távozik. Ugyanennyi be is folyik a Dorrba : 8 m³ autoklávlúg és $19{,}7 - 8 = 11{,}7$ m³ hígítóvíz. Az utolsó mosó-Dorrba is 11,7 m³ pótvizet kell adni, és minden Dorrból előre is 11,7 m³ oldatnak kell jönnie 1 t timföldre számítva. Ezt az állapotot mutatjuk be az 1. ábrán.

A példának felvett anyagforgalom mellett az utolsó mosó kónuszán adódó veszteség :

$$V = \frac{Z^6 N (P - Z)}{P^6 - Z^6} = \frac{3{,}7^6 \cdot 125 (11{,}7 - 3{,}7)}{11{,}7^6 - 3{,}7^6} =$$

$$= \frac{2\,565\,000}{2\,563\,000} = 1{,}00 \text{ kg } Na_2O/t \text{ timföld.}$$

Az utolsó mosó-Dorr koncentrációja :

$$N_5 = \frac{V}{Z} = \frac{1{,}00}{2{,}7} = 0{,}27 \text{ g/l } Na_2O$$

A teljes Dorr-sor koncentrációja :

I. mosó

$$N_1 = \frac{N \cdot Z - V}{P} = \frac{125 \cdot 3{,}7 - 1{,}0}{11{,}7} = 39{,}4 \text{ g/l } Na_2O$$

II. mosó

$$N_2 = \frac{N_1 Z - V}{P} = \frac{39{,}4 \cdot 3{,}7 - 1{,}0}{11{,}7} = 12{,}4 \text{ g/l}$$

III. mosó

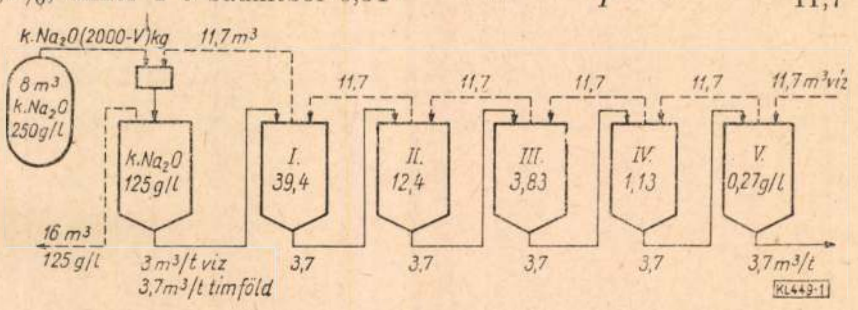
$$N_3 = \frac{N_2 Z - V}{P} = \frac{12{,}4 \cdot 3{,}7 - 1{,}0}{11{,}7} = 3{,}83 \text{ g/l}$$

IV. mosó

$$N_4 = \frac{N_3 Z - V}{P} = \frac{3{,}83 \cdot 3{,}7 - 1{,}0}{11{,}7} = 1{,}13 \text{ g/l}$$

V. mosó

$$N_5 = \frac{N_4 Z - V}{P} = \frac{1{,}13 \cdot 3{,}7 - 1{,}0}{11{,}7} = 0{,}27 \text{ g/l}$$



1. ábra. A Dorr-mosósor ideális egyensúlyi állapota, ha a kónuszíszap 302 g/l

Az adatokat bejegyeztük az 1. ábrába.

A számolt koncentrációs viszonyoktól való eltérésből következtetni lehet a Dorr-sor üzemzavarára. Pl. ha valamelyik Dorr kónuszában dugulás van, a következő Dorr koncentrációja lecsökken, viszont ha a rendszer az utolsó mosón kívül másutt is vizet kap (pl. Imperial-mosóvizet használnak autoklávmosásra, vagy a lisztkoaguláns iszapolóvizét, csapágyhűtővizet, teremmosóvizet nyomnak valamelyik Dorrba, vagy közvetlen gőzmelegítéssel az iszaptartályokba kondenzátum kerül stb.), a Dorr-sor koncentrációja a vízbelépés utáni Dorrtól az utolsóig megnő. A probléma jelentőségének szemléltetésére az előbbi számpéldával kapcsolatban tételezzük fel, hogy közvetlenül az ülepítő Dorrba 2 m^3/t timföld vizet viszünk be. Ebben az esetben az utolsó mosón keresztül csak $11{,}7 - 2 = 9{,}7$ m^3 víz jöhet be a rendszerbe. A veszteség

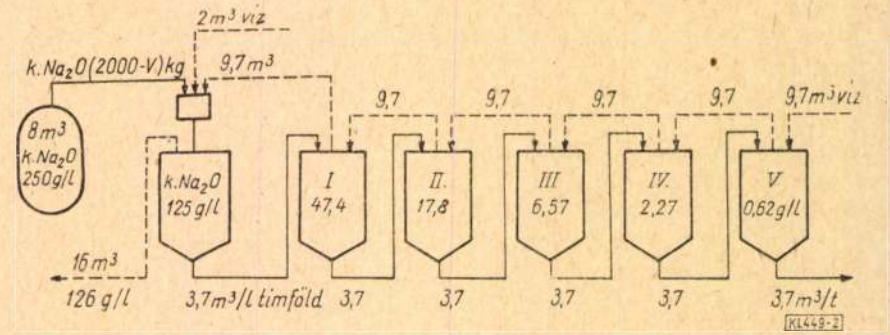
$$\frac{3 \cdot 7^6 \cdot 125\,(9 \cdot 7 - 3{,}7)}{9{,}7^6 - 3{,}7^6} = 2{,}31 \text{ kg } Na_2O/t \text{ timföld.}$$

A Dorr-sor koncentrációját a 2. ábra tünteti fel.

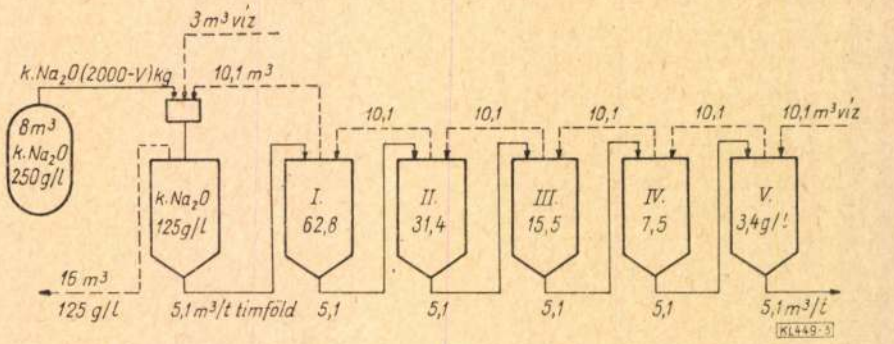
Magasabb $F : Sz$, ill. alacsonyabb iszap g/l-es üzem esetén a koncentrációs viszonyok eltolódása lényegesen nagyobb mértékű. Ha pl. minden t vörösiszapra 4 m^3 lúg jut (előbbiek szerint), ekkor az ülepítő $F : Sz$ viszonya 4,96, az utolsó mosóé 4,0, az iszap 232 g/l), azaz 5,1 m^3/t timföld és a Dorr-sor elején 3 m^3/t vizet viszünk be. A mosósor koncentrációja akkor a 3. ábrán feltüntetett módon alakul.

Látható, hogy a nátronveszteség $3{,}4 \cdot 5{,}1 = 17$ kg Na_2O/t timföldre nő. Ez a példa is szemléltetően mutatja a Dorr-sor vízgazdálkodásának és koncentrációs számításának jelentőségét.

Összegezve: a Dorr-sor üzemének vezetésekor igen fontos feladat a nátronkoncentrációk folyamatos figyelemmel kísérése. Ez csak a pótvíz pontos mérésével és egyenletes szinten tartásával érhető el. Fentiek szerint pontosan és gyorsan ki tudjuk számítani, hogy meghatározott iszapbesűrítéssel milyen lesz az egyes mosó-Dorrok várható nátronkoncentrációja. Az esetleg tapasztalt eltérések felhívják figyelmünket az iszapelvétel, vagy a vízbevitel szabályozásának szükségességére, mely intézkedéssel a nátronveszteség növekedése megelőzhető.



2. ábra. A mosósor nátronkoncentrációjának alakulása, ha közvetlenül az ülepítő-Dorrba 2 m^3/t timföld vizet viszünk be



3. ábra. A mosósor nátronkoncentrációjának alakulása, ha közvetlenül az ülepítő-Dorrba 3 m^3/t timföldet viszünk be és a kónuszisza p 232 g/l

IRODALOM

[1] *Fulda—Ginsberg:* Tonerde und Aluminium 1. Teil. Felter-Gruyter & Co. Berlin, 1951.
[2] *Dr. Sigmond:* Előadási jegyzet, Almásfüzitő, 1957.
[3] Chemical Engineers Handbook. New York, Toronto a. London, Mc Graw-Hill Book Campany, 1950.

Dorrok iszaptartalmának mérése

BAKÁNYI MÁRTON,

DK: 622.75

Измерение содержаная млама в доррах.

Messung des Schlammgehaltes im Dorr-Eindicker

Measuring the sludge content in Dorr-thickeners

Timföldgyárakban az aluminátlúg elválasztása a vörösiszaptól, továbbá a vörösiszap kimosása Dorr-ülepítő és mosórendszerben történik. Üzeme olcsóbb és egyszerűbb, mint bármilyen szűrőberendezésé.

A szükséges ülepítőfelület nagysága elsősorban a Dorrból kifolyó tiszta lúg mennyiségének és a vörösiszap ülepítési sebességének függvénye.

A Dorr-üzem teljes kapacitását akkor tudjuk a legjobban kihasználni, ha a helyes iszap-lúg egyensúlyt mindig fenntartjuk. A lúgelvételt a tiszta túlfolyás, az iszapvétel mértékét pedig a vörösiszap tömörödési képessége határozza meg. Ennek számszerű értékét a 24 óra alatt leülepedett iszapos fázisban a száraziszap g/l értéke, vagy a folyadék : szilárd ($F : Sz$) arány fejezi ki. Pl. ha az ülepítőcső magassága 35 cm, térfogata 100 ml, a jelig töltött zagy súlya 130 g, a lúg fajsúlya 1,250, az iszap fs. 3,20 a száraziszap mennyisége 8 g/100 ml, azaz 80 g/l, az ülepítendő zagy $F : Sz$ aránya $\frac{130-8}{8} = 15{,}2$. Legyen 24 óra elteltével az iszappárna magassága 8,0 cm, azaz térfogata 22,8 ml, akkor tömörödött részben az iszap mennyisége

$$\frac{8}{22{,}8} \cdot 1000 = 351 \text{ g/l}$$

és a $F : Sz$ arány

$$\frac{(22{,}8 - 8/3{,}2)\,1{,}25}{8} = 3{,}18.$$

A vizsgált zagy tehát a Dorrban maximálisan 3,2 $F : Sz$-ra, azaz 350 g/l száraz iszaptartalomig sűríthető be.

A besűrítés, ill. az iszapelvétel ellenőrzésére a Dorr kónuszából 1—4 óránként zagymintát vesznek és meghatározzák annak száraz iszaptartalmát g/l-ben, vagy az F : Sz arányát. Laboratóriumban a vizsgálathoz ismert térfogatú zagy leszűrése után a kimosott és megszárított iszapot közvetlen mérik. Ha az F : Sz arányra is szükségünk van, a leszürendő zagy súlyát is megmérjük. Az üzemben gyorsmódszerrel mérik a kónuszból elfolyó zagy iszaptartalmát. Az üzemi gyorsmeghatározásnak elvi alapja, hogy a folyékony és szilárd fázisból álló szuszpenzió fajsúlya a komponensek térfogategységben levő mennyiségének arányával változik, ha a komponensek fajsúlya nem azonos. A gondolatmenet algebrai levezetése a következő. Legyen :

v = zagy térfogata l-ben,
m = zagy súlya g-ban,
l = lúg litersúlya g-ban,
i = száraziszap litersúlya g-ban,
a = lúg térfogata l-ben,
b = száraz iszap térfogata l-ben, akkor

a zagy térfogata

$$v = a - b \tag{1}$$

a zagy súlya

$$m = al + bi \tag{2}$$

(1)-ből a lúg térfogata

$$a = v - b$$

Behelyettesítve a (2)-be :
a zagy súlya

$$m = l\,(v - b) + bi = b\,(i - l) + l \cdot v$$

ebből kifejezve : száraz iszap térfogata

$$b = \frac{m - lv}{i - l} \tag{3}$$

száraz iszap súlya

$$bi = \frac{im - ilv}{i - l} \tag{4}$$

Ha most a zagy v térfogatából kivonjuk az iszap (3) térfogatát és a különbséget megszorozzuk a lúg l litersúlyával, megkapjuk a lúg (F = folyékony fázis) súlyát. A lúg súlyának és az iszap (Sz = szilárd fázis) (4) súlyának hányadosa az F : Sz. Tehát :

$$\frac{F}{Sz} = \frac{\left(v - \frac{m - lv}{i - l}\right) l}{\frac{im - ilv}{i - l}} = \frac{ilv - lm}{im - ilv} \tag{5}$$

Fenti (5) egyenlőségből a zagy $\frac{m}{v}$ fajsúlyát (mérése körülményes volna), ill. a zagy m súlyát kifejezve :

$$m = v \frac{i}{\frac{F}{Sz} \cdot \frac{i}{l} + 1} \left(\frac{F}{Sz} + 1\right) = v \frac{\frac{F}{Sz} + 1}{\frac{F}{Sz} \cdot \frac{1}{l} + \frac{1}{i}} \tag{6}$$

Ez az összefüggés zagyok F : Sz viszonyának meghatározására csak akkor alkalmas, ha az egyes Dorrok nátronkoncentrációja, ill. lúg és iszapfajsúlya állandó. Ez a feltétel egyenletes üzemvitel mellett Dorronként külön-külön közelítőleg fennáll. Tehát ismert és azonos térfogatú zagyok súlyát mérjük meg egy felfelé kónikus kiképzésű vasbádogedényben és a súly függvényében változó F : Sz arányszámot az előre elkészített táblázatból kiolvassuk. Megjegyezzük, néhány hónapi használat után a mérőedény belső oldalára — a Dorr-palához hasonló — kéreg rakódik le. Ilyenkor térfogatcsökkenés miatt a ténylegesnél nagyobb F : Sz értékeket mérünk. A kéreg lepattogzik az edény faláról, ha azt gázlánggal melegítjük.

A mérési adatok ugyanilyen irányú eltolódását tapasztaljuk, ha a mintavevőedénybe nagy sebességgel csapódik a zagy, amitől az levegőbuborékokkal van tele. A mintavétel és mérés közben esetleg leülepedett iszapot a homok felkeverése után áttöltögetéssel homogenizálhatjuk.

Az F : Sz arányszám alapján a Dorrban levő iszap tényleges mennyiségére, vagy a besűrítés mértékére csak az iszap- és — elsősorban a Dorronként változó — lúgfajsúly ismeretében következtethetünk. Pl. ugyanaz az F : Sz adat számottevően kevesebb iszaptartalmat jelent az utolsó mosó-Dorr kónuszában, mint az ülepítőben. Ezért a hazai gyakorlatban elterjedtebben használatos az iszap g/l meghatározása.

Mint előbb már mondottuk, a kétféle jelölésmód között összefüggés van. Ha ismerjük a zagy fizikai jellemzőit és az F : Sz viszonyt, akkor az iszap g/l értékét, ill. a g/l-ből az F : Sz-t kiszámíthatjuk.

Az iszap g/l-ből az F : Sz arányt a következőképpen számíthatjuk ki. Legyen pl :
az iszap mennyisége

$$s = 320 \text{ g/l},$$

a lúg litersúlya

$$l = 1200 \text{ g},$$

a száraz iszap litersúlya

$$i = 3200 \text{ g},$$

akkor az iszap térfogata

$$= \frac{320}{3200} = 0{,}1 \text{ liter}.$$

A lúg térfogata = 1,0—0,1 = 0,9 liter és a lúg súlya = 0,9 · 1200 = 1080 g, tehát

$$\frac{F}{Sz} = \frac{\left(1 - \frac{320}{3200}\right)1200}{320} = \frac{1080}{320} = 3{,}38$$

Általánosan :

$$\frac{F}{Sz} = \frac{\left(1 - \frac{s}{i}\right)l}{s}$$

Ugyanezt a képletet felhasználhatjuk az *F: Sz*-ből az iszap g/l kiszámítására is, ha *s*-t algebrailag kifejezzük :

$$s\,g/l = \frac{i}{\frac{F}{Sz} \cdot \frac{i}{l} +}$$

Ha pedig az alábbi mérési adatokat ismerjük, az *F : Sz* arányból a g/l-t a következő gondolatmenettel számíthatjuk ki. Legyen *F : Sz* 3,38 és a zagy súlya

$$m = 980 \text{ g}$$

a zagy térfogata

$$v = 0{,}7 \text{ liter, tehát}$$

a zagy litersúlya $\frac{m}{v} = 1400$ g és ha az iszaptartalmat *s*-et *g/l*-rel jelöljük, akkor 1 liter zagyban a lúg súlya (1400-s) *g*, ezért

$$3{,}38 = \frac{1400 - s}{s}$$

amiből

$$s = \frac{1400}{3{,}38 + 1} = 320 \text{ g/l}$$

Általánosan :

$$s\,g/l = \frac{\frac{m}{v}}{\frac{F}{Sz} + 1}$$

Ebből a képletből *F : Sz*-t kifejezve, kapjuk az átszámítási képletet a *g/l*-ből :

$$\frac{F}{Sz} = \frac{\frac{m}{v} - s}{s} = \frac{m}{v \cdot s} - 1$$

Ha az üzemi táblázatot nem *F : Sz* értékekre, hanem közvetlenül iszap *g/l* meghatározására akarjuk elkészíteni, akkor a fenti átszámítási képletek egyikében az *F : Sz* helyébe a

$$\frac{F}{Sz} = \frac{ilv - lm}{im - ilv}$$

azonosságot behelyettesítjük és a zagy *m* súlyát abból kifejezzük :

$$m = s \cdot v\left(1 - \frac{l}{i}\right) + v \cdot l$$

Ha tehát üzemi mérésekhez táblázatot akarunk összeállítani, pl. legyen
a lúg litersúlya

$$l = 1200 \text{ g},$$

a száraz iszap litersúlya

$$i = 3200 \text{ } g \text{ és}$$

mérőedényünk térfogata

$$v = 0{,}380 \text{ liter}$$

Ha az iszaptartalom $s = 310$ *g/l*, akkor a zagy súlya :

$$m = 310 \cdot 0{,}38\left(1 - \frac{1200}{3200}\right) + 0{,}38 \cdot 1200 =$$

$$= 310 \cdot 0{,}2375 + 456 = 529{,}6 \text{ g}$$

Ha $s = 320$ *g/l*, akkor
$m = 320 \cdot 0{,}2375 + 456 = 532{,}0$ g

vagy ha $s = 330$ *g/l*, akkor
$m = 330 \cdot 0{,}2375 + 456 = 534{,}4$ g

A táblázat elkészítéséhez jó eredménnyel interpolálhatunk is. A mérések pontosságát kevésbé érzékeny mérleggel is növelhetjük, ha nagyobb térfogatú és könnyű súlyú mérőedényt használunk. Megjegyezzük azonban, az üzemi táblázat összeállításakor nem használhatjuk az üzemi hőmérsékleten mért lúgfajsúlyt, mégkevésbé a szobahőmérsékleten mért értéket, mert a zagy iszap- és lúgfázisának sűrűsége és térfogata a hőmérséklettel nem azonos mértékben változik. A tapasztalati úton megkeresett lúgfajsúlyokkal számolva azonban, a laboratóriumi szűréssel meghatározott értékekkel megegyező adatokat kapunk.

Megkíséreltük a zagy *F : Sz* értékét, ill. iszap tartalmát centrifugálással is meghatározni.

Azonos minőségű zagyokkal jól reprodukálható, az üzemi pontosságnak megfelelő eredményeket kaptunk. A zagy homoktartalmának megváltozásakor azonban a konstansnak vett tapadó nedvesség értéke megváltozott és az eredmények eltolódtak a szűréssel kapott adatokhoz képest. Automatizáló laboratóriumaink számára komoly feladatot jelent és az iparnak nagy mértékben segítséget nyújtana a Dorrokban az iszap mennyiségének folyamatos mérése, esetleg ezzel párhuzamosan az iszapelvétel automatikus szabályozásának megoldása.

IRODALOM

[1] *Mazelj:* Timföldgyártás. Nehézipari Kiadó, Bp. 1953.

[2] *Fulda—Ginsberg:* Tonerde und Aluminium I. Teil. Felter-Gruyter & Co., Berlin, 1951.

[3] *Brajnesz:* Vegyipari műveletek, gépek és készülékek. Egyetemi Tankönyvkiadó, Budapest, 1951.

[4] *Montvid:* Többkamrás ülepítőkészülékek a timföldgyártásban. Állami vas- és színesfémkohászati műszaki tudományos könyvkiadó, Moszkva 1952.

[5] *Ullmanns* Encyklopädie der technischen Chemie: Chemischer Apparatebau und Verfahrenstechnik, I. Urban & Schwarzenberg. München—Berlin, 1951.

A cinkelektrolízisben a legkisebb fajlagos energiafogyasztást biztosító és a gazdaságos áramsűrűség számítása[1]

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN

(Folytatás)

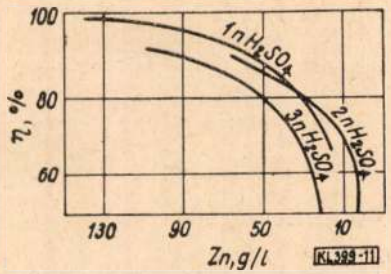
DK.: 621.357 : 689.53.

Расчет экономической плотности тока, обеспечивающая наименьшей удельный расход энергии при электролизе цинка.

Berechnung der wirtschaftlichen Stromdichte welche bei der Zinkelektrolyse den kleinsten Energie aufwand ermöglicht

Computing the economical current density which secures the lowest specific energy in the electrolysis of zink

Az előzők alapján azt állapíthatjuk meg, hogy az áramhatásfoknak annál nagyobbnak kell lennie, minél nagyobb az elektrolitban a *cink* — és minél kisebb a *hidrogénion-koncentráció*. Ezt mutatja a

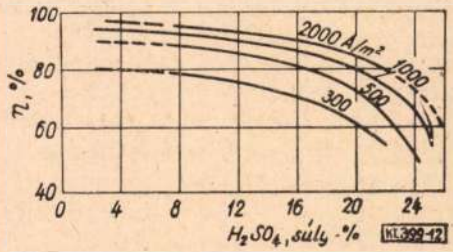


11. ábra. 1000 A/m²-es áramsűrűségen 30 C°-on az áramhatásfoknak az elektrolit cink- és kénsavtartalmával való változása [8]-528. o 153. á., [5]-242. o. 84. á.

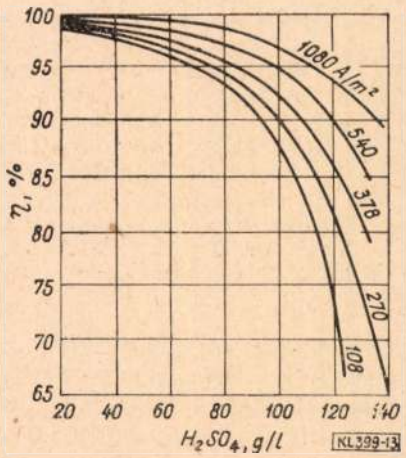
11—14. ábra is. Ezek közül *a 11.* ábra 1000 A/m²-es áramsűrűségen, 30 C°-on az áramhatásfoknak a cinkkoncentrációval való változását mutatja különböző erősségű kénsavas oldatban, a 12. ábra 30 C°-on, literenként 150 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból való kiindulás esetén szemlélteti az áramhatásfokot a kénsavkoncentrációnak és az áramsűrűségnek a függvényében, a 13. ábra az előzőkhöz hasonló, csak itt a vizsgált kiinduló oldat literenként nem 150, hanem csak 80 g cinket tartalmazott, a 14. ábrából pedig különféle áramsűrűségeken az áramhatásfoknak az elektrolízis előrehaladása, tehát a cinkkoncentráció csökkenése és a kénsavkoncentráció növekedése közben bekövetkező változását olvashatjuk le.

[1] A kohászati lapok ez évi 4. sz.-ban megjelent cikk folytatása.

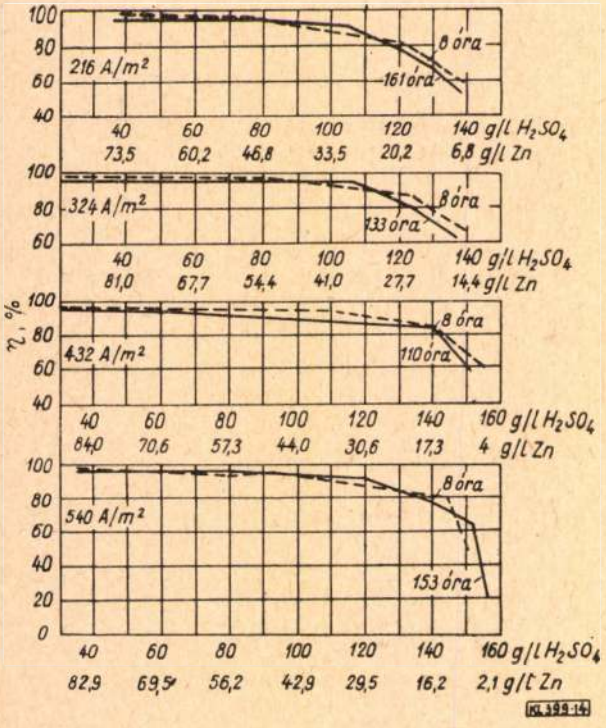
Az utóbbi három diagram az *áramsűrűség* hatását is szemlélteti. Láthatjuk, hogy a várakozásnak megfelelően az áramsűrűség növekedésekor nő az áramhatásfok és ez nem csak azzal magyarázható, hogy nagyobb áramsűrűséghez nagyobb hidrogéntúlfeszültség tartozik, hanem azzal is, hogy különben adott körülmények között az idő-



12. ábra. 30 C°-on, literenként 150 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból való kiindulláskor az áramhatásfoknak a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változása [8]-529. o. 154/a. á.



13. ábra. 30—40 C°-on, literenként 80 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból való kiindulláskor az áramhatásfoknak a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változása [8]-529. o. 154/b. á., [2]-391. o. 120. á., [5]-242. o. 85. á. [1]-132. o. 12. á.



14. ábra. Különféle áramsűrűségen az áramhatásfoknak az elektrolit összetételével való változása [2]*-390. o. 119. á.,* [1]*-131. o. 11. á.*

egységben újra feloldódó cink mennyisége közel azonos, míg az áramsűrűség növelésével nő az időegységben leváló cink mennyisége.

A katóda felületének minősége a hidrogéntúlfeszültségen keresztül befolyásolja az áramhatásfokot. Éppen ezért sima katódafelülethez nagy, durvához pedig kis áramhatásfok tartozik. Mivel elektrolízis közben a katóda felülete durvul, azért idővel az áramhatásfok csökken. Ezt mutatja a 15. táblázat is.

15. táblázat

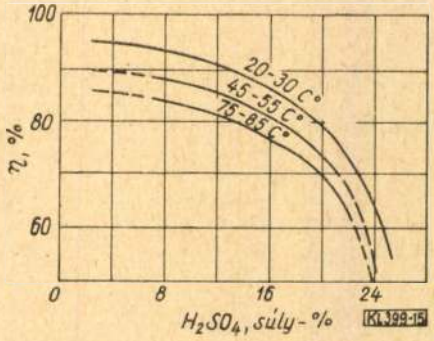
Az áramhatásfoknak a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változása a katódán levált cink különböző vastagsága mellett

[7]-366. o. 76. tábl.

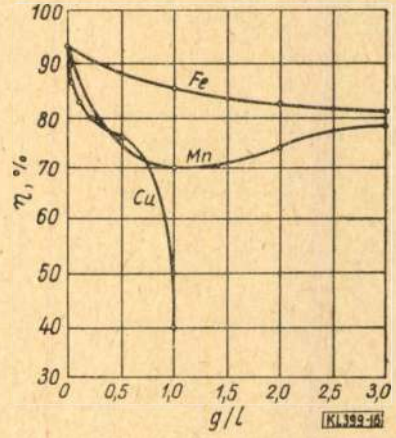
Az oldat kénsavtartalma g/l	Katódbevonat vastagsága 2 mm			Katódbevonat vastagsága 3,5 mm		
	110	380	1080	110	380	1080
20	98,0	99,0	99,0	96,5	97,5	99,0
60	96,0	97,5	98,5	91,0	96,5	98,0
100	87,5	92,0	97,0	70,0	89,0	95,5
120	72,5	86,0	94,0	—	79,0	92,0

A 15. ábra azt mutatja, hogy miképpen változik az áramhatásfok a kénsavkoncentrációnak és az *elektrolit hőmérsékletének* a változásával, ha literenként 150 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból 1000 A/m²-es áramsűrűséggel elektrolizálunk. A görbék szerint az áramhatásfok az elektrolit hőmérsékletének a növekedésével csökken, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél nagyobb a kénsavkoncentráció.

Az *elektrolit összetételével* kapcsolatban a cink- és a hidrogénionkoncentráció hatását már láttuk. Most a 16. ábrán azt mutatjuk be, hogy az oldatban lévő vas, mangán és réz milyen hatással van az áramhatásfokra, ha literenként 50—90 g kénsavat és 150 g cinket tartalmazó oldatból 30 C°-on 1000 A/m²-es áramsűrűséggel elektrolizálunk. Az ábra szerint a vas kissé, a réz pedig már aránylag kis mennyiségben is erősen csökkenti az áramhatásfokot. A mangán viselkedése különös. Kis mangánkoncentráció mellett csökken az áramhatásfok, a mangánkoncentráció növekedésével azonban nő. Az antimonnak az áramhatásfokra gyakorolt hatá-



15. ábra. Az áramhatásfoknak a kénsavkoncentrációval és a hőmérséklettel való változása, ha literenként 150 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból 1000 A/m²-es áramsűrűséggel elektrolizálunk [8]*-129 o. 155. á.* [5]*-243. o. 86. á.,* [2]*-391 o. 121. á.*

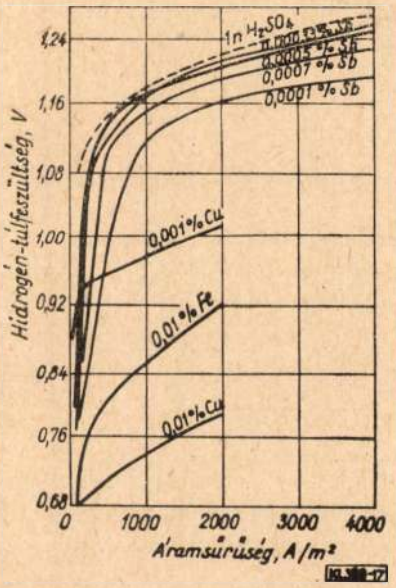


16. ábra. Literenként 150 g cinket 50—90 g kénsavat tartalmazó oldatból 1000 A/m² áramsűrűséggel való elektrolízis mellett 30 C°-on az áramhatásfoknak a szennyező elemek mennyiségével való változása [8]*-529. o. 156. á.,* [2]*-391. o. 122. á.,* [5]*-243. o. 87. á.*

sát a 17. ábrából becsülhetjük. Mivel ez az elem a hidrogéntúlfeszültséget kismértékben csökkenti, azért az várható, hogy ennek jelenlétében az áramhatásfok is kismértékben csökken. Az arzén, ezüst, germánium, kadmium és különösképpen a kobalt erősen csökkenti az áramhatásfokot.

Kolloidok jelenléte az elektrolitban feltétlenül előnyös, mert ez finoman kristályos cink leválását teszi lehetővé. A kolloidok ugyanis a már levált cinkre adszorbeálódnak és így megakadályozzák, hogy a katóda felületén lévő cinkkristályok tovább növekedjenek. Ilyen körülmények között további

cinkmennyiség csak új kristályosodási középpontok keletkezésével válhat lę. A keletkező kristályokat azonban újra kolloidok vonják be és így ezek megakadályozzák a kristályok továbbnövekedését. Végeredményben kolloidok jelenlétében finomszerkezetű cink válik le, ez pedig nagy hidrogéntúlfeszültséget és jó áramhatásfokot jelent. Az eddig elmondottak szerint kolloidok adásakor nő az áramhatásfok.



17. ábra. A hidrogéntúlfeszültségnek az áramsűrűséggel és az elektrolit szennyezőelemtartalmával való változása [1]-72. o. 6. á.

Az elektródatávolsággal kapcsolatban azt állapíthatjuk meg, hogy ennek növelése növeli az áramhatásfokot, mert így az anódán keletkező kénsav nehezebben jut a katódához és éppen ezért kevesebb levált cink oldódik vissza.

Az eddigieket úgy összegezhetjük, hogy *az áramhatásfok nagy értéken való tartására nagy cink-, kis kénsavkoncentrációval, nagy áramsűrűséggel, kis hőmérsékleten, tiszta elektrolittal, kolloidok jelenlétében és nagy elektródatávolsággal kellene elektrolizálni.*

Az áramhatásfoknak, η a fenti tényezőkkel való változását *Abramov* szerint a következőképpen fejezhetjük ki:

$$\eta = K^{\frac{1}{D \cdot l}} \tag{21}$$

Ebben az összefüggésben D az áramsűrűség, l az elektródatávolság, K pedig elsősorban a hőmérséklettől függő, egynél kisebb állandó, amelyiknek nagysága a hőmérséklet növekedésével csökken.

Az előzőkben már láttuk, hogy az áramhatásfok nagy és a kádfeszültség kis értéken való tartása érdekében éppen ellenkező viszonyok lennének kívánatosak. A valóságban olyan körülményeket kell választanunk, amelyek mellett a fajlagos energiafogyasztás a minimum. Ennek egyenletét (1)-ben már felírtuk:

$$N_{\text{kWó/kg}} = \frac{0{,}82 \cdot 10^2 \cdot E_{volt}}{\eta\%}$$

Ha ebbe az összefüggésbe E-nek (20)-szal, η-nak pedig (21)-gyel kifejezett értékét helyettesítjük és az áramhatásfokot nem százalékban, hanem 1-nél kisebb számmal fejezzük ki, akkor kapjuk, hogy

$$N_{\text{kWó/kg}} = 0{,}82 \cdot K^{-\frac{1}{D \cdot l}} \cdot \left(1{,}915 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) \tag{22}$$

Ebbe az összefüggésbe az áramsűrűséget A/cm², az elektrolit fajlagos ellenállását ohmcm, az elektródatávolságot pedig cm dimenzióban kell behelyettesíteni.

Ha feltételezzük, hogy elektrolízis közben a kénsavnak és a cinkszulfátnak az aktivitása, a vezetékek és kontaktusok ellenállásának a legyőzéséhez szükséges feszültség nagysága, valamint az oxigéntúlfeszültség nem változik, akkor a fajlagos energiafogyasztás az áramsűrűségnek és az elektródatávolságnak a függvénye. Ennek megfelelően ez a függvény minimális értékét azon az áramsűrűségen, illetve elektródatávolságon veszi fel, amelyen a fajlagos energiaszükségletnek az áramsűrűség, illetve az elektródatávolság szerinti parciális differenciálhányadosa nullával lesz egyenlő.

$$\left(\frac{\partial N}{\partial D}\right)_l = 0{,}82 \cdot K^{-\frac{1}{Dl}} \varrho l + 0{,}82 \cdot \left(1{,}915 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) \cdot K^{-\frac{1}{Dl}} \ln K \cdot \frac{1}{D^2 \cdot l} = 0$$

Ebből

$$\varrho\, D^2 l^2 + \varrho \cdot \ln K\, Dl + \left(1{,}915 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) \ln K = 0$$

és

$$Dl = \frac{-\varrho \ln K \pm \sqrt{\varrho^2 (\ln K)^2 - 4\varrho \left(1{,}915 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) \ln K}}{2\varrho} \tag{23}$$

Ugyanezt az eredményt kapjuk, ha a fajlagos energiaszükségletnek az elektródatávolság szerinti első parciális differenciálhányadosát tesszük nullával egyenlővé és a kapott egyenletből Dl értékét kifejezzük.

$$\left(\frac{\partial N}{\partial l}\right)_D = 0{,}82\,K^{-\frac{1}{Dl}}\,\varrho\,D + 0{,}82\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)K^{-\frac{1}{Dl}}\cdot\ln K\,\frac{1}{Dl^2} = 0$$

$$\varrho\,D^2 l^2 + \varrho\ln K\cdot Dl + \left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)\ln K = 0$$

$$Dl = \frac{-\varrho\ln K \pm \sqrt{\varrho^2(\ln K)^2 - 4\varrho\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)\ln K}}{2\varrho}$$

Ebből az összefüggésből azt állapíthatjuk meg, hogy a fajlagos emergiafogyasztás minimumának biztosítása végett az áramsűrűségnek és az elektródatávolságnak a szorzatát az elektrolit fajlagos vezetőképességétől, hőmérsékletétől és összetételétől függő határozott értéken kell tartani.

Ha $I\Sigma R$ értékét 0,2 voltnak, η_{O_2} értékét pedig 0,5 voltnak tételezzük fel, akkor (23)-at a következőképpen írhatjuk fel:

$$Dl = -\frac{1}{2}\ln K \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\ln K)^2 - \left(2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)\frac{1}{\varrho}\ln K} \qquad (24)$$

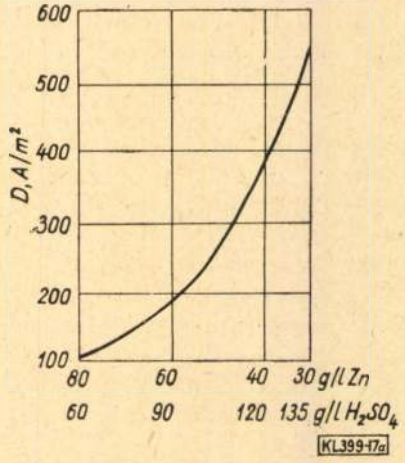
(24)-ben és az áramhatásfok egyenletében szereplő K állandó nagysága a hőmérséklettől, a kénsav- és cinkkoncentrációtól függ. Ennek számszerű értékét adott elektrolitre és hőmérsékletre a 11—14. ábráról számíthatjuk. Így eljárva a 16. táblázatban összefoglalt értékeket kapjuk. Ebből láthatjuk, hogy K a cinkkoncentráció növekedésével és a kénsavkoncentráció csökkenésével nő.

16. táblázat

K állandó értéke 30—40 C°-on különböző cink- és kénsavkoncentrációkon

g H_2SO_4/l	g Zn/l				
	30	40	60	80	100
20					
40					
60				0,996	
80			0,993		
100			0,987		
120		0,974			
140	0,965				

Literenként 120 g cinket tartalmazó semleges oldatból való kiindulás esetén 40 C°-on a 17. táblázatban számítottuk a minimális fajlagos energiafogyasztáshoz tartozó Dl értékeket és 5 cm-es elektródatávolságra az energiaszükséglet szempontjából optimális áramsűrűség nagyságát. Az utóbbit a 17/a. ábrában szemléltettük. Láthatjuk, hogy konstans elektródatávolság mellett annál nagyobb az optimális áramsűrűség, minél nagyobb a kénsav- és minél kisebb a cinkkoncentráció. Ugyanezt a törvényszerűséget olvashatjuk ki a 18. ábrából is, amely a fajlagos energiaszükségletnek a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változását mutatja. Ebből láthatjuk, hogy a



17/a ábra. Literenként 120 g cinket tartalmazó semleges oldatból való kiindulláskor 40 C°-on, 5 cm-es elektródatávolság mellett a minimális fajlagos energiafogyasztáshoz tartozó áramsűrűség nagyságának az elektrolit összetételével való változása

fajlagos energiaszükséglet a kénsavkoncentrációval mindenkor minimumos görbe szerint változik és ez a minimum annál nagyobb kénsavkoncentráción van, minél nagyobb az áramsűrűség.

Az előzőkben a minimális fajlagos energiafogyasztást biztosító áramsűrűségről volt szó. A gyakorlatban azonban nem a legkisebb fajlagos energiafelhasználással kell dolgoznunk, hanem olyan körülményeket kell biztosítanunk, amelyek mellett az elektrolízis a lehető leggazdaságosabb. Éppen ezért a következőkben azt vizsgáljuk meg, mivel egyenlő a gazdaságos áramsűrűség, D_{gazd}.

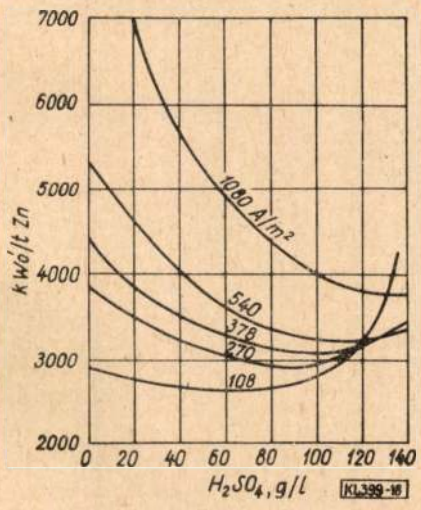
17. táblázat

A minimális fajlagos energiafogyasztást biztosító "*Dl*" számítása

$$Dl = -\frac{1}{2}\ln K \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\ln K)^2 - \left(2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)\frac{1}{\varrho}\ln K}$$

g Zn/l	80	60	40	30	Megjegyzés
g H_2SO_4/l	60	90	120	135	
lnK	—0,0046	—0,0099	—0,0276	—0,046	A 16. tábl.-ból
$2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}$	2,6201	2,6344	2,6494	2,660	
$\frac{1}{\varrho_{40}}$ · ohm^{-1} cm^{-1}	0,202	0,294	0,41	0,493	A 9. tábl.-ból
$\left(2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)\frac{1}{\varrho}\ln K$	—0,00243	—0,00766	—0,0298	—0,0603	
$\frac{1}{2}\ln K$	—0,0023	—0,00495	—0,0138	—0,023	
$\frac{1}{4}(\ln K)^2$	0,0000528	0,000245	0,00191	0,00528	
$\sqrt{\frac{1}{4}(\ln K)^2 - \left(2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)\frac{1}{\varrho}\ln K}$	0,0497	0,0886	0,178	0,256	
Dl, A/cm	0,052	0,09355	0,1918	0,279	
D, A/m²	104	187	383	558	l = 5 cm

A legkedvezőbb áramsűrűséget és a legelőnyösebb elektrolitösszetételt a 13., 14. és 18. ábra felhasználásával állapíthatjuk meg. A számítást literenként 80 g cinket tartalmazó, változó és állandó savtartalmú elektrolitra végezhetjük el. Az első esetben elég pontos eredményt kapunk, ha a határértékek számtani közepesével számolunk.



18. ábra. A fajlagos energiaszükségletnek a kénsavkoncentrációval és az áramsűrűséggel való változása (80 g/l Zn, 30—40 C°, elektródatávolság 5 cm) [8]-535. o. 160/b. á., [2]-404. o. 130. á., [1]-133. o. 13. á.

5 cm-es elektródatávolság mellett, 30—40 C° elektrolit hőmérsékleten a vezetékek, kontaktusok állandó ellenállás mellett és állandó oxigéntúlfeszültségen (20) és (1) szerint adott áramsűrűséghez és határozott összetételű elektrolithoz határozott fajlagos energiafogyasztás tartozik. A 18. táblázat-

18. táblázat

A fajlagos energiafogyasztás 80 g/l cinktartalom mellett a 18. ábrából kiolvasva, kWó/t Zn [1]-138. o. 30. tábl.

g H_2SO_4/l	Áramsűrűség, A/m²				
	108	270	380	540	1080
60—100	2675	2946	3130	3387	4420
60—120	2790	2990	3125	3342	4250
80—140	3206	3160	3140	3264	3944

ban ezeket a 18. ábrából kiolvasható értékeket foglaltuk össze. Az itt lévő eredmények felhasználásával, interpolálással más áramsűrűségekre is számíthatjuk a fajlagos energiafogyasztást, illetőleg kWó-nként 30 filléres egységárral számolva a fajlagos energiaköltséget. Ezeknek a számításoknak az eredményeit változó savtartalomra a 19., állandó elektrolitösszetételre pedig a 20. táblázat mutatja.

19. táblázat

A fajlagos energiafogyasztás és a fajlagos energiaköltség 80 g/l Zn- és változó savtartalom mellett 1 kWó = 0,30 Ft. Részben [1]-139. o. 31. tábl.

Áramsűrűség A/m²	Az elektrolit kénsavtartalma g/l					
	60—100		60—120		80—140	
	kWó/t Zn	Ft/t Zn	kWó/t Zn	Ft/t Zn	kWó/t Zn	Ft/t Zn
200	2830	849	2894	868	3150	945
300	3000	900	3027	908	3130	939
350	3080	924	3090	927	—	—
400	3160	948	3155	947	3157	947
500	3320	996	3288	986	3233	970
550	3406	1022	3359	1008	3276	983
600	3500	1050	3443	1033	3326	998
700	3693	1108	3611	1083	3465	1040

Mint már volt róla szó, az elektromos energia költségei mellett az épületnek, a kádaknak, a segédberendezéseknek és az elektrolitnak az amortizációját, valamint a munkabéreket, az elektrolit hűtésének és a lúgzásnak a költségeit is figyelembe kell venni. Az 1 t cinkre eső ilyen üzemi kiadásokat, W-t úgy kapjuk meg, ha az 1 m³ kádtérfogatra vonatkozó évi üzemi kiadást, a-t megszorozzuk az évenként termelt cink 1 tonnájára jutó kádtérfogattal, V-vel.

$$V_{\mathrm{Ft/t\,Zn}} = a_{\mathrm{Ft/m^3,\,év}} \cdot V_{\mathrm{Ft/t\,Zn,\,év}} \qquad (25)$$

a értéke nálunk 20 000 Ft-ra becsülhető, V pedig a kád 1 m³-ére eső katódfelületből ($F = 13$ m²/m³) az áramhatásfokból η, az áramsűrűségből (D_{A/M^2}) és az évi üzemórák számából ($h = 8640$ óra/év) a következő összefüggéssel számítható:

$$V = \frac{10^6}{F \cdot 1{,}22 \cdot h\eta D} \simeq \frac{10^6}{13 \cdot 1{,}22 \cdot 8640\,\eta D} = \frac{7{,}3}{D_{A/m^2}} = \frac{7{,}3 \cdot 10^{-4}}{D_{A/cm^2}} \qquad (26$$

a-nak és V-nek fenti értékeit (25)-be behelyettesítve kapjuk hogy

$$W_{\mathrm{Ft/t\,Zn}} = 20\,000 \cdot \frac{7{,}3}{\eta D} = \frac{146\,000}{\eta D_{A/m^2}} = \frac{14{,}6}{\eta D_{A/cm^2}} \qquad (27)$$

A 21 és 22. táblázatban az elektrolízis költségeit foglaltuk össze változó és állandó összetételű elektrolitra. A fajlagos energiaköltségeket a 19. és 20. táblázatból vettük, az üzemi kiadásokat pedig

20. táblázat

A fajlagos energiafogyasztás és fajlagos önköltség 80 g/l cinktartalom és állandó elektrolitösszetétel mellett 1 kWó = 0,30 Ft. Részben [1]-140. o. 32. tábl.

Áramsűrűség A/m²	Az elektrolit kénsavtartalma, g/l							
	80		100		120		140	
	kWó/t Zn	Ft/t Zn	kWó/t Zn	Ft/t Zn	kWó/t Zn	Ft/t Zn	kWó/t Zn	Ft/t Zn
200	2790	837	2820	846	3060	918	4140	1242
300	2980	894	2920	876	3020	906	3740	1122
350	3060	918	2970	891	3050	915	3620	1086
400	3160	948	3030	909	3080	924	3540	1062
450	3250	975	3100	930	3140	942	3480	1044
500	3340	1002	3170	951	3190	957	3430	1029
550	3420	1026	3240	972	3250	975	3410	1023
600	3520	1056	3320	996	3300	990	3400	1020
700	3700	1110	3460	1038	3400	1020	3410	1023

21. táblázat

Az elektrolízis fajlagos költségei 80 g/l Zn- és változó kénsavtartalom mellett Ft/t Zn. Részben [1]-143. o. 34. tábl.

Áramsűrűség A/m²	Az elektrolit kénsavtartalma g/l								
	60—100			60—120			80—140		
	Energia-	Üzem-	Összes	Energia-	Üzem	Összes	Energia-	Üzem-	Összes
	költség								
	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn	Ft/t Zn
200	849	823	1672	868	916	1784	945	1060	2005
300	900	532	1432	908	557	1465	939	627	1565
350	924	452	1376	927	470	1397	—	520	—
400	948	390	1338	947	403	1350	947	440	1387
450	975	344	1319	966	353	1319	959	384	1343
500	996	307	1303	986	316	1302	970	341	1311
550	1022	279	1301	1008	286	1294	983	307	1290
600	1050	255	1305	1033	260	1293	998	277	1275
700	1108	217	1325	1083	221	1304	1040	235	1275

22. táblázat

Az elektrolízis fajlagos költségei 80 g/l cinktartalom és állandó összetételű elektrolit mellett Ft/t Zn. Részben [1]-143. o. 35. tábl.

Áramsűrűség A/m²	Az elektrolit kénsavtartalma g/l											
	80			100			120			140		
	energ.-	üzem-	össz.	energ.-	üzem-	össz.	energ.-	üzem-	össz.	energ.-	üzem-	össz.
	költség											
200	837	810	1647	846	907	1753	—	—	—	1242	—	—
300	894	526	1420	876	568	1444	906	658	1564	1122	—	—
350	918	446	1364	891	480	1371	915	542	1457	1086	—	—
400	948	387	1335	909	412	1321	924	457	1381	1062	538	1600
450	975	341	1316	930	360	1290	942	397	1339	1044	464	1508
500	1002	305	1307	951	320	1271	957	347	1304	1029	408	1437
550	1026	277	1303	972	289	1261	975	305	1280	1023	363	1386
600	1056	253	1309	996	263	1259	990	267	1257	1020	323	1343
700	1110	216	1326	1038	223	1261	1020	225	1245	1023	271	1295

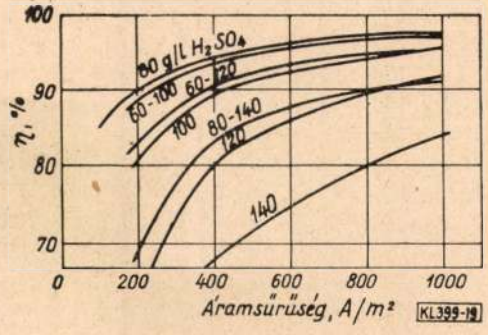
23. táblázat

40 C°-on a (29) egyenletben szereplő kifejezések értéke

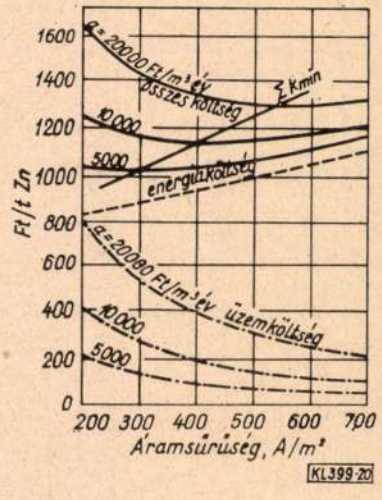
g Zn/l	80	60	40	30	Megjegyzés
g H_2SO_4/l	60	90	120	135	
0,2 ln K	$-920 \cdot 10^{-6}$	$-1980 \cdot 10^{-6}$	$-5520 \cdot 10^{-6}$	$-9200 \cdot 10^{-6}$	a 17. tábl.
$\frac{0{,}04 \ln K}{\varrho}\left(2{,}615 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)$	$-97{,}2 \cdot 10^{-6}$	$-306 \cdot 10^{-6}$	$-1192 \cdot 10^{-6}$	$-2410 \cdot 10^{-6}$	a 17. tábl.
$-\frac{5{,}92}{10^7 \cdot \varrho}$	$-1200 \cdot 10^{-10}$	$-1740 \cdot 10^{-10}$	$-2430 \cdot 10^{-10}$	$-2930 \cdot 10^{-10}$	a 17. tábl.
$\frac{1{,}184 \ln K}{10^7 \cdot \varrho}$	$-1{,}1 \cdot 10^{-10}$	$-3{,}45 \cdot 10^{-10}$	$-13{,}4 \cdot 10^{-10}$	$-26{,}85 \cdot 10^{-10}$	a 17. tábl.

(27) segítségével számítottuk. Az áramhatásfok értékét a 13. ábra segítségével szerkesztett 19. ábrából állapítottuk meg.

A táblázatok azt mutatják, hogy 20 000 Ft/m³·év fajlagos üzemköltség mellett kisebb kénsavkoncentrációkhoz 550, a nagyobbakhoz pedig 600, illetve 700 A/m² a gazdaságos áramsűrűség. A 22. táblázat 80 g/l kénsavra vonatkozó adatait a 20. ábrán is ábrázoltuk. Ebben a diagramban azokat az eseteket is feltüntettük, amikor *a* 20 000 Ft/m³·év helyett csak 10 000, illetőleg 5000 Ft/m³·év lenne. Ezekben az esetekben az üzemköltséget ábrázoló görbe ordinátái a 20 000-es *a* értékre vonatkozónak a felével, illetőleg negyedével lennének.



19. ábra. Literenként 80 g cinket és 55 g kénsavat tartalmazó oldatból való kiinduláskor az áramhatásfoknak az áramsűrűséggel és a kénsavkoncentrációval való változása [1]-142. o. 15. á.



20. ábra. Az üzemköltségnek, az energiaköltségnek és az összes költségnek az áramsűrűséggel és a fajlagos üzemköltséggel való változása literenként 80 g cinket és 80 g kénsavat tartalmazó oldatból való elektrolíziskor

nek egyenlők, az összes költséget mutató görbék pedig az üzemköltség és az energiaköltség összegeződéséből adódnak. Az összes költségeket feltüntető görbék minimum pontjait összekötő görbe azt mutatja, hogy a gazdaságos áramsűrűség a értékének, tehát az 1 m³ kádtérfogatra vonatkozó évi üzemi kiadásnak a csökkenésével arányosan csökken. Pl. a mi esetünkben, ha a 20 000-ről a negyedére csökken, a gazdaságos áramsűrűség 550 A/m²-ről kb. 300 A/m²-re, tehát közel a felére csökken.

Adott a értékre a minimális költséget biztosító áramsűrűséget, vagyis a gazdaságos áramsűrűséget, az összes költséget az áramsűrűség függvényében mutató görbe egyenletéből is meghatározhatjuk. Az utóbbi az üzemi kiadásoknak $-W_{\mathrm{Ft/t\,Zn}}$ — és az energiaköltségnek az összegével egyenlő. Az utóbbit az energiafogyasztást kifejező (22)-es egyenletből kapjuk, ha ezt 1000-rel való szorzással kWó/t dimenziójura alakítjuk át és megszorozzuk az elektromos energia egységárával, k-val. Ezek szerint az összes költség :

$$\Sigma k = \frac{7{,}3\cdot 10^{-4}\cdot a_{\mathrm{Ft/m^3\cdot év}}}{\eta\cdot D_{\mathrm{A/cm^2}}} = 0{,}82\cdot 10^3\,\frac{k}{\eta}\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) =$$

$$= K^{-\frac{1}{Dl}}\left[\frac{7{,}30.10^{-4}\cdot a}{D} + 0{,}82\cdot 10^3\,k\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)\right] \qquad (28)$$

Ahol ennek az egyenletnek az áramsűrűség szerinti differenciálhányadosa nullával egyenlő, ott kapjuk a gazdaságos áramsűrűséget.

$$\frac{d\Sigma k}{dD} = K^{-\frac{1}{Dl}}\left(820\,k\varrho l - \frac{7{,}30\cdot 10^{-4}\cdot a}{D^2}\right) +$$

$$+\left[\frac{7{,}3.10^{-4}\cdot a}{D} + 820\,k\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + D\varrho l + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)\right] K^{-\frac{1}{Dl}}\cdot\ln K\cdot\frac{1}{D^2 l} = 0$$

Egyszerűsítés és $D^3 l$-lel való szorzás után az egyenlet a következő alakra hozható :

$$820\,k\varrho\,l^2\,D^3 + 820\,k\varrho l\ln K\,D^2 +$$

$$+\left[820\,k\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right)\ln K - 7{,}3\cdot 10^{-4}\,al\right] D + 7{,}3\cdot 10^{-4}\,a\ln K = 0.$$

Ebből :

$$D^3_{gazd} + \frac{\ln K}{l}D^2_{gazd} + \left[\frac{\ln K}{\varrho l^2}\left(1{,}915 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}} + I\Sigma R + \eta_{O_2}\right) - \frac{7{,}3\cdot 10^{-4}\,a}{820\,kl}\right] D_{gazd} +$$

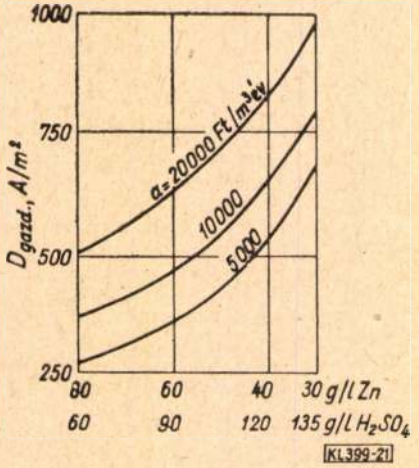
$$+\frac{7{,}3\cdot 10^{-4}\,a\ln K}{820\cdot k\varrho l^2} = 0$$

Ebbe az egyenletbe az áramsűrűséget A/cm², az elektródatávolságot pedig cm dimenzióban kell behelyettesíteni.

5 cm-es elektródatávolság mellett, ha $(I\Sigma R + \eta_{O_2}) = 0{,}7$ Volt és $k = 0{,}3$ Ft/kWó, egyenletünk a következő egyszerűbb alakra hozható :

$$D^3_{gazd} + 0{,}2\ln K\,D^2_{gazd} + \left[\frac{0{,}04\ln K}{\varrho}\left(2{,}615 + 0{,}029\log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right) - \frac{5{,}92\cdot a}{10^7\,\varrho}\right] D_{gazd} +$$

$$+\frac{1{,}184\,a\ln K}{10^7\cdot\varrho} = 0 \qquad (29)$$



21. ábra. 5 cm-es elektródatávolság mellett a gazdaságos áramsűrűségnek az elektrolit összetételével és a fajlagos üzemköltséggel való változása, ha a munkahőmérséklet 40 C°, $I\Sigma R + \eta_{O_2} = 0{,}7$ V, és 1 kWó = 0,3 Ft

(29)-ben szereplő kifejezések értékét 40 C°-on, különféle összetételű elektrolitokra a 23. táblázatban számítottuk.

A 23. táblázatban lévő adatok felhasználásával 40 C°-on a (29)-ben szereplő gazdaságos áramsűrűség együtthatóit és a gazdaságos áramsűrűséget különféle fajlagos üzemköltségekre a 24. táblázatban határoztuk meg és az innen kiolvasható gazdaságos áramsűrűségnek az elektrolit összetételével és a fajlagos üzemköltséggel való változását a 21. ábrában ábrázoltuk.

Láthatjuk, hogy a gazdaságos áramsűrűség a cinkkoncentráció csökkenésével, a kénsavkoncentráció növekedésével és az évenként 1 m³ kádtérfogatra eső fajlagos üzemköltség növekedésével nő.

A 25. táblázatban 4 cm-es elektródatávolság mellett, egyébként a 23. és 24. táblázatnak megfelelő körülmények között (40 C°, $k = 0{,}3$ Ft/kWó,

24. táblázat

A $D_{gazd.}$ számítása különféle elektrolitösszetételek és a-értékek mellett

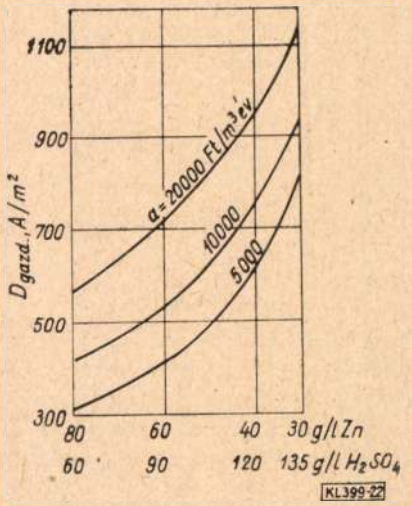
$$D^3_{gazd.} + 0{,}2 \ln K D^2_{gazd.} + \left[\frac{0{,}04 \ln K}{\varrho}\left(2{,}615 + 0{,}029 \log \frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSON}}\right) - \frac{5{,}92\, a}{A_{ZnSO_4}}\right] D_{gazd.} + \frac{1{,}184\, a \ln K}{10^7 \cdot \varrho} = 0$$

$l = 5$ cm, $k = 0{,}3$ Ft/kWó, $I\Sigma R + \eta_{O_2} = 0{,}7$ volt

a,	g Zn/l	80	60	40	30
Ft/m³ év	g H_2SO_4/l	60	90	120	135
20 000	D^3_{gazd} együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	D^2_{gazd} együtthatója	— 920	—1980	—5520	—9200
	D_{gazd} együtthatója	—2497,2	—3786	—6052	—8270
	Az állandó tag	— 2,2	— 6,9	— 26,8	— 53,7
	D_{gazd} A/m²	509	634	827	985
10 000	D^3_{gazd} együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	D^2_{gazd} együtthatója	— 920	—1980	—5520	—9200
	D_{gazd} együtthatója	—1297,2	—2046	—3622	—5340
	Az állandó tag	— 1,1	— 3,45	— 13,4	— 26,85
	D_{gazd} A/m²	369	470	647	801
5 000	D^3_{gazd} együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	D^2_{gazd} együtthatója	— 920	—1980	—5520	—9200
	D_{gazd} együtthatója	— 697,2	—1176	—2407	—3875
	Az állandó tag	— 0,55	— 1,725	— 6,7	— 13,425
	D_{gazd} A/m²	272	360	532	685

$I\Sigma R + \eta_{O_2} = 0{,}7$ volt) számítottuk a gazdaságos áramsűrűségnek az elektrolit összetételével és a fajlagos üzemköltséggel való változását. A táblázat adatait a 22. ábrában tüntettük fel. Megállapíthatjuk, hogy a 4 és 5 cm elektródatávolságra vonatkozó görbék jellege azonos. Az azonban meglepő, hogy különben azonos körülmények között végzett elektrolizissel az elektródatávolságnak 5 cm-ről 4 cm-re való csökkenésekor a gazdaságos áramsűrűség értéke 40—160 A/m²-rel nő. Megállapíthatjuk, hogy a növekedés annál nagyobb mértékű, minél nagyobb a fajlagos üzemköltség, minél kisebb a cink és minél nagyobb a kénsavkoncentráció.

A gazdaságos áramsűrűséggel kapcsolatban végzett számításokból az tűnik ki, hogy valamely határozott áramsűrűséggel dolgozó üzemben igen nagy gondot kell fordítani az elektrolit összetételének és az elektródatávolságnak az optimális értéken való tartására, mert csak így biztosítható a minimális önköltség.



22. ábra. 4 cm-es elektródatávolság mellett a gazdaságos áramsűrűségnek az elektrolit összetételével és a fajlagos üzemköltséggel való változása, ha a munkahőmérséklet 40 C°, $I\Sigma R + \eta_{O_2} = 0{,}7$ V, és 1 kWó = 0,3 Ft

25. táblázat

A gazdaságos áramsűrűség számítása különféle elektrolitösszetételek és a értékek mellett

$$D^3_{gazd.} + 0{,}25 \ln K \, D^2_{gazd.} + \left[\frac{0{,}0625 \ln K}{\varrho}\left(2{,}615 + 0{,}029 \log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right) - \frac{7{,}42\,a}{10^7 \cdot \varrho}\right] D_{gazd.} + \frac{1{,}85 \cdot a \ln K}{10^7 \cdot \varrho} = 0$$

$l = 4$ cm, $k = 0{,}3$ Ft/kWó, $I\Sigma R + \eta_{O_2} = 0{,}7$ volt

g Zn/l		80	60	40	30
g H_2SO_4/l		60	90	120	135
0,25 lnK		$-1150 \cdot 10^{-10}$	$-2480 \cdot 10^{-6}$	$-690 \cdot 10^{-6}$	$-11500 \cdot 10^{-6}$
$\frac{0{,}0625 \ln K}{\varrho}\left(2{,}615 + 0{,}029 \log\frac{A_{H_2SO_4}}{A_{ZnSO_4}}\right)$		$-151 \cdot 10^{-6}$	$-475 \cdot 10^{-6}$	$-1860 \cdot 10^{-6}$	$-3750 \cdot 10^{-6}$
$\frac{7{,}42}{10^7 \cdot \varrho}$		$-1500 \cdot 10^{-6}$	$-2180 \cdot 10^{-10}$	$-3050 \cdot 10^{-10}$	$-3670 \cdot 10^{-10}$
$\frac{1{,}85 \ln K}{\varrho}$		$-1{,}72 \cdot 10^{-10}$	$-5{,}38 \cdot 10^{-10}$	$-20{,}8 \cdot 10^{-10}$	$-41{,}8 \cdot 10^{-10}$
$a = 20\,000$ Ft/m³, év	$D^3_{gazd.}$ együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	$D^2_{gazd.}$ együtthatója	−1150	−2480	−6900	−11500
	$D_{gazd.}$ együtthatója	−3151	−4835	−7960	−11090
	Az állandó tag	−3,44	−10,76	−41,6	−83,6
	$D_{gazd.}$, A/m²	572	719	952	1146
$a = 10\,000$ Ft/m³, év	$D^3_{gazd.}$ együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	$D^2_{gazd.}$ együtthatója	−1150	−2480	−6900	−11500
	$D_{gazd.}$ együtthatója	−1651	−2655	−4910	−7420
	Az állandó tag	−1,72	−5,38	−20,8	−41,8
	$D_{gazd.}$, A/m²	417	537	755	946
$a = 5000$ Ft/m³, év	$D^3_{gazd.}$ együtthatója	10^6	10^6	10^6	10^6
	$D^2_{gazd.}$ együtthatója	−1150	−2480	−6900	−11500
	$D_{gazd.}$ együtthatója	−901	−1565	−3385	−5585
	Az állandó tag	−0,86	−2,69	−10,4	−20,9
	$D_{gazd.}$, A/m²	311	416	631	824

Összefoglalás

A kádfeszültség és az áramhatásfok elemzése után meghatároztuk a fajlagos energiafogyasztást kifejező egyenletet és ebből a minimális fajlagos energiafogyasztást biztosító áramsűrűséget. Részleteztük a cinkelektrolízissel felmerülő költségeket, meghatároztuk az összes költség egyenletét. Az utóbbiból a gazdaságos áramsűrűséget számítottuk. A vizsgálatból az adódott, hogy a *minimális fajlagos energiafogyasztást annál nagyobb áramsűrűség biztosítja, minél nagyobb a kénsav-, minél kisebb a cinkkoncentráció és minél kisebb az elektródatávolság; a leggazdaságosabb kohósítás biztosítása végett pedig annál nagyobb áramsűrűséggel kell dolgoznunk, minél kisebb a cink-, minél nagyobb a kénsavkoncentráció, minél kisebb az elektródatávolság és minél nagyobb a fajlagos üzemköltség.*

IRODALOM

[1] *W. G. Agejenkow, I. A. Kakowski:* Elektrometallurgie der wässrigen Lösungen. Verlag Technik, Berlin 1952.

[2] *W. L. Domanski i A. Krupkowski:* Metalurgia Cynku i Kadmu. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszava 1954.
[3] *V. Engelhardt:* Handbuch der Technischen Elektrochemie. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig, 1931.
[4] *Erdey Gruz-Schay:* Elméleti fizikai kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
[5] *F. M. Loskutow:* Die Metallurgie des Zinks. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 1950.
[6] *Harned* and *Owen:* The Physical Chemistry of Electrolytic Solutions. Reinhold Publishing Corp. New York, 1950.
[7] *Homjakov—Masovec—Kuzmin:* Az elektrokémiai iparágak technológiája. Tankönyvkiadó, Budapest 1952.
[8] *J. N. Plakszin, D. M. Juhtanov:* Gidrometallurgija Metallurgizdat, Moszkva, 1949.
[9] *Robinson* and *Stokes:* Electrolyte solutions. Butterworths Scientific Publications, London, 1955.

Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon

KOMLÓSY ANTAL

D. K. 568.564 : 621.771.26

Возможноси автоматизации на сортопрокатных станах.
Automatisationsmöglichkeiten der einhemischen Profil-Walzentrassen
Automation possibilities for our structural mill roll trains

Termelőmunkánk fejlettségi fokának, sőt műszaki kultúránk színvonalának is jellemzőjeként tekinthető az, hogy termelőeszközeinkkel végzett munkafolyamatok milyen mértékben automatizáltak. Az automatizált üzem ugyanis biztosítéka a termelőberendezés legnagyobbfokú kihasználásának, mert a termelő tevékenység így függetlenné vált az ember szubjektív képességeitől ; az automatika módot ad a termelés sebességének növelésére, lehetővé tesz azonos gyártási viszonyokat és ezen át azonos jóságú termékek gyárthatók.

Az automatizálás gazdasági jelentősége különösen a tömeg termelésben mutatkozik meg. A kohászat termelőberendezéseinek teljes kihasználása, termékeinek egyneműsége, megbízhatóan jó minősége, alacsony önköltsége a termelési és ellenőrzési folyamatok automatizálásával érhető el.

Ez magyarázza meg azt, hogy a Szovjetunió éppen és különösen a kohászat automatizálását helyezi előtérbe. Ennek bizonyítására elég, ha utalok a Szovjetunió kohászati irodalmában fellelhető nagyszámú idevágó könyvre és cikkre, valamint a Szovjetunió kohászati üzemeinek nagymértékű, sok esetben teljes automatizáltságára.

E cikk keretében csak hazai profil hengersoraink automatizálásának helyzetével és lehetőségeivel kívánok foglalkozni, sőt ezen belül is csak egy aránylag szűk területtel a gyártási folyamat automatizálásával. Mellőzöm a villamoshajtások automatizálását, mert ez villamosmérnöki szakterület és mert ott, ahol a berendezések korszerűsége azt lehetővé tette, ez az automatika már meg van és közismert.

A hengerlés-technológia automatizálásának tárgyalása során foglalkozni fogok :

A) a profil-hengersorozatok automatizálásának alapfeltételeivel,

B) a gyártási folyamatok automatikus vezérlésének elvi megoldásával és a felhasznált villamoskészülékekkel[1]

C) végül két kiválasztott hengersorozaton példaképp bemutatom, milyen módon lehet megoldani a gyártási folyamatok automatikus vezérlését.[2]

A) Profilhengersorozatok automatikus vezérlésének alapfeltételei

A hengersorozatokon végzett termelőmunka nagyszámú műveletből összetett folyamat.

Mit értünk teljes automatizálás alatt? Nem kevesebbet, mint azt, hogy a termelési folyamatot alkotó valamennyi művelet önműködően, rendszeres emberi közreműködés nélkül bonyolódik le. Hengersorra vetítve : a tolókemence betolópadjára helyezett buga felmelegítése, kihúzása, szállítása, előnyújtása, készrehengerlése, lehűtése és feldarabolása, valamint ugyanezeknek a műveleteknek ütemes elvégzése a munkadarabok sorozatán végbemegy anélkül, hogy akár közvetlenül, akár közvetve a műveletek elvégzésébe emberi tevékenység bekapcsolódna. A teljes automatizált hengersorozaton az ember tevékenysége kizárólag a gépek beállítására, átállítására, a műveletek elvégzésének ellenőrzésére, esetenkénti igazítására és természetesen a gépek karbantartására korlátozódik. A teljesen automatizált hengersoron ebből következően minden műveletet — emberi irányítás nélkül — gép végez. *A teljes automatizálás első feltétele tehát minden művelet teljes és tökéletes gépesítése.*

A tökéletes gépesítés természetesen azt is jelenti, hogy a gép a rábízott műveletet mindig szabatosan végzi el. A hengersorokat nagyszámú művelet elvégzésére beállított gépcsoportnak tekinthetjük, ezért a hengersoron belül beszélhetünk *fő-gépekről*, ezek végzik magát az alakítást, és *segéd-gépekről*, amelyek a munkadarabon szükséges manipulációkat (továbbítás, fordítás, emelés, darabolás, beadás stb.) bonyolítják le. A főgépek száma legfeljebb a technológiai feladatban adott szúrások számával egyenlő. A segéd-gépek száma nagyobbrészt attól függ, milyen mértékig felbontott a fő-gépcsoport, s milyen a főgépek tér-

[1] E cikk egyik célkitűzése a hengerművek technológusait megismertetni és megbarátkoztatni az automatikával.

[2] E cikk másik célkitűzése a hengerművek villamos szakemberei számára bemutatni a technológiai folyamatok és a villamos vezérlő készülékek funkciója közti kapcsolatot és evvel ösztönzést adni ilyen irányú tevékenységre.

beli elrendezése. A főgépek teljes felbontása (annyi hengerállvány, ahány szúrás), és tagoltsága — a legkevesebb manipulációt igénylő elrendezése — biztosítja a segédgépek legkisebb számát és a hibamentes üzemet.

Egy hengersor általában aránylag nagy számú együtt dolgozó főgépből (hengerállványból) épül fel, ezek beállítása egy adott termék gyártására bonyolult, időtrabló művelet és e gépek munkája csak akkor kifogástalan és gazdaságos, ha a gyártási feltételek menetközben változatlanok. Ebből következik, hogy teljesen automatizálni csak olyan hengersort lehet és érdemes, amelyen a gyártási feladat aránylag egynemű, (kevés szelvény, nagy tételsúlyok), tehát az *üzemi feltételek azonossága hosszabb időn át biztosítható.* Tehát a késztermék változatlan legyen, a kiinduló buga azonos szelvényben, hosszal és hőmérséklettel lépjen be a gyártási folyamatba. Ezenkívül az üreg tartós, a hengercsapágyazás tökéletes, a technológia kikristályosodott és biztos, a géppark jól karbantartott legyen. Az azonos bugahőmérsékletet kifejező követelmény burkoltan további alapfeltételeket tartalmaz : automatizált tüzelést és hőmérséklet szabályozást, ezek viszont a kemence fűtőanyag állandóságát követelik meg.

Összefoglalva az előző fejtegetéseket a hengersorozatok automatizálásához szükséges technológiai alapfeltételeket a következőkben rögzíthetjük :

1. teljes és tökéletes gépesítés,
2. szűk szelvény-választék, nagy tételsúlyok,
3. változatlan, vagy legalább is korlátozott számú féltermék-fajta, egy-egy fajtán belül azonos hossz és hőmérséklet,
4. jó minőségű hengerek, mérettartást biztosító csapágyazás és hengerállvány kiképzés,
5. kiforrott, biztos darabmegfogást és áthaladást lehetővé tévő üregezés,
6. szervezett megelőző és folyamatos gépkarbantartás.

Az első három feltétel önmagában kifejezi azt, hogy teljes automatizálást csak korszerű, nagyteljesítményű, folytatólagos, vagy sakktábla-szerűen tagolt telepítésű profilsoron lehet bevezetni. Üzemben lévő hengersoraink közül ezeknek a feltételeknek egyedül a *LKM középhengerműve felel meg.* Ha az előbbi feltételek egy hengersoron belül egyes gépcsoportokra meg vannak, vagy megteremthetők, akkor lehet és érdemes a sorozatot részlegesen automatilázni. Ilyenre példa *az ózdi drótsorozat,* melyen egyes segédgépek korszerű felújítása és automatizálása révén jelentős termelékenység-javulás érhető el. E két sorozat automatikus vezérlésének kidolgozásával a későbbiekben részletesebben fogok foglalkozni.

B) A hengerlési folyamatok automatikus vezérlésének elve és a felhasznált fontosabb villamos készülékek

A hengerléskor ugyanúgy, mint minden más gyártási folyamatban, a műveletek meghatározott sorrendben, egymáshoz képest megszabott időközben, a munkadarab előírt helyzetében követik egymást. A folyamat gerincét az alakítási műveletek képezik. A reverzáló sorokat kivéve a többi hengersorokon az alakítási műveletet végző főgépek, azaz a hengersorvonó motorok vezérlésére — legalább is állandósult üzemben — szükség nincs.

Az alakítási művelet elvégzéséhez szükséges mellékműveletek képezik a segédgépek feladatát. A mellékműveletek száma és időtartama a hengersor telepítésétől, elrendezésétől függ. A folytatólagos sorokon aránylag kevés a mellékművelet, ezzel szemben a lépcsősen vagy sakktáblaszerűen telepített hengersorokon jelentős. Ilyen sorozatokon — már pedig csak ilyen hengersorokkal rendelkezünk — a nagyszámú és időtartamú mellékműveletek lebonyolításának meggyorsítására, a sorozat-teljesítményének növelésére a legkézenfekvőbb eszköz — a mellékműveletek automatikus vezérlése.

A hengerlési folyamatot mindig aránylag nagy területen elhelyezett gépcsoport bonyolítja le. A műveletek tehát munkaterület szerint célszerűen csoportosíthatók s egy-egy művelet-csoport elvégzésére parancsot adhat az a készülék, amely érzékeli, hogy a munkadarab a szóbanforgó területre érkezett. Ebből következik, hogy az automatikus vezérlésben szükség van egy *a munkadarab helyzetét érzékelő készülékre.*

Egy-egy műveletcsoporton belül mindig találhatók olyan műveletek, amelyekhez mint *vezérműveletekhez* ugyanazokat a mellékműveleteket kell hozzákapcsolni. Pl. egy triónyújtón alul elvégzett szúrást, mindig követnie kell a billenőasztal emelésének és a billenőasztal-görgősor indításának. Gyakran a vezérműveletet meghatározott és változtatható idő után kell más műveletnek követni, máskor egyidőben kell több műveletet elvégezni, vagy éppen ellenkezőleg meg kell akadályozni, hogy két, vagy több művelet egyidőben lefolyhassék. Szükség van tehát olyan készülékekre, amelyek az egyes *műveletek indítását,* vagy *befejezését érzékelik,* azonnal, vagy beállítható idő után más *műveletek elvégzésére impulzust adnak,* vagy más *műveletek indítását akadályozzák.*

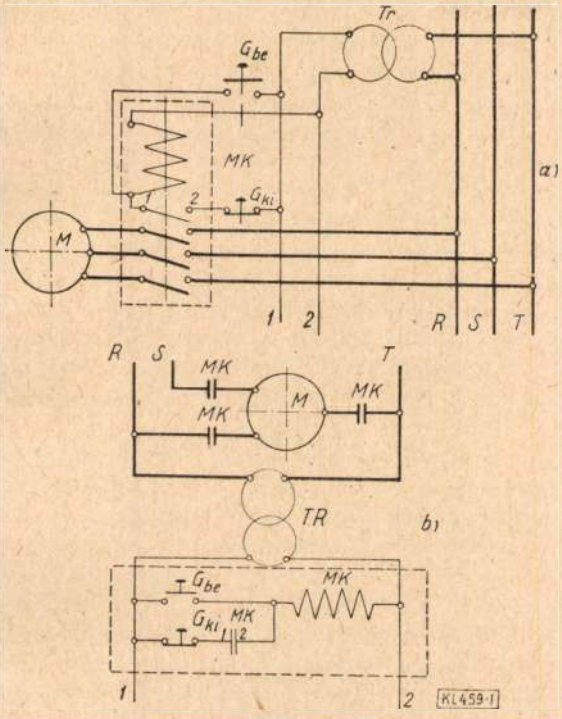
Egyes segédgépek feladata meghatározott út vagy fordulat megtétele. Pl. a kötélvonónak a munkadarabot adott távolságra, keresztirányban kell szállítania. Az önműködő vezérléshez tehát olyan készülék is kell, amely *a gép meghatározott elemének útját követi,* vagy *érzékeli,* s az előírt helyzet elérésekor *parancsot ad a megállásra,* vagy *más művelet elvégzésére.*

A felsorolt funkciók lényegében egyeznek avval a tevékenységgel, amelyet kézi vezérlés mellett a kormányos végez, aki a terület áttekintésére alkalmas kormánypadon dolgozik, szemmel érzékeli a munkadarab helyzetét, az egyes műveletek elvégzésének állását, a gép által megtett utat és érzékelésének megfelelően kézi vezérlőszervek segítségével irányítja a munkagépeket.

A kormányos tevékenysége, mivel a munkadarabok tömegén pontosan azonos műveleteket, azonos sorrendben és ütemben kell végrehajtania, állandóan megfeszített figyelmet követel és egy-

hangúsága következtében pedig idegőrlő és fárasztó. A felsorolt készülékek segítségével elérhető, hogy a kormányos munkája ellenőrzésre, rendkívüli esetekben való beavatkozásra, hibák korrigálására korlátozódik.

Hengerműveink segédgépeit legnagyobb részben 3-fázisú aszinkron-motorok hajtják. Az ilyen motor kézivezérlésű indításának és leállításának egyszerűsített — a fokozatos indítás és fékezett megállítás, valamint a védelem kérdését teljesen mellőző — kapcsolási elvét mutatja az 1. ábra. Az



1. ábra. Hengerműi segédgép-hajtómotor indítása és leállítása kézi vezérléssel
a) Egyszerűsített kapcsolás elvi rajza, *b)* áramutas kapcsolás elvi rajza *MK* = mágneskapcsoló, *M* = hajtómotor, *G* = ki- és bekapcsoló nyomógombok, *Tr* = transzformátor

ábrában *a.* alatt némileg bonyolultabban, az egy egységet képező *mágneskapcsoló* (*MK*) szerveit együtt rajzoltam, a *b.* alatt mégjobban leegyszerűsítettem, hogy az áramkörök és az áram útja áttekinthetőbbek legyenek. A mágneskapcsoló — az indítási, vagy megállítási parancs közvetlen végrehajtója — elve közismert : a segédáramkört a bekapcsoló nyomógomb pillanatszerűen zárja, mire a *MK* tekercse mágneses mezőt hoz létre, a tekercsben lévő vasmag magához rántja a horgonyt és egyidejűleg zárja a horgonnyal összefüggő érintkező párokat. Az 1-gyel jelölt kontaktus-pár zárása a nyomógomb folyamatos benyomva tartását feleslegessé teszi, mert a tekercs most már az 1—2 kontaktusokon és a kikapcsoló nyomógomb zárt érintkezőin keresztül önmagát áram alatt tartja, egyidejűleg a főérintkezők is zárnak és mivel a kapcsoló behúzott állapotban marad, a motor folyamatos táplálást kap. Az ábra szaggatottan bekeretezett alsó része úgy mutatja a tulajdonképpeni vezérlő-segédáramkört, ahogyan a továbbiakban a vezérlési sémák ismertetésre kerülnek : csak a vezérlő segédáram útját tüntetve fel.

Feltételezve, hogy a feladat csupán egy görgősor (csoportos indítható motorokkal) automatikus bekapcsolása valamely megelőző munkahelyről érkező darab továbbszállítására, könnyű megoldani azt, hogy a görgősor mágneskapcsolójának tekercse a működtető gomb benyomása nélkül, egy a munkadarab érkezését érzékelő készülék segítségével kapjon áramot.

A munkadarab helyzetének érzékelésére több fajta készülék használható :

1. *Zászlós jeladó* (*J*). Lényege a görgősor szélességét átfogó, kétoldalon csapágyazott tengelyhez rögzített függőleges állású lemez (zászló), melyet a görgősorra érkező munkadarab függőleges állásából kibillent. A lemez kibillenése átvivődik a tartótengelyre, mely a szögelfordulás hatására érintkezőket zár, vagy nyit mindaddig, míg a darab teljes hosszában át nem halad a zászló alatt.

2. *Csúszóérintkezős jeladó.* Az áramkör zárása a görgősor vonalán elhelyezett, a görgősortól szigetelten beépített egy vagy több csúszóérintkező és a görgősor teste között jön létre akkor, ha a munkadarab ráfut a csúszóérintkezőre.

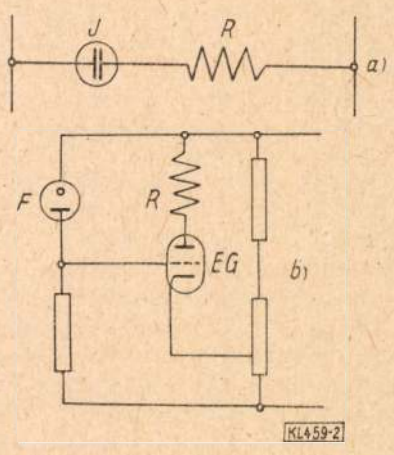
3. *Fotocellás jeladó.* (*F*) A megfelelő helyen elhelyezett fotocellában az izzó munkadarab fénysugárzásának hatására elektromos áram keletkezik, mely elektroncsöves erősítés után hat a jelfogóra.

Bármilyen jeladót használunk is, az adás-vételre jelfogóra van szükség. Ez mindig a mágneskapcsolóval elvileg teljesen azonos működésű készülék. A horgonyhoz akár 6—8 érintkező is kapcsolható s ezek vegyesen lehetnek nyitó, vagy záró érintkezők. Ezt a készüléket nevezik általában *relének* (*R*).

A zászlós jeladónál a relé tekercsének áramkörébe iktatott érintkezők zárnak, a csúszóérintkezős jeladónál maga a munkadarab zárja a relé tekercsének áramkörét, míg a fotócellás jeladóknál a relé tekercse az erősítő elektroncső rácsán növeli az anódáramot arra az értékre, amely mellett a relétekercse behúz (2. ábra).

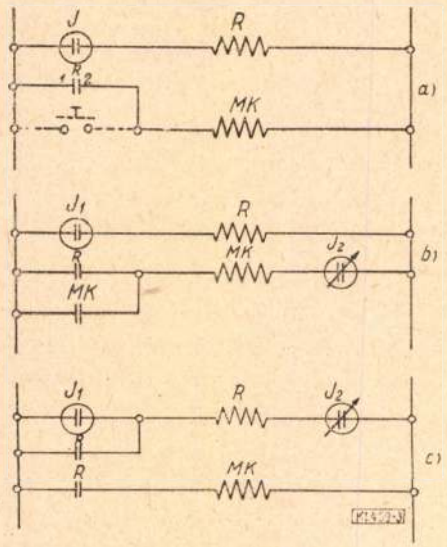
Az előbbi egyszerű feladat : a görgősor önműködő, illetve a munkadarab által vezérelt indítása a 3/*a.* ábrán látható módon oldható meg.

A zászlós jeladót a görgősor elején (ha a darab a hengerpárból fut ki), vagy a megelőző görgősor



2. ábra. Zászlós a és fotocellás b jeladók kapcsolási elve
J = zászlósjeladó, *F* = fotocellás jeladó, *R* = relé tekercse, *EC* = elektroncső

végén kell elhelyezni. Kibillentése zárja a *R* áramkörét, ennek két kontaktusa beköti az *MK* tekercsét, mert amint a sémából látható az 1—2 érintkezőpár áthidalja a bekapcsoló nyomógombot, vagyis ezzel teljesen azonos szerepet tölt be. A vázolt séma mellett a mágneskapcsoló tekercsének áram alatt tartását a *R* kontaktusai biztosítják s a görgősor addig működik, míg ezek meg nem szakítanak. Ez pedig bekövetkezik akkor, ha a darab vége elhagyta a jeladót, mert akkor a relé tekercse árammentessé válik, horgonya leesik és a mágneskapcsoló áramköre is megszakad.



3. ábra. Görgősor indításának és leállításának automatikus vezérlése
a A görgősor csak addig dolgozik, míg a munkadarab a jeladó alatt van, *b* és *c* a görgősort a távolabb felállított *J2* jeladó állítja meg

Ha a görgősornak tovább kell szállítania a darabot, tehát a *J* visszaesése után is bekapcsolva kell maradnia, akkor gondoskodni kell arról, hogy vagy a *MK* önmagát tartsa behúzva (3./*b* ábra). vagy az *R* függetlenítse magát a jeladótól (3/*c*. ábra) Ugyanakkor más módon kell megoldani a görgősor megállítását a megkívánt helyzetben. Ha a megállítást a munkadarab helyzetétől kell függővé tenni, akkor egy másik J_2 jeladó alkalmas helyen való felállítása alapállásban zárt érintkezőinek nyitása által bontja a *MK*, vagy a *R* áramkörét, ha viszont időtől tehető függővé a megállítás, akkor jut szerephez az időérzékelő készülék : az *időrelé* (*IR*).

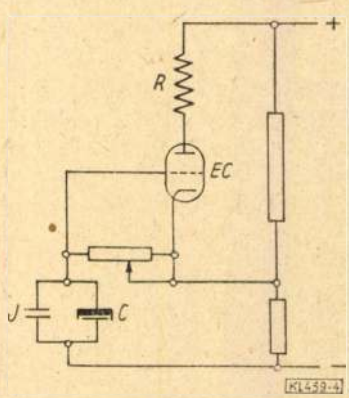
Az időrelé olyan jelfogó, mely a jel vétele után — előre beállított — a késleltetési időtartomány határain belül megválasztható idő eltelte után érintkező párokat zár, vagy nyit. Működésüket tekintve az időrelék vagy késleltetve behúzók (*IRb*) vagy késleltetve elengedők (*IR*). A késleltetve behúzó, időrelé tekercsének zárása, után a beállított idő leteltével érintkező-párokat zár vagy nyit. A késleltetve elengedő időrelé viszont tekercse áramkörének megszakítása után meghatározott idő múlva végzi ugyanezt a műveletet.

Az előbbi típushoz tartoznak az *elektromechanikus időrelék*, melyeknél a mágnestekercs vasmagja rugó közvetítésével fogazott szegmenshez csatlakozik s ennek legördülését óramű szabályozza. A késleltetési idő a fogazott szegmens legördülési úthosszának változtatásával, valamint az óraműinga hosszának módosításával állítható be. Az elektromechanikus időrelék egy másik típusa motorikus meghajtású : a folyamatosan forgó szinkronmotorhoz nagy áttételi számú reduktor csatlakozik, melynek kilépő tengelyvégén ül a tengelykapcsoló egyik, állandó forgó fele. A másik féltengelykapcsoló működteti meghatározott szögelfordulás után az érintkező szerkezetet. A két tengelykapcsolófelet elektromágnes horgonya köti össze abban a pillanatban, amikor tekercse feszültséget kapott és behúzott. Ekkor ugyanis megkezdődik a kapcsolókat működtető bütyköstárcsa lassú forgása. A késleltetett idő, vagy az áttételi szám módosításával, vagy a bütyköstárcsa kiinduló helyzetének (tehát a *z* elfordulási szögnek) változtatásával állítható be.

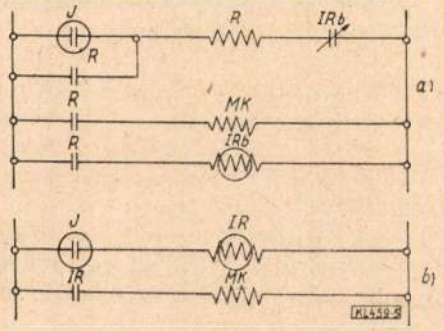
A késleltetve elengedő időrelék egyik fajtája a *fékezett elektromágneses időrelé*. Ennél a relébe beépített rövidrezárt menet (rendszerint a vasmagra helyezett hüvely) az áramkör megszakításakor mágneses mezőt hoz létre, mely a horgonyt bizonyos ideig még behúzva tartja, késleltetve engedi el. A késleltetett idő aránylag kicsi, hosszabb időtartamok több ilyen relé sorbakapcsolásával oldhatók meg.

Az *elektronikus időreléknél* a késleltetve behúzást az hozza létre, hogy a 4. ábra elve szerinti kapcsolás mellett —, ha a kondenzátort a *J* kapcsoló rövidrezárja — a cső rácsa a katódhoz képest negatív előfeszültséget kap, ilyenkor a csövön anódáram nem folyik, vagy csak olyan nagyságú, mely nem elegendő az anódkörbe kötött relétekercsben a meghúzáshoz szükséges mágneses mező létrehozásához. A kondenzátor rövidrezárásának megszakításakor a rács negatív töltése fokozatosan csökken, az anódáram nő s meghatározott idő után (mely a kondenzátor kapacitásától, a rácskörben lévő ellenállás nagyságától és a cső meredekségétől függ) a relé behúz.

Időrelék használatát az előbbi feladatra az 5. ábra mutatja. Az 5/*a*. ábra szerint a vezérlés működése : a hengerpárból kifutó darab kibillenti a *J*-t, erre behúz a *R*, mely önmagát behúzva tartja, megindítja a görgősort s bekapcsolja az áramkörbe az *IRb* késleltetve behúzó időrelét. A késleltetési idő letelte után az *IRb* bontja a *R*



4. ábra. Elektronikus időrelé kapcsolás elvi rajza
EC = elektroncső, *C* = kondenzátor, *R* = relé tekercse, *J* = kontaktuspár



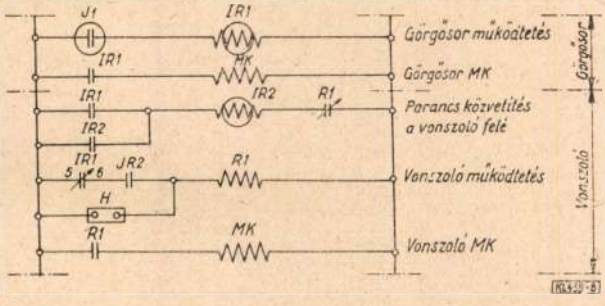
5. ábra. Görgősor indításának és leállításának automatikus vezérlése
a leállítás késleltetve meghúzó időrelével, b leállítás késleltetve elengedő időrelével

áramkörét, mire a görgősor megáll és az *IRb* is alapállásba kerül. Ha a késleltetési időt a darab kifutási sebességének, illetve a görgősor szállítási sebességének megfelelően választjuk meg, elérhető, hogy a görgősor akkor áll meg, amikor a darab hátsó vége a hengerpártól egy megkívánt távolságra érkezett. Ez az elv használható akkor, amikor az egymást követő munkadarabok hossza egyenlő, a hengerlési és szállítási sebesség állandó.

Az 5/*b*. ábra szerint a *J* az *IR* késleltetve elengedő időrelét működteti s ennek két érintkezője zárja a görgősor mágneskapcsolóját. Ha a darab hátsó vége elhagyta a jeladót, az *IR* áramköre megszakad s a beállított késleltetés után a mágneskapcsoló áramkörét is bontja. A darab hátsó végének eltávolodása a jeladótól csak a görgősor szállítási sebességétől függ és független a darabhossztól, illetve a hengerlési sebességtől.

Az eddig bemutatott egyszerű vezérlési elvek segítségével három művelet volt automatikusan elvégezhető :

1. A görgősor indítása,
2. A munkadarab szállítása (adott távolságra),
3. A görgősor megállítása.

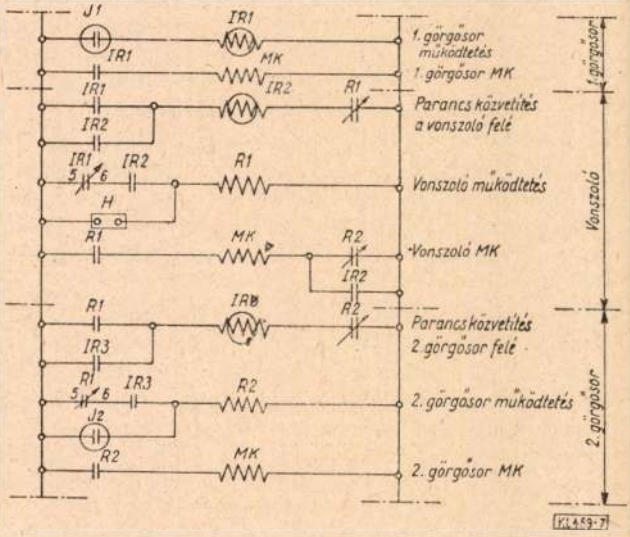


6. ábra. Hengerállvány utáni felvevőgörgősor, és láncosvonszoló automatikus vezérlésének elvi rajza

Némileg bonyolultabb a 6. ábrán megadott elv, amely már hat művelet önműködő vezérlésére alkalmas. Az itt végzett műveletek :

1. A G_1 görgősor indítása (feltételezve, hogy a munkadarab hengerpárból fut ki a görgősorra),
2. A munkadarab szállítása megadott távolságra (a hátsó vég az állványtól meghatározott távolságra legyen),
3. A G_1 görgősor leállítása,
4. Láncos vonszoló indítása (közvetlenül a darab megállása után),
5. A munkadarab keresztirányú vonszolása a G_2 görgősorra,
6. A vonszoló megállítása.

Az 5/*b*. ábrán adott elv bővül : az *IR1* a görgősor indításával egyidőben bekapcsolja az áramkörbe az önmagát behúzva tartó *IR2*-t, s ezzel előkészíti a vonszolót működtető *R1* bekapcsolását. Ez bekövetkezik akkor, amikor az *IR1* késleltetve leejt, vagyis amikor a *J1*-jeladótól a darab hátsó vége a beállított távolságra került. Ekkor *R1* indítja a vonszolót, ugyanis *IR1* leesésekor áramköre *IR2* kontaktusain, majd *H* helyzetkapcsolón keresztül zár. *R1* behúzásakor megszakítja *IR2* áramkörét, tehát a késleltetési idő letelte után a közben



7. ábra. Hengerállvány utáni felvevő-görgősor, láncosvonszoló és a következő hengerpárba beadó görgősor automatikus vezérlésének elvi rajza

záró helyzetkapcsolón keresztül kap táplálást. A helyzetkapcsoló és az *IR2* késleltetése összehangolandó. A helyzetkapcsoló ugyanis induló helyzetében nyitott és csak a vonszoló bizonyos mértékű elmozgása után zár, ez idő alatt *IR2*-nek nem szabad bontania.

A fenti vezérlési elvben még nem tárgyalt készülék *a helyzetkapcsoló* (*H*). Ezek kivitele rendkívül változatos lehet, mindenkor a szóbanforgó gép konstrukciójától, feladatától függ. Szerepük a gép helyzetének érzékelése mozgás közben és meghatározott út, vagy elfordulás után áramkörök zárása, illetve megszakítása. Mivel a dolgozó segédgépekben mindig megtaláljuk a körforgást végző elemet s így az egyenes mozgást végző elem útjához hozzárendelhető a megfelelő szögelfordulás, a helyzetkapcsolók legtöbbnyire a gép valamely körforgó tengelyéhez mechanikusan kapcsolt bütykös-tárcsák, amelyek előírt szögelfordulás után érintkező párokat zárnak, vagy nyitnak. Az automatikus vezérlésekhez néha egy-egy gép tengelyéhez 4—5 helyzetkapcsolót is hozzá kell kötnünk, esetenként a gép tengelye és a bütyköstárcsák tengelye között áttételt kell beépíteni. Például egy láncos vonszoló macskájának útját a

lánckerék tengelyének szögelfordulásával mérhetjük, de a szállítási távolságnak megfelelő, esetleg többszöri lánckerék-körülfordulást redukálni kell úgy, hogy a helyzetkapcsoló tengelyén egyszeri teljes körként jelentkezzék.

A 7. ábra még egy műveletcsoporttal bővített feladat vezérlési elvét mutatja be. A vonszoló leállítása után a *G2* görgősorra érkező darabot be kell adni a következő hengerpárba, vagyis a görgősort meg kell indítani, a darabot el kell szállítani a következő hengerpárhoz, majd a görgősort le kell állítani.

Az elvi rajz első két része azonos a 6., illetve 5/*b*. ábrákkal, a bővülés a III. szakasz : a vonszolót működtető *R1* behúzásával feszültséget kap az *IR3* időrelé, mely előkészíti a *G2* görgősor indítását. Ez *R1* kiesésekor, tehát a helyzetkapcsoló áramkörmegszakításakor következik be azáltal, hogy *R1* az *IR3* zárt érintkezőjén keresztül bekapcsolja *R2* tekercsét, mely behúzásakor működteti a görgősort. *R2* behúzása bontja az *IR3* áramkörét, ez késleltetve megszakítja *R2* áramkörét, de közben a darab a hengerek közé beérkezve, kibillentette a *J2* zászlós-jeladót és így *R2* mindaddig behúzva marad, míg a darab a jeladó alatt van. A jeladó, akár az állvány előtt, akár mögötte elhelyezhető. *R2*-nek további funkciója a vonszoló mágneskapcsolójának segédáramkörébe beiktatott, alapállásban zárt érintkező párjának nyitása. Ez biztosítja, hogy amíg a *G2* görgősoron darab van, addig a vonszoló nem adhat újabb szálat erre a görgősorra. Ezt a reteszelést áthidalja az *IR2* kontaktuspárja abból a célból, hogy a vonszoló a darabot a *G1* görgősorról akkor is lehúzza, ha történetesen a *G2*-n az előző darab még ott van : vagyis a vonszoló mindenképp megindul, de ha *R2* behúzott helyzetű, csak annyi ideig megy, míg *IR2* késleltetési ideje le nem járt. Ez az idő úgy állítandó be, hogy a darab elhagyja a *G1* görgősort, de ne kerüljön át *G2*-re. Természetesen ezt az időt összhangba kell hozni a helyzetkapcsolóval is.

A 7. ábrán mindhárom szakaszban megtalálható a vezérlőtevékenység 3 főszereplője : a *parancsoló G1*, a *közvetítő IR1*, *R1*, *R2* és a *végrehajtó* szerv *MK*. Az egymáshozkapcsolás révén a II. és III. szakaszban tulajdonképp nincs önálló parancsadókészülék, ezekben csupán a munkadarab érkezését érzékelő *J1* jeladó parancsát továbbító kontaktuspárokat találunk (*IR1* 5—6, *R1* 5—6 kontaktusok), a parancstovábbítást előkészítő relékkel (*IR2*, *IR3*) kiegészítve. A két utolsó szakasz felépítése teljesen azonos, különbség csak a vonszoló és a *G2* görgősor közti reteszelésben mutatkozik.

Ezzel tulajdonképp a technológiai folyamatok vezérléséhez használt legfontosabb villamoskészülékeket és az elvi rajzok felépítésének módját megismertük. Érdemes azonban mégegyszer rögzíteni azokat a szempontokat, amelyek szerint egy hengersor automatikus vezérlése kidolgozható.

A vezérlés elvének tervezési munkája egy adott hengersorra az alábbi részekből áll :

1. Megvizsgálandó, hogy megvannak-e, vagy megteremthetők-e az *A* alatt részletezett alapfeltételek.

2. A gépesített műveleteket munkaterület, vagy részletfeladat szerint csoportosítva kell összeállítani.

3. El kell készíteni egy-egy így összeállított műveletcsoport menetrendjét, ki kell választani a vezérműveletet (vagy esetenként több vezérműveletet), s meg kell határozni az ehhez kapcsolódó mellékműveleteket.

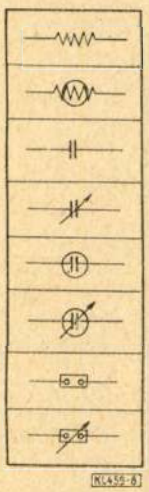
4. Ezután következik a vezérművelet érzékelésére legalkalmasabb készülék megválasztása, majd a menetrend alapján a műveletek vezérlési elvének kidolgozása.

5. Utolsó lépés a műveletcsoportok vezérlőrendszereinek egymáshoz-kapcsolása abban az esetben, ha a teljes folyamat automatizálása a feladat.

A munkának ez a része közös terület. Itt a hengerész és az elektrotechnikus együttműködésére feltétlenül szükség van. A vezérlés elvi elrendezése alapján villamosmérnöki feladat a részletes kapcsolási terv kidolgozása, a készülék kiválasztása, illetve tervezési munka elvégzése és a szerelési rajz elkészítése. Külön kiemelendő a készülék-tervezési munka, mert arra számítani kell, hogy ha komolyan foglalkozni kívánunk hazai hengersoraink automatikus vezérlésével, akkor új készüléktípusok, egyedi gyártású, speciális jeladók, helyzetkapcsolók, relék előállítására, kikísérletezésére feltétlenül szükség lesz. A magyar műszer- és villamoskészülék-gyártás fejlettsége és felkészültsége azonban biztosíték arra, hogy a megoldás ezen nem fog múlni.

C) Az automatikus vezérlés megvalósításának lehetősége két hazai hengersoron

Az előzőkben kifejtettek gyakorlatba vételének bemutatását a következőkben megkíséreltem kidolgozni két hazai hengersorunkra — a nem teljes, hanem csupán néhány műveletcsoportra szóló — automatikus vezérlés elvét. Ezek csupán



8. ábra. A vezérlés elvi rajzában használt jelképek és jelek értelmezése

Mágneskapcsoló *MK* vagy relé *R* tekercse. Késleltetve elegendő *IR* vagy késleltetve meghúzó *IRm* időrelé tekercse. *MK*, *R*, *IR*, *IRb* alapállásban nyitott érintkezői, *MK*, *R*, *IR*, *IRb* alapállásban zárt érintkezői, zászlósjeladó *J* fotocellás jeladó *FJ* alapállásban nyitott érintkezői, *I*, *FJ* alapállásban zárt érintkezői. Helyzetkapcsoló *H* alapállásban nyitott érintkezői. *H* alapállásban zárt érintkezői.

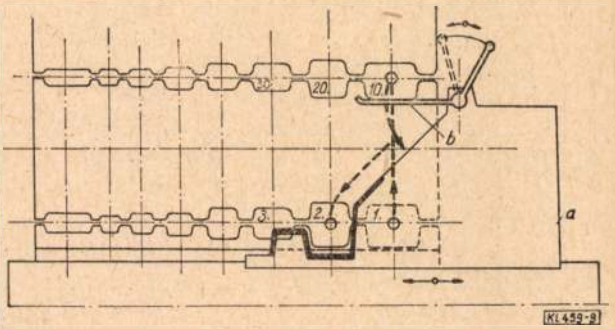
leegyszerűsített, jelképekkel kifejezett, a legfontosabb készülékelemek kapcsolását feltüntető ábrák annak bemutatására, hogyan lehet a technológiában adott műveletekhez, hozzárendelni, a vezérlőrendszer készülékeinek funkcióját. Az elvi elrendezés egyértelmű olvasása érdekében a 8. ábra összefoglalóan megadja a már eddig is használt jelképek és betűjelek értelmezését. Ezek többé-kevésbé megegyeznek az idevonatkozó irodalomban használt jelképekkel.

1. A LKM középhengerművének automatizálása

A LKM középhengersorán a szorosan vett technológiai folyamat minden részletében gépesített, a sorozat programja aránylag egynemű, a tételsúlyok általában nagyok, a kiinduló féltermék sem mutat túlnagy változatosságot és megfelelő intézkedésekkel ez is csökkenthető, a gyártásmenet a több mint 4 éves üzem után kiforrottnak tekinthető, illetve nem okozhat gondot olyan technológia kidolgozása, mely mellett az alakító munka folyamatossága biztos, így automatizált üzem bevezetésére a legfontosabb feltételek megvannak.

Túlságosan terjedelmes lenne a sorozat egészének automatizálásával foglalkozni, ezért a következőkben csupán a sorozat egyik, de a teljesítményre döntően ható részének automatizálási lehetőségét kívánom tárgyalni. Ez a rész a munkadarab előnyújtása a 650 mm ⌀-jű trióállványon. A sorozat telepítéséből következik, hogy az előnyújtás a folyamat többi részétől függetlenül kezelhető, ugyanakkor, mivel a legtöbb szelvénynek a nyújtás ideje szabja meg a darabkövetkezési időt, ennek a műveletcsoportnak automatikussá tétele közvetlenül javítóan hat a sorozat teljesítményére.

Az előnyújtó trióállványt, elől munkagörgősor és manipulátor, hátul munkagörgősor és billenőasztal szolgálja ki. A hengerek nyitott szekrényüregezésűek, a munkadarab 3—9 szúrást kap a hengerek között oly módon, hogy a páratlan számú szúrás alul történik, a hátul kifutó darabot a billenőasztal fordítás nélkül felemeli a felső szintre, s itt a felső üregpár végzi a páros számú szúrást. Elől a felső szinten kifutó darabot a manipulátor



9. ábra. LKM középhengersor 650 mm ⌀-jű trióelőnyújtó kiszolgálásának vázlata

felső helyzetbe emelt asztala veszi fel, ezt lejtősre billentve, a darab a nyújtó előtt a görgősorra 90°-kal elfordult állásba kerül.

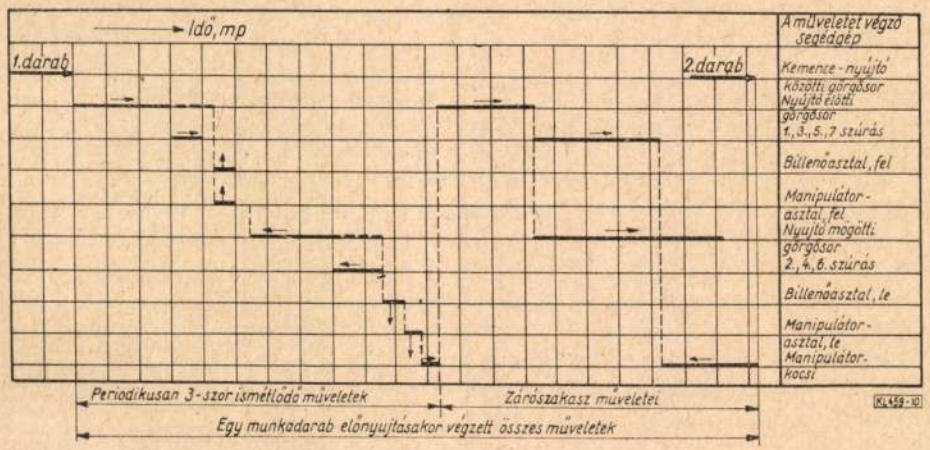
Ezután a manipulátorkocsi — a hengerpár előtt keresztirányban — a következő üreg elé tolja a darabot s készen áll a következő páratlanszámú szúráshoz. Az üregek kialakítása olyan, hogy a legnagyobb kiindulószelvényből a legkisebb elmenőszelvény is előállítható, tehát folyamatos nyújtóüregsort képeznek. Így ismétlődik ez üregpárról üregpárra. Az esetleges kisebb kiinduló szelvény az első két vagy négy szúrás elhagyásával kezdhet az előnyújtó. Az üregezést és a leírt munkamenetet vázlatosan mutatja a 9. ábra.

Az előnyújtásban résztvevő segédgépek tehát a következők :

1. a nyújtó előtti görgősor *G1*,
2. a billenőasztal *B*,
3. a nyújtó mögötti görgősor *G2*,
4. a manipulátorasztal *A*,
5. a manipulátorkocsi *M*.

Feltételezve, hogy a nyújtás 7 szúrásban történik, az elvégzendő műveletek az alábbiak (feltételezzük, hogy a kemencéből kitolt darab a nyújtó előtti görgősor elejére érkezett) :

1. a *G1* görgősor indítása,
1/*a*. a buga szállítása az 1. üreghez,
1/*b*. hengerlés az 1. üregben (1. szúrás),
2. a *G* görgősor leállítása,
3. a *B* billenőasztal emelése,
4. a *A* manipulátorasztal emelése,
5. a *G2* görgősor indítása a hengerek felé,



10. ábra. A 650 mm ⌀-jű trióállványon 7 szúrással előnyújtott darab műveleteinek menetrendje

5/*a*. a darab szállítása a *10.* üreghez,
5/*b*. hengerlés a 10. üregben (2. szúrás),
6. a *G2* görgősor leállítása,
7. a *B* billenőasztal süllyesztése,
8. az *A* manipulátorasztal süllyesztése (és a munkadarab lehelyezése a *G1* görgősorra),
9. a *M* manipulátorkocsi (s vele a munkadarab) áttolása a 2. üreg elé.

Ezek a műveletek 7 szúrás alatt háromszor ismétlődnek azonos sorrendben, majd a 27. művelet (3,9 = 27) után :

28. a *G1* görgősor indítása,
28/*a*. a darab szállítása a 4. üreg elé,
28/*b*. hengerlés a 4. üregben (7. szúrás),
29. a *G1* görgősor leállítása,
30. a *G2* görgősor indítása a készsor felé,
31. az *M* manipulátorkocsi visszavitele az 1. üreg elé,
32. a *G2* görgősor leállítása.

Az előnyújtás tehát 7 szúrás alatt három periódikusan ismétlődő és egy, a nyújtási folyamatot lezáró műveletcsoportból áll. A jelenleg kézzel vezérelt műveletek száma egy-egy periódusban 9, a zárószakaszban 5. Nagyobb nehézség nélkül elkészíthető a műveletek menetrendje a 10. ábra előírásai szerint. (Ez az ábra nem tartalmaz tényidőtartamokat, csupán a műveletek egymáshoz való viszonyát tünteti fel.)

Fenti felsorolásból és a menetrendből megállapítható, hogy a zárószakasztól eltekintve a páratlan számú szúrások után is és a párosszámúak után is a műveletek azonosan ismétlődnek, csupán a darab helyzete változik a hengertesthez képest és természetesen a műveleti időtartamok növekednek a darab hosszabbodása következtében. Ha tehát valamilyen módon érzékelni lehet a páratlan, illetve páros szúrás elvégzését, akkor ehhez mindig azonos működtetési parancs rendelhető hozzá. Célszerű tehát vezérlőműveletnek a szúrást választani, s ehhez olyan érzékelő és vezérlőszervet kapcsolni, mely különválasztva érzékeli a páratlan és páros szúrásokat, sorra más-más jelfogót működtet (tehát számolja a szúrásokat) és az utolsó szúrás után újraindítja a folyamatot.

(Folytatjuk).

Alakítható Bz5, Bz8 bronzlemezek és szalagok minőségi és felületi hibái

HEGEDÜS ZOLTÁN, okl. vegyészmérnök és STEFÁN MIHÁLY, okl. kohómérnök

D. K. 669.356-12

Качественные и поверхностные дефекты пластичных B_z5 и B_z8 бронзовых листов и лент.

Qualitäts- und oberflächen Fehler an Platten und Bändern hergestellt aus formbaren Bz5 und Bz8 Bronzen

Quality and superficial flaws on plates and bands made of formable Bz5 and Bz8 bronze

Gyorsan fejlődő elektromos és híradástechnikai iparunk nagymennyiségű bronzlemezt és szalagot használ fel kapcsolók, rugók, kontaktusok készítéséhez. E lemezek keménységével, szilárdságával, méretpontosságával, felület minőségével, korrózióállóságával szemben a felhasználó ipar gyakran különleges követelményeket támaszt.

A melegen rosszul, hidegen csak nehezen alakítható ónbronzokból a lemez és szalag gyártása meglehetősen nehéz és körülményes feladat. A gyártás technológiával e tanulmány keretében külön nem foglalkozunk, mert részletes, magyar nyelvű átfogó munka áll rendelkezésre [1].

E cikk célja a durva és vékony bronzlemez és szalag gyártása során előforduló és az előzőleg említett tanulmány által nem érintett fontosabb és gyakoribb hibák bemutatása, illetve azok eredetének kiderítése. A tárgykörre vonatkozó irodalom hiányos és főleg a durvalemez gyártás selejtjével foglalkozik [2]. [3].

A Bz 5, Bz 8 bronzlemez és szalag gyártási selejtje a hiba-okok alapján megfigyeléseink szerint a következőképpen oszlik meg :

A) *lemezek 1 mm vastagság felett :*

olvasztási hiba (szennyezők, SnO_2 zárvány, gázosság)	kb. 10%,
öntési hiba (dúsulás, szívódásos üreg, kéreg alatt hólyagosság)	kb. 50%,
hőkezelési hiba (elégtelen homogenizálás, lágyítás, felületi óntalanodás, elégetés	kb. 35%,
hengerlési hiba (a megengedettnél nagyobb szúrásonkénti redukciók),	
és a tuskó felület kikészítési hibája (durva barázdás megmunkálás)	kb. 5.%

B) *2—0,01 mm-es lemezek :*

olvasztási hiba	kb. 10%,
öntési hiba (dúsulás, szívódásos üreg, kéreg alatti hólyagosság, mikroporozitás és kokilla kenésből eredő gázosság)	kb. 60%,
hőkezelési hiba	kb. 20%,
hengerlési és pácolási hiba	kb. 10%,

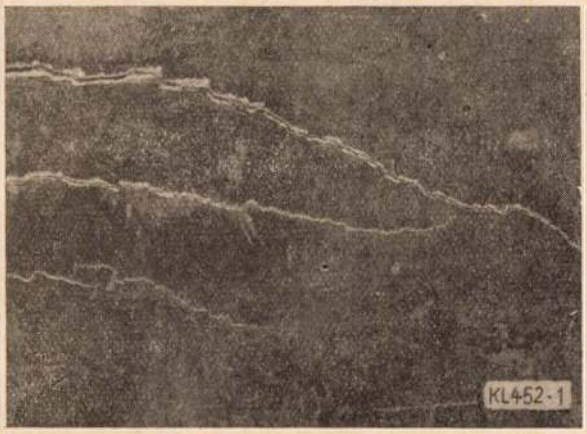
A bronzlemezekben és szalagokban leggyakrabban az alábbi gyártási hibák fordulnak elő :

a) szennyezők (Bi),
b) zárványok (SnO_2),
c) dúsulás,
d) gázosság,
e) szívódási üregek (mikroporozitás),
f) tuskófelület durva lemunkálása,
g) elégtelen homogenizálás,
h) felületi óntalanodás,
i) túlhengerlés,
j) alumínium okozta hiba,
k) elégetés,
l) pócolás és korróziós hibák.

A következőkben a hiba-okokat részletesen ismertetjük :

a) Szennyezők (Bi)

Az alakítható bronzok szennyezői közül a legveszélyesebb a Bi, amely az ötvözetet nagymértékben ridegíti. A bizmut tartalmú bronznak keménysége nagyobb, mint amely az adott redukció következtében várható, ezért a lemez hengerlés közben keresztirányban megrepedezik. Az 1. ábrán



1. ábra. Hideghengerlés alatt megrepedt bizmuttal szennyezett Bz 5 lemez. N = 1×

0,03% Bi tartalmú — 15 mm-ről 8 mm-re való hengerlés közben — az utolsó előtti szúrás alatt megrepedt bronzlemez látható. A

$$HB = 193 \text{ kg/ mm}^2,$$

a redukció alapján lehetséges

$$HB = 140—150 \text{ kg/mm}^2$$

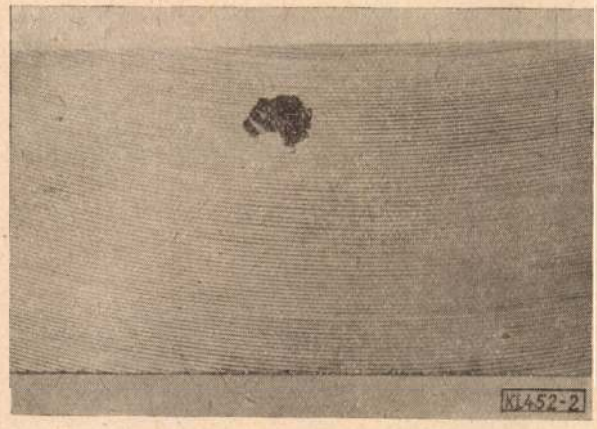
értékkel szemben. A bizmuttal szennyezett szalagok, vékony lemezek hengerlésekor már aránylag kis redukció mellett is igen gyakori a szélberepedés.

b) Zárványok

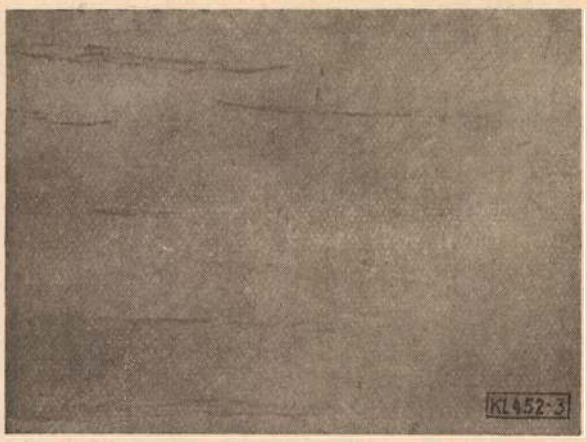
Bz 5, Bz 8 lemez és szalag gyártása folyamán az SnO_2 súlyos hibákat okozhat. A zárvány többnyire oxidos, saját hulladékkal kerül az olvadékba. Nagy olvadás pontja ($\sim$ 1400 C°) és nagy fajsúlya (6,95) folytán az olvadékban lebeg [5] és a nagyobb szemcséket még az olvadék aránylag nagy P tartalma (0,1—0,2%) is csak részlegesen tudja dezoxidálni [2]. Keletkezhet SnO_2 a telítékbe beadagolt erősen oxidos rézbetét dezoxidációja folytán ($2\ Cu_2O + Sn \rightarrow 4\ Cu + SnO_2$), illetve a katódréz $CuSO_4$ zárványaiból fejlődő SO_2 reakciójából is ($SO_2 + 2\ Cu + Sn \rightarrow Cu_2S + SnO_2$).

Ha az ötvözetet középfrekvenciás indukciós vagy Ajax—Wyatt kemencében olvasztják, a kemence falán a tűzálló anyag felülete megolvad és SnO_2, Cu_2O, P_2O_5 tartalmú salak képződik. E salak olvadáspontja kb. 35—40 adag legyártása után erősen csökken és csapolás közben a fémmel együtt az öntőüstbe kerül. Itt olajszerűen úszik a fém felszínén, ahonnan neház eltávolítani és így öntés közben bekerülhet a tuskókba. Ezek a zárványok a hengerlési tuskókban többnyire a felületen vagy a felülettől 5—7 mm mélységben helyezkednek el. A 2. ábrán ilyen eredetű gyakran előforduló zárványt mutatunk be egy Bz 5 hengerlési tuskó vágásfelületén.

A rendszertelenül elhelyezkedő rideg, nagy keménységű zárvány a felület forgácsolásakor tönkreteszi a késeket, hengerléskor pedig a nagyobb zárványok rontják az ötvözet alakít-



2. ábra. Elsalakosodott kemencebélésből származó, kemény, SnO_2, Cu_2O, SiO_2-tartalmú zárvány Bz5 lemeztuskó vágási felületén. N = 1×



3. ábra. Felületi rálapolások SnO_2-tartalmú Bz5 lemezen. N = 0,3×

hatóságát és a vastag méretű lemezekben durva repedésekre vezetnek.

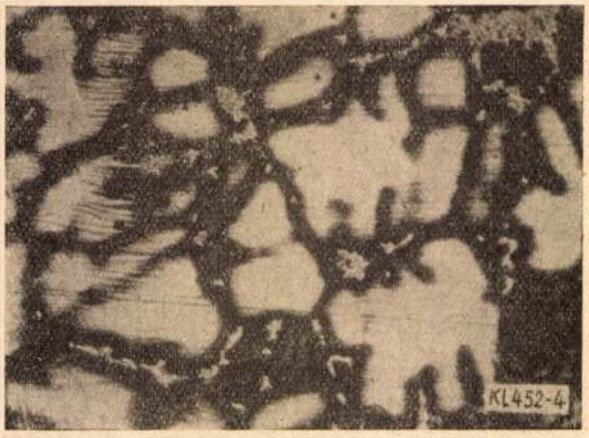
Vékony lemezben a zárványok helyi felületi repedéseket és rálapolásokat okoznak (3. ábra).

A rálapolások az előhengerlés alatt keletkező hajszálrepedések következményei. A hiba oka mikroszkópi vizsgálattal egyértelműen megállapítható.

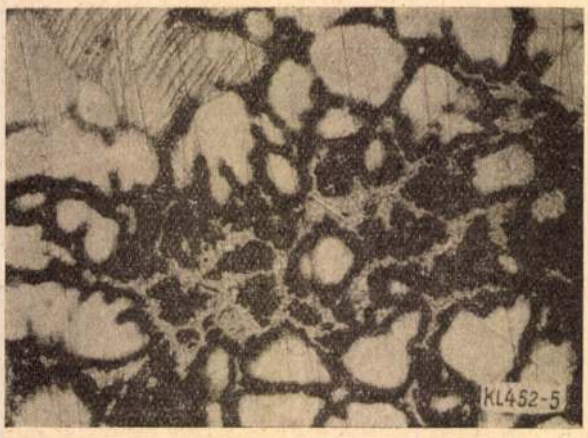
c) Dúsulások

Bronztuskókban erős központi és fordított dúsulás fordul elő. A Bz bronz kb. 150 C°-os hőfok közben kristályosodik és az α szövetben a kristályhatárokon mindig találunk kevés $\alpha + \delta$ eutektoidot (4. ábra).

Hőkezeléskor a kisebb kristályhatármenti kiválások oldatba mennek és ezáltal megjavul a hideg alakíthatóság.

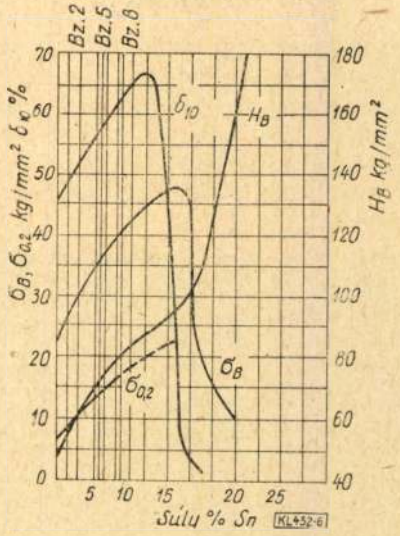


4. ábra. Bz5 bronz lemeztuskó öntési szövete. Maratás: sósavas $FeCl_3$. N = 150 ×



5. ábra. Erős Sn dúsulás Bz lemeztuskó közepén. Maratás sósavas $FeCl_3$. N = 75 ×

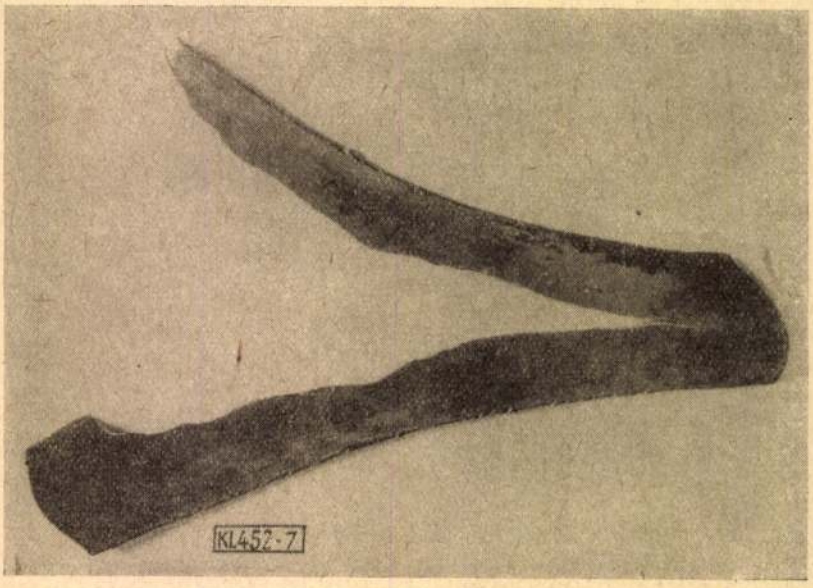
Egyes Bz 5 lemeztuskók közepén, illetve felületén nagymértékű dúsulások is előfordulnak (5. ábra). A képen látható hely Sn tartalma kb. 10%-os.



6. ábra. Ónbronzok mechanikai tulajdonságainak változása az Sn-tartalom függvényében

A növekvő Sn tartalom erősen befolyásolja a bronz mechanikai tulajdonságait és csökkenti képlékenységét. A 6. ábrán bemutatjuk az ónbronzok mechanikai tulajdonságainak változását az Sn tartalom függvényében. Hideghengerléskor az Sn dúsulás helyén az anyag törik, ha pedig a felületen van a dúsulás, akkor berepedezik. Az 5. ábrán bemutatott dúsulást tartalmazó tuskódarabot kísérleti célból homogenizálás után hengereltük, mikor az a lágyítás előtti utolsó szúrás hatására a 7. ábrán látható módon megrepedt.

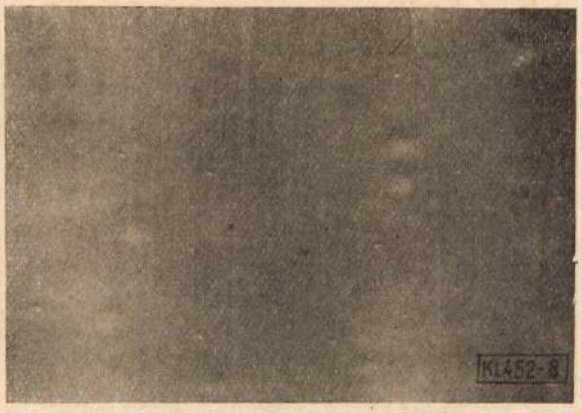
A felületi dúsulásokat a tuskófelület lemarásakor nagy részt eltávolítják. Néha azonban megtörténik, hogy kisebb dúsult részek még a homogenizálás után is visszamaradnak, ezek a lemezhengerlés során felületi szakadások, repedések és a további hengerlés folyamán rálapolások képződésére vezetnek.



7. ábra. Erős Sn dúsulás miatt megrepedt Bz5 lemez. N = 0,1 ×

d) Gázosság

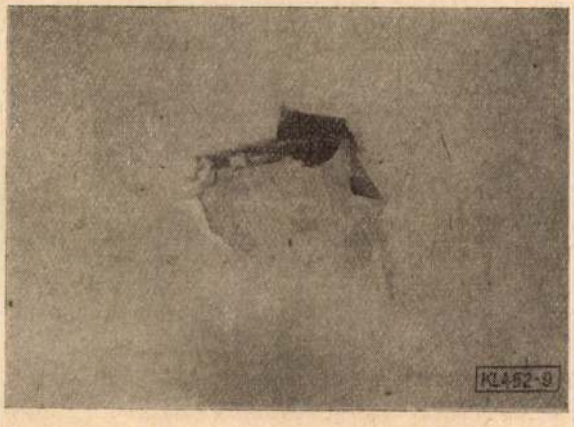
Bronzok gázosságát a betétben lévő nedvesség, vagy a katódában lévő oldott H_2 és kristályvizet tartalmazó $CuSO_4$ elektrolit zárványok, továbbá a nedves faszéntakaróból az olvasztás során keletkező H_2 okozza. A H_2 jól oldódik az olvadt fémben és kristályosodáskor apró gázhólyagokat okoz. Daraboláskor a kisméretű hólyagok nehezen ismerhetők fel, s a hengerlés során összenyomódnak anélkül, hogy összehegednének. Így a gázosság főleg az 1 mm-nél vékonyabb lemezekben és szalagokbam okoz réteges leválást, vagy hólyagosságot (8. ábra). Helytelen kokilla kezeléskor, a felesleges mennyiségű kokillakenőcs lepárlásából képződő gáz öntés közben nem tud kellő sebességgel eltávozni, részben a fémben marad és helyi kéreg alatti jellegzetes porozitást okoz. A felület lemunkálásakor visszamaradt mélyebben lévő pórusfészkek, főleg a vékony lemezek felületén szakadások, pikkelyek, rálapolások képződésére vezetnek.



8. ábra. Szívódási porozitás okozta hólyagosság 1,0 mm-es Bz5 lemezen. N = 0,3×

e) Szívódásos üregek

A gázhólyagosságnál (mikroporozitás) sokkal gyakoribb a szívódásos porozitás (9. ábra). Ez a nagy dermedési hőfokköz miatt a dermedés alatt bekövetkező térfogatcsökkenés következménye. A dermedés vége felé a maradék olvadék mennyisége és metallosztatikai nyomása már nem elegendő a képződött üregek fémmel való kitöltéséhez.



9. ábra. Szívódási porozitásra visszavezethető szakadás Bz5 lemez felületén. N = 0,3×

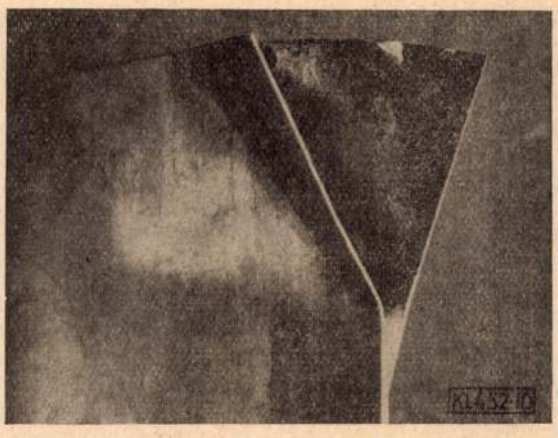
E porozitás szívódásos eredetét több megfigyelés is bizonyítja :

1. A porózus helyeken erős Sn-dúsulás tapasztalható,
2. A pórusok legsűrűbben a tuskó középvonalában helyezkednek el és alakjuk nem gömb, hanem a kristályhatár találkozását követi,
3. Oxidos rézhulladék beolvasztásakor az olvadék sűrűn folyó lesz és a hiányos fémutánpótlás következtében mindig nagymértékű szívódásos porozitás lép fel a tuskóban.

A szívódásos porozitás a gázporozitáshoz hasonlóan ugyancsak a vékony lemezeken jelentkezik hólyagok, felületi leválások, repedések, szakadások alakjában.

A Bz5 bronz nagy dermedési hőfokköze nemcsak mikropórusok, hanem mély szívódási üregek képződésének is kedvez. A tuskófej lefűrészelése alatt a durva vágási felületen a kisebb szívódások elkenődnek és ezáltal nem vehetők észre.

A hengerlés folyamán az üregek összenyomódnak anélkül, hogy összehegednének és vékony lemez hengerlése közben réteges szétválást (10. ábra), esetleg repedést, törést okoznak.



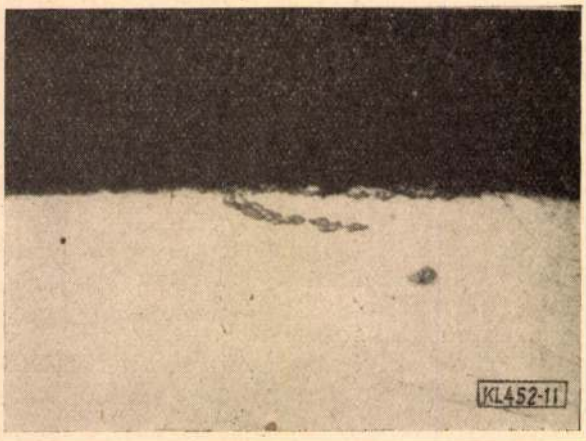
10. ábra. Szívódási üreg miatt rétegesen szétvált Bz5 lemez. N = 0,3×

f) A tuskófelület durva lemunkálása

A tuskófelület lemunkálásának célja a felületi szennyezett kéreg, valamint a kéreg alatti porozitás és dúsulások eltávolítása.

Durva előtolás következtében a kés a tuskó felületén mély barázdákat hagy vissza. Ezek a hőkezeléskor, mivel a revésedés csak kismértékű, nem égnek le és hengerlés alatt kis felületi rálapolások képződésére vezetnek.

Ezek a rálapolások a kész lemez felületén periódikusan ismétlődő párhuzamos sötét vagy vörös vonalként jelentkeznek, melyeknek mikroszkópi vizsgálata minimális mélységű oxiddal kitöltött felületi rálapolásokat mutat (11. ábra). Pácolás alatt az oxid mentén kevés réz cementálódik ki és ez okozza a vörös színeződést.



11. ábra. Durva felületi lemunkálásból származó rálapolás Bz5 lemezen. Maratlan. N = 600×

g) Elégtelen homogenizálás

Az Sn diffuziója az α kristályban lassú, ezért a dúsulás folytán kivált $\alpha + \delta$ eutektoid oldatba vitele hosszú időt vesz igénybe. A Bz 5—8 bronzok jó hidegalakításának egyik fontos alapfeltétele a homogén α szövet.

A homogenizálási idő függ a tuskó méreteitől, a dúsulás mértékétől, valamint a szemcsenagyságtól is. E két utóbbi tuskóként változó és előre nem is határozható meg.

Ezért a helyes homogenizálási idő megállapítása nagyon nehéz és bizonytalan is.

Az elégtelen homogenizálás hatása a 6. ábrában jól látható. A visszamaradt nagyobb $\alpha + \delta$ eutektoidzárványok, továbbá Sn dús helyek ridegséget okoznak, s rossz mechanikai tulajdonságuk miatt hengerlés közben a lemez berepedezik, eltörik.

A hiba főleg a vastag lemezekben jelentkezik, vékony lemez gyártása alatt nem fordul elő, mert az alakításokat követő közbeeső lágyítások során az inhomogenitások kiegyenlítődnek.

Az elégtelenül homogenizált hibás lemezek mikroszkópi vizsgálata sötétre maródó Sn-dús sávokat vagy dendritmaradványos szövetet mutat ki.

h) Felületi óntalanodás

Nagy hőmérsékleten az ónbronz erősen revésedik. A kb. 600—800 C° közt képződő, lehülés közben könnyen lepattogzó, barnásvörös revének a bronzzal érintkező színe fehér, 800 C° felett a reve fekete, a bronzzal érintkező része vörös, lehülésekor a reve a fémhez tapad vagy nagy, összefüggő darabokban válik le.

A reve képződését, mialatt O_2 diffundál a bronz felületi részeibe, a felület elóntalanodása kíséri. Az SnO_2, illetve Cu_2O és CuO képződésnek termodinamikai potenciálja 700 C°-on, a lágyítás hőmérsékletén, a következő [6]:

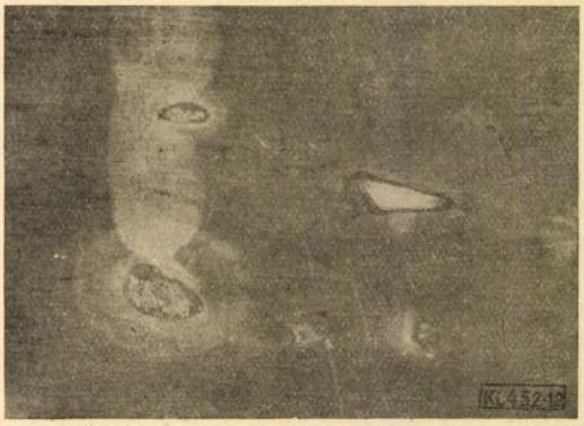
	ΔG_T° Kcal/g mol O_2
$Sn + O_2 \rightarrow SnO_2$	—90
$2Cu + O \rightarrow Cu_2O$	—55
$Cu + O \rightarrow CuO$	—34

Az SnO_2 képződés negatívabb termodinamikai potenciálja azt eredményezi, hogy a bediffundált O_2 azonnal oxidálja a bronz Sn tartalmát SnO_2 képződése közben. Ez a folyamat a hőfoktól és hőkezelési időtől függően változó vastagságú, sok SnO_2-t tartalmazó lágy, óntalanodott réteg keletkezéséhez vezet, miközben térben és időben megelőzi a Cu oxidálódását. A reve és bronz azonos Sn tartalma azt mutatja, hogy a folyamat jelentősebb Sn diffuzió nélkül megy végbe [3].

Vékony lemezek lágyításakor is lejátszódik a fent leírt folyamat, ezért pácolás után, továbbhengerlés előtt le kell csiszolni a lemezek felületét. Ellenkező esetben a visszamaradt óntalanodott réteg maradványai a vékony rugó, vagy különleges rugókemény lemezek felületi lágyfoltosságát okozzák.

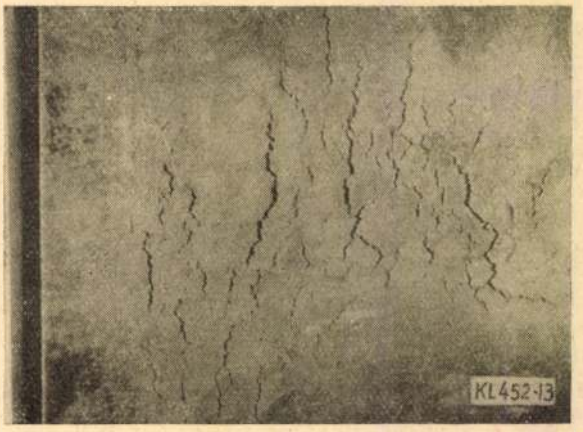
i) Alumínium okozta hibák

A hengerlés vagy lágyítás során a bronzlemezek felületére rátapadt alumíniumfém vagy ötvözet a bronzzal lágyítás közben fokozatosan ötvöződik, miközben kisolvadáspontú eutektikumot képez. Ez utóbbi a lágyítás hőmérsékletén kiolvad és



12. ábra. Bronzlemezre tapadt alumínium hatására lágyítás közben képződött kimaródások és lyukak. N = = 1,0×

helyi kimaródásokat, vagy a lemez kilyukadását okozza (12. ábra). Ilyen esetben a pácolás alatt a hibás helyek környékén elszíneződés, illetve cementációs udvar képződik.



13. ábra. Elégés következtében az első szúráskor berepedezett Bz5 lemez felülete. N = 0,3×

j) **Elégés**

Ha a homogenizálást túl nagy hőfokon végzik, a szövet erősen eldurvul és kristályhatármenti oxidáció lép fel, az anyag elég. Olajtüzelésű hőkezelő kemencékben az elégés többnyire csak a kemence gáztere felé eső lemezfelületre korlátozódik, hengerlés alatt pedig a lemez elégetett felülete berepedezik (13. ábra). Megjegyzendő, hogy ez a hiba csak vastag lemezekkel fordul elő.

k) **Hengerlési hiba**

Elégtelen lágyítás, vagy homogenizálás után az anyag az előírtnál csak kisebb fogyással hengerelhető, ezért az előírt technológiával dolgozva a lemezek széle erősen berepedezik. Hasonló a hiba akkor is, ha Bz8-at anyagkeveredés folytán Bz5 technológiának megfelelően hengerelnek. Sok kellemetlenséget okozhat a különféle szennyeződések behengerlése is. Ez a hiba többnyire csak a lemez egyik felületén jelentkezik éspedig akkor, ha pácolás után a nedves lemezt gondatlanságból piszkos kocsira teszik, vagy a műhely padlójára ejtik és utána nem mossák le.

l) **Pácolási és korróziós hibák**

Pácolás után a lemezeket, illetve szalagokat jól le kell mosni, és gondosan meg kell szárítani. Ha a lemezeken savcseppek maradtak vissza, szárításkor barnásfekete foltok keletkeznek. Ezeken a helyeken a savcsepp száradás közben felületi korróziót is okoz és ezért a hiba ledörzsöléssel, sőt egyes esetekben még csiszolással sem távolítható el.

Elégtelen pácolás után reve maradhat vissza a felületen, amely a hengerlés során benyomódik az anyagba. A benyomódott reve lágyítás utáni ismételt pácolások következtében részben kioldódik vörös foltok, sávok visszahagyása közben.

Összefoglalás

A bronzlemez és szalag gyártási selejt statisztikájából kitűnt, hogy a legtöbb hiba öntési, illetve hőkezelési eredetű. A lemez- és szalaggyártás különböző fázisaiban jelentkező törés, repedés, réteges elválás, hólyagképződés makroszkópi és mikroszkópi vizsgálata lehetővé tette a keletkezési okok és körülmények tisztázását. Az ilymódon nyert ismeretek fontos segítséget nyújtanak a hibák jelentős mértékű csökkentéséhez.

IRODALOM

[1] *Balázs F.:* Színesfém rugóanyagok előállítása. MTI. 2472. sz. 1954.
[2] *K. Ewig - Daues:* Zeitschrift für Metallkunde 1932, 9. füzet, 214. o.
[3] *Hegedűs Z.:* Acta Technika XIX. 1—2. 1958.
[4] *Széki P.—Hegedűs Z.:* Acta Technika T IV. F 1—4. 293. o. 1952.
[5] Journal of Metalls 1950. 601. o.

Izotópok használata belső anyaghiba kimutatására

RÉTI PÁL, a műszaki tudományok kandidátusa
Csepeli Vas- és Fémművek Központi Anyagvizsgáló Osztálya

DK.: 539.16.08: 620.179

Применение радиоактивных изотопов для обнаружения чнутренных дефектов материахов

Aufklärung verborgener Materialfehler mit Isotopen

Revealing of hidden material failures with the help of isotopes

A roncsolás nélküli anyagvizsgálatnak azt az ágát, amely belső anyaghibák sugárzás útján való kimutatásával foglalkozik, közös néven radiográfiának nevezik. Ide tartoznak a röntgen, radioizotóp, betatron gyorsítókkal nyert gammasugárzásos hibakimutatási eljárások.

A három módszer közül az ipari röntgenezés ma már szélesebb körben elterjedt hazánkban is. Annak bevezetése világszerte már az 1930-as években kezdődött. Az anyaghibák radioizotópokkal történő kimutatási módja kb. jelenleg van bevezetés alatt, míg a betatronos gammasugarakkal történő anyag vizsgálatára hazánkban a berendezés drága volta miatt egyelőre nem is gondolhatunk.

A három eljárás pedig mintegy kiegészíti egymást, mert a röntgen-eljárás inkább a kisebb falvastagságokra előnyös és legfeljebb 80 mm acélvastagságig terjedhet a jelenleg széltében használt 250 KV csúcsfeszültségű készülékkel. A radioizotópok használata inkább 20—150 mm vastagságú acélfalakra előnyös. Az ennél nagyobb vastagságú falak átvilágítására már betatronos gammasugárzás kellene, amellyel a jelenlegi értesülések szerint 600 mm falvastagságig lehetne vizsgálatokat végezni.

A radioizotópok fémeknek ipari átvilágítására való használata hazánkban először a Csepeli Vas- és Fémművek Központi Anyagvizsgáló Osztályának laboratóriumában nyert bevezetést. Az előkísérleteket 1954-ben indítottuk meg kohászati termékek, valamint kész gépalkatrészek belső anyaghibáinak kimutatására alkalmas módszer elsajátítása céljából. Üzemszerűen 1955-ben használtuk először. 1957 eleje óta pedig rendszeres ellenőrzési módszerként fejlesztettük ki az eljárást. 1954—1958 között kb. 10 000 felvételt készítettünk. A felvételek-adta eredmények tették lehetővé egy sor olyan technológiai ellenőrzés és gépmeghibásodás vizsgálat megoldását, amely eddigi módszereinkkel nem volt lehetséges.

Azok a területek, ahol az iparban radioaktív izotópok segítsége nélkül ma már hasonló feladatok

nem oldhatók meg, általában a következők: az említett nagy falvastagságú acéltárgyak belső hibáinak megkeresése kedvezőtlen elhelyezkedésű nagy magasságokban, vagy túlnagy mélységekben levő tárgyak vizsgálata, vagy hozzáférhetetlen hely és a nagy falvastagság együttes előfordulása, a vizsgálandó tárgyak nagy mérete és ezzel együtt nagy falvastagsága. További alkalmazási lehetőség hegesztési varratok vizsgálata olyan helyeken, ahol a drága és nehezen mozgatható röntgenberendezés nem jöhet szóba helyszíni vizsgálatokra és minden olyan esetben, ahol áramforrás a vizsgálandó tárgy közelében nincs és azt laboratóriumba nem lehet bevinni.

Sugárforrások

A radioaktív sugárzók közül kezdetben a természetes gammasugárforrásokat használták anyagvizsgálati célra. Ilyenek voltak főleg a rádium és a mezothorium, valamint a radon. Ezek a sugárforrások rendkívül drágák voltak a természetben való ritka előfordulásuk miatt. Emellett erősségük is aránylag kicsi volt, így bár az általuk kibocsátott sugárzás áthatoló képessége igen nagy, mégis rendkívül hosszú átvilágítási időre volt szükség egy-egy jó felvétel elkészítéséhez.

Mindaddig, amíg a gamma-sugárforrásokat mesterségesen előállítani nem tudták, ez a vizsgálati módszer nem terjedhetett el. Amióta azonban mesterséges sugárforrásokat tetszőleges mennyiségerősségben és megfelelő méretben elő tudnak állítani, az izotópokkal való anyagvizsgálati eljárás is egyre rohamosabban terjed.

A radiografiában sugárforrásként használatos izotópokat az 1. táblázat tünteti fel. Ezek közül az acél- és a nehézfémek vizsgálata területén a Co 60, Ir 192, Cs 137 a legelterjedtebbek.

A radioizotópok használhatóságának megítélése céljából az alábbi adatok ismeretére van szükség:

a) A sugárforrás legkeményebb gamma sugarainak jellemzője. Ezt az energiát MeV-ban (megaelektronvolt) szokás megadni.

b) A sugárforrás erőssége. Ennek egysége a curie (C), ami $3{,}7 \times 10^{10}$ bomlás /sec-t jelent. Ennek törtrészei a millicurie (mC) és a mikrocurie (μC).

c) A sugárforrás fajlagos aktivitása [mC/mm^3, vagy mC/g].

d) A sugárforrás felezési ideje (év, hó, nap, óra).

e) A sugárforrás méretei [m/m].

Fenti adatok birtokában a sugárforrás helyes megválasztásának szempontjai a következők:

A sugárforrás energiája döntő a tekintetben, hogy adott falvastagsághoz milyen áthatolóképességű, azaz milyen fajtájú izotópot kell használni. Pl. 100 mm-es acélfalhoz Co 60. A sugárforrás erőssége döntő a megvilágítás ideje tekintetében. Minél erősebb a sugárforrás azonos vizsgálandó falvastagság és a sugárzótest távolságához, annál rövidebb megvilágítási idő szükséges. Utóbbi a távolság négyzetével fordított arányban változik.

A fajlagos aktivitás határozza meg a preparátum méreteit. Minél nagyobb ennek értéke, annál kisebbek lehetnek a sugárforrás méretei azonos erősség mellett.

A sugárforrás méretei pedig a felvételek élessége szempontjából döntőek. A sugárforrásnak minél kisebbnek kell lennie. Ma rendszerint 2×2, 4×4, 5×5, 6×6, 5×10 mm méretben kaphatók Co 60 preparátumok.

A felezési idő a sugárforrás élettartamát jelzi. Ennek tehát minél nagyobbnak kell lennie. A bomlás közben is csökken természetesen a sugárforrás energiája. Ezért a sugárforrásra vonatkozó megvilágítási táblázatokat ajánlatos legalább évenként korrigálni.

Ami a csepeli izotóplaboratórium preparátumainak erősségét illeti, azok 60 C erős-

1. táblázat

Radiográfiában sugárforrásként használt izotópok

A sugárforrás	Jele	A sugárzás γ		Felezési idő		Acél, mm	Dózis teljesítmény, 1 m, r/óra C
		energiája MeV	hullámhossz Å	nap	év		
Cobalt	Co 60	1,1715 1,3316	0,0093 0,0105	—	5,2	40 —150	1,3
Tantal	Ta 182	1,223	0,0101	111	—	50 —140	0,61
Cesium	Cs 137	0,667	0,0186	—	33	20 — 90	0,37
Iridium	Ir 192	0,61 0,60 0,58 0,29 0,13	0,0203 0,0426 0,0955	74,5	—	12 — 65	0,27
Thulium	Tm 170	0,0841	0,148	129	—	0,5— 5	0,008
Röntgen	—	0,060 0,300	0,206 0,0415	—	—	0 —110	
Betatron	—	6 15 31	0,002 0,00083 0,0004	—	—	200—300 300—400 500—600	

ségig állanak rendelkezésünkre (átvilágítási célra Co 60 izotópok), 1,17 és 1,33 MeV energiával.

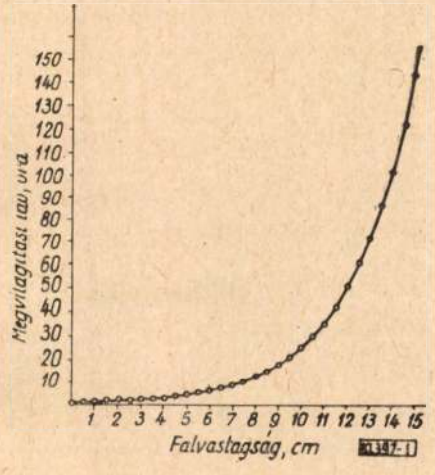
Az Iridium 192 az előbbi preparátumhoz képest lágyabb sugárzású, gamma sugárzása 0,6 (0,47) MeV-nak felel meg. Ezért inkább vékonyabb acéltárgyak és hegesztési varratok vizsgálatára alkalmas. Felezési ideje is mindössze 74 nap és ezért évenként kb. háromszor újra aktiválásra reaktorba kell helyezni. Sajnos, azokban az államokban, ahol reaktiválásra reaktor még nem áll rendelkezésre, alkalmazása még nehézkes.

A Caesium 137 gamma sugárzása ugyancsak 0,66 MeV-nak felel meg, azonban előnye, hogy ez a sugárzás monokromatikus és felezési ideje 33 év.

Könnyűfémek és műanyagok vizsgálatára a Thulium 170-et is használják, melynek sugárzása a leglágyabb sugárzások közé tartozik, lévén az 0,084 MeV-os energiájú.

Roncsolás nélküli anyagvizsgálatokra használatos sugárforrás még a Tantal 182, amelyre 1,22 MeV gammasugárzás és 112 napos felezési idő jellemző.

A jó hibafelismerés elérése érdekében általában inkább lágy sugarakat kellene használni, ami azonban túlságosan hosszú megvilágítási időket igényelne.



1. ábra. Megvilágítási idő változása az anyag vastagsától függően

Anyag: acél, izotóp 1 C Co 60, távolság 100 cm, *F* (felezési vast.) 2, izotóp ∅-jének mérete 5×10 mm

Az 1. ábra diagramja a Co 60 izotóppal való átvilágításhoz adja a szükséges megvilágítási adatokat, figyelembevéve a film és a sugárforrás 100 cm-nyi távolságát is.

A különféle izotópok használhatósága tekintetében a szerzett tapasztalatok szerint az Ir 192-vel készült felvételek 5 és 45 mm acélvastagságok között kb. azonos minőségűek a röntgenfelvételekkel. A Co 60 izotóp 40 mm acélfalvastagság alatt nem ad kielégítő képjóságot. 40 és 70 mm falvastagságok között viszont kb. azonos képjóságú a röntgenfelvételekkel, 70 mm felett pedig már jobb minőségű képek nyerhetők. 10 mm acélfalvastagság alatt a röntgen minden esetben kedvezőbb képeket ad.

Ami az átvilágítható acélfalvastagságokat illeti, ez Co 60 használatakor 40—150 mm, míg 40 mm alatt Cs 137 vagy Ir 192 izotópok sugárzása használandó. A használandó preparátum erősségére irányadó, hogy 1 C erősségű izotóppal kb. 24 órai megvilágítás szükséges 100 mm-nyi acélfalvastagság átsugárzásához 1 m távolságból. Ennél nagyobb falvastagság, vagy rövidebb megvilágítási időhöz erősebb preparátum használandó azonos távolságból.

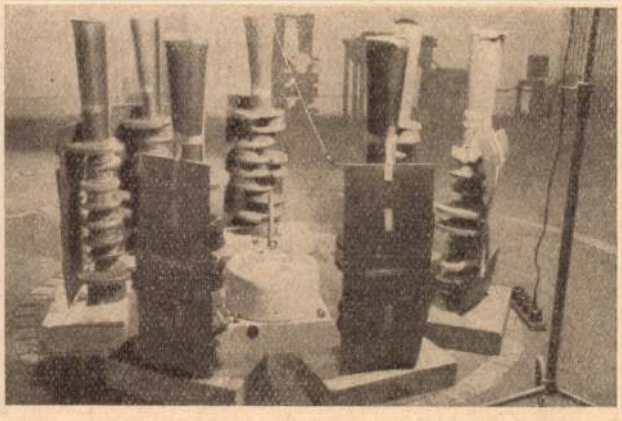
Ami az elérhető képjóságot illeti, úgy a különféle külföldi és hazai szabványokban szereplő huzalsorozatok használata ad tájékoztatót. Az ismert huzalsorozatok használatakor a képjóság érdekében 10 mm acél falvastagság felett 30 mm-ig 1,5%, e felett 1,2% huzal felismerhetőség érendő el. A második képjósági fokozatban ezek az értékek 1,5—3%-ra változnak.

A huzalsorozatok tehát a képjóság ellenőrzésére szolgálnak, vagyis azt mutatják ki, hogy jó-e a film, jól voltak-e az expozíciós feltételek megválasztva, de nem arra, hogy a vizsgált tárgy pl. hegesztési varrat, vagy öntvény jó volt-e, vagy sem.

A hibák minősítése, megítélése szempontjából ez ideig még nemzetközileg elfogadott szabvány, vagy előírás nem található.

Gyakorlati példák

Az izotópok a megvilágítás ideje alatt különösebb kezelést nem kívánnak. Ezért a vizsgálatok éjjel-nappal egyhuzamban végezhetők. Több darabnak egyidejű vizsgálata is végezhető egyetlen izotóppal. Ez utóbbi esetben a vizsgálandó tárgyakat a sugárforrás köré helyezzük — karusszel elrendezésben — és a középre helyezett izotóp valamennyi tárgyat egyidejűleg sugározza át, amint azt a 2. ábrán látjuk.



2. ábra. Karusszel elrendezésben egyidejűleg átsugárzott vizsgálat alatt álló tárgyak

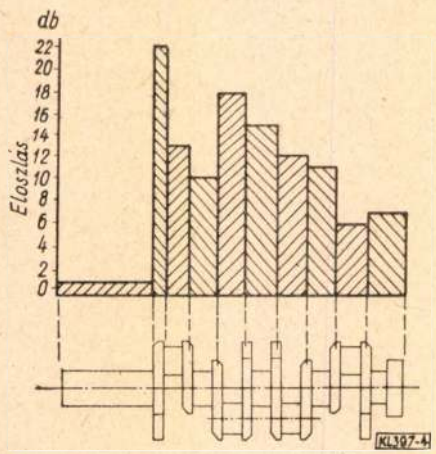
Az izotópok kis méretei és könnyű kezelhetősége lehetővé teszi azok olyan helyeken való használatát is, ahol egyébként a röntgen berendezés nagy súlyánál, áramszükségleténél és helyszükségleténél fogva, nem lenne használható. Így alkalmas helyszíni vizsgálatokhoz pl. gőzfővezetékek, kazánok, olajvezetékek stb. szerelés közben való

3. ábra. Egy cementgyári forgókemence ellenőrző vizsgálata

azonnali ellenőrzésére. Ilyen példa látható a 3. ábrán, amely egy cementgyári forgókemence ellenőrző vizsgálatát mutatja be.

Gömbgrafitos öntött vasból készült 4 hengeres autó Diesel-motor forgattyús tengelyek sorozatvizsgálata

A 4. ábrán látható forgattyús tengelyeket ezideig főleg drága krómnikkelacélból kovácsolták. A korszerű anyagvizsgálat eredményei alapján a nagyszilárdságú, de egyben drága krómnikkel acélok helyett a jóval kisebb szilárdságú öntött vas fajtákra térnek át. Főleg gömbgrafitos vasöntvé-



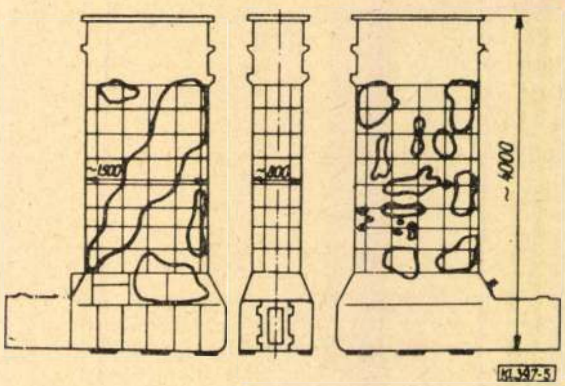
4. ábra. Öntöttvastengelyek vizsgálati eredményeiből rajzolt gyakorisági grafikon

nyek használata ilyen célra — tekintve azok nagyobb szilárdságát — kézenfekvőnek látszik, ha a tengelyekben helytelen öntéstechnológiából származó belső anyaghibák nincsenek. Évégből Vas- és Acélöntödénk, amidőn megkezdte a tengelyeknek gyártását, egyúttal szükségesnek látta a tengelyek belső hibáinak vizsgálatát is. Erre a célra a tengelyvastagsága miatt röntgen-vizsgálat már nem jöhetett szóba, így került sor a tengelyek belső hibáinak radioaktív izotópokkal való ellenőrzésére.

A megvizsgált tengelyek vizsgálati eredményeit ugyancsak a 4. ábrába berajzolt gyakorisági diagramok szemléltetik. A megvizsgált 190 tengelyből 34 db-ban különféle nagyobbmérvű belső anyaghibát találtunk, 107-ben még elfogadható hibák mutatkoztak és 49 hibátlannak bizonyult. A hibák elhelyezkedésének gyakorisága a tengely különböző helyén a diagramon szemlélhető. Eme eredmények alapján lehetővé vált a technológia módosítása a leggyakrabban előforduló hibafajták és meghibásodási helyek megszüntetése érdekében. A vizsgálatokkal elérhető megtakarítás igen jelentős, figyelembevéve a jelenleg fennálló törvényes rendelkezéseket, mely szerint a kohászat selejtmegtérítési kötelezettsége csakis az általa szállított hibás anyagú tárgyak anyagköltségeire terjed ki, de a megmunkálási költségekre nem.[1] Elsőrangú feladat tehát az iparban, hogy belső anyaghibás darabok ne kerüljenek további megmunkálás alá. Ilyen formán havi 1000 db tengely legyártása alapján 15%-os selejtet számítva —, melynek további megmunkálása az izotóp vizsgálatok során megtakarítható — kb. havi 40 000 Ft megtakarítás érhető el.

Szénkéneggyártó retorták vizsgálata

A szénkéneggyártásra igen nagy fontossággal bír az acélöntésű, mintegy 4 m magas 60 mm-es falvastagságú és az 5. ábrán látható alakú retorták élettartama. A retorták gyakori, gyors meghibásodása a szénkéneggyártás folytonosságát veszélyez-



5. ábra. Szénkéneggyártó retortában radioizotóp vizsgálattal felderített hibák térképe

teti. A radioizotóp vizsgálatok célja az, hogy kiderítse a korrózionak és egyidejűleg magas hőfoknak igen erősen kitett retorták gyors meghibásodási okait. A retorták falában vizsgálataink szerint a legkülönfélébb természetű belső anyaghibák fordulnak elő. A szívódások, lunkerek, zárványok, stb. a fal tömörségét olymértékben befolyásolják, hogy a rendkívül erősen ható korroziv anyagok az aránylag kis vastagságú ép acélfalat gyorsabban tették tönkre. Az első megvizsgált darabról felvett hiba térképet az 5. ábrán láthatjuk. A hibákat hegesztés útján részben kijavították. Ennek eredménye alapján megállapítható, hogy az eredetileg ép fal, vagy hegesztés után kijavított eredetileg

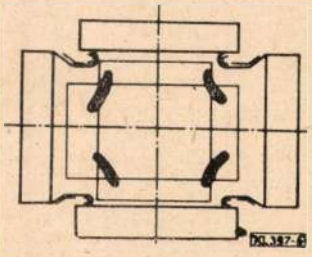
[1] A megtakarítás fennáll, bárki fogja a megmunkálás kárbaveszett költségét megtéríteni! (A szerkesztő megjegyzése.)

hibás falrészen sohasem következett be gyors korrózió, hanem a hiba mindenkor a ki nem javított, eredetileg anyagfolytonossági hiányt tartalmazó falrészeken jött létre. A vizsgálatok lehetővé tették az öntéstechnológia megfelelő kialakítását, ill. módosítását. A vizsgálatokat mindenkor szabadban kellett végrehajtani. Egy-egy acélöntésű retorta ára 80 000 Ft és a statisztikai adatok kimutatása szerint az élettartamuk 2 hónaptól 18 hónapig terjed. A rendkívül súlyos korróziós és hőmérsékleti viszonyok miatt a vizsgálatok célja csak az lehet, hogy a legyártott darabok élettartamát átlagosan 18 hónap felé segítsen növelni. Az elérhető megtakarítás a következő alapon értékelhető: Ha 2 hónapig áll üzemben egy retorta, a havi retorta felhasználási költség 40 000 Ft, míg 18 havi használat mellett ez az összeg csak 4500 Ft-ra, tehát közel a tized részére csökken. Ha figyelembe vesszük, hogy évenként csak 12 retorta készül, akkor 2 hónapból 18 hónapra növelt élettartam évi 425 000 Ft megtakarítás lenne.

Még ha arról nem lehet is szó, hogy az öntvényben előforduló valamennyi hibát kijavítsuk, de pl. ha az egyik retortáról készült 121 felvétel közül, a 87 belső anyaghibát tartalmazó felvételből a 26 legsúlyosabbat kijavítjuk, már jelentékenyen növelhetjük a retorta élettartamát.

Olajbányászati acélöntvények vizsgálata

Az olajbányászatban használt eszközök közül a gázkitörésgátló (Cameron) acélöntvények izotópos rendszeres vizsgálatát vezettük be. Mintegy 21 db eddig megvizsgált kb. 90 mm falvastagságú, kb. 2 t súlyú acélöntvény gyártásával kapcsolatos tapasztalatok szerint a 6. ábrán megjelölt helyeken rendszeres meghibásodások (szívódások, lunkerek) fordultak elő. 5 db hibátlan, 9 db teljesen selejt és 7 db pedig hegesztéssel javítható darabbal szerzett tapasztalataink szerint a körív alakú és a falvastagságnak mintegy kb. 12%-át kitevő vastagságú belső anyaghiba, melynek hossza kb. 70—80 mm volt, elegendő volt ahhoz, hogy a 450 atm próbanyomás helyett 3 db 300 atm-n felrepedjen. Ez utóbbi jelenség oka az anyag teljes ridegsége, amit a szilárdsági tulajdonságai jól kimutattak. Egy öntvény teljes előállítási költsége 20 000 Ft. Ebből 14 000 Ft az anyagköltség és 6000 Ft a megmunkálási költség. Ha tehát a belső anyaghibával bíró darabok egyértelműen kiselejtezésre kerülnek már megmunkálás előtt, úgy a 9 db teljes selejt megmunkálásának elhagyásával 54 000 Ft megtakarítást érhetünk el, ha pedig a hibákat hegesztés útján nem javítjuk, akkor (16 db öntvény kiselejtezését számítjuk) 96 000 Ft megtakarítás jelentkezik hegesztéssel a népgazdaság javára.

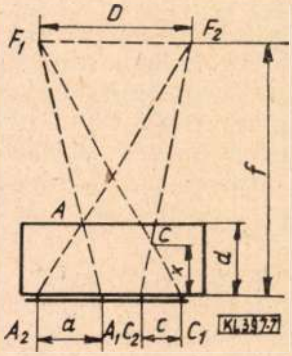


6. ábra. Gázkitörésgátló acélöntvények izotópos vizsgálatakor talált hibahelyek

További példák felsorolása a most megjelent IASZ[2] közlemények II. kötetében található.

Külön fejezetet kell szentelni a *hegesztési varratok* vizsgálatának, mint az egyik fő vizsgálati területnek. Az itt szerzett tapasztalataink szerint a közvetlen gazdasági eredmény, ill. megtakarítás nehezen volna kimutatható, mert a hegesztési varratok hibátlansága alapkövetelménye egy berendezés működőképességének, legyen az hidszerkezet, csővezeték, vagy egyéb. Technológiai hibák kijavításáról van szó, amelyek kijavítása nélkül az üzembiztonságot veszélyezteti, ami esetleg emberélet veszteséget is jelenthet egyéb nehezen becsülhető károk mellett.

Az anyagban lévő hiba helye kielégítő pontossággal határozható meg két, azonos fókusztávolságból való felvétel segítségével. Évégből a tárgy felületén, mint azt a 7. ábra mutatja, az A pontot kb.



7. ábra. A hibahely meghatározása két azonos gyújtóponttávolságú felvétellel

1 mm átmérőjű ólomsöréttel jelöljük meg. Ezután F_1 és F_2 fókuszállásból mind az A pontot, mind a C pontszerűnek feltételezett hibát lefényképezzük. A két felvételből geometriai meggondolások alapján a 7. ábrán látható jelölésekkel írható:

$$F_1\,F_2\,A\triangle \text{ és } A\;A_1\,A_2\triangle, \text{ továbbá}$$
$$F_1\,F_2\,C\triangle \text{ és } C\;C_1\,C_2\triangle$$

hasonlók lévén, goemetriailag bizonyítható, hogy a hiba mélysége:

$$x \simeq \frac{c \cdot d}{a}$$

képletből meghatározható anélkül, hogy a tárgy d vastagságának lemérésén kívül egyéb mérést végezni kellene. A c és a értékek a filmről megállapíthatók.

Az izotóp-laboratóriumok nyitott kérdései

Az átvilágítással foglalkozó ipari laboratóriumok jelenlegi problémái az alábbiak: megfelelő sugárforrások beszerzése, megfelelő munkahelyek és tárolótartók létesítése, filmek, ólom-

[2] IASZ = Izotóp Alkalmazási Szakbizottság.

3. táblázat

Radioizotópok adatai

Sorszám	Izotóp	Aktivitás mC	Kelt	Térfogat m^3	Fajl. akt. mC/mm^3	Méret ∅ mm	Geometriai életlenség, mm*
1	Co60	14 000	56. II. 29.	1180	11,8	10×15	0,065
2	Co60	3 900	56. IX. 1.	98	39,8	5 × 5	0,021
3	Co60	2 900	58. IV. 1.	197	14,7	5 ×10	0,043
4	Cs137	6 600	56. VI. 26.	170	39,0	6 × 6	0,026
5	Cs137	4 770	57. IX. 1.	307	15,5	7 × 8	0,035
6	Ir192	16 600	58 V. 23.	80	207	4,5× 5	0,021

* Hibavastagság : 3 mm Prep.-filmtáv. : 70 cm.

fóliák, egyéb felszerelési tárgyak beszerzése, a vizsgálati idők rövidítése stb.

A sugárforrások kérdésének megvilágítása céljából néhány rendelkezésemre álló sugárforrás műszaki adatait sorolom fel a 2. táblázatban.

Mint a táblázatból látható, a nálunk jelenleg használatos sugárforrásaink nagyméretűek, fajlagos aktivitásuk rendkívül kicsi. Ugyanis, ha figyelembevesszük a világszerte rendelkezésre álló katalógusok adatait, kiderül, hogy a fajlagos aktivitás 80 mC/mm^3 nagyságrenden kezdődik. Ez a kérdés összefüggésben áll természetesen az izotópok aktiválási idejével is. *Berthold*, *Vaupel* és *Wetterneck* 4×4 mm-es sugárforrásra 1 heti besugárzással elérhető fajlagos aktivitásként az alábbiakat adja meg :

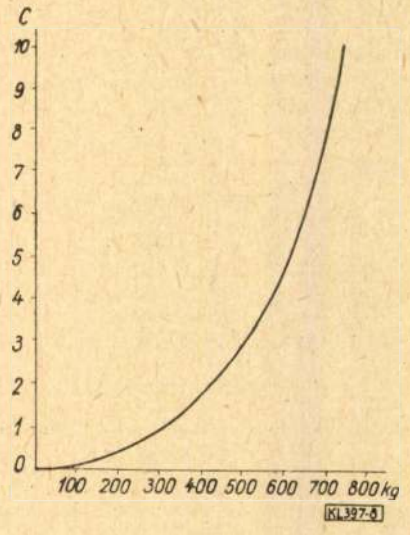
Co 60 = 2,1 mC/g
Ta 182 = 5,2 mC/g
Ir 192 = 197 mC/g.

Többszáz mC erősségű Ir preparátum aktivizálása mindössze néhány hét, a Co-é azonban több évet tesz ki.

A nálunk szokásos megvilágítási idők ma még rendkívül hosszúak és ezért sokszor a vizsgálat akadályai, mert az ipari felhasználók berendezéseiket vagy meghibásodott alkatrészeiket nem mindig tudják félnapos, vagy esetleg egésznapos időtartamra a vizsgálathoz rendelkezésre bocsátani. Az is előfordul, hogy a vizsgálandó tárgy a kívánt hosszú időtartamig nem hozzáférhető egyéb, üzemben lévő termelőberendezések üzemideje alatt. Ezért véleményem szerint a jövőben a kisméretű és a nagy fajlagos aktivitású sugárforrások beszerzését előtérbe kell helyezni. Pl. 80 mm acélfal átvilágításához röntgensugarakkal, ha 240 KV feszültséget és 4 mA áramerősséget használunk, 700 mm fókusztávolságból ólomfóliával $t = 25$ perc lenne szükséges, ugyanez a falvastagság Co 60 izotóppal 1000 mC erősség és 1000 mm fókusztávolság mellett, ha a sugárforrás 5×10 mm : $t = 12$ óra, $t = 700$ mm mellett kb. 6 óra. 31 MeV betatronnal — azonos körülmények között — a 80 mm-es acélfal kb. 30 másodperc alatt volna vizsgálható.

Nagy fajlagos aktivitású, 99,9 tisztaságú 2×2 mm-es (4×4) kapszulázott sugárforrással 76 mm acélfalat 1000 mm fókusztávolsággal 0,13 és 0,25 mm ólomfóliákkal 3 óra 45 perc alatt lehet átvilágítani „Industrial B" $d = 1,2$ feketedésű filmmel. A megvilágítási idő ez esetben tehát 2,3 része az általunk használt Co 60-as sugárforráshoz szükséges időnek.

Vizsgálatokat végezni természetesen csak megfelelő hordozó és munkatartók segítségével lehet. Ilyen tartók egységes, ill. szabványos kialakítása és annak sorozatban való gyártása hazánkban még egyáltalán nem valósult meg. A szükséges teendő tehát a megfelelő izotóptartók esetleg már meglévő konstrukcióiból a legmegfelelőbbeket kiválasztani pl. az angol iparban használatos Co 60 izotóp-tokokról készített diagram (8. ábra) alapján. Ezután a KGM valamelyik vállalatát ilyen tartótokok készítésével kellene megbízni, mert enélkül a radioizotópok átvilágítási téren való terjedése még lassabban fog haladni.



8. ábra. Co 60 izotóp-tokok súlya a prep. erősség függvényében

További súlyos problémánk a film. Jelenleg ipari laboratóriumaink időnként az országba behozott Agfa „Texo S", vagy „Texo R" filmekhez jutnak. Amíg ezek a filmek többé-kevésbé frissek még, használhatóknak tekinthetők. Érzékenységük azonban lényegesen elmarad akár a szovjet, akár a nyugati filmek érzékenysége mögött.

Sajnos, még nem volt módunk kipróbálni sem szovjet, sem nyugati korszerű nagyérzékenységű filmeket, amelyeket kizárólag radioizotóp átvilágítás céljára fejlesztettek ki.

A jövőben arra kell törekedni, hogy radioizotóp átvilágítás céljára megfelelő minőségű és mennyiségű hazai film álljon rendelkezésre, addig pedig hatóságaink engedélyezzék az ország ilyen szükségletének megfelelő nagy érzékenységű, korszerű filmek behozatalát.

Nagy problémát jelent ma a megfelelő vékonyságú ólomlemezek hazai előállítása és folyamatos gyártása is. Nincs Magyarországon egyetlen olyan finomhengerműi, amely a 0,15—0,45 mm vastagságú ólomlemez hengerlésére vállalkoznék. A kérdést sürgősen megoldandónak tartanám, mert enélkül éppoly kátyúba kerül az átvilágítás ügye, mint azt a filmekről említettem.

Távlati fejlesztési irányok

Figyelembevéve az előzőkben elmondott elsődleges hiányokat és elmaradásunkat a külfölddel szemben, igen nehéz az átvilágítási technika külföldön ma már ismert és fejlett irányait a hazai átvilágítás fejlesztésének középpontjába állítani.

Minden esetre szerintem igen fontos és úgyszólván halaszthatatlan a fejlesztésben az ipari és röntgenfilmek használata mellett a radioizotópok területén az átvilágítástechnikának hatékony bevezetése is. Az átvilágításhoz szükséges erősítőberendezések és képerősítő rendszer mintapéldányát be kellene szerezni, ill. ha lehet, itthon el kellene készíteni. Tudomásom szerint az említett berendezéssel a most használatos több C erősségű preparátumok helyett néhány mC erősségű preparátummal elvégezhető lesz a feladatok túlnyomó többsége és a sugárveszély, amely jelenleg az átvilágítási technikában a nagy erősségű preparátumok miatt fennáll, majd minimumra csökkenthető. Ilyen elrendezés látható a 9. ábrán.

9. ábra. Erősítő és képerősítő vizsgálat közben

Szükséges a rövidebb felezési idejű radioaktív izotópok gyors cserélhetőségének megvalósítása, mert ma már ezek az izotópok az iparban előforduló egyre gyakoribb kívánságokat elégíthetnének ki és ma már nem nélkülözhetők. Az izotópok egyszeri beszerzése pedig néhány heti, vagy hónapi munka után további vizsgálatokat nem tesz lehetővé.

A távlati fejlesztéshez vegyük figyelembe a betatron gamma és az elektron gyorsító sugárzásadta előnyöket is és tűzzünk ki időpontot a hazai betatron problémájának megoldására.

Szükségesnek tartom a hazai szabványok jelenleg még csak röntgen célra kidolgozott előírásait radioizotóp átvilágítással kapcsolatos térre kiterjeszteni, ill. a vonatkozó szabványokat átdolgozni, korszerűsíteni.

EGYESÜLETI HÍR

Egyesületünk Vaskohászati osztálya keretében működő Kovács tagozat május hó 13-án tartotta meg szokásos összejövetelét. A klubnapnak egyetlen témája volt, a szovjet hosszúlejáratú hitel keretében beérkező 4 db Maxima-sajtó telepítésének kérdése. A legfontosabb irányelveket *Terény Aladár* foglalta össze, amely után a Csepeli Kovácsológyár, a Mávag, a Ganz, Vagongyár, és a Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár megbízottai szóltak a telepítés kérdéséhez. Végül a Kohó- és Gépipari Minisztérium és az Országos Tervhivatal szakelőadói ismertették álláspontjukat. Az értekezlet a telepítés kérdésében mutatkozó sokféle véleményt és szempontot egyeztette és ezzel a felettes hatóság munkáját e fontos kérdésben előkészítette és a döntést ezzel jelentősen elősegítette.

Latinák István

Az egyesületünk sztalinvárosi csoportja, rendszeresen tart előadásokat, amelyeken az egyesület tagjai mindig szép számmal vesznek részt.

Ez évben eddig a következő előadások voltak:

1959. I. 14-én Pőcze László: „Az anyagvizsgálat helyzete a Dunai Vasműben."

I. 28-án Bicsak Tibor: „Hengerműi tolókemencék a Dunai Vasműben."

II. 19-én Sziklaváry János: „A nyersvas kéntartalmának befolyása az acélgyártás gazdaságosságára."

III. 19-e és V. 7 között úgyszólván minden héten Horváth Aurél egyetemi docens tartott előadásokat „A kokszolói folyamatok termodinamikája" címmel.

V. és VI. hónapban előadás sorozatban fogják a Dunai Vasmű hengerművét ismertetni.

Hauszner Ernő

Ivan Pavlovics Bardin 75 éves

Ivan Pavlovics Bardin professzor, a világszerte ismert és elismert szovjet kohász, számos tudományos és társadalmi tisztség viselője, 1958 november 13-án töltötte be életének 75. évét.

Egy Volga-menti falucska szegény szabójának gyermekeként született. Egyszerű származása miatt a gimnáziumba nem vették fel és ezért tanulmányait egy mezőgazdasági szakiskolában folytatta. *Az 1905. évi forradalmi diákmegmozdulásban való részvétele miatt csak több éves késéssel iratkozhatott a kievi egyetemre, ahol 1908-ban szerezte meg vegyészmérnöki oklevelét.* A fiatal mérnök azonban nem fejthette ki képességeit szeretett népe és hazája javára, mert az akkor szinte kivétel nélkül külföldi tőkeérdekeltségek kezében levő orosz vas- és acélipari üzemek nem szívesen alkalmaztak orosz szakembereket. Ezért *Bardin kénytelen volt 1910-ben Amerikába vándorolni*, ahol egy chicagói acélműben munkásként kereste kenyerét. Az Októberi Forradalom már ismét odahaza találta a most már külföldi tapasztalatokkal is gazdagodott mérnököt, aki az elsők közt ajánlotta fel szaktudását a fiatal szovjet államnak. *Már az 1929-ben megindult első ötéves tervben megbízták a kuznyeci vas- és acélkombinát megtervezésével.* A tervezés és építkezés munkája a kitűzött időpont előtt készült el és 1932. április 1-én megtörtént az első csapolás a kuznyecki kombinátban, amelynek Bardin hosszú éveken át műszaki vezetője volt. Szaktudására azonban hamarosan még magasabb szinten volt szükség: a vasipari népbiztosság helyettes vezetőjeként megbízást kapott a szovjet vas- és acélipar átfogó fejlesztési tervének kidolgozására.

A Honvédő Háború alatt a keleti területek vas- és acéliparának mozgósításában és átszervezésében, a háború után a hadműveletek során elpusztult vagy megrongálódott üzemek rekonstrukciójában végzett kimagasló munkát. *Jelenleg a Szovjetunió Akadémiájának helyettes elnöke*, a *Központi Kohászati Tudományos Kutató Intézet igazgatója*, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája mellett a Nemzetközi Geofizikai Év tartamára létesített bizottság elnöke, a Szocialista munka Hőse és a Legfelső Szovjet küldötte.

Bardin professzor két alkalommal, 1949-ben és 1953-ban járt hazánkban. E sorok írójának, aki őt első látogatása során szakmai tolmácsként kísérte, alkalma volt meggyőződni arról az őszinte készségről, amellyel a műszaki konferenciák során tanácsaival, észrevételeivel, javaslataival hazai vas- és acéliparunk fejlesztésében, távlati terveink kialakításában, az ózdi és diósgyőri rekonstrukciók elgondolásaiban és az akkor születő Dunai Vasmű tervezésében segítségünkre lenni törekedett. Szakmájának szeretete és ismerete mellett fáradhatatlan munkabírása, szerénysége, közvetlensége és szeretetreméltó egyénisége igen mély hatást tett mindazokra, akik itteni látogatásai során vele találkozhattak.

Életének 75., mérnöki működésének 50. évében, ha kissé megkésve is, köszöntsék Bardin professzort e sorok és bennük a magyar kohásztársadalom legőszintébb jókívánságai.

Horváth Aurél
egyetemi docens

EGYETEMI HÍREK

Mérnöki Továbbképző előadássorozat keretében a Csepeli Vas- és Fémművekben Kiss Ervin egyetemi docens „A csepeli csőgyárban végzett tolópadi és ferdesori üzemi mérések" címmel március 26-án előadást tartott.

Verő József tanszékvezető egyetemi tanár „Anyagvizsgálat a kohászatban" címmel április 2-án az OMBKE-ben előadást tartott.

Bognár János tanszékvezető egyetemi docens a Magyar Tudományos Akadémia, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete képviseletében március 6—26 között részt vett a Moszkvában megrendezett VIII. Mendelejev Kongresszuson.

Az idén végző kohómérnökhallgatók április 1-én adták be diplomatervüket. A diplomatervek megvédésére, a bírálatok elkészülte után, április 21-én került sor.

*

1959. április 29-én volt az Egyetemen a f. évben végzett kohómérnökök ünnepélyes oklevél-kiosztása. Összesen 32 kohómérnök kapott oklevelet, az alábbi megoszlás szerint:

Acsádi István	Mikó József
Becker Miklós	Mudra László
Bezsterczei László	Sebők Mihály
Fazekas István	Szarka János
Gábor Lajos	Takács I. Tibor
Horváth Gyula	Tamás István
Jang Dze Ren	Tóth Mihály
Kucselata Pál	Tranta Ferenc
Mándli Ferenc	Wéber Józsefné

Összesen 18 fő, akik az Egyetem Kohómérnöki Karán a Nappali tagozaton végezték tanulmányaikat.

Kotán László	Pocsai József
Kiss Sándor	Stankovics László
Montovai László	Vágner János

Összesen 6 fő, akik az Egyetem Kohómérnöki Karán az Esti tagozaton végezték tanulmányaikat.

Fülöp Elemér	Sebe Bertalan
Hajdu N. István	Solymár Jánosné
Kristóf Tibor	Sövegjártó Zoltán
Sajtcz János	Vékony Lajos

Összesen 8 fő, akik az Egyetem Kohómérnöki Karán a Levelező tagozaton végezték tanulmányaikat.

*

Dr. Horváth Zoltán egyetemi tanár, a Kohómérnöki Kar Dékánja 1959. április 30-tól május 6-ig a Lengyel Népköztársaságban, Krakówban részt vett a Krakói Bányászati-Kohászati Napok ünnepségein, mint a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karának képviselője.

Farkas Ottó egyetemi adjunktus, 1959. május 4-én a Román Népköztársaságba utazott, a Kultúrkapcsolatok keretében a Román Népköztársaság üzemeinek tanulmányi látogatására.

Nagy Miklós tanársegéd a Kohómérnöki Kar Dékánjának titkára, május 1-ével lemondott, helyette a titkári teendőket ideiglenesen Bereczky László, az Általános Kémia Tanszék tanársegédje látja el. A titkári állás betöltésére az Egyetem Kohómérnöki Kar Dékánja pályázatot hirdetett.

A kovácsolóipar fejlesztése a felhasználóipar szerkezeti változásának függvényében

LOGODI LÁSZLÓ, okl. gépészmérnök

D K: 621.73

Развитие кузечной промышленности в зависимости от изменения структури промышленности-потребителя

Die Entwicklung des Schmiedewerke in Zusammenhang mit der Gliederungsänderung der Verbrauchsindustrie

Development of the forging industry in connection with the change in the processing industry

Mint ismeretes, a kovácsoltacél fogalma a termelési és elosztási terveinkben azoknak a féltermékeknek egyikét jelenti, amely a feldolgozóipar számára alapanyagként szolgál. Ez a meghatározás bizonyos mértékben független a technológiától, hiszen pl. a mezőgazdasági kis szerszámok, vagy egyéb — bár kovácsoló technológiával készített termékek nem szerepelnek a fenti fogalomban, miután azokat késztermékként tervezzük. Tervezési módszerünknek ez a vonatkozása nem okoz különösebb bonyodalmat. Ezzel szemben zavarja a tiszta kép kialakítását a termelés és elosztás vonatkozásában a teljes keresztmetszetű termelés tervezése, miután ez halmozott értékeket tartalmaz, azaz az átkovácsolást is magában foglalja. Véleményem szerint, bár az átkovácsolás is termelési kapacitást köt le, ketté kellene választani mind tervezésünkben, mind nyilvántartásunkban a kovácsoltacél és az átkovácsolás fogalmát. Ez azért is szükséges, mert távlati tervezésünk egyik célkitűzéseként az átkovácsolás mennyiségét egyre szűkebb területre szándékozunk korlátozni.

Egy másik tervmetodikai kérdés a kovácsoltacél fogalmán belül a szabadalakító, illetve süllyesztékes kovácsolással készült termékek külön választása. Műszaki fejlesztésünk egyik követelménye, hogy az összes kovácsoltacél termékeken belül egyre nagyobb arányban szerepeljen a süllyesztékes kovácsolt termékek mennyisége. Ezt hatásosan akkor segíthetjük elő, ha tervezésünkben rendszeresen és számszerűen érvényesíthetjük erre irányuló célkitűzéseinket. Jelenlegi tervezési módszereink ezt nem teszik lehetővé.

Tervezési módszereink ismertetése során külön meg kell említenünk azt a fejlődést, amelyet termelési terveink készítésében különösen az elmúlt két évben értünk el.

Ismeretes, hogy az elmúlt években — különösen az első ötéves terv időszakában — termelési terveink készítése hosszú ideig hiányos kapacitásfelmérésekre támaszkodott. A mennyiségi termelés szinte egyeduralkodó szemléletének megfelelően a termelési tervek többé-kevésbé a vállalatokra erőszakolt tonna-tervben jutottak kifejezésre. Az is ismeretes, hogy ez mennyi hátrányt jelentett népgazdaságunknak. Jelentősen romlott a minőség, a munkafegyelem és a vezetés színvonala. Elmondhatjuk, hogy különösen az ellenforradalom felszámolása óta termelési terveink lényegesen javultak. Eltekintve attól, hogy a jelenlegi igények jelentősen kisebbek termelőkapacitásunknál, rendelkezésünkre állanak több irányban elkészített, hasznos kapacitásfelmérések, amelyek alaposabbá teszik tervezőmunkánkat. Elmondhatjuk, hogy ma már nem egyetlen uralkodó szemlélet a termelés mennyisége. Bár a mindennapi gyakorlatban a mennyiség az igények kielégítésének egyik legfontosabb mutatója, mégis a vállalatok eredményes munkájának a gazdaságosság a leglényegesebb mérőeszköze. Véleményünk szerint ezt a módszert nemcsak fenn kell tartani, hanem ösztönző hatását a jelenleginél fokozottabban ki kell használni.

A kovácsolóipar fejlődését vizsgálva már az első ötéves terv értékelése megállapította, hogy a vele szemben támasztott igényeket — nagy nehézségek árán és sokszor gazdaságtalan termeléssel — kielégítette, bár a kovácsolóipar fejlesztése lényegesen elmaradt a gépipar egyéb ágainak fejlesztési üteme mögött. Az iparág elmaradottságára jellemző, hogy 1955-ben a kovácsolóipar gépparkjának mintegy 70%-a 30—40 évnél öregebb volt. Ez a helyzet alapvetően azóta sem változott. A korszerűtlen technológia mellett az alapanyag sok esetben kifogásolható minősége is hozzájárult a termelés rossz hatásfokához.

A kovácsolóipar technológiai fejlődése egészen a legutóbbi évekig határozatlanul, célkitűzések nélkül, az üzemek spontán kezdeményezése alapján ment végbe. Ennek felelt meg az a szórványos gépi beruházás, amely néhány szabadalakító és ellenütős kalapács üzembehelyezéséhez vezetett. Ezek természetesen nem oldották meg a kovácsolóipar általános elmaradottságának és egyes szűk keresztmetszeteinek felszámolását. Meg kell említeni, hogy a közelmúltban a kovácsolóipar legszűkebb keresztmetszete a nehézfazon kovácsolás volt. A rendelkezésre álló kevés számú berendezést olyan nagyfokú terheléssel kellett üzemben tartani, ami már a biztonságos termelést veszélyeztette. Az 1958. és 1959. években nem ennyire feszült a helyzet, de véleményünk szerint nem szabad a kovácsipart még egyszer ilyen nehézségek elé állítani. E szűk keresztmetszetnek felszámolására az látszik legelőnyösebbnek, ha manipulátorral szereljük fel nagyobb gépegységeinket, ezzel a nehéz fizikai munka csökken, a kapacitás pedig lényegesen növekedni fog. Ezenkívül úgy is segíthetünk, hogy a szabadalakító kovácsolás egy részét — amelyet lehetséges — süllyesztékes technológiára visszük át.

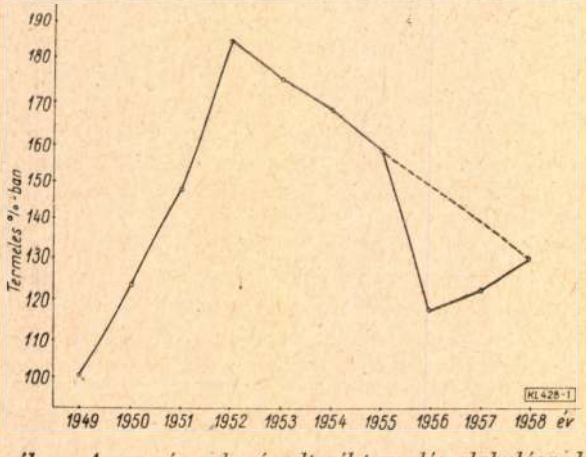
Ki kell emelni és feltétlenül sürgősen meg kell oldani kovácsolóiparunk felszerelését megfelelő hevítőkemencékkel. A sokféle, nagyrészt korszerűtlen kemencetípus, amely a kovácsolóipar berendezéseit jellemzi, igen gazdaságtalan hőenergiafelhasználást okoz. Ezen a területen

elsősorban a vállalatok kezdeményezése a döntő, de sokat segíthet az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretében működő Kovácstagozat, akár tapasztalatcsere útján egyes típusok ajánlásával, akár bizottsági munkában kidolgozott téma napirendretűzésével, akár szakelőadások rendszeresítésével. Az általános helyzetkép kialakításához tartozik a kovácsüzemekben hiányosan, illetve korszerűtlen berendezésekkel végzett revementesítés is. Ezt a kérdést nem érintjük bővebben, miután a közelmúltban a Tagozat klubnapján elhangzott előadásnak éppen ez volt a témája. A hasznos ismertetés után a Tagozat határozata értelmében a reveképződés megakadályozásának, illetve a revétlenítés korszerűsítésének fejlesztésére egy szűkebb bizottság az OT. részére javaslatot készített.

Az eddig elmondottakból a hazai kovácsipar helyzetére vonatkozóan kedvezőtlen kép alakult ki, de ez egyben meghatározza a jövő fejlesztésének irányát is. Meg kell azonban említenünk néhány olyan kezdeményezést, amely a nehézségek ellenére hozzájárult — ha szűkebb területen is — kovácsiparunk műszaki színvonalának emeléséhez. Ilyen volt a Wilhelm Pieck-gyár kovácsüzemének Kossuth-díjjal kitüntetett kollektivájának forgattyústengely süllyeszték megoldása, a Ganz Waggon Gyár többüreges süllyesztékes kovácsolása — bár ez utóbbi nem terjedt el még mindig a kívánt mértékben — a Csepeli Kovácsológyárban az elektromoshevítéssel kombinált, kovácsolási technológiai kísérletek stb.

Ezek azt bizonyítják, hogy van olyan bázis a mi kovácsiparunkban, amely képes elsajátítani és bevezetni a legkorszerűbb technológiai eljárásokat is. Ezeknek az eredményeknek az elterjesztése, ilyen kísérletek továbbfolytatása nem csupán beruházás kérdése, ezen a területen a Kohó- és Gépipari Minisztérium sokkal intenzivebb irányítására és támogatására volna szükség.

A kovácsipar beruházásai közül 1949 óta a legjelentősebbek a Wilhelm Pieck-gyár új nemesacél kovácsüzeme, Ganz Waggongyár Kovácsológyárának új csarnoka, Óbudai Hajógyár kovácsüzeme, Öntöde és Kovácsológyár és a Dunai Vasmű új kovácsüzeme voltak. Az elmúlt években kezdtük meg a MÁVAG Kovácsológyárának rekonstrukcióját, amely azonban elsősorban az épület életveszélyes jellegének megszüntetését célozza, természetesen egybekötve a lehetséges technológia-korszerűsítéssel. Ezek a beruházások általában a gépgyártás vertikálitását fokozták, különösen a megnövekedett mennyiségi igények kielégítése céljából.



1. ábra. Az országos kovácsoltacél-termelés alakulása, ha 1949 = 100%

A kovácsoltacél országos termelésének alakulását igen szemléltetően mutatja az 1. ábra, amely a termelés mennyiségének változását %-ban fejezi ki az egyes évek függvényében.

Ha a kovácsolóipar országos termelését 1949. évtől napjainkig vizsgáljuk, egy jelentősen hullámzó görbét kapunk, amelynek csúcsa az 1952. évben van. Ez a mennyiség természetesen tartalmazza azt a halmozást, amiről már a korábbiakban említést tettünk és amely az 1952. évi csúcsponttól folyamatosan csökken.

A görbe jellege azt mutatja, hogy a termelés ugrásszerű növekedése mellett 1952. és 1953. években érvényesült legerőteljesebben az anyagtermelés erőszakolt felfuttatása. A görbe jelentős ága az 1952. évi csúcspont után következő leszállóág, amely az 1956. és 1957. évi csökkentett teljesítmények figyelembevétele mellett is csaknem egyenes vonalban csökkenő tendenciát mutat, amit az 1955. és 1958. évek közötti szaggatott vonal fejez ki. Miután a termelés — elvben teljes egészében, a gyakorlatban általában — megfelel az igényeknek, arra kell következtetni, hogy az igények is hasonló módon változtak. Ennek a csökkenő tendenciának egy részét már a feldolgozóipar szerkezeti változásának bizonyos foka indokolja. Gondoljunk csak a különleges gyártmányok, vasúti gördülőanyag kovácsoltacél igényének csökkenésére, vagy a nagy beruházási objektumok befejezése után ezen igények megszűnésére.

Az igények ilyen irányú változása már 1958. évben és még fokozottabban 1959. évben, egy új problémát vet fel: a rendelkezésre álló kapacitás kihasználatlanságának problémáját.

Ez a probléma jelentős elsősorban azért, mert a foglalkoztatottság mértékét a kapacitás leterhelése határozza meg. Egy vállalat sem akarja jól begyakorlott szakembereinek egyrészét elbocsátani. Nem beszélve arról, hogy ma még sokan nem hisznek az igények csökkenő tendenciájának tartósságában, amelynek egy esetleges ellentétes megváltozása ismét egy újabb és sokkal nehezebben megoldható feladatot jelenthet.

Jelentős probléma a leterheletlen kapacitás azért is, mert a gazdaságos termelésnek egyik fékezője, ami, mint már említettük az utóbbi években éppen egyik döntő eszköze az eredmények lemérésének.

Mi idézte elő az igények ilyen mértékű csökkenését? Kétségtelen, hogy egyrészt a feldolgozóipar fentebb említett szerkezeti változása az oka, de igen jelentős azoknak az anyagtakarékosságra vonatkozó kormány-intézkedéseknek a hatása, amelyek különösen 1958. évben érvényesültek erőteljesebben. Ilyenek például: a készlet hitelek kamatának szabályozása, a prémiumrendszer,

a nyereségrészesedés. Anélkül, hogy mint végső következtetést levonnánk népgazdasági szempontból ezen intézkedések helyessége az eredményekből lemérhető. Ezt bizonyítja az a tény is, hogy a népgazdaságon belül nem csupán a kovácsoltacél termékekben támasztott igény csökkent jelentős mértékben, hanem az egyéb féltermékekben (hengereltáru cső, öntvényféleségek) is hasonló a helyzet. Bár ez a jelenség pl. a kovácsipar helyzetét jelenleg károsan befolyásolja és a vezetőket nehéz feladatok elé állítja, mégis népgazdasági szinten ez így kedvezőbb, mivel azonos nagyságrendű termelési értéket kevesebb anyag felhasználásával érünk el.

1958—1959. években kialakult új helyzet több irányban változtatja meg az eddigi gyakorlatot.

Eddig külkereskedelmi kapcsolataink kovácsoltacél vonatkozásában igen szűk területre korlátozódtak és legtöbbször néhány olyan termék importjában jutottak kifejezésre, amelyek legyártása itthon egyáltalán nem, vagy túlzott nehézségek árán lett volna megoldható. A jelenlegi helyzetben kívánatos annak a felülvizsgálata, hogy milyen módon tudnánk kovácskapacitásunk egyrészét külkereskedelmi rendelésekkel leterhelni. Természetesen a külkereskedelmi lehetőségek sem végtelenek és nem adhatják a rendelkezésünkre álló kapacitás legkedvezőbb leterhelését. Éppen ezért igen kívánatos és ez az időszak lenne a legalkalmasabb, hogy az Egyesületünk Kovácstagozata — kidolgozási módszertől függetlenül — javaslatot tegyen egy észszerű profilkialakításra, amely az igények kielégítését a lehetőséghez képest a legkedvezőbb gyártási feltételek közé illesztené, esetleg olyan áron is, hogy javasolná egyes korszerűtlen, gazdaságtalan üzemű és nem okvetlenül szükséges kovácsoló berendezés végleges, vagy átmeneti leállítását. Természetesen egy ilyen irányú profilozás bevezetése nem megy rövid idő alatt, de távlati fejlesztési célkitűzésekbe illeszkedő és ütemszerűen kidolgozott terv megvalósítása jelentősen javítana az egész kovácsipar helyzetén.

Népgazdasági tervezésünk nagyjelentőségű fejlődését bizonyítja, hogy az 1958. évben már elég sok energiát és figyelmet fordítottunk országszerte a távlati tervek alapjainak lerakására.

Azt nem kell bizonyítani, hogy 8, 10, 15 éves távlatokban nem könnyű tervezni, de az is feltétlen elfogadható, hogy ilyen tervek nélkül a népgazdaság, sőt az egyes iparágak céltudatos fejlesztése nem képzelhető el. Itt persze nem arról van szó, hogy a távlati tervek a legapróbb részleteket is meghatározzák, de mint követelmény legalább a nagyságrendeket (termelés, beruházás), a haladás irányát, a kívánt műszaki színvonalat tartalmazniok kell.

Ennek feltétele az egyes ágazatokkal, iparágakkal, így a kovácsiparral szemben támasztott igények meghatározása.

Nem könnyű feladat ez, mert igen sok tényező befolyását kell figyelembe venni. Ezek a tényezők rendszerint nem egyértelműek, legtöbbször nem kész, számszerű állapotban állanak rendelkezésre, amiért a munkához elkerülhetetlenek a hipotézisek, a feltevések. A tervek realitásának értékét az határozza meg, hogy a feltevések milyen mértékben támaszkodtak tudományosan megalapozott elemzésekre és milyen mértékben tisztán becslésen alapuló tényezőkre.

Mint említettük távlati terveink elkészítése megindult és folyamatban van. Ezek tartalmazzák a kovácsiparra vonatkozó tervfejezeteket is.

A különböző vállalatok, szervek (O T és KGM) többirányú vizsgálatot folytattak és tettek javaslatokat is, mégis azt mondhatjuk, hogy ma még a kezdeti stádiumban vagyunk. Még nem minden tényező hatását vettük számításba, pl. gyakorlatilag nem kellően megalapozott a távlati igényfelmérésünk sem, hiszen még nem tudtunk megnyugtató következtetéseket levonni az 1958—1959. években felmerülő kapacitáskihasználatlanság problémáiból sem. Ezt pedig sürgősen pótolni kell, mert olyan fejlesztési célkitűzéseket befolyásol alapvetően, mint pl. a Lenin Kohászati Művek kovácsüzemének rekonstrukciója.

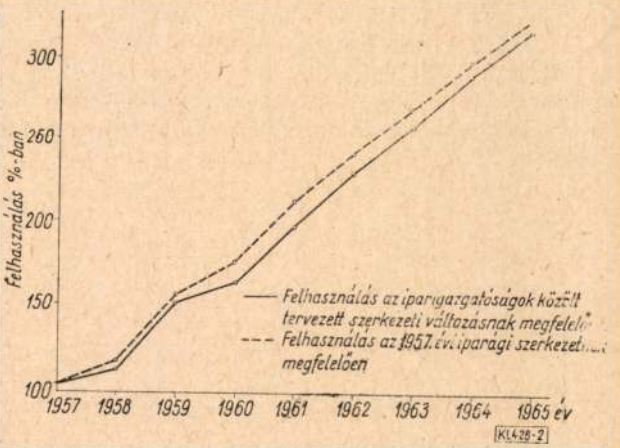
Van-e megalapozott számításunk arra vonatkozóan, hogy a kovácsoltacél fajlagos felhasználása milyen irányban változik?

Vannak ugyan módszereink az egyes népgazdasági ágak, iparágak igényeinek meghatározására, de ezek ma még nem tartalmazzák pl. az ágazatokon belüli szerkezeti változást, vagy a kovácsolási technológia fejlesztésének eredményeként csökkenthető felhasználás mértékét.

A legáltalánosabban használt és aránylag a legszemléltetőbb fajlagos felhasználási mutató az egyes iparágakban felhasznált kovácsolt acél, a termelési értékre vetítve. Vagyis pl. 1 millió Ft termelési értékre eső kovácsolt acél felhasználás.

Ennek a mutatónak figyelembevételével szemléltetően mutatunk be egy módszert távlati tervek készítéséhez. Úgy gondoljuk, hogy azért is hasznos lesz, mert az elemzésből levonható következtetések elvezetnek a kovácsipar általános fejlesztésének irányelveihez.

A felhasználói szükségletek meghatározása érdekében kiemeltük a legdöntőbb ágazatot, a KGM Gépgyártást, amelynek kovácsolt acél felhasználása az összes termelésnek 50%-a körül

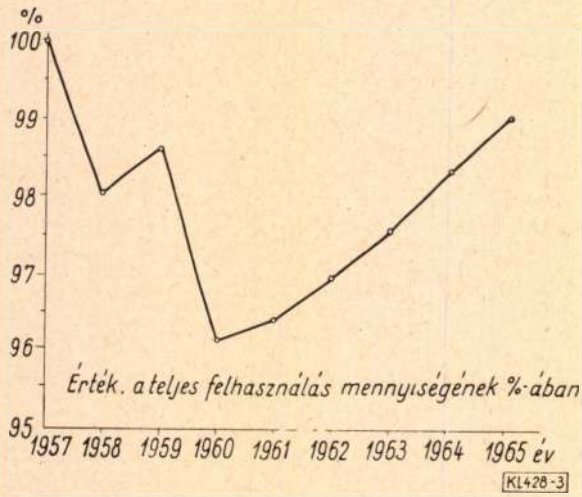


2. ábra. A KGM Gépgyártás kovácsoltacél felhasználása, ha 1957 = 100%

mozog. A KGM Gépgyártás 1957—1965. év közötti kovácsoltacél felhasználásának mennyiségi változását %-ban az egyes évek függvényében a 2. ábra mutatja.

A felhasználás mennyiségének a meghatározása a teljes termelési érték és a termelési értékre vetített fajlagos felhasználás szorzatából adódik.

Az Iparigazgatóságok fajlagos felhasználási mutatóját 1957. évtől állandónak vettük. Ezeknek és az évenként tervezett iparigazgatósági teljes termelési értékeknek a szorzata adta az Iparigazgatóságok kovácsoltacél felhasználását, amelyeknek összege a KGM Gépgyártás felhasználását jelenti. Ezt ábrázoljuk összefüggő vonallal. Az egyes évek adatai tartalmazzák a szerkezeti változásnak megfelelő felhasználást.



3. ábra. A KGM Gépgyártás kovácsoltacél felhasználásának csökkenése az iparági szerkezet változása következtében az 1957. és 1965. évek között

Az összehasonlítás érdekében szaggatott vonallal ábrázoljuk azt a felhasználást, amely minden évben az 1957. évi iparági szerkezetet feltételezi (ún. fiktív felhasználás). Ezt úgy képeztük, hogy a KGM Gépgyártás évenként tervezett teljes termelési értékét szoroztuk az 1957. évi átlagos fajlagos felhasználás mutatójával.

Az ábra világosan megmutatja a szerkezeti változásból eredő felhasználás csökkenését.

Ugyanez látszik a 3. ábrán, amelyen az 1957. évi iparági szerkezetnek megfelelő 1958—1965. év közötti fiktív felhasználást vettük 100%-nak. Az ábra egyes éveinek adatai a teljes felhasználás mennyiségének %-ában fejezik ki a felhasználás csökkenését.

Ha elemezzük a 2. ábrát, azt látjuk, hogy a tervezett időszakban a kovácsoltacél szükséglet alakulásának iránya csaknem egyenes vonalban növekvő tendenciát mutat. A gépgyártás szerkezeti változását szemléltető két vonaldiagram összehasonlítása azt mutatja, hogy a kovácsiparra vonatkozóan 1960, 61—62. években lesz a szerkezeti változásnak legintenzivebb hatása, ezekben az években csökkenti legerőteljesebben a szükségleteket. Mutatja azt is a 2. ábra, hogy 1958. és 1959. évek a szerkezeti változást előkészítő évek. Egyben magyarázatot ad arra is, hogy részben ez az oka és emiatt átmenetinek tekinthető a jelenleg tapasztalt igényvisszaesés. Ez természetes, ha meggondoljuk, hogy a régi gyártmányok kifutás alatt (pl. gőzmozdony), illetve az új gyártmányok előkészítés alatt állnak (pl. autógyártás).

A 2. és 3. ábrával tehát az is bizonyítható, hogy a gépgyártás szerkezeti átalakítása a helyesen meghatározott célkitűzések irányában ütemszerűen halad. A távlati fejlesztésben az átlagosnál nagyobb mértékben fejlődnek azok az iparágak, amelyek kevésbé anyagigényesek.

Ismételni és hangsúlyozni kívánjuk, hogy ez a szerkezeti változásból eredő különbség nem teljes, mert csak az iparigazgatóságok közötti változást tartalmazza és a valóságban ezt módosítja — erősíti, vagy gyengíti — az iparigazgatóságon belüli szerkezeti változás hatása. Pl. a Járműipar Igazgatóságon belül is változik a kovácsoltacél felhasználás a dieselesítés következtében. Ennek feldolgozása azonban egy hosszabb tanulmány feladata lehet és ez szükséges is lesz a tervezés későbbi fázisában.

Az elmélet levezetése alapján, a részletekből az egészre következtetve megállapíthatjuk, hogy a kovácsoltacél szükségletének, ill. a termelésének felfutása nem követi szükségszerűen a feldolgozóipar felfutásának ütemét. A relatív csökkenés nagyságrendjét tehát a fentiek alapján két tényező határozza meg:

1. Az összegezett szerkezeti változások,
2. A technológia fejlesztése következtében csökkenthető szükséglet.

Ezek számszerű kidolgozásához még tovább kell keresnünk a legkedvezőbb módszereket, ezmindannyiunk érdeke, hiszen az egész kovácsipar távlati fejlesztésének alapját képezik, döntően meghatározzák az anyagi erőforrások szükségességét, beruházások gazdaságosságát, indokoltságát. Ezen kívül lehetővé teszik, hogy mind az éves, mind a távlati tervek egyre több realitást tartalmazzanak.

Kohászati Kongresszus Prágában

A Csehszlovák Tudományos Akadémia mellett működő *Kohászati és Öntészeti Műszaki-Tudományos Egyesület* 1958, XII. 4—6-ig Prágában országos ülésszakot rendezett *„A kohászat időszerű kérdései"* címmel.

A rendező egyesület előzetes meghívása alapján a népi demokratikus országok néhány szakembere is részt vett a kongresszuson, sőt előadóként is szerepelt a programban, így az NDK-ból *Erdmann-Jesnitzer* professzor, a LNK-ból *Malkiewicz* professzor. Magyar részről Egyesületünk — a kapott szívélyes meghívás alapján — *Várhelyi Rezső* tagtárssal, a Kőbányai Hengermű főmérnökével és *Szakál Pál* tagtárssal, a Fémipari Kutató Intézet igazgatóhelyettesével képviseltette magát.

Az előadásokat a Národny Klub történelmi légkörű helyiségeiben tartották. A plenáris üléseken kívül még 6 szakosztályban folytak az általában igen élénk vitával folytatódó előadások.

Az ülésszak programja a következő volt :

Plenáris ülések :

L. Španlang, a Hutní Projekt Tervező Iroda igazgatója : „A CSKP XI. ülésszakának határozatai nyomán a kohászati és öntészeti iparra háruló feladatok".

K. Horák, a Kohászati és Ércbányászati Dolgozók Szakszervezetének főtitkára és *A. Malik* a gépipari Dolgozók Szakszervezetének elnöke : „A szakszervezetek és a tudományos-műszaki egyesületek együttműködése".

Dr. Ing. *Fr. Píšek*, a Kohászati és Öntészeti Egyesület elnöke : „A Kohászati és Öntészeti Egyesület eddigi munkájának értékelése és tevékenységének perspektívái az új szervezési formákban".

Prof. *T. Kalkiewicz* a gliwicei Vaskohászati Kutatóintézet igazgatója : „A gliwicei Vaskohászati Intézet legújabb eredményei a vas- és acélkutatás terén".

Ing. Dr. *F. Gärtner*, Bécs, Műegyetem : „A keménységmérés új módszerei".

Szakál P., a budapesti Fémipari Kutató Intézet h. igazgatója : „A színesfémipari kutatás helyzete Magyarországon, különös tekintettel az alumíniumiparra".

Ing. *V. Bruna*, Praha : „Tervezett acélszalagok folyamatos hő- és felületi kezelésére alkalmas kísérleti berendezés létesítésére".

Ehhez kiegészítések : Ing. *V. Klapka*, Praha : „Folyamatos ónozás".

Ing. *A. Hrbek*, Praha : „Folyamatos horganyzás".

Ing. *Fr. Čihák*, Plzeň : „Folyamatos pácolás és tisztítás".

V. Matoušek, Praha : „Folyamatos cementálás".

XII. 6-án külön plenáris ülést szenteltek *Vojtěch Jareš* akadémikus, neves cseh metallográfus 70 éves születésnapjának megünneplésére. Ezen ülés programja :

Üdvözlések, melynek keretében az OMBKE nevében *Szakál Pál* mondott rövid köszöntő beszédet.

Fr. Pišek akadémikus, a Kohászati és Öntészeti Egyesület elnöke : „Jareš munkássága és annak jelentősége a metallográfia és a fémes anyagok vizsgálatának csehszlovákiai fejlődése szempontjából".

Ing. *M. Svoboda*, Praha : „A metallográfia időszerű problémái és azok megoldásai az ipar szükségleteinek figyelembevételével".

Prof. Dr. Ing. *Fr. Erdmann-Jesnitzer*, Freiberg : „Az alfa-sárgaréz keményedése és kilágyulása és ennek technológiai kihatásai".

Szakosztályi ülések a következők voltak :

I. szakosztályban a témakör középpontjában nagy folyáshatárú építési acélok álltak.

Prof. Ing. Dr. *Fr. Faltus:* „Bevezetés".

Dr. *A. Bouček*, Közlekedési Kutató, Praha : „Az építési acélok fejlődése a fogyasztó szemével".

Mir. Šicha, Ostrava : „Az 52 jelű acél javított típusa hegesztett szerkezetek számára".

Ing. *Boh. Glatz*, Ostrava : „Üzemi tapasztalatok nagy folyáshatárú, hegesztett szerkezetek számára gyártott acélok hengerlésével".

Ing. *F. Štorek*, Praha : „Bainitos építési acélok".

II. szakosztályban a fém továbbfeldolgozás időszerű kérdéseiről szóltak az előadások :

J. Vranka, Praha : „A csavargyártás fejlődése a CSR-ban".

V. Přihoda, Praha : „Új csavargyártási technológia".

Ing. Dr. *Fr. Dohnálek*, Praha : „Rugógyártás időszerű technológiai és minőségi kérdései."

Ing. *J. Hlaváček*, Praha : „A huzalipar fejlődésének előfeltételei".

Ing. *V. Egermeier*, Praha : „Új módszerek a huzalgyártásban".

III. Szakosztály. Színesfémek.

Szakál P., Budapest : „Az áramhatásfok kérdése az alumíniumelektrolízisben".

Várhelyi R. kohómérnök, Budapest : „Alumíniumtuskók öntésének új technológiája".

Ing. *Očenášek*, Praha : „Színesfémek szemcsenagysága és annak hatása a fémek tulajdonságaira".

Ing. *B. Mikulecký*, Praha : „Plattírozott dúralumíniumban a réz diffúziója a színalumínium rétegbe".

Ing. Dr. *Vl. Sedláček*, Praha : „A titán oxidációja".

Ing. Dr. *M. Spěvák*, Břidličná : „Alakítható Mg-ötvözetek".

Ing. *Z. Ministr, Hlinsko :* „Porkohászat útján előállított ólombronz csapágyak".

Vl. Suchánek, Praha : „Vékonyfalú csapágyak fejlesztése".

IV. Szakosztály tárgyköre az elektronmikroszkópia volt (együttműködésben a Csehszlovák Elektronmikroszkópiai Egyesület Műszaki Szakosztályával).

Ing. *I. Hrivňák*, Bratislava : „Az ausztenit belső szerkezete" (A hidegalakítás hatása).

Doc. Ing. *Dr. P. Ryš*, Brno és Ing. *I. Klesnil*, Brno : „Karbonacélok fáradási jelenségeinek kezdeti stádiumának megállapítása elektronmikroszkóp segítségével".

Ing. *D. Hrivňáková*, Bratislava : „A hidegalakítás hatása nagytisztaságú alumíniumtömbök szerkezetére" (Al. 99.999).

Dr. *J. Ježek*, Praha : „Adalékok precipitációs jelenségek elektronmikroszkópos tanulmányozásához".

Ing. *I. Hrivňák*, Bratislava : „Az ausztenit folyamatos bomlása révén keletkező perlit szerkezete".

Ing. *J. Škarek*, Brno : „Az ausztenit szemcsenagyságának meghatározása".

V. Szakosztály, a matematikai statisztika alkalmazása a kohászati és öntödei iparban tárgyköréből származott.

Ing. *Rožypak*, Třinec : „A matematikai statisztika néhány alkalmazási példája a třneci vasművek gyakorlatából, különös tekintettel az acélműre".

Ing. *J. Musil*, Olomouc : „Tapasztalatok öntödék statisztikai ellenőrzésére".

Ing. *M. Beneš*, Praha : „A legkedvezőbb mutatók kiválasztása vezérlések tervezéséhez".

Ing. *J. Šefc*, Praha : „A matematikai statisztika felhasználása a nagyolvasztókban lejátszódó folyamatok követésére".

VI. Szakosztályban a kohászati analitikáról hangzottak el előadások.

Ing. Dr. *B. Polej*, Praha : „A színképelemzési módszerek elvi alapjai".

Ing. *F. Plzák*, Praha : „A színképelemzés helyzete és várható fejlődése a kohászati iparban".

M. Hansa, Praha: „A színképelemzésben használatos gerjesztők".

Ing. *M. Dvořák*, Praha: „A CAMECA kvantométere az üzemi elemzésben".

Dr. *R. Rotter*, Praha: „A röntgen színképelemzés néhány módszere és azok gyakorlati használata."

Ing. *J. Valenta*, Kladno: „Wolfram meghatározása az acélokban röntgen spektrál módszerrel".

Dr. *L. Šermák*, Praha: „Spektrometria az anyagvizsgálatban".

Dr. *A. Špačková*, Praha: „Nem vezető anyagok spektrográfos meghatározása".

Ing. *J. Poláček*, Praha: „Magnezitok mennyiségi színképelemzése".

Ing. *K. Absolon*, Praha: „Az ón mennyiségi színképelemző meghatározása ércekben".

Ing. *J. Rubeška*, Praha: „Az indium mennyiségi meghatározása színképelemző módszerrel".

December 6-án este a Csehszlovák Tudományos Akadémia a 70 éves *Jares* akadémikus tiszteletére díszvacsorát és fogadást rendezett, amelyen az OMBKE két tagja is megjelent.

Az elhangzott előadások egy része meg fog jelenni a „Hutnické Listy" c. folyóiratban. *Sz. P.*

Könyvismertetés

Eugen Kaczmarek: **A hidegsajtolás gyakorlata** Műszaki könyvkiadó, Budapest 1958. A mű eredeti címe: „Praktische Stanzerei." Springer Verlag, Berlin Heidelberg, fordította dr. Faragó Ferenc, a fordítást műszakilag ellenőrizte Bárd Endre.

A forgácsmentes hidegalakítás feladatköréből összegyűjtött hatalmas anyagot a szerző részint és kisebb részben elméleti, részint pedig és nagyobb részben gyakorlati szempontból ismerteti. Így az anyagot főleg az üzemi hidegalakítás szakemberei számára állította össze. A mű három részből áll. Az első rész a vágás, lapostestek alakítása, a szükséges szerszámok és gépek részletes ismertetése. A második részben a húzást, üregestestek alakítását, préselést és az automatikus adagoló szerkezeteket magyarázza a gyakorlati szakember alaposságával. A harmadik rész pedig az összesített szerszámokat, az automatikus adagolószerkezeteket, valamint a folyamszerű gyártást és ezek berendezéseit tárgyalja.

Az első részben a vágási műveleteket, a vágó- és az alakítószerszámokat ismerteti. Sok gyakorlati példán sokféle szerszámrendszert és szerszámtípust ismertet nemcsak leírás alakjában, hanem gondos munkával készített, részletes műhelyrajzok közlésével. Figyelmet érdemel a *kérdések és feleletek* című rész, amelyben szakszerű kérdésekre, szakszerű válaszok találhatók. Az első rész *műszaki adattára* értékes és a gyakorlati munkát nagy mértékben megkönnyítő adatokat tartalmaz a vágásra, a lapostestek alakítására, valamint ezek szerszámaira és gépeire vonatkozólag.

A második részben a húzási technológia irányelveit, segédeszközeit, a húzószerszámok szerkezeti elemeit, ezek részletes ismertetését találjuk. A szerző az üreges testek alakító szerszámait olyan részletességgel ismerteti, hogy a leírás és a közölt rajzok alapján az egyes készülékkonstrukciók könnyen átvehetők. Újszerű a hidegfröccsnyomás néhány gyakorlati példán bemutatott leírása. A sajtológépek teljesítménynövelésének módszereit, a munkadarabok tárban történő adagolásának jelentőségét, az adagolószerkezetek használatának magyarázatát hazai gyakorlatunk jól fogja hasznosítani. A második részt az elsőhöz hasonlóan műszaki adattár teszi teljessé. Ebben a húzás képleteitől az üreges forgótestek húzótárcsáinak meghatározásáig igen sok diagram és táblázat segíti az elméleti és gyakorlati szakembert.

A harmadik részben az összetett szerszámokat, az automatikus adagolószerkezeteket, a folyamszerű gyártást és ennek berendezéseit tárgyalja a szerző. Párhuzamot von az egyszerű és összetett szerszámok között, megvilágítva az utóbbinak gazdasági előnyeit. Érdekes példákat közöl összetett szerszámok használatára. Ezek hazai gyakorlatban nem terjedtek még el.

A mű érdekes összehasonlító példákkal, a DIN és és MSZ azonosító táblázattal fejeződik be, amely ügyes segédlet a hazai szakemberek számára.

A magyar műszaki irodalomban újszerű szakkönyv mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból irányt mutat a forgácsmentes hidegalakítással foglalkozó technológusnak és szerszámkészítőnek egyaránt. Eligazít példák egész során a technológia és a szerszámkonstrukció megválasztására, a szerszámgyártás gazdaságos módjaira, az értékes ötvözött acélokkal való takarékoskodás lehetőségeire, sőt a gyártást végző munkaerő képzettségére vonatkozólag. Biztosra vehető, hogy a szép kiállítású és szakmailag kifogástalan könyv nagymértékben fogja előrevinni a fejlődő hazai forgácsmentes hidegalakító ipart.

Latinák István

Sors László: **Gépelemek méretezése kifáradásra**

Tervező és kutató mérnökeink régi hiányérzetét szünteti meg Sors László, amikor könyvében a műszaki tudományok egy aránylag fiatal ágazatának tapasztalatait és eredményeit foglalja össze. A kifáradásra való gépméretezés, mind ez ideig inkább csak részletközleményekből és többnyire csak elméleti vonatkozásaiban ismeretes. A tervező mérnöknek nagy segítséget nyújtanak a különböző anyagok kifáradási diagramjai, az elméleti részben tárgyalt „különféle tényezők befolyása a kifáradási határra" c. fejezet, továbbá az alaktényező, a gátlástényező, valamint a biztonsági tényező ismertetése, különösképpen pedig ezek gyakorlati számértékeinek megadása.

Nagyon hasznosak az elméleti rész végén bemutatott gyakorlati számpéldák, különösképpen a hegesztett alkatrészek kifáradásra való méretezése című fejezetben.

A kifáradási méretezés elméletéből valamivel többet is nyújthatott volna a szerző, a gyorsabb megértést pedig a némileg egyszerűbb nyelvezet, kevésbé bonyolult mondatfűzés elősegítette volna.

A 80 oldal elméleti részt és 100 oldal adatokat, ábrákat, táblázatokat, nomogramokat tartalmazó függeléket a Műszaki Könyvkiadó igen tetszetős és a gyakori forgatásnak is jól ellentálló kivitelben készítette el.

A nagy gonddal összeállított adatok, a világos és jól használható nomogramok bizonyára rövidesen nélkülözhetetlen segédeszközei lesznek tervező irodáink dolgozóinak, illetve mindenkinek, aki tervezéssel foglalkozik.

Debreczeni Gábor

Húzótüske 1958. E név alatt a Nehézipari Műszaki Egyetem 1958-ban végzett hallgatói kiadásában megjelent egy a legöregebb és a fiatal diákot egyaránt magávalragadó, (aki kézbe veszi, kiolvasásig nem tudja letenni) tartalmú kis könyvecske, mely az egyetemi ifjúság mindenkor, mindenben, mindenütt humort, tréfát találó, jó kedélyét kereső, bájos természetéből fakad.

A könyv, amint előszava is mondja, a professzorok komoly előadásaiból, jegyzeteiből ugyanúgy megtalálja a húzótüskére szúrhatót, mint ahogyan megtalálja a menzán, a diákotthonban, az egyetem napi eseményeiben is.

A kis könyv neve talán túloz, nem *húz* senkit, csak a tükröt (a torzítótükröt) tartja mindenki elé, aki az egyetem életéhez tartozik. A tükör mosolyt, derűt, kacagást fakaszt, még abban is, aki az egyetem belső

életét, apró titkait nem is ismeri. Nem csak a tükörhöz mellékelt szöveg, hanem a rajzok is kedvesek, szívderítőek és sokszor nagyon szellemesek.

A húzótüske, mely immár harmadszor (1954, 1956, 1958) finom, tartós — bátran forgatható — papiroson, 96 oldal terjedelemben jelent meg, olvasóinak sok kellemes órát szerez.

A nyomtatás munkája a Borsodmegyei Nyomdaipari Vállalat miskolci nyomdáját dícséri.

Hadd álljon itt szószerint egy-két sikerült tréfa ízelítőül:

Az EGÉRFOGÁS kezdeti feltétele vektoros alakban:

(I) $\overrightarrow{v_{egér}} < \overrightarrow{v_{macska}}$

(II) $\overrightarrow{v_{egér}} \uparrow\uparrow \overrightarrow{v_{macska}}$

(III) $\varnothing\, d_{egérlyuk} < \varnothing\, d_{egér}$

*

KI TALÁLTA FEL AZ INDUKCIÓ JELENSÉGET? Az egészen Nagy professzor felteszi a nagy kérdést az egyik vizsgázónak:

Mondja, ki fedezte fel az indukció jelenségét?

A tag megdöbbenve hallgat. Nagy Elemér erre feláll, „Na majd segítek" felkiáltással. Elkezd sétálni és közben nagyokat üt a tulajdon farára, hogy így juttassa a hallgató eszébe Faraday nevét. A hallgató szeme ezt látván felcsillan és diadalmasan kivágja:

— Popov!

*

MENZA EGYENLET. Egyszer kétféle étrend volt: a pörkölthöz nokedlit vagy tarhonyát lehetett kérni, de a tarhonyások salátát is kaptak. Vagyis:

tarhonya + saláta = nokedli

*

Remélem, hogy a könyvecske mindenkihez megtalálja az utat, aki az ifjúságot — elsősorban a szívünkhöz nőtt új mérnök ifjúságot és az őket nevelő egyetemet szereti.

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

A világ könnyű- és színesfém termelése és fogyasztása az 1955—1958 közötti időszakban

A világ fémtermelése és fogyasztása 1955 végéig évről-évre állandóan nő. 1957-től kezdődően azonban a termelés és fogyasztás jelentős mértékben csökkent.

Az egyes fémek termelési és fogyasztási számait részleteiben elemezve az alábbiak állapíthatók meg:

Alumínium

A világ alumínium termelése az 1955—1957. évek időszakában nőtt. (Lásd 1. táblázat). A világ alumínium termelésének ez a növekedése — elsősorban az 1956—1957. év viszonylatában — a Szovjetunió alumínium kohászatának fejlődése folytán jelentkezett. (Egy év alatt 23,2%-os termelés növekedés.) Ugyancsak jelentősen nőtt a szocialista világ alumínium fogyasztása is (1956—1957. évben 10,5%). Ezzel szemben ugyan ebben az időszakban a kapitalista államok alumínium fogyasztása 2 696 300 t-ról 2 477 800 t-ra, azaz 8,5%-kal csökkent.

Réz

A kapitalista államok réz-termelése az utóbbi években csökkent, vagy kb. azonos szinten mozgott (2. táblázat). Ezzel szemben a Szovjetunióban a termelés évi átlagban 8%-kal nőtt. A réz-fogyasztás alakulását szemlélteti a táblázat, amelyből látható, hogy míg a kapitalista világ réz fogyasztása 1956—1957 között

1. táblázat

Alumíniumtermelés és felhasználás (1000 t-ban)

	1948.		1955.		1956.		1957.	
	évben							
	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.
Világ	1225,3	1249,1	3104,9	3097,1	3342,1	3221,3	3401,6	3057,8
Ebből:								
Anglia	—	—	24,8	290,8	28,0	280,6	29,9	216,8
Ausztria	—	—	57,2	33,5	59,4	36,0	56,4	33,7
Franciaország	—	—	129,8	108,5	149,7	131,5	159,8	153,2
Jugoszlávia	—	—	11,5	—	14,7	—	18,1	—
NSzK	—	—	137,1	174,2	147,4	172,8	153,8	185,6
Norvégia	—	—	72,1	13,8	92,7	15,3	95,6	16,6
Olaszország	—	—	61,5	61,9	63,4	71,7	66,2	79,5
Svájc	—	—	30,2	35,4	30,1	36,8	21,1	38,3
SzU	—	—	400,0	495,0	430,0	525,0	530,0	580,0
Japán	—	—	57,5	70,6	66,0	82,8	68,0	95,6
USA	—	—	1420,4	1581,8	1523,1	1609,4	1494,8	1405,7
Kanada	—	—	551,3	83,0	562,7	83,3	505,9	70,7
Árak: £/lg t 1958. XII.	180,—	81,75		167,0		190,34		197,0

2. táblázat

Kohóréztermelés és felhasználás (1000 t-ban)

	1948.		1955.		1956.		1957.	
	évben							
	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.
Világ	2840,4	2783,1	3867,3	3839,9	4127,3	3968,3	4161,7	3962,9
Ebből:								
Anglia	—	—	230,8	504,1	221,2	509,5	207,4	515,6
Belgium	—	—	156,9	—	168,9	—	152,6	—
Franciaország	—	—	27,5	194,0	26,6	186,7	24,5	205,3
NSzK	—	—	260,0	353,6	253,5	348,7	253,4	396,7
Olaszország	—	—	27,0	114,0	24,0	130,0	15,2	142,2
Japán	—	—	113,3	—	126,2	—	142,2	—
Belga-Kongó	—	—	114,8	—	126,0	—	131,3	—
Észak Rhodézia	—	—	179,9	—	229,7	—	250,8	—
USA	—	—	1436,1	1362,6	1547,0	1380,2	1534,4	1224,7
Chile	—	—	240,7	—	240,6	—	221,2	—
Kanada	—	—	262,2	125,7	300,4	131,8	293,6	116,3
Ausztrália	—	—	39,0	—	35,4	—	42,8	—
SzU	—	—	460,0	450,0	500,0	500,0	540,0	510,0
NDK	—	—	42,0	60,0	43,0	60,0	43,0	60,0
Árak: £/lg t 1958. XII. 218,—	134,0		351,42		328,92		219,49	

3. táblázat

Ólomtermelés és felhasználás (1000 t-ban)

	1948.		1955.		1956.		1957.	
	évben							
	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.
Világ	1489,8	1521,8	2179,6	2233,9	2357,2	2232,3	2451,1	2258,1
Ebből:								
Európa	—	—	609,4	866,5	665,8	868,5	698,2	898,1
Ázsia	—	—	61,9	66,0	71,4	98,9	78,7	107,1
Afrika	—	—	70,1	19,2	68,3	22,4	71,0	25,6
Amerika	—	—	865,8	863,3	925,5	803,3	947,2	778,5
Ausztrália	—	—	228,5	51,7	240,5	44,2	243,1	43,0
Szoc. országok	—	—	343,9	367,0	385,7	395,0	412,8	405,0
Árak: £/lg t 1958. XII. 71,—	95,5		105,33		116,33		96,67	

4. táblázat

Cinktermelés és felhasználás (1000 t-ban)

	1948.		1955.		1956.		1957.	
	évben							
	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.	Termelés	Felhaszn.
Világ	1762,7	1760,7	2777,3	2744,2	2937,6	2669,2	3005,6	2662,1
Ebből:								
Anglia	—	—	82,7	257,4	82,8	232,2	78,1	234,7
Belgium	—	—	210,8	95,0	228,5	95,6	235,6	100,7
Franciaország	—	—	109,1	154,8	110,1	155,7	128,3	170,7
NSzK	—	—	180,0	219,5	190,6	215,1	185,5	225,4
Olaszország	—	—	70,6	55,0	73,6	61,2	73,3	65,0
Ázsia	—	—	112,6	147,2	136,2	153,7	138,0	186,3
Afrika	—	—	62,3	19,9	71,5	24,2	79,2	25,0
USA	—	—	935,3	1013,2	964,3	910,5	959,3	832,2
Kanada	—	—	232,7	—	231,8	—	224,4	—
SzU	—	—	300,0	320,0	350,0	350,0	365,0	355,0
Lengyelország	—	—	156,3	54,0	153,0	53,0	158,0	55,0
Árak: £/lg t 1958. XII. 75,—	80,03		90,69		97,77		81,62	

0,5%-kal csökkent, a szocialista államoké, — azok ipari fejlődése következtében, a fokozott réz helyettesítési program ellenére is — 1,8%-kal növekedett.

Ólom

A 3. táblázat a világ ólom termelését és fogyasztásának alakulását szemlélteti. Az ipari fejlődés indokolja, hogy ebben a fémben a kapitalista világban sem következett be a termelés, valamint a fogyasztás területén az alumíniumban, illetve a rézben jelentkező visszaesés.

Cink

A cink termelése világ viszonylatban állandó szinten mozgott, fogyasztása azonban 1955 után jelentősen (3%-kal) csökkent. A kapitalista országokban a cink eddig elfoglalt helyzetét csak rendkívüli árcsökkentésekkel tudta tartani. A műanyagoknak konkurrenciája a fémekkel szemben a legnagyobb mértékben a cink területén érezteti hatását. 4. táblázat.

Összefoglalva a fémek termelésének és fogyasztásának alakulását, megállapítható, hogy míg a szocialista országokban mind a két tényező egyenletesen emelkedő irányzatot mutat, addig a kapitalista országokban egymást váltják a termelési korlátozások, fogyasztás csökkentések, nagymértékben egyenetlen áralakulások.

(Dr. F. Vincentz: „Metallmarkt- und Konjunktur aus der Sicht der Statistik" Metall 1959 febr. 137—141. old. adatai alapján.)

D. A.

A világ nikkelére és fémnikkel termelése a két utolsó évben a következőképpen alakult:

	Bányászott érc nikkeltartalma 1000 t-ban	Fémnikkel termelés 1000 t-ban
1956	263,6	254,2
1957	296,0	273,4

Kanada nikkeltermelése a legnagyobb, 47%-os részesedéssel. Második a Szovjetunió, ahol hat kohóban a világ termelésének 22%-át termelik.

A legnagyobb nikkel felhasználás 1957-ben volt. Az utóbbi években túltermelés van, ez 1958-ban kb. 61 000 t. A nikkel 30%-át jelenleg rozsdamentesacél gyártására használják. A nikkel világpiaci helyzete kedvezőtlen, a bányatulajdonosok azonban a fejlődést optimisztikusan ítélik meg. A legnagyobb fogyasztó az USA, termelése a fogyasztását nem fedezi, ezért döntő részében importra szorul. 1956-ban összes fémnikkel behozatala 129 400 t volt, közel egyenlő az 1957. évivel (128 700 t). Az importban Kanada és Norvégia együttesen 84%-kal, Kuba pedig 15%-kal részesedett.

Ch. Ing. Techn. 1959. 1. sz. *K. A.*

*

A világ acéleső termelése 1957-ben az 1938. évinek közel négyszeresére nőtt. A termelésben az USA 40%-kal, a demokratikus államok és a nyugat egyenként 25—25%-kal részesül. Ch. Ing. Techn. 1959. 1. sz.

K. A.

*

A Szovjetunióból a NDK-ba vezető olajvezeték megépítésére vonatkozó tárgyalások befejeződtek. A munkálatok megindítására Moszkvában az előkészületek megindultak, a csőfektetés mielőbb megindul. A vezeték az Odera menti Frankfurtban megépítendő finomítóban fog végződni. Tervek szerint a gyártás első lépcsője 1963 elején fog megindulni, az évi kapacitás 2—2½ millió tonna lesz. A második lépcső kiépítését 1967-re tervezik, amikor is a feldolgozásra kerülő olaj mennyisége elfogja érni az 5 millió tonnát.

Ch. Ind. 1958. 11. sz. *K. A.*

*

Ausztráliában a Mary Kathleen Uranium Ltd. legújabb megállapítása szerint, az eddig felkutatott, s mennyiségileg megállapított uránércekből 8400 sh. tonna U_3O_8 állítható elő. Ez a termelés kb. 14 évi gyártási programnak felel meg. Termelésük nagy része már el van adva, mivel az angol Atomenergia Bizottság 8—9 év alatt szállítandó 4500 sh. tonna U_3O_8 átvételére vállalt kötelezettséget, kb. 40 millió ausztráliai font értékben.

Ch. Ind. 1958. 11. sz. *K. A.*

*

Mexikóban két nagy vállalat, a Fierro Esponja S. A. és az amerikai M. W. Kellog Co. együttesen vasérceknek hidrogén gázzal való redukálására eljárást dolgoztak ki. A hidrogént nyersolajból, illetve földgázból állítják elő.

Próbaüzemet létesítettek, amely napi 200 t vasszivacsot termel, s az itt szerzett tapasztalatok alapján most egy 500 t teljesítményű üzemet építenek. A redukálógázt nagy nyomású kazánban állítják elő, földgázból és vízgőzből.

A gáz teljesen kénmentes és kb. 85% hidrogént és szénmonoxydot tartalmaz.

Ch. Ind. 1958. 11. sz. *K. A.*

*

Kanadából uránércet, uránkoncentrátumot és fém-uránt 1956-ban összesen 55,52 millió kanadai dollár értékben exportáltak. 1957-ben az export 139,59 millió dollárra emelkedett.

Ez volt az egyetlen fém, amelyből Kanada 1957-ben többet exportált, mint a megelőző években, s ennek köszönheti, hogy a 11 legfontosabb fém exportja 750 millió dollár körüli értéket ért el, ami az előző évhez képest nem jelent nagy változást.

Ch. Ind. 1958. 11. sz. *K. A.*

*

USA-ban a Michigan Chemical Comp. üzemet létesített, amelyben tengervízből magnéziumot állítanak elő. Eleinte napi 150 t-t állítottak elő, azonban bővíteni fogják a berendezést, a napi termelést 300 t-ra növelik.

Ch. Ind. 1958. 11. sz. *K. A.*

*

Svájcban közepes vízhozam mellett évenként 16 000 millió Kwó fehér áramot termelnek. Ha a folyamatban lévő beruházást befejezik, évi 20 000 millió Kwó-t fognak elérni. Miután a kiépíthető víz-energia telepek csak max. 35 000 millió kwó-t adhatnak, további energiaszükségletük biztosítására az atomenergia felé tájékozódnak. 1958-ban megalakult az első uránérc kutató társaság, eddig azonban csak kis mennyiségű uránércet találtak. Ezért Belgiummal s az USA-val hosszú lejáratú szerződést kötöttek uránkoncentrátumok és urán szállítására.

Ch. Ind. 1958. 12. sz. *K. A.*

*

Norvégiában az A/S Titania társaság Haugeban, a Sandbekk-i üzemeikben évente 200 000 t ilmenitkoncentrátumot állít elő, kb. 44% titánoxyd tartalommal. Ez a világ termelésének kb. 12—14%-a. Az országban feldolgozási lehetőség hiányában úgyszólván az egész mennyiségét exportálják.

Néhány év előtt, egy angol társaságot megbíztak Sandbekk környékének felkutatásával. A kutatások meglepő eredménnyel végződtek, Európa legnagyobb ilmenit előfordulását tárták fel. Az ércvagyont 250—300 millió tonnára becsülik. Telnesben új feldolgozó telepet építenek, ahol évenként 300 000 t ilmenitkoncentrátumot fognak előállítani.

A Johnson koncern évi 160 000 t molibdén ércet termel, amiből 300 t koncentrátum lesz, kb. 96—97% molibdénsulfid tartalommal. Európában ez az egyetlen molibdén telep.

Norvégia alumínium termelését erősen fokozzák, bár bauxitjuk nincsen. Importált bauxitból évenként 18 000 t-t termelnek. Az olcsó s nagy mennyiségű vízienergia olyan hatalmas alumínium termelést tett lehetővé, hogy Kanada után a világ legnagyobb alumínium termelői. A timföldgyár Höyangernél van.

Ch. Ind. 1958. 12. sz. *K. A.*

*

A Szovjetunióban ez idő szerint három földalatti széngázosító telep áll befejezés előtt. Egy Közép-Ázsiában, egy a Donec-medencében és egy a Dnyeper völgyében létesül. A legnagyobb telep a közeljövőben Nyugat-Szibériában épül. A gáz amely a kuznyecki kohászati gyár ellátására szolgál 300 m-re a föld alatt 6 m vastag szénréteg gázosításából származik. A gázfejlesztéshez nem sülyesztettek aknát s a gáztelep dolgozói a föld felett fognak dolgozni.
St. u. Eisen 1959. 5. sz. *Á. F.*

*

Csehszlovákia termelése az 1955—1960 közötti 5 éves tervben 54%-os emelkedést ér el. 1960-ban így a termelés elektromos áramban 24,2 milliárd kWh-ra, a széntermelés 93,8 millió t-ra, a nyersvas termelés 4,7 millió t-ra, a folyékony acélé 6,8 millió t-ra, a hengerelt árué 4,6 millió tonnára emelkedik.
St. u. Eisen 1959. 5. sz. *Á. F.*

*

Linzben a Vas- és Acélgyárban rövidesen üzembe kerül a második oxigéngyár, mely 4250 m^3 oxigént fog óránként termelni. Ezzel a linzi VÖEST gyár óránkénti termelése 10 000 m^3-re fog emelkedni. Ez év nyarán megindul a II. sz. LD konvertermű, amely az új oxigéngyár oxigéntermelésére támaszkodik.
St. u. Eisen 1959. 5. sz. *Á. F.*

*

Az ECE kiadmány szerint *a világ acéltermelése* 1958-ban 270 millió t volt. 1957-ben 23, 1956-ban pedig 4 millió tonnával volt nagyobb a termelés.

A termelés eloszlását az alanti összefoglaló táblázat mutatja millió t-ban.

	1957	1958	%-os változás
Nyugateurópa .	90,6	86,6	95,5
USA	100,2	77,2	75,5
Japán	12,6	12,1	96,0
Kanada	4,6	3,9	84,5
	210,1	179,8	85,5
Sz. U.....	51,0	54,9	108,0
Tervállamok ...	16,2	16,9	104,5
Kína	5,2	11,0	212,0
	72,4	82,8	113,0

Á. F.

*

Ausztria ma Olaszország után Európa második legnagyobb földgáztermelő országa. A Zwerndorfi földgázmező, mely a szlovák határ közelében fekszik — 16 milliárd m^3 becsült gázvagyont rejt. Az ország összes földgáz készlete 25—30 milliárd m^3-re tehető. Az évenkénti termelést 1,5 milliárd m^3-re korlátozzák, ezzel kívánják a gázszolgáltatást mintegy két évtizedre biztosítani. A gázgazdálkodás beruházásaira eddig 360 millió Schillinget költöttek. A földgáz hálózat 750 km hosszú.
St. u. Eisen 1959. 5. sz. *Á. F.*

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Június

6-án 100 éve (1859) született BÁNKI Donát, korának legnagyobb magyar mérnöke, aki Csonka Jánossal megalkotta az első karburátort, és a nevéről ismert Bánki-féle turbinát.

6-án 40 éve (1919) halt meg KVASSAY Jenő magyar vízimérnök, a Kultúrmérnöki Intézmény megszervezője.

10-én 45 éve (1914) halt meg LECHNER Ödön műépítész, a „magyar stílus". megteremtője.

23-án 130 éve (1829—1877) született PREYSZ Mór magyar vegyész, aki Pasteurt megelőzve felfedezte a pasztőrözést.

25-én 85 éve (1874) nyílt meg a Szabadsághegyi Fogaskerekű Vasút, időrendben a harmadik ilyen vasút a világon.

Az eseménynaptár nem teljes.
Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában. (Budapest, VIII., Múzeum utca 17.) Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky utca 6. Tel.: 336—307, —308, —309.

METALLOCHEMIA
BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólomminium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1530 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

48094 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

KOHÁSZATI lapok

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

7. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 7. SZ. 285—340 OLD. BUDAPEST, 1959. JÚLIUS

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Felelős szerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Bella Ede: A keménykedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz meleghengerlése folyamán 285
Kuznyecov—Gyerevjankin—Sabalina: Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az alumínátoldatok bomlási sebességére 291
Dr. Hajtó—Kócziánné: A tompán hegesztett fűrész-szegmensek lágyításának néhány kérdése 297
Schottner L.: St-52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása .. 302
Komlósy A.: Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon 308
Mátyási J.—Németh K.: Mészadagolás hatása a bauxitok feltárására 313
Szulyovszky A.: A sárgaréz cinktelenítése vákuumban 316
Dr. Weltner M.: A derivatográfos módszer használata a szenek kokszolási folyamatának tanulmányozására 321
Műszaki eseménynaptár 326
Dr. Takács—Horváth—Nádasy: Germánium és gallium szénfeldolgozási melléktermékekből történő előállításának hazai lehetőségei 327
Kerpely Kálmán 330
A Vasipari Kutató Intézet 10 éve 331
Könyvismertetés 332
Műszaki és gazdasági hírek 333
Vaskohászati folyóiratfigyelő 335
Fémkohászati folyóiratfigyelő 338
Egyesületi hír 340
Egyetemi hírek 340

ÖNTÖDE:

Czikel József dr.: Újabb kutatási eredmények az acélöntvények tűlyukacsosságáról 157
Bánky Gyula: Gyártási tapasztalatok öntött permanens mágnesek előállítása folyamán 163
Csuka János: Az öntöttvas ferrittartalmának új gyakorlati meghatározása 171
Könyvismertetés 172
Hírek 172

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

. évfolyam (XCII) **7. szám** 1959. július

A keményedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz meleghengerlése folyamán[1]

BELLA EDE, a műszaki tudományok kandidátusa

D. K: 669.347-122.4

Изучение затвердивания, размягчения и изменения структури электролитной меди при прокатки.

Prüfung der Erhärtung, der Erweichung und der Gefügeänderung während des Warmwalzens von Elektrolytkupfer

Testing the hardening, the softening and the microstructureal change during hot-rolling of electrolytic copper

Már több évtizedre nyulnak vissza azok a vizsgálatok, amelyek a fémek képlékenyalakításakor fellépő keményedés, lágyulás és újrakristályosodás jelenségeinek megfigyelését célozzák. A *hidegalakítás területén*, ahol az alakítás közvetlen következményei a keményedés és a szövetváltozás az alakítás után is teljesen megmaradnak, és ahol a lágyulás és újrakristályosodás csak az alakítás után, izzítás által jön létre, a jelenségek könnyebben megfigyelhetők. Itt ugyanis az alakítást és az izzítást nem egymással összefüggő, hanem térben és időben elválasztott külön munkamenetben végzik, s így a jelenségek külön-külön vizsgálhatók és a viszonyok pontosabban megállapíthatók. A *melegalakítás jelenségei*, mivel e művelet után az alakítás következményei általában részben vagy egészben hiányoznak, lényegesen bonyolultabbak. Az alakítást és az izzítást itt ugyanis szorosan összefüggő munkamenetben végzik és befolyásuk egyidejűleg jelentkezik. Ezért a művelet következményei (az anyag tulajdonságainak, szövetének megváltozása) — éspedig a különféle fémekben más-más mértékben — úgy összefonódnak, hogy a jelenségek megfigyelése sokkal nehezebb.

A nehézfémek melegalakítási jelenségeinek megfigyelésével — ha nem számítjuk azokat a kísérleteket, amelyekkel a különféle fémek melegszilárdságát, valamint keménység változásait határozták meg — behatóbban *H. Hanemann, F. Lucke, W. Tafel, A. Schneider, A. Wittneben* [1], [2], [3], [4] foglalkoztak. Ezek a kísérletek lágyvasra, rézre és sárgarézre terjedtek ki és főként a szemcsenagyságnak az alakítási hőfok és a redukció függvényében való változásainak meghatározására irányultak. A felvett diagramok az átlagos szemcseterületet (μ^2) a redukció függvényében tüntetik fel különféle hőfokon, a kritikus redukció megjelölésével. A kísérleteket 8—10 mm ∅-jű × 15 mm huzott és 30 mm ⍁-es × 400 mm méretű hengerelt próbatestekkel végezték. Ezeket melegalakítás után azonnal újra az alakítás hőfokára hevítették (5 percre) és a szövetet ezután vizsgálták. Az alakítást ütveduzzasztással és hengerléssel végezték. Rézre a kísérletek 300—900 C° közt folytak le.[2]

A hivatkozott irodalom kísérletei a szövetváltozással párhuzamosan nem vizsgálták a mechanikai tulajdonságok változásait. De nem folyt behatóbb vizsgálat arra vonatkozólag sem, hogy a mechanikai tulajdonságok és a szövet változásai a melegalakítási művelet melyik szakaszában (közvetlen alakítási, vagy lehülési szakasz), vagy csak utólagos izzításkor és milyen mértékben következnek be. Éppen ezért az alább ismertetett kísérletek arra irányultak, hogy bizonyos képet nyerhessünk arról, hogy az elektrolitréz meleghengerlésekor a keményedés, lágyulás és szövetváltozás jelenségei a művelet melyik fázisában lépnek fel és miként alakulnak.

Saját kísérletek, a kísérleti anyag előkészítése

A kísérleti próbatestek anyaga 99,95% tisztaságú elektrolitréz a szokásos szennyezésekkel.

($O_2 = 0{,}02$, $P = 0{,}011$, $Ni = 0{,}009$, $Fe = 0{,}008$, $Pb < 0{,}006$, $Sn < 0{,}002$, $Sb < 0{,}002$, $As < 0{,}005$, $Zn < 0{,}005$, $Cd < 0{,}005$, $Bi < 0{,}002$, $Ag < 0{,}001$, $Al < 0{,}005$, $Mn < 0{,}002$)

[1] A Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Munkaközösségének 4. sz. közleménye.

[2] Alumínium melegalakítására vonatkozó kísérleteket végzett legújabban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohógéptani és Képlékenyalakítási tanszéken *Geleji Sándor* prof. irányítása alatt működő akadémiai kutatócsoport [5]. A rézre vonatkozó jelenlegi dolgozat a kutatócsoport e területén végzett második munkája.

A próbatestek 6,5×30×240 mm méretű, hidegenhengerelt és lágyított lemezcsíkok. Abból a célból, hogy a meleghengerléshez való izzítás alatt a pálcák szövete ne változzék, előnyös lett volna öntött próbatestekkel kísérletezni. De a mintegy 280 db rézpálcának azonos körülmények közt való leöntése igen nehéz és bizonytalan feladat. Azonban a hengerelt testek készítésére is különös gondot kellett fordítani, mert az előkísérletek folyamán használt pálcák kiinduló állapota szemcsenagyságban olyan különbségeket mutatott, ami az előkísérlet pontos kiértékelését lehetetlenné tette. Ezért az egyenletes kiindulási szövet elérése érdekében a pálcákat kb. 99% redukcióval melegsajtolással, majd kb. 30%-os hideghengerléssel és utána 600 C°-on egy órás izzítással állítottuk elő (üzemi berendezésen). A műveletek közt végzett igen sok ellenőrző vizsgálat és több izzítási kísérlet után végül is a vizsgált darabok szemcsenagyság különbsége egy ASTM fokozaton belül volt. A pálcák 8 szakítási vizsgálatból meghatározott átlagos kiindulási mechanikai értékei és az átlagos szemcsenagyság a következők voltak :

0,2-es folyáshatár $\sigma_{0,2}$	4,70	kg/mm²
Szakító szilárdság σ_B	22,1	kg/mm²
Százalékos nyúlás δ_{10}	48,2%	
Kontrakció Ψ	88%	
Brinell keménység $HB_{62,5/2,5}$.	49	kg/mm²
Átlagos szemcsenagyság Φ	0,046	mm

A kísérletek leírása

A kísérletek a vizsgált jelenségeknek a meleghengerlés munkamenetében való megfigyelésére szorítkoztak. Célszerű volt a pontosabb megfigyelés érdekében a teljes folyamatot a következő szakaszokra bontani :

I. *Az alakítás alatti szakasz.* Ennek teljes időtartamát a hengerlési sebesség a próbatest eredeti hossza és a végzett redukció nagysága szabja meg. Ebben a szakaszban keletkeznek az alakító erő hatására fellépő feszültségek, természetesen a próbatest egyes szelvényeiben az alakváltozás sebessége által megszabott idő alatt. (Ez hengerléskor az az idő, amíg a befogási ív elfordul.) *Ez a szakasz tehát a feszültségek keletkezési szakasza.*

II. *Az alakítás utáni lehűlés szakasza.* Az első szakasz csak közvetlen mérésre alkalmas, az anyag állapota utólagos vizsgálat számára nem rögzíthető. Ez a rögzítés csak a második vizsgálat szakaszában történt éspedig kétféle módon :

1. Az alakítás után közvetlen gyors vízbenhűtéssel. Ez a kísérlet *A* állapota.

2. Az alakítás után lassú (levegőn való) lehűtéssel. Ez a kísérlet *B* állapota.

III. *Az alakítás után végrehajtott izzítás szakasza.* Ez az utólagos izzítás hatásának megfigyelését célozza, éspedig :

1. A levegőn hűtött állapot *B* utólagos 600 C°-on egy órás izzítás (a 600 C°-on egy órás izzítás az a hőkezelés is volt, mely a kiindulási állapot elérését célozta). Ez a *C* kísérleti állapot.

2. A vízben hűtött *A* állapotú anyagnak az alakítás hőfokán való rövidebb ideig tartó izzítása, az *A* állapotban levő esetleges feszültségek jelenlétének közvetett igazolására. Ez a kísérlet *D* állapota.

Az I. és II. megfigyelő szakasz időtartamai a következők :

Az I. szakasz időtartama a próbatest beszúrásától számítva, a végzett redukcióktól függően 0,5—0,7 sec. (A hengerlési sebességből számítva.) A pálca egyes szelvényeiben ugyancsak a redukcióktól függően a közvetlen alakítás időtartama $i = 0{,}03$—$0{,}007$ sec. $\left(i_{\text{sec}} = \frac{l_d\,\text{mm}}{v\,\text{mm/sec}}\right.$, ahol $i =$ az alakítás időtartama, $l_d = \sqrt{r \cdot \Delta h}$ a befogás íve és $v =$ a hengerlési sebesség.)

A II. szakaszban az *A* állapot eléréséig az idő a beszúrástól számítva 1—1,5 sec a redukcióktól és az alakítási hőfoktól függően (mérések alapján). A *B* állapot eléréséig eltelt idő (kb. 20 C°-ra lehűlés) mérések alapján kb. 25—30 perc.

A vizsgált jelenségeket a kijelölt kísérleti szakaszokban nem azonos módon figyeltük meg. Az *alakítási*, vagyis a *feszültségek keletkezési szakaszában* az anyagállapotot ugyanis a későbbi vizsgálat számára rögzíteni nem lehetett. Ezért itt direkt módszert kellett használni és az anyagban a hengerlés alatt kialakult feszültségi állapotot a hengernyomások közvetlen mérésével és ebből számítással kellett meghatározni. Az *alakítás utáni állapotokban* (*A*—*D* állapot) a mechanikai tulajdonságoknak a hengerlés előtti állapothoz képest a változását utólagos szakítóvizsgálattal és a szövetváltozást metallografiai vizsgálattal lehetett megfigyelni. Mindezek meghatározása érdekében a mintegy 280 db próbapálca *kísérleti hengerlését* a következő módon hajtottuk végre. Minden állapot részére három kísérleti hőfokon (500, 700 és 900 C°) és ötféle redukcióval (2, 5, 10, 20 és 40%) 3—3 párhuzamos próbát hengereltünk. A kísérleti hőfokot és redukciót *H. Hanemann* és *F. Lucke* [1], valamint *W. Tafel* [3] korábbi kísérleteire támaszkodva, azzal a meggondolással választottuk, hogy a kísérleti hőfokok a vizsgált alakítási tartományt kellőleg átfogják és a redukciók a kritikus redukció előtti és utáni viszonyok vizsgálatát lehetővé tegyék. Ezeken felül a 20 C°-on való hengerlés kiegészítéséül és összehasonlításul szolgált.

150 mm átmérőjű, percenként 60 fordulatú (hengerlési sebesség $v = 0{,}47$ m/sec.) kísérleti duo hengerállványon hengereltünk, éspedig a tervezett állapotok elérése céljából minden alakítást egyetlen szúrással. Ezért arra való tekintettel, hogy a hengerpár a próbadarabot befogja a kísérleti redukciók maximuma 40% volt. A próbatesteket a hengerállvány közvetlen közelében elhelyezett elektromos ellenállásfűtésű kamrás kemencében hevítettük fel. Így a próbák átvitele a kemencétől a hengerrésig max. 2—4 sec-ot vett igénybe. Annak érdekében, hogy a kísérleti hőfokot biztosítsuk 520, 720 és 915 C°-ra hevítettük a próbatesteket. A pálcák elhelyezése a kemence közepén, keramikus aljzaton mindig azonos volt és egyszerre mindig két pálca volt a kemencében. Az előmelegítési időket azon elv szerint határoztuk meg, hogy a próba közepe a kívánt hőfokot biz-

1. táblázat

Az alakítás hőfokán izzított és hengerlés nélkül vízbehűtött pálcák mechanikai és szemcsenagyság értékei (Tényleges kiindulási állapot *m*)

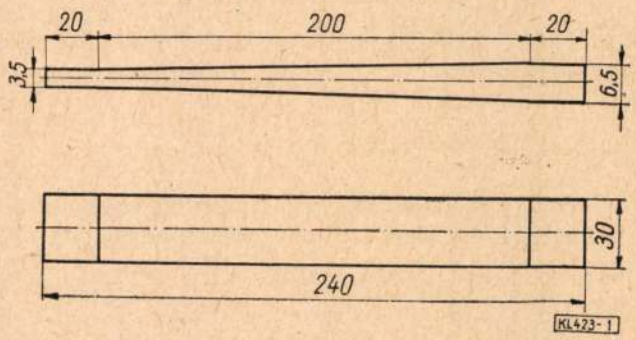
Állapot	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_B kg/mm²	δ_{10} %	ψ %	$HB_{62,5/2,5}$ kg/mm²	Φ mm
520 C°-ra 20'-ig hevítve, majd vízben hűtve	4,50	22,0	49	87	50	0,049
720 C°-ra 20'-ig hevítve, majd vízben hűtve	4,30	22,0	46	83	48	0,066
915 C°-ra 12'-ig hevítve, majd vízben hűtve	3,80	20,5	37	81	46	0,260

tonsággal elérje. Ebből a célból mindhárom kísérleti hőfokon, a próbák testközéppontjában belül történt hőfokméréssel felmelegedési görbék készültek és ezek alapján a felhevítés idejét 520 C°-on 20 percben, 720 C°-on 16 percben és 915 C°-on 12 percben határoztuk meg. Abból a célból, hogy az előmelegítésnek a mechanikai tulajdonságokra és a szövetre gyakorolt befolyását kiküszöbölhessük, a kísérletek tényleges kiinduló állapotául a hevítés utáni, azaz a hengerlés előtti állapotot vettük. Ezáltal a vizsgálat kiinduló pontja közvetlen a hengerrés elé került. Ezt a tényleges kiinduló állapotot minden kísérleti hőfokon 2—2 db azonos viszonyok között előmelegített külön pálcának közvetlen a hengerrésnél, hengerlés nélkül való vízbenhűtésével rögzítettük. A pálcák átlagos mechanikai és szemcsenagyság adatait az 1. táblázat mutatja.

A közvetlen hengerlés utáni állapot (*A* állapot) rögzítésére szánt próbatestek hengerlés után a hengerállvány mögött célszerűen elhelyezett vizestartályba estek. A *B* állapot pálcái hengerlés után szabadon hűltek le műhelyhőfokra.

Az alakítás alatti szakasz tanulmányozására a hengernyomásokat az előbbi kísérletekkel teljesen azonos körülmények közt és azonos méretű próbatestekkel mértük. A méréshez *Geleji S.* által kidolgozott és különféle alakítási művelethez több ízben használt módszert alkalmaztuk [6]. Ennek megfelelően a mérést arányos alakváltozást mutató mérődobozok segítségével végeztük, amelyek a két hengerállító orsó alá voltak beépítve. A dobozok palástján elektronikus erősítő és oszcillográf áramkörébe kapcsolt nyúlásmérőbélyegek voltak felragasztva, amelyek a dobozoknak a hengerléskor fellépő alakváltozásaira méretüket és ellenállásukat megváltoztatták. A változó árami mpulzusokat az oszcillográf diagramban rajzolta fel. A próbatestek hitelesítése kísérlet előtt és után biztosította azt, hogy a mért hengernyomás értékek helyesek. A mérésekhez a különféle hőfok és redukció folytán erősen változó hengernyomások miatt kétféle mérődoboz (1 t és 8 t maximális erőhatás mérésére alkalmas) került használatra.

Végül a szövetváltozás behatóbb tanulmányozására, így a szemcsedurvulásból megállapítható kritikus redukció területének meghatározására kúpos próbapálcákat is hengereltünk. A pálcákat a kísérlet normális méretű pálcáiból a hossztengely mentén kúposra munkáltattuk 0—40%-os redukciónak megfelelően úgy, hogy a beszúrási oldalon kb. 20 mm-es hossz alakításmentes maradjon (1. ábra). A hengerrést a pálca



1. ábra. Kúpos próbapálca méretei meleghengerléshez

legvékonyabb méretére állítottuk be s így sikerült elérni, hogy a tervezett redukció-határok közt minden redukciónak megfelelő szövetváltozás megfigyelhető volt. A kúpos pálcákat 500, 700 és 900 C°-on hengereltük. A hengerlés után pedig háromféle kezelés volt : *a* rögtön vízbenhűtve, *b* levegőn hűtve és *c* hengerlés után az alakítási hőfokra öt perc időtartamra azonnal újra felhevítve. Az első két állapot a főkísérlet hasonló állapotának szövetvizsgálatához kiegészítésül, a harmadik az irodalomból ismert korábbi kísérletek adataival való egyeztetésre és ellenőrzésre szolgált.

Kiegészítésképpen a feszültségi viszonyok tisztázására és a kísérleti állapotok más módszerekkel való megállapításainak alátámasztására *Debye* és *Laue* felvételek is készültek. Ezek a vizsgálatok azonban éppen azokon a területeken, amelyeken a kis hatás és állapotkülönbségek miatt érdekes lett volna, megfelelő eredményt nem hoztak.

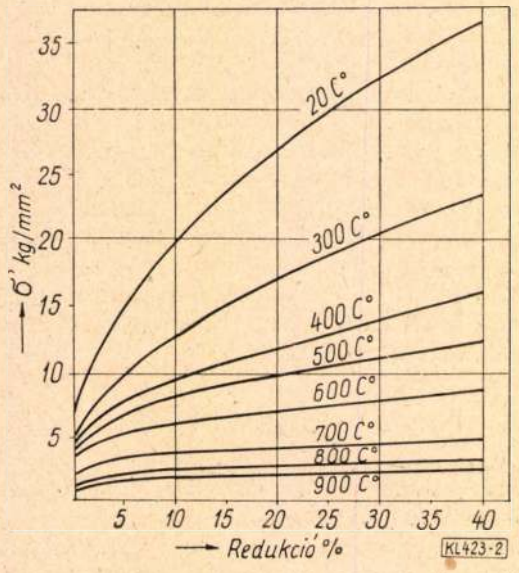
A kísérletek értékelése

Az I. megfigyelési szakasz. Ebben a közvetlen alakítási szakaszban az alakításra fordított külső erőknek (hengernyomások) a próbatesten a teljes alakítás ideje alatt végbement változásait a kísérlet oszcillogramjai rögzítik. Ezekből az átlagos hengernyomásokat alakítási hőfokonként és

redukciónként meghatároztuk (3. táblázat). A cél az alakítási szakasz végén az anyag feszültségi állapotának jellemzése, azaz az alakváltozás és az alakítási hőfok függvényében az esetleges keményedés megállapítása volt. Erre jellemzőnek az anyag alakítási szilárdsága (azaz ennek változása) kínálkozott mint olyan erő, amely a képlékenyalakváltozás megindításához a belső kritikus csúsztató feszültségek legyőzéséhez szükséges. Az alakításkor fellépő erők (hengernyomás stb.) kiszámításához az anyag képlékenyalakítását megindító erőként éppen az alakítási szilárdságot (gyakorlatilag a valódi feszültség, vagy 0,2-es folyáshatár), azaz ennek az alakítás előtti és utáni középértékét szokták venni. Kézenfekvőnek kínálkozott tehát a mért hengernyomásokból az átlagos alakítási szilárdságok kiszámítása. Ez *Geleji* által korábban kidolgozott és gyakorlatilag már többször igazolt elméleti számítási módszer alapján történt [7]. Ennek értelmében a hengernyomás $P = k_m \cdot b \cdot l_d$-ből nyerhető, ahol b = a hengerelt anyag szélessége, l_d a befogás íve $= \sqrt{r \cdot \Delta h}$, k_m a közepes alakítási ellenállás, amely a következő képletből számítható :

$$k_m = k_{fm}\left(1 + \mu \cdot C \frac{l_d}{h} \sqrt[4]{v}\right),$$

ahol k_{fm} a közepes alakítási szilárdság, h az anyag hengerlés előtti és utáni vastagságának középértéke, C az $\frac{l_d}{h}$ viszonytól függő tényező, μ a henger és a darabok közti súrlódási tényező és v az alakítási sebesség. Ezek az így számított alakítási szilárdságok, amelyek a melegen hengerelt anyagban fellépő feszültségek keletkezési szakaszáról kell, hogy bizonyos képet adjanak, közvetlenül nem határozhatók meg és ez az anyagállapot sem rögzíthető. [A hengerlés után közvetlenül legelőször rögzíthető állapot (vízbehűtött A állapot) már ezen a megfigyelési időszakaszon jóval túl van és lényegében más szakaszt jelöl.]



2. ábra. A kísérletekhez használt elektrolitréz görbéi különböző szakítási hőfokon a redukció függvényében

Sőt ezek a keletkezési feszültségértékek a később rögzített anyagállapotoknak megfelelő, utólagosan műhelyhőfokon végrehajtott szakítással megállapított mechanikai tulajdonságokkal és így a keményedésre legjellemzőbb 0,2-es folyáshatár ($\sigma_{0,2}$) értékével sem hasonlíthatók össze. Bizonyos mértékig egybevethetők azonban egy, a kísérlettől eltérő igénybevétel a megfelelő alakítási hőfokon végbement szakítókísérlet pillanatnyi feszültségértékeivel. Ezek meghatározása érdekében melegszakítókísérletek folytak 300 és 900 C° közti tartományban 100 C°-onként az eredeti kísérleti pálcákkal azonos összetételű és méretű próbatestekkel kísérleti hőfokonként 3—3 darabbal.

A melegszakítási diagramokból meghatározott 0,2-es folyáshatár és szakítószilárdság átlag értékeit a 2. táblázat mutatja.

Melegszakítási értékek *2. táblázat*

Kísérleti hőfok C°	0,2-es folyáshatár kg/mm²	Szakítószilárdság kg/mm²
300	5	14,1
400	4,2	10,1
500	3,6	8,05
600	3,17	5,46
700	1,77	3,2
800	1,02	2,41
900	0,63	1,69

Ezeknek a kísérleteknek segítségével a valódi feszültségeket kiszámítottuk (4. táblázat) és a valódi feszültség görbéket (σ'—q) felvettük (2. ábra). A valódi feszültségek meghatározásához szükséges mindenkori keresztmetszetet a diagram nyúlás-értékeiből az ismert összefüggések alapján számítottuk. Az így kiszámított keresztmetszetek helyességét külön próbák segítségével, egyes esetekben a kísérlet megszakítása közben mérésekkel is ellenőriztük. Ezenkívül tekintetbe vettük azt a körülményt, hogy az egyenletes nyúlás határán túl a próbák keresztmetszete — különösen nagyobb hőfokon — repedezett s így itt a mindenkori keresztmetszetet sem méréssel, sem számítással nem értékelhettük. Ezért a valódi feszültség görbéknek a pontjait csak az egyenletes nyúlás-határig számítottuk. A görbe további szakaszát — ismert módon — a $q = 100\%$ pontban felvitt $2\sigma'_e$ (σ'_e = egyenletes nyúlás határán a valódi feszültség) ordináta segítségével szerkesztettük meg. A görbék kiinduló pontja a melegszakításból nyert 0,2-es folyáshatárérték volt.

Mielőtt az alakítási szilárdságoknak az alakítási ellenállásokból való kiszámítására került volna a sor, először — a viszonyok pontosabb megközelítése érdekében — alakítási hőfokonként és redukciónként a súrlódási tényezőket az alakítási ellenállásokból számítottuk ki úgy, hogy behelyettesítésre az alakítási szilárdságok irodalmi értékei helyett, az előzőkben ismertetett valódi feszültség görbékből a megfelelő redukciókhoz tartozó átlagos valódi feszültség értékek (σ'_m)

kerültek. A használt képlet így a következő volt :

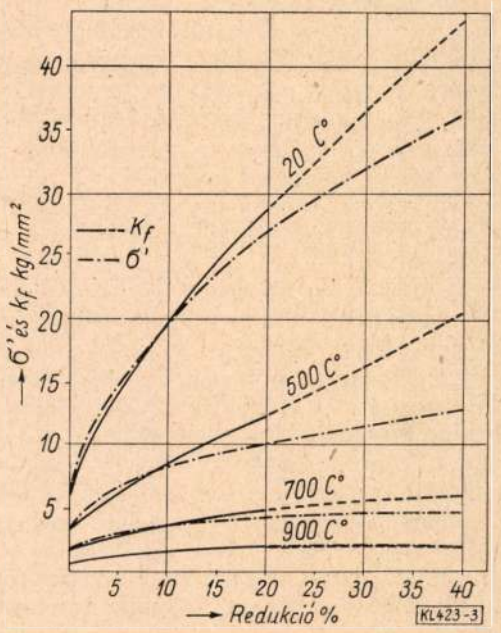
$$\mu = \frac{k_m - \sigma'_m}{\sigma'_m \cdot C \frac{l_d}{h} \sqrt[4]{v}}$$

Az így számított μ surlódási tényezőknek az egy alakítási hőfokon belüli és az összes kísérleti redukciókra vonatkozó átlagértékeinek a felhasználásával számítottuk ki a közepes alakítási szilárdságokat alakítási hőfokonként és redukciónként (3. táblázat). A használt képlet a következő volt :

$$k_{fm} = \frac{k_m}{1 + \mu_{átl} \cdot C \frac{l_d}{h} \sqrt[4]{v}}$$

Az alakítási szilárdságoknak görbéit a redukció függvényében úgy rajzoltuk meg, hogy első megközelítésképpen a közepes alakítási szilárdságok az egyes redukcióhoz tartozó területek közepes ordinátáira kerültek fel. (Vagyis a 40% redukciónak megfelelő k_{fm} a 20%-hoz stb.) Az alakhelyesre korrigált görbéket ellenőriztük éspedig oly módon, hogy az egyes redukciókhoz tartozó teljes görbe alatti keményedési területből az átlagos terület magasságát kiszámítottuk és a megfelelő k_{fm} értékkel összehasonlítottuk. A különbség 10% alatt volt. Mivel a maximális kísérleti redukciók (40%) k_{fm} értékei lényegileg a 20%-os ordinátákra kerültek, a görbéknek tehát csak eddig voltak számított pontjai ; innen a görbék valószínű alakját az ábrákban pontozás jelzi. A pontozott görbe végpontját a 40%-os redukció ordinátáján, azon az alapon határoztuk meg, hogy a görbe alatti terület így annak a parallelogrammának feleljen meg, mely a 20%-os redukció ordinátájával, mint átlagos magassággal szerkeszthető meg. A görbék kiindulási értéke a melegszakításból nyert megfelelő 0,2-es folyáshatár volt (3. ábra).

A mért átlagos hengernyomásokat, a számított alakítási ellenállás, súrlódási tényező és alakítási szilárdság értékeket a 3. táblázat tartalmazza.



3. ábra. A valódi feszültség és az alakítási szilárdság változása az alakítás függvényében különböző hőfokon

3. táblázat

Adatok a közepes alakítási szilárdságok kiszámításához

Alakítási hőmérséklet	Tervezett redukció	Tényleges fogyás Δh	Mért hengernyomás P_m	Befogási ív l_d	Mért közepes alakítási ellenállás k_m	$C \frac{l_d}{h} \cdot \sqrt[4]{v}$	Számított átlagos súrlódási tényező $\mu_{átl}$	Számított közepes alakítási szilárdság k_{fm}
C°	%	mm	kg	mm	kg/mm²			kg/mm²
20	2	0,13	1 000	3,13	9,8	3,47	0,059	8,10
	5	0,33	1 800	4,98	11,2	4,45		8,90
	10	0,64	3 700	6,93	16,7	4,56		13,20
	20	1,29	8 300	9,84	26,3	4,60		20,70
	40	2,58	16 200	13,90	36,6	4,89		28,40
500	2	0,14	700	3,23	6,7	3,51	0,206	3,90
	5	0,32	1 350	4,95	8,6	4,40		4,50
	10	0,66	2 750	7,00	12,3	4,56		6,30
	20	1,31	5 100	10,00	15,9	4,60		8,20
	40	2,53	10 750	13,70	24,5	4,88		12,20
700	2	0,14	530	3,23	5,2	3,51	0,436	2,10
	5	0,32	805	4,95	7,3	4,40		2,50
	10	0,66	2 000	7,00	9,2	4,54		3,10
	20	1,30	3 500	9,90	11,0	4,60		3,70
	40	2,62	6 550	14,10	14,5	4,90		4,60
900	2	0,14	275	3,23	2,7	3,51	0,568	0,90
	5	0,32	505	4,95	3,3	4,40		0,93
	10	0,67	1 250	7,10	5,5	4,56		1,50
	20	1,34	1 920	10,00	6,0	4,62		1,70
	40	2,57	3 200	13,90	7,2	4,89		1,90

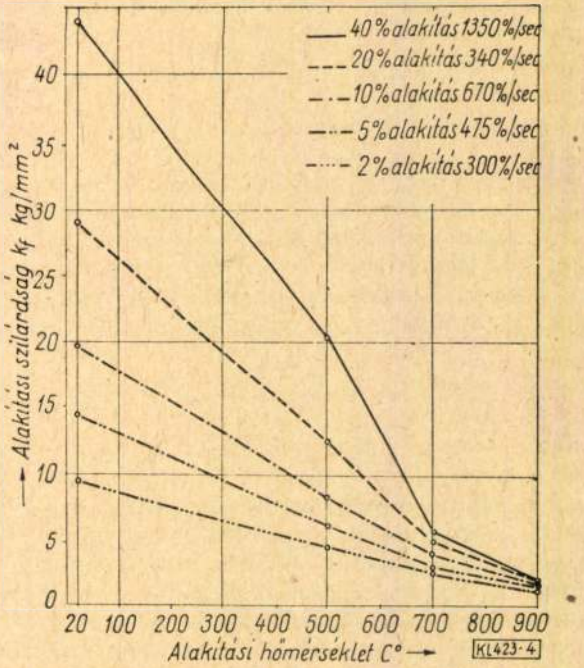
A 2. és 3. ábra görbéiből a következők láthatók. Mind a valódi feszültség, mind az alakítási szilárdság a redukció növelésével növekedést mutat, amelynek mértéke azonban az alakítási hőfok növelésével erősen csökken. Vagyis — amint a fémekre általában ismeretes — a keményedés és a keményedő-képesség is az alakítási hőfok növelésével csökken. Az alakítási szilárdság görbéi általában a valódi feszültség görbéi felett vannak, éspedig a különbség az 500 C°-os alakítás mellett nagyobb, mint a 700 C°-oson és a 900 C°-oson úgyszólván eltűnik. Ezt az a körülmény magyarázza, hogy a hengerlés a szakítóhúzással szemben egyenlőtlenebb alakváltozást és így nagyobb keményedést okoz, de ez a hatás az alakítási hőfok növekedésével csökken. Emellett tekintetbe kell venni azt a tényt is, hogy a melegalakítás időtartama a kisebb sebességű szakításkor (v_{sz} = 0,35 mm/sec) lényegesen hosszabb volt, mint a hengerléskor, ami az anyag nagyobb lágyulását tette lehetővé.

Végül még a következőre kell figyelemmel lenni. A számított alakítási szilárdságok (k_{fm}) átlagértékek, tehát bármely redukció mellett a hengerlés előtti érték, a hengerlés utáni érték és a keményedési görbe megfelelő szakasza által bezárt terület átlagos magasságát jelentik. (A görbéket így is szerkesztettük.) A hengerlési folyamat végső állapotára azonban az egyes kísérleti redukciókra a keményedési görbe megfelelő ordinátája a jellemző (k_{f2}). Végső fokon tehát, ezek a k_{f2} értékek adnak az I. vizsgálati szakasz végén, vagyis közvetlen a melegalakítás után tájékoztató képet a viszonyokról. A vizsgált alakítási hőfokok és redukciók mellett a valódi feszültségek (σ') értékeit, azok átlagait (σ'_m), valamint az alakítási szilárdság megfelelő értékeit (k_{f2}) és átlagértékeit (k_{fm}) a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Közvetlen a melegalakítás folyamán fellépő vizsgált feszültségértékek

Alakítási hőmérséklet	Kísérleti redukció	Valódi feszültség, σ'	Átlagos valódi feszültség σ_m	Átlagos alakítási szilárdság k_{fm}	Alakítási szilárdság közvetlen alakítás után k_{f2}
C°	%	kg/mm²			
20	2	10,7	8,4	8,1	9,7
	5	14,7	10,9	8,9	14,5
	10	19,5	14,0	13,2	19,8
	20	26,9	18,5	20,7	29,0
	40	36,7	25,1	28,4	44,0
500	2	5,3	4,5	3,9	4,6
	5	6,8	5,4	4,5	6,2
	10	8,2	6,5	6,3	8,5
	20	9,8	7,7	8,2	12,4
	40	12,4	9,4	12,2	20,5
700	2	2,7	2,3	2,1	2,3
	5	3,2	2,7	2,5	3,0
	10	3,8	3,1	3,1	4,0
	20	4,2	3,5	3,7	5,0
	40	4,9	4,0	4,6	6,0
900	2	1,1	0,9	0,9	1,1
	5	1,5	1,1	0,93	1,4
	10	1,8	1,4	1,5	1,8
	20	2,0	1,6	1,7	2,1
	40	2,4	1,95	1,9	2,2



4. ábra. Alakítási szilárdság k_{f2} változása az alakítási hőfok függvényében különféle alakváltozási sebesség és redukció mellett

Az I. vizsgálati szakaszban nyert eredmények alapján tehát megállapítható, hogy *közvetlen alakítás alatt* az összes vizsgált alakítási hőfokon(20, 500, 700, 900 C°) és a vizsgált redukciók mellett (2—40%) *van keményedés*, amelynek nagysága egy alakítási hőfokon az alakváltozás nagyságának

5. táblázat

Alakítási ellenállás mért és számított értékei

Alakítási hőfok	Kísérleti redukció	Átlagos számított súrlódási tényező $\mu_{átl}$	Mért alakítási ellenállás k_m	Geleji-féle képlettel számított alakítási ellenállás k_{msz}
C°	%		kg/mm²	
500	2	0,206	6,7	7,8
	5		8,6	9,7
	10		12,3	12,6
	20		15,9	15,0
	40		24,5	18,8
700	2	0,436	5,2	5,8
	5		5,2	7,3
	10		9,2	9,2
	20		11,0	10,5
	40		14,5	12,5
900	2	0,568	2,7	2,7
	5		3,3	3,8
	10		5,5	5,0
	20		6,0	5,8
	40		7,2	7,4

és sebességének növekedésével nő, de az alakítási hőfok növelésével mind a keményedés, mind a keményedőképesség csökkenő mérvű. Ezek a viszonyok nyilván a melegalakítás bonyolult folyamatának a következményei, ahol a hőfok nagyságától függően egyrészt változnak azok a tényezők (diszlokációk vándorlása és keletkezése, transzlációs síkok kifejlődése stb.), amelyek a keményedés létrejöttét befolyásolják, másrészt a keményedés keletkezésére a hőfoktól és az alakváltozástól — mint főtényezőktől — függő részleges lágyulás is hatással van. Mindenesetre a közvetlen alakítási szakaszban lejátszódó folyamatokban bizonyos egyidejűséget kell feltételeznünk és nem foghatjuk fel azokat egyszerűen a hidegalakítás példája alapján úgy, hogy ott a keményedés és lágyulás egymást követően következik be. Mivel azonban minden folyamathoz bizonyos idő szükséges, kézenfekvő, hogy a nagyságrendileg nagyobb sebességű transzlációs folyamattal kapcsolatos hatások érvényesülnek nagyobb mértékben. (Transzlációs síkok növekedési sebessége 10^4 cm/sec, míg az újrakristályosodási sebesség mm/perc nagyságrendű.) A kísérleti hengerléskor szükségszerűen minden redukciót egyetlen szúrással végeztünk és ezért minden redukcióhoz más-más alakváltozási sebesség tartozott. Ezért a vizsgált redukció tartomány egyúttal a 300%/sec—1350%/sec közti alakváltozási sebesség tartományt is jelenti. A megállapítások tehát minden ilyen alakváltozási sebességgel és alakváltozással végrehajtott más alakítási módra is érvényesek.

Az alakítási szilárdságnak (k_{f2}) az alakítási hőfok függvényében való változását különböző redukció és alakváltozási sebesség mellett a 4. ábra mutatja.

A hengernyomás mérések eredményeként a mérésből nyert alakítási ellenállás (k_m) értékét össze lehetett hasonlítani a *Geleji*-féle képlettel [7] kiszámítottakkal. A számításhoz a képletben szereplő alakítási szilárdságot (k_f) nem a korábbi gyakorlatnak megfelelően a melegszakítószilárdsággal helyettesítettük, hanem a melegszakítással meghatározott megfelelő átlagos valódi feszültséggel (σ'_m). A mért és számított értékek jó egyezést mutattak (5. táblázat).

(Folytatás a következő számunkban)

Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminátoldatok bomlási sebességére

I. rész: A bőhmit és diaszpor adalékok hatása

Dr. KUZNYECOV, Sz. I.; GYEREVJANKIN, V. A.; SABALINA, O. K.

Urali Műegyetem Szverdlovszk, Szovjetunió

D. K. 669 : 712.13

Влияние добавок гидроокиса алюминия и окиса алюминия на скорость разложения алюминатных растворов

Die Wirkung von Aluminiumhydroxid und Aluminiumoxid Zugaben auf die Zerfallsgeschwindigkeit der Aluminatlösungen

The influence of aluminiumhydroxide and aluminiumoxide on the decomposing rate of aluminate solvents

Az irodalomból ismeretes, hogy egyes alumíniumoxid és alumíniumhidroxid tartalmú adalékok hatására az aluminátoldatok hidrargillit kiválása közben megbomlanak [1], [2], [3]. Erre a célra az iparban hidrargillitet és egyes esetekben bayeritet használnak. A fenti anyagokon kívül oltás céjára felhasználható még a bőhmit és γ-timföld is. A diaszpor és korund adalékoknak az aluminátoldatok kikeverési körülményei között nincsen oltóhatásuk.

A bayerit, bőhmit és a γ-timföld oltó hatása a hidrargillittel szemben mutatkozó termodinamikai instabilitásukkal magyarázható, valamint azzal is, hogy ezek az aluminátoldattal való keveréskor hidrargillitté képesek átalakulni [3]. Minél gyorsabban alakulnak át ezek az anyagok hidrargillitté, annál hathatósabb az aluminát-oldatok bomlása.

A különböző tényezőknek az aluminiumhidroxid és az alumíniumoxid hidrargillitté való átalakulási sebességére, valamint oltó hatásukra gyakorolt hatása a kikeverési folyamat körülményei között még nem eléggé ismert. Nem elég világos még az átalakulás mechanizmusa. Ismereteink hiányosak a kikeverési folyamatban nem hidrargillites oltással előállított hidrát szemcseszerkezetére vonatkozóan is.

A korábban elvégzett munkák hiányosságainak figyelembevételével azt a célt tűztük magunk elé, hogy rendszeres kutatásokat végzünk a különböző alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékanyagok hatásának és az aluminát oldatok bomlási sebességének vizsgálatára. Az oltáshoz ezúttal bőhmitet, diaszport, γ-timföldet, korundot, valamint a bőhmit diaszporrá, illetőleg a γ-timföld korunddá való nem teljes átkristályosodásának termékeit használtuk fel. Minden egyes esetben tanulmányoztuk a kikeverés lefolyását, az ipari aluminátoldatokban levő szerves szennyeződések hatását a kikeverés kinetikájára, a kivált alumíniumhidrát szemcsézetét és anyagi összetételét. A hidrát üledékeket elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

Ez a közlemény tartalmazza azokat a kutatási eredményeket, amelyeket az aluminát oldatok bőhmittel és diaszporral való beoltása alkalmával a kikeveréskor kaptunk.

A kutatások módszere

A kiinduló aluminát oldatokat *G* jelzésű alumíniumnak vegytiszta marónátron oldatban való feloldása útján állítottuk elő. Az oldatok Al_2O_3 tartalma 120—135 g/l-t tett ki, az $Na_2O_{össz}$[1] 122,5—144 g/l, az Na_2O_{kauszt} 121—131 g/l volt. $\alpha_{össz}$ = 1,63—1,735, illetőleg α_{kauszt} = 1,60—1,73.

Egyes kísérletek alkalmával az aluminátoldatokba az ipari aluminátlúgokból kiválasztott szerves anyagokat is adagoltunk szerves lepény alakjában. Az utóbbit előzetesen kisebb mennyiségű vízben oldottuk. Az ilyen módon kapott oldatokat az oldhatatlan részecskéktől megszűrtük. A kiinduló aluminátoldatoknak az $Na_2O_{össz}$-re vonatkoztatott szervesanyag tartalma 0—2% közötti O_2-vel volt egyenértékű.

A kísérletek első részéhez használt oltóanyagok: 1 bőhmit (a továbbiakban termikus bőhmit), amelyet hidrargillit 300 C°-os, 3 órás izzításával állítottunk elő, 2. a hidrargillitnek hidrotermális körülmények között autoklávban való átkristályosításával 300 C° hőmérsékleten, 8 órás hevítéssel kapott bőhmit, 3. mesterségesen előállított diaszpor, mely *Laubengayer* és *Weiss* [4] módszerével készült, azaz a bőhmitnek természetes diaszpor oltóanyag jelenlétében (a bőhmit súlyának 5%-a) hidrotermális autoklávban 370—375 C°-on 120 órán át végzett átkristályosítása útján, 4. Hidrotermális viszonyok között diaszporrá nem teljesen átkristályosított bőhmit tartalmú termék, amely a kristályoptikai vizsgálat eredménye szerint 75% diaszport és 25% bőhmitet tartalmazott.

A fenti oltóanyagok szemcse összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Oltóanyagok szemcse-összetétele

Az oltóanyag neme	Szemcse összetétel				
	< 40 μ	40—50 μ	50—63 μ	63—100 μ	> 100 μ
1. Hidrargillitből hevítéssel nyert bőhmit	13,35	14,25	37,0	32,85	1,65
2. Hidrotermális bőhmit	0,2	12,5	32,2	42,9	2,2
3. Diaszpor	6,2	10,1	18,3	35,3	30,1
4. A bőhmitnek diaszporrá történt nem teljes átkrist. terméke	5,35	8,7	10,5	5,93	69,52

Oltóanyag viszonyok[2]: 0,05 ; 0,1 ; 0,2 és 0,5.

Az aluminátoldatokat az oltóanyaggal 150 ml-es lombikokban keverték és a fejüknél fogva forgatták a keverőtermosztátban. A keverés sebessége percenként 26 fordulat volt.

A kikeverési hőmérséklet 56—30 C° között az alábbi lefolyásnak megfelelően változott :

A keverés időtartama, óra	6	12	18	24	36	48	64	72
Kikeverés hőmérséklete, C°	50,5	46	43	37	32	30	30	30

A zagymintákat 6, 12, 24, 48, 60 és 72 óránként vették. A kivált hidrátot az aluminátlúgtól szűréssel választották el, a szűrőn forróvízzel kimosták és kiszárították. A csapadék szemcse összetételét szitaelemzéssel, valamint mikroszkóp segítségével határozták meg, az anyagi összetételt röntgenszerkezeti fáziselemzéssel és kristályoptikai módszerrel vizsgálták meg. Az aluminátlúgok összetételét *Bogolepova, N. N.* [5] módszerével határozták meg.

A kísérletek eredményei

Az 1—3. ábrákon az aluminát oldatok kikeveredésének lefolyási görbéi láthatóak különböző adalékok jelenlétében, éspedig 1. ábra termikus bőhmit, 2. ábra hidrotermális bőhmit, 3. ábra a bőhmitből diaszporrá való nem teljes átkristályosítással előállított termék. Az ábrákból kitűnik, hogy a fenti anyagok kisebb-nagyobb mértékű oltóhatást fejtenek ki. Legnagyobb oltóhatása a termikus bőhmitnek volt. Aránylag nem nagy mennyiségű ilyen oltóanyaggal (az oltóanyag viszony 0,2—0,5) 30—40 óra alatt el lehet bontani az aluminátlúgokat 50—53%-ig (1*a* ábra). Kisebb oltóanyag viszony mellett (0,05—0,1) ilyen mértékű bomlást 50—60 óra alatt lehet az oldatokból elérni. A kikeverés lefolyásának görbéin kisebb mennyiségű oltóanyag használatakor megjelenik az indukciós periódus. Ez utóbbi csökkenthető az oltóanyagmennyiség növelésével, ez növeli legnagyobb mértékben a kikeverési sebességet. Jellegzetes, hogy az indukció időszakában rendszerint az Al_2O_3 tartalom bizonyos növekedése és az Na_2O tartalom csökkenése, illetőleg a kausztikus molarány csökkenése észlelhető az oldatban. Ennek a jelenségnek az okát nem sikerült megállapítani. Szerves szennyeződések jelenlétében az indukció időtartama meghosszabbodik, amit különösen a nem nagy oltóanyag arányok mellett lehet megfigyelni. Ezért szerves anyagok jelenlétében az aluminátlúgok bomlása termikus bőhmit adalék hatására kisebb sebességgel megy végbe (1*b* ábra).

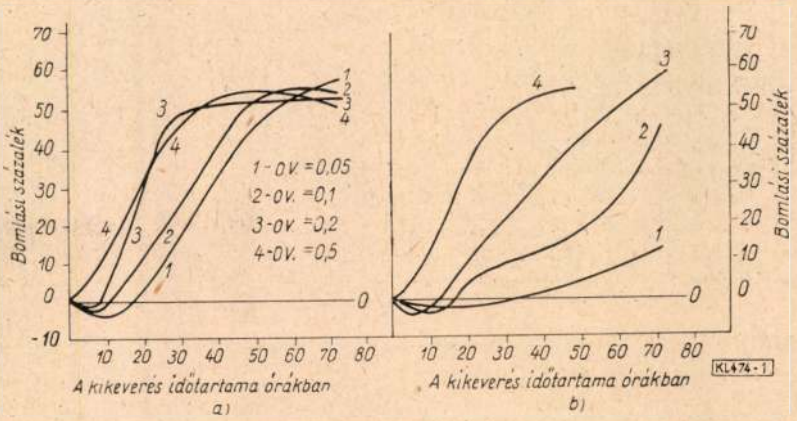
A hidrotermális bőhmit oltóhatása nagyon csekély. Az aluminátlúgok bizonyos bomlása a

[1] $Na_2O_{össz}$ = az oldatban marónátron, aluminátlúg és szóda alakjában együttesen jelenlevő Na_2O
Na_2O_{kauszt} = a marónátron és aluminát alakjában jelenlevő Na_2O

$$\alpha_{össz} = \frac{\text{mol } Na_2O_{össz}}{\text{mol } Al_2O_3}$$

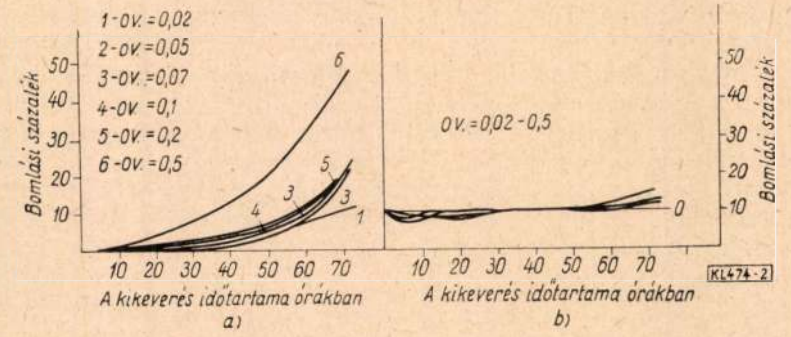
$$\alpha_{kauszt} = \frac{\text{mol } Na_2O_{kauszt}}{\text{mol } Al_2O_3}$$

[2] Al_2O_3 az oltóanyagban a kiinduló lúg Al_2O_3 tartalmához viszonyítva.



1. ábra. Az aluminátlúg kikeverésének lefolyása. Oltóanyag: hidrargillit hevítésével előállított bőhmit különböző mennyiségekben

a) Szerves szennyeződések nélkül, *b)* Szerves szennyeződések jelenlétében. Ezek mennyisége az össz Na_2O-ra számolt 0,96 % O_2-vel egyenértékű. *ov.:* oltóanyag viszony, az oltóanyagban levő Al_2O_3 és az oldat Al_2O_3 tartalmának súlyaránya

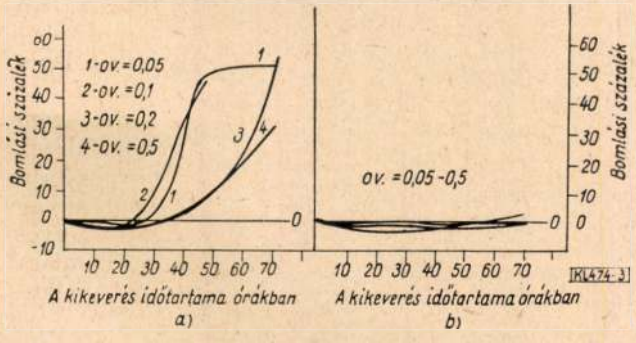


2. ábra. Az aluminátlúg kikeverésének lefolyása különböző mennyiségű hidrotermális bőhmittel való oltáskor

a) Szerves szennyeződések nélkül. *b)* Szerves szennyeződések jelenlétében. Ezek mennyisége az össz Na_2O-ra számolt 0,25 % O_2-vel egyenértékű

hidrotermális bőhmittel való kikeveréskor csak akkor észlelhető, ha ezek nem tartalmaztak szerves szennyeződéseket (2*a* ábra). A szerves szennyeződések az oldatokban azt eredményezik, hogy ezek a hidrotermális bőhmit oltó hatására gyakorlatilag egyáltalán nem bomlanak meg (2*b* ábra). Abban az esetben, ha az aluminátoldatok bomlanak, a kikeverés lefolyásának görbéjén megfigyelhető az indukciós időszak, ennek tartama annál hosszabb, minél kisebb az oltóanyag viszony.

A bőhmit diaszporrá való nem teljes átkristályosodásának a terméke oltó hatású, de csak olyan aluminátlúgokban, amelyek szerves szennyeződéseket nem tartalmaznak (3. ábra). Ekkor azonban az oltóhatás valamivel nagyobb, mint a hidrotermális bőhmitnél. Ez a tény a várakozással ellentétesnek látszik. A fentiekben említettük, hogy a bőhmitnek diaszporrá való nem teljes



3. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésének lefolyása különböző mennyiségű, bőhmitnek diaszporrá való nem teljes átkristályosodási termékéből álló oltóanyag jelenlétében

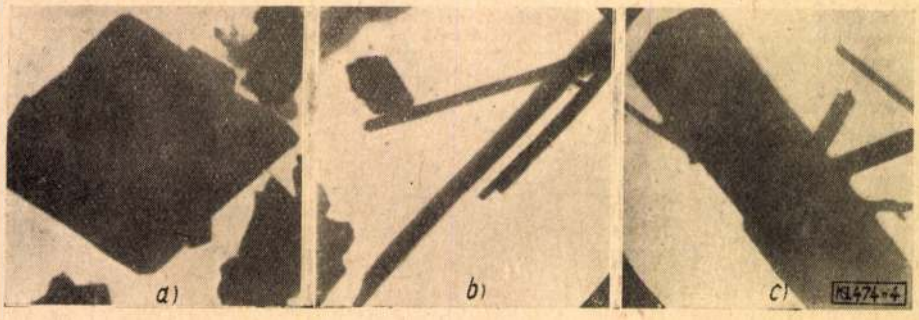
a) Szerves szennyeződések nélkül. *b)* Szerves szennyeződések jelenlétében. Ezek mennyisége az össz Na_2O-ra számolt 1,0 % O_2-vel egyenértékű

átkristályosodási terméke 75% diaszpor és 25% hidrotermális bőhmit keverékéből áll. Mivel a diaszpornak semmiféle oltóhatása nincsen [3], ami beigazolódott a kutatás során, az adott keverékben oltóanyagként csakis a hidrotermális bőhmit szolgálhatott, amelynek mennyisége ez esetben nem nagy. Ezért várható volt, hogy a kikeverés sebessége a bőhmitnek diaszporrá nem teljes átkristályosodási termékével való oltásakor alacsonyabb lesz, mint a hidrotermális bőhmit azonos mennyiségnek adagolásakor. A valóságban ennek ellenkezője észlelhető. Ennek az okát később még megmagyarázzuk.

Az aluminátlúgok kikeverésével nyert alumíniumhidrát üledék szemcseeloszlásának meghatározása az említett oltóanyagok mellett az alábbi eredményeket hozta :

Az aluminátlúgok bomlásakor a termikus bőhmites oltás hatására a hidrát aránylag durvaszemcsésen vált ki, ez főtömegében 50—100 μ-os szemcsékből áll. A finomszemcsés hidrát frakció — kisebb mint 40 μ — amelyet szerves anyagot nem tartalmazó aluminátoldatokból kiválasztott hidrátban lehetett meghatározni, különböző mennyiségekkel való oltáskor átlagban 3—7%-ot tett ki. A szerves anyagok koncentrációjának növekedésével ez a frakció kb. a kétszeresére nő, amikor az oldatok összes Na_2O-ra számolt és O_2 egyenértékben kifejezett szervesanyag tartalma 1,0% volt. Az aluminátlúgok kikeverése alkalmával bőhmittel való oltáskor nem észlelhető a hidrát-szemcsék szüntelen növekedése. A minták többségében észrevehető volt a hidrát-szemcsék aprózódása a folyamat elején, és növekedésük a folyamat végén.

Ha az aluminátlúgokhoz, amelyek szerves anyagot nem tartalmaznak, hidrotermális bőh-



4. ábra. Oltóanyagokról készült elektronmikroszkópos felvételek

a) Hidrotermális feltételek között előállított bőhmit $N = 10\,000\times$

mitet használunk oltóanyagul, nagyon aprószemcsés hidrát válik ki, amelyben 46—55% 40μ-osnál kisebb szemcse található. A legapróbb kristályokból álló kiválást akkor kapták, ha a kikeveréskor kis mennyiségű oltóanyaggal dolgoztak (oltóanyag viszony 0,05).

Ugyanezen oldatok bomlásakor, bőhmit diaszporrá való nem teljes átkiristályosodási termékének oltóhatására nagyszemcséjű hidrát keletkezik, amelynek 40 μ-osnál kisebb frakciója mindössze 1—2%. Az üledék főtömegének mérete 100μ feletti. Az oltóanyag mennyisége lényegesen nem hat a hidrát diszperzitására.

Abban az esetben, amikor a hidrotermális bőhmit adagolás, illetőleg a bőhmitnek diaszporrá való nem teljes ákristályosodási terméke az oldatokban bomlást nem okoz, akkor a kikeverés folyamán ezeknek az oltóanyagoknak a diszperzitása sem változik.

A hidrát üledékek anyagi összetételének vizsgálata azt mutatta, hogy az aluminátoldatok bomlása folyamán különböző oltóanyagok hatására mindig csak hidrargillit válik ki. Ez abból látható, hogy az üledékek mindig csak hidrargillitből és a hozzáadott oltóanyagból állanak. Megállapítást nyert azonban, hogy ezek az üledékek több hidrargillitet tartalmaznak, mint az az oldatok bomlási fokából következik.

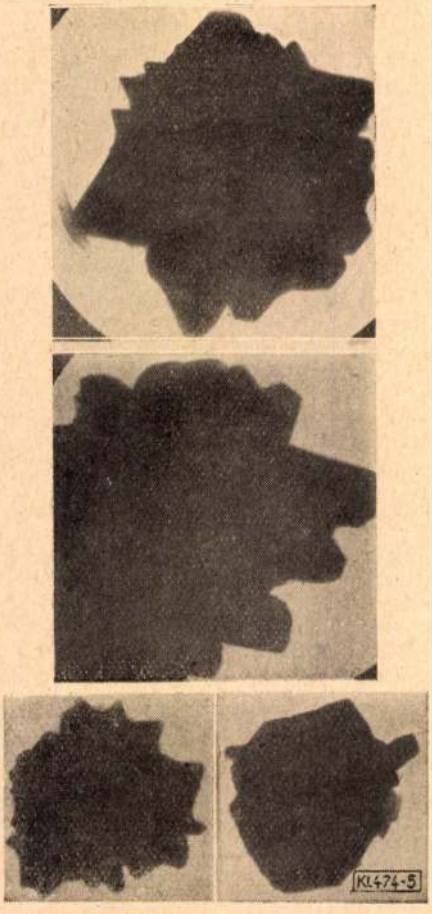
A fentiekből kitűnik, hogy a hidrargillitnek az oldatokból való kiválásával egyidejűen az oltóanyag egy része is hidrargillitté alakul. A kísérletek alatt a hidrargillit akkor is megjelent a szilárd fázisban, amikor az oldatok észrevehetően nem bomlottak meg, ami szintén azt bizonyítja, hogy az oltóanyag képes hidrargillitté átalakulni. A diaszpor változatlan marad.

Ilyen módon ezeknek kísérleteknek az eredményei alátámasztják azt a korábbi megállapítást [3], hogy a bőhmit bontóhatása akkor jelentkezik, ha a kikeverési folyamat hőmérsékleti körülményei között a bőhmit termodinamikai instabilitás következtében legalább részben hidrargillitté alakul át. Elegendő, ha a bőhmit felületi rétegein kristályosodnak át a részecskék hidrargillitté, ezek azután azonnal oltóhatást fejtenek ki az aluminát lúgokra.

Amint azt elektronmikroszkópos megfigyelések bizonyítják, a termikus bőhmit főtömegében rosszul kristályosodott részecskékből áll, nagy fajlagos felülettel. Ezen részecskék külső rétege aránylag gyorsan hidrargillitté alakul át, ami nagy oltóhatást biztosít.

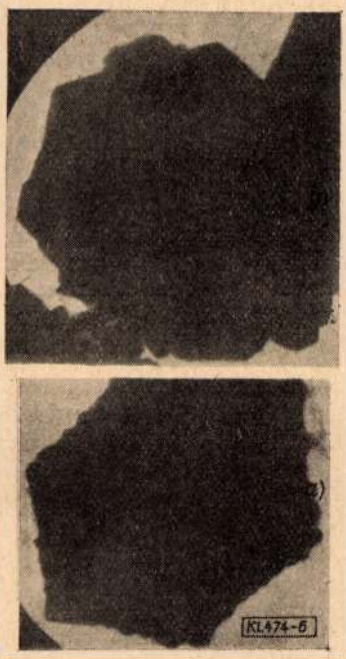
A hidrotermális bőhmit jól kristályosodott. A hidrotermális bőhmitrészecskék rombos lemezekből állnak, ezek jól kialakult térráccsal rendelkeznek (4*a* ábra). Ez csak lassan alakul át hidrargillitté és így oltóhatása csekély.

Jellegzetes, hogy az aluminátlúgok elbomlásakor kapott üledékben hidrotermális bőhmit adagolásakor az oltóanyaggal együtt röntgen szerkezeti fáziselemzéssel a hidrargillit mellett bayerit megjelenése is megfigyelhető. Ugyanez látható akkor is, ha az oldatok nem bomlottak meg. Ezt a jelenséget azzal lehet magyarázni, hogy a hidrotermális bőhmit az aluminátlúgokkal való keveréskor először bayeritté alakul át, azután pedig tovább alakul hidrargillitté. Ebből az következik, hogy a bayerit közbenső vegyület a bőhmitnek hidrargillitté való átalakulásakor.



5. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor nyert alumíniumhidrát kristályokról készült elektronmikroszkópos felvételek, termikus bőhmittel való oltás alkalmával. N = 10 000

A kikeverés termékeiben a termikus bőhmittel való oltáskor bayerit keletkezése nem volt észlelhető. Lehetséges, hogy az adott esetben a bayerit átalakulása hidrargillitté a részecskék felületén olyan gyorsan megy végbe, hogy nem sikerült megfigyelni a bayerit képződését. A hidrargillitnek bőhmitté való átalakulásakor a bayerit szintén átmeneti alak. Ez kitűnik *Dachselt* és *Pätz* munkájából [6], akik megállapították, hogy ha a reakciótérben nagy nyomással 200 C° hőmérsékleten lelassítjuk a hidrargillitnek bőhmitté való átalakulási folyamatát és ezáltal megnehezítjük a szerkezeti víz kilépését a hidrargillitből, akkor bayerit keletkezik.



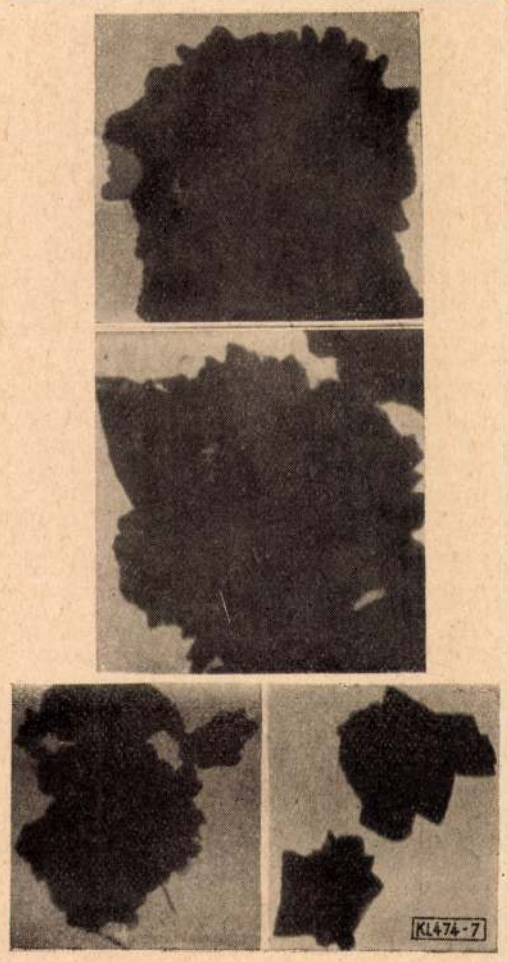
6. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor kivált aluminiumhidrát kristályokról készült elektronmikroszkópos felvételek, termikus bőhmittel való oltás alkalmával. N = 10 000 ×

A bőhmitnek diaszporrá való nem teljes átkristályosodási termékének nagyobb oltóhatása a hidrotermális bőhmitéhez viszonyítva, a következőképpen magyarázható meg :

A diaszpor keletkezésekor át nem kristályosodott bőhmitnek kisebb-nagyobb mértékben torzult kristályrácsa van. Ennél az oknál fogva a részecskék felületi rétege könnyebben alakul át bayeritté, később pedig hidrargillitté.

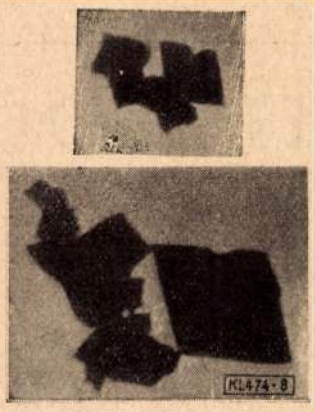
A kikeverés lefolyási görbéin látható indukciós szakaszok részben azzal kapcsolatosak, hogy a bőhmit részecskék felületi rétegének hidrargillitté való átkristályosodásához meghatározott időre van szükség. Minél kisebb ennek a folyamatnak a sebessége, annál hosszabb az indukció időszaka. Amikor felületaktív szervesanyagok a bőhmit szemcséken adszorbeálódnak, akkor azokat az oldattól elburkolják, ennek következtében az átkristályosodás sebessége jelentősen csökken.[3]

[3] Az oltóanyag mennyiség hatását az indukció időtartamára további közlemények fogják tartalmazni.

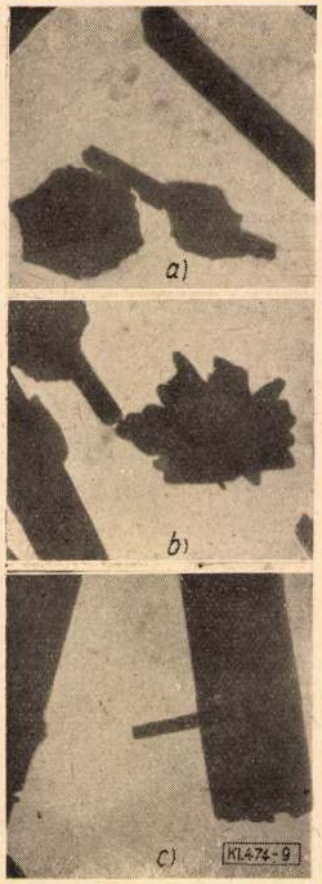


7. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor kivált aluminiumhidrát kristályokról készült elektronmikroszkópos felvételek, hidrotermális bőhmittel való oltás alkalmával. N = 10 000 ×

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok azt mutatják, hogy a kristályosodó anyag leválása a bőhmitszemcsék felületére nem egyenletes. A felület egyes pontjain dendrites nyulványok keletkeznek a hidrargillitre jellemző hatszögű, néha trapezoidális metszetű prizmák, valamint vékony háromszögű és rombos lapok alakjában, a bőhmit habitusának megfelelően. Ezek a nyúlványok úgy



8. ábra. Dendrites nyúlványok töredékeinek elektronmikroszkópos képe. N = 10 000 ×



9. ábra. Aluminátoldatok oltóanyaggal való kikeverésekor keletkezett alumíniumhidrát kristályokról készült elektronmikroszkópos felvételek

a) és *b)* esetében az oltóanyag bőhmitnek diaszporrá való nem teljes átkristályosodási terméke, *c)* esetben diaszpor. $N = 10\,000$ ×

néznek ki, mintha az oltóanyag szemcsék központjából nőnének ki (5., 7., 9. ábra).

A termikus bőhmit kristályok felületén a szerves szennyeződéseket nem tartalmazó oldatokban főleg prizmák keletkeznek. Szerves szennyeződések jelenlétében főleg háromszögű lapok nőnek (5. ábra). Az utóbbiak gyakran úgy helyezkednek el, hogy a nem nagy méretű hidrát kristályok hatszögű csillagok alakját veszik fel és ezek fokozatosan a hidrargillit pszeudohexagonális tábláivá alakulnak át (6. ábra). Ez a bőhmit elemi szemcséinek hidrargillitté való teljes átkristályosodására mutat.

A hidrotermális bőhmit szemcsék nagyon hajlamosak dendrites nyúlványok képzésére (7. ábra). A kikeverés kezdeti szakaszában ezek felületén főképpen háromszög alakú és rombos lapok keletkeznek, a kikeverés végén pedig prizmás kinövések.

A dendrites nyúlványok a keveréskor könnyen letöredeznek. A törések a kristályosodás új központjai (8. ábra).

A hidrotermális bőhmit részecskék sok új kristályosodási központot jelentenek, úgyhogy ezek felületén nőnek a rendszerint vékony, törékeny dendrites nyúlványok. Az aluminátoldatok hidrotermális bőhmit oltóanyaggal való kikeverésekor ezért nagyon aprószemű hidrátot nyerünk.

A bőhmit diaszporrá való nem teljes átkristályosodásának termékében levő bőhmit rombos lapjai (4*b* ábra) a kikeverési folyamat során a hidrargillit pszeudohexagonális tábláivá alakulnak át (9. ábra). Ezeknek a kristályoknak a felületén a dendrites nyúlványok keletkezése aránylag ritkán észlelhető (9*b* ábra). Ezért ennél az oltási módnál nem sok új kristályosodási központ keletkezik.

A diaszpor kristályok az aluminát oldatokkal való keverésekor nem szenvednek változást (4*g* és 9. ábra). Ez szintén arról tanuskodik, hogy az aluminátlúgok kikeverési folyamatában a diaszpornak nincsen oltóhatása.

IRODALOM

[1] *Wrigge—Ginsberg :* Z. Anorg. allg. Chem. 264 (1951) 285.
[2] *Ginsberg—Hüttig :* Z. anorg. allg. Chem. 285. (1956) 160.
[3] *Kuznyecov, Sz. I.—Szerbenyikova, O. V.—Kakovszkaja, K. V. :* Zs. prikl. Kim. 3. (1957) 195.
[4] *Laubengayer—Weiss :* J. Amer. Chem. Soc. 65 (1943) 247.
[5] *Bogolepov, N. N. :* Legkie metallü 4 (1936) 22.
[6] *Dachselt—Pätz :* Z. anorg. allg. Chem. 292 (1957) 262.

METALLOCHEMIA
BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólommínium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

A tompán hegesztett fűrész-szegmensek lágyításának néhány kérdése

Dr. HAJTÓ NÁNDOR és KOCZIÁN BÉLÁNÉ,
Forgácsoló Szerszámok Gyára

D. K. 621.785.3 : 621.791

Некоторые вопросы томления пильных сегментов соединенные стыковой сваркой

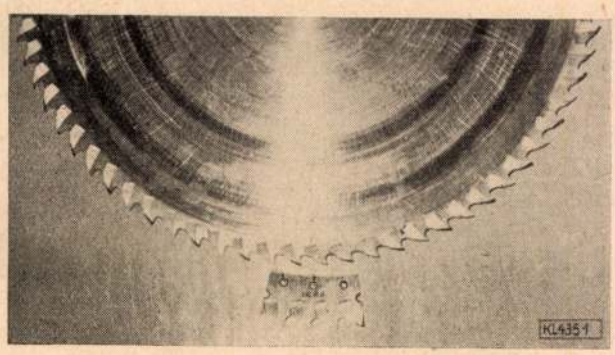
Einige Fragen der Wärmebehandlung stumpfgeschweisster Sägesegmenten

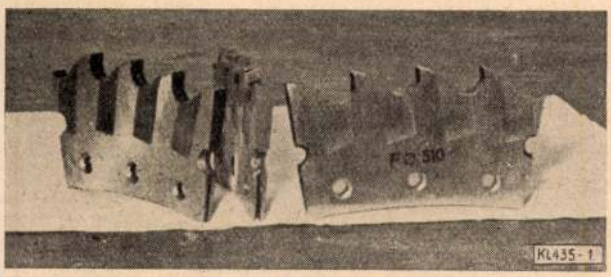
Some questions about annealing buttwelded saw-quadrants

A Forgácsoló Szerszámok Gyárában a körfűrészlapok (1*a* ábra) szegmensei két darabból készülnek (1*b* ábra). A fogazott rész gyorsacél (2. ábra), a tárcsával érintkező rész, a hordozó rész C 60-as karbonacél (3. ábra). A két darabot tompán, leolvasztó hegesztéssel hegesztik össze.

A hegesztéskor természetesen adódnak olyan selejtdarabok, amelyekben (ultrahanggal vizsgálva) kisebb-nagyobb hegedetlen foltokat találhatunk (4. ábrán nyíllal jelezve), de a selejtnek tekintélyes része abból származik, hogy a darabok ugyan jól hegedtek össze (5. ábra), de a gyorsacél a hegesztéstől 400—600 μ-nyi távolságban elreped (6. ábra) és azt a látszatot kelti, mintha a hegesztés nem sikerült volna.

Nyilvánvaló, hogy ezt a repedést csakis a hegesztéssel kapcsolatban keletkezett és kellő időben és kellő mértékben ki nem egyenlített feszültség okozhatja. Ezért a selejtokok vizsgálatakor számolnunk kell a hegesztést követő lágyítás problémáival is.



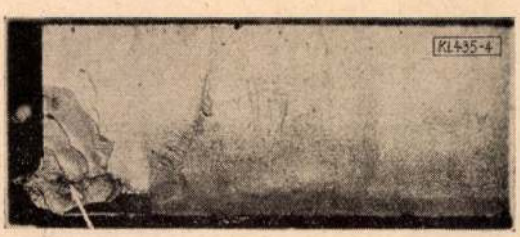


1. ábra. Szegmensekkel felszerelt körfűrészlap részlete és tompán hegesztett szegmens

Az összehegesztett darabok a jelenlegi technológia szerint kb. 600 C°-os kemencébe kerülnek, de teljes lehűlésük előtt rövid ideig 820—840 C°-os hőmérsékletre melegítjük őket. A kemencében legtöbbször három, néha négy napig gyűlnek és csak ezután kerül sor a lágyító izzításra, majd a kemencében való lassú lehűlésre. A hőmérséklet változását egy fűtési periódus alatt a 7. ábra mutatja A hegesztés időszakában, tehát nappal, 600 C°-os.

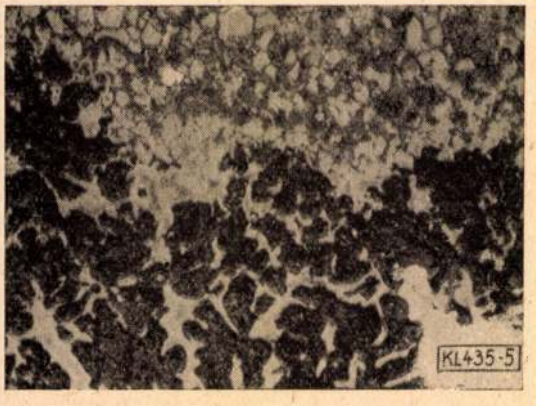
2. ábra. Gyorsacél szövete tompahegesztés előtt. N = 320×

3. ábra. C 60-as karbonacél hegesztés előtt. N = 320×

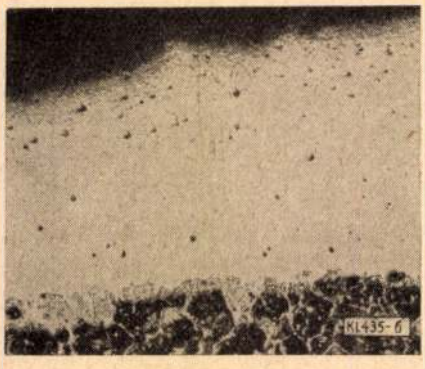


4. ábra. Hegedetlen folt a szegmens töretén. N = 4×

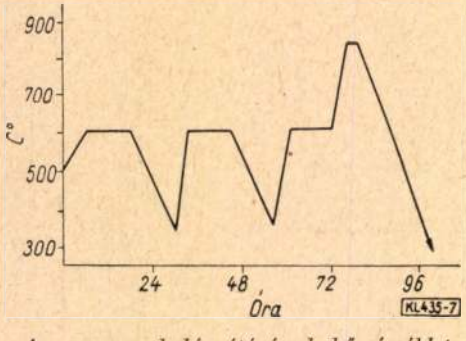
Erre egyenlítődik ki minden bedobott darab hőmérséklete. A műszak végén a kemence fűtését kikapcsolják. Az éjszaka folyamán kb. 350 C°-ra hűl le. Csak másnap reggel, az újabb műszak előtt



5. ábra. Átmenet a gyorsacél és a karbonacél között. N = 320×



6. ábra. Maradék gyorsacél-réteg a hordozó anyagon. N = 50×



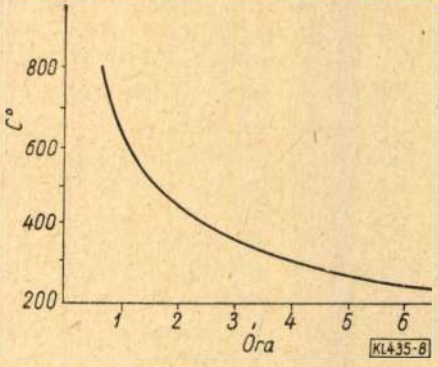
7. ábra. A szegmensek lágyításának hőmérséklet görbéje

fűtik fel ismét 600 C°-ra és a ciklus kezdődik elölről. Amikor 3—4 nap alatt a kemence megtelt, 820—840 C°-ra hevítik és ezen a hőmérsékleten tartják kb. 3 óra hosszat. Ezután a darabok a kikapcsolt kemencében 36 óra alatt kb. 100 C°-ra hűlnek és a kemencéből kivehetők.

A hevítési görbe (7. ábra) merőben szokatlan és a hegesztett gyorsacélra veszélyes alakja mindenekelőtt arra utal, hogy az egy szériában gyártott darabok lágyítása a legkülönbözőbb lehet aszerint, hogy a gyártás melyik napján kerültek a kemencébe. Az első darabok több, mint 100 órával előbb kerülnek bele, mint az utolsó napon hegesztettek. Az első napon gyártott darabok 2—3 ízben is 350 C°-ig hűlnek le, mire a lágyító izzításhoz jutnak. Az utolsó nap termelését viszont lehűlés nélkül hevítik fel a 820—840 C°-os hőmérsékletre. Nyilvánvaló, hogy a lágyításuk eredménye sem lehet azonos.

Kérdés most már, mi a hatása a szövetre, még inkább az összehegesztett, különböző összetételű darabok feszültségi állapotára a lágyítás hőmérsékletének, időtartamának és általában az egész leírt lágyítási folyamatnak?

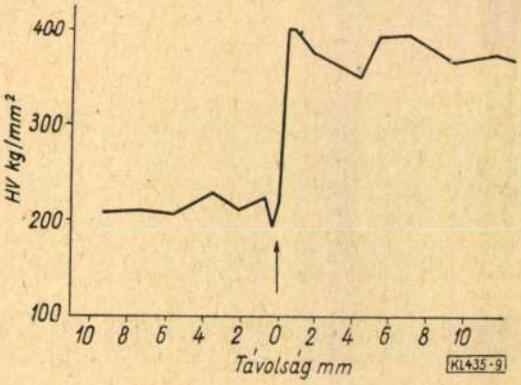
Ennek a kérdésnek a tisztázása érdekében olyan kísérletsorozatot végeztünk, amelyben a darabokat az üzem tompahegesztő gépén hegesztettük össze, de a lágyítást egy 100×180×280 mm méretű, laboratóriumi tokos kemencében végeztük, amelynek a lehűlési sebessége több, mint nyolcszorosa (8. ábra) az üzemi lágyító kemencének. Az előbbié 850 és 500 C° között kereken 6 C°/perc, míg az üzemié 0,7 C°/perc.



8. ábra. A laboratóriumi kemence lehűlési görbéje

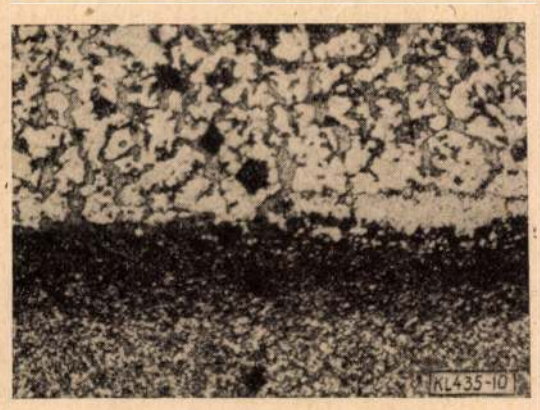
A kemencét a lágyítás hőmérsékletére hevítettük és a kísérleti darabokat hegesztés után azonnal a kemencébe raktuk. A varrat ekkor még mindig vörösen izzott, tehát kb. 850—900 C° hőmérsékletű volt. Ilyen lágyítást 950, 850 és 650 C°-on végeztünk úgy, hogy a darabok legalább két óra hosszat voltak ezen a hőmérsékleten. Azután a fűtőáramot kikapcsoltuk és a darabok a kemencében a már ismert sebességgel (8. ábra) hűltek le. Ezután kettévágtuk őket és a hegesztés síkjára merőleges csiszolaton végig megmértük a keménységnek, sőt a szövetelemek mikrokeménységének változását is.

A 950 C°-on lágyított darabok Vickers-keménységének a változását (800 g-os terheléssel mérve) a hegesztéstől való távolság függvényében a 9. ábra mutatja. A karbonacél teljesen kilágyult



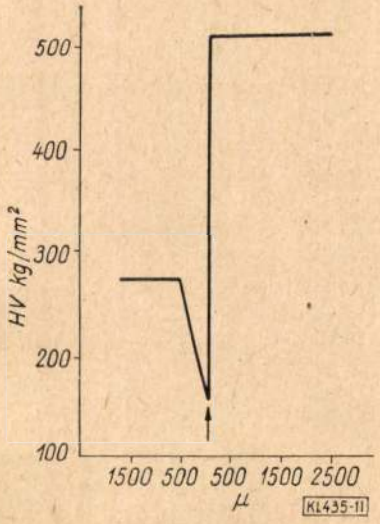
9. ábra. 950 C°-on lágyított darabok makrokeménységének változása

és többé-kevésbé a gyorsacél is, beleértve természetesen a hegesztéskor mindkét anyagban keletkezett edzett réteget is. Az átmeneti résznél, főleg a karbonacél anyaga erősen dekarbonizálódott (10. ábra). A gyorsacélban is volt némi dekar-



10. ábra. 950 C°-on lágyított darab szövetképe. N = 50 ×

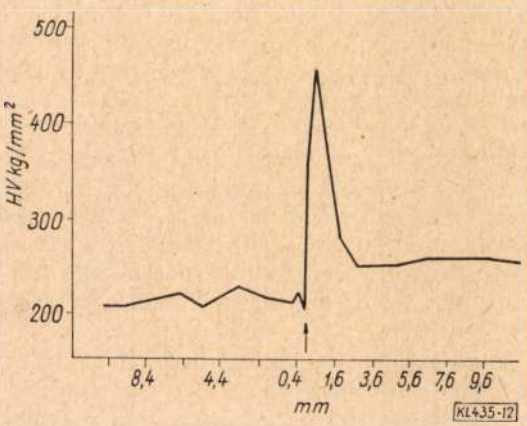
bonizálódás, ami a karbidok csökkenésében (sötét sáv), a karbonacélban pedig a ferrit tekintélyes szaporodásában nyilvánult meg. Különösen jól látszik ez a szövetelemek mikrokeménységének a változásában (11. ábra). A karbonacél perlitjének



11. ábra. 950 C°-on lágyított darabok mikrokeménységének változása

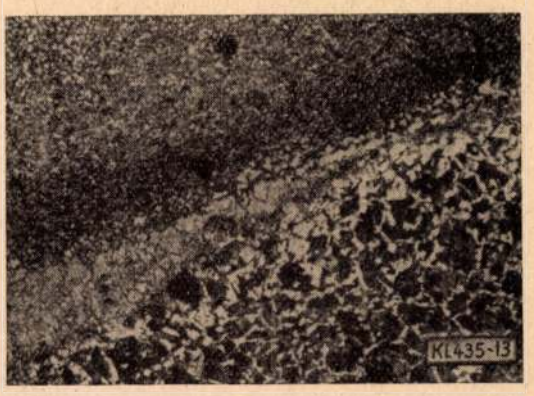
270 kg/mm²-es mikrokeménységét közvetlenül a (nyíllal jelölt) hegesztett felület közelében a ferrit 155 kg/mm²-es keménysége váltja fel. Néhány mikronnal odább pedig már a gyorsacélnak az elég tekintélyes 510 kg/mm²-es keménysége jelentkezik. Ez a keménység a hegesztett felülettől távolabb sem változik meg.

Más képet mutat a 850 C°-on lágyított darabok keménységének változása (12. ábra). A karbonacél itt is kilágyult (kb. 220 kg/mm² Vickers-keménységet mértünk). A gyorsacél hegesztéskor nem edződött része is lágy (alig 300 kg/mm²). A kettő között azonban van egy réteg — éspedig a gyorsacélban, nem messze a hegesztés síkjától — amely a hegesztéskor megedződött, és az adott körülmények között teljesen kilágyulni nem tu-

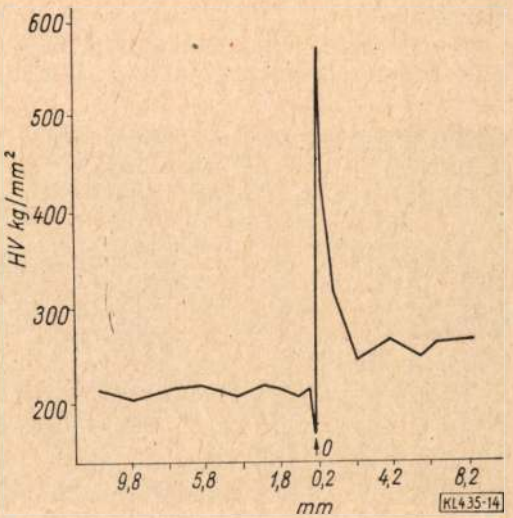


12. ábra. 850 C°-on lágyított darabok makrokeménységének változása

dott. A keménységi görbe itt igen éles maximumot mutat 450 kg/mm² csúcsértékkel. Még határozottabban látszik a gyorsacélban edződött csík tökéletlen lágyulása a mikrokeménység változásán, bár valami keménységnövekedés a karbonacél perlitjében is tapasztalható mindaddig, amíg — a hegesztési felület közelében — a dekarbonizálódás következtében a hálós szövetet csaknem teljesen ferrit váltja fel (13. ábra). A gyorsacélban 680 kg/mm² mikrokeménységű (sötét) sáv maradt a dekarbonizálódás ellenére.



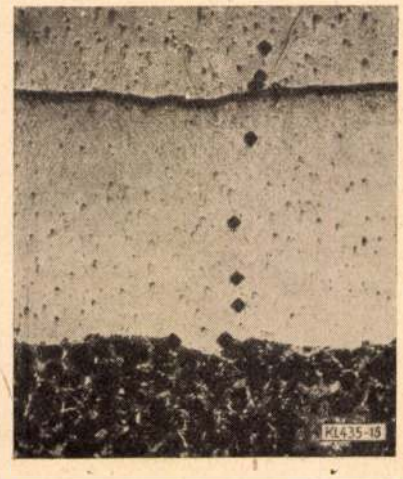
13. ábra. 850 C°-on lágyított darabok szövetképe. N = 50 ×



14. ábra. 650 C°-on lágyított darabok makrokeménységének változása

Hasonló képet mutat a 650 C°-on lágyított szegmens keménységváltozásának a görbéje is (14. ábra). A karbonacél teljes tömegében kilágyult. Lágy a gyorsacél nem edződött része is, az edződött réteg azonban nem lágyult ki és ez a görbén egy közel 600 kg/mm² Vickers-keménységnek megfelelő hegyes maximumban jelentkezik. A mikrokeménység változásának görbéje a sokkal nagyobb maximumával tűnik ki. A gyorsacél edződött rétege ezen a hőmérsékleten még kevésbé lágyult ki. Az ilyen darab feszültségektől sem lehet mentes.

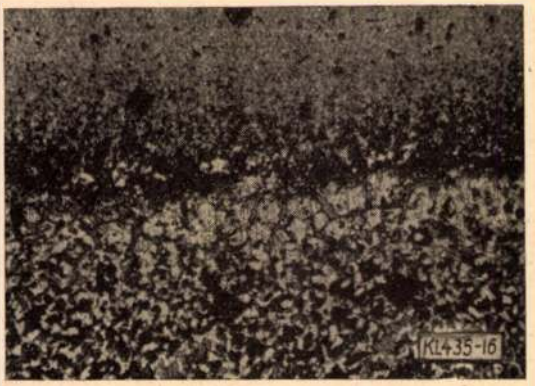
A következő darabokat hegesztés után nyugodt levegőn hűtöttük le. Itt természetesen sem az edződött réteg kilágyulására, sem a feszültség csökkenésére nem számíthattunk. Ez volt az egyetlen eset, amikor a kísérleti darab a gyors-



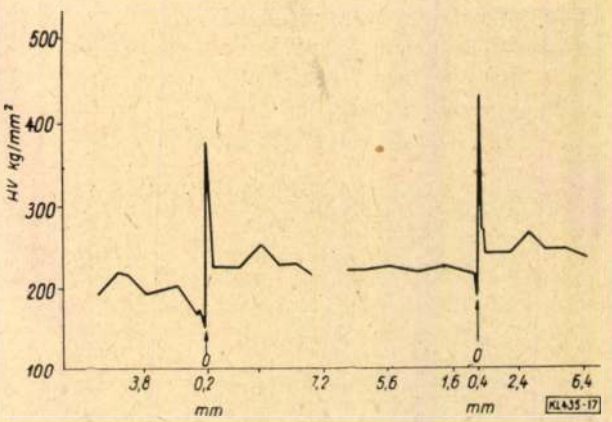
15. ábra. Levegőn hűlt szegmens szövetképe. N = 50×

acél-részben lehülés közben elrepedt (15. ábra). A makrokeménység és a mikrokeménység változása egyaránt erős edződésre, illetve ki nem lágyulásra mutat. A közel 1100 kg/mm²-es mikrokeménység az edződött rétegnek valószínűleg a maximális keménysége.

További kísérleteinkben a jelenlegi technológiát követtük — ha egy kissé rövidítve is. Az összehegesztett darabot haladéktalanul a 650 C°-ra felfűtött kemencébe tettük és 2 órás hőntartás



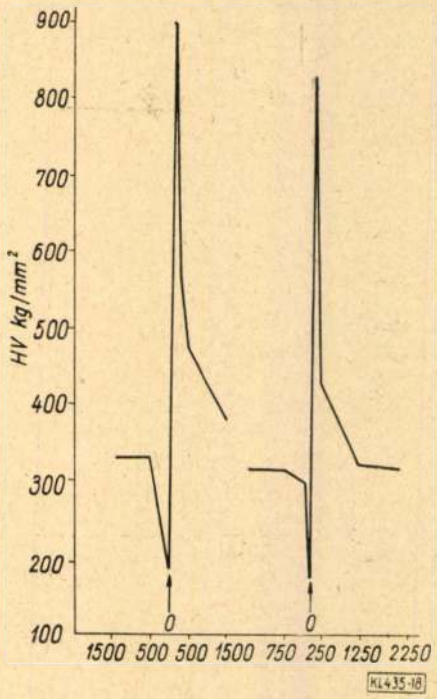
16. ábra. 650/850°-on lágyított szegmens szövetképe. N = 50×



17. ábra. 10 és 20 mp-ig levegőn tartott szegmensek makrokeménységi görbéje

után 850 C°-ra melegítettük. Újabb két óra mulva a fűtőáramot kikapcsoltuk és a darabokat a kemencében hagytuk lehülni.

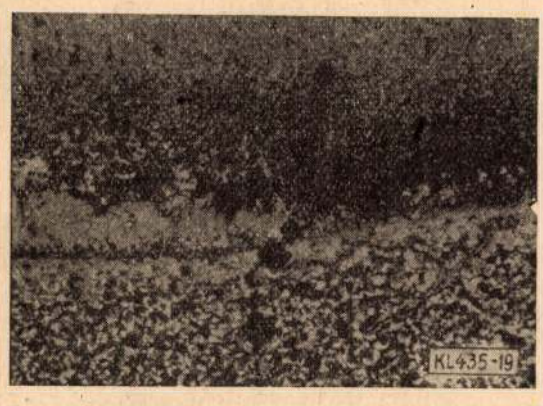
Mikroszkópi képük (16. ábra), makrókeménységük és mikrokeménységük alakulása alig mutat valami eltérést azokétól, amelyeket csak 850 C°-on lágyítottunk. A mikrokeménység görbéje és a



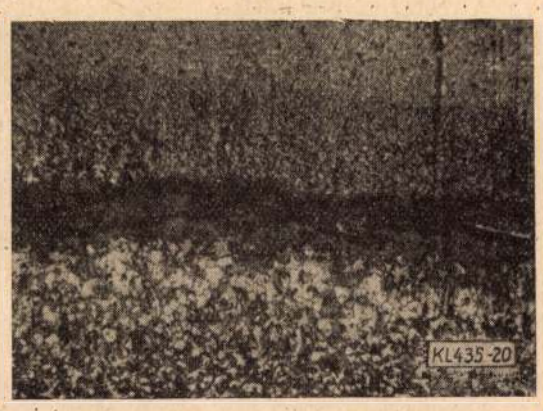
18. ábra. 10 és 20 mp-ig levegőn tartott szegmensek mil keménységi görbéje

szövetkép szerint a karbonacél erősen dekarb zálódott (ez még hegesztés közben történt gyorsacél megedződött rétege pedig elégg lágyult (mikrokeménysége is csak 450 kg/r

Az eddig ismertetett kísérletek eredm ből az derül ki, hogy a jelenlegi lágyítási t lógia — valamilyen rövidített alakjában — kilágyított és nyilván megfelelően fesz telenített darabokat biztosít. Hozzá t azonban a már leírt munkafolyamathoz, hegesztő a darabot a gépből kivéve — érdekében is — tüzetesen megvizsgálja,



19. ábra. 10 mp-ig levegőn tartott szegmensek szövetképe. N = 50×



20. ábra. 20 mp-ig levegőn tartott szegmensek szövetképe. N = 50×

került-e és nincs-e szükség a gépen valam igazításra? Ez a művelet megfigyelésünk szerint 10—20 mp-ig tart. Eközben a darab gyorsan hül és edzett réteg kialakulására bőven nyílik alkalom. Ezt bizonyítják azok a további kísérletek is, amelyeket úgy végeztünk, hogy a hegesztett darabokat a tompahegesztőgép pofái közül kivéve 10, illetve 20 mp-ig fogóval levegőn tartottuk és csak ezután tettük a 650 C°-ra előmelegített kemencébe. Itt 2 óra alatt 850 C°-ra melegítettük és újabb két óra eltöltével a kemencében lehülni hagytuk.

A makrokeménységi görbéje (17. ábra) lényegében mindkettőnek egyforma és nem sokban különbözik a hegesztés után azonnal kemencébe rakott darabokétól sem. Nagyjából egyezik a 10 és 20 mp-es darabok mikrokeménységi görbéjével is (18. ábra), ezek azonban egészen mások, mint az azonnal kemencébe rakott daraboké. A 10 mp-ig levegőn való tartás eredményeképp a gyorsacél megedződött sávja még a leírt lágyítás után is 900 kg/mm² mikrokeménységet mutat és lényegében ugyanilyen kemény (830 kg/mm²) a 20 mp-ig levegőn tartott darab edződött része is. Tehát 10 mp levegőn tartás már elegendő arra, hogy a gyorsacél-részben repedési veszélyt okozzon (19. ábra). A 20 mp-ig levegőn tartott darab el is repedt (20. ábra) éspedig az edződött gyorsacélrészben, ahogy ezt nagyobb nagyításban (21. ábra) jól meg lehet figyelni. A 22. ábrán a 10 mp-ig levegőn tartott darab átmeneti részének a szövetképét mutatjuk be (a makrokeménységmérés nyomaival). Az itt jobbára martenzites gyorsacél és a dekarbonizálódott, tehát ferrites karbonacél között csak egy egész vékony, megömledt réteg van, de repedés nem látható.

A jelenlegi technológia hosszú kezelési ideje alatt az összehegesztett darabok csak a periódus végén, néhány órára kerülnek ausztenites állapotba, 650—350 C° közötti hőmérsékleten a szövetben csak átalakulási termékek vannak. Az ausztenitszemnagyság tehát nem durvul, de a darabok mégis nem kívánatos hatásoknak vannak kitéve. Hogy ezek közül csak egyet említsünk, a hegesztés után esetleg megedződött gyorsacél-réteg 650 C°-on még nem tud kilágyulni, de a hozzá hegesztett karbonacéllal együtt (esetleg többször is) lehül és újra felmelegszik. Márpedig a két anyagnak a hőtágulási együtthatója lényegesen különbözik egymástól. A különböző mértékben való tágulás a darabban olyan feszültséget okozhat, ami a gyorsacél rideg, martenzites részében repedéshez vezet. A selejtképződésre tehát újabb lehetőség nyilik.

Fentiek a selejtveszély csökkentésére két feladatot vetnek fel:

1. Biztosítani kell, hogy a darabok a hegesztő gép pofái közül haladéktalanul a kemencébe kerüljenek (feltétlenül akkor, amikor a hegesztett rész még piros-meleg).

21. ábra. 20 mp-ig levegőn tartott szegmensek szövetképe. N = 100×

22. ábra. 10 mp-ig levegőn tartott szegmensek szövetképe. N = 360×

2. A jelenlegi lágyítási technológiát úgy kell módosítani, hogy a hegesztett darabok egy — esetleg két, egymást szorosan követő műszaknál hosszabb ideig ne legyenek nagyobb hőmérsékleten. A műszak végén a kemencét és benne a darabokat nyomban fütsük fel 840 C°-ra, 2—3 óra mulva pedig a kemencében hagyjuk — lassan — lehülni. A másnapi termelés a másik kemencébe kerülhet hasonló hőntartási programmal, amíg az első kemence hül. Harmadik nap reggel az első kemence már kiüríthető. De mindenképpen el kell kerülni, hogy a hegesztett darabok a lágyítási hőmérsékletről való lassú lehülésig vörös-meleg alá hüljenek.

St. 52 típusú, nagy folyáshatárú acélok gyártása[1]

SCHOTTNER LAJOS okl. kohómérnök

DK: 669.014.018.292

(Folytatás)

Производство стали типа ШТ52 с большим пределом текучести

Herstellung von Stählen mit hoher Fliessgrenze der Kategorie St 52

Producing steels with high yield points of the grade St 52

7. Az Ózdi Kohászati Üzemekben tapasztalt nehézségek és ezek leküzdéséből született eredmények

A legfontosabb feladat volt az előírt mechanikai tulajdonságokat biztosító kémiai összetétel megállapítása a rendelkezésre álló ötvözési lehetőségek és a hengerlési körülmények figyelembevételével.

A mű részére előírt nyúlási érték nem a nemzetközileg elfogadott 5d arányos jeltávra, hanem fix, 200 mm jeltávra és maximálisan 37 mm-es próbaszélességre vonatkozott. Ha az utóbbit átszámoljuk 5d-re, akkor a különböző vastagságokra 5,7—9,7 d értékek adódnak, a szokványos 5d jeltáv helyett, ami ilyen nagy szilárdságú acéllal igen nehezen teljesíthető és indokolatlanul hátrányos kohászati feladat. A nyúlási értékek szigorítása lényegében magával hozza a szilárdsági és folyáshatár értékek szigorítását is, mert a jobb nyúlási értékek miatt kénytelenek voltunk a tűrés határán belül kisebb szilárdságú anyagot gyártani. A nyúlási, folyási és szilárdsági értékek biztonságosabb elérése céljából a kémiai előírást kénytelenek voltunk önként szigorítani, aminek folytán az adagkészítés programszerűsége lényegesen leromlott. A találati biztonság erre a minőségre az acélműben ennek következtében csak 77,2%-os volt.

A belső, szigorított kémiai előírás a következő volt :

$C = 0{,}15—0{,}18\%$, $P < 0{,}045\%$,
$Mn = 0{,}95—1{,}25\%$, $S < 0{,}045\%$.
$Si = 0\ ,45—0{,}55\%$,

Ilyen szűk határok között az előírás teljesítését csak a következő intézkedésekkel tudtuk biztosítani :

1. Az adagok egyenlővé tétele. Egyenletes betétviszonyok, ugyanazon salakviszonyok megteremtése volt a legfontosabb. A kialakítandó végsalaktípus messzemenően megegyezett minden adagban.

A kemencében az ötvözés minden egyes adagban a kikészítési szakasz ugyanazon pillanatában következett be. Ez azért is fontos, mert így az ötvöző anyagok elsalakulási vesztesége állandó értéken mozgott. Az ötvözést 0,08—0,09% C-tartalom elérésekor hajtottuk végre. Ezt a C-tartalmat lehet a kemencéből kivett próba alapján kovácsolási próbákon a legpontosabban megállapítani.

2. A betét pontos mérlegelése. Döntő szempont a Mn és Si-tartalom érdekében.

3. Mivel a csapolás kétüstös, a legnagyobb gonddal és éberséggel kellett figyelni a helyes és pontos adagfelezésre.

4. Az ötvözőanyagok állandó, egyenletes összetétele.

5. Mindig ugyanabban a kemencében gyártottuk az adagokat.

A szigorított kémiai előíráson kívül a kész acél elemzése alapján, még külön szelvényméretre minősítettük az egyes adagokat, *Vollmacher* szilárdsági képlete alapján :

$$\sigma_B \text{kg/mm}^2 = 25 + 100 \cdot C\% + 10 \cdot (Si\% - 0{,}20\%) + 15\,(Mn\% - 0{,}60\%) + 100\,(P\% - 0{,}020\%) + D$$

ahol D a vastagsági tényező.

Vastagság mm	10	40	60	80	110	160
D	+4	+1	Ø	—1	—2	—3

A képlet a C = 0,15—0,80% határközben érvényes.

A szelvényvastagság befolyását extra- és interpolálással tovább fejlesztettük és a gyakorlati tapasztalat alapján a következő összefüggéseket kalkuláltuk a számított szilárdságba a szelvényvastagságtól függően :

Vastagság mm	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40
D	+7	+6	+5	+4,5	+4	+3,5	+3	+2,5	+2	+1

[1] A folyó évi 6. számban megjelent cikk folytatása.

Figyelembe vettük ezenkívül a 0,20% feletti réztartalom szilárdság növelő hatását és a Vollmacher-féle képletbe egy további tagot iktattunk : 20·(Cu%—0,20%) alakban.

Az előírt nyúlási értékek biztosítására használtuk a Cu-ötvözést kb. 0,30—0,35% Cu-tartalom határig. Minden 0,05% Cu ötvözés a 0,20% Cu-tartalom felett, 0,01% C-tartalom csökkentést tett lehetővé. Így vékonyabb szelvényekben még 0,13—0,14% C-tartalommal is kielégítő szilárdságot és folyáshatárt nyertünk és a kisebb C-tartalom következtében jobb nyúlási értékeket tudtunk elérni. Mivel éppen a vékonyabb szelvényekkel a fix. 200 mm jeltáv miatt kb. 8—9d jeltávra kellett az 5d előírást teljesíteni, ezért itt volt a legnagyobb szükség a Cu-ötvözésre.

A nehézségek legkirívóbb példája a 90×90×9 mm szögvas gyártása volt. Itt az 5d-re előírt nyúlási értékeket a 200 mm fix jeltáv miatt kb. 9,0—9,5d jeltávon kellett tartani. A szögvasra az előírt hosszirányú nyúlás értéke min. 28% volt. Amint a 2. táblázatból láthatjuk, ahol feltüntettük az 5d és 10d jeltávra kapott nyúlási értékeket, a 10d jeltávra kapott nyúlási értékek is az előírás körül vannak. Erre a vékony szögvas profilra majdnem csak egy, meghatározott kémiai összetétel felelt meg. Ez a kémiai összetétel a következő volt:

$$C = 0{,}14\%,\ Mn = 1{,}10\%,\ Si = 0{,}45\%,$$
$$P = 0{,}040\ \%,\ Cu = 0{,}40\%.$$

Ettől az elemzési értéktől csak jelentéktelen eltérést engedhettünk meg.

Tekintetbe kellett venni a méretre való minősítéskor még azt is, hogy a legyártott adag milyen szelvény fajtára lesz kihengerelve.

A 4., 5., 6. táblázat 2025 db próba átlageredményeit mutatja lemez, univerzál és profilszelvényekre. A lemez és laposvas között, ugyanolyan kémiai összetételt és szelvényvastagságokat véve alapul, a szakítószilárdságban kb. 1 kg/mm² eltérés mutatkozik a lemezszelvény javára. A különbség a hengerlést befejező hőmérsékletek miatt van. A lemezhengerlés befejező hőmérséklete kb. 800—850 C°, a laposvas hengerlés befejező hőmérséklete kb. 900—950 C° körül van. A szögvasra hengerelt anyagok kb. ugyanazzal a szilárdsági értékkel számolhatók mint a lemezre hengerelt acélok, bár a hengerlés befejező hőmérséklete kb. 950—1000 C° körül volt. Itt azonban azt kell figyelembe venni, hogy nem keresztirányú, hanem hosszirányúak a próbák.

A helytelen nyúlási előírás miatt 5,7%-kal kisebb volt az átvevő által átvett mennyiség, bár minden intézkedést megtettünk az előírások betartására. Ebben a visszautasítási értékben még nem vettük figyelembe azt a tényt, hogy a nyúlási értékek biztosítása érdekében az előírt szilárdsági értékek alsó határa közelében volt az üzem kénytelen dolgozni. Becslésünk szerint a szakítószilárdság és folyáshatár miatt a visszautasítás 30%-a ebből

4. táblázat

Az St. 52 típusú lemezek szak. szil. értékei és kémiai összetétele

Szilárdsági csoport	Tényleges σ_B	Számított σ_B	Vegyi összetétel %						Próbák száma db
			C	Mn	Si	P	S	Cu	
52,1—54,0	53,0	53,2	0,150	1,020	0,370	0,0380	0,0270	—	34
	53,3	53,8	0,144	1,025	0,440	0,0336	0,0256	0,25	91
	53,1	54,6	0,137	1,060	0,405	0,0330	0,0228	0,315	72
54,1—56,0	54,9	54,65	0,152	1,068	0,420	0,0380	0,0264	—	44
	55,3	54,55	0,148	1,033	0,440	0,0336	0,0244	0,253	121
	53,1	56,85	0,1445	1,112	0,436	0,0316	0,0256	0,341	98
56,1—58,0	57,0	57,75	0,160	1,128	0,4375	0,0406	0,0256	—	28
	57,3	55,97	0,150	1,076	0,477	0,0346	0,023	0,26	81
	57,0	59,89	0,1645	1,152	0,448	0,0336	0,0237	0,3468	94
58,1—60,0	59,5	59,96	0,1735	1,270	0,4360	0,0380	0,0225	—	43
	59,0	57,50	0,1530	1,150	0,495	0,0384	0,0244	0,239	41
	58,7	59,45	0,144	1,235	0,472	0,0353	0,0244	0,344	37
60,1—62,0	61,2	59,63	0,1710	1,260	0,443	0,0380	0,0228	—	33
	60,7	58,45	0,1500	1,213	0,485	0,0391	0,0235	0,222	19
	60,8	60,39	0,1510	1,250	0,453	0,0367	0,0221	0,347	11

5. táblázat

Az St. 52 típusú laposacél szak. szil. értékei és kémiai összetétele

Szilárdsági csoport	Tényleges σ_B	Számított σ_B	Vegyi összetétel %						Próbák száma db
			C	Mn	Si	P	S	Cu	
52,1—54,0	53,0	53,87	0,148	1,060	0,417	0,0360	0,0260	—	79
	53,0	55,19	0,148	1,045	0,470	0,0363	0,0271	0,249	60
	53,2	55,63	0,134	1,080	0,460	0,0321	0,0259	0,341	25
54,1—56,0	55,0	56,33	0,153	1,148	0,471	0,037	0,0277	—	133
	54,8	55,53	0,156	1,080	0,455	0,0323	0,0247	0,273	66
	55,1	57,78	0,146	1,135	0,473	0,0314	0,0291	0,344	37
56,1—58,0	56,7	57,95	0,164	1,188	0,474	0,0359	0,0294	—	78
	57,0	59,16	0,164	1,188	0,470	0,0344	0,0237	0,270	41
	57,0	60,67	0,157	1,239	0,460	0,034	0,0317	0,350	13
58,1—60,0	59,0	60,14	0,175	1,264	0,491	0,0337	0,0269	—	48
	59,0	61,48	0,164	1,340	0,468	0,0390	0,0274	0,25	16
	58,8	60,49	0,157	1,230	0,467	0,0327	0,0328	0,35	6
60,1—62,0	60,9	61,05	0,173	1,322	0,490	0,0362	0,0278	—	17
	60,9	61,85	0,165	1,350	0,460	0,0410	0,0290	0,25	4

6. táblázat

Az St. 52 típusú idomacélok szak. szil. értékei és kémiai összetétele

Szilárdsági csoport	Tényleges σ_B	Számított σ_B	Vegyi összetétel %						Próbák száma db
			C	Mn	Si	P	S	Cu	
52,1—54,0	53,3	55,91	0,162	1,115	0,439	0,0359	0,0255	—	47
	52,8	56,0	0,1505	1,110	0,468	0,0344	0,0303	0,258	28
	53,0	57,70	0,1390	1,0105	0,439	0,03265	0,0223	0,425	20
54,1—56,0	55,0	56,80	0,161	1,170	0,464	0,0351	0,0262	—	60
	55,2	55,68	0,1480	1,111	0,474	0,0342	0,0294	0,253	60
	54,7	55,37	0,133	1,062	0,467	0,0321	0,026	0,363	34
56,1—58,0	57,2	57,04	0,162	1,162	0,472	0,0369	0,0277	—	71
	57,3	56,64	0,152	1,145	0,469	0,0320	0,0265	0,269	58
	57,0	57,95	0,145	1,075	0,482	0,0358	0,0252	0,396	17
58,1—60,0	58,7	58,14	0,170	1,172	0,479	0,0377	0,0268	—	57
	59,1	58,0	0,158	1,172	0,473	0,0358	0,0255	0,266	51
	58,9	59,82	0,1575	1,1475	0,5275	0,0358	0,0238	0,351	10
60,1—62,0	60,7	58,77	0,168	1,240	0,452	0,0385	0,0291	—	36
	61,0	58,71	0,155	1,150	0,525	0,0395	0,0296	0,298	6

adódott. Ha ezt is figyelembe vesszük akkor kb. még 2,3%-kal csökkent az átvett mennyiség.

A 6. ábra mutatja az 1956. év első 10 hónapjában legyártott acélok ötvöző elemeinek százalékos megoszlását. Ez, valamint a 7. táblázat adatai a vállalható, ill. várható összetételi értékeket tartalmazza, megnyugtatóan széles statisztikai bázison alapulóan.

A 7., 8., 9., 10. ábrák a mechanikai értékek gyakoriságát mutatják, külön lemez-, univerzál- és profilacélokra.

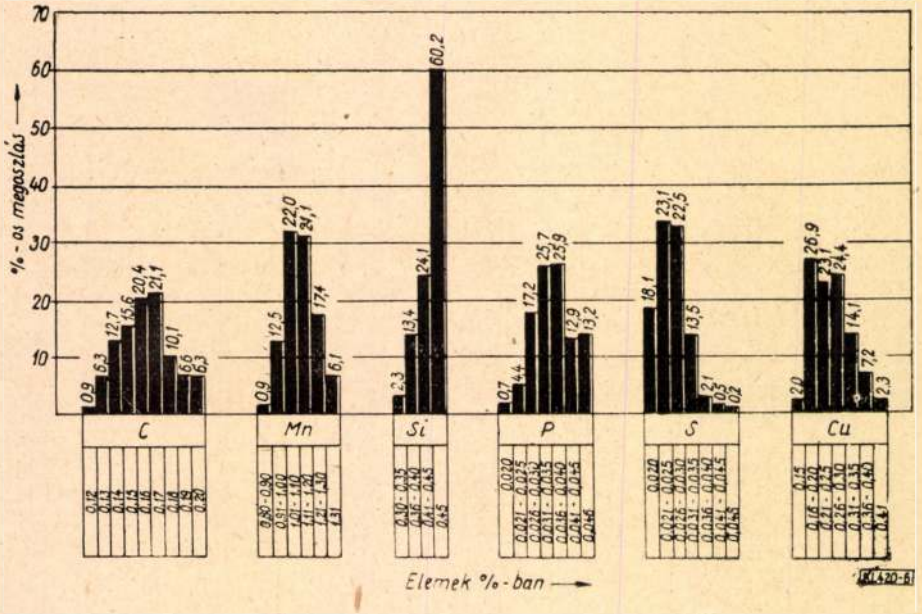
A hídszerkezeti acél gyártásakor nehézségeink voltak a lemezek zárványosságával is. Az átvevő részéről a zárványosság elbírálása szigorúbb volt, mint a kazánlemezek zárványossági elbírálása. Megvizsgáltunk ultraszonikus készülékkel 5 db 18 mm-es olyan hídlemezt, amelyet az átvevő zárványosság miatt visszautasított. Ezeken a lemezeken összesen kb. 500 helyen végeztünk mérést. Az 5 db lemezből 4 db-ot zárványosság szempontjából a MÁVAG ezzel foglalkozó szakemberei mozdony kazánlemezre is megfelelőnek minősítettek. A zárványosság csökkentése érdekében vezettük be a lemezek felsőöntését.

7. táblázat

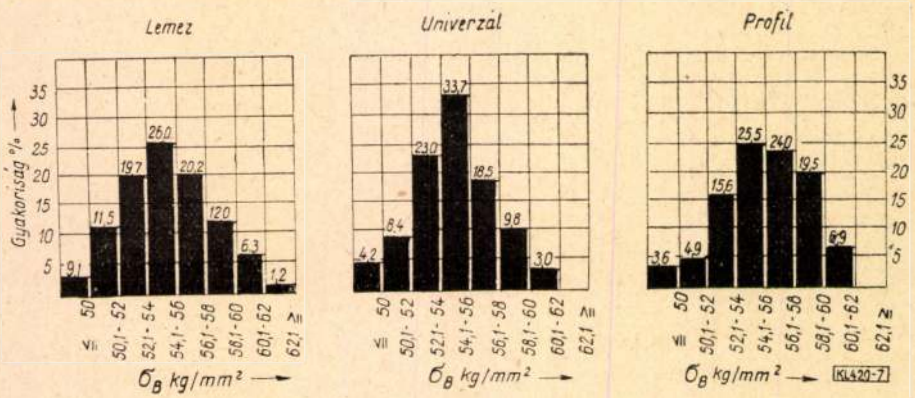
Az St. 52 minőségű acél különféle hengerlési vastagságai kémiai elemzési értékeinek gyakorisága, illetve ez értékek %-os megoszlása

		C-tartalom %									Mn-tartalom %						Si-tartalom %			
		0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,81—0,90	0,91—1,00	1,01—1,10	1,11—1,20	1,21—1,30	1,31—	0,31—0,35	0,36—0,40	0,41—0,45	0,46—
Lemez 14 mm	Gyakoriság	4	28	31	37	37	37	2	3	19	—	48	79	49	11	11	10	12	51	125
	%	2,0	14,1	15,7	18,7	18,7	18,7	1,0	1,5	9,6	—	24,2	39,9	24,7	5,6	5,6	5,1	6,1	25,7	63,1
Lemez 16 mm	Gyakoriság	—	12	26	23	38	34	23	6	10	—	15	81	45	29	2	4	12	51	105
	%	—	7,0	15,1	13,4	22,1	19,7	13,4	3,5	5,8	—	8,7	47,1	26,2	16,8	1,2	2,3	7,0	29,7	61,0
Lemez 17 mm	Gyakoriság	—	8	16	12	45	44	38	33	18	2	21	44	83	45	19	3	22	52	137
	%	—	3,7	7,5	5,6	21,0	20,6	17,8	15,4	8,4	0,9	9,8	20,6	38,8	21,0	8,9	1,4	10,3	24,3	64,0
Univerzál 14 mm	Gyakoriság	—	7	25	37	41	32	22	3	11	4	22	55	47	31	19	3	32	34	109
	%	—	3,9	14,0	20,8	23,0	18,0	12,4	1,7	6,2	2,2	12,4	30,9	26,4	17,4	10,7	1,7	18,0	19,1	61,2
Univerzál 16 mm	Gyakoriság	2	9	13	9	32	31	9	2	3	—	8	40	35	18	9	—	25	17	80
	%	1,8	8,2	11,8	8,2	29,1	28,2	8,2	1,8	2,7	—	7,2	36,4	31,8	16,4	8,2	—	22,7	15,5	61,8
Szögacél 14 mm	Gyakoriság	4	6	22	26	14	16	10	17	7	—	14	29	36	35	8	6	24	30	62
	%	3,3	4,9	18,0	21,3	11,5	13,1	8,2	13,9	5,8	—	11,5	23,8	29,5	28,7	6,5	4,9	19,7	24,6	50,8
Szögacél 16 mm	Gyakoriság	—	—	8	29	19	39	8	9	2	4	10	26	50	24	—	—	21	32	61
	%	—	—	7,0	25,4	16,7	34,2	7,0	8,0	1,7	3,5	8,8	22,8	43,9	21,0	—	—	18,4	28,1	53,5

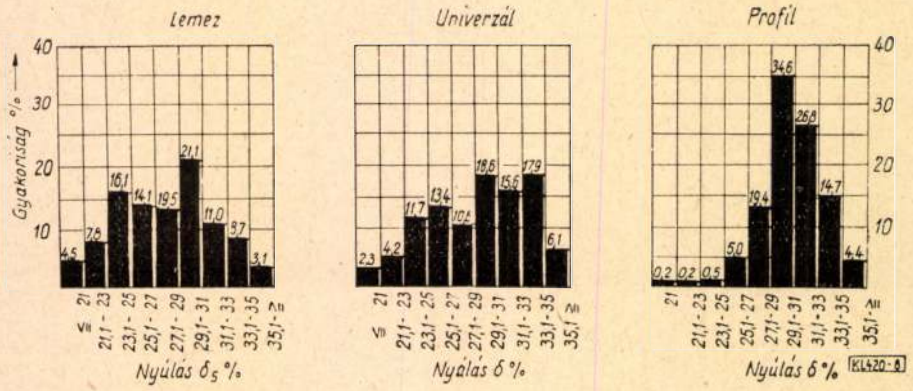
		P-tartalom %							S-tartalom %							Cu-tartalom %						
		—0,020	0,021—0,025	0,026—0,030	0,031—0,035	0,036—0,040	0,041—0,045	0,046—	—0,020	0,021—0,025	0,026—0,030	0,031—0,035	0,036—0,040	0,041—0,045	0,046—	—0,15	0,16—0,20	0,21—0,25	0,26—0,30	0,31—0,35	0,36—0,40	0,41—
Lemez 14 mm	Gyakoriság	—	16	23	49	50	15	45	17	54	85	33	9	—	—	—	41	28	36	23	21	4
	%	—	8,1	11,6	24,7	25,3	7,6	22,7	8,6	27,3	42,9	16,7	4,5	—	—	—	26,8	18,3	23,5	15,1	13,7	2,6
Lemez 16 mm	Gyakoriság	—	3	45	45	36	19	24	54	28	55	29	—	6	—	8	52	18	36	20	—	4
	%	—	1,7	26,2	26,2	20,9	11,0	14,0	32,4	16,2	32,0	16,9	—	3,5	—	5,8	37,7	13,0	26,1	14,5	—	2,9
Lemez 17 mm	Gyakoriság	—	4	36	69	41	55	15	45	86	77	6	—	—	—	3	58	24	22	26	18	—
	%	—	1,9	14,0	32,2	19,2	25,7	7,0	21,0	40,2	36,0	2,8	—	—	—	2,1	38,4	15,9	14,6	17,2	11,8	—
Univerzál 14 mm	Gyakoriság	3	16	20	35	56	21	27	32	60	54	27	3	—	2	6	31	35	43	19	10	—
	%	1,7	8,0	11,2	19,7	31,4	11,8	15,2	18,0	33,7	30,3	15,2	1,7	—	1,1	4,2	21,5	24,3	29,9	13,2	6,9	—
Univerzál 16 mm	Gyakoriság	—	8	5	33	30	10	15	17	54	23	14	3	—	—	—	12	26	33	9	14	—
	%	—	7,3	4,5	30,0	35,5	9,1	13,6	15,5	49,1	20,9	12,7	1,8	—	—	—	12,8	27,6	35,1	9,6	14,9	—
Szögacél 14 mm	Gyakoriság	4	1	14	28	42	13	20	16	53	37	13	3	—	—	—	2	30	28	18	—	12
	%	3,3	0,8	11,5	23,0	34,4	10,6	16,4	13,1	43,4	30,3	10,7	2,5	—	—	—	2,2	33,3	31,1	20,0	—	13,4
Szögacél 16 mm	Gyakoriság	1	1	54	26	22	10	—	20	31	29	28	6	—	—	—	38	40	14	8	—	—
	%	0,9	0,9	47,3	22,9	19,3	8,8	—	17,5	27,2	25,4	24,6	5,3	—	—	—	28,0	40,0	14,0	8,0	—	—



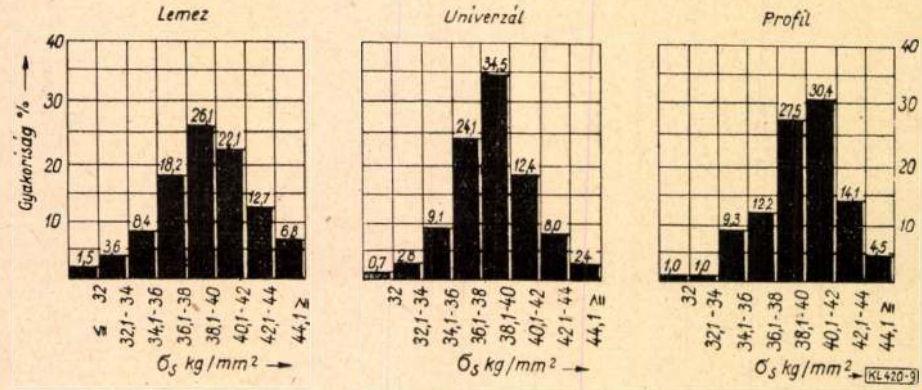
6. ábra. Az 1956. évben gyártott St. 52 jelű acélok ötvözőelemeinek %-os megoszlása



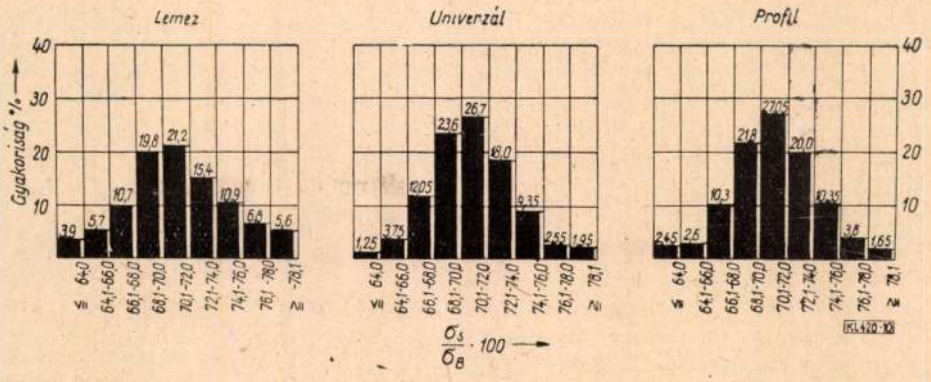
7. ábra. A szakítószilárdság gyakorisági diagramja



8. ábra. A δ_5 nyúlás gyakorisági diagramja



9. ábra. A folyáshatár gyakorisági diagramja



10. ábra. A folyáshatárviszonyszám gyakorisági diagramja

8. A további fejlődés lehetőségei

Nemcsak jelenleg, de már abban az időben is, amikor még javában folyt a vita arról, hogy az St52 alkalmas-e hegesztett szerkezetekhez, foglalkoztak egy olyan jól hegeszthető magasépítési szerkezeti acélminőség kialakításával, amelynek a folyáshatára és szakítószilárdsága még az St52-nél is nagyobb értékű.

A megfelelő acélfajta kialakítása szempontjából a következőket kell figyelembe venni:

1. A gyártásnak és melegalakításnak az St52-től nem szabad különböznie, vagyis az acélt SM-kemencében kell gyártani és a szokványos hengerművi berendezésekkel kihengerelni. A megkívánt szilárdsági tulajdonságokat lehetőleg már hengerelt állapotban kell elérni.

2. Az acélnak nagyobb megengedhető terhelhetőséggel kell rendelkeznie, mint az St52-nek, vagyis megfelelő biztonság mellett nagyobb folyáshatárértékkel kell bírnia. Az acélnak bemetszésekre nem szabad érzékenyebbnek lennie, mint az St52-nek.

3. Az acélnak jól hegeszthetőnek kell lennie.

A cél tehát olyan acél kialakítása volt, amelynek folyáshatára 40 kg/mm² felett, szakítószilárdsága pedig 60—70 kg/mm² között van s ezenkívül még jó alakváltozási értékekkel bír. Irányadó értékek: 18% teljes nyúlás (L = 5d) és 6—8 mkg/mm² fajlagos ütőmunka. Ennek az új acélminőségnek kialakításával *H. Neumeister* és *H. Wiester* foglalkozott.

A kísérletek eredményei szerint a magasabb Si- és Mn-tartalmú acélok kevésbé megfelelőek,

Javaslat az St. 52 szállítási feltételeire *8. táblázat*

Darabvastagság, mm	Szakítóvizsgálat			Ütőmunkavizsgálat		
	σ_S min kg/mm²	σ_B kg/mm²	Nyúlós δ_5 % min.	min. mkg/cm²	Vizsgálati hőmérséklet C°	Próbatest
5—11	36	52—64	20	8	+20	VSM próba
12—20	34	52—64	20	*a)* 8*	+20	Charpy-próba
				b) 8*	—20	VSM próba
21—40	33	52—64	20	*a)* 6*	—20	Charpy v. Notch
				b) 6*	+20	VSM próba 10%-os alakítás, +250° 1 óra
41—80	Mint a 21—40 lemezvastagságnál, pótlólag varrathajlító-próba Kommerell szerint					

	Hőkezelés	Acélgyártás módja
5—11	Hengerelt állapot	Normál acél
12—20	Normalizálva	Normál acél
21—80	Normalizálva	Finomszemcséjű-acél

Kémiai összetétel előírása, %

Acél min.	Próbavétel helye	C max	Si max	Mn max	Cr max	P max	S max
Mn-Si	Adag	0,19	0,60	1,30	0,10	0,04	0,04
	Készáru	0,20	0,60	1,30	0,10	0,04	0,04
Cr-Mn-Cu	Adag	0,18	0,60	1,10	0,50	0,04	0,04
	Készáru	0,19	0,60	1,10	0,50	0,04	0,04

* Választható *a)* vagy *b)* szerint.

mint a Cr, Cu vagy Mo ötvözésűek. Az utóbbiakban is számolni kell már erősebb edződési jelenségekkel. Ezért az előirányzott minimális folyáshatárt sokszor nem érik el a szükséges biztonsággal, vagy pedig csak igen nagy szakítószilárdság mellett érik el. Ezzel szemben 0,1—0,2% V és Ti ötvözésével sikerült olyan acélt előállítani, amelynek normalizálás után túlnyomóan ferrit-perlites szövet mellett megvan a szükséges folyáshatára, szakítószilárdsága és képlékenységi tulajdonsága.

A Mn—V acélok a szilárdsági tulajdonságok tekintetében, mind hengerelt állapotban, mind pedig normalizálás után teljesítik azokat a feltételeket, amelyeket kellő biztonsággal a Mn—Ti acélok csak normalizálás után teljesítenek.

Újabban a P-t is felhasználják a nagy folyáshatárú acélok gyártásához. A P és C-hoz hasonlóan az acél szilárdságát emeli. Előnye a C-al szemben, hogy nem növeli a hegesztési öv keménységét. Ezt az acélfajtát főleg az USA-ban gyártják. Ennek egyik típusa az Otiscoloy néven ismert acélfajta, melynek kémiai előírása: $C < 0{,}15\%$, $Mn < 0{,}90\%$, $P = 0{,}08—0{,}13\%$, $S < 0{,}04\%$, $Si < 0{,}10\%$, $Cu > 0{,}30\%$.

Irodalmi közlemények szerint ez az acélfajta jól hegeszthető.

9. Összefoglalás

Amint azt az előadottakból is láthattuk, egy hegesztett szerkezet biztonsága szempontjából különbözők azok az irányelvek, amelyekre az acélminőség kiválasztásakor ügyelni kell. Az St52 acél számára a következő szempontok irányadók:

1. A túlnagy mértékű edződés elkerülésére olyan kémiai összetételt kell választani, ahol mindenekelőtt a C-tartalom felső határát kell lerögzíteni. 20—25 mm vastagságtól felfelé a nagyobb edződési veszélyre való tekintettel finom szemcséjű acél szükséges.

2. Az acél ridegtörés-állóságának biztosítására bizonyos vastagságon felül ugyancsak finomszemcsés anyag szükséges. Ez a vastagsági határérték 20—25 mm. E méret alatt a normálisan kikészített acél, jól átgondolt szerkezetet feltételezve, ridegtörés ellen kielégítő biztonságot nyújt.

3. Ugyanazon megengedhető igénybevétel mellett, hegesztett szerkezetben egy kisebb folyáshatárú acél nagyobb biztonságot nyújt, mint ugyanaz nagyobb folyáshatár mellett.

Folkhardt a 8. táblázatban egy, az St52-re vonatkozó átvételi feltétel javaslatot dolgozott ki. Az előírásokat úgy választotta meg, hogy olyan acélokat kapjunk, amelyek az üzemi megmunkálásokra ne legyenek érzékenyek, másrészt viszont a nagy igénybevételekkel szemben a legszigorúbb feltételek mellett is teljesen kielégítő biztonságot nyújtsanak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

E. Folkhard: Die Entwicklung und der heutige Stand des schweissbaren St52 (Schweizer Archiv).

F. Nehl: Die Bedeutung submikroskopischer Einlagerungen für die Entwicklung hochfester Baustähle. St. u. E. 1952. 1261. old.

Balsay: Nagy folyáshatárú, hegeszthető St52 típusú szerkezeti acél gyártása. Koh. Lapok 1958. 2—3. sz.

H. I. Wiester: A Duisburg Huckingen-i Mannesmann Kutató Intézet közleménye.

Automatizálási lehetőségek profil hengersorozatainkon[1]

KOMLÓSY ANTAL

D. K. 568.564 : 621.771.26

Возможноси автоматизации на сортопрокатных станах

Automatisationsmöglichkeiten der einhemischen Profil-Walzentrassen

Automation possibilities for our structural mill roll trains

A szúrás érzékelésére felhasználható olyan áramrelé, mely a hengersorvonómotor alakítási áramfelvételének hatására behúz és zárja érintkezőit. Ha minden szúrásban van alakítás, akkor ez az érzékelés kielégítő lehet. Ha üresszúrást is kell végezni, ami az adott esetben az első és az utolsó szúrásban fordulhat elő, akkor a darab áthaladásának érzékelésére fotocellás, vagy zászlós jeladót lehet használni oly módon, hogy az ezekhez kapcsolódó relé záróérintkezői párhuzamosan legyenek kötve az áramrelé érintkezőivel. Így az impulzust a vezérlőrendszer számára alakítószúráskor az áram relé, üres-szúráskor a fotocellás, vagy zászlós-jeladó adja.

A páratlan és páros szúrások külön-külön érzékelésére és számlálására alkalmas a 11*a* ábra vezérlőrendszere, mely két relé *R1* és *R2* és egy időrelé *IRO* segítségével az áramrelé *RO* kontaktusainak zárásakor a szúrások sorrendjében egymásután kapcsolja a *K1*..... *K7* vezérlőreléket, majd a 7. szúrás után újból indítja a folyamatot.

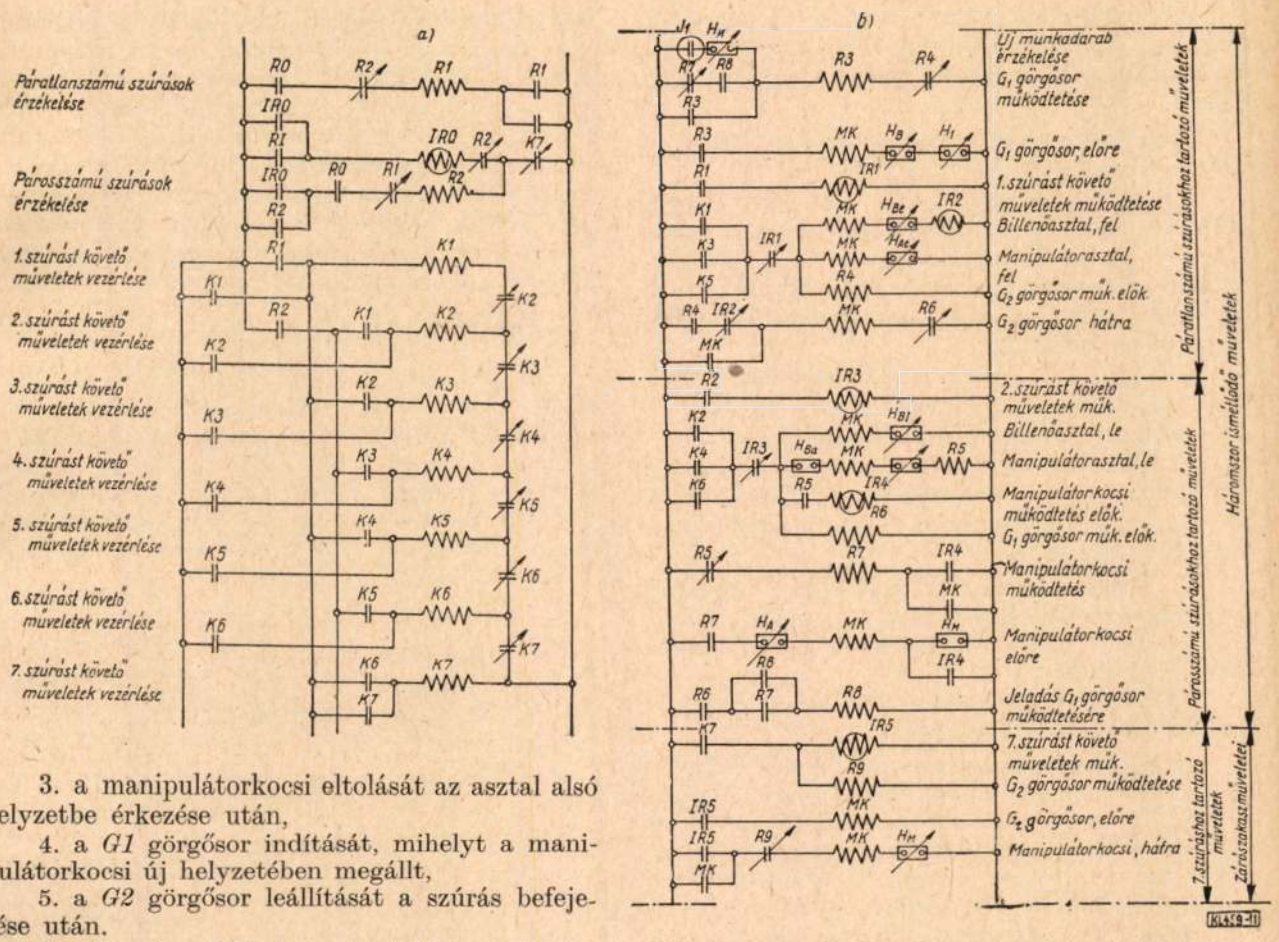
A műveletek felsorolásából és a menetrendből látható, hogy az 1., 3. és az 5. szúrást mindig követi:

1. a billenőasztal és
2. a manipulátorasztal egyidejű emelése,
3. a *G1* görgősor leállítása a szúrás befejezése után és
4. a *G2* görgősor indítása a billenőasztal felemelése után.

A 2., 4. és a 6. szúráshoz pedig mindig hozzá kell rendelni:

1. a billenőasztal süllyesztését a szúrás befejezése után,
2. a manipulátorasztal ezt követő süllyesztését,

[1] A folyó év 6. számban megjelent cikk folytatása.



11. ábra. A trió-előnyújtó automatikus vezérlésének elvi rajza
a érzékelő és vezérlő rész, *b* működtető rész

3. a manipulátorkocsi eltolását az asztal alsó helyzetbe érkezése után,

4. a *G1* görgősor indítását, mihelyt a manipulátorkocsi új helyzetében megállt,

5. a *G2* görgősor leállítását a szúrás befejezése után.

Ez a hozzárendelés és a műveletek egymáshozkapcsolása megvalósítható a 11/*b*. ábra elve szerint. Itt a páratlan szúrást közvetve érzékelő *R1* relé a szúrás kezdő pillanatában behúz, zárja *IR1* késleltetve elengedő időrelé áramkörét (majd áram alá juttatja *K1* vezérrelét is, mely a szúrás befejezése után is behúzva marad), és ez a szúrás tartama alatt megszakítva tartja a billenőasztal és a manipulátorasztal mágneskapcsolóinak segédáramkörét.

Mihelyt a darab a hengerek közül kifutott, *IR1* árammentessé válik és késleltetve elenged. Ekkor záródik (*K1* időközben bezáródott érintkezőin keresztül) a billenőasztal és a manipulátorasztal emelését indító *MK* áramköre, tehát ezek egyidőben, a szúrás befejezése után emelkednek fel, s megállításukat a helyzetkapcsolók végzik. A *G2* görgősor indítását az *R4* relé készíti elő és a billenőasztal *MK* áramkörének megszakadásakor elegendő *IR2* időrelé végzi el.

Ezzel teljesen azonos módon történik a billenőasztal süllyesztése a páros számú szúrás befejezése után, de itt a manipulátorasztal süllyesztése csak a billenőasztal alsó helyzetbe érkezése után indul. Az *R5*, *R7* és *IR4* relék biztosítják, hogy a manipulátorkocsi a darab leesése után induljon a következő üreg elé (itt helyzetkapcsoló állítja meg), az *R6*, *R7* és *R8* relék pedig a *G1* görgősor indítását vezérlik, mihelyt a manipulátorkocsi új helyzetében megállt.

Új darab a *G1* görgősor indítását *J1* zászlósjeladó (vagy fotocella) végzi, megállításáról minden páratlan szúrás befejezése után az *R4* relé nyitó érintkezői gondoskodnak. A *G2* görgősor megállítását a páros szúrások után az *R6* relé nyitó érintkezői végzik, ugyancsak a szúrás befejezése után.

A 7. szúrás után *IR5* és *R9* relék indítják a *G2* görgősort a készsor felé és a manipulátorkocsit vissza az alapállásba.

Részben az egyes gépek előírt helyzetben való megállítása, részben a berendezés biztonsága érdekében a következő helyzetkapcsolókra van szükség :

1. A billenőasztal főtengelyén 4 helyzet, illetve végálláskapcsoló helyezendő el :

a) Alsóhelyzetben zárt, egyébként nyitott helyzetkapcsoló *HBa*, mely a nyújtó előtti görgősor és a manipulátorasztal süllyesztését működtető *MK* áramkörébe kötve biztosítja, hogy a görgősor csak akkor szállíthat darabot a hengerek felé és a manipulátorasztal csak akkor helyezhet darabot a görgősorra, ha az asztal alsó helyzetben van.

b) Felső helyzetben megszakító helyzetkapcsoló *HBe*, mely a billenőasztal emelésekor megfelelő szögelfordulás után megszakítja az emelést működtető *MK* áramkörét s lehetővé teszi a fékezőmágnes bekapcsolását.

c) Alsó helyzetben megszakító helyzetkapcsoló *HBs*, mely süllyesztéskor végez az előbbivel azonos feladatot.

d) A fékezőmágnest bekötő helyzetkapcsoló, mely egy körülfordulás alatt kétszer zár és nyit s biztosítja a billenőasztal pontos helyzetű megállását.

2. A manipulátorasztal mozgatás főtengelyén három helyzetkapcsoló nyer elhelyezést :

a) Alsó helyzetben zárt, egyébkor mindig nyitott helyzetkapcsoló *HAa*, mely a nyújtó előtti görgősor és a manipulátorkocsi előremozgását működtető mágneskapcsoló áramkörébe iktatva biztosítja, hogy ezek csak a manipulátorasztal alsó helyzetében indíthatók.

b) Felső helyzetben megszakító helyzetkapcsoló *HAe*, mely emeléskor felső helyzetbe érkezve, megszakítja a működtető áramkört.

c) Alsó helyzetben megszakító helyzetkapcsoló *HSa*, mely süllyesztéskor végzi ugyanezt.

3. A manipulátorkocsit három helyzetkapcsolóval kell ellátni :

a) Előremozgáskor a működtető áramkört megszakító helyzetkapcsoló *HMe*, mely a manipulátorkocsit sorra a szúrástervben előírt helyzetekben megállítja.

b) Hátramozgáskor a kiindulóhelyzetben megszakító helyzetkapcsoló *HMh*.

c) Kiinduló helyzetben zárt, egyébként mindig nyitott helyzetkapcsoló *HMa*, mely a nyújtó előtti görgősort működtető relé áramkörébe kapcsolva biztosítja, hogy a kemence-görgősorról csak akkor vehető át újabb buga, ha a manipulátorkocsi kiinduló helyzetbe került.

A 11. ábra 7 szúrásra leírt elve természetesen kibővíthető 9 vagy 11 szúrásra is és gondoskodni kell arról, hogy kevesebb szúrás esetén az elmaradó szúrások (szúrás csak a folyamat elején vagy végén maradhat el) által vezérelt relék könnyen kiiktathatók legyenek. Ugyanilyen variálási lehetőséget a manipulátorkocsi helyzetkapcsolóinak is biztosítani kell.

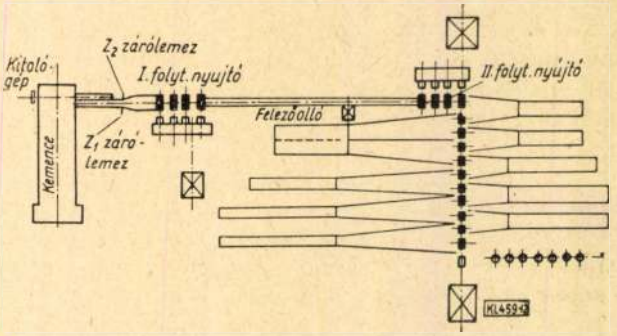
Az adott elv csak egy, de nem az egyedüli lehetőség a 650 mm ∅-jű trióelőnyújtó automatizálására ; kidolgozása és közzététele kizárólag azt a célt szolgálja, hogy igazolja, van lehetőség az ilyen, első pillanatra bonyolultnak látszó műveletcsoport automatizálására is. Ha meggondoljuk, hogy a 7 szúrásos előnyújtás során ma a kormányosoknak 32 műveletet kell kézzel vezérelniök, egymással összhangban, koncentrált figyelemmel, normális üzemmenet mellett kb. 100—140 mp alatt, akkor alig vitatható, hogy érdemes és szükséges ezen a hengersorozaton legalább ennek a részfolyamatnak az önműködő vezérlésével megpróbálkozni.

A sorozat 7., 8. és 10. hengerpárjait kiszolgáló görgősorok és vonszolók automatikus vezérlése egyszerűen megoldható. Az itt végzett és ma kézzel vezérelt műveletek lényegileg azonosak a 7. ábrán megoldott feladattal : amikor egy a hengerpárból kifutó darab vezérel két görgősort és a köztük lévő vonszolót.

E két terület automatizálása után már csak egy lépés választ el a hengerlési folyamat teljes automatizálásától : az előnyújtó vezérlőrendszer megfelelően kiválasztott eleméhez hozzá kell kötni egy olyan parancsadó szervet, mely jelet ad a kemence-betológép és a kemence-előnyújtó közti görgősor indítására ; az előnyújtott szál vezérelheti a nyújtó és a készsor közti darabolást, valamint az itteni görgősort abban az esetben, ha a féltermékviszonyok és a technológia annyira rendezetté váltak, hogy ezen a területen sem lesz szükség rendszeres emberi közreműködésre. Így tehát elérhető a teljes automatizált állapot.

2. Az ózdi drótsorozat automatizálása

Az 1914-ben épült félfolytatólagos drótsorozaton vizsgálva az automatizálás lehetőségeit, megállapítható, hogy a sorozat gyártási profilja és a sorozatra bevitt féltermék majdnem teljesen egynemű, azonban gépesítettsége annyira alacsonyfokú és telepítése is olyan, hogy jelenlegi állapotában a sorozat még részlegesen sem automatizálható.



12. ábra. Az ózdi drótsorozat telepítésének vázlata

A sorozat (12. ábra) a bugatérről kiszolgált kemencéből, a 4 pár 360 mm ∅-jű I. folytatólagos nyújtóból, a 4 pár 340 mm ∅-jű — illetve 260 mm ∅-jű II. folytatólagos nyújtóból és a 10 pár kétlépcsős nyitott 280/250 mm ∅-jű készsorozatból áll. A I. folytatólagos sor a drótsor mellett a finomsor részére is előnyújt egymástól független két érben. A kemence és az I. folytatólagos sor, valamint az I. és II. folytatólagos sor között a darabot csoportos meghajtású görgősorok szállítják. A kész drótot Garret-motollák csévélik. A sorozat 80 mm négyzetszelvényű, 160 kg-os bugákat előnyújtás után felezve hengerel ki 5,5 mm ∅-jű dróttá. Az átlagos tekercssúly 75—78 kg között van. A drótsorra a kemencéből kitolt buga kétcsatornás görgősoron a Z_1 zárólemez alatt elhaladva kerül az I. folytatólagos sorra, míg a finomsorra szánt darab ugyanennek a görgősornak másik csatornájában a Z_2 lemez alatt halad át. A bugák kitológép segítségével jutnak a buga súlyának hatására billenő kitolóasztalra s erről esnek le a görgősorra. A II. folytatólagos sorra a féldarabok 2 érben adagolhatók olyan ütemben, amilyet a készsorozat jelenleg legszűkebb keresztmetszete, a 6. pár hengere megszab.

A gyártás folyamata a buga kemencéből való kifutásától a készméret motollázásáig 2 szakaszra bontható :

1. A kemence kitolóajtó és a II. folytatólagos nyújtó első pár közötti szakasz.

2. A II. folytatólagos nyújtó első pár és a motolla közti szakasz.

Az utóbbi szakaszban a félfolytatólagos drótsorozatokon szokásos módon hengerelnek, vagyis a négyzetszelvényű szálat a sorozat mögött átvezetők vezetik a következő hengerpárba, elől pedig hengerészek átvetéssel, kézzel továbbítják az oválszelvényt a rákövetkező négyzetüregbe. A 2. szakaszban végzett műveletek gépesítésére a jelenlegi viszonyok között lehetőség nincs.

A sorozat teljesítménye az adott műszaki feltételek mellett erősen függ a készsoron dolgozó hengerészek képességétől, rátermettségétől és nem utolsó sorban attól, hogy mennyire lehet a sorozat táplálását ütemessé tenni. A hengerész munkája ugyanis lényegesen könnyebbé és biztosabbá válik, ha az átvetést ritmikusan, egyenletes ütemben végezheti, tehát, ha a II. folytatólagos nyújtó táplálása állandósult üzem alatt pontosan a sorozat szűk keresztmetszete által megszabott időközökben történik. Jelenleg a II. folytatólagos nyújtót az 1. pár elé állított hengerész a darabok kézi beadásával táplálja s az ütemes adagolás az időérzékére van bízva. Kapcsolata a sorozatot kiszolgáló kemencével egészen laza, így az I. folytatólagos soron előnyújtott darabok gyakran összetorlódnak a II. folytatólagos 1. hengerpárja előtt, vagy ellenkezőleg, előnyújtott darabok hiányában kiesés áll be a táplálásban. Nagyrészt ezek a körülmények okozzák, hogy a sorozaton csak egész kivételesen sikerült megközelíteni a kb. 10,3 mp-s darabkövetkezési időt és átlagosan csak 15—18 mp-t tartanak.

A kemence-kitolóajtó és a II. folytatólagos nyújtó 1. hengerpár közti szakasz gépesítése és automatizálása jelentős mértékben javítana ezen a helyzeten és a sorozat teljesítményének növekedését eredményezné. Az itt dolgozó segédgépek egyébként is megérettek a korszerűsítésre és érdemes ezt a korszerűsítést olyan kivitelben elkészíteni, hogy abban automatikus vezérlés is építhető legyen.

Az 1. táblázat tételesen felsorolja az ebben a szakaszban jelenleg, illetve gépesítés után végzett műveleteket. Az 1—10 műveletek gépesítése (a kemenceajtó és a görgősor szelvényeit lezáró lemezek gépi mozgatása) egyszerű feladat, a két folytatólagos nyújtó közti szakaszon azonban több új létesítményre van szükség, mégpedig kell :

1. villamos működtetésű felezőolló,

1. táblázat

Az ózdi drótsorozat táplálásakor végzett műveletek

Művelet száma	Jelenleg		Gépesítés után
	Művelet	Működés módja	
1.	Kitolóajtók emelése	Kézi	Azonos a jelenlegivel, de gépesített működéssel
2.	Buga kitolása kitolóasztalra	Gépi	
3.	Kitolóajtók leengedése	Kézi	
4.	Buga lehelyezése a görgősorra	Félig gépi	
5.	Buga szállítása Z_1 lemezig	Gépi	
6.	Z_1 lemez emelése	Kézi	
7.	Buga szállítása az I. folytatólagos 1. párig	Gépi	
8.	Z_1 lemez leengedése	Kézi	
9.	Buga előnyújtása	Gépi	
10.	Előnyújtott szál szállítása	Gépi	
11.	Előnyújtott szál felezése	Félig gépi	
12.	Hátsó féldarab szállítása Z_3-ig	Gépi	Az első féldarab áttolása Z_4 elé
13.	Első féldarab beadása	Kézi	Hátsó féldarab szállítása Z_3-ig
14.	Hátsó féldarab beadása	Kézi	Z_4 süllyesztése, az első féldarab beadása
15.	—	—	Z_4 felemelése
16.	—	—	Z_3 süllyesztése, hátsó féldarab beadása
17.	—	—	Z_3 felemelése

2. tolóberendezés az olló mögött,

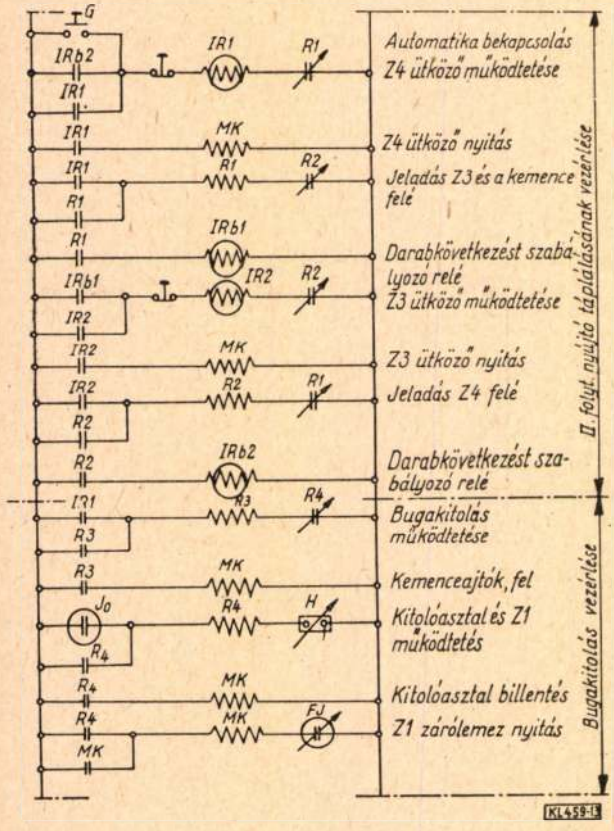
3. két, függőleges irányban mozgatható ütköző a II. folytatólagos nyújtó I. hengerpár előtt (*Z3* és *Z4*),

4. ugyanígy működő ütköző az olló előtt.

Ez a gépesítés lehetővé teszi a kemence kihúzóajtó és a II. folytatólagos sor I. hengerpárja közötti műveletek automatikus vezérlését.

Az önműködő vezérlésnek ekkor arra a követelményre kell épülnie, hogy a II. folytatólagos nyújtó, mely két érben dolgozza fel a féldarabokat, a sorozat szűk keresztmetszete által megszabott darabkövetkezési idő ütemében kapjon táplálást.

A II. folytatólagos nyújtó I. hengerpár előtt elhelyezésre kerülő *Z3* és *Z4* ütközőknek tehát — ha a következési idő 11 mp — 11 mp-ként kell felváltva szabaddá tenniök a folyamatosan működő görgősor szelvényét és beengedniök egy-egy féldarabot a hengerek közé, továbbá olyan ütemben kell parancsot adniok a kemence felé a következő buga kitolására, hogy az előnyújtott szálak folyamatosan érkezzenek az I. folytatólagos sor felől. Itt a vezérelt szervek működését nem valamely előző művelethez, vagy a munkadarab helyzetéhez kell tehát kapcsolni, hanem a sorozat adottságainak megfelelően, vagy a technológiában lefektetett követelmény szerint megválasztott darabkövetkezési időhöz rendeljük hozzá az ütközők, a kitolóajtók és asztalok és a zárólemez működését. Ezért a vezérlés indítását a sorozat áttekintésére legalkalmasabb helyen elhelyezett kormánypadon dolgozó kormányosnak kell végezni, aki az



13. ábra. Az ózdi drótsorozat táplálásának automatikus vezérlési elve

automatikát a hengerlés beállítása után gombnyomással indítja, a munkát állandóan figyeli, s szükség esetén csökkenti az ütemet, vagy leállítja a táplálást.

Az így elképzelt vezérlési elvet a 13. ábra mutatja, s eszerint a *G* indítónyomógomb hatására behúz a *IR1* késleltetve elengedő időrelé, önmagát behúzva tartja és áram alá juttatja az alapállásban a görgősor szelvényét záró *Z4* ütköző mágneskapcsolóját, amire a szelvény szabaddá válik s az első féldarabot a görgősor beadja a hengerek közé. Egyidőben kapcsolja *R1* relét, az megszakítja *IR1* áramkörét (a késleltetési idő elteltével *IR1* horgonyát leejti, a *Z4* mágneskapcsolója árammentessé válik s az ütköző ismét zár) és bekapcsolja *IRb1* késleltetve behúzó időrelét. Ez a relé a darabkövetkezési időnek megfelelő késleltetés után behúz és *IR2* közreműködésével működteti a *Z3* ütközőt, tehát lehetővé teszi a hátsó féldarab beadását. *IRb2* ugyancsak a darabkövetkezési időnek megfelelő késleltetésére beállítva működteti újból a *Z4* ütközőt, s így a műveletek sorozatosan ismétlődnek.

Z4 ütköző működtetésével egyidőben *IR1* relé bekapcsolja *R3* relét, mely önmagát behúzva tartja és áram alá juttatja a kemence-kitolóajtókat működtető mágneskapcsolót, ami egyben parancs a bugakitológép kezelője felé a következő buga kitolására. Kitolóasztalra felszerelt jeladó *J* a buga kitolását érzékeli és *R4* relével működteti az asztal billentését, illetve ezzel egyidőben a görgősort elzáró *Z1* lemez emelését.

A kitolóasztalt a *H* helyzetkapcsoló juttatja vissza alapállásba, a *Z1* lemez *MK*-jának áramkörét viszont a mögötte elhelyezett fotocellás jeladó *F* zárt kontaktusainak nyitása szakítja meg s így a lemez záróhelyzetbe kerül vissza. A fotocellás jeladóhoz számlálószerkezet is kapcsolható, mely a kitolt darabokat önműködően számolja. A görgősorokat a vezérlés elvi rajzába bekapcsolni szükségtelen, mert állandósult üzemben célszerűbb, ha ezek folyamatosan dolgoznak.

Az I. folytatólagos soron előnyújtott darab szállításának és felezésének, valamint a tolóberendezések automatizált vezérlése egyrészt annyira egyszerű, másrészt annyira függ az olló típusától és a tolóberendezés konstrukciójától, hogy erről elvi tervet készíteni felesleges. Ugyancsak egyszerű az I. folytatólagos nyújtóról a finomsorra irányított darab manipulációs műveleteinek automatizálása s így tulajdonképp a két készsorra dolgozó I. folytatólagos nyújtón a hengerlési folyamat teljesen automatikussá tehető, egyben biztosítható a drótsorozat ütemes, a munkaidő legjobb kihasználását lehetővé tévő táplálása.

Összefoglalás

A cikk első része leírja azokat a feltételeket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy egy hengersorosorozaton a technológiai folyamat önműködően vezérelhető legyen. Második része nagyvonalakban ismerteti az automatikus vezérlés készülékeit és az elvi vezérlés felépítésének módját. Harmadik

részében két meglévő hazai hengersorra egyes részletfolyamatok automatikus vezérlés elvét dolgozza ki annak bemutatására, hogy nálunk is van lehetőség korszerű technológia bevezetésére. Ki kell hangsúlyozni, hogy ezek a tervek csak egy lehetséges, de nem biztos, hogy a legjobb megoldásai a felvetett feladatnak.

IRODALOM

[1] *A. B. Cseljusztkin:* Elektroavtomatika Prokatnih Sztanov Metallurgizdat Moszkva, 1952.
[2] *A. B. Cseljusztkin:* Hengerművek önműködő vezérlése és szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954.
[3] *Whornauer:* Ipari automatika Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.

Mészadagolás hatása a bauxitok feltárására

MÁTYÁSI JÓZSEF—NÉMETH KÁROLY

D. K. 669.712.1

Влияние добавки извести на растворимость бокситов

Einfluss der Kalkgattierung auf die Aufschliessbarkeit der Bauxite

The effect of lime-charge on the digestability of bauxites

Ismeretes az, hogy diaszpor tartalmú bauxitok Bayer-technológia szerinti feldolgozásakor, a feltárás alkalmával adagolt égetett mész előnyösen hat az alumíniumoxid kihozatalra. A meszet több, diaszporos bauxitot feldolgozó, külföldi timföldgyár üzemszerűleg is adagolja. Arról, hogy a mész hatását tulajdonképpen milyen módon fejti ki, csak igen keveset tudunk, az erre vonatkozó irodalmi adatok igen szűkszavúak.

Egyesek szerint a diaszpor és a bőhmit tartalmú bauxitok alumíniumoxid kristályalakulata hidrargillit típusú módosulatba megy át és a jelenlévő mész ezt az átalakulást segíti elő. Így a következő vegyi folyamat $AlOOH + H_2O \rightarrow Al(OH)_3$ gyorsabban játszódik le [1].

Más elmélet a mész jobb feltáró hatását felületi jelenségekkel hozza kapcsolatba. Eszerint a $Ca(OH)_2$ a bőhmit és diaszpor szemcsék felületén hydrofil hártyát képez. Ez főleg a diaszpor kristályokra bír jelentőséggel, mivel azokat egy TiO_2 hártya veszi körül. A mész ezzel a hártyával reagálva azt fellazítja és ezzel elősegíti azt, hogy a feltáró lúg a kristály részecskék közé a repedésekbe és hajszálcsövekbe könnyebben eljusson és oldó hatását tökéletesebben fejtse ki [2]. Ilyen felületi hatásra elsősorban az oltott mész alkalmas.

Ugyancsak pozitív hatást kell tulajdonítani annak a ténynek is, hogy bizonyos mértékű kausztifikálódás is lejátszódik a feltárás folyamán. Az iszap kötött Na_2O tartalma valamivel csökken, a lúgnál viszont emelkedés tapasztalható, ami az oldási egyensúlyt némiképpen eltolhatja.

A magyar bauxitok, mint ismeretes, főleg hydrargillitet és bőhmitet tartalmaznak. Ezek feltárása mész nélkül is jó hatásfokkal folyik. Elképzelhető azonban, hogy a mészadagolás ezekre a bauxitokra is némi javulást hozhat.

Hazai timföldgyárainkban többször megkísérelték magyar bauxitok feltárását mészadagolással megjavítani [3], [4]. Ezek a részben laboratóriumi, részben üzemi kísérletek többnyire negatív eredménnyel végződtek. A 3%-os mészadagolás kb. 1%-os kihozatal csökkenést okozott, azonban bizonyos fokú kausztifikálódás tapasztalható volt. E kísérletek alapján állapítja meg Bogárdi [5], hogy a hazai timföldgyárainkban jelenleg feldolgozott iszkaszentgyörgyi, nyirádi és halimbai bauxitok üzemi feldolgozásához a mészadagolás még kisebb mértékben sem javasolható.

Az utóbbi időben az almásfüzitői kutató laboratóriumban is végeztünk hasonló vizsgálatokat, amelyek arra engednek következtetni, hogy a mészadagolásnak megfelelő körülmények között, hazai bauxitok feltárásakor van pozitív hatása. Párhuzamos feltárásokhoz, az egyikhez meszet adagoltunk, a másikhoz nem, a meszezett minta jobb kihozatalt adott.

Korábban a kalciumoxidot a bauxitliszthez adagolták és az így került a feltáró autoklávokba. Ismeretes, hogy töményebb lúgokban a CaO oldhatósága igen kicsiny, nagyon kevés tehát annak a valószínűsége, hogy a mész — akár felületi, akár másféle — hatást fejtsen ki. Ebből a meggondolásból kiindulva kísérleteinket úgy állítottuk be, hogy a meszet előzőleg megoltva tettük a feltáró sűrűlúgba, illetve dörzscsészében a lúgban intenzíven elkevertük.

A kísérletek leírása

A kísérleteket háromféle bauxittal végeztük.
A) összetétele 2:1 arányban kevert nyers iszkai—nyárádi bauxit.
B) összetétele 2 : 1 arányban kevert 350 C°-on pörkölt iszkai—nyirádi bauxit,
C) összetétele 350 C°-on pörkölt iszkai bauxit.
A feltárásokat 250 ml-es laboratóriumi olajfürdős kisbombákban végeztük. A felfűtés 90 percig tartott, amikoris 205 C°-ot értünk el és ezen a hőfokon 40 percig tartottuk az anyagot. A feltárásokhoz különböző koncentrációjú sűrűlúgot használtunk. Köztük alacsony koncentrációjút is, mivel az utóbbi időben egyre inkább ilyen irányzat került az érdeklődés homlokterébe.

A) *2 : 1 arányban kevert nyers iszkai—nyirádi bauxit kísérletei*

A felhasznált 2 : 1 arányú nyers iszkai—nyirádi bauxitkeverék összetétele a következő volt: Izz. veszt.= 17,57%, Al_2O_3 = 52,95%, SiO_2 = = 4,48%, Fe_2O_3 = 21,70%, TiO_2 = 2,30%, Modul = 11,8

A feltáró lúg összetétele : kNa_2O = 173,0 g/l, Al_2O_3 64,0 g/l.

A meszet 10 ml forró vízben előre megoltottuk és a feltáró lúghoz adtuk. A mész nélküli feltáráshoz szintén adtunk 10 ml vizet. A mész aktivitása 90%-os volt. A feltárások eredményeit az 1. táblázatban közöljük.

1. táblázat

2 : 1 arányban kevert nyers iszkai—nyirádi bauxit-feltárás adatai vízben szuszpendált mésszel

Bemért bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg				Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Na_2CO_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml				%		
33,00	—	130,2	124,4	1,72	38,7	45,5	20,9	81,2
33,00	3	139,5	131,6	1,74	39,1	34,9	14,9	82,5
40,00	—	128,6	124,9	1,69	37,2	37,8	29,9	67,6
40,00	3	134,8	134,6	1,65	37,2	33,1	21,3	73,6
47,00	—	150,0	149,4	1,65	40,4	41,5	25,9	74,4
47,00	2	158,0	157,6	1,65	40,4	39,9	18,6	80,9
50,00	—	150,0	149,3	1,65	40,4	39,9	28,2	71,0
50,00	2	158,0	155,5	1,67	38,6	37,9	22,9	75,2

Alacsony sűrűségű lúggal még nagy molviszonynál sem lehetett eredményesen feltárni.

De a párhuzamos minták közül a meszezettek 1,5—6%-kal nagyobb kihozatalt eredményeztek.

A 2. kísérletben változatlan bauxit feltárásához 265,0 g/l kNa_2O és 98,0 g/l Al_2O_3 tartalmú sűrűlúgot használtunk. A mészadagolás a fentiekkel azonos volt (2. táblázat).

2. táblázat

Az 1. táblázattal egyező bauxitfeltárás adatai nagy koncentrációjú nátronlúggal

Bemért bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg				Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Na_2CO_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml				%		
50,00	—	192,2	192,8	1,64	56,8	47,9	16,6	85,7
50,00	2	196,8	198,4	1,63	55,6	45,5	13,4	87,9
58,00	—	192,2	201,9	1,56	53,5	41,9	22,5	78,0
58,00	2	196,8	215,7	1,50	52,9	42,3	16,8	83,7

3. táblázat

A feltáráshoz használt anyagok egyeznek az 1. és 2. táblázatéval, de a szárazon bevitt mésszel

Bemért bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg				Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Na_2CO_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml				%		
54,00	—	227,8	223,9	1,67	—	47,1	14,3	87,5
54,00	2	232,5	222,3	1,72	—	41,9	13,9	86,4
66,00	—	229,4	249,9	1,51	—	42,3	21,5	79,2
66,00	2	229,4	248,9	1,51	—	43,9	14,2	86,7

A 3. kísérletben a változatlan bauxit feltárását 286,7 g/l kNa_2O és 106,0 g/l Al_2O_3 tartalmú sűrűlúggal végeztük. Meszet szárazon vittünk a bombába, majd 10 ml vizet öntöttünk rá és egy kis idő után adtuk hozzá a lúgot, majd a bauxitlisztet (3. táblázat).

A 2. és 3. táblázat adatai szerint magasabb koncentrációjú feltáró lúggal mész nélkül is már jó a kihozatal, de a meszezett minták eredményei általában jobbak.

A 4. kísérlet alkalmával 289,8 g/l kNa_2O és 108,0 g/l Al_2O_3 tartalmú lúggal tártunk fel változatlan mennyiségű bauxitot, míg a mészadagolást változtattuk (4. táblázat).

4. táblázat

A feltáráshoz használt anyagok egyeznek a 3. táblázatéval, de a mész mennyisége változó

Bemért bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg				Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Na_2CO_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml				%		
67,2	—	226,3	248,4	1,50	59,3	43,9	22,2	79,3
67,2	1	234,0	257,0	1,49	59,9	41,9	20,4	80,0
67,2	2	232,5	261,6	1,46	59,6	41,9	18,6	81,8
67,2	3	238,7	269,8	1,45	59,6	41,9	16,6	83,8

B) *2 : 1 arányban kevert, 350 C°-on pörkölt iszkai—nyirádi bauxit kísérletei*

Az üzemben 350 C°-on pörkölt iszkai—nyirádi bauxitlisztet 249,6 g/l kNa_2O és 95,4 g/l Al_2O_3 tartalmú lúggal tártunk fel. A bauxitliszt mennyiségét fokozatosan növeltük. Az adagolt mész mindig a bauxitliszt súlyának 3%-a volt. A mész aktivitása 90%. A bauxitkeverék összetétele : Izz. veszt. = 15,64%, Al_2O_3 = 55,1%, SiO_2 = = 4,53%, Fe_2O_3 = 21,14%, TiO_2 = 2,56%, Modul = 12,2

A feltárások adatait az 5. táblázat foglalja magában.

A pörkölt bauxitok feltárása a mész adagolással javult, de a javulás csak a nagyobb bauxit bemérések mellett jelentkezett, amikor a molviszony 1,55-re csökkent. Megvizsgáltuk — egyes esetekben — a kausztifikáló hatást is, ami 8% körüli volt.

C) *350 C°-on pörkölt iszkai bauxit kísérletei*

A 350 C°-on üzemben pörkölt iszkai bauxit összetétele a következő volt :

Izz. veszt. = 17,36%, Al_2O_3 = 52,35%, SiO_2 — = 4,29%, Fe_2O_3 = 19,35%, TiO_2 = 2,45%, Modul = 12,2.

A felhasznált üzemi mész aktivitása 60%. A feltáró lúg összetétele 265,0 g/l kNa_2O és 98,0g/l Al_2O_3 volt.

A 6. táblázat azonos mennyiségű bauxit és növekvő mészmennyiség feltárási eredményeit tartalmazza. A meszet előre megoltva adtuk a feltáró lúghoz.

5. táblázat

A 2 : 1 arányban kevert 350 C°-on pörkölt iszkai—nyírádi bauxit feltárásának adatai állandó mészmennyiség adagolása mellett

Bemérés bauxit	Adagolt CaO	Aluminátlúg			Iszap			Kihozatal %	Kauszt. hatásfok
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O		
g/200 ml		g/1000 ml			%				
58,00	—	217,0	212,2	1,68	52,7	13,6	—	90,1	—
58,00	3	210,8	205,2	1,69	44,7	14,2	—	87,7	—
60,00	—	215,5	217,8	1,63	51,7	13,5	—	89,9	—
60,00	3	209,3	210,1	1,64	45,1	13,6	—	88,4	—
64,00	—	210,8	218,3	1,59	51,9	14,7	—	89,1	—
64,00	3	207,7	216,8	1,58	45,5	14,2	—	88,7	—
68,00	—	204,6	217,8	1,55	48,7	20,1	7,6	84,1	—
68,00	3	203,1	219,8	1,52	46,1	13,5	6,5	88,8	9,5
72,00	—	212,4	234,4	1,49	47,1	19,1	7,3	84,4	—
72,00	3	206,2	225,4	1,50	44,7	14,5	7,6	87,5	—
76,00	—	210,8	235,6	1,47	46,7	21,3	7,7	82,5	—
76,00	3	201,5	225,4	1,47	43,1	16,8	6,9	84,4	3,6
80,00	—	195,3	218,8	1,47	43,1	25,1	7,6	77,5	—
80,00	3	201,5	219,8	1,51	39,9	22,2	6,1	78,6	12,6

6. táblázat

A 350 C°-on üzemben pörkölt iszkai bauxit-feltárás adatai növekvő mészmennyiség adagolása mellett

Bemérés bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg			Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml			%		
57,00	—	226,3	243,0	1,55	42,7	19,0	83,6
57,00	2	229,4	240,7	1,56	41,1	16,0	85,7
57,00	3	232,5	243,3	1,57	39,5	16,0	85,1
57,00	4	229,4	242,3	1,56	37,9	15,0	85,4

A mész hatása jól látható, de a mészmennyiség növelése további javulást már nem hozott.

A 7. táblázatban a mész kausztifikáló hatását közöljük. A kausztifikálási hatásfok mintegy 13% volt.

A következő kísérletben a mészmennyiség állandó volt, míg a bauxitliszt mennyiségét növeltük. A meszet a lúgba alaposan beledörzsölve víz nélkül vittük a bombába (8. táblázat).

A következő kísérlet alkalmával a feltárólúg összetétele 258,8 g/l kNa_2O és 91,5 g/l Al_2O_3volt (9. táblázat).

A 8. és 9. táblázat szerint a bauxit mennyiségének növelése nem eredményezett jelentős kihoza-

7. táblázat

A mész kausztifikáló hatásának adatai

Bemérés bauxit	Adagolt CaO	Aluminátlúg			Iszap			Kihozatal %	Kauszt. hatásfok
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O		
g/200 ml		g/1000 ml			%				
55,00	—	220,1	234,1	1,54	43,1	19,7	8,24	83,1	—
55,00	—	220,4	236,0	1,53	41,5	19,7	9,24	82,4	—
55,00	3	223,2	238,0	1,54	41,5	14,7	7,44	87,0	13,4
55,00	3	223,2	240,0	1,53	39,5	16,0	7,02	85,0	—

8. táblázat

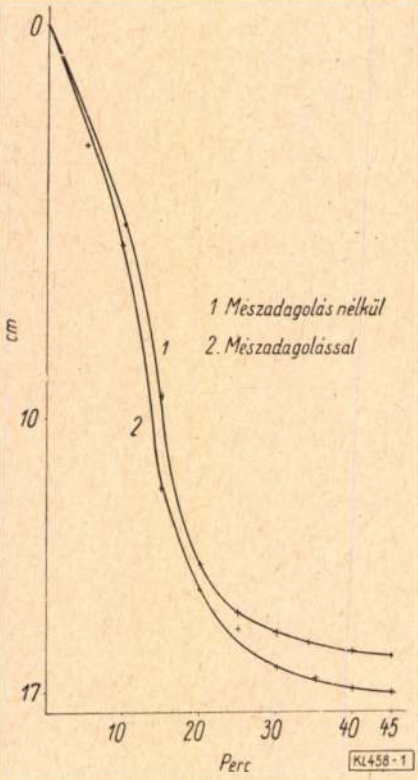
A feltárás adatai állandó mész és növekvő bauxitmennyiség mellett, amikor a meszet a lúgba szárazon bedörzsölik

Bemérés bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg			Iszap		Kihozatal %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml			%		
57,00	—	229,4	252,1	1,50	45,9	17,3	86,1
59,00	3	229,4	262,3	1,44	41,9	14,8	87,0
61,00	3	229,4	269,3	1,40	45,9	11,7	90,7
63,00	3	229,4	267,0	1,41	40,3	17,8	83,6

9. táblázat

A feltárás adatai azonosak a 8. táblázat alattival, de a lúg koncentrációja nagyobb

Bemérés bauxit	Adagolt mész	Aluminátlúg			Iszap		Kihozatal, %
		kNa_2O	Al_2O_3	Mv	Fe_2O_3	Al_2O_3	
g/150 ml		g/1000 ml			%		
53,00	—	227,8	230,0	1,64	45,9	17,0	86,4
53,00	3	227,0	235,0	1,60	39,3	14,4	86,5
55,00	3	223,6	240,0	1,53	38,8	15,0	85,8
57,00	3	221,6	245,0	1,50	39,5	15,0	86,0



1. ábra. Nyers iszkai és nyirádi bauxitok iszapjának ülepedése

tal-romlást, ha meszet adagoltunk. Tehát a lúgba bedörzsölt mész is javítja a feltárást.

Végül közöljük az *A)* kísérletkor feltárt iszkai —nyirádi nyers bauxitkeverék meszezett és meszezetlen feltárásakor kapott iszapok ülepedési görbéit is (1. ábra).

Az ábrából látható kisméretű ülepedés-javulást feltehetően a mész okozta.

Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok eredményeiből látható, hogy a hidrargillit és bőhmit típusú bauxitoknál is van javulás a kihozatalban, ha a meszet oltott alakban adagoljuk a feltáráshoz, vagy alaposan homogenizáljuk a lúggal. Ez a hatás mind a nyers, mind a pörkölt bauxitokkal jelentkezik. Nagysága 1,5-től 6%-ig terjedhet. Kevés bauxitliszt bemérése alkalmával, ahol már eleve jó a kihozatal, jelentős hatás nem jelentkezik, de ha a bauxitmennyiségek növelésekor meszet is adagoltunk, azzal megakadályozhattuk a kihozatal csökkenését.

A bauxit súlyára vonatkoztatott 3—4% mész már az elérhető legnagyob hatást fejti ki és a mészadagolást főleg pörkölt bauxitok feltárásakor növelni célszerűtlen.

A bevitt CaO a feltárás folyamán — mint azt már számos helyen kimutatták — az iszap kötött Na_2O tartalmát részben felszabadítja. A kausztifikálás hatásfoka 3,5—14% között változott.

A beadagolt mész az ülepedés szempontjából is kedvező hatásúnak mutatkozott.

Az aluminátlúg Na_2CO_3 tartalmát vizsgálva megállapítható, hogy abban a meszezés hatására változás nem jelentkezik.

IRODALOM

[1] *Beljajev:* Könnyűfémek kohászata. Nehézipari Kiadó, 1950.
[2] *Mazelj:* Timföldgyártás. Nehézipari Kiadó, 1953.
[3] *Szekeres—Máriássy:* Bányászati-Kohászati Lapok 1950. 5. évf. 6. sz.
[4] *Dr. Sigmond—Bogárdi:* Kohászati Lapok 1954. 9. évf. 5. sz.
[5] *Bogárdi Endre:* Laboratóriumi jelentés 1954. ápr.—máj. Mosonmagyaróvári Timföldgyár.
[6] *Kompanyec:* Cvetnüe Metalü, 1958. 8. sz.

A sárgaréz cinktelenítése vákuumban

SZULYOVSZKY ANDOR

D. K. 669.335.4 : 621.52

Обезцинкование желтой меди в вакууме.

Zinkentfernung aus Messing in Vacuum

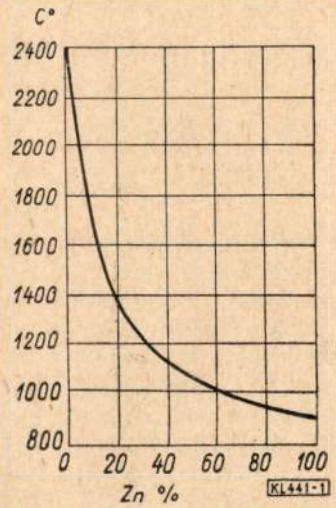
Zinc removal of brass in vacuum

A sárgarézhulladékokat kétféleképpen dolgozzák fel. Az ötvözetek szerint különválasztott tiszta hulladékokat (pl. gyártási hulladékok) közvetlenül lehet sárgarézre beolvasztani, míg a tiszta, de keveredett hulladékot csak tömbösítés után.

Ezzel szemben szennyezett és kevert sárgarézhulladékokat (pl. kevert sárgaréz és bronzforgácsot, gyűjtött vegyes sárgarezet, készáruból eredő ócskasárgarezet stb.) alkotóira kell bontani s így nyerik ki belőle a rezet és az ötvöző fémeket.

Nálunk az utóbbi csoportba tartozó szennyezett hulladékokat jelenleg konverterben fuvatással dolgozzák fel. Az eljárás lényege, hogy a megolvadt sárgarezet vas jelenlétében (kb. 1500 C°-on) oxidálólag fuvatják. A 10%-nyi vas védi a fémfürdő nemesebb alkotóit az oxidálástól, és emellett a folyamathoz szükséges meleget szolgáltatja, bár erre a célra kis mennyiségű koksz — a vason kívül is — mindig szükséges. Fuvatással a réztartalom 85—88%-a nyerhető ki. A nyert konverterréz összetétele 97—98% Cu, 0,5—1% O_2, 0,1 Zn, és Ni, Sn, Sb egyenként max. 0,2%. A cink tartalomnak — CaO használatával — a legjobb esetben 80%-át nyerhetjük vissza oxid alakban, ennek átlagos összetétele 89,5% ZnO, 8,5% PbO, 1,5% SnO_2. A konverterfolyamat ideje 3—4 t-s adagra 2,5—4 óra.

A konverterben és egyéb sárgarézhulladék feldolgozó eljárások útján (pl. aknás kemence) a cinktartalmat kevésbé értékes cinkoxid alakjában nyerjük ki. Ezt a hátrányt küszöböli ki a *Poland* eljárás, melynek karbontömbökkel bélelt, grafit-



1. ábra. A Cu—Zn ötvözetben levő cink forrási hőmérsékletének változása a Zn-tartalom függvényében

ellenállással fűtött, 1700—2000 C°-on dolgozó, villamoslepárló kemencéjében a cinket fémgőz alakjában nyerik ki. A cinkgőzt kondenzátorban lecsapva, folyékony állapotban csapolják le. A kemence teljesítménye óránként 1 t. A sárgaréz cinktartalma 1700—1800 C° üzemi hőmérsékleten 25%-ról 4%-ra csökken, a cink 1,5%-ra való csökkentéséhez pedig már 1900 C° szállasztási hőmérséklet szükséges. Az eljárás leglényegesebb hátránya a nagy hőmérséklet, melyet az ötvözetben lévő cinknek a sárgaréz cinktartalmának csökkenésével növekvő forráshőmérséklete tesz szükségessé (1. ábra).

A sárgarézhulladékok vákuumban való cinktelenítése mindezekkel szemben sokkal előnyösebb, mert :

a) A cinket fém alakban nyerjük vissza,

b) Az üzemi hőmérséklet 600—800 C°-kal kisebb, mint a Poland kemencében,

c) A cink az ötvözetből szinte teljes mértékben eltávolítható.

A cink az illó, a réz a nem illó fémek közé tartozik, ezért szétválasztásuk szállasztással jól megoldható. A cink forrpontja 1180 K°, a rézé 2868 K°. Még jobban szemlélteti a két fém szállasztással való szétválasztásának előnyösségét, ha figyelembe vesszük, hogy a réz gőznyomása a 0,0001 at nyomást (0,076 torr) — mely az ipari vákuum szállasztó berendezések üzemi nyomásának alsó határául vehető — 1685 K° [2] hőmérsékleten éri el, ahol a cink gőznyomása már több atmoszféra nagyságrendű. A tiszta cink és réz gőznyomásának változását a hőmérséklet függvényében a 2—3. ábra szemlélteti.

Abban a hőmérsékleti tartományban, amelyben a sárgarézből a cink vákuumos elpárologtatását a gyakorlatban végzik, vagyis 700—1200 C° között, a réz gőznyomása 0-nak vehető.

A cink gőznyomásának meghatározására, mivel a szállasztásos ötvözetből történik, a Raoult-törvény érvényes, mely szerint az oldószer gőznyomása az adott hőmérsékleten az oldott anyag moltörtjével arányosan változik. A Raoul törvényből következik

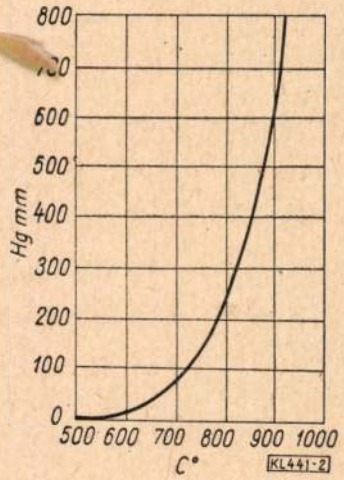
$$p'_{Zn} = p_{Zn} \cdot N_{Zn} \qquad (1)$$

ahol p'_{Zn} = a cink sárgaréz feletti gőznyomása, p_{Zn} = a tiszta cink gőznyomása,

$$N_{Zn} = \frac{n_{Zn}}{n_{Zn} + n_{Cu}}$$

a cink moltörtje a réz-cink oldatban, n = a megfelelő molok száma.

A gyakorlatban a réz-cink ötvözetek összetételét nem molviszonnyal, hanem súlyrész százalékokkal fejezik ki. Ha a cink súlyszázaléka = q_{Zn}, a réz súlyszázaléka = q_{Cu}, a cink molekulasúlya



2. ábra. A tiszta cink gőznyomása a hőmérséklet függvényében

= M_{Zn}, a réz molekulasúlya pedig = M_{Cu}, így a cink moltörtjére a következő kifejezést kapjuk :

$$N_{Zn} = \frac{q_{Zn}/M_{Zn}}{q_{Zn}/M_{Zn} + q_{Cu}/M_{Cu}} \qquad (2)$$

mivel

$$q_{Zn} + q_{Cu} = 100$$

$$N_{Zn} = \frac{q_{Zn}}{q_{Zn} + (100 - q_{Zn})\, M_{Zn}/M_{Cu}} \qquad (3)$$

a megfelelő molekulasúlyokat behelyettesítve

$$N_{Zn} = \frac{q_{Zn}}{q_{Zn} + (100 - q_{Zn}) \cdot 1{,}03} \qquad (4)$$

Megközelítően

$$N_{Zn} = \frac{q_{Zn}}{100} \qquad (5)$$

Az (1) egyenlet alapján

$$p'_{Zn} = \frac{p_{Zn} \cdot q_{Zn}}{q_{Zn} + (100 - q_{Zn})\, 1{,}03} \qquad (6)$$

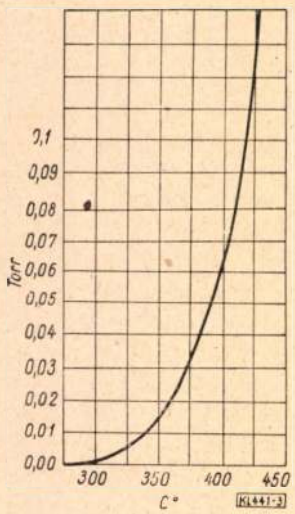
vagy megközelítőleg

$$p'_{Zn} = \frac{p_{Zn} \cdot q_{Zn}}{100} \qquad (7)$$

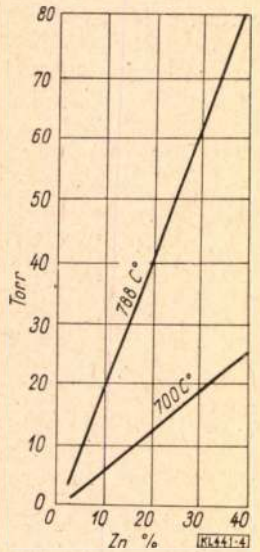
A sárgarézben lévő cink gőznyomását a Raoult-törvénynek megfelelően a különböző hőmérsék-

leteken a koncentráció függvényében a 4—5. ábra tünteti fel.

A Raoul-törvény, mint ismeretes, csak az ideális oldatokra érvényes. A reális oldatok gőznyomása a koncentrációnak nem lineáris függvénye, hanem attól pozitív vagy negatív irányban eltér. A réz-cink ötvözeteknél az eltérés negatív.



3. ábra. A tiszta cink gőznyomása a hőmérséklet függvényében

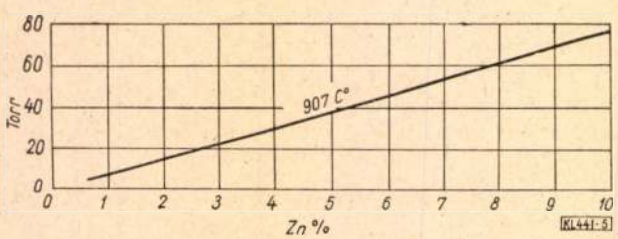


4. ábra. A Cu—Zn ötvözetben levő cink gőznyomása 700 és 780 C° hőmérsékleten

Az oldat és alkotóinak gőznyomását a reális oldatokra meghatározó egyenletekbe a koncentráció helyett az aktivitást állítják be, amely a koncentrációval arányos érték.

$$a = \alpha N \qquad (8)$$

ahol a = az aktivitás, α = az aktivitási együttható.



5. ábra. A Cu—Zn ötvözetben levő cink gőznyomása a Raoul törvény szerint 907 C° hőmérsékleten

A rendszer valamely alkotójának aktivitása, a rendszer adott állapotban lévő illékonyságának aránya valamely más, szabványosnak választott állapotban lévő rendszer illékonyságához. A szabvány állapotnak általában a tiszta fém gőznyomását veszik. Az oldatban az oldószer aktivitása az oldat gőznyomásának és a tiszta állapotú oldószer ugyanolyan hőmérsékleten vett gőznyomásának az aránya. Olyan oldatokra, melyeknek egyik alkotója illékony, a másik nem az oldat gőznyomását az illó alkotó gőznyomása határozza meg. A sárgarézben a cinket vesszük oldószernek s elhanyagoljuk a réz jelentéktelen gőznyomását.

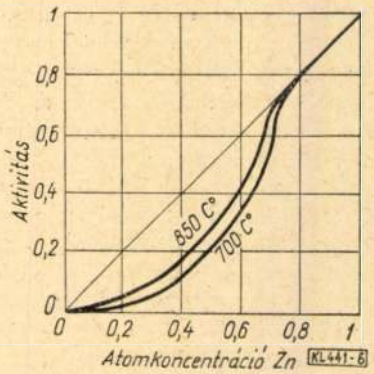
Ebben az esetben a cink aktivitása az oldatban

$$a = \frac{p'_{Zn}}{p_{Zn}} \qquad (9)$$

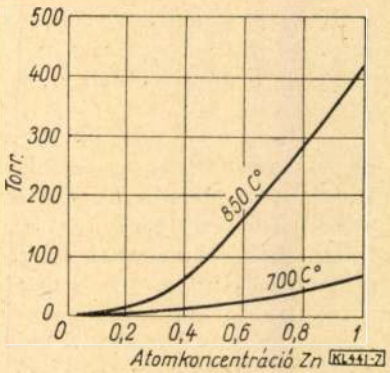
illetve

$$p'_{Zn} = a \cdot p_{Zn} \qquad (10)$$

A 6. ábra a sárgarézben lévő cink aktivitását adja meg 700, és 850 C° hőmérsékleten. Az aktivitás a hőmérséklet növekedésével egyre inkább megközelíti az 1 értékét. Tehát nagy hőmérsékleten az alkotó oldat feletti gőznyomása a Raoult-törvény szerint számítható. A 7. ábra a sárgarézben lévő cinkötvözet feletti gőznyomást adja meg különböző hőmérsékleten a koncentráció függvényében, az aktivitás figyelembe vételével. A 7. ábrából látható, hogy a 700 C° és 905 C° hőmérséklet — a 40% cink tartalmú sárgaréz olvadáspontja — között a cink (sárgaréz feletti) gőznyomása még kis cinktartalom mellett is olyan nagy,



6. ábra. A Cu—Zn ötvözetben levő cink aktivitása 700, illetve 850 C° hőmérsékleten

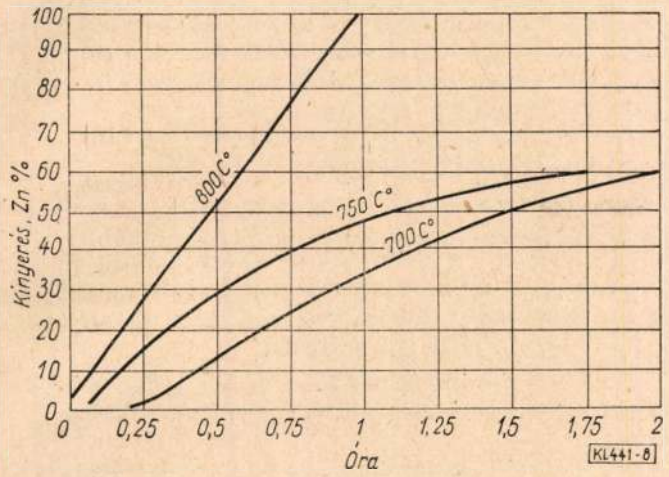


7. ábra. A Cu—Zn ötvözetben levő cink valódi gőznyomása 700, illetve 850 C° hőmérsékleten

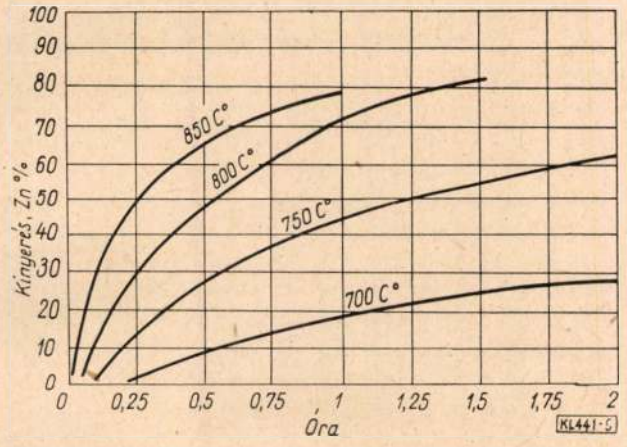
hogy a cink elpárologtatása üzemi berendezésekben is könnyen elérhető nyomáson — 0,1—1 torr nyomáson — szilárd halmazállapotú fémből is elvileg végrehajtható.

A szilárd halmazállapotú sárgaréz cinktelenítésének viszonyait vizsgálva, kísérleteinket 850 C° hőmérsékleten, 0,1 torr nyomás mellett ipari gyártáshulladékként összegyűjtött sárgarézforgáccsal végeztük.

A finom max. 0,3 mm vastag forgácsokból 4—5 óra alatt a cink szinte teljes mértékben kivonható, s a vegyelemzés cinket a forgácsban csak nyomokban mutat ki. 1,5—2 mm vastag-



8. ábra. A cink elpárolgásának sebessége különböző szállasztási hőmérsékleteken 1 mm vastag, Cu—Zn ötvözetű forgácsból



9. ábra. A cink elpárolgásának sebessége különböző szállasztási hőmérsékleteken 1,5 mm vastag, Cu—Zn ötvözetű forgácsokból

ságú forgácsok, illetve lemezhulladékokban ugyanannyi szállasztási idő után a visszamaradó réz cinktartalma 0,8—1,5%, 2—2,5 mm-nél vastagabb darabok azonban még 8 óra szállasztási idő után is jelentős mennyiségű cinket tartalmaznak.

A 8. és 9. ábra a cink elpárolgásának sebességét tünteti fel különböző hőmérsékleteken 1,5 és 1 mm vastagságú forgácsokból. A diagramok felvételéhez pontos méretű forgácsot használtunk.

A vastagabb daraboknak csak felülete cinktelenedik, középen úgyszólván az eredeti cinktartalom marad meg.

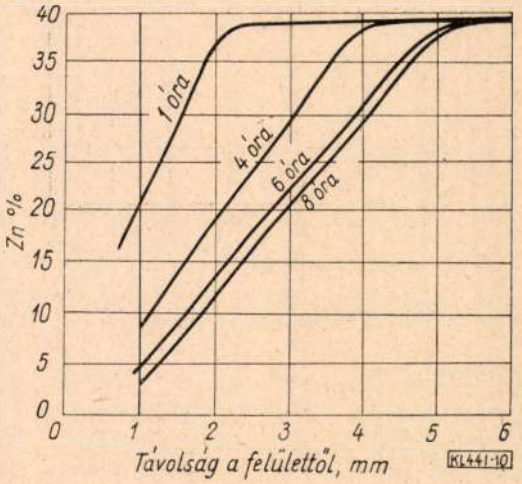
Vastagabb darabok cinktelenítésekor a cink a folyamat elején egy vékony felületi rétegből párolog el, s az így létrejövő koncentráció különbség a felület és a darab belső rétegei között a cink diffuzióját eredményezi a darab belsejéből a felület felé [3].

A cink elpárologtatásának sebessége a rézcink ötvözetekből, ha a réteg vékony, többszöröse a cink ötvözeten belüli diffuziós sebességének. Ennek következtében a cinkfelület felé lefolyó diffuziós folyamat sebessége határozza meg az ötvözetekből való eltávolításnak sebességét.

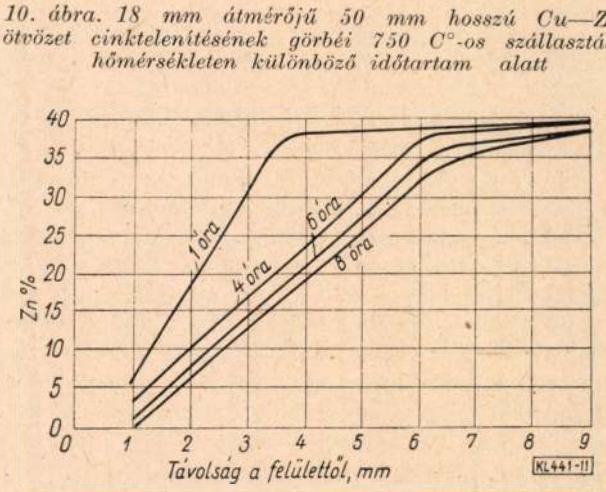
Klusin és munkatársai 18 mm átmérőjű, 50 mm hosszú hengeres darabokkal végeztek kísérleteket. Különböző hőmérsékleteken és különböző időtartam alatt meghatározták a felület és a darab közepe közötti rétegekben a cink elpárolgását. Kísérleti eredményeik alapján állítottuk össze a 10. és 11. ábrákat.

Az ábrákból látható, hogy még akkor is, ha a felületi réteg jelentősen cinktelenedik, hosszú szállasztási idő után a darabok közepének, sőt a felülettől 6 mm-re lévő rétegnek a cinktartalma alig változik. Ez tapasztalható még a 850 C° hőmérsékleten 8 óra alatt végzett elpárologtatással is. Mivel a 40% cinktartalmú sárgaréz olvadáspontja 905 C° hőmérsékleten van, a 850 C° már a szilárd alakban végzett cinktelenítés felső határának tekinthető. A 8 órás szállasztási idő pedig hőgazdálkodás szempontjából nem léphető túl.

Klusin és munkatársai kidolgozták azt a matematikai módszert, mellyel a cink sárgarézen belüli diffuziós sebessége meghatározható. Ennek az ipari gyakorlat részére jelentősége azonban alig van, mert a kísérleti és a számítási eredmények alapján adódó szállasztási idő hossza miatt az ipari cinktelenítés szempontjából nem jöhet tekintetbe.



10. ábra. 18 mm átmérőjű 50 mm hosszú Cu—Zn ötvözet cinktelenítésének görbéi 750 C°-os szállasztási hőmérsékleten különböző időtartam alatt



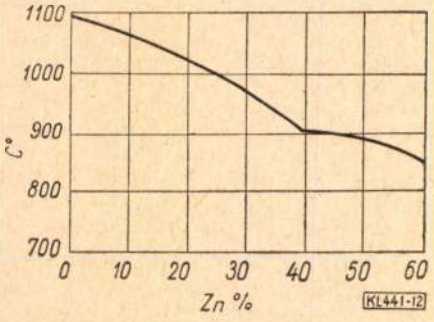
11. ábra. 18 mm átmérőjű 50 mm hosszú Cu—Zn ötvözet cinktelenítésének görbéi 850 C° hőmérsékleten különböző időtartam alatt

Megállapíthatjuk az elmondottakból, hogy szilárd állapotban a réz-cink ötvözetek vákuumban való szállasztással cinkteleníthetők, a gyakorlat részére számbajöhető időn belül azonban csak a 2—2,5 mm-es forgács-, illetve lemezvastagságig.

A sárgarézforgácsok cinktelenítésére a Fémtermia Vállalat kísérleti magnéziumkohójának retortás kemencéjében kísérleteket is végeztünk. Az előzőleg 300 C°-on leégetéssel olajtalanított sárgarézforgácsot vaslemezből készült teknőkbe rakva helyeztük a retortába. A szállasztást 850—900 C°-on 5 óra alatt végeztük 0,1 torr nyomáson. A sárgarézben mintegy 2% cink maradt vissza.

A szállasztás után visszamaradt rézforgács a retorták kinyitása után a szabadlevegővel érintkezve, erősen oxidálódik. A kemence lehűtése 5—600 C°-ra, ahol az oxidáció mérve már nem annyira erős, hőgazdálkodás szempontjából előnytelen és 2—3 órás meddő idővel növeli a szállasztás időtartamát.

A szállasztás folyékony állapotban az üzemi gyakorlat részére előnyösebbnek látszik, amikor is az elpárologtatást 1150—1200 C°-on kell végezni. A legnagyobb cinktartalmú — 40% cink —



12. ábra. A Cu—Zn ötvözet olvadáspontjának változása a cinktartalom függvényében

sárgaréz olvadáspontja 900 C° körül van ugyan, de mivel a cinktartalom a szállasztás alatt csökken, az ötvözet olvadáspontja fokozatosan nő, a szállasztást a tiszta réz olvadáspontja vagyis 1083 C° felett kell végezni (12. ábra).

A cinknek folyékony sárgaréz ötvözetből való szállasztásához a gőznyomás meghatározására kielégítő pontossággal használhatjuk a Raoult-törvényt, mert az aktivitás ezen a hőmérsékleten, gyakorlatilag 1-nek vehető.

Üzemi kísérleteink folyamán a különböző nagyságú és összetételű sárgarézhulladékot vasteknőbe helyezve tettük a retortába. Az olajat a hulladékról magában a retortában égettük le. A szállasztást 1100—1130 C°-on végeztük 0,1 torr nyomáson. Öt óra szállasztási idő után a teknőben maradt sárgaréz cinktartalma 1,17% volt. A folyékony állapotban végzett cinktelenítéssel nyert kristályok fényes felületűek és tömörek voltak.

A saját és az irodalomból ismert kísérletek alapján a következőket állapíthatjuk meg.

1150 C° hőmérsékleten és 15 torr nyomáson a sárgaréz cinktartalma vákuumban szállasztással 25—30% kezdeti cinktartalomról 0,5—0,7%-ra csökkenthető. Kis cinktartalmú ötvözetek tökéletesebb cinktelenítéséhez a szállasztás nyomását csökkenteni és a hőmérsékletet növelni kell. Így 5—6 torr nyomáson és 1200 C°-on az ötvözet cinktartalma 0,25—0,5%ra csökkenthető, még kisebb nyomás használatával pedig a cink szinte teljes egészében eltávolítható.

A cinktelenítéssel nyert fémgőzök kondenzátorban mind szilárd, mind folyékony állapotban lecsaphatók. Mi a nyert fémet szilárd állapotban csaptuk le. A 0,1 torr nyomáson nyert kristályok fényes felületüek és tömörek voltak, a kondenzátor vashengeréről jól leváltak.

A 800 C°-on szilárd szállasztással nyert cinkkristályokban jelentkező szennyeződések a következők :

Pb 0,15 — 0,21%
Sn 0,0025 — 0,014%
Cu 0,003 — 0,01%

A szállasztás hőmérsékletének növelésével csak az ólomtartalom mutatott határozott növekedést.

A folyékony állapotban végzett cinktelenítés folyamán az eredeti ólomtartalomnak mintegy 50%-a megy át a kondenzátumba.

A cinkgőzök képződése a sárgaréz-olvadék felett a szállasztás kezdetében olyan nagymérvű is lehet, hogy azok lecsapása a kondenzátorban nehézséget okoz. Ezért a szállasztás kezdetén 100—200 torr nyomással dolgoznak és csak a cinktartalomnak mintegy 10%-ra való csökkenése után csökkentik a nyomást kisebb értékre.

Az elmondottakból a következőket szűrhetjük le :

A cinktartalmú rézötvözetekből vákuumban a cink mind a szilárd, mind a folyékony ötvözetből eltávolítható.

Szilárd állapotban szállasztás az ipari gyakorlat részére számbajövő idő alatt legfeljebb 2,5 mm vastag forgáccsal, illetve lemezzel végezhető el.

Az ipari hulladékokat nem gyűjtik olyan gondossággal, hogy a hulladékokat 2,5 mm alatti és feletti vastagságúra lehessen osztályozni, még a legfinomabb forgácsban is található 5—20 mm vastagságú darab. A forgácsokból való cinktelenítés még vastagság szerinti válogatás után is nehézséget okoz, mert a szállasztási hőmérsékletre melegített forgácsok a művelet elvégzése után a kiszedés alatt oxidálódnak. Az oxidáció megakadályozásához pedig bonyolult adagoló szerkezet szükséges.

Ipari használatra ezért a folyékony állapotban való cinktelenítés a megfelelő, amihez belső fűtésű, kerámikus anyaggal bélelt kemence szükséges.

A szállasztással nyert cink szilárd, vagy folyékony állapotban csapható le. A sárgaréz eredeti ólomtartalmának legfeljebb fele kerül a kondenzátumba, s a nyert cinket a sárgaréz egyéb nem illó alkatrészei csak jelentéktelen mennyiségben szennyezik.

Gazdaságossági számítást nem végeztünk, de mivel a sárgarézhulladékok vákuumszállasztásos feldolgozásával a hulladékban lévő 20—40% cinket fém alakban visszanyerjük, a konverterben való fúvatással szemben gazdaságossága nem kétséges. A Poland-eljárással szemben is előnyös, mert a lényegesen kisebb üzemi hőmérséklet miatt egyszerűbb berendezés is megfelel.

A folyamat végrehajtásához szükséges berendezéseknek — melyek munkaterében 0,5—5 torr végnyomást kell elérni — mind a megépítése, mind pedig az üzeme aránylag egyszerű műszaki feladat.

IRODALOM

[1] *Schey János:* Réztartalmú fémhulladékok feldolgozása.
[2] *Pazuhin—Fischer:* Vákuum v metallurgiji
[3] *Gercriken Zs. T. F.:* T. XIX. vip. 7. 1949.
[4] *Klusin, Bibina, Bogatyina:* K. voproszu udalenyija cinka iz tverdoj latunyi v vákuume. „Gincvetmet" SNT No 10.

A derivatográfos módszer használata a szenek kokszolási folyamatának tanulmányozására[1]

Dr. WELTNER MARGIT
Nehézvegyipari Kutató Intézet

D. K. 662.74

Применение дериватографического метода для исследования процессов коксования углей

Die Anwendung der derivatographischen Methode zur Beobachtung des Verkokungsverlaufes von Kohlen

Employing the derivatographical method for studying the coking reactions of coals

A szénfeldolgozó iparban a különféle kokszolási technológiáknak alapját a szenek hőbomlásának folyamata képezi, tehát érthető, hogy számos elméleti és gyakorlati munkával igyekeztek erre a folyamatra fényt deríteni.

A kokszolható fekete kőszenek hőbomlását olyan módszerekkel vizsgálják, amelyekből egyúttal a kokszolási folyamatra és a képződő koksz minőségére is következtetni lehet. Ilyenek pl. a nemzetközi szénosztályozás alapjául elfogadott vizsgálati módszerek, a Roga-féle sülőszám, a fúvódási index, a *Gray—King*-féle koksztípus meghatározás, és a dilatométeres vizsgálat. Ezeken kívül is számos vizsgálati mód ismeretes, amelyek közül elsősorban a szovjet *Szapozsnyikov* módszerét kell megemlíteni, amely egyetlen vizsgálatban néhány fontos adatot ad a fekete kőszén hevítése alkalmával mutatott viselkedéséről.

A különféle szenek szénülési foka és szerkezete különböző, ez természetesen a hőbomlási folyamatban is megmutatkozik és a technológiára fontos tulajdonságok eltérésében is megnyilvánul.

A szén hőbomlásának bonyolultságát, illetőleg összetett voltát magyarázza az is, hogy nincs olyan vizsgálati módszer, amely — a hőbomlási folyamatról — egymaga, minden részletre kiterjedő felvilágosítást nyújthatna. Sem a Roga-, sem a dilatométeres-, sem pedig a Szapozsnyikov-módszer nem ad pl. adatokat az illó részek leszakadásának hőmérsékleteiről és mértékéről. Ezek a módszerek nem mondanak semmit az elő-, fő- és utógázosodási szakaszban távozó gázmennyiségekről, amelyeknek *Damm* a koksz minősége szempontjából oly nagy fontosságot tulajdonít.

[1] Széplakon 1958. szept. 15-én az Országos Kokszolhatószén és Kokszvegyészeti Konferencián elhangzott előadás.

Ha tehát a szenek hőbomlásáról tájékozódni akarunk, akkor több vizsgálat párhuzamos elvégzésére van szükség.

A szén hevítése közben végbemenő mennyiségi változásokról a termogravimetria ad felvilágosítást. Ez a módszer a gyakorlatban azonban még sem terjedt el oly mértékben, mint ahogyan azt várni lehetett volna. Ennek oka az, hogy az egymást szorosan követő bomlási folyamatok nem választhatók szét a kellő mértékben és a kapott termogramok nehezen értékelhetők.

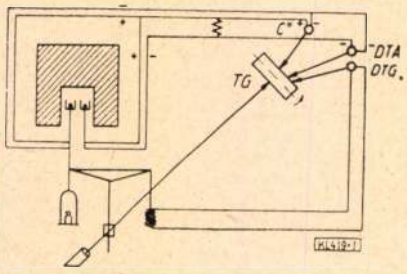
A kutatók különféle módszerekkel kísérelték meg a termogravimetrikus vizsgálat eredményeit könnyebben értékelhetővé tenni. A Műszaki Egyetem Általános Kémia Tanszékén, *Erdey László* professzor vezetésével egyidejűleg végeztek termogravimetriás méréseket és differenciál-termoanalízist. A differenciál-termoanalízis érzékenyen jelezte az egymást szorosan követő folyamatokat, a termogravimetria pedig mennyiségi adatokat szolgáltatott. A kísérleteknek azonban az volt a hiányossága, hogy a két vizsgálatot nem egyszerre és nem azonos körülmények között végezték. Megkísérelték tehát, hogy a termogravimetriás görbe grafikus differenciálásával nem lehetne-e az eredményeket könnyebben értékelhetővé tenni. Kitűnt, hogy az így szerkeszthető derivált görbe sokkal jobban jellemzi a vizsgált anyagok termikus viselkedését, mint maga a primitív függvény. Az így kapott görbék hasonlítanak a differenciál termoanalízissel kapott görbékhez, azzal az eltéréssel, hogy csupán a súlyváltozással összekötött folyamatokat jelezték.

Később a nem eléggé érzékeny grafikus differenciálási módszert sikerült műszeres megoldással helyettesíteni. *Paulik Ferenc* és *Paulik Jenő* a termomérleget oly módon alakították át, hogy a mérleg a primitív termogravimetriás görbe felvételével egyidejűleg a derivált görbe felvételére is alkalmassá vált [1]. A derivált-termogravimetriás görbe a súlyváltozás sebességéről ad tájékoztatást, tehát a DTG görbe maximumai megmutatják, hogy a súlyváltozás maximális sebességgel milyen hőmérsékleten megy végbe.

A mérleg jobboldali serpenyője helyett permanens mágnest függesztettek fel a mérlegkarra. A mágnes két függőleges tengelyű, párhuzamos tekercs belsejében mozdul el. A tekercs két végét nagy érzékenységű (10^{-9} amp/m·mm) galvanométerrel kötötték össze.

Amikor hevítés közben az anyag súlya csökken, a mérlegnek balkarja, mely az anyagot tartalmazó tégelyt hordja, felfelé emelkedik, ezzel egyidejűleg pedig a mágnest viselő jobb kar lesüllyed, ekkor a mozgó mágnes a tekercsben áramot indukál. Az indukált áram erőssége arányos a mágnes mozgásának, vagyis a súlyváltozásnak sebességével. A készülék tehát indukcióval közvetlenül a súlyváltozás sebességét méri.

A kézi szabályozású és állandó megfigyelést kívánó, deriváló termomérleget *Paulik Ferenc* tovább tökéletesítette és egy olyan automatikus berendezést, derivatográfot szerkesztett, amely a termogravimetriás (*G*) és derivált termogravimetriás (*DTG*) görbék mellett még a differenciál termoanalitikus görbét (*DTA*) is automatikusan regisztrálja [2] (1. ábra).



1. ábra. Paulik-féle derivatográf elvi rajza

A készülék egyidejűleg négy görbét rajzol fel a fényérzékeny papírral borított, regisztráló dobra. A termogravimetriás görbét (tehát a vizsgált anyag súlyváltozásait folyamatosan mutató görbét) úgy kapjuk meg, hogy a deriváló termomérleg nyelvéhez erősített rés képét közvetlenül a fényérzékeny papírra vetítjük. A *DTG* és *DTA* görbét, továbbá a vizsgálandó anyag belsejében mért hőmérséklet görbéjét tükrös galvanométerek fényjelei segítségével rögzítjük a fényérzékeny papiroson.

A mérleg balkarján kiegyensúlyozott tégelyt, amely a bemért anyagot tartalmazza, tégelykemencével vesszük körül, ebben hevítjük az anyagot. A tégelykemencét motorral szabályozott toroid-transzformátor segítségével — beállított program szerint — állandó felfűtési sebességgel fűtjük fel. A felfűtés sebességét tetszés szerint 2,5, 5, 10 vagy 20 C°-os percenkénti hőemelkedésre állíthatjuk be.

A tégelynek — a kuglófsütőre emlékeztető — alakja lehetővé teszi, hogy az anyagban a hőmérsékletet termoelem segélyével folyamatosan mérjük. Az inert anyag — a legtöbbször alumíniumoxid — ugyanilyen tégelyekben van elhelyezve. A vizsgálandó és az inert anyag hőmérsékletét mérő termoelemeket differenciál kapcsolásban, tehát egymással szembekapcsolva a differenciál termoanalízis görbéjének felvételére használjuk fel. A kísérlet azonos körülményei között, egyidejűleg felvett *DTG* és *DTA* görbék sokat elárulnak a vizsgált anyag termikus viselkedéséről. A módszer ezáltal tovább tökéletesedett.

A derivatográf a szénkémiában régóta érzett hiányt pótolja akkor, amikor a szén hőbomlásának jellegéről tájékoztat és az illó távozásával kapcsolatban fontos mennyiségi adatokat ad.

Az egyes széntípusok között igen nagyok a különbségek, ezek a különbségek sokféle tényezőre vezethetők vissza. A különféle szenek viselkedésében mutatkozó különbségeket sokszor már a képződés körülményeinek különbözősége is megmagyarázza. Így pl. a O/H viszony, amelynek fontosságára — a kokszolás szempontjából — *Riley* és munkatársai mutattak rá, a képződés körülményeinek függvénye. *Mott* hívta fel a figyelmet arra, hogy a szénanyag elbontásában közreműködő baktériumok és gombák a szénképződés anaerob körülményei között a növényi anyag oxigénjét használják fel életműködésükhöz. Ennek következtében, ha a baktériumtevékenység a normálisnál hosszabb ideig tart, hidrogéndús szenek képződnek, míg a baktériumok korai elhalásától viszont a szenek oxigéndúsakká lesznek [3]. A baktériumok tevékenysége erősen függ a közeg p_H-jától. Savanyodáskor a legtöbb gomba és baktérium elpusztul, a metamorfózis biológiai szakasza lezárul és kezdődik a geológiai szakasz.

A geológiai szakaszban ható különféle tényezők, (a hőmérséklet, a nyomás, a környező kőzetek minősége) szintén nagy mértékben befolyásolják a metamorfózis, a szénülési folyamat menetét.

A szén termikus feldolgozása közben várható viselkedésére tehát nem következtethetünk csak a szén geológiai korából, hanem a szén kémiai összetételét és finom szerkezetét is figyelembe kell vennünk.

A jó koksz képződésének alapfeltétele a szén hevítése közben kialakuló plasztikus állapot. A pirogenetikus bomlás kezdetben csökkenti, majd pedig a kezdődő szenesedés teljesen megszünteti a plasztikusságot. Ezért olyan esetekben, amikor a szén szétbomlása a megolvadás előtt kezdődik, nem lehet plasztikus állapotba való átmenetet várni. Ez a helyzet pl. a huminsavat tartalmazó barnaszenekkel.

A huminsavak sokkal kisebb hőmérsékleten kezdenek el bomlani, mint amekkora a molekulasúlyban és a szerkezetben a huminanyagokhoz közelálló kátránypolimérek olvadáspontja. Így nincs lehetőség arra, hogy feloldódjanak. Ezzel szemben a fekete kőszenekben a huminanyagok már teljesen dekarboxiláltak és így összetételükben elég közel állanak a megolvadó szénhidrogénekhez és nem is szenesednek el olyan könnyen, mint a huminsavak.

A vitrit maradékszenében levő, a zsírsavak polimérjeinek dekarbonizálódása útján képződött, nagy olvadáspontú vegyületek 300 C° fölé hevítve depolimerizálódnak és olyan anyagok keverékévé alakulnak át, amelyek képesek feloldódni a megolvadt bitumenekben és az így képződő összetett oldat oldja, vagy diszpergálja a nem depolimerizálódott anyagokat és huminokat.

A vitrites fekete kőszenek lágyuláspontja (360—410 C°) kisebb, mint főtömegük elszenesedési pontja (450—500 C°). Ennek következtében ezek hevítéskor plasztikus anyaggá tudnak átalakulni és jól összesült kokszot adnak [4].

A szén kokszolhatósága szempontjából fontos tehát megvizsgálni, hogy milyen sorrendben helyezkedik el a lágyulás, (megolvadás) bomlás és szenesedés hőmérséklete.

A tiszta vegyületek pirolízisét tanulmányozó kutatók levezettek néhány empirikus szabályt, amely bonyolultabb esetekben is használható. Ilyen pl. a legkisebb molekuláris deformáció szabálya, amelynek értelmében hőhatásra való bomlás aszerint a reakció szerint megy végbe, amely a molekula legkisebb deformációját kívánja meg. *Haber*-szabálya pedig megállapítja, hogy az aromás sorban a C—C kötés stabilabb, mint a C—H kötés, amelynek fordítottja érvényes az alifás sorban. Ugyanerre az eredményre jutott *Given* is. *Brooks* a Haber-szabályt a kokszolási folyamatra alkalmazta a petróleum krakkolása és szén karbonizálása alkalmával [5].

A paraffin-szénhidrogének kokszképződés nélkül, közepes hőmérsékleten krakkolódnak, vagyis itt a hő a szénnek szénhez való kapcsolódását szakítja fel. Az aromás sorban viszont, amelyben a rendkívül stabil hatszénatomos gyűrűs szerkezet van, a hő hatásának eredménye kémiai kondenzáció, szén-szén kombináció, amely mindig nagyobb és nagyobb molekulákhoz, esetleg kokszhoz vezet, hidrogénnek, vagy más egyszerű termékeknek (metán, etilén stb.) képződése mellett.

A szénanyag kémiai szerkezetének jellege tehát alapvetően befolyásolja a hőbomlás folyamatát és nyilvánvalóan ez hozza létre a barna és fekete kőszenek kokszolása közben mutatkozó különbségeket.

Sapiro a szén sülőképességét és a kokszképződést vizsgálva megállapítja, hogy a szén hevítéskor a kolloidrendszerekre jellemző tulajdonságokat mutat [6].

A sülőképességet biztosító alapvető tényező a kolloidrendszer hőállóképessége, mert a kis hőmérsékletű krakkolódás főleg folyékony és gázalakú termékeket ad, a szilárd termék ilyenkor kevés. A kolloidrendszer hőállóképessége viszont nagy hőmérsékletű krakkolódásra vezet, mely elsősorban — egybekapcsolva a szilárd részeket— kokszképződéssel jár.

A nem sülőszenek (lángszenek és barnaszenek) hőbomlási folyamatát nem kíséri stabilis kolloidrendszer képződés. A szénanyag bomlástermékei ilyenkor kis hőmérsékletű krakkolást szenvednek. A kolloidrendszer képződését befolyásolja a szén összetétele, a külső nyomás, a kokszolás sebessége és a rendszer stabilitása, melyet adalék anyagokkal befolyásolni lehet. A szénben levő bitumen anyagok minősége is fontos szerepet játszik a kokszolás folyamatában.

Kusztov [7] a szenek kokszolási folyamatát kolloid-kémiai folyamatnak tekinti. Megállapítja, hogy 340—360 C°-ig eltávoznak a szénből a benzin típusú, könnyen illó komponensek. Ez a szén makromolekuláris komponenseinek kolloidális oldódása szempontjából pozitív tényező, mert ezek hatása analóg az aszfalténeknek petroléterrel való leválasztásával.

200—400 C° hőmérsékletközben a szén könnyen olvadó komponensei diszperziós közeget képeznek, amelyben a nem olvadó komponensek eloszolva szuszpenziót hoznak létre. Egyidejűleg a diszperziós közeg adszorbeálódik a szén makromolekuláris anyagain, ezeket felduzzasztja és gélképződésre vezet. A további hőbehatás azután xerogélt képez.

A kolloidális oldódás szempontjából legfontosabb a 360—440 C°-ig terjedő hőmérséklet szakasza.

A nem kokszolódó szenek összetételében nincsenek olyan anyagok, amelyek diszperziós közeg képzésére és a makromolekuláris anyagokon való adszorpcióra képesek volnának.

Aranov [8] rámutat arra, hogy korszerű felfogás szerint a kolloidális szénanyag alapvető szerkezeti eleme — a polimerizáció különböző fokain — az egyforma felépítésű molekulák nagy számából álló makromolekula. Legfontosabb ismertetőjele, hogy a kondenzált aromás rendszert — a magot — kémiailag a maghoz kötött, fokozatosan csökkenő polimerizációs fokú molekulák, rojtszerűen elhelyezkedő oldalcsoportok veszik körül.

A szénanyag makromolekulájának magja mutatja a legnagyobb hőállóságot, míg a környező oldalcsoportok, a különböző polimerizációsfokú szénhidrogének a centrumtól a perifériáig csökkenő hőállóságot mutatnak. Ebből megértjük az oldalcsoportok rendkívüli fontosságát és a szén tulajdonságaira való nagy befolyását.

A szén hőbomlása alapjában véve kémiai folyamat, amelyet az oldalcsoportoknak az aromás magról való leszakadása, egymásközt és a maggal való kölcsönhatása jellemez. A szén sülési jelenségében legnagyobb az oldalcsoportok szerepe. Az oldalcsoportok száma és a magtól való távolsága a kevésbé szénült szenekben a legnagyobb. Ezekre nagy oxigéntartalom jellemző és így ezek hevítéskor sok könnyen illó és nem hőállandó vegyületet adnak. Az illó termékek forrásai ezek az oldalcsoportok. A kokszképződés folyamatának lényege az oldalcsoportok lehasadása, ezekből folyékony fázis képződése és ezt — a makromolekulák magjainak, továbbá az oldalcsoportok és magvak közti egyidejű kémiai kölcsönhatással — követő kondenzációja.

Rendkívül fontos szerepe van az 550—600 C° között távozó illó mennyiségének, amely az oldalcsoportok mennyiségét mutatja. Ezenkívül fontos ezek minősége is és így meg kell határozni ebben a hőmérséklet tartományban az illó elementáris összetételét. Újabban ugyanerre az eredményre jutott *Dryden*, aki az illóban levő karbon, hidrogén és oxigéntartalom alapján kísérelte meg, hogy fényt derítsen a hevítés folyamán az illó képződésének mechanizmusára. Kitűnt, hogy a szénülés folyamán az alifás hidrogénnek az összes C-hoz való viszonya csökken az aromás hidrogénnek az összes C-hoz való aránya pedig nő.

Grjaznov [9] rámutat a kokszolási folyamat közben a szén hőbomlásának lépcsőzetes jelle-

gére. Az első szakaszban a szén meg nem fordítható módon az organikus anyag szerkezeti összetevőire esik szét, kis molekulasúlyú termékek (H_2O, CO_2) szakadnak le, miközben telítetlen kötések jelennek meg, amelyek a maradék szénanyag reakcióképességét növelik. A következő szakaszban az aktiválódott maradékok meg nem fordítható módon egyesülnek és új, bonyolultabb szénszerkezetű vegyületekké ciklizálódnak, amelyek azután újabb hőbomlás során, új termékek lehasadása mellett bomlanak tovább. Ez a sülő és nem sülő szenekből egyformán merev, térbeli szerkezetű félkoksz képződésére vezet. A félkoksz további tömörülése molekulán belüli átrendeződés, amelyet kismolekulájú termékek (pl. H_2) lehasadása kísér.

Azt is megállapította *Grjaznov*, hogy a növelt reakcióképességű szakaszban a folyamatot a melegítés megszüntetésével már nem lehet megállítani, mert a sülő szenek aktivált maradékának szilárdulása hőhozzávezetés nélkül is tovább folyik.

A méréseink folyamán felvett *DTG* görbék is megerősítik *Grjaznov* észleléseit.

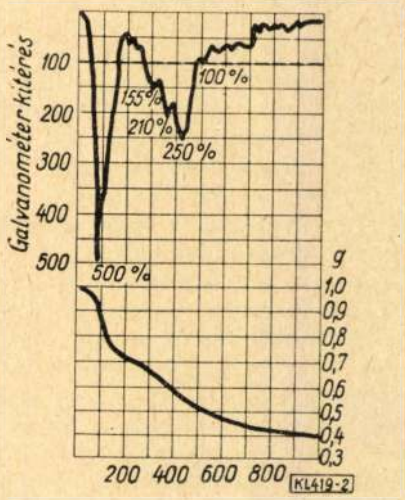
Minthogy a *DTG* görbék közvetlenül mutatják a hőbomlás sebességének változását, könnyen megállapíthatjuk belőlük azokat az anyagra jellemző hőmérsékleteket, amelyeken a hőbomlás maximális. A maximális illóváltozásnak $\left(\frac{-dv}{dT}\right)$ megfelelő hőmérsékletet *Wheeler* bomlási hőmérsékletnek nevezte (T_v). A bomlási hőmérsékletek tehát a derivatogramokból könnyűszerrel megállapíthatók.

Korábban a *DTG* görbék értékelésekor nehézségeket okozott az, hogy különböző érzékenységű galvanométerrel mértek és így a kapott adatokat nem lehetett egymással közvetlenül összehasonlítani. Ezért a *DTG* görbék értékelésére új módszert dolgoztunk ki. A szobahőmérséklet és 1000 C° közé eső hőmérséklettartományban mutatott átlagos bomlási sebességet vettük az értékelés alapjául és ezt 100%-nak vettük. A görbék maximumait és minimumait — ennek az átlagos bomlási sebességnek a százalékában kifejezve — adatokat kapunk a maximális és minimális hőbomlás mértékéről [10].

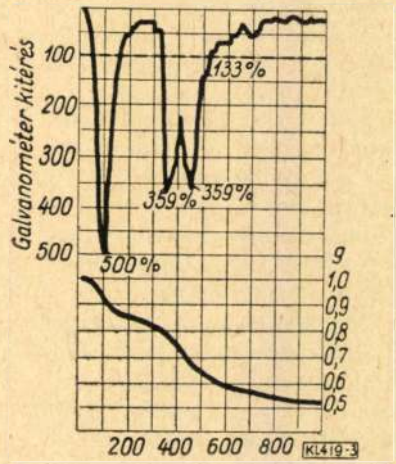
Az így kapott adatokból az anyag felépítésének jellegére is következtethetünk. Valamely anyag annál szűkebb hőmérsékleti tartományon belül, vagyis annál szelektívebben bomlik el, minél egyszerűbb a szerkezete a molekulán belüli kötéstípusaiban. Ilyen pl. a cukor. Minél szélesebb hőmérsékleti skálára húzódik szét az anyag hőbomlása, annál közelebb kerülnek az egyes bomlási maximumok az átlagos bomlási értékhez, vagyis a 100%-hoz. Ilyen pl. az antracit.

A tőzegek, lignitek, barna és fekete kőszenek bomlását jól jellemzi a derivált göbe. A tőzegek és tőzegalkotórészek hőbomlási folyamatát vizsgálva megállapítottuk, hogy a 280—310 C° közé eső maximum a növényi maradék, cellulóz, hemicellulóz és ezek hidrolizált termékeinek (cukor és rokon anyagok), a második 320—460 C° közé eső maximuma pedig a huminsav és a lignin bomlására vezethető vissza.

A szénülési sorban a fiatalabb szenek felől az idősebb szenek felé haladva a *DTG* görbe egyszerűsösödik. A szénülési fok növekedésével a hőbomlási maximumok a nagyobb hőmérsékletek felé tolódnak el. Pl. a várpalotai lignitnek a vízcsúcson kívül jellemző maximumai 305, 360 és 410 C°-on vannak, a dorogi barnaszénnek 360 és 455 C°-on, míg a komlói liász szénnek a vízcsúcson kívül csak 440 C°-on van bomlási csúcsa (2., 3. és 4. ábra).



2. ábra. Várpalotai lignit hőbomlásának derivált görbéje



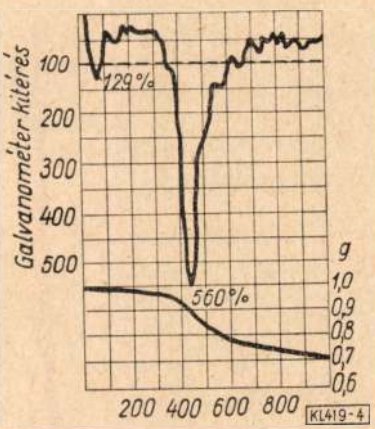
3. ábra. Dorogi kockaszén hőbomlásának derivált görbéje

A szenekre vonatkozó eddigi ismereteinkkel megegyezően a tőzegek, lignitek és barnaszenek *DTG* görbéin mindig megtaláljuk a huminsavakra jellemző 350 C° körüli maximumot, míg a fekete kőszeneknek nincsen huminsav maximuma. A fekete szenek és az antracitok görbéjében viszont a szénülési folyamat közben végbemenő változásoknak megfelelően nagyobb hőmérsékleteken újabb maximum jelentkezik.

A kokszolás szempontjából különösen a fekete kőszenek derivált termogravimetriás vizsgálati eredményei érdemelnek figyelmet. Érdekes

az így kapott eredményeknek az egyéb szénvizsgálati eredményekkel való összehasonlítása.

Ha a *DTG* görbék maximumát az összes illó függvényében ábrázoljuk, összefüggést nem tudunk megállapítani. Ez egészen természetes is, mert az illó leszakadása szobahőmérséklettől 1000 C°-ig a különböző szénféleségekben nagyon különböző eloszlás szerint megy végbe. Ezzel szemben nyilvánvaló, hogy összefüggésnek kell lenni a maximum hőmérsékleti tartományában felszabaduló illó, a továbbiakban szelektív illó és a maximum nagysága között.



4. ábra. Komlói liász szén hőbomlásának derivált görbéje

A szelektív illó kiszámítását a következőképpen végeztük. Az általgos bomlássebesség, tehát a 100% és a maximum közti távolságot feleztük és itt egy, az alapvonallal párhuzamos egyenest húztunk. Az egyenesnek a *DTG* görbével való metszéspontjai megadják a maximum hőmérsékleti tartományának hőfokhatárait. A termogravimetriás görbére bejelöltük ezeket a hőmérsékleti határokat és kiszámítottuk a hőfokhatárok közé eső százalékos súlycsökkenést, amelyet félmagassági illónak nevezünk. A félmagassági illót osztjuk a hőfokhatár fokokban megadott szélességének századrészével.

Az így kapott számot nevezzük szelektív illónak. Ennél tehát a maximum szélességét is figyelembe vettük, mert hiszen nyilvánvalóan nem közömbös a *DTG* maximum kialakulása szempontjából, hogy az illó széles, vagy pedig szűk hőmérséklet közben szakad-e le.

Az így kapott szelektív illó függvényében ábrázoltuk a *DTG* görbe maximumának %-okban megadott nagyságát. A maximum nagysága és a szelektív illó között eléggé lineáris összefüggés mutatkozik. Kieső értékeket csak a nagy illójú szenek adnak. Valószínű, hogy a tégelyből hirtelen eltávozó nagymennyiségű gázalakú termék fékezi a mérlegkar emelkedését és így a maximum értéke kisebb lesz.

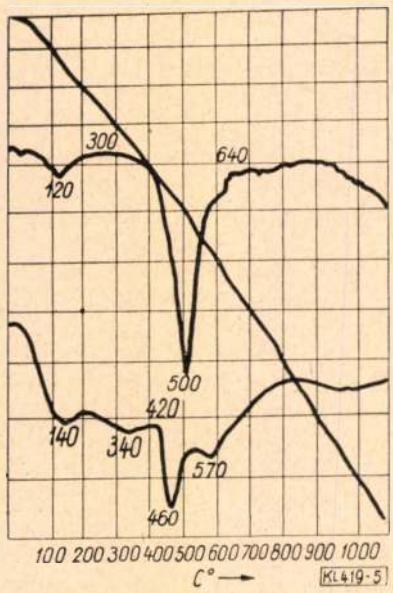
Érdekes a *DTG* görbe adatait a dilatométeres vizsgálat eredményeivel összehasonlítani. A dilatométeres vizsgálat T_1, T_2 és T_3 hőmérsékleteit a *DTG* görbékkel összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy néhány kivételtől eltekintve a dilatométeres vizsgálat T_1 értéke, tehát a lágyulási hőmérséklet a *DTG* görbéken a bomlás hirtelen felgyorsulásának, a dilatométeres T_3 érték, tehát az újraszilárdulási hőmérséklet pedig a *DTG* görbe bomlási maximumának felel meg. Ezt figyelembe véve a *DTG* görbéken lágyulási hőmérsékletnek azt a hőmérsékletet tekinthetjük, amely a görbének az átlagos bomlássebességi vonallal való metszéspontjánál van, szilárdulási pontnak pedig a *DTG* görbe maximumának hőmérsékletét fogadhatjuk el. Ezeket a hőmérsékleteket a termogravimetriás görbére levetítve adatokat kaphatunk a *Damm*-féle kigázosodási szakaszokban távozó illó mennyiségéről, tehát az elő-, fő- és utókigázosodás mértékéről.

Igen érdekes összefüggés mutatkozik továbbá a dilatométeres vizsgálat $a + b$ értéke, tehát az expanzió és a *DTG* görbe maximumának nagysága között. Ha a *DTG* görbe maximumának %-okban kifejezett nagyságát a dilatométeres vizsgálat $a + b$ értékének függvényében ábrázoljuk, eléggé lineáris összefüggést kapunk. Ezen sem kell csodálkoznunk, mert hiszen a dilatométeres expanzió nagysága és a *DTG* görbe maximumának nagysága nyilvánvalóan ugyanazon tényezőtől, vagyis a plasztikus állapotban felszabaduló illó mennyiségétől függ. A *DTG* és a termogravimetriás görbe adatai alapján a felszabaduló illóról mennyiségi adatokat is kaphatunk.

Ha a *DTG* görbe maximumának %-okban kifejezett nagyságát a Roga-sülőszám függvényében ábrázoljuk, akkor a 65-ön felüli Roga-értékeken a *DTG* görbe maximumának hirtelen emelkedését figyelhetjük meg. A nagy Roga-szám *Grjaznov* elmélete értelmében nyilvánvalóan sok felszabaduló szabad vegyértéket jelent, mert hiszen ezeknek a szabad vegyértékeknek az összekapcsolódása folytán jön létre a jó sülőképesség. Sok szabad vegyérték a plasztikus állapotban viszont sok szelektív illó távozásakor jöhet létre. A hirtelen felszabaduló sok szelektív illó hatása viszont a *DTG* görbe maximumának nagyságában is megmutatkozik.

Az új automatikus regisztrálású készüléknek, a derivatográfnak további előnye, hogy a derivált termogravimetriás görbe felvételével egyidejűleg a differenciál termoanalízist is elvégezhetjük, mégpedig ugyanolyan kísérleti körülmények között, mint ahogyan a derivált görbe felvételét végezzük. A differenciál termoanalízis a szén hőbomlási folyamata közben felszabaduló, vagy pedig elhasználódó hőmennyiségekről ad tájékoztatást. Ezáltal további fontos adatokhoz juthatunk. A differenciál termoanalízis görbéje, minthogy a szénben a hőbomlás folyamán végbemenő változásokat rendszerint hőváltozás is kíséri, híven mutatja azokat a jellemző hőmérsékleteket, amelyeket a derivált termogravimetriás görbéből is leolvashatunk. A derivált termogravimetriával és a differenciál termoanalízissel, tehát két elvileg különböző módszerrel kapott azonos eredmény megnyugatathat bennünket az így meghatározott jellemző hőmérsékletek helyességéről.

A differenciál termoanalitikus görbéknek a derivált termogravimetriás görbékkel való összehasonlításából azt látjuk, hogy némely esetben a derivált termogravimetriás görbe maximuma hő-



5. ábra. Jól kokszolható Pennsylvániai fekete kőszén derivált görbéje

szinezet szempontjából kettős. Az első endoterm csúcsot a differenciál termoanalitikus görbén exoterm irányú miniumum, majd pedig ezt egy újabb endoterm csúcs követi. Ilyen jelenséget figyeltünk meg pl. egy jól kokszolódó komlói és egy pennsylvániai szén esetében (5. ábra).

Ez a megfigyelés jól egyezik *Grjaznov* elméletével, a szén hőbomlásának lépcsőzetes jellegéről. A hőbomlási folyamat ugyanis rendszerint endoterm, míg az új vegyületek képződése exoterm folyamat. Az említett esetekben azt látjuk a differenciál termoanalízis görbéből, hogy a bomlás megindul és ezzel kapcsolatban endoterm hatás mutatkozik. Ezt követőleg a felszabaduló vegyérték összekapcsolódása exoterm hőszínezetet hoz létre, majd az átmenetileg kapcsolódott vegyértékek bomlása újabb endoterm hatásként jelentkezik.

A *DTG* görbék jellemző hőmérsékleteit a termogravimetriás görbére levetítve üzemi szempontból is fontos mennyiségi adatokat kaphatunk az egyes szénféleségek termikus viselkedésére vonatkozólag.

A derivatográfos módszer, különösen az egyéb szénvizsgálati módszerek adataival kiegészítve ipari szempontból is értékes adatokat nyújt a szenek üzemi kemencékben vagy generátorokban való viselkedéséről. Az extrahált, vagy más módon előkezelt szenek derivatográfos vizsgálata pedig a szén szerkezetére vonatkozó ismereteinket is nagymértékben kiszélesítheti.

IRODALOM

[1] *Erdey L., Paulik F., Paulik J.:* M. Tud. Akad. Kém. Oszt. Közl. 1955. 7. 55—89. o.
[2] *Paulik F., Paulik J., Erdey L.:* Zeitschr. f. anal. Chem. 1958. 160. 4. sz. 241—252. o.
[3] *Mackovszky M. T.:* Brennstoff Chemie 1949. 30. sz. 40—60. o.
[4] *Sztadnikov G. L.:* Himija kokszovüh uglej. Moszkva—Leningrad, 1934.
[5] *Fuchs W., Sandhoff A. G.:* Ind. Eng. Chem. 1942. 34. 5. sz. 567—571. o.
[6] *Sapiro M. D.:* Koksz i himija 1957. 6. sz. 16—20. o.
[7] *Kusztov V. F.:* Koksz i himija 1957. 8. sz. 18—20. o
[8] *Aronov Sz. G.:* Zsurnal prikladnoj himii 1952. 25. sz. 927—935. o.
[9] *Grjaznov N. Sz.:* Koksz i himija 1957. 7. sz. 16—24. o.
[10] *Paulik F., Weltner M.:* Acta Chimica Ac. Sci. Hung. 1958. 16. Fasc. 2. 159—184. o.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Július

1. 45 éve (1914) nyílt meg a 81,3 km hosszú *Panama-csatorna* a kereskedelmi forgalom számára.
2. 110 éve (1849) halt meg *Gábor Áron* a magyar szabadságharc híres ágyúöntője (szül. 1814).
2. 30 éve (1929) indult meg a *villamosított fogaskerekű vasút* a Svábhegyre (mai Szabadsághegyre).
4. 25 éve (1934) halt meg *Marie Curie* (M. Slodowska) lengyel származású fizikus (szül. 1867), aki férjével 1898-ban felfedezte a rádiumot.
4. 85 éve (1874) indult meg a *gőzüzemű fogaskerekű vasút*, Európa egyik legrégibb ilyen jellegű vasútja, a Svábhegyre (mai Szabadsághegyre).
10. 90 éve (1869) született *Kandó Kálmán* magyar mérnök (megh. 1931) a vasút villamosításának úttörője.
21. 115 éve (1844. júl. 17) született és 45 éve (1914) halt meg *Wartha Vince* magyar vegyész, a természettudományok XIX. századi felvirágoztatásának egyik jeles magyar harcosa.
22. 130 éve (1829) született *Preysz Mór* magyar vegyész (megh. 1877) a „pasztörizálás" magyar feltalálója.
23. 110 éve (1849) határozta meg *Hyppolite Louis Fizeau* francia fizikus (1819—1896), a fény sebességét.
25. 85 éve (1874) született *Lebegyev, Sz. V.* orosz tudós (megh. 1934) a szintetikus kaucsuk feltalálója.
25. 50 éve (1909) repülte át *Louis Bleriot* francia repülő (1872—1936) a La Manche csatornát (41 km 21 perc 41 mp alatt).
25. 40 éve (1919) halt meg *Kauser József* építész (szül. 1848) az Engels téri kút és sok fővárosi épület tervezője.
26. 50 éve (1909) halt meg *Schenek István* a magyar bánya-, kohó- és erdőmérnöki főiskola tanára (szül. 1830), a Schenek—Farbaky-féle akkumulátor egyik feltalálója.
30. 70 éve (1889) indult meg az első villamosvasúti vonalon (BVVV) a forgalom a Stáció utca (Baross utca) és az Orczy tér között.

Az eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatást ad Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336—307.

Germánium és gallium szénfeldolgozási melléktermékekből történő előállításának hazai lehetőségei[1]

Dr. TAKÁCS PÁL, HORVÁTH ALBERT, NÁDASY MIKLÓS[2]

D. K. 669.783.48 : 669.871.48

Возможности извлечения германия и галлия из побочных продуктов переработки угля

Einheimische Herstellungsmöglichkeiten von Germanium und Gallium aus den Nebenprodukten der Kohlenaufarbeitung

The home possibilities for producing germanium and gallium of the by-products recovered from working up coals

A magyarországi fekete- és barnakőszénszenek — a külföldi kőszenekhez hasonlóan — számos ritkafémet tartalmaznak. Ezek közül újabban a germánium és gallium előállítása került előtérbe. A germánium már ma is nélkülözhetetlen ipari nyersanyag, de a gallium fontossága is mindinkább nő.

A második világháború alatt, de főleg a háború után terjedtek el a germánium alapanyagú diódák és tranzisztorok a híradástechnikában és a germánium-egyenirányítók az elektromos iparban. A növekvő szükségletet a természetes előfordulású germánium ércek mind kevésbé tudják biztosítani, ezért új nyersanyagforrások felkutatása vált szükségessé. Hasonló a helyzet a gallium nyersanyagbázisa terén is. A világszerte fokozott erővel folytatott kutatás eredményeképpen ismertté vált, hogy mind a germánium, mind a gallium természetes érceiken kívül színesfémkohászati melléktermékekben és a kőszenek termikus feldolgozásakor keletkező termékekben is fellelhetők és azokban bizonyos mértékű koncentrálódást mutatnak [1], [2].

Jelen közlemény keretében a szénbázison alapuló germánium-előállítás hazai lehetőségével kívánunk foglalkozni.

A hazai szénbázis ismertetése

Ismeretes, hogy a magyar szenek közül a szóbanforgó két nyomelemben a mecseki liasz szeneink és a borsodi barnakőszenek a leggazdagabbak [3]. E szénvidékek néhány aknájának (hamura vonatkozó) átlagos Ge-, illetve Ga-tartalmáról az 1. táblázat tájékoztat. Természetesen egyes kiemelkedő minőségű teleprészek germániumtartalma az átlagnál nagyobb ; így a komlói szenek között találunk több ezred % GeO_2-tartalmú és század % galliumoxid-tartalmú teleprészeket is. Általában a kisebb hamutartalmú szénféleségek gazdagabbak Ge-ban és Ga-ban, de a fémkoncentráció ezekben sem éri el a gazdaságos kinyerés határát, nem is beszélve arról, hogy a nyomelemekben dúsabb telepek szenének a germánium- és galliumkinyerés szempontjából kedvező különlegesen kis hőfokú hamvasztása energetikailag sem engedhető meg.

1. táblázat

Egyes hazai szénféleségek hamujának átlagos ritkafém-tartalma

Bányavidék	Akna	Hamu%	GeO_2%	Ga_2O_3%
Komló	Anna	30,0	0,0032	0,0088
Komló	Kossuth	28,0	0,0006	0,0064
Komló	Béta	32,0	0,0012	0,0060
Pécs	Vasas	34,0	0,0008	0,0084
Borsod	Baross	17,0	0,002	0,002

Mivel vizsgálataink szerint a germánium a szénben organikus anyaghoz kötött állapotban van jelen és csak a hamvasztás során kerül a salakba, kísérleteket végeztünk annak megállapítására, hogy a komlói szén mosásával, azaz a meddőrészek leválasztásával a kisebb hamutartalmú frakciókban a hamu germániumtartalma hogyan nő. A vizsgálati adatokat a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

A germániumtartalom változása a fajsúlyfrakciók hamujában

Fajsúlyfrakció	GeO_2%
Eredeti szén	0,008
<1,30	0,043
1,30—1,35	0,025
1,35—1,40	0,0081
1,40—1,50	0,0039
1,50 felett	0,0001

Bár, mint a táblázatból látható, a legkisebb fajsúlyfrakciókban jelentős GeO_2-dúsulás észlelhető, e frakciók mint germánium és gallium nyersanyagok a gyakorlatban mégsem jöhetnek számításba, mivel éppen ezek a kokszolható szén legjobb minőségű részei.

Miután — mint az eddigiekből következik — a GeO_2 nyersanyagként a szén eredeti alakjában nem jöhet tekintetbe, a kutatást a továbbiakban a szénfeldolgozás során keletkező melléktermékekre terjesztettük ki. A következőkben röviden összefoglaljuk a szóbanforgó nyomelemek viselkedését a szénfeldolgozás folyamán.

A germánium és gallium viselkedése a szén termikus feldolgozása során

A szén termikus feldolgozásakor a germánium nagyrésze és a gallium egy része illó vegyületek alakjában különböző melléktermékekbe kerül. Különösen elősegíti a redukáló körülmények biztо-

[1] Az Országos Kokszolható Szén- és Kokszvegyészeti Konferencián (Balatonszéplak, 1958. IX. 13—19) tartott előadás.

[2] Nehézvegyipari Kutató Intézet, Veszprém.

sítása a germánium vándorlását, mivel a kétvegyértékű germániumvegyületek (GeO, GeS) a négyvegyértékűeknél jóval illékonyabbak. A germániumnak a melléktermékekbe való átvándorlása egyúttal természetesen koncentrációnövekedést is okoz. A szénhamuban levő ezredszázalékos koncentráció pl. a kátrány, valamint a gázvíz hamujában általában tizedszázalékra, sőt extrém esetben egész százalékra is növekedhet, ami a eredeti koncentrációhoz képest két nagyságrendnyi dúsulást jelent.

A germániumtartalom alakulása (változása) szempontjából alapvető különbség mutatkozik aszerint, hogy a szenet száraz lepárlásnak, vagy teljes elgázosításnak vetettük-e alá [4]. A germánium-eloszlás összehasonlítását a 3. táblázat tartalmazza.

Az adatokból kitűnik, hogy a szén száraz lepárlása során a germánium jelentős része a kokszban marad és csak kisebb része távozik gázárammal az illótermékekbe. A szén elgázosításakor viszont a generátorban visszamaradó salakfeldolgozás szempontjából már csak elenyészően jelentéktelen mennyiségű germániumot tartalmaz, mert így annak főtömege az illótermékekbe jutott. Azt, hogy ezek közül a fő germániumhordozó a kátrány lesz-e, vagy a gázvíz, a melléktermékek leválasztásának módja határozza meg. Ezzel kapcsolatos adatgyűjtésünkből egy azonos széntípust (borsodi generátorszenet) feldolgozó, de eltérő kondenzációval rendelkező három generátorüzem adatait közöljük (4. táblázat).

A táblázat adataiból látható, hogy ha a kátrányt a lepárlási termékekből a gáz harmatpontja felett elektrosztatikus úton választjuk le, a germánium nagyrésze a kátrányba jut, ha azonban a lepárlási terméket és köztük a kátrányt hűtéssel választjuk le, a germánium főtömege a gázvízbe kerül.

A kátránytermékeken belül a legkönnyebben leváló (nehéz vagy pernyés) kátrányok hamujának germániumtartalma az elektrosztatikusan leválasztott kátrány germániumtartalmánál általában kisebb ugyan, de a termékek nagyobb hamutartalmuknál fogva könnyebben hamvaszthatók és így továbbfeldolgozásra aránylag könnyebben hozzáférhető nyersanyagot adnak.

3. táblázat

Lepárlás, illetve gázosítás során nyert termékek GeO_2-tartalmának megoszlása

Pécsi Kokszmű generátorüzeme		Dunai Vasmű lepárló üzeme	
Szénnel bevitt GeO_2	% 100		% 100
Ebből jutott		Ebből jutott	
generátorsalakba	—	kokszba	95
nehézkátrányba	2	nehézkátrányba	2
kátrányba	95	kátrányba ...	3
gázvízbe	3	gázvízbe	—

4. táblázat

A termékleválasztás hatása a szénfeldolgozási melléktermékek hamujának GeO_2-tartalmára

Üzem megnevezése	Lenin Kohászati Művek	Ózdi Kohászati Üzemek	Csepel Vas- és Fémmű
Termékleválasztás módja	hűtés	mechanikus	elektrosztatikus
Hamutartalom %			
szén	24,9	26,68	16,7
nehézkátrány	3,91	8,21	4,10
kátrány	1,91	0,46	1,40
gázvíz	0,009	0,004	0,013
Hamu GeO_2-tartalma, %			
szén	0,004	0,004	0,0026
nehézkátrány	0,04	0,01	0,05
kátrány	0,11	0,075	0,28
gázvíz	0,41	0,05	0,03
GeO_2 %-os megoszlása a termékekben			
nehézkátrány	7,1	7,9	13,9
kátrány	19,7	55,5	77,8
gázvíz	73,2	36,6	8,3

A szénfeldolgozás germánium és galliumtartalmú melléktermékeinek feldolgozási lehetőségei

Germánium, illetve galliumgyártásra a szénfeldolgozás melléktermékei közül külföldön elsősorban a kokszgenerátorüzemek szállóporainak hamuját használják fel. Mivel a magyar generátorüzemek elenyésző mennyiségben használnak fel kokszot, hazai nyersanyagbázist csak a szénelgázosítás (illetve esetleg kisebb mértékben a szénlepárlás) termékei jelenthetnek. A hazai szénfeldolgozó üzemek illó termékei, mint azt a fontosabb generátortelepek adatait összefoglaló 5. táblázat, ill. a Dunai Vasmű nyomelem-kataszteri felvételét tartalmazó 6. táblázat mutatja, valóban jelentős mennyiségű germániumot és galliumot tartalmaznak. Ezeknek a nyersanyagoknak felhasználását azonban az korlátozza, hogy egyrészük értékes vegyipari alapanyag, mely a germánium és gallium kinyerése kedvéért, a kinyerés jelenlegi technológiájában megkövetelt előzetes hamvasztással nem semmisíthető meg. Ezért vagy csak azok a szénfeldolgozási melléktermékek használhatók fel, melyek vegyi feldolgozásra már nem alkalmasak, vagy előzőleg a nyomelemeket oly módon kell kinyerni a melléktermékekből, hogy azok továbbfeldolgozásra alkalmasak maradjanak.

A szénfeldolgozási termékek közül Ge és Ga-kinyerés szemontjából e megfontolások alapján legkézenfekvőbb a pernyés generátorkátrányok felhasználása, mert e termékek jelentős hamutartalmuknál fogva könnyen hamvaszthatók és hulladék voltuknál fogva elhamvasztásuk értékveszteséget nem jelent. E termékek hazai feldol-

5. táblázat

A feldolgozott szén, valamint a belőle nyert kátrány és gázvíz germánium- és galliumtartalma néhány magyar szénfeldolgozó üzemben

Üzem	Pécsi Kokszművek	Csepel Vas- és Fémmű	Budapesti Gáz- és Kokszmű	Vörös Csillag Traktorgyár	Sajószentpéteri Üveggyár	Lenin Kohászati Művek
Termékleválasztás módja	Elektrosztatikus	Elektrosztatikus	Elektrosztatikus	Mechanikus	Hűtés	Hűtés
Felhasznált szén	Komlói	Borsodi	Tatai eocén	Kisterenyei	Berentei oszt.	Borsodi
A szénből:						
Hamutartalom, %	50,0	16,7	13,3	33,5	33,5	24,9
Hamu GeO_2-tart., %	0,0002	0,0026	0,008	<0,004	<0,004	<0,004
Hamu Ga_2O_3-tart. %	0,01	0,0026	0,0088	0,0041	0,011	0,001
A kátrányból:						
Hamutartalom, %	1,5	1,5	0,26	0,6	0,21	1,01
Hamu GeO_2 tart., %	0,35	0,28	0,31	0,26	0,50	0,11
Hamu Ga_2O_3 tart., %	0,60	0,08	0,38	0,39	0,25	0,22
A gázvízből:						
Szárazanyagtartalom, g/l	1,8	3,4	7,1	5,0	6,3	8,0
Szárazanyag hamutart., g/l	6,0	3,8	1,14	6,4	2,63	11,6
Hamu GeO_2 tart., %	0,008	0,03	0,02	0,11	0,61	0,41
Hamu Ga_2O_3 tart., %	0,04	0,035	0,011			0,23

6. táblázat

A Dunai Vasmű nyersanyagainak és termékeinek germánium adatai

Az üzembe bemenő szenek adatai	Nedv.%	Hamu%	Hamu GeO_2 %
Pécsi szén	0,37	22,7	0,0013
Komlói szén	0,75	24,3	0,0021
Import kokszkőszén	1,55	9,4	0,0056
Mosómű			
Mosott szén	1,10	10,0	0,0052
Flotátum	0,56	13,6	0,0024
Kokszoló			
Kohókoksz	1,7	13,75	0,0067
Kokszdió	0,67	13,57	0,0032
Kokszdara	1,11	14,69	0,0064
Vegyigyár			
Pernyés kátrány	10,5	9,7	0,075
Elex-kátrány	19,1	0,47	0,20
Gázvíz			0,2 gamma/ml
Nagyolvasztó			
Szálló por	—	91,7	0,0057
Dorr-iszap	—	80	0,001

gozására a Távközlési Kutató Intézet javaslatot is tett, mely javaslat alapján az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. kísérleti üzemet létesített [6].

A generátorüzemek pernyés kátrányai azonban a melléktermékek germániumtartalmának csak egy részét képviselik és csekély germániumkoncentrációjuk folytán feldolgozásuk költséges. Jelentősebb germániumforrást jelentenek a kátrányleválasztókból nyert kátrányok és gázvizek. Ezek közül aránylag egyszerű feldolgozási lehetőséget nyújtanak a diósgyőri generátortelepek gázvizei, melyeket pirokatechin kinyerés céljából amúgyis feldolgoznak.

A pirokatechingyártás céljából e gázvizeket eredeti térfogatuk 1/17-ed részére sűritik be és az így nyert sürítményből éterrel kivonják a difenolokat. E művelet folyamán a gázvíz germániumtartalmának egy része a vizes fázisban marad vissza, míg a kisebb része az éteres extraktumba kerül. A vizes fázis továbbsűrítése, majd a sürítmény elhamvasztása után olyan hamutermékhez jutunk, melynek GeO_2-tartalma 0,5—1,0%. Az éteres extraktum frakcionált desztillációja után visszamaradó pirokatechinszurok hamvasztva ugyancsak még feldolgozásra érdemes koncentrációban (0,2—0,3%) tartalmaz GeO_2-t.

A diósgyőri gázvízfeldolgozás hulladékanyagait az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. — eredetileg pernyés kátrány feldolgozására készült — kísérleti üzemében a Nehézvegyipari Kutató Intézet javaslata szerint dolgozza fel [5]. E kísérleti üzemben a hamvasztást kis (600—700 C°) hőmérsékleten étazs-kemencében végzik. A kapott hamut (lúgos ömlesztéssel való feltárás után) zománcozott duplikátorban azeotrop sósavval forralják, mikoris a GeO_2 60—70%-a azeotrop sósavval együtt $GeCl_4$ alakjába átdesztillál. Az oldat ismételt frakcionált desztillációval annyira dúsítható, hogy a germániumtetraklorid a vizes fázistól elválasztható. Az így kapott $GeCl_4$ azután rézforgácsról való ismételt diesztillálás útján annyira tisztítható, hogy belőle hidrolízis után egykristálygyártásra alkalmas GeO_2 nyerhető.

A hamu galliumtartalma galliumtriklorid alakjában a desztilláció anyalúgjában marad és abból éteres extrakcióval kivonható.

A vázolt módszerrel kátrányhamuk is feldolgozhatók, de a közvetlen elhamvasztásra természetesen csak a hulladékanyagnak tekinthető pernyés kátrányok jöhetnek számításba.

Vizsgálataink szerint, bár elég költséges, de járható útnak mutatkozott a kátrány olyan feldolgozása is, melyszerint azt a szurokállagon túlmenően kokszig desztilláltuk és az így kapott kátránykokszot elhamvasztva nyertünk germániumtartalmú hamut. E módszerrel a kátrány szerves anyagának egyrésze fűtőolajként hasznosítható, de a szervesanyag egy másik jelentős része értékesítés szempontjából elvész.

Kísérleteket folytatunk olyan módszer kidolgozására, mely lehetővé teszi, hogy a germániumkinyerés mellett a kátrány értékében ne csökkenjen és továbbfeldolgozása biztosítható legyen. Megállapítottuk, hogy barnakőszénkátrányokból a germánium kinyerése a kátrányok pirokatechin-tartalmának kivonásával összekapcsolható.

A barnaszén-generátorkátrányok és gázvizek azonban korántsem fedezik a várható hazai GeO_2-szükségletet. Ezért nagyjelentőségű lenne a feketekőszénfeldolgozás melléktermékeinek felhasználása is erre a célra. Különösen értékeseknek gondoltuk ebből a szempontból a Dunai Vasmű kokszolójának hulladékait, hiszen mint azt a 6. táblázat adatai mutatják, a kokszolóban felhasznált alapszenek germániumtartalma általában igen jelentős. Sajnos, a kokszolás folyamán e germániumtartalomnak legnagyobb része a kokszban marad és csak kb. 5—10%-a kerül át a pernyés, illetve az elektrosztatikusan leválasztott kátrányba, a gázvíz pedig GeO_2-ot nem tartalmaz.

A kokszban maradt igen tekintélyes mennyiségű germánium további sorsát teljesen egyértelműen pillanatnyilag nem ismerjük. A nagyolvasztóból a torokgázzal távozó szállóporoknak az a része, melyek az elektrosztatikus porleválasztó előtt válnak le, tartalmaznak ugyan a kokszhamuéval közel azonos koncentrációjú germániumot, de dúsulást e téren nem észleltek. Véleményünk szerint a koksszal a nagyolvasztóba került germánium nagyrésze valószínűleg a nyersvasban marad vissza.

A hazai feketekőszénfeldolgozás termékei közül germániumnyersanyagként tehát jelenlegi ismereteink szerint csak a pernyés kátrány jöhet számításba, bár ennek mennyisége nem nagy és nyomelemkoncentrációja is — a generátor szállóporok és nehézkátrányok koncentrációjához hasonlóan — elég kicsiny. A különböző típusú szálló porok és pernyés kátrányok együttesen azonban már érdemleges mennyiséget képviselnek, melyek gazdaságos feldolgozásával szükséges és érdemes foglalkozni. Feldolgozáshoz e termékek germániumkoncentrációját — a kis koncentrációjú germániumércek feldolgozásának külföldi analógiájára [7] — célszerű előzetesen növelni, pl. oly módon, hogy e hulladékokat kokszosítjuk és a nyert kokszot újólag elgázosítva a másodlagosan kapott, immár germániumban dúsult melléktermékeket dolgozzuk fel germániumra és galliumra [4].

Összefoglalás

Ismertettük a hazai szenekben előforduló ritkafémek közül a germánium és gallium viselkedését a szénfeldolgozás folyamán és e fémeknek a szénfeldolgozási melléktermékekből való kinyerésének lehetőségeit. A különböző nyersanyagokra vonatkozó említett eljárások közül egyesek kísérleti üzemben már megoldást nyertek, mások még a félüzemi kísérletek stádiumában vannak.

A hazai ritkafém — elsősorban a germánium — szükséglet fedezésére a Nehézvegyipari Kutató Intézet az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt-vel együttműködve széleskörű kutatómunkát folytat. Ennek keretében egyrészt a nyersanyagbázis teljes feltárásával és a feldolgozási technológiák kialakításával foglalkozik, másrészt előkészíti egy, a hazai szénfeldolgozási melléktermékek komplex feldolgozásán alapuló kísérleti üzem létesítését.

IRODALOM

[1] *Inagaki—Oikawa* stb.: Kutatások a szénben levő germániummal kapcsolatban. — Journal of the Coal Research Institute of Japan *5*, 359—366 (1954).

[2] *Powell, A. K.:* Germanium and Gallium, and their applications. — Nature, *174*, 627—629 (1954).

[3] *Szádeczky—Kardoss:* Geokémia. — Akadémiai Könyvkiadó (1955).

[4] „Eljárás széntartalmú anyagok, különösen kőszén germániumtartalmának kinyerésére". 145.556 sz. magyar szabadalom (1958).

[5] *Horváth A.—Nádasy M.—Major Gy.—dr. Takács P.:* Laboratóriumi és üzemi kísérletek germániumdioxid pirokatechingyártási hulladékból történő előállítására. Magyar Kémikusok Lapja, *XIV*. 14—17. (1959).

[6] *Dr. Sz. Gy.:* Germánium készítése hazai nyersanyagokból. Technika, *II*, 2. sz. (1958).

[7] *de Cleene, P. B.:* Le Germanium, métal Industriel. L'onde Électryque *XXVII*. 701—722. (1957).

KERPELY KÁLMÁN

Megilletődéssel vettük a szomorú hírt, hogy kohászati tudományunk egyik közmegbecsülésben álló tagja, okleveles vaskohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, Egyesületünknek 40 év óta tagja, élete 65. évében rövid szenvedés után július hó 1-én meghalt.

A Vasipari Kutató Intézet 10 éve

Az 1949. április 23-án kelt 3600 számú Korm. rendelet több más intézet között a *Vasipari Kutató Intézet létesítését is elrendelte. Gillemot László* egyetemi tanár, akadémiai levelező tag, az akkor már működő *Alumínium- és Könnyűfém Kutató Intézet igazgatója kapott megbízást* az újonnan alapított Intézet megszervezésére és abban a munka megindítására. *Május 1-i* hatállyal kezdődött meg az Intézet első munkatársainak kinevezése. Ennek megfelelően a Korm. rendelet keltét kell a *Vasipari Kutató Intézet születésenapjának* tekinteni, 1949. május elsejét pedig a működése kezdőpontjának.

Eleinte az Intézet természetesen csak ideiglenes elhelyezéshez juthatott. Központja a Honvéd utca 16. sz. épület helyiségeiben működött, a kísérleti üzeme pedig részben a Műegyetem néhány tanszékén, üzemi laboratóriumokban, valamint üzemi termelő berendezésekben indult meg.

A Népgazdasági Tanács még 1949 őszén határozatot hozott, hogy a *Vasipari*, valamint *Alumínium- és Könnyűfémipari Kutató Intézet részére új épületet kell építeni*, lehetőleg a főváros egyik ipari negyedében. A tervek elkészítése, a szükséges építési és felszerelési hitel biztosítása után az építkezés 1950 nyarán, a Fehérvári út 130—144. sz. telken megkezdődött. 1951 tavaszán az épület annyira elkészült, hogy az Intézet dolgozói május 25-ével kezdődően már az új épületben tölthették munkaidejüket. A nyár folyamán a helyszínen irányították és végezték az időközben már beérkezett gépek és egyéb berendezések szerelését, üzemképessé tételét. Amikor 1951. szeptember 1-én a két intézet épületét ünnepélyesen felavatták, a két intézet már működésre képes volt.

A beköltözéskor az Intézet létszáma már megközelítette a 150 főt. A munkaterületét meghatározó intézkedéseknek megfelelően metallurgiai, öntödei, hegesztési, forgácsolási, anyagvizsgáló és vegyészeti osztályra tagozódott. A metallurgiai osztálynak három csoportja volt, ezek egyike az ércelőkészítéssel, nyersvasgyártással és ferroötvözetek gyártásával, a második az acélgyártással, a harmadik pedig porkohászattal foglalkozott.

Ezeken a kutató osztályokon kívül kiépült az igazgatási, pénzügyi és személyzeti feladatokat ellátó szervezet is. Kezdettől fogva működött az *Intézetben az MDP helyi pártszervezete*. Állandóan segítette az Intézet vezetőségét a célkitűzések megvalósításában, az Intézet dolgozóinak öntudatos, tudományos dolgozókká való kiművelésében és a szervezési feladatoknak a népgazdaság érdekében leghelyesebbnek látszó megoldásában. Az üzemfenntartási osztálynak feladata az egyes berendezések karbantartása, elsősorban azonban a kutató osztályok igényeinek kielégítése főként a készülékek építésében.

Néhány hónappal az új épület elfoglalása után 1951 novemberében Korm. határozat rendelte el a *Vasipari Kutató Intézet Forgácsolási Osztályának leválasztását* az Intézet szervezetéből, hogy magja legyen az újonnan alapított *Gépipari Technológiai Intézetnek*. A Vasipari Kutató Intézet a Forgácsolási Osztály munkatársain kívül az új intézetnek átadta a teljes forgácsoló-gépparkját, úgy, hogy a következő időben a szükséges forgácsolási munkákat, főként próbatestek gyártását idegen üzemekben bérmunkában kellett elvégeztetnie.

A Gépipari Technológiai Intézet számára kezdettől fogva külön elhelyezés volt szánva, különböző okokból azonban a *Gépipari Technológiai Intézetnek* a Vasipari Kutató Intézet helyiségeiből való elköltözése elmaradt, úgy, hogy fennállása egész idejében a *Vasipari Kutató Intézet épületében működött*. A Gépipari Technológiai Intézet létszáma rövid idő alatt a Vasipari Kutató Intézettől átvett létszámnak többszörösére duzzadt, aminek következményeképpen, mindkét intézet elhelyezése eléggé zsúfolttá vált. A két intézet helyiségeit egymástól különválasztani sem lehetett, ami a rend fenntartását eléggé nehezítette és súrlódásokra is vezetett.

Gillemot László, az Intézet szervezője 1952. december 1-ig igazgatója is maradt, vezetése alatt alakult ki az Intézet szervezete, amely az időközi változások ellenére nagy vonalakban ma is megvan; ugyanakkor kialakult a kutatómunka rendje is.

1952 őszén a Minisztertanács *Verő Józsefet* nevezte ki az Intézet igazgatójává. Még 1952-ben megkezdődött a nagynak látszó Metallurgiai osztálynak három önálló osztállyá való felosztása, mégpedig Ércelőkészítő és Nyersvasgyártó, Acélmetallurgiai, valamint Porkohászati osztállyá. Az átszervezéshez szükséges osztályvezetői létszámkeret hiánya miatt a végrehajtás csak fokozatos volt és alaki szempontból 1955-ben fejeződött be.

1955 áprilisában kormányhatározat elrendelte *a Gépipari Technológiai Intézet önállóságának megszüntetését* és a *Vasipari Kutató Intézetbe való beolvasztását*. Az újabb átszervezés előkészítése és végrehajtása néhány hónapig tartott, lényegében 1955 júliusában fejeződött be. A Gépipari Technológiai Intézet osztályai közül csak a Forgácsolási osztály maradt meg. Az egész intézet ugyanakkor Kohászati és Gépészeti főosztályra oszlott, mindegyiknek négy osztálya volt. A Kohászati főosztály élén *Szele Mihály*, a Gépészeti főosztályén pedig *Besnyő László* igazgatóhelyettes állott. 1956 augusztusában *Besnyő László* távozása után a két főosztályra való tagozódás megszűnt.

Az 1956 októberi eseményeket az Intézet alkalmazottjai tudományos dolgozókhoz illő módon fogadták, az Intézetben senki ellen sem indult hajsza, a felszereléseket károsodás nélkül megőriztük, sőt mihelyt a közlekedés lehetővé tette, a munka is megindult. A kísérleti munkát az áramkorlátozások miatt csak fokozatosan lehetett elkezdeni úgy, hogy 1957 márciusától kezdve dolgozik az Intézet megint teljes üzemmel.

1957 júniusában a Kohó- és Gépipari Minisztérium kollégiuma határozatot hozott, hogy a Forgácsolási osztályt a felszerelésével együtt, a *Szerszámgépfejlesztő Intézetnek kell átadni*. Az osztály gépeinek, műszereinek és dolgozóinak átadása a határozat alapján augusztus végéig meg is történt, de az osztálynak kerámikus csoportja — a munkájához szükséges legfontosabb felszereléssel együtt — továbbra is az Intézetben maradt. Ez a kerámikus forgácsoló lapkák fejlesztésével és minősítésével foglalkozó osztálynál lényegesen kisebb csoport 1958 januárja óta a Porkohászati osztály keretébe tartozik. Ez idő szerint az Intézetnek tehát Ércelőkészítő és Nyersvasgyártó, Acélmetallurgiai, Porkohászati, Öntödei, Hegesztési, Anyagvizsgáló és Vegyészeti kutató osztálya van.

Működésének első 10 évében az Intézet elég sok szervezeti változáson ment keresztül. A felsorolt változásokhoz még hozzá kell számítani, hogy ezalatt a tíz év alatt az Intézet főhatósága is többször cserélődött, ami mindannyiszor változást jelentett az Intézet munkájának irányításában is. A dolgok természeténél fogva nem maradhattak hatástalanok az Intézet munkájára azok a változások sem, amelyek az elmúlt 10 évben az ország gazdasági vezetésében bekövetkeztek. A sok esemény az Intézetet az eredményes tudományos kutató munka lényeges előfeltételétől, az állandóságtól és a nyugalomtól eléggé megfosztotta. Az állandóság — a hosszú időn át érvényes célkitűzés — azért szükséges és lényeges, mert egy-egy feladat kutatásának megkezdésétől az eredmények ipari megvalósításáig egy év rendszerint nem elég, metallurgiai, vaskohászati feladatokra 3—4, esetleg még több évet kell számítani. A nyugalom, a munkakörülmények zavartalansága azért kell, mert a kutatás ismerten elmélyedést kívánó munka.

Az Intézet első 10 évének külső története olyan mozzanatokat tár fel, amelyek nem kedveztek a kutatómunkának. A belső történet — az Intézet kutatómunkájának menete — szintén nem szűkölködik nehézségekben és akadályokban. *Eredmények a nehézségek közepette is születtek, azokról az Intézet munkatársai már eddig is a legkülönfélébb helyen adtak s a közeljövőben a*

Kohászati Lapokban megjelenő tanulmányaikban adnak képet.

A munka eredményességének külső jeleként azt a jelentős számú kormánykitüntetést említhetjük, amelyben az Intézet dolgozói a 10 év folyamán részesültek. Két dolgozónk a tudományos munkával elérhető legnagyobb kitüntetést is megkapta; Zorkóczy Béla a műszaki tudományok kandidátusa, a hegesztés technikájának fejlesztése terén végzett munkájáért 1956-ban, Nagy Endre pedig, a híradástechnikai különleges ötvözetek gyártástechnológiájának kidolgozásáért 1957-ben részesült Kossuth-díjban. Az elismerést annak jeléül tekinthetjük, hogy a Vasipari Kutató Intézet már az első 10 évben helyes úton indult el és eredményesen dolgozott, de azt is látnunk kell, hogy országunk vezetői értékelik és méltányolják a népgazdaság fejlesztése érdekében végzett jó munkát.

Minden kezdet nehéz, elég nehéz volt a Vasipari Kutató Intézet első 10 éve is. Visszatekintve a nehézségekre, és számításba véve azokat a tapasztalatokat, amelyeket ebben a 10 évben az Intézetet irányító főhatóságok és az Intézet dolgozói is szereztek, bízhatunk abban, hogy a második 10 év jobb, eredményesebb és talán könnyebb is lesz. *Verő József*

Könyvismertetés

V. M. Sljangyin : **Az automatika és telemechanika elemei.** Műszaki kiadó, Bp. 1958. Fordította: Csáki Frigyes és Vámos Tibor. Szöveget ellenőrizte: Frigyes Andor. Egyetemi nyomda.

Mint minden új tudományágnak, úgy az automatikának és telemechanikának is az irodalma hazánkban elég szegényes. Ezért különösen értékes ez az 1958. decemberében megjelent igen szép kivitelű és szakmai szempontból rendkívül értékes könyv. A magyar nyelvű műszaki irodalom *Petrov, Hornauer, Csordás—Jánoky—Orbán* ilyen témakörben nem sokkal korábban kiadott könyvei után ezzel az új művel komoly érték birtokába jutott. Bár a könyv repülő műszeripari technikumok tankönyveként lett kiadva, de az ipar bármely területén, ahol az automatika és telemechanika szóbajöhet, szakemberek, technikusok és mérnökök egyaránt eredményesen használhatják.

A könyv a modern technikában felhasználást nyert és nyerhető automatika és telemechanika villamos elemeit tárgyalja. Benne megtalálhatók az alapvető elméleti összefüggések, amelyek szükségesek mérő és szabályzó műszerek, automatikus berendezések egyszerűbb számításaihoz. Ezen kívül egy egész sor konkrét számítási példát tartalmaz, adatokkal együtt.

A szerző gondosan ügyelt arra, hogy a könyv felépítésekor az egyszerűbbtől haladjon a bonyolult felé és ezt e nem egyszerű feladatot jól oldotta meg. *A könyv tíz fejezetből áll.*

Az első fejezetben a villamos mérések főbb módszereit és kapcsolásait tárgyalja. E fejeztben különösen értékes az, hogy a szerző a szerteágazó, nehezen áttekinthető mérési módszereket úgy tudta egy csokorba összefogni, hogy valamely problémára a megoldást a szakember igen könnyen tudja a könyv segítségével megtalálni és egyúttal a megvalósításhoz szükséges egyes számításokat is egyszerűen el tudja végezni.

A második fejezet a nem villamos mennyiségek villamos jelekre való átalakításának főbb módjait ismerteti. Ez a téma különös jelentőséggel bír iparunk automatizálása terén, ugyanis sok esetben az egyes folyamatok automatizálása éppen azért nem valósítható meg, mert nem tudjuk az egyes paraméterek megfelelő átalakítását megvalósítani. A fejezet konkrétan az ellenállásos, induktív, kapacitív, hővillamos és fényvillamos eljárásokat tárgyalja, minden módszernél több variációt vetve fel.

A hramadik fejezet a különböző típusú relék ismertetését foglalja magában. A fejezet a relék mind három alapvető — elektromágneses, elektronikus és tirátronos — típusok részletesen ismerteti bőséges számítási példákkal, aminek — azok egyszerűsége miatt — különösen az üzemi szakemberek vehetik hasznát.

A negyedik fejezet villamos távátvitel, *az ötödik fejezet* villamos jelátalakítók, *a nyolcadik fejezet* önműködő szabályzók és követő rendszerek, *a kilencedik fejezet* távirányítás elemei témakörei nem annyira részletességük, mint inkább a levezetett elméleti összefüggések újszerűsége és a gyakorlatban sok helyen felhasználható példák ismertetése miatt értékesek.

A hatodik fejezetben a szerző a villamos hajtás témájával foglalkozik. Ez a fejezet a szakembereknek nem sok újat mond, inkább összefoglalásnak lehet tekinteni.

A hetedik fejezetben tárgyalt villamos számológépek elemei tárgykör a probléma általában új volta és az ezen a téren rendkívül szegény irodalom miatt értékes. Ebben a fejezetben érződik a mű tankönyvjellege, mert ezt a témát lényegesen bővebben lehetett volna taglalni.

A tizedik fejezet néhány korszerű, a repülőgépiparban használatos önműködő készüléket ismertet.

A könyv használata és tanulmányozása közben nem szabad, hogy szakembereinket az általunk ismerttől és bizonyos fokig megszokottól eltérő szakkifejezések, esetleg meghatározások zavarják. Ez nyilván annak tudható be, hogy olyannyira fiatal tudományággal állunk szemben, amely terén az egységes terminológia nemzetközi viszonylatban még nem alakulhatott ki.

Ha ezen könyvnek a műszaki emberek kezébe adása azt fogja eredményezni, hogy a magyar szerzők rászánják magukat a hazai viszonylatban nagy léptékkel előrehaladó automatizálás hazai tapasztalatainak, elméleti és gyakorlati kutatásoknak és eredményeknek a közreadására, a szakirodalom további bővítésére, úgy a könyv kiadása nyilván elérte egyik célját.

A másik, nem kisebb cél valószínű könnyebben elérhető. Ugyanis a szakemberek, — tervezők, gyártók és üzembentartók olyan könyvhöz jutottak, ami munkájukban jobban mint bármely eddig ebben a témakörben megjelent könyv segíteni fogja őket.

Tóth Géza

EGYESÜLETI HÍR

Egyesületünk Vaskohászati osztálya keretében működő Kovácstagozat június 1-én tartotta meg havonként ismétlődő összejövetelét A klubnap alkalmával a megjelentek megbeszélték a jövő év tavaszán külföldi résztvevőkkel megrendezésre kerülő kovácskonferencia előkészítését. Az előkészítő bizottság részletes munkatervét, a költségelőirányzatot, az előadók és meghívandók névjegyzékét ismertette, majd számos hozzászólás hangzott el, mely a szervezés és az előkészítés munkáját nagymértékben segítette. A következő kovácsösszejövetel a nyári szünet után szeptemberben lesz.

Latinák István

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

A nemzetközi kartellek szerepe a réz világpiaci árának kialakításában

Az első világháború előtt — és utána is néhány évig — a világ réztermelését szinte kizárólagosan néhány amerikai tröszt uralta,[1] amelyek közvetve vagy közvetlenül a Morgan cég értékkörébe tartoztak.

A háború alatt — amikor a réz egyik legfontosabb hadfelszerelési anyag volt — az észak-amerikai (belső) érctermelést erősen fejlesztették.[2] A fegyverszünet után a réz new-yorki nagybani ára az 1917. évi 30 cent/fontonként árról 22 centre esett. Így a nagytermelők — attól tartva, hogy az ár a háború előtti 11 centes szintre süllyed — megalakították az első jelentősebb kiviteli kartelt (Copper Export Association). Az árcsökkenés megakadályozására egybehangolt piaci árajánlatokat tettek és a belső termelést korlátozták. Ily módon néhány évig valóban sikerrel meg is akadályozták az árak meredek letörését.

Más kontinensek gyors felfejlődésre késztetett termelési lehetőségei azonban alacsonyabb termelési költségeikkel rövidesen olyan versenyt jelentettek, amellyel a belső viták által amúgy is gyengített Copper Export Association nem tudott szembenézni és így 1923-ban feloszlott.

A következő 3 évben az ár a háború előtti 11 centes szint körül stabilizálódott, ami nem nyújtott megfelelő hasznot. Ezért 1926-ban életrehívták az első nemzetközi kartelt, amelynek tagjai az Egyesült Államok, Csile, Belga-Kongó és Németország, majd 1928-tól Anglia voltak. Ez a kartell szabályozta az árakat, visszaszorította a termelést és kvótákat szabott. A készletek egyre csökkentek és így sikerült is az árakat 1929 elejére 21 cent fölé emelni.

A kartell erejére jellemző, hogy az árcsökkentés általános követelésével dacolva, még az 1929. évi nagy gazdasági válság kitörése után is hosszú ideig tartani tudta a 21 centes árat! Ez lehetővé tette azonban, hogy a — köteléken kívül álló — rhodéziai bányák a világpiacon előretörjenek. A fogyasztás jelentősen visszaesett, az eladatlan készletek halmozódtak és 1932-ben a kartell összeomlott. Ekkor a réz ára fokozatosan 5 centre süllyedt.

A hazai termelők követelésére az Egyesült Államok kormánya 1932-ben fontonként 4 cent behozatali vámot vezetett be a rézre, ezzel a belső piacon a réz ára 9 centre nőtt.[3]

Európában a réz ára ebben az időben — a harmincas évek elején — 6-7 cent körül alakult. Az itteni székhelyű nagytermelő cégek — pontosabban a dél-afrikai bányák birtokosai — olyan új világkartellt javasoltak, amely minden jelentős termelőterületet öleljen fel. A világ rézellátásában új politika kezdődött; a világpiacot most nem annyira a fix (kartell) árakkal, hanem elsősorban a termelés, illetve a kivitel szigorú szabályozásával kívánták kézbentartani. Két éven át a termelést így valóban jelentősen visszaszorították az egyre növekvő fogyasztás mögé és a készletek egy harmadrésszel csökkentek. A kartell hatására és a háborús hangulatra a londoni ár — mely a világméretű termelési, ill. kiviteli korlátozásokat pontosabban tükrözte, mint a new-yorki jegyzés — két év alatt több, mint 150%-kal nőtt. (A new-yorki ár is fontonként 16,6 centre emelkedett 1937 elején.)

A megszilárdult piac hatására a kartell egy időre feloldotta a termelés kvótális visszaszorítását, azonban az 1937—38. évi újabb gazdasági visszaesés idején azokat újra életbe léptette. 1938 januárjától a második világháború kitöréséig a kiviteli árak újra alacsonyabb szinten — 10-12 cent körül — alakultak.

A világháború alatt — és közvetlen utána — a nemzetközi alapanyagok elosztását az Egyesült Államok és Anglia közös szervei (Combined Raw Materials Boards) irányították. A koreai konfliktus kitörése után e cikkek forgalmát az újonnan életrehívott IMC (International Materials Conference) útján kötelező erejű „ajánlásokkal" — amelyekkel ez a szerv az egyes kormányokhoz fordult — mégjobban megszorították.

1. ábra. A réz áralakulása 1950 és 1957 között.

A koreai beavatkozás éveiben a nemzetközi rézárak görbéi (1. ábra) még határozottan mutatják a központi irányítás hatását, 1953-tól kezdve azonban a vonal folytonos fluktuációt mutat. Míg 1956. év elején a rézárak újabb csúcsot érnek el (45-50 cent fontonként), addig 1956 első felében kezdetét veszi egy hullámos, de súlyosan süllyedő irány.

Ennek az egész 1957. évben folytatódó árletörésnek az okait elsősorban a termelőkapacitásnak jelentős kibővítésében kereshetjük — minek folytán a kínálat ismét erősen meghaladta a felhasználást —, de jelentős szerepet játszott az amerikai stratégiai készletgyűjtés beszüntetése, illetve ezeknek a készleteknek a piacradobása is. A két év alatt felére csökkent árak (45-50 centről kb. 23,20-ra) — bár a termelési költségeket így is bőségesen fedezték — természetesen kedvezőtlenül hatottak a rezet exportáló gyarmati országok általános gazdasági helyzetére. (A megszorítást a munkabéreken és nem a nyereségeken kezdték!)

A legutóbbi hónapokban a rézárak — különösen az Egyesült Államokban — ismét jelentékenyen emelkedtek. Az észak-amerikai rézfeldolgozó (fogyasztó) vállalatok ugyanis — attól tartva, hogy belső sztrájkok, illetve a gyarmati rézforrásoknál bekövetkező politikai zavargások a beszerzést hirtelen megakaszthatják — jelentős készleteket gyűjtenek. Ezt a törekvést viszont a réztermelő monopóliumok igyekeznek a lehetőség határáig kihasználni.

Nyugat-Európában a rézárak ma alacsonyabbak, mint az Egyesült Államokban, az itteni rézkínálat azonban nem tud jelentősebb erővel betörni az észak-amerikai piacra a nemrég életbeléptetett 1,7 centes fontonkénti behozatali vám miatt. Így az amerikai rézfelhasználó ipar most újra erősen szorgalmazza a vám felfüggesztését...

Összefoglalva: a nemzetközi piacon forgalomba kerülő réz árszintje az utóbbi évtizedekben olyan kartellszerkezetek keretei között hullámzott, melyek magáncégek (az egyes főtermelők) szabad egyezkedésein alapultak — tehát a külső látszat szerint, nem jutott bennük szerep a kormányoknak.

Mindennek a háttere az, hogy a rézbányászat — bár vannak még kisebb vállalatok is, — nagy részében központosított. Kevésszámú monopolista nagyvállalat valósággal uralja az érctermelést. *A rézérc feldolgozása pedig még jobban központosított* (1. táblázat).

A kohászat és a finomítás mindenütt néhány monopoltröszt kezében van. Így aránylag könnyű volt —

[1] Az USA rézérc termelése a világtermelés 60%-át tette ki, de a nagyvállalatok külföldi érdekeltségével együtt az össztermelés 90%-át tartották kézben.

[2] Az 1914. évi 575 ezer t-ról 1916-ban 963 ezer t-ra rúgott.

[3] A második világháború utáni években — elvileg — 2 centes behozatali vámot állapítottak meg, de érvényesítését hosszú éveken át függőben tartották. A viták a vámvédelem újra való tényleges életbeléptetéséért legutóbb sikerre is vezettek.

és ma is az — a rézeladás megszervezése.[4] Ebből folyik azonban az is, hogy a rézpiac heves áringadozásai — az excesszív nyereségek és az összeomlások is — szorosan összefüggnek maguknak a termelőknek spekulációs modzulataival.

1. táblázat

Rézére termelés alakulása az utóbbi két évtizedben

(Cu tartalomban, ezer tonnában)

	1935	1939	1943	1947	1951	1955
Világtermelés	1380	2000	2550	2050	2370	2730
ebből :						
USA	345	661	990	769	842	906
Kanada	193	286	266	209	245	296
Csile	267	341	497	426	381	434
Belga-Kongó	108	123	157	151	192	235
Rhodézia ...	171	215	255	196	314	348

Forrás: United Nations, Statistical Year-book, 1957.

Ilyen körülmények között a rézárak nemzetközi alakulását, a termelési költségektől való sajátos függetlenség — azaz a monopóliumok nagymérvű ármanipuláló közrehatása — jellemzi. A réztermelés költségeinek pontosabb kiszámítása — mint számos más színesfém termelésével szorosan összekötött művelet — bonyolult feladat. Hosszabb termelési időre azonban bizonyos irányvonalakat mégis megkülönböztethetünk. Így *B. Parsons* — a rézipar elismert szaktekintélye — szerint a rézbányászat és rézkohászat előrehaladása az 1914-es termelési költségeket 1929-re Észak-Amerikában a felére csökkentette. Ugyanezen másfél évtized alatt azonban a réz ára egyáltalán nem csökkent, azaz a technika előrehaladása kizárólag a termelők — a nagyvállalatok — és nem a fogyasztók javára szolgált.

Dr. Groó István

*

A napi sajtóból ismeretes, hogy a *Tiszai Vegyi Kombinát* alapanyagául szolgáló kissármási (Románia) földgázt a vegyikombinát előreláthatólag 1964-ig nem használja fel. A távvezetéken szállított földgázból addig a *diósgyőri Lenin Kohászati Művek* mintegy évi 63 millió m^3-t kap, amit főleg a SM-kemencék fűtéséhez használ fel. A 300 mm ∅-jű vezetékben 2,5 atmoszféra nyomáson érkező gázt 0,2—0,3 atmoszféra nyomással vezetik be a kemencékbe. A földgáz 98% metántartalmú, 8400 kalória fűtőértékű.

A jelenleg 80 tonna kihozatallal üzemben tartott 120—130 tonnás, generátorgáz tüzelésre épített, de eddig pakurával fűtött März és fél-Venturi szerkezetű SM-kemencéket sajátos közös felszállójú megoldásúakra építettük át. A ferde felszálló meghosszabbítását képező kemence végfalán vezetjük be a földgázt és pakurát olyan arányban, hogy a bevitt összes kalóriamennyiségnek mintegy 25—35%-át visszük be pakurával. A felhasznált földgáz mennyisége kemencénként 1200—1400 Nm^3/óra.

Ez év márciusa óta a 9-es sz., április elejétől a 3-as sz. kemence működik földgázzal — ideiglenes műszerezésű megoldással — és hasonló üzemmel való beindítás alatt áll az 1. és 2. sz. kemence is. Ezeket követi majd a többi kemence. A végleges kivitelezés során a martin-kemencék korszerű műszerezése is megoldást nyer.

A földgázzal legyártott, mintegy 100 adag tapasztalata eddig azt mutatja, hogy a kemencék teljesítménye valamivel kisebb mint tiszta pakurafűtéssel, azonban ez az adagszám és a rövid tapasztalati idő kevés a végleges műszaki vélemény kialakításához. A földgáztüzelés eredményes szerkezeti megoldása a KGMTI munkája. *Sziklavári János* főmérnök

[4] A világpiacra kerülő teljes réz mennyiségét kb. 12 cég tartja kézben (L. World Population and Production, 1953, New-York, 796. old.) 1958. év elején ezek — bár nem ismeretes közöttük formális kartellszerződés — megállapodtak a termelés 10%-os csökkentésében.

A *Linz*-i Vereinigte Österreichische Eisen und Stahlwerke, — amelynek telepét a második világháborúban kb. 6000 bombatalálat érte, most tette közzé 1955. évi első nyitó mérlegét. A telepet 1946—1955. között építették újjá, mégpedig 63%-ban saját erőből, — a többi külföldi segély volt. A beruházás 1,5 milliárd schillingbe került, ami mai értékben kb. 3 milliárd schillingnek felel meg.

A telepen 1945-ben hat nagyolvasztó volt, amelyek közül egyet eladtak, egy pedig üzemen kívül van. Jelenleg 1,3 millió t nyersvasat termelnek. Ez év végére a szünetelő nagyolvasztót is üzembe fogják helyezni.

Évenként 700 000 t salakot termelnek, amiből építőanyagot gyártanak. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 1. sz.

Malayában Bukit Iban-nál (a dzsungelben) 62% Fe-t tartalmazó vasércre találtak. A vasércvagyont 170 millió t-ra becsülik. Bár a terep nehézségei és az elszállítás, de maga a termelés is nagy nehézséggel jár — számítva Japán vásárlókészségére — egy angol társaság máris megkezdte az előmunkálatokat egy bánya megnyitására. A munkálatok idejét három és fél évre tervezik. A teljes kapacitás elérése után az évi termelés 2 millió t lesz, amelyből Japán 1½ millió t-t fog átvenni. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 1. sz.

Finnország termelése ércben és fémben három éven át a következőképpen alakult (tonnában) :

Érckoncentrátumok :	1955	1956	1957
Réz	106 300	102 000	124 200
Kén	302 800	294 100	297 200
Zink	40 700	75 100	80 900
Ólom	1 400	2 700	4 500
Magnetit	184 500	206 200	209 800
Ilmenit	85 000	102 900	105 700
Wolfram	115	60	—
Fémek :			
Katódréz	22 300	22 500	25 800
Vanadiumoxyd	—	70	500
Szelén (kg)	3 400	3 800	4 200
Nyersvas	115 000	103 000	128 500
Acél	—	197 000	208 700

K. A.

Ch. Ind. 1958. 12. sz.

Az *alumínium felhasználása* fejenként 1958-ban a következőképpen alakult :

Németország	5,2 kg/év
Franciaország	4,1 kg/év
Olaszország	2,1 kg/év
Anglia	6,1 kg/év
Svájc	8,4 kg/év
USA	11,4 kg/év
Kanada	5,5 kg/év

K. A.

Lengyelország alumínium termelése 1958. első félévében 11 000 t volt (előző évben 9100 t). Az alumínium termelés növelése érdekében a Skawina-i kohót bővíteni fogják. *K. A.*

Aluminium 1959. 1. sz.

Kínának második aluminiumkohója ez év augusztusában üzembe került. Alumínium termelésük az elmúlt évben 100—120 000 t volt.

Hivatalos jelentések szerint az ország bauxit tartaléka mennyiség tekintetében a világon a második helyen áll. *K. A.*

Aluminium 1959. 1. sz.

Tudott dolog, hogy az *NSZK bauxitból* majdnem 100%-ig behozatalra szorul. 1957-ben az importáló államok, s a szállított mennyiségek a következők voltak (tonnában):

Jugoszlávia	490 000
Franciaország	162 000
Görögország	252 000
Ausztria	6 000
Indonézia	118 000
Francia-Guinea	108 000
Ghana	34 000

K. A.

Aluminium 1959. 2. sz.

Guineában Kanada bauxit szükségletének biztosítására Bokétól—Port Kakandé kikötőig, 135 km vasúti vonalat építenek. A bánya beruházása is megindult, s terv szerint 1963-ban külszínen 1,5 millió t bauxitot fognak bányászni. 1965-ig 100 milió dollár költséggel megépítik saját timföldgyárukat. Évenként 220 000 t timföldet fognak gyártani. *K. A.*

Aluminium 1959. 2. sz.

Görögországban a kormány határozatot hozott, a méter és a kg mértékegység kötelező bevezetésére. *K. A.*

Aluminium 1959. 2. sz.

Indiában 1958-ban 1,5 millió t acélt gyártottak. A magánkézben levő acélművek, valamint az állami gyárak beruházásainak befejezése, illetve üzembe helyezése után 1961-ben kb. 6 millió t-s kapacitással számolnak. A termelést 1966-ra már 18 millió t-ra szándékoznak növelni. Ez az előbecslés kétségtelenül igen búsás, óvatosabb becslők 10 millió t-s acéltermelést várnak. A fogyasztás természetesen erősen függ a belföldi feldolgozó ipar igényétől.

Igen nyomósan jelentkezik a belső feldolgozó ipar szükségessége, mely nagy számú munkaerőt tudna foglalkoztatni és az életnívót is jelentősen emelné. Indiában jelenleg még az átlagos életkor 37 évre tehető. A magánacélipar egyik jelentős vezető személyisége kijelentette, hogy az acélipar túlzott gyors fejlődése tévútra vezethet és helyes lenne, ha mind a belföldi, mind a külföldi kölcsöntőke beruházását erős irányítás alá vonnák. Jelenleg szerinte a feldolgozó ipart kellene fejleszteni s az acélipar beruházásait fékezni. Ezzel szemben a volt pénzügyminiszter kijelentette, hogy a kohászat fejlesztése a helyes, hisz a termelt hengerelt áruval a külföldi kölcsönöket gyorsan lehet törleszteni. Tény az, hogy India devizagondokkal küzd és 700 millió $-os kölcsönt vett fel, hogy a devizarést kitöltse.

A szakértőknek az a véleménye, hogy a negyedik nagy acélművet Bokaroban Bihar tartományban 2 mill t nyersacél termelésre a harmadik ötéves terv időszakában meg fogják építeni.

Az öt nagy hitelező közül Anglia, NSZK, USA, Japán és Kanada, az első három jöhet szóba mint kohászati berendezés szállító. Ez év januárjában India és NSZK egy 40 millió $-os hitelben állapodott meg s így a Krupp—Demag cégeken kívül újabb német nehézipari gépgyártó cégek bekapcsolása várható.

A Szovjetunió és a népi demokráciák által nyújtandó 320 millió $-os hitelből eddig 100 millió $ nyert lekötést.

Anglia készségét jelentette ki közel 80 millió $-os hitel nyújtására, ami azért figyelemre méltó, mert India külföldi nehézipari gép szállításában eddig 82%-os volt a részesedése. *Á. F.*

Iron Coal Trades Rev. 178. (1959) 4737, 529/30. old.

Jugoszláviában a Vares-i ércbányák fejlesztése 8 évi munka után a befejezéshez közeledik. A beruházási költségek 23 milliárd Dinárra rúgtak. A bővítés új aknák nyitásából, szállítóberendezésekből és vágányhálózat építéséből áll. A bányák teljesítménye évi 1,8 millió t ércre, azaz a háború előttinek a 10-szeresére nőtt. Az ércek átlagos Fe-tartalma 32%. Az ércvagyont 150 millió t-ra becsülik. *Á. F.*

St. u. E. 1959. 8. sz.

Hollandiában az IJmuideni acélművek 1924-ben épültek. Jelenlegi termelésük 1 millió t nyersvasra és 1 millió t folyékony acélra rúg. Újabb beruházásokkal a termelésüket 1,8—2 millió t folyékony acélra fogják növelni. *Á. F.*

St. u. E. 1959. 8. sz.

Vaskohászati folyóiratfigyelő

1. Történeti és általános vonatkozások

Bohus, O.: **A vitkovici Klement Gottwald vasművek 130 éve.** Hutnik (Praha), 1958. dec. 393—395. old.

Gilles, J. W.: **Kísérleti olvasztás egy történelemelőtti „Renn"-kemencében.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 13. 1690—1695. old.

Pleiner, R.: **Cseh- és Morvaország történelemelőtti és ókori vaskohó telepein végzett újabb ásatások eredményei.** Stahl und Eisen, 1958. november 27. 1748—1754. old.

2. Tüzelő- és tűzállóanyagok. Tüzelések

Tűzálló téglák tulajdonságai. Stahl und Eisen, 1958. nov. 27. 1754—1755. old.

Kozinszkij, N. F.: **A nagyolvasztó tűzállóanyagai tartósságának növelése.** Sztal', 1958. okt. 883. old.

Kovalcsuk, E. I.—Popov, G. I.: **SM-kemencék tűzálló bélésének élettartama oxigénes olvasztáskor.** Sztal', 1958. okt. 890—893. old.

Az oxigén befúvatására használt készülékek és a fúvató eljárás tökéletesítésével javult az oxigénes kemencék tűzállóanyagának élettartama. Ennek ellenére folyton tökéletesíteni kell a tűzálló anyagok minőségét, a kemencék szerkezetét és a karbantartást.

Zimmer, W.: **A kohókoksz értékelése.** Neue Hütte, 1958. nov. 666—673. old.

Ismerteti a kohókoksz szokásos vizsgálati eljárásait. Javaslatot tesz a koksz metallurgiai viselkedésének közelebbi vizsgálatára és az „egyenletességi tényező" kidolgozására.

Septier, L.—Bovics, R., stb.: **Kis kalóriájú gázzal tüzelt SM-kemencék lángjának irányítása.** Revue de Métallurgie, 1958. okt. 993—1008. old.

Becher, U.—Tischendorf, H. J.: **A SM-kemencék tüzelése távvezetéken szállított gázzal.** Neue Hütte, 1958. dec. 746—752. old.

Schäfer, F.: **Kátrányolajjal dúsított tüzelés jellegzetességei és hatása 100 tonnás SM-kemencékre.** Neue Hütte, 1958. nov. 689—694. old.

Müller, R.—Hollweger, F.: **Olajtüzelésű tolókemencékkel szerzett üzemi tapasztalatok.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 13. 1676—1678. old.

Az olaj szállítása és tárolása. Az olaj előmelegítése. A kemence üzemének ismertetése. Hőfelhasználás. Az olajtüzelés hatása a hőkezelt áru tulajdonságaira.

3. Energiagazdálkodás

Celebrovszkij, V. E.—Mojszeevics, Sz. I.: **Egy hulladékhőt értékesítő kazán gőzönköltség számítása.** Sztal', 1958. dec. 1138—1141. old.

Bremer, G.: **A felesleges torokgáz értékesítése.** Stahl und Eisen, 1958. dec. 25. 1867—1871. old.

4. Ércelőkészítés

Kisszin, D. A.—Sztanisevszkij, B. A.—Karpusinszkij, N. Sz.: **Darabosítandó elegy előmelegítése keverődobokban.** Sztal', 1958. okt. 867—869. old.

Zachwatkin, W. K.: **Az érc előkészítést megelőző előkezelést ismertető technológiai leírások fejlődésének fő irányai.** Neue Hütte, 1958. nov. 643—650. old.

Neuhaus, H.—Schenck, H.: **Finom éreporok klórozó kezelése zsugorításkor.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 13. 1662—1670. old.

Sy, A. de: **Új elektromos eljárás vasérc közvetlen redukálására.** Revue de Métallurgie, 1958. dec. 1161—1170. old.

Az eljárást ikerkamrás indukciós kemencében végzik. A metallurgiai részleteket az eljárás gazdaságosságával és a nyersanyagszükséglettel kapcsolatosan tárgyalja. Közli egy 1 tonnás kísérleti kemence eredményeit.

Tacienko, P. A.—Geraszimov, A. G.: **Vasércek forgó csőkemencében végzett mágnesező pörkölésével szerzett tapasztalatok.** Sztal', 1958. dec. 877—882. old.

A gyakorlati tapasztalatok szerint a kemence teljesítményét és szerkezeti egyszerűsítését legjobban úgy lehet elérni, ha gáznemű redukáló anyag helyett szilárdat használunk.

Hentzschel, W.: **Polidiszperz rendszerek áramlási ellenállása.** Neue Hütte, 1958. nov. 651—655. old.

5. Nyersvasgyártás

Csernov, N. N., stb.: **A nagyolvasztó üzemének automatikus szabályozása a sztatikus nyomás változása szerint.** Sztal', 1958. dec. 1071—1077. old.

Babarükin, N. N.—Jusin, F. A.: **A nagyolvasztás módosulása önjáró eleggyel való kohósításkor.** Sztal', 1958. dec. 1057—1065. old.

Levin, L. Ja.—Kuz'min, I. A., stb.: **1,5 at toroknyomású nagyolvasztók üzemével szerzett tapasztalatok.** Sztal', 1958. nov. 964—968. old.

Ebert, R.—Struve, G.: **A báriumszulfát viselkedése a nagyolvasztóban.** Neue Hütte, 1958. nov. 676—682 old.

Schilling, W.—Reimann, D.: **Nyersvasgyártás műszaki és gazdasági továbbfejlesztése alacsonyaknás kohóban.** Neue Hütte, 1958. nov. 683—689. old.

Makszimov, Ju. Sz.—Scsedrovickij, Ja. Sz.: **Ferroszilícium nagyolvasztóban való gyártásának célszerűségéről.** Sztal', 1958. nov. 976—978. old.

6. Acélgyártás

Efimov, L. M.: **Félignyugtatott acél gyártása.** Sztal', 1958. okt. 885—890. old.

Osztroumov, G. A.: **Az acél keverése SM-kemencékben forgó mágneses mező segítségével.** Sztal', 1958. nov. 999—1002. old.

Bruno, L.: **Metán- és olajtüzelésű SM-kemencék szerkezete és üzeme.** Revue de Métallurgie, 1958. okt. 1113—1125. old.

Ipari gyakorlatból vett adatokon alapuló számításokat közöl a metán- és olajtüzelésű SM-kemencék tervezésére és teljesítményük előzetes megállapítására.

Trentini, B.—Allard, M.: **Nyersvas finomítás tiszta oxigénnel és mészporral.** Revue de Métallurgie, 1958. dec. 1195—1208. old.

Lifsic, Sz. I.: **Különféle acélok gyártása felső oxigénes fúvatású bázisos bélésű konverterekben.** Sztal', 1958. nov. 979—983. old.

Többféle nyugtatott és nem nyugtatott, azelőtt SM-kemencében gyártott acélnak oxigénes fúvatású konverterben való gyártásakor fontos, hogy a nyersvas megfelelő összetételű legyen.

Kornfeld, V. N.: **Az oxigénes SM-acélgyártás hatásfoka és ésszerű előírásai.** Sztal', 1958. dec. 1095—1102. old.

Az oxigénes fúvatás különböző kemencékben és különböző gyártási feltételek mellett, azonos törvényszerűségeknek megfelelően hat a termelékenységre és a tüzelőfogyasztás csökkentésére. Az oxigén-fúvatás hatásfoka az olvasztás különböző szakaszain nem azonos.

Weber, F.—Kootz, Th.—Obst, K. H.: **A fürdő és a salak végső összetétele a Thomas-eljárásban.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 27. 1734—1745. old.

A foszfortalanítás és hatásai. Az acél oxigéntartalmának beállítása. Az aktivitások megfigyelése a FeO—CaO—P_2O_5 rednszerben. A mangán elsalakodása és a kéntelenítés. A mész darabnagyságának hatása a fürdő és a salak közötti reakciókra. Üzemi eredmények.

Mayer, K. E.—Knüppel, H., stb.: **A Thomas-adagok automatikus szablyozása.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 13. 1670—1676. old.

Sommer, F.: **Az amerikai elektrocaélgyártás fejlődése.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 13. 1695—1704. old., nov. 27. 1757—1761. old.

7. Különleges eljárások. Vákuum. Porkohászat

Motloch, Z.—Kalivoda, A.: **Acél vákuumöntésének félüzemi tapasztalatai.** Hutnik (Praha), 1958. dec. 393—399. old.

Francevics, I. N.: **Porkohászati úton előállított anyagok melegszilárdsága.** Neue Hütte, 1958. dec. 732—739. old.

Hőálló anyagok tulajdonságai. Az anyagok szilárdsága és melegszilárdsága. Ellenállás a hőmérsékleti ingadozásokkal szemben. Képlékenység.

Kubelik, J.: **Vasporok gyártása.** Hutnické Listy, 1958. dec 1129—1131. old.

8. Acélok képlékeny alakítása

Gueussier, A.—Castro, R.: **Acélok és ötvözetek nagy hőmérsékleten végzett alakításának kísérleti tanulmányozása.** Revue de Métallurgie, 1958. nov. 1023—1041. old.

Acélok és ötvözetek kovácsolhatóságát különféle eszközökkel meghatározták. Megállapították, hogy egy adott ötvözet tulajdonsága hogyan függ össze a hőmérséklettel, az alakítási sebességgel, a fém igénybevételével és a hőhatásokkal.

Evans, P. R. V.—O'Neill, H.: **A hengerlésének hatása 220—300 C°-on nem stabil ausztenites, 0,76% C-os acélra.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. jan. 34—44. old.

Karpüsev, M. Sz.: **Durva hengersorok termelékenységének növelése.** Sztal', 1958. dec. 1108—1112. old.

Cukanov, G. E.: **Csőbuga hengersor a Dzserzsinszkijről nevezett gyárban.** Sztal', 1958. nov. 1012—1017. old.

Untergeber, M.: **Üzemi tapasztalatok hengersorok hajtóműveivel.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 27. 1763—1764. old.

Zverev, N. Sz.: **Mélyhúzólemezek gyártása az autóipar részére.** Sztal', 1958. okt. 948. old.

Kozsevnikov, Sz. N.: **Hengerműi gépek dinamikus terhelése.** Neue Hütte, 1958. nov. 655—665. old.

Kohászati gépek számításához módszert ismertet elektronmodelek felhasználásával. A módszer alkalmas a nehézgépgyártás tervezőirodái, valamint a kohászati berendezések korszerűsítésével foglalkozó tervezőirodák számára.

Lueg, W.—Pawelski, O.: **A Max Planck vasipari kutató intézet 25 tonnás hidraulikus rúdhúzógépe és használatának lehetőségei.** Stahl und Eisen, 1958. dec. 11. 1812—1815. old.

Mattel, H.—Theissen, W.: **Gőz- és sűrített levegő hajtású kovácsoló kalapácsok vezérlése.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 27. 1764—1765. old.

9. Hőkezelés

Galmiche, P.: **Acélok és hőálló ötvözetek fényes lágyítása fluort tartalmazó redukáló atmoszférában.** Rev. Métallurgie, 1958. szept. 840—846. old.

Brockhaus, J. G.—Horst, R.—Lüth, A.: **A védőgáz mozgásának és a hőntartási időnek hatása tégelyes lágyító kemencékben a hidegen hengerelt szalagacél tulajdonságaira és az eljárás gazdaságosságára.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1449—1456. old.

Stih, W.: **Huzalok patentezése a hengerlési hővel.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 2. 1401—1402. old.

Pitsch, W.—Schrader, A.: **Az ε-karbid kiválási formája ferritben és martensitben megeresztéskor.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. nov. 715—721. old.

Krisement, O.: **A martensit megeresztésének kinetikájához.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. nov. 723—729. old.

Megállapították, hogy a martensit megeresztésekor nemcsak karbon válik ki a martensit-tűkön belül, hanem a karbon a martensitből a maradékaustenitbe is diffundál, ami ennek átlagos C-tartalmát növeli.

Schepers, A.—Bartholome, W.: **Automataacélok betétedzése.** Stahl und Eisen, 1958. nov. 27. 1745—1748. old.

Kolov, M. I.—Terekova, A. I.: **Hidegen hengerelt dinamóacél hőkezelése tekercsekben.** Sztal', 1958. nov. 1029—1035. old.

Koutsky, J.—Jezek, J.: **Karbidok és nitridek kiválása kis C-tartalmú 12%-os C-acélok megerősítésekor.** Hutnické Listy, 1958. dec. 1093—1105. old.

Vaszilenko, N. Sz.: **Az edzett acélhengerek élettartamának meghosszabbítása megeresztés útján.** Sztal', 1958. okt. 917—920. old.

Knüppel, H.—Brotzmann, K.—Eberhard, F.: **Az acél nitridálása lobbanó kisüléssel.** Stahl und Eisen, 1958. dec. 25. 1871.—1880. old.

Kolarz, B.: **Tolókemencék néhány üzemi és szerkezeti kérdése.** Hutnik (Praha), 1958. dec 411—413. old.

10. Anyagvizsgálat

Späth, W.: **Ütővizsgálat és ridegtörés.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1615—1619. old.

Oszipov, K. A.: **A szilárd fémek tartósfolyásának és egyéb folyamatainak aktiválási energiája.** Neue Hütte, 1958. okt. 619—622. old.

Schrader, A.: **A maratás hatása a szerkezetnek az elektronmikroszkópi képben való visszaadására.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. dec. 793—797. old.

Ha az acélt salétromsavval és pikrinsavval maratják, a karbidzárványok körül rendellenességek figyelhetők meg. Feltehető, hogy ezeket a jelenségeket a maratóanyag és a szomszédos szövetelemek között történő elektrokémiai folyamatok idézik elő.

Vasudevan, P.—Graham, L. W.—Axon, H. J.: **A bainit-képződés kinetikája ötvözetlen acélban.** J. Iron Steel Inst., 1958. dec. 386—391.

Az átalakulást a szokásos dilatométeres módszerrel és az egészen vagy részben reagált próbatestekben levő kötött karbon vegyelemzésével követték. A bomlás kinetikájában határozott változást figyeltek meg 350 C°-on.

Winchester, Ch. L.: **Vákuum-színképelemzéssel az acél gyors elemzése.** J. Metals, 1958. nov. 735—737. old.

Pokorny, A.: **A karbon mennyiségi színképelemző meghatározása acélokban.** Hutnické Listy, 1958. okt. 892—899. old.

Grossfuss, E.: **Az oxigén meghatározása az acélban különféle vizsgálati eljárásokkal.** Neue Hütte, 1958. okt. 608—615. old.

Shanahan, C. E.—Cooke, F.: **Hidrogén meghatározása az acélban.** J. Iron Steel Inst. 1958. dec. 381—385. old.

Az acél H-tartalmát meg lehet határozni úgy, hogy a próbatestet kb. 650 C°-on semleges gázáramban hevítik. A fejlődött hidrogént meleg rézoxid-ferrioxid katalizátorral oxidálják, és a vizet meghatározzák.

Allmand, T. R.: **Az acélban levő nemfémes zárványok megállapítására használt módszerek áttekintése.** J. Iron Steel Inst. 1958. dec. 359—372. old.

Az acélban levő nemfémes zárványok vizsgálati módszereinek kritikai áttekintése. Részletesen ismerteti a különféle eljárásokat, az eredményeket befolyásoló tényezőket. Javaslatokat tesz a meglevő módszerek tudományosabb alapon való használatára.

Koch, W.—Sundermann, H.: **Az acélban levő szerkezeti alkotók izolálási módszereinek továbbfejlesztése.** J. Iron Steel Inst., 1958. dec. 373—381. old.

A cikk áttekinti az elektrolitikus izolálási módszerek mai helyzetét. Ismerteti a készülék legfontosabb részeit, a használt elektrolitokat és a hibaforrásokat.

Koch, W.—Artner, E.: **Hozzászólás az acélokban levő szulfidok izolálásához.** Arch. Eisenhüttenwesen, 1958. dec. 737—744. old.

Automataacélok mangánszulfidtartalmának vizsgálatára végzett kísérletek. A szulfidok és karbidok különválasztása flotálással, fajsúly szerint és mágneses eljárással. Az izolált szulfidok összetétele.

11. Acélok tulajdonságai

Tenenbaum, M.—Schrader, C. F.—Mair, L.: **Folyamatosan öntött lágyacélok dermedési jellemzői.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. jav. 20—33. old.

Dahl, W.—Lueg, W.: **A hengerlés hatása melegen hengerelt, kis C-tartalmú acélszalag tulajdonságaira.** Stahl und Eisen, 1958. dec. 11. 1793—1796. old.

Erdmann—Jesnitzer, F.—Mrowka, D.—Ouvrier, K.: **Az egyen- és váltakozóáram átáramlásának hatása a lágyvas edzés és alakítás utáni öregedésére.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. jan. 31—33. old.

Eminger, Z.—Kinsky, F.: **Bázisos és savas SM-kemencében gyártott ötvözetlen acélok tulajdonságainak összehasonlítása.** Neue Hütte, 1958. október, 630—634. old.

Everling, W. O.: **Acél az előfeszített betonban.** Blast Furn. a. Steel Plant, 1958. júl. 691—697. old.

Az acéllal szemben támasztott minőségi követelményeket és ezek vizsgálati módszereit ismerteti.

Delbart, G.—Maratay, F.: **Az alakíthatóság javításának kérdése gyengén ötvözött acélokban.** Rev. Métallurgie, 1958. szept. 876—888.

Dickenscheid, W.—Seemann, H. J.: **Néhány vas-karbon-foszfor ötvözet csillapítóképessége és öregedése.** Rev. Métallurgie, 1958. 872—875. old.

Barrois, W.: **A fémekben kifáradáskor történő változások elmélete.** Rev. Métallurgie, 1958. aug. 761—777. old.

Badger, F. S.: **A hőálló ötvözetek története 1900-tól 1958-ig.** J. Metals, 1958. aug. 515—516. old.

A hőálló ötvözetek fejlődése az első kísérletektől a napjainkban elért eredményekig nehéz, de eredményes küzdelem volt. A cikk ismerteti a történeti fejlődést az ötvözetek összetétele, hőállósága és felhasználása szempontjából.

Harris, H.: **A ridegtörés problémái.** Iron a. Coal, 1958. dec. 13. 1395—1400. old.

A cikk tárgyalja azokat az ismereteket, amelyekkel a ridegtörés előfordulását illetően rendelkezünk, különös tekintettel a nyomásos tartályok szerkesztésére.

12. Felületkezelés. Korrózió

Scott, S. Y.: **Korrózióvédelem.** Iron a. Steel, 1958. dec. 589—592. old.

A cikk ismerteti a gáztartályok, fő gázvezetékek és nagyolvasztók korrózió elleni védelmét fémszórt alumíniumrétegekkel.

Wawra, W.: **A felületi hibák hatása a forgattyús tengelyek tartósságára.** Stahl u. Eisen, 1958. szept. 18. 1342—1343. old.

Becker, G.: **Korróziós hibák nyersolajszállító tartályhajók szerkezeti acéljain.** Stahl u. Eisen, 1958. szept. 18. 1343—1345. old.

Sturgeon, G. McH.: **Mechanikai revétlenítés dróthúzáshoz.** Iron a. Steel, 1958. dec. 563—568. old.

A cikk áttekinti a tárggyal kapcsolatos irodalmat, tárgyalja a revétlenítés alapelveit és a vele kapcsolatos nehézségeket, és röviden ismerteti a kereskedelmi forgalomban levő gépeket.

Papsdorf, W.: **Előfeszített betonhoz használt nagyszilárdságú acélhuzal feszültségi korrózió ja és tartósfolyása.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1472—1475. old.

Horstmann, D.: **Kis C-tartalmú nem nyugtatott acélból keményen húzott, erősen horganyzott huzalok Zn-bevonatának tapadási szilárdsága.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1456—1462. old.

Horstmann, D.: **Elektrolitikus úton készített bevonatok vizsgálata pórusosság szempontjából.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 16. 1476—1478. old.

13. Üzemgazdaság. Üzemszervezés

Sittard, J.: **Statisztikai ellenőrző kártyák mint az anyaggazdaság segédeszközei.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1585—1597. old.

Jost, P.: **Gépkenés a német acélművekben.** Iron a. Coal, 1958. dec. 5. 1347—1351. old.

Zeman, J.: **Igen nagy és nehéz gyártmányok szállítása a cseh kohóművekben.** Hutnik (Praha), 1958. okt. 352—355. old.

Jurisch, W.: **A folyékony nyersvas szállítása.** Stahl u. Eisen, 1958. okt. 30. 1606—1608. old.

Csernjak, G. Sz.—Vinograd, M. N.: **Félkészáruk és kész alkatrészek vizsgálata hajszálrepedések szempontjából.** Sztal', 1958. okt. 946—947. old.

Zsuravlev, A. Sz.: **Kazánlemez-vizsgálat módszerei.** Sztal', 1958. dec. 1133—1134. old.

Hoyle, G.—Ineson, E.: **Eedzett szerszámacélok mMódosított hajlítóvizsgálata.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. jan. 44—55. old.

Különleges készülék átedzett szerszámok különféle hőmérsékleteken végzett hajlító vizsgálataihoz. Módszer a feszültségek kiszámítására. Kísérleti eredmények, mutatószámok.

Castro, R.—Gueussier, A.: **A forgó-hajlító fárasztó vizsgálatok alatt megfigyelt szórásról.** Revue de Métallurgie, 1958. nov. 1042—1047. old.

Daubertes, C.—Renout, M.—Cazaud, R.: **Kifáradási vizsgálat egyetlen darabbal.** Revue de Métallurgie, 1958. nov. 1048—1056. old.

Stricker, F.—Tytko, K. H.: **Vízgőz hatása a C-nak vasban és acélban való gáztérfogatos meghatározásakor.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. jan. 7—9. old.

Az elemzésekhez előírt eljárások esetében a büretákban lévő gázok, ha nincsenek is vízgőzzel telítve, telítettségi fokuk elég nagy. Az ismert hibaforrások mellett ezt is figyelembe kell venni.

Nordmeyer, M.: **Spektrométerek megvilágításáról.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. jan. 11—13. old.

A cikk ismerteti a fényvezetés egyes szempontjait, amelyek a spektrométerekkel végzett színképelemzésben befolyásolják a vonalintenzitásoknak, az oldóképességnek és a sugárzási teljesítménynek viszonyát. Ismerteti azokat a feltételeket, amelyek mellett előnyös vonalrácsokat használni.

Abresch, K.—Lemm, H.: **Az oxigén kolometriás meghatározása acélból argonáramban végzett olvasztási extrakciós eljárással.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. jan. 1—7. old.

14. Munkavédelem

Guthmann, K.: **A levegő tisztántartása, különös tekintettel a nagyolvasztókra és az acélművekre.** Radex Rundschau, 1958. 6. sz. 253—276. old.

2. rész. Az SM-kemencék füstgázainak portalanítása. Amerikai acélművek tapasztalatai különféle szerkezetű portalanító berendezésekkel. Acélművek szellőztetése.

Antoni, H.: **Balesetek a német vas- és acéliparban 1957-ben.** Stahl und Eisen, 1958. dec. 25. 1891—1898. old.

Üzemi baleseti statisztika az amerikai, angol, japán, francia és osztrák vas- és acélipar összehasonlító adataival.

Fémkohászati folyóiratfigyelő

1. Ércelőkészítés

Schaeller, H.: **Gázsugármalom.** VDI-Z., Bd. 99-Nr. 22. 1957. aug. 1. p. 1069. Nagysebességű gázáramban tovaragadott szemcséknek hengeralakú térbe érintő irányban való beáramlása és ezáltal falbaütközés révén való aprítása.

Hentzschel, W.: **Ömlesztett anyag szemcsealakjának meghatározási lehetőségei.** Freiberger Forschungsh. A 59. Aufbereitung, 1957. p. 96—108.

Plakssin, I. N.: **Radioaktív izotópok felhasználása a flotálás folyamatának vizsgálatára.** Freiberger Forschungsh., A 59. Aufbereitung. 1957. p. 5—44.

Bogdanow, O. S.: **A flotálás folyamatának elméleti vizsgálata.** Freiberger Forschungsh., A 59. Aufbereitung. 1957. p. 45—74.

Sprny—Dobiás—Hejl.: **Az érc és a folyadék közötti fázishatár potenciáljának vizsgálata a flotálás folyamatának vizsgálatával kapcsolatban.** Collection CSR, Vol. 22. No. 5. 1957. okt. p. 1530—1533.

Dvorák, A.: **A polarográfia szerepe a flotálás elméleti kérdéseinek megoldásában.** Freiberger Forschungsh., A 59. Aufbereitung 1957. p. 75—81.

Gerth, G.: **Az ásztató-ülepítő eljárásban használt nehezítőanyagok tapadási veszteségeinek összefüggése a feladott anyag szemcsealapjával, — nagyságával és felületi minőségével, durvaságával.** Erzmetall, Bd. 10. H. 10. 1957. okt. p. 493—499.

Clement, M.: **Új koagulálószer felhasználása a rammelsbergi ércek előkészítéséhez a derítő és szűrési hatás fokozására.** Erzmetall, Bd. 10. H. 9. 1957. szept. p. 421—427.

Hentzschel, W.: **Nehéz folyadékos osztályozó elválasztóképességének vizsgálata.** Neue Hütte, Jg. 3. H. 3. 1958. márc. p. 131—137.

2. Általános kohászat

Pawlek—Pietsch : **A nyomásalatti kilúgozás felhasználása ércek és kohóféltermékek feldolgozására.** Erzmetall, Bd. 10. H. 8. 1958. aug. p. 373—383.

Montel, G.: **Fémek elválasztása, tisztítása és visszanyerése ioncserélő módszerekkel.** Chimie Industrie, Vol. 78. No. 5. 1957. nov. p. 450—459.

Hänsel, G.: **Az elektrokémia szerepe a fémek előállításában.** Bergakademie, Jg. 9. Nr. 10. 1957. okt. p. 499—512.

Rivera, M.: **A vákuumkohászat sajátos technológiai megoldásai.** Metal Treating, Vol. 8. No. 6. 1957. nov.—dec. p. 4—7, 46.

Müller, L.: **Fémek elválasztása desztillálással vákuumban.** Bergakademie, Jg. 9. Nr. 11. 1957. nov. p. 575.

Vákuumban olvasztott fémek. Metallurgia, Vol. 57. No. 341. 1958. márc p. 139—142. A vákuumolvasztás jelentősége az acél, titán és a cirkon előállításában. 1930 óta a legrégibb angol acélgyár rendszeres kutatásokat végez a fémek vákuumolvasztásának területén.

Holland—Merten : **A gyártástechnológia vákuumtartománya.** Chemische Techn. Jg. 9. H. 9. 1957. szept. p. 520—522.

Baralis, G.: **A szakaszos olvasztás elmélete és gyakorlata.** Metallurg Italiana, An. 50. No. 4. 1958. ápr. p. 149—156. A szilicium és a germánium diódák és triódák előállítására felhasznált félvezető kristályoknak igen nagy tisztaságúaknak kell lenniök. Tisztításukhoz dolgozták ki a szakaszos olvasztási módszert. Az eljárás elméleti alapjai és gyakorlati lehetőségeinek határai. A szokásos készülékek és berendezések leírása.

Albert, P.: **Igen nagy tisztaságú alumínium, urán és vas előállítása szakaszos olvasztással.** Metallurg. Italiana, An. 50. No. 4. 1958. ápr. p. 136—142. A több mint öt évig tartó, Chaudron prof. vezetésével Vitry-ben végzett francia kutatások alapján ismerteti az alumínium, az urán és a vas tisztítására kidolgozott szakaszos olvasztási módszereket.

3. Kemencék, tüzelő- és tűzállóanyagok

Harper, R. L.: **Fémek és kerámiák zsugorítására szolgáló kemencék.** Metal Progr. Vol. 72. No. 2. 1957. aug. p. 69—72.

Koebel, N. K.: **Porkohászati úton készült darabok zsugorítására és hőkezelésére szogáló kemencék.** Metal Progr., Vol. 72. No. 2. 1957. aug. p. 65—68.

4. Bauxit, timföldgyártás

Ginsberg—Werers : **A bauxitok röntgenografikus ásványelemzésének lehetőségei és határai.** Erzmetall, Bd. 10. H. 10. 1957. okt. p. 499—503. A bauxit fogalmának pontos meghatározása főleg technológiai és nem pedig ásványtani szempontok szerint történik.

Ginsberg—Wefers : **Kovasavtartalmú bauxitokban Bayer-szerinti lúgos feltárás után keletkező nátrium-alumíniumszilikátok szerkezete.** Angew. Chemie, Jg. 69. Nr. 22. 1957. nov. 21. p. 712—713.

Dachselt—Patz : **Hidrargillitnek nyomás alatt bőhmitté való változásának vizsgálata.** Z. anorg. Chemie, Bd. 292. H. 5—6. 1957. dec. p. 262—274.

Carlson, E. T.: **Az agyag—timföld—víz-rendszer vizsgálata 1 C°-on.** J. Research, Vol. 61. No. 1. 1958. júl. p. 1—11.

Siemens—Rahmel—Thurn : **Keverők teljesítmény-felvételének ábrázolása.** Chemie-Ing.-Techn. Jg. 29. Nr. 12. 1957. dec. p. 791—797.

Komossa, H.: **Kikeverőtartályok hőteljesítményének meghatározása analógiás módszerrel.** Chemie-Ing-Techn. Jg. 29. Nr. 12. 1959. dec. p. 781—785.

5. Alumíniumkohászat

Kurek, A.: **A vízienergia jelentősége a kapitalista világ új alumíniumkohóinak tervezésében.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 9. 1957. szept. p. 571—572.

Baum, H.: **A volhovi alumíniumkohó ismertetése.** Alumínium, Jg. 33. H. 12. 1957. dec. p. 825—826.

Medriczky—Krupicka : **Keményszurok az elektródamasszák nyersanyaga.** Paliva, Roc. 37. No. 10. 1957. okt. p. 336—339.

Forster, A.: **A kriolit olvadáspontja.** J. Physic. Chem.. Vol. 61. 1957. p. 1055—1056 és Chemische Technik, Jg. 9. H. 12. 1957. dec. p. 734.

Bloch—Müller : **Nagytisztaságú alumínium.** Metal Progr. Vol. 72. No. 2. 1957. aug. p. 91—96.

6. Ólom- és cinkkohászat

Kohlmeyer—Brinkmann : **Az ólomszulfid-olvadéknak fémmé való közvetlen oxidációja.** Z. anorg. Chemie, Bd. 292. H. 5—6. 1957. dec. p. 275—286.

Barthel, J.: **Az antimon oxidációmechanizmusa az ólom tűzi raffinálásakor.** Bergakademie, Jg. 9. Nr. 12. 1957. dec. p. 630—632.

Garwin—Winterbottom : **Cinkkloridnak szulfátból való kinyerése folyadékos extrakcióval, furfurállal.** Industrial Eng. Chem., Vol. 49. No. 9. P. 1. 1957. szept. p. 1355—1360.

Cinkdúsítmányok pörkölése elektrolízis előtt. Engineering Mining J., Vol. 158. No. 10. 1957. okt. p. 78—81.

7. Rézkohászat

Kleinert, R.: **A Flin Flon réz-cinkkohó Kanadában.** Erzmetall, Bd. 10. H. 8 és H. 9. 1957. aug. és szept. p. 383—391 és 435—442.

Ahtsuki, T.: **Olvadék réz gáztalanítása.** 1. rész. J. Japan Inst. Metals, Vol. 21. No. 10. 1957. okt. p. 587—589. 2. rész. No. 12. dec. p. 683—685.

Stolarczky—Cibula—Gregory—Ruddle : **Ólom eltávolítása rézből tűzi raffinálással.** J. Inst. Metals, Vol. 85. P. 2. 1957. okt. p. 49—58.

Stolarczky—Ruddle : **Ólom és ón eltávolítása rézből tűzi raffinálással.** J. Inst. Metals, Vol. 85. P. 2. 1957. okt. p. 59—64.

Pannetier, G.: **A kénkinyerés problémája kéntartalmú anyagok komplex feldolgozásával.** Chimie Industrie, Vol. 79. No. 2. 1958. febr. p. 150—159.

8. Kalcium és magnéziumkohászat

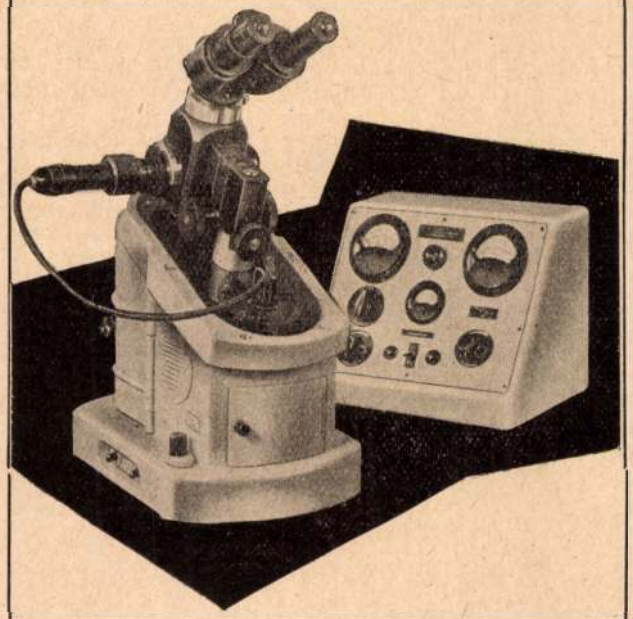
Saito—Maruya : **Kalcium diffúziója salakolvadékokban.** J. Japan Inst. Metals, Vol. 21. No. 12. 1957. dec. p. 728—732.

Schneider—Coedes—Runge—Kribbe, H.: **A termikus magnéziumelőállítás termokémiai és kinetikai vizsgálata.** Erzmetall, Bd. 10. H. 10. 1957. szept. p. 466—467.

Bjork—George : **Növekszik a magnézium kohászati és kémiai célokra való felhasználása.** Chemical Eng. News, Vol. 35. No. 47. 1957. nov. 25. p. 72—76.

CARL ZEISS JENA

Elektrolitikus polirozó készülék



egyidejű mikroszkópiai megfigyeléssel

a polirozás folyamata alatt

fémek nem-egyenletes leválasztására (fényezés)

és egyenletes (szelektív) leválasztására (maratás),

főleg metallográfiai vizsgálathoz.

Kérjen felvilágosítást 30/ jel alatt.

VEB Carl Zeiss JENA

Látogassák meg a Lipcsei Őszi Vásárt

1959. aug. 30. — szept. 6. között!

Egyesületi hír

Április hó 24-én Elnökségünk ülést tartott. Az ülést *Szele Mihály* elnök nyitotta meg.

Első napirendi pontként *Szász József* az öntödei napokról számolt be. Az öntödei napokon két napon át előadások folytak 13 külföldi és 16 belföldi előadóval. Az előadásokon 300-nál is többen vettek részt, köztük 21 külföldi. Az előadások után vidéki és budapesti öntödéket látogattak meg. Az előadások végén *Herczeg Ferenc* min. h. több kitűnő öntőszakembernek kitüntetést osztott.

Szele Mihály elnök összefoglalásában megállapította, hogy az öntőnapok előadásai felölelték a ma aktuális, közérdeklődés homlokterében álló kérdéseket, a szervezés jól sikerült, amit a külföldi vendégek tetszést nyilvánító kijelentései is megerősítenek.

Szele Mihály elnök végül az Elnökség nevében őszinte köszönetet mondott az Öntödei szakosztály vezetőségének.

Ezután *Martos Ferenc* beszámolt arról, hogy március végén a MTESZ főtitkára és a nehézipari egyesületek főtitkárai felkeresték *Czottner Sándor* minisztert az egyesületek és a NIM közötti kapcsolatokról megbeszélést folytattak. A kapcsolat a tények mérlegelésével lerögzíthetően jó s a jövőben az még jobb lesz. A társadalmi egyesületek képviselőit a jövőben a minisztérium a Műszaki Tanács szakosztályaiba meg fogja hívni, hogy a Tanács munkáját segítsék.

Szeless László beszámolt a MTESZ főtitkár és a KGM kohó- és gépipari egyesületek kapcsolatainak megbeszéléseiről. A megbeszélések alapján *Csergő János* miniszter kijelentette, hogy egy kollégiumi ülésen kívánja az egyesületekkel való együttműködést szabályozni s a jövőben az egyesületekben rejlő társadalmi erőt a munkába rendszeresen be kívánja kapcsolni.

Ezután *Martos Ferenc* főtitkár ismertette az Egyesület II. félévi munkájának fontosabb teendőit.

Az egyes szakosztályok ismertették azokat a tématerveket, amelyekkel bizottságokban kívánnak foglalkozni az elkövetkező hónapokban.

A tervek megvitatása után az elnök kérdésére az elnökség a tématerv javaslatokat elfogadta.

Ezután *Szele Mihály* elnök bejelenti, hogy a Gesellschaft Deutscher Berg und Hüttenleute szorosabb együttműködést ajánlott fel s kérte, hogy tájékoztassuk őket Egyesületünk rendezvényeiről.

Martos Ferenc főtitkár bejelenti, hogy *Gyulay Zoltán* professzor közölte, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Bányászati Kutató Munkaközössége elhatározta, hogy *„A magyarországi bányászat történetének bibliográfiája"* és az *„Útmutató a Magyarországi bányászat történetének levéltári kútfőiről"* című munkákat megírja. Kötelességünk, hogy ezt a munkát erkölcsileg és anyagilag támogassuk. Az elnökség 20 ezer Ft-os támogatást szavazott meg.

A főtitkár ezután bejelentette, hogy *Péczely Antal* komoly tevékenységet fejtett ki a magyar bányász szaknyelv művelése terén. Ennek folyományaként Sopronban az Egyetem körében megkísérelnek egy nyelvművelő bizottságot létrehozni. Kérdi, hogy nem volna-e lehetséges ez Miskolcon is. A lehetőségeket a Kohászati Szakosztály fogja megvizsgálni.

A Bányászati Lapok szerkesztőbizottságát két bányagépésszel kívánja a felelős szerkesztő kiegészíteni. Az Elnökség a név szerinti javaslatot elfogadja.

Egyetemi hírek

A freibergi Bányászati Akadémia hat oktatója és húsz hallgatója *dipl. ing. Zouhar*, az Akadémia Képlékenyalakítástani Tanszékének adjunktusa vezetésével f. év május 25 és június 6 között a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának vendégeként hazánkban cseretanulmányúton vett részt. A tanulmányút során látogatást tettek a Nehézipari Műszaki Egyetemen, a Lenin Kohászati Művekben, a Csepeli Vas- és Fémművekben, a Kőbányai Alumíniumhengerműben, a Vas- és Fémipari Kutató Intézetben, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületben, a Dunai Vasműben, a Székesfehérvári Alumíniumhengerműben, az Inotai Alumíniumkohóban. Megtekintették Miskolc környékének, Budapestnek és a Balatonnak nevezetességeit és szépségeit.

*

Simon Sándor egyetemi docens, az egyetemi pártbizottság titkára, a Pedagógus Nap alkalmával f. év június 6-án „Az Oktatásügy Kiváló Dolgozója" kitüntetést kapta.

*

A Nehézipari Műszaki Egyetem tanárainak tollából újabban *dr. Verő József:* Vas- és Fémipari Anyagvizsgálat, *dr. Diószeghy Dániel:* Tüzeléstan és *dr. Terplán Zénó:* Mechanizmusok c. könyvek jelentek meg.

*

Mihalik Árpádot a Fémkohászattani Tanszék gyakornokát és *Szarka Gyulát* a Vaskohászattani Tanszék gyakornokát f. év május 1-én a nevezett tanszékekre tanársegéddé kinevezték.

*

Az idén végzett kohómérnökök közül *Mikó József* az Alkalmazott Kémiai Tanszékre, *Tranta Ferenc* a Metallográfiai Tanszékre és *Wéber Józsefné* az Általános Kémiai Tanszékre kapott gyakornoki beosztást.

A Nehézipari Műszaki Egyetem f. év szeptember 10—12 között ünnepli alapításának 10. évfordulóját. Az ünnepségre az Egyetem vezetősége szeretettel meghívja valamennyi volt hallgatóját, ill. valamennyi bánya- és kohómérnököt. A részletes programról az Egyetem külön felvilágosítást ad az érdeklődőknek.

KOHÁSZATI LAPOK
Felelős szerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1520 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

48531 - 659/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

KOHÁSZATI *lapok*

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

8. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 8. SZ. 341—388 OLD. BUDAPEST, 1959. AUGUSZTUS

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÚSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

Dr. Kuznyecov—Gyervjakin—Sabalina: Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminátoldatok bomlási sebességére .. 341
Laár Tibor: A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére .. 345
Szeghegyi Árpád: Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása .. 350
Bella Ede: A keményedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz meleghengerlése folyamán .. 354
Baszov, V. T.: A nagyolvasztók működésének automatizálása a Szovjetunióban .. 362
Egyesületi hír .. 368
Hegedűs Zoltán—Székely Levente: Erőműi sárgaréz kondenzátorcsövek elcinktelenedéses korróziója .. 369
Műszaki és gazdasági hírek .. 372, 386
Széki Pálma: Gyorsíthatja-e a nagy hideg a feszültséggel terhelt sárgaréz kondenzátorcsövek felrepedését .. 333
Süle János: Sárgaréz kondenzátorcsövek feszültségkorróziós vizsgálatai .. 375
Műszaki eseménynaptár .. 380
Reinhold Magda: Különböző tüzelésű kemencében keletkezett revék vizsgálata .. 381
Dr. Sajó István: Vanádium gyors meghatározása ércekből, szilikátokból, kőzetekből, salakokból és fémekből .. 383
Dr. Sajó István: Gyors módszer kalcium és magnézium meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzállóanyagokból és fémekből .. 384
Vaskohászati folyóiratfigyelő .. 386

ÖNTÖDE:

Dr. Bánsági József: Az öntödék munkaegészségügyi problémái .. 173
Marienbah, Lev Mihajlovics: Forró olvasztás kupolókemencében .. 177
Bergmann Hans: Két példa automatikus formázóberendezésekre .. 187
Szekeres János: Héjformák szilárdsága öntési hőmérsékleten .. 192

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **8. szám** 1959. augusztus

Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminátoldatok bomlási sebességére

II. rész γ-timföld és korund adalékok hatása[1]

Dr. KUZNYECOV, SZ. I.—GYEREVJANKIN, Urali Műegyetem, Szverdlovszk, Szovjetunió V. A.—SABALINA, O. K.

D. K.: 669.712.13

Влияние добавок гидроокиса алюминия и окиса алюминия на скорость разложения алюминатных растворов

Die Wirkung von Aluminiumhydroxid und Aluminiumoxid Zugaben auf die Zerfallsgeschwindigkeit der Aluminatlösungen

The influence of aluminiumhydroxide and aluminiumoxide on the decomposing rate of aluminate solvents

Az ismertetésre kerülő kísérletekhez az aluminátlúgok bontására a következő oltóanyagokat használtuk :

1. hidrargillit 800 C°-on 4 órán keresztül végzett hevítésével nyert γ-timföld,

2. Diaszpor 1200 C°-on 5 órán keresztül tartó hevítéssel előállított korund,

3. γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási terméke, amely 15—20% γ-timföldet és 80—85% korundot tartalmazott.

Az utóbbit a hidrargillit 1100—1150 C°-on 12 órán át tartó hevítésével állítottuk elő.

Ezeknek az anyagoknak a szemcseösszetételét az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat

Az oltóanyagok szemcseösszetétele

Az oltóanyag neme	40 μ alatt	40—50 μ	50—63 μ	63—100 μ	100 μ felett
1. γ-timföld	9,1	18,6	37,9	32,2	2,2
2. korund	10,6	15,2	33,1	30,3	10,8
3. γ-timföldnek korunddá történő nem teljes átkrist. terméke	14,93	13,62	39,5	30,6	1,35

Az aluminátlúgok összetétele és a kísérleti feltételek azonosak voltak az I. részben [1] leírtakkal.

[1] Az első rész megjelent a Kohászati Lapok 1959. évi 7. számában.

A kísérletek eredményei

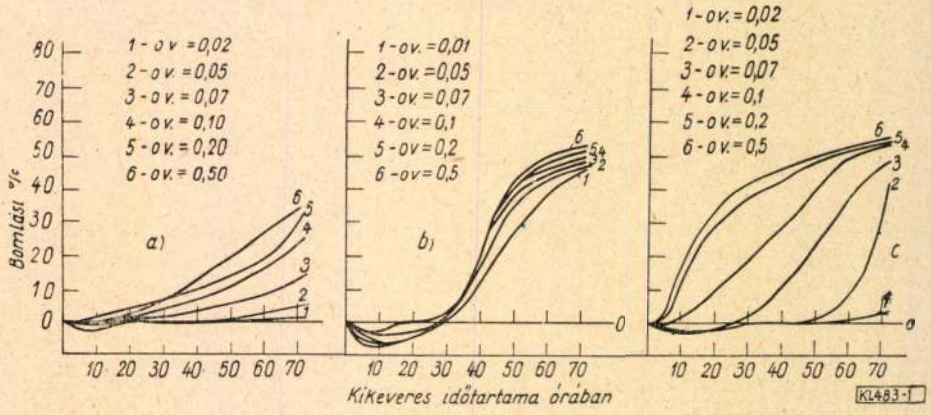
Az alumíniumoxid adalékoknak az aluminátlúgok bomlási sebességére gyakorolt hatását vizsgálva beigazolódott, hogy a γ-timföld és a γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási terméke nagy oltóhatással bír (1. és 2. ábra).

A kikeverés folyamatában a korundnak nincs oltóhatása.

A kikeverés lefolyásának görbéin γ-timfölddel és γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási termékével végzett oltás után megfigyelhető az indukció időszaka, ennek tartama az oltóanyagnak, valamint az oldatok szerves szennyeződéseinek mennyiségétől függ. Az oltóanyag mennyiségének növelésével ez az idő lényegesen csökken. Szerves anyagok jelenlétében a γ-timföld adalék az aluminát lúgokat a kikeverés elején lassabban és a kikeverés végén gyorsabban bontja. A szerves szennyeződések mennyiségének növekedésével, ha ezek az összes Na_2O-ra számolva több mint 1% O_2-nek felelnek meg, akkor az oltóanyag mennyiségének növelésével csökkenthető az indukció ideje (1. ábra). A szervesanyagok jelentősen csökkentik a γ-timföld korunddá való nem teljes átkristályosodási termékének oltóhatását. Ha a szerves szennyeződések mennyisége 1% O_2-nek felel meg — az összes Na_2O-ra számolva, — akkor a fenti oltóanyagnak kisebb mennyiségei az aluminátoldatokat 72 órás időtartamon belül sem bontják meg (2. ábra).

Az indukció időszakában az aluminátlúgokban az alumíniumoxid bizonyos fokig dúsul, míg Na_2O-ban elszegényedés tapasztalható, vagyis csökken a kausztikus molarány. Ugyanezt észlelték az oldatok bontásakor bőhmit adalék hatására is [1]. Sajnos ennek az okát nem sikerült kideríteni.

Ha az aluminátlugokat megbontás céljából γ-timfölddel oltjuk, akkor egészen apró szemcséjű hidrát válik ki, amelyben a 40 μ-nál kisebb frakció mennyisége eléri a 30%-ot. Az összes Na_2O-ra számított 0,5—1% O_2-nek megfelelő mennyiségű szerves szennyezés jelenlétében ez a frakció 50—70%-ig nő. A szervesanyagtartalom növekedése

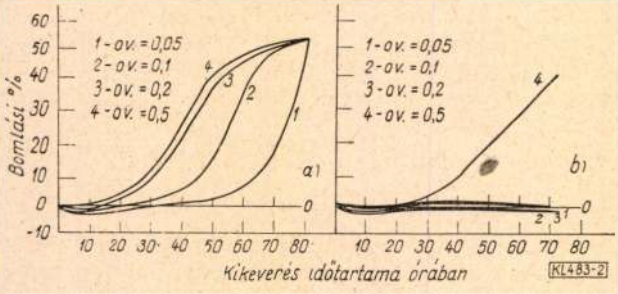


1. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésének lefolyása, különböző mennyiségű γ-timfölddel való oltáskor

a) Szerves szennyeződés nélkül, *b)* Az össz Na_2O-ra számolt 1 % O_2-vel egyenértékű szerves szennyeződések jelenlétében, *c)* Az össz Na_2O-ra számolt 2 % oxigénnel egyenértékű szerves szennyeződés jelenlétében

az összes Na_2O-ra számolt 1—2% O_2 egyenértékig a hidrát bizonyos mértékű növekedését vonja maga után. Kisebb szemcsés üledék általában nagyobb mennyiségű oltóanyag adagolásakor keletkezik (0,2—0,5 oltóanyag viszony mellett).

γ-timföld oltóanyag használatakor a kikeverés kezdeti időszakában a hidrátszemcsék növekedése, majd 48 óra elteltével azok erős aprózódása vehető észre.



2. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésének lefolyása γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási termékének különböző mennyiségeivel való oltásakor

a) Szerves szennyeződések nélkül, *b)* Az össz Na_2O-ra számolt 1 % O_2-vel egyenértékű szerves szennyeződés jelenlétében

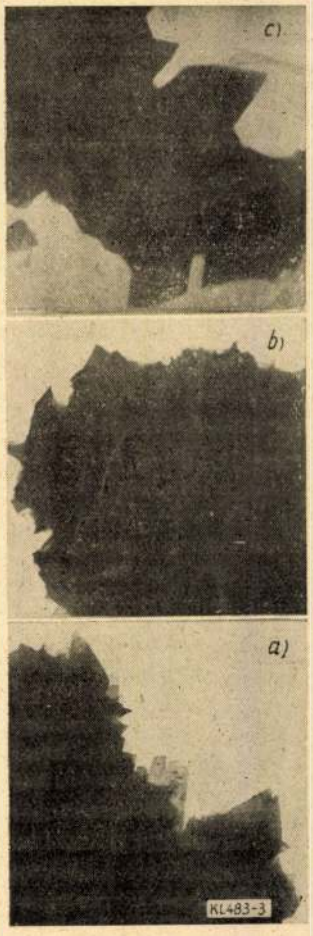
Ha az aluminát oldatokat γ-timföldnek nem teljesen korunddá átkristályosodott termékével beoltva keverjük ki, kevés hidrátkiválás észlelhető, amelyben a 40μ-nál kisebb részecskék 20—25%-ot tesznek ki. E frakció részecskéinek főtömege 40μ-nál kisebb nagyságú, az elemi szemcsék mérete 2—5 μ.

A röntgen szerkezeti fáziselemzés tanúsága szerint az oldatok bomlásakor nyert valamennyi üledék hidrargillitből és oltóanyagból áll. Tehát az oldatok bomlása γ-timföld adalékok, valamint a γ-timföld korunddá való nem teljes átkristályosodás termékének hatására hidrargillit kiválásával megy végbe.

Mind az előbbi, mind az utóbbi oltóanyaggal végzett kísérletek során az üledékben hidrargillitet is találtunk, anélkül, hogy az oldatok észrevehetően bomlottak volna. Ez a tény arról tanúskodik, hogy mindkét oltóanyagban jelenlevő γ-timföld a kikeverés folyamán részben hidrargillitté alakul át és ennek következtében oltóhatásúvá válik.

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok során beigazolódott, hogy a γ-timföld főtömegében fejletlenül kristályosodott részecskékből áll, nagy fajlagos felülettel. Ezeknek a részecskéknek felületi rétege hidrargillitté aránylag gyorsan alakul át, Ezzel magyarázható a részecskék nagy oltóhatása.

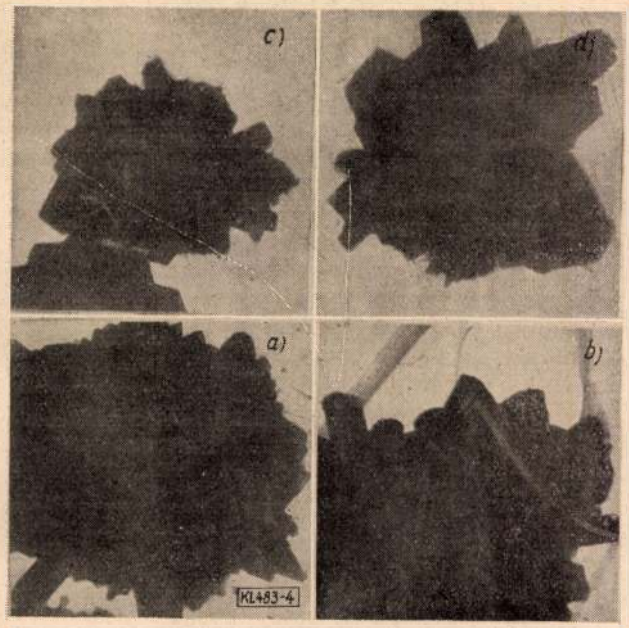
Ha ezt összehasonlítjuk a bőhmit viselkedésével a kikeverési folyamatban, akkor azt feltételezhetjük, hogy a γ-timföld nem közvetlenül alakul



3. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésének kezdeti szakaszában nyert üledékek elektronmikroszkópos felvételei. Oltás γ-timfölddel. Nagyítás : 10 000-szeres

át hidrargillitté. Először valószínűleg bőhmit, azután bayerit és végül hidrargillit keletkezik. Ez az átalakulás elsősorban az oltóanyag szemcsék felületi rétegében megy végbe. A közbenső vegyületek hidrargillitté való átalakulásának sebessége úgy látszik nagyon nagy. Ezért ezeket a legtöbb üledékben nem lehetett azonosítani. Egyes üledékekben γ-timföld és hidrargillit mellett röntgen szerkezeti fáziselemzéssel bayeritet is lehetett találni, ami a fenti következtetést valószínűsíti.

Az elektronmikroszkóp segítségével megállapítást nyert, hogy a γ-timföld részecskék felületén az aluminátlúgokkal való keverés folyamán dendrites kinövések keletkeznek. Jellegzetes, hogy ezeknek a kinövéseknek a keletkezése az indukció időszakában észlelhető. A γ-timföld részecskéket eleinte átlátszó háromszögek, ill. bőhmit habitusú rhombos lapok határolják, ezek mérete 1,5 μ-nál kisebb (3*a* és *b* ábra). Idővel a lemezes nyúlványok hosszabbak lesznek és megvastagodnak (3*b*, 4*a*



4. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor kapott üledékek elektronmikroszkópos felvételei. Oltás γ-timfölddel. Nagyítás : 10 000-szeres

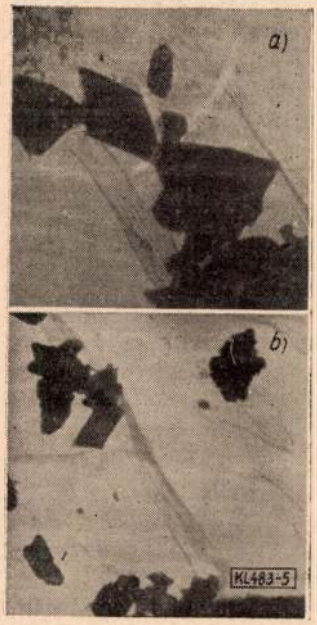
és 4*b* ábrák). Ezekkel a lapocskákkal együtt megjelennek a hidrargillitre jellemző prizmás kinövések (4*a*—*c* ábra) hatszögű keresztmetszettel. A prizmák néha derékszögű, vagy trapezoid keresztmetszetűek. A kikeverés végén a prizmás kinövések kerülnek előtérbe (4*c* ábra).

Szervesanyagok jelenlétében az oltóanyag részecskék nem egyenletesen növekednek.

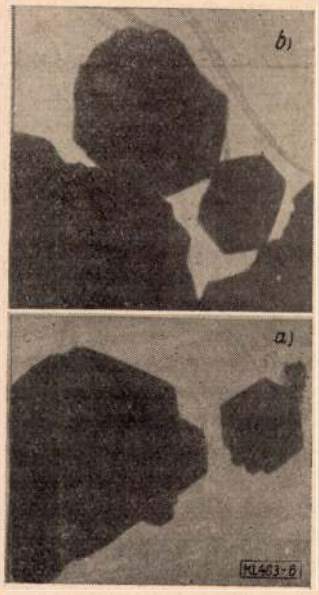
A keverés hatására a dendrites nyúlványok könnyen letöredeznek, ennek következtében sok új kristályosodási központ keletkezik. A kikeverés elején a töredékek között gyakran megtalálhatók a böhmit rhombos lemezei (5*a* és *b* ábra). A kikeverés vége felé előtérbe kerülnek a hidrargillit prizmák törmelékei és a hidrargillit pszeudohexagonális táblái (6. ábra).

A fenti adatok igazolják azt a következtetést, hogy a γ-timföld részecskék felületi rétegei hidrargillitté alakulnak át.

Ha oltóanyagként γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási termékét használjuk, a korund részecskék semmiféle változást

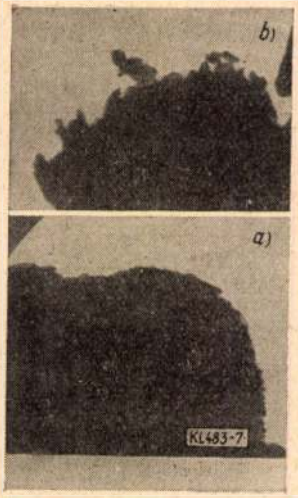


5. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor kapott egyes kristályok elektronmikroszkópos felvétele. Oltás γ-timfölddel. Nagyítás : 10 000-szeres



6. ábra. Az aluminátlúgok kikeverésekor kapott egyes kristályok elektronmikroszkópos felvétele. Oltás γ-timfölddel. Nagyítás : 10 000-szeres

nem szenvednek (7*a* ábra). A γ-timföld részecskék felületén nagyszámú ágas nyúlvány keletkezik. Ezek a nyúlványok az oldatok észlelhető bomlása nélkül is kialakulnak. A kikeverés kezdeti szakaszában főleg rhombos lemezekből álló nyúlványok



7. ábra. γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási termékével beoltott aluminátlúgok kikeverési folyamatának kezdeti szakaszában kapott üledékek egyes részecskéinek elektronmikroszkópos felvétele. Nagyítás: 10 000-szeres

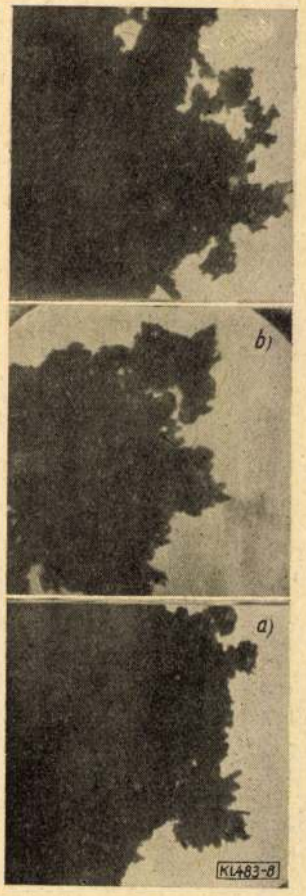
keletkeznek, ezek hossza kb. 0,1 μ (7*b* és *c* ábra). A folyamat végén dendritek képződnek, melyeknek ágai 0,5 μ-nál rövidebb és 0,1 μ-nál vékonyabb prizmákból állanak (8*a* ábra).

Az ágas nyúlványok törékenyek, ennek következtében sok új kristályosodási központ keletkezik. A törmelék mérete nagyon kicsi, ezért a kikeverés során nem tud megnagyobbodni és a termékben nagyon nagyszámú igen apró kristály keletkezik.

A γ-timföld egyes kis részei az alimunátlúggal való keverés során fokozatosan pszeudohexagonális táblácskák alakját veszik fel, ill. teljes tömegükben hidrargillitté alakulnak át.

Az ismertetett kísérletek eredményeiből az alábbi következtetéseket lehet levonni: a böhmit és γ-timföld oltóhatása azzal kapcsolatos, hogy ezek a hidrargillithez képest termodinamikailag kevésbé állandóak. Ezek a vegyületek az aluminátlúggal való keveréskor gyorsabban, vagy lassabban hidrargillitté képesek átalakulni és csak ennek megtörténte után gyakorolnak bontó hatást az oldatokra. Ez az átalakulás az esetek többségében a részecskék felületére korlátozódik. Az átalakulás sebessége attól függ, hogy mennyire alakultak jól ki a kiinduló anyag kristályai.

A hidrargillithez viszonyítva a diaszpor termodinamikailag szintén kevésbé állandó [2]. Diaszpor adalék azonban nem idézi elő az aluminátlúgok bomlását, ami azzal magyarázható, hogy a diaszpor csak nagyon lassan alakul át hidrargillitté. Lehetséges, hogy a korundnak ugyanebből az okból kifolyólag nincsen oltóhatása.



8. ábra. γ-timföldnek korunddá való nem teljes átkristályosodási termékével beoltott aluminátlúgok kikeverése során nyert üledékek egyes részecskéinek elektronmikroszkópos felvétele. Nagyítás: 10 000-szeres

IRODALOM

[1] *Kuznyecov—Gyerevjankin—Sabalina:* Alumíniumhidroxid és alumíniumoxid adalékok hatása az aluminát oldatok bomlási sebességére. I. rész Kohászati Lapok 1959., 7. sz.

[2] Kísérleti munkák a kőzettan és ércképződés területén. Cikkgyűjtemény 1954., 71. oldal.

METALLOCHEMIA
BUDAPEST, XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólommínium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére

I. rész

LAÁR TIBOR mérnök, Fémipari Kutató Intézet

D. K. 621.74.03 : 669.71-113

Некоторые факторы, влияющие на качество алюминиевых слитков, отлитых полупрерывным способом. 1 я часть

Der Einfluss einiger Verhältnisse beim halbkontinuirlichen Giessen auf die Qualität der Aluminium-Blöcke. I. Teil

The effect of some conditions in semicontinnous casting on the quality of aluminium blocks. Part I.

Bevezető

Az alumínium lemezt gyártó üzemek a felhasználók növekvő igényének megfelelően arra törekszenek, hogy a gyártástechnika minden munkafázisának legkedvezőbb körülményeit teremtsék meg. Ez a törekvés természetszerűleg a lemezhengerlésre gyártott alumínium (*H*) tuskóval szemben támasztott követelmények megszigorítását is maga után vonta.

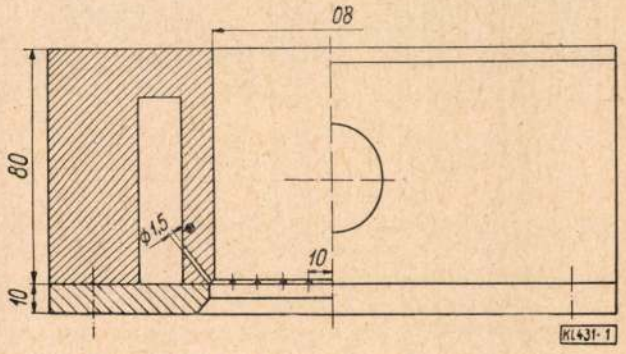
A gazdasági és minőségi követelményeknek egyaránt jobban megfelelő, félfolyamatos alumínium tuskóöntés a külföldi és hazai tuskóöntödékben rövid idő alatt elterjedt [1], [2], [3]. A tárgykörrel kapcsolatos nagyszámú közleményből azonban arra következtethetünk, hogy az öntési eljárás egyes részleteiben még nem egészen kiforrott.

Általában megállapítást nyert az a tény, hogy félfolyamatos öntéssel, kedvező öntési körülmények között, kiválásoktól mentes, homogén és tömör kristályszerkezetű, tuskó állítható elő, de kedvezőtlenül vezetett dermedési viszonyok között szemcsedurvulás, kiválások és feszültségek is felléphetnek. Ezért a félfolyamatos tuskóöntéssel előállított anyag tulajdonsága erősen függ az öntés körülményeitől [4], [5].

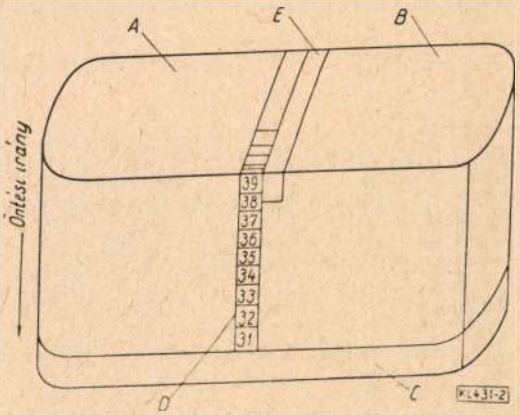
A félfolyamatos tuskóöntés kedvező dermedési viszonyainak kialakítása sokrétű problémát vet fel, különösen azért, mert a dermedési folyamatot számos körülmény (szelvényméret, kokilla kialakítása, öntési sebesség, hőfok stb.) befolyásolja [5].

Az elméleti kutatásokban kidolgozott irányelvek gyakorlati megvalósítása számos nehézségbe ütközik [4], ami az öntés körülményei tekintetében az üzemi megoldások nagy változatosságát vonta maga után. Ennek következtében az öntés körülményeinek meghatározására közölt irodalmi adatok és a kapott eredmények adott öntőberendezés tapasztalati adataiként, illetve eredményeként foghatók fel.

Ezért a félfolyamatosan öntött, kohóalumínium hengerlési tuskó minőségével kapcsolatos kísérleteink első lépéseként célszerűnek látszott az irodalomban közölt lényeges tuskótulajdonságok reprodukálása a saját öntőberendezésünkön. A kísérleti öntések során az ipari méreteknél kisebb 80 × 170 mm-es szelvényméretű kokillával (1. ábra) öntöttünk 99,4%-os Al tuskókat. A kemencében a fém hőfokát 700 C°-ra állítottuk be. A kokillában a folyékony fém szintjét 70 mm-en tartottuk, miközben az öntés sebességét 7—30 cm/p között változtattuk, 42 l/p mennyiségű hűtővizet használtunk fel.



1. ábra. Eredeti kokilla (80 × 70 × 80 mm)



2. ábra. A mintadarabok kiválasztása

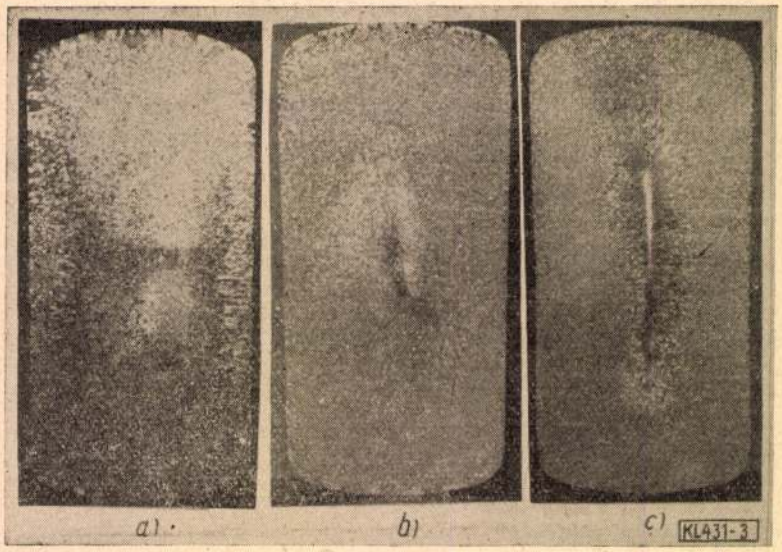
A hosszmetszet makró maratása, *B* keménység és szigmatest mérés, *C* keresztmetszet makró maratásra (Keller), *D* Spektroszkopiai vizsgálathoz, *E* Mikroszkópiai vizsgálathoz

A különböző sebességgel — egyébként azonos körülmények között — öntött tuskóknak a 2. ábrán feltüntetett metszetei alapján vizsgáltuk a kristályszerkezetét, a Fe és a Si dúsulás és a felületi minőség alakulása szempontjából.

A kapott eredményeket röviden az alábbiakban foglalom össze :

1. A tuskó kristályszerkezetével kapcsolatos megfigyelések

A 3*a*, *b*, és *c* ábrákon látható tuskómetszeteken (2. ábra szerint *C* metszet) Keller-féle maratószerrel hívtuk elő a makrokristály-szerkezetet. Megállapítottuk, hogy a különböző sebességgel öntött tuskók makrokristályszerkezete jellegzetes különbségeket mutat. Lassú öntés alkalmával



3. ábra. Az öntési sebesség hatása a makrokristály szerkezetre
a öntési sebesség 7—9 cm/p, *b* öntési sebesség 11—16 cm/p, *c* öntési sebesség > 20 cm/p-nél

(7—9 cm/p) durvább kristály szerkezetet és nagyobb kristályokból álló kérget kapunk, mint nagyobb öntési sebesség mellett (3*a* ábra). Az öntési sebesség növelésével a kéreg és általában a makrokristály-szerkezet finomodik (3*b* ábra). Még nagyobb öntési sebességen (20 cm/p felett) a durva kéreg eltűnik és helyette a tuskó közepén szemcsedurvulás lép fel (3*c* ábra). Szembetűnő, hogy a fémbetáplálás helye meglátszik, azaz a dermedési hőfoknál nagyobb hőmérsékleten a kokillába érkező fém befolyáshelyének közvetlen környezetében kialakult kristályosodási réteg a tuskó harántmetszetén a távolabbi területektől eltérő foltban jelentkezik (3*a*, *b* ábra). A nagy sebességgel öntött tuskómetszeten a középen elhelyezkedő szemcsedurvulás miatt a különbség nem annyira szembetűnő (3*c* ábra).

A tuskó hosszmetszetét (2. ábrán *A* metszet) egyes szerzők által leírt [6], [7], [8] szélréteg vizsgálatára alkalmas HCl + $FeCl_3$ oldattal marattuk.

Arra az eredményre jutottunk, hogy a 80 mm vastag *H* tuskó sötéten maródott szélrétege az irodalomban [6], [7], [8] közölt nagyobb méretű (132—160 mm vastag) tuskók szélrétegének megfelelően 10—15 mm szélességben többféle alakban jelentkezik. Jellemző, hogy a tuskó hosszirányában folytonos sötéten maródott réteg a felületi izzadmányok helyén periodikusan kifut a felületre, míg két izzadmány között ívelt alakban 1—3 mm-re a kéreg alá húzódik. Ha a felületen nincsen periodikus izzadmány, akkor a sötéten maródott réteg rendszerint a felülettel párhuzamosan húzódik a kéreg alatt kb. 1—2 mm-re (13*a*, *b*, *c* ábra).

A szélrétegnek a tuskó lapos oldalával párhuzamos síkban való elhelyezkedését vizsgálva megállapítottuk, hogy a tuskó nyers felületének képe (4*a*. ábra, *A* jelű minta) már 0,5 mm-rel a kéreg alatt teljesen megváltozott (4*b*. ábra), azaz a felületen jól kivehető jellegzetes alakú izzadmányok, amelyek HCl + $FeCl_3$ maratószerben szintén feketén maródnak, a kéreg alatt már nem fedezhetők fel.

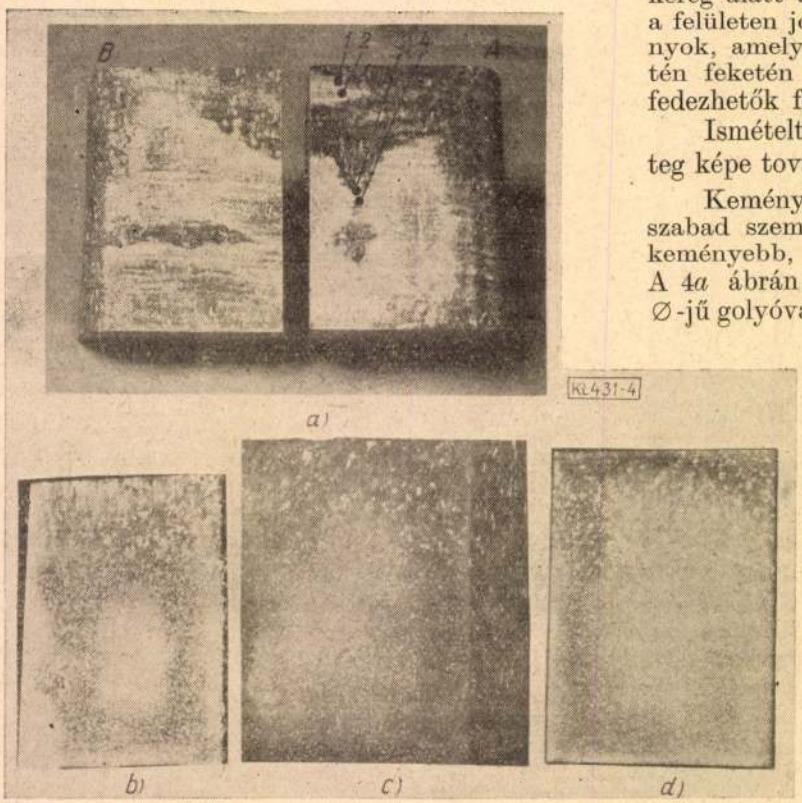
Ismételt 1, ill. 2 mm lehántolásával a sötét réteg képe tovább változik (4*c*, 4*d* ábra).

Keménység méréssel megállapítottuk, hogy a szabad szemmel is jól megfigyelhető izzadmány keményebb, mint az izzadmánymentes felület. A 4*a* ábrán bejelölt mérési pontok (0,625 mm-es ∅-jű golyóval mérve) az alábbi eredményt adták :

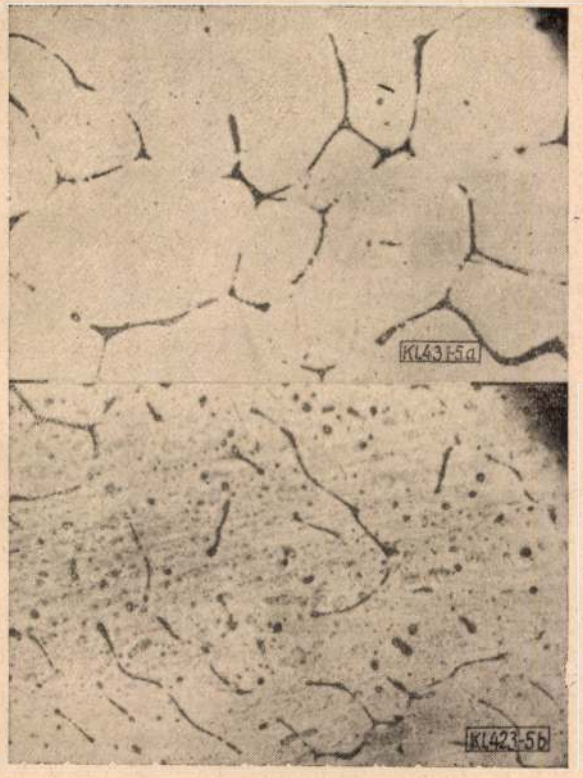
1. izzadmány keménysége maratás előtt, HB = 35,1 kg/mm²,
2. mellette maratás előtt, HB = 25,0 kg/mm²,
3. izzadmány keménysége maratás előtt, HB = 30,7 kg/mm²,
4. mellette maratás előtt, HB = 25,9 kg/mm².

A felületen észlelt keménység már 0,5 mm-rel a nyers öntött felület alatt erősen csökken és a különbségek elmosódnak.

1. 0,5 mm-rel a felület alatt a keménység, HB = 20,8 kg/mm²,
2. 0,5 mm-rel a felület alatt a keménység, HB = 17 kg/mm²,
3. 0,5 mm-rel a felület alatt a keménység, HB = 21,6 kg/mm²,



4. ábra. A szélréteg alakulása a felülettel párhuzamos síkokban
a öntött felületen, *b* 0,5 mm-es hántolás után, *c* 1,5 mm-es hántolás után, *d* 3,5 mm-es hántolás után



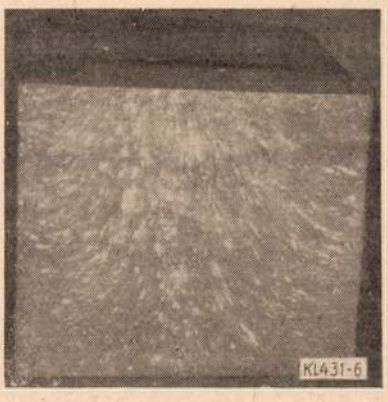
5. ábra. A szélréteg és a mag mikroszkópiai képe 300×
a szélréteg, b mag

4. 0,5 mm-rel a felület alatt a keménység, HB = 22,4 kg/mm².

A tuskó lapos oldaláról befelé indulva mm-enkénti hántolással szigmatest készülékkel összehasonlító villamos ellenállás méréseket végeztünk az oldallap és keresztmetszet középpontján. A méréseket a 0, — 1, — 2, — 3, — 4, — 5 mm-es hántolási fokozatokban ismételtük és azt tapasztaltuk, hogy a szélréteg kb. 0,2—0,4 fajlagos ohm értékkel nagyobb ellenállást mutat [11]. A lapos oldal és a keresztmetszet középpontja közötti ellenállás eltérés maximumát 1—3 mm-re a nyers felület alatt találtuk, majd 5 mm-re a különbség észrevehetően csökken.

A makroszerkezeten kívül különbséget észleltünk a mikroszerkezet kialakulásában is. Mikroszkópiai vizsgálattal általában megkülönböztethető a szélréteg és a tuskó középrészének (mag) mikrokristály-szerkezete (5. ábra). Az 5*a*, ill. 5*b* mikrofelvétel 300-szoros nagyításban a mintadarab szélrétegének, ill. középrészének mikroszerkezeti képét mutatja. A szélréteg mikroszerkezete durvább szemcsézetű a kiválások a kristályhatár mentén tömörülnek, a középrészben finomabb eloszlású kiválások észlelhetők.

Megjegyezzük, hogy lassú öntés mellett szélréteg nem képződik (6. ábra).



6. ábra. Kis sebességgel öntött tuskó hosszmetszete (7,3 cm/p)

2. Fe- és Si-dúsulás vizsgálata

A tuskó kristályszerkezetével — elsősorban a HCl + $FeCl_3$ oldattal sötétben maródott szélréteggel — kapcsolatos megfigyelések szükségessé tették a Fe- és Si-dúsulás vizsgálatát.

A Fe- és a Si-dúsulásának kimutatására végzett spektroszkópiai vizsgálatok eredményeit a 7*a*, *b*, *c* és 8. ábrákon foglaltuk össze.

A spektrálmintákat a tuskó teljes átfűrészelésével vágtuk ki (2. ábra *D* jelű mintadarabok) úgy, hogy a nyers felületről kiindulva a kívánt mélységben lehessen felvételeket készíteni. A 8. ábra a Fe tartalom mélységbeli és öntés irányában való alakulását ábrázolja. A 2. ábrán a *D* jelölésnek megfelelően a 31—39-ig számozott mérési helyek kb. 10 mm-el egymás fölött helyezkednek el, az öntési iránnyal párhuzamos síkban. Szembetűnő, hogy a tuskókéreg Fe-dúsulásának maximuma egybeesik a felületi izzadmánnyal.

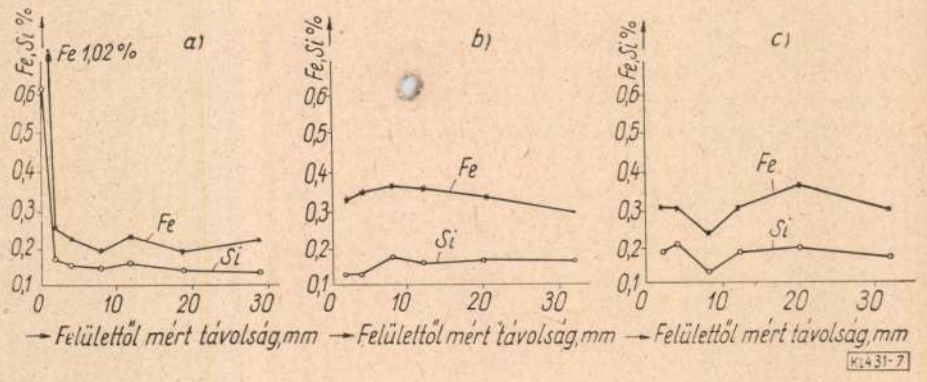
3. A tuskó felületi minősége

Az öntés sebességének a tuskó felületi minőségére gyakorolt hatását az alábbiakban foglaljuk össze :

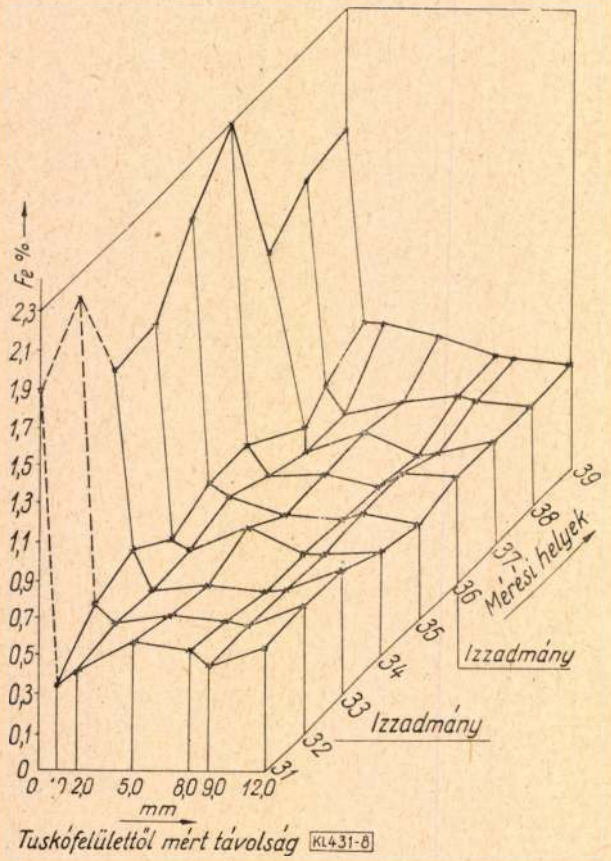
1. Lassú öntéssel 7—9 cm/p erősen hidegfolyásos felületet kapunk (9*a* ábra).

2. A sebességet növelve közepes sebességgel öntött (12—18 cm/p) tuskó felületén megjelennek a periodikus izzadmányok (9*b* ábra).

3. Nagy sebességgel öntve (18—24 cm/p) a pe-



7. ábra. A Fe és Si dúsulások
a öntési sebesség 10,9 cm/p, b öntési sebesség 20,0 cm/p, c öntési sebesség 27,0 cm/p



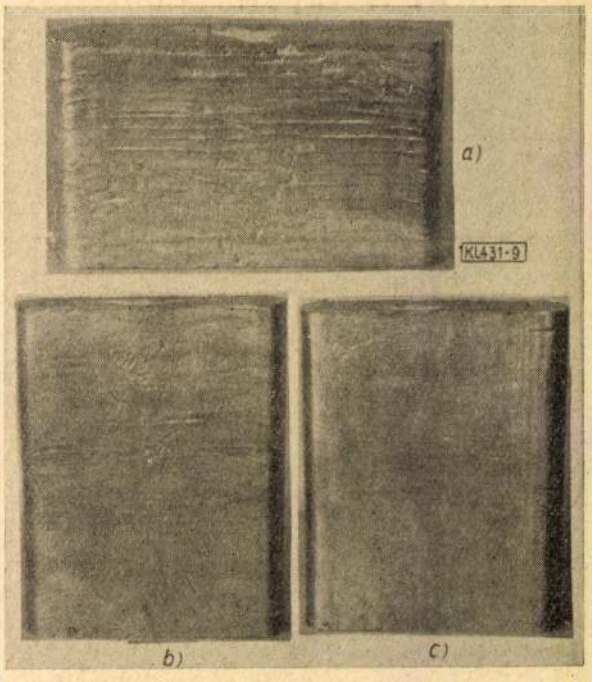
8. ábra. A Fe-tartalom változása a felületi rétegben

riodikus izzadmányok eltűnnek [4] és helyette sűrűn elhelyezkedő vízszintes csíkozatú — az öntési irányból tekintve gyengén hullámos — felületet kapunk (9c. ábra).

A tuskóminőség javítására irányuló öntési kísérleteink bevezetéseképpen végzett megfigyelésekkel arra a következtetésre jutottunk, hogy a makrokristályszerkezet, a szélréteg és a felületi jelenségeket befolyásoló öntési körülmények vizsgálatára az ipari méreteknél kisebb, 80—170 mm szelvényméretű kokilla használatával a reális kísérleti feltételeket megteremthetjük.

A megfigyelt tuskó tulajdonságok a gyártott lemez minőségére, valamint a termelés gazdaságosságára egyaránt befolyással vannak [3]. A felületi Fe- és Si-dúsulás, a hidegfolyás és izzadmányok miatt a tuskó kérgét le kell hántolni. A fényesíthető és eloxálható lemezminőségek céljaira azonban 10—15 mm mélyen húzódó szélréteg teljes eltávolítása kívánatos. Ugyanis megállapítástnyert, hogy a szélréteg hatása a kész lemezen kevésbé fényesíthető, rosszabb korrózióálló foltok alakjában jelentkezhet [6], [7].

E megállapítást azoknak a kísérleteknek az eredménye is alátámasztja, amelyek során 48 × 100 mm szelvényméretű kísérleti kokillába öntött hántolatlan tuskó felületi izzadmányai melleghengerlés, pácolás, kefélés, majd hidegen 6 mm-re (10. ábra), vagy akár 1 mm-re hengerelt állapotba ismét fellelhetők. 10%-os NaOH-ban pácolva az eredeti izzadmányok arányosan megnagyobbodott képe megjelent a lemez felületén.



9. ábra. Az öntési sebesség hatása a tuskó felületi minőségére

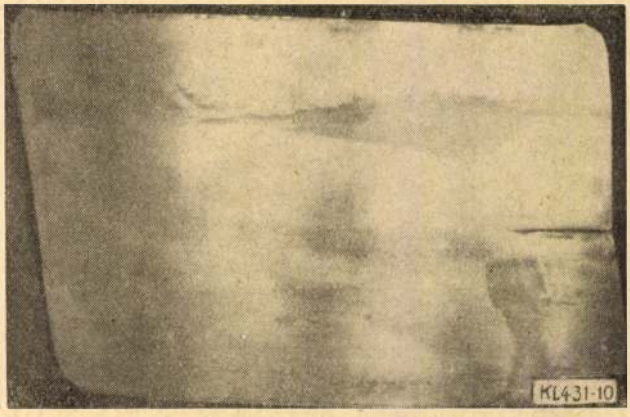
a öntési sebesség 7—9 cm/p, *b* öntési sebesség 11—16 cm/p, *c* öntési sebesség > 20 cm/p

Nyilvánvaló, hogy kb. 10—15 mm-es réteg lehántolása nagy anyagveszteséggel és költséges munkatöbblettel járna.

A jó lemezminőség elérése érdekében sokkal gazdaságosabbnak látszik az a megoldás, ha egyenletes kritályszerkezetű és sima felületű — azaz szélrétegtől, felületi izzadmány- és hidegfolyástól mentes — tuskót öntünk.

A feladat mgoldására sok változó körülményt (öntési sebesség, hőfok, kokilla-kialakítás, vízhűtés, fémbevezetés, folyékony fémnívó a kokillában stb.) kell öntés közben egyidőben megfigyelni, majd a befolyásoló tényezők egyenkénti változásának hatását különböző mérésekkel ellenőrizni ahhoz, hogy kísérletileg a legkedvezőbb öntési körülményeket kialakíthassuk.

Ez rendkívül sok munkát igényelne, ugyanis ennyi változó körülmény összehangolására sok kísérletre volna szükség.



10. ábra. Izzadmányok nyomai a pácolt lemezen

Nyilvánvaló volt, hogy reális kísérleti feltételeket csakis a változók bizonyosfokú rendszerezésével lehet megteremteni. Abból indultunk ki, hogy az öntési körülmények együttesen meghatározzák a tuskó dermedési folyamatát, amely a felület alakjában jut kifejezésre. Ennek következtében a dermedési felület alakjára kell kivetítenünk az egyes öntési körülmények (változók) hatását, valamint a tuskó Fe-, Si-dúsulásának, a kristályszerkezetének és a felület minőségének problémáját ugyanoda kell visszavezetnünk.

Végeredményben az öntés körülményeinek rekonstruálható adatokkal való meghatározása érdekében a tuskó dermedési folyamatát kell részletesebb vizsgálat alá venni.

Dermedési folyamat vizsgálata

A félfolyamatosan öntött H tuskó dermedési folyamatának elméletét *W. Roth* [5] dolgozta ki. Számításait az alábbi feltételezések mellett végezte:

1. A tuskó hűlését csak a kokilla alsó szintje alatt veszi számításba.
2. A tuskó felületi hőmérséklete állandó.
3. A hőelvonás iránya a tuskó hossztengelyére merőleges.

A számítás levezetését mellőzve az alábbi eredményre jut:

1. Adott tuskószelvény dermedési ideje (Z) a H tuskó félvastagságának (b) négyzetével arányos

$$Z = \frac{k \cdot b^2}{2 \lambda \Delta t} \qquad (1)$$

2. A tuskófejben a folyékony réteg mélységét, l-et, öntési sebességnek, a-nak és a féltuskó dermedési idejének, Z-nek szorzata adja

$$l = a \cdot Z$$

Z értékét behelyettesítve az (1)-ből

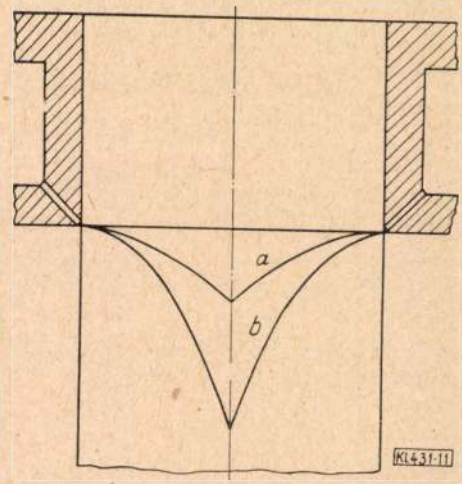
$$l = \frac{a \cdot k \cdot b^2}{2 \lambda \Delta t} \qquad (2)$$

3. A (2) képlet segítségével adott H tuskó szelvényre lassú és gyors öntési sebesség mellett a 11. ábrán feltüntetett görbéket lehet megszerkeszteni. A görbéket a H tuskó hosszoldalára merőleges síkban rajzolva a dermedési felület alakjára jellemzők.

A számítás előnye az, hogy szubjektív mérési hibák elkerülésével juthatunk el adott tuskószelvény dermedési folyamatának jellemzéséhez. Mivel az adott szelvényméretű hengerlési tuskó dermedési ideje állandó, tetszőleges sebességi értékekre számított folyékony rétegvastagság és az öntési sebesség viszonya l/a is állandó.

Az öntés gyakorlati megvalósítása a számításhoz kikötött feltételtől eltérően csak bizonyos folyékony fémszintnek a kokillában való tartásával lehetséges. Fellép továbbá bizonyos mértékű hőelvonás az öntés irányában is. Így az öntés közben kialakuló dermedési felület eltér az elméletitől.

Az öntés közben kialakuló dermedési felület alakját kísérleti úton akár az öntés megszakítása után, a folyékony fém gyors kiöntésével [5], vagy öntés közben nagyszámú hőelemnek megdermesztésével [12], akár egy sorozat vaspálcának dermedési felületre ejtésével [10] ellenőrizték, egyöntetűen azt tapasztalták, hogy a kokilla alsó szintje fölötti dermedés szakasza erősen meredekbe hajlik.



11. ábra. A dermedési felület változása az öntési sebesség hatására (W. Roth szerint)
a öntési sebesség 10,6 cm/p, *b* öntési sebesség 27,0 cm/p

Ez a körülmény kihat az l/a viszony alakulására is olyannyira, hogy az adott szelvényméretre vonatkoztatva az öntési körülmények jellemzésére közölt adatokból (az öntési sebesség a és a mért folyékony rétegvastagság l) visszaszámolva erősen szóró dermedési időértékeket kapunk, bár a jellemzés határozottabbá tétele érdekében harmadik értékként a kokillában tartott fémszintet is megadják. Erre vonatkozóan néhány irodalomban közölt adatot [6] az 1. táblázatban foglaltunk össze.

1. táblázat

160 × 600 mm szelvényméretű tuskók öntésére vonatkozó irodalmi adatok

Közölt öntési adatok			Számított értékek		
Öntési sebesség a cm/p	Folyékony réteg, l cm	Folyékony fémmívó, M cm	Közölt adatokból l/a mp	2. képlet alapján[1] $l$cm	Szelvényhez tartozó[1] l/a mp
9	7,5	8,5	50	7,1	47,3
9	7,5	5,0	50	7,1	47,3
9	8,0	8,5	53	7,1	47,3
9	10,0	8,5	67	7,1	47,3
9	10,0	6,5	67	7,1	47,3
9	13,0	8,5	87	7,1	47,3

[1] W. Roth a kokillából kilépő tuskó felületi hőmérsékletét 50 C°-ra vette, saját számításaimban a gőzölés jelenségeit figyelembe véve 100 C°-ra becsültem

Annak érdekében, hogy az eltérések jobban érzékelhetők legyenek, az 1. táblázatban csak a 9 cm/perc sebességgel öntött tuskók adatait tüntettük fel. Nyilvánvaló, hogy ezekkel az adatokkal jellemzett öntési körülmények reprodukálása nehézségekbe ütközik. Ezért a dermedési felület alakjának megfigyelésére öntés közben, alkalmas kísérleti módszert kellett kidolgozni.

(Folytatjuk)

Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása

SZEGHEGYI ÁRPÁD, a műszaki tudományok kandidátusa, Miskolc

D. K. 621.944.2

Расчеты реверсивных прокатных двигателей и подбор оптимального плана обжатия

Dimensionierung der Motoren für Reversier-Walzenstrassen und die Bestimmung des optimalen Stich-Abnahmeplans

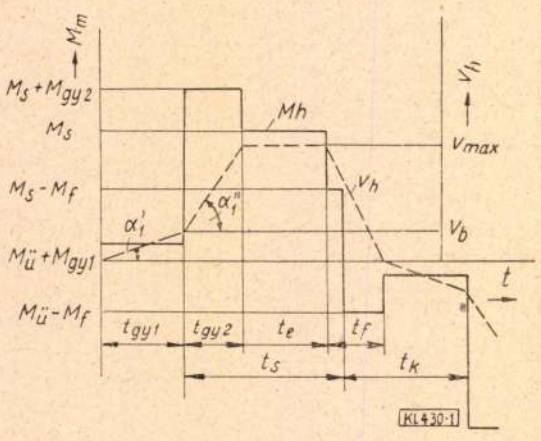
Dimensioning reversing roll mill motors and the choice of the optimal pass reducing schedule

1. Bevezetés

Kohászatunk egyik fontos feladata blokkhengersoraink termelésének növelése. Többi hengersoraink termelése ugyanis jó részben attól függ, hogy blokksoraink milyen mértékben tudják biztosítani a szükséges bugamennyiséget. Az előnyújtási kapacitást növelni vagy új blokksorok létesítésével, vagy a már meglevő üzemek korszerűsítésével, illetve jobb kihasználása révén lehetséges. Új blokksor létesítése nagy beruházást jelent, ezért fokozottabb figyelemmel kell meglevő üzemeinket korszerűsíteni. Gazdaságosan és a lehető legkevesebb fennakadással működő hengerműben a kiszolgáló berendezéseknek (segédüzemeknek, energiaszolgáltató berendezéseknek stb.) teljes összhangban kell működniök a hengersorral, hogy a kieső idő a legkisebb, azaz a teljesítmény legkedvezőbb legyen.

A hengersor teljesítményét számos tényező mellett legközvetlenebbül a hengersor meghajtóberendezése befolyásolja. A hajtás helytelen megválasztása állandó üzemzavarok okozója lehet és alapvetően gátolhatja a sor teljesítő képességének kihasználását.

Jelen tanulmánynak nem célja egy blokksor üzemének teljes vizsgálata. Csupán egy részletkérdéssel, a hengersorvonó motor egyes tulajdonságaival foglalkozik abból a célból, hogy rámutasson a villamos berendezés és a hengerlési művelet szoros összefüggésére. Az összefüggések ismeretében elvégezhető a motor méretezése, illetve adott motorról megállapítható, hogy milyen szúrásterv mellett lesz a sor kihasználása optimális.



1. ábra. Egy szúrás egyszerűsített terhelési diagramja

2. Hengersorvonó motor megválasztása

Egy szúrás egyszerűsített terhelési diagramja az 1. ábrán látható. A gyakori reverzálás miatt a motor igénybevételének jelentős részét a gyorsító nyomatékok képezik. A henger kerületén fellépő nyomaték az M_s terhelő és az M_{din} dinamikai (gyorsító, vagy fékező) nyomatékból tevődik össze :

$$M_h = M_s + M_{din}, \tag{1}$$

ahol

$$M_{din} = \frac{GD_h^2}{39{,}3\,r}\,a \text{ tm} \tag{2}$$

$G\,D_h^2$..(tm²) az armatúra és a vele együtt forgó részek együttes lendítőnyomatéka a henger tengelyére redukálva, a a hengerelt darab gyorsulása, illetve lassulása (m/sec²), r a hengerek sugara (m).

Tegyük fel, hogy két motor minden adata azonos, csak a lendítőnyomatékuk különböző :

$$(G\,D^2)_2 = \gamma\,(G\,D^2)_1,$$

ahol

$$\gamma < 1$$

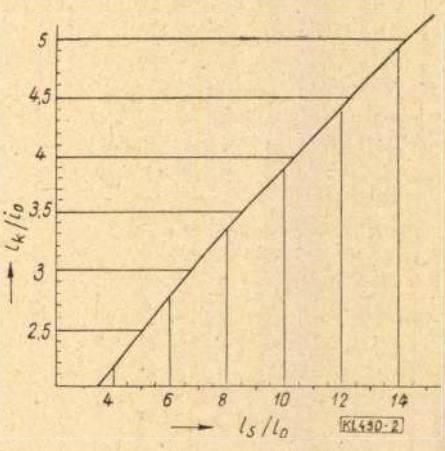
Egy szúrás mozgásviszonyainak vizsgálata alapján levezethető, hogy ha a két motor nyomatéka azonos és a két hengersoron azonos idő alatt, azonos technika mellett Q_1, illetve Q_2 a kihengerelt acélmennyiség, akkor a 2. hengersor termelése q százalékkal lesz nagyobb, mint az 1. hengersoré :

$$q = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \cdot 100 = \frac{(1-\gamma)\,K_1}{\left(\frac{l_k}{v_{max}} + \gamma\,K_1\right) \cdot (1+\tau)}, \tag{3}$$

ahol :

$$K_1 = \frac{(GD^2)_1}{78{,}6\,r} \cdot \frac{(v_{max} - v_b)^2}{v_{max} \cdot M_{gy2}} \tag{4}$$

$\tau = \Sigma\,t_k / \Sigma\,t_s$ a mellékidőknek és a szúrásidőknek a hányadosa.



2. ábra. Diagram a közepes hengerelt hossz meghatározásához

l_k közepes hengerelt hossz az l_S/l_0 összes hosszabbodás függvényében a 2. ábrán látható diagrammból határozható meg (l_0 a kiinduló, l_S az utolsó szúrás utáni hossz).

(3)-ból következik, hogy a lendítőnyomaték csökkenéséből eredő termelésnövekedés annál nagyobb, minél rövidebb darabokat hengerlünk, és minél rövidebbek a darabkövetkezésből és manipulációból eredő mellékidők a szúrásidőhöz viszonyítva.

A lendítőnyomaték csökkentésének módjai

Az a szempont, hogy a motor lendítőnyomatéka azonos teljesítmény mellett minél kisebb legyen, vezetett a két-, illetve a három-armatúrás motorok, majd az ikermotoros hajtások bevezetéséhez. Azonos típusú egyenáramú és aszinkron motorok teljesítménye azonos fordulatszám mellett a motor méreteivel arányos. Ez az arányosság *Schuisky* szerint [8]:

$$N = C\,R^4 \tag{5}$$

(5)-ből levezethető, hogy kétarmatúrás motorral a lendítőnyomaték $\gamma_1 = 0{,}84$-szeresére, két kétarmatúrás motorból álló ikermotoros hajtással pedig $\gamma_2 = 0{,}706$-szorosára csökken.

Ezeket az összefüggéseket összehasonlítva (3) egyenlettel, következtetni tudunk arra, hogy azonos motorteljesítmény mellett mennyi termelésnövekedés érhető el kétarmatúrás motor, illetve ikermotoros hajtás révén. A hengersor tervezésekor az is megbecsülhető, hogy mely esetekben érdemes ikermotoros hajtást építeni. Ha (3) csak kis százalékos termelésemelkedést mutat, akkor ikermotoros hajtással dolgozni nem érdemes, mivel a közönséges hajtással szemben hátrányai is vannak. Ezek a következőkben foglalhatók össze:

1. A pörgőállvány elmaradása ugyan tovább csökkenti a hajtás lendítőnyomatékát, de emiatt a tengelyirányú lökések közvetlenül érik a motort.
2. A hajtás beruházási költségei nagyobbak és megnő a hajtás helyszükséglete is.
3. Különleges villamos kapcsolás válik szükségessé a motorok együttfutásának és a terhelés egyenlő eloszlásának biztosítása céljából.
4. Romlik a hajtás hatásfoka, mivel a teljesítmény kettő, esetleg négy kisebb motorra oszlik meg.

3. A hengersorvonó motor méretezése és a szúrásterv megválasztása

1. A hengerlés erőszükségletének meghatározása

A hengersorvonó motor méretezéséhez mindenekelőtt ismerni kell a motort terhelő nyomatékokat. Ezek: az alakítási, pótsúrlódási, gyorsító, illetve fékező és üresjárási nyomatékok.

Dr. Geleji elmélete szerint az alakítási nyomaték és a fogyás között a következő az összefüggés:

$$M_a = \eta\, f\, k_k\, r \tag{6}$$

ahol $f = q_{s-1} - q_s$ a fogyás, q a darab keresztmetszete, k_k a közepes alakítási ellenállás. η és k_k tényezők a fogyás, hőmérséklet stb. meghatározott függvényei [2], [3].

A hengerre ható nyomás következtében a hengerek csapjain fellépő csapsúrlódási nyomaték:

$$M_{cs} = 2\,P\,\mu_{cs}\,r_{cs} \tag{7}$$

ahol $P = k_k\,b\,l_d$ a hengerre ható nyomás,
b = a darab szélessége,
μ_{cs} = a csapsúrlódás tényezője,
r_{cs} = a csap sugara,
$l = \sqrt{r\,(h_1 - h_2)}$ a befogott ív hossza,
h_1 és h_2 a darab magassága szúrás előtt és után.

(6) és (7)-ben olyan tényezők szerepelnek, melyek szúrásonként változnak. A következőkben célunk az, hogy a motor méretezésére általános összefüggést kapjunk. Erre a célra a fentieknél jobban megfelel egyszerűsége miatt a *Fink* féle képlet:

$$A_a = k.V.\ln.\lambda_s \tag{8}$$

ahol A_a a hengerlés összes (alakítási + pótsúrlódási) munkája t_m),
V a hengerelt darab térfogata (dm^3),
k az alakítási ellenállás (kg/mm^2),
λ_s a hengerelt darab nyújtási tényezője,

(8)-ból az alakítási nyomaték:

$$M_a = \frac{A_a\,r}{l_s} = \frac{\ln \lambda_s}{\lambda_s - 1}\,f \cdot k \cdot r \tag{9}$$

Mivel a gyakorlatban használt hosszabbodások mellett jó közelítéssel:

$$\eta = \frac{\ln \lambda_s}{\lambda_s - 1} \tag{10}$$

(8) megfelel a *Geleji*-féle elméletnek abban az esetben, ha k-t (11)-ből, k_k-t pedig a *Geleji* elmélet szerint számítjuk ki.

$$k = k_k \left(1 + \frac{2\,l_d\,\mu_{cs}}{h_1 - h_2}\,\frac{\lambda_s - 1}{\ln \lambda_s}\,\frac{r_{cs}}{r}\right) \tag{11}$$

A zárójelben levő második tag a pótsúrlódás nyomatékszükségletéből eredő látszólagos alakítási ellenállás növekedésnek felel meg.

2. A hengerlés kinematikai viszonyai

A számítás egyszerűbbé tétele érdekében egy szúrás terhelési diagramját (1. ábra) a 3. és 4. ábrán látható módon egyszerűsítjük, valamint feltételezzük, hogy a gyorsulás és lassulás minden szúrásban azonos. Ebben az esetben a darab hosszának, illetve a nyújtási tényezőknek a függvényében meghatározható a szúrásidő és a maximális fordulatszám:

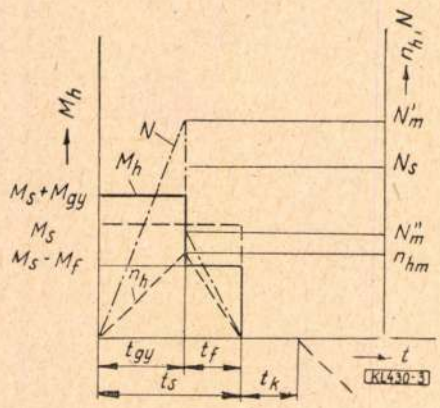
Ismeretes a darab hossza:

$$l_S = l_0 \lambda_S = l_0\,\lambda_1\,\lambda_2 \ldots \lambda_s \text{ (m)} \tag{12}$$

a gyorsulás, ill. lassulás: a_1, ill. a_2 (m/sec^2), a motor alap-, valamint maximális fordulatszámának megfelelő hengerfordulatszámok: $n_{ha} = n_{ma}/i$, $n_{h\,\max} = n_{m\,\max}/i$, ahol i az áttétel.

A következőkben az egyszerűség kedvéért bevezetjük az α tényezőt:

$$\alpha = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \quad (\text{sec}^2/\text{m}) \tag{13}$$



3. ábra. Egyszerűsített terhelési diagram, ha $C_1\sqrt{\lambda_S} \leqq n_{h\max}$

A 3. ábrán látható mozgásviszonyok akkor jönnek létre, ha :

$$C_1\sqrt{\lambda_S} \leqq n_{h\max}$$

Ebben az esetben a szúrásidőt, a szúrás közben elért maximális fordulatszámot és a maximális alakítási teljesítményt a következő kifejezések határozzák meg :

$$t_s = C_2\sqrt{\lambda_S} \text{ (sec)} \qquad (14)$$

$$n_{hm} = C_1\sqrt{\lambda_S} \text{ (ford/sec)} \qquad (15)$$

$$N_a = C_3\sqrt{\lambda_S} \text{ (LE)} \qquad (16)$$

Ezekben az összefüggésekben szereplő tényezők :

$$C_1 = \frac{9{,}55}{r}\sqrt{\frac{2\,l_0}{\alpha}}\,;$$

$$C_2 = \sqrt{2\,l_0\,\alpha} \qquad (17)$$

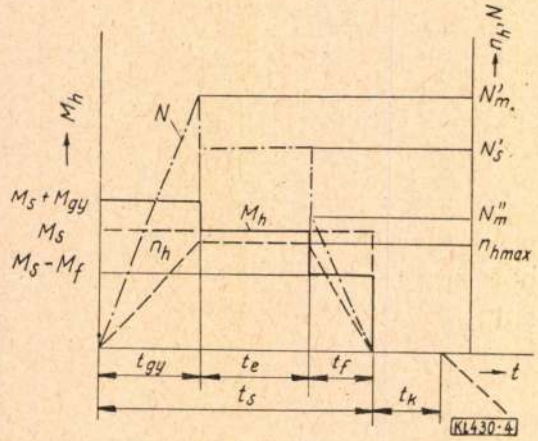
$$C_3 = \frac{18{,}9\,Ma}{r}\sqrt{\frac{l_0}{\alpha}}$$

M_a az alakítási nyomaték (tm).

A 4. ábrán látható mozgásviszonyok akkor jönnek létre, ha a hengerelt darab hossza bizonyos határhosszúságnál nagyobb, vagyis, ha :

$$C_1\sqrt{\lambda_S} > n_{h\max}$$

Ebben az esetben a szúrásidő, a szúrás közben



4. ábra. Egyszerűsített terhelési diagram, ha $C_1\sqrt{\lambda_S} > n_{h\max}$

elért maximális fordulatszám és a maximális alakítási teljesítmény :

$$t_s = \frac{r\,n_{h\max}\cdot\alpha}{19{,}1} + \frac{9{,}55}{r}\,\frac{l_0\,\lambda_S}{n_{h\max}} \text{ (sec)} \qquad (18)$$

$$n_{hm} = n_{h\max}$$

$$N_a = \frac{M_a\,n_{h\max}}{0{,}716} \text{ (Le)} \qquad (19)$$

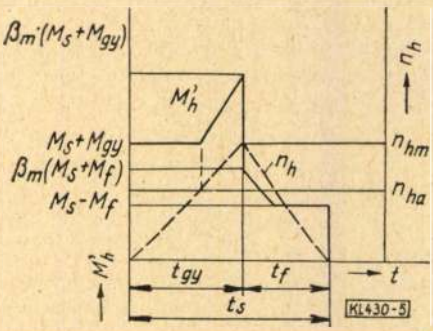
3. A hengersorvonó motor méretezése melegedésre

Melegedésre való méretezéskor az armatúraáram négyzetes középértékét kell meghatározni. Hogy továbbra is nyomatékokkal számolhassunk, bevezetjük M'_h fiktív nyomatékot, mely a motor minden üzemállapotában a felvett árammal arányos. A gyorsítás első szakaszában, amíg $n_{hm} < n_{ha}$, addig $M'_h = M_h$, a mezőgyöngítés tartományában viszont : $M'_h = \beta \cdot M_h$, ahol

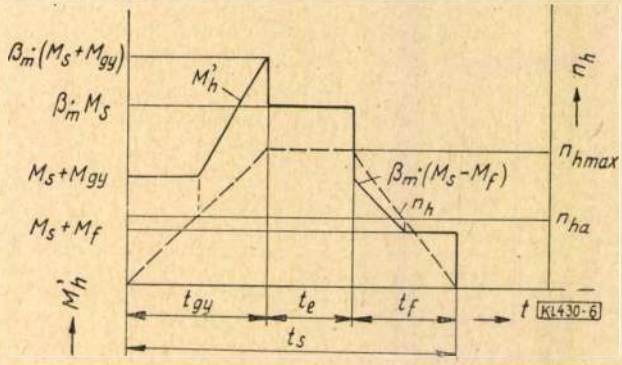
$$\beta = \frac{n_h}{n_{ha}} = \frac{n_m}{n_{ma}}$$

a mezőgyöngítési tényező.

3. és 4. ábrán látható nyomaték és fordulatszámváltozáskor M'_h nyomaték 5. és 6. ábrán



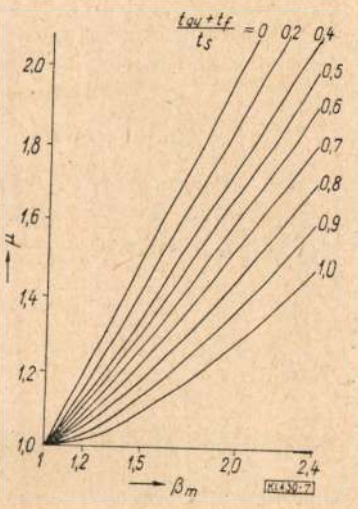
5. ábra. Terhelési diagram mezőgyöngítéskor, ha $C_1\sqrt{\lambda_S} \leqq n_{h\max}$



6. ábra. Terhelési diagram mezőgyöngítéskor, ha $C_1\sqrt{\lambda_S} > n_{h\max}$

látható módon változik. Egy szúrás effektív nyomatékát a fiktív nyomaték szúrás közben történő változása határozza meg :

$$M_{seff} = \sqrt{\frac{\int_0^{t_s} M'^2_h\,\mathrm{d}t}{t_s}} \qquad (20)$$



7. ábra. Diagram egy szúrás effektiv nyomatékának meghatározásához

Az integrálást az 5. és 6. ábrán látható két esetre elvégezve az eredményeket a 7. ábrán látható diagram foglalja össze. A diagramból $\beta_m = n_{hm}/n_{ha}$ maximális mezőgyöngítési tényező és a $(t_{gy} + t_f)/t_s$ tört függvényében kiolvasható μ tényező. M_{seff}-t a μ ismeretében a következőképpen kapjuk : 5. ábrán látható esetben

$$(C_1 \sqrt{\lambda_S} \leqq n_{h\max}) :$$

$$M_{seff} = \mu M_s \sqrt{1 + \frac{M_{gy} M_f}{M_s^2}} \qquad (21)$$

6. ábrán látható esetben $(C_1 \cdot \sqrt{\lambda_S} > n_{h\,\max})$:

$$M_{seff} = \mu M_s \sqrt{1 + \frac{M_{gy} M_f}{M_s^2} \cdot \frac{t_{gy} + t_f}{t_s}} \qquad (22)$$

A motornak a teljes hengerlési tervre vonatkozó effektív nyomatéka :

$$M_{meff} = \frac{1}{i} \sqrt{\frac{\sum_{S=1}^{S=S_0} M_{seff}^2 \cdot t_s}{\Sigma t_s + \Sigma t_k}} \qquad (23)$$

és névleges teljesítménye :

$$N_{névl} = \frac{M_{meff} \cdot n_{ma}}{0{,}716} \quad \text{(Le)} \qquad (24)$$

4. A szúrásterv meghatározásának lehetőségei

A hengersorvonó motor méretezésével kapcsolatban két kérdés merülhet fel :

1. Ismertek a hengerlendő blokk és a kész buga méretei, valamint a szúrások száma Meghatározandó a szükséges motor nagysága, vagyis a névleges és maximális teljesítménye.

2. Ismertek a hengersorvonó motor teljesítménye, valamint a hengerlendő blokk és a kész buga méretei Meghatározandó a szükséges szúrások száma.

Mindkét esetben meghatározandó a fogyási terv.

Ismeretes, hogy a fogyásokat úgy kell megválasztani, hogy a keresztmetszeteket a szúrások függvényében ábrázolva azok a *Kirchberg* parabola mentén helyezkedjenek el. A számítások azt mutatják, hogy kétféle módon is el lehet a tapasztalat által igazolt *Kirchberg* parabolához jutni. Az első módszer szerint a fogyások mértéke olyan, hogy egy szúrás alakítási munkája, a másik módszer szerint pedig a maximális alakítási teljesítmény marad állandó a hengerlés tartama alatt.

5. A szúrásterv meghatározása állandó alakítási munka mellett

Ha ismeretes a blokk és a kész buga mérete, (8) szerint a hengerlés összes alakítási munkája :

$$A_h = k\, V \ln \lambda_{So} \text{ (mt)} \qquad (25)$$

ahol $\lambda_{So} = l_{So}/l_o$ a hengerlés alatt létrejött összes meghosszabbodás. k alakítási ellenállást a továbbiakban állandónak tételezzük fel a következő meggondolás alapján : k-t megfelelően megválasztva jó közelítéssel meghatározható a hengersorvonó motor teljesítménye, csak arra kell tekintettel lenni, hogy a nyomaték az első szúrásokban nagyobbnak, az utolsó szúrásokban kisebbnek fog adódni a pontosan számított nyomatékoknál. Ez abból következik, hogy a tényleges alakítási ellenállás szúrásról szúrásra fokozatosan nő. k alakítási ellenállást legegyszerűbben úgy határozhatjuk meg, hogy (11)-ből közelítőleg meghatározzuk k-t az első és utolsó szúrásra és ezeknek a középértékét vesszük.

(25)-ből S_0 szúrásszám ismeretében adódik egy szúrás alakítási munkaszükséglete :

$$A_a = \frac{A_h}{S_0} = \frac{k \cdot V \cdot \ln \lambda_{So}}{S_0} \qquad (26)$$

Az alakítási nyomaték :

$$M_a = \frac{C_4}{\lambda_S} \text{ (tm)} \qquad (27)$$

ahol :

$$C_4 = \frac{A_a\, r}{l_0} \qquad (28)$$

A szúrásonkénti hosszabbodás (26) és (27) egybevetéséből adódik :

$$\lambda_s = \sqrt[So]{\lambda_{So}} \qquad (29)$$

A hosszabbodás, tehát a százalékos fogyás ebben az esetben minden szúrásban azonos.

(29)-ből következik, hogy a keresztmetszetek szúrásról szúrásra a következő törvényszerűség szerint változnak :

$$q_s = \frac{q_0}{\lambda_s^s} = \frac{q_0}{\lambda_{So}^{s/So}} \qquad (30)$$

A maximális alakítási teljesítmény :

ha

$$C_1 \sqrt{\lambda_S} \leqq n_{h\max} ;$$

$$N_a = \frac{C_5}{\sqrt{\lambda_S}} \quad \text{(Le)} \qquad (31)$$

ha

$$C_1 \sqrt{\lambda_S} > n_{h\,\max};$$

$$N_a = \frac{C_6}{\lambda_S} \quad \text{(Le)} \qquad (32)$$

ahol:

$$C_5 = \frac{18{,}9\, A_a}{\sqrt{l_0\, \alpha}},$$

$$C_6 = \frac{1{,}4\, A_a\, r\, n_{h\max}}{l_0} \qquad (33)$$

A motort az alakítási nyomatékon kívül az üresjárási és a gyorsító nyomaték is terheli. A henger tengelyén fellépő maximális fiktív nyomaték:

$$M'_{\max} = \beta_m \cdot (M_s + M_{gy}) \qquad (34)$$

ahol

$$M_s = M_a + M_a \qquad (35)$$

Az egyes szúrások effektív nyomatékát a 7. ábra segítségével megállapítva a motor effektív nyomatéka (23)-ból, névleges teljesítménye pedig (24)-ből számítható ki.

(Folytatjuk)

A keményedés, a lágyulás és a szövet változásainak vizsgálata elektrolitréz meleghengerlése folyamán[1]

BELLA EDE, a műszaki tudományok kandidátusa

D. K: 669.347-122.4

Изучение затвердивания, размягчения и изменения структури электролитной меди при прокатки.

Prüfung der Erhärtung, der Erweichung und der Gefügeänderung während des Warmwalzens von Elektrolytkupfer

Testing the hardening, the softening and the microstructureal change during hot-rolling of electrolytic copper

A II. és III. megfigyelési szakasz. A jelenségeket a II. szakaszban, (*A* vízbenhűtött és *B* levegőnhűlt állapot) és a III. szakaszban (*C* és *D* hőkezelt állapot) az anyag bizonyos állapotának rögzítésével és utólagos vizsgálattal közvetett módon figyeltük meg. Mivel, hogy az anyag kiinduló állapotának, valamint a hengerrés előtti állapotnak (tényleges kiindulás) a jellemzése hasonló volt, a II. és III. szakasz eredményei a hengerlés előtti állapot értékeivel összehasonlíthatók. A II. és III. szakasz rögzített állapotainak megfigyelése a fontosabb mechanikai tulajdonságoknak és a szövetnek a vizsgálatára terjedt ki.

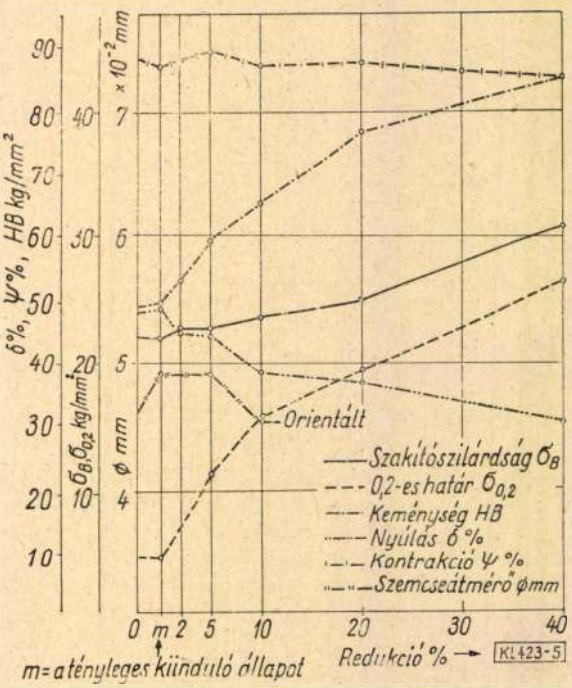
Mechanikai tulajdonságok vizsgálata. A tulajdonságokat műhelyhőfokon szakítóvizsgálattal határoztuk meg és az a 0,2-es folyáshatár, a szakítószilárdság, a nyúlás, a Brinell-keménység és a kontrakció megállapítására vonatkozott. A legelső megfigyelt állapot — a hengerlés után vízbehűtött *A* állapot értékeinek, — változását a redukció függvényében, különböző hőfokon az 5—7. ábrák szemléltetik. Az ábrák mindig a párhuzamos pálcák átlagértékeit tüntetik fel.

Ezekből az ábrákból az állapítható meg, hogy a 0,2-es folyáshatár mellett, 500 C°-os alakításkor a szakítószilárdság, a Brinell-keménység és a nyúlás, a 900 C°-os alakításkor pedig a nyúlás értékváltozása jelentős. A kontrakció megfigyelése semmi lényegest nem nyújt. Az összes kísérleti mechanikai eredmények számos különböző szempontú összehasonlítása alapján azonban végül is az derült ki, hogy a változásokra a 0,2-es folyáshatár a legérzékenyebb. Ezért, mint legjellemzőbb tulajdonsággal a következőkben főként ezzel fogunk foglalkozni.

A 8. és 9. ábra az *A* és *B* állapot 0,2-es folyáshatár értékeit foglalja a kísérleti hőfokokon össze. A 6. táblázat pedig — a kísérleti hőfokok és redukciók szerint — a négy kísérleti állapot 0,2-es folyáshatár és nyúlás értékeit tartalmazza.

A 6. táblázatban húzott elválasztó vonal azt a határt jelöli, amelynél kisebb redukciókkal létrehozott állapot — a szövetvizsgálat eredményeivel való egybevetés alapján — lényegében lágynak tekinthető (lásd 7. táblázatot is).

A 10. ábra az *A* állapot 0,2-es határának az alakítási hőfok függvényében való változását szemlélteti, a kísérleti redukciók és alakváltozási



5. ábra. Az A állapot mechanikai értékeinek változása a redukció függvényében 500 C°-on való alakítás után

[1] A f. évi 7. számban megjelent cikk folytatása

6. táblázat

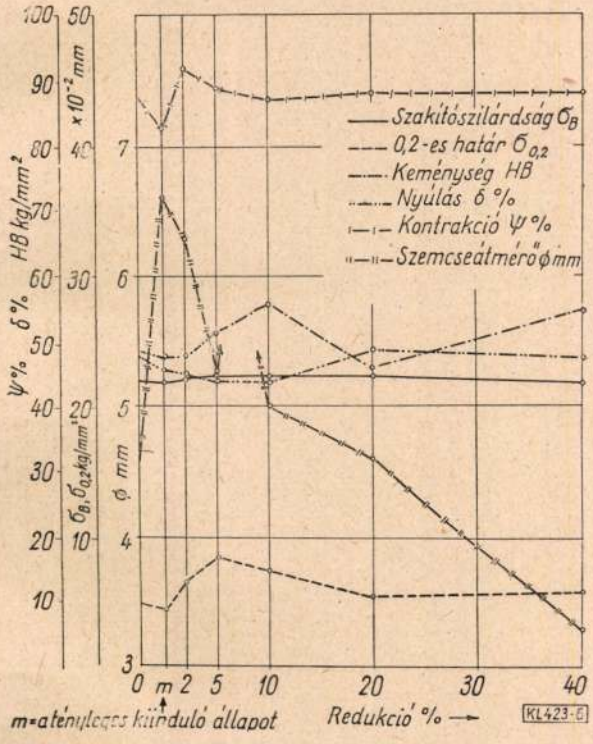
A 0,2-es folyáshatár és nyúlás értékeinek összehasonlítása a négy kísérleti állapotban

Alakítási hőfok	Tényleges kiinduló állapot (l. 1. táblázat)		Kísérleti redukció	Kísérleti állapotok							
				A		*B*		*C*		*D*	
	$\sigma_{0,2}$	δ		$\sigma_{0,2}$	δ	$\sigma_{0,2}$	δ	$\sigma_{0,2}$	δ	$\sigma_{0,2}$	δ
C°	kg/mm²	%	%	kg/mm²	%	kg/mm²	%	kg/mm²	%	kg/mm²	%
500	4,53	49	2	7,5	45,2	8,2	45,9	6,16	49	5,6	47,7
			5	11,2	44,5	10,7	42,8	6,5	48	9,6	44,5
			10	15,4	38,4	14,4	39,8	4,14	48	10,9	45,2
			20	19,3	36,7	17,4	33,1	4,24	49	4,8	48,8
			40	26,4	30,5	12,4	38,4	5,2	46	5,3	45,5
700	4,27	46	2	6,6	45,8	5,7	45,6	5,3	50,4	3,6	37,3
			5	8,5	44,6	6,6	45,6	4,9	48,7	4,5	46,0
			10	7,3	44,2	5,5	46,5	4,5	46,9	4,2	48,4
			20	5,2	49,2	5,1	44,5	4,7	48,4	4,6	40,7
			40	5,9	48,0	6,3	46,9	5,1	47,5	4,9	47,8
900	3,84	37	2	4,3	31,7	4,2	34,6	4,5	39	3,9	34,3
			5	5,9	36,1	5,3	33,0	4,6	36,7	4,5	35,8
			10	4,9	38,5	4,2	42,3	3,4	36,3	4,05	38,2
			20	5,5	43,7	5,4	43,1	3,8	45,5	4,5	37,0
			40	5,1	49,8	4,6	47,7	4,5	41,4	5,0	39,6

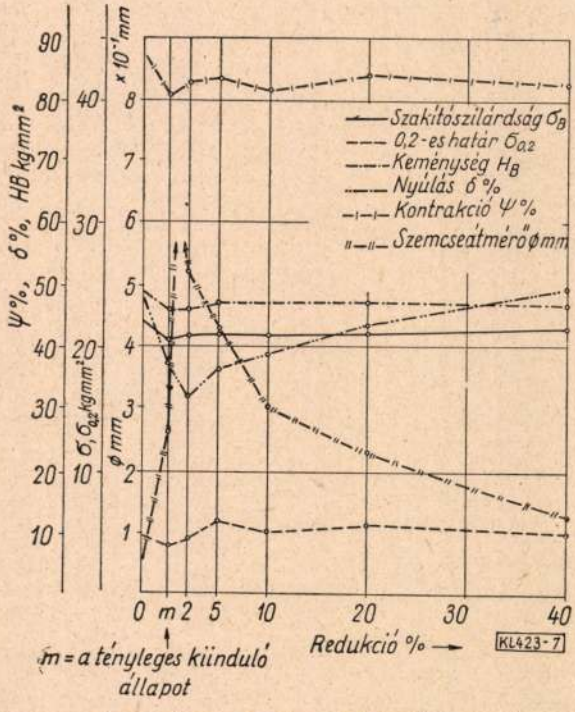
— elválasztó vonalon alul lágy állapot.

sebességek mellett. A változások hasonlók a k_{f2} értékek változásához (4. ábra). Tehát az *A* kísérleti állapot közvetett mérési eredménye ugyanúgy a keményedés jelenlétét és annak az alakítási hőfok növekedésével való csökkenését mutatja, mint a keletkezési szakaszban a közvetlen mérésből származó feszültségek értékváltozása.

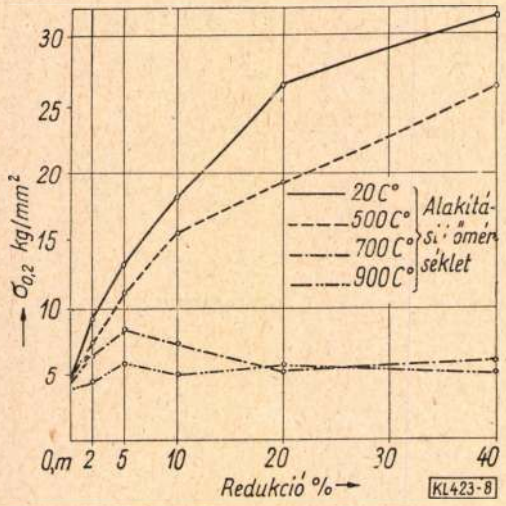
A hőkezelt (*C* és *D*) állapotok az utólagos izzítás hatását mutatják. A *D* állapot képzése lényegében az *A* állapot esetleges kemény voltának a mechanikai tulajdonságok és a szövet változásainak segítségével való közvetett kimutatását szolgálta. De emellett, mint a *C*-től eltérő hőkezelés is segítséget nyújtott. A *D* állapotot a felmelegítés befolyásának kiküszöbölése miatt sófürdőben képeztük ki, ahol a felmelegítési idő egy percnél kisebb volt. A hőkezelés hőfoka a kísérleti alakítás hőfokoktól némileg eltérő volt, mert a rendelkezésre álló sófürdőkhöz kellett alkal-



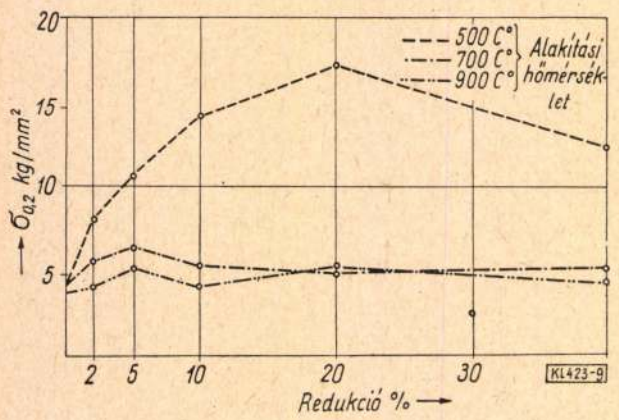
6. ábra. Az A állapot mechanikai értékeinek változása a redukció függvényében 700 C°-on való alakítás után



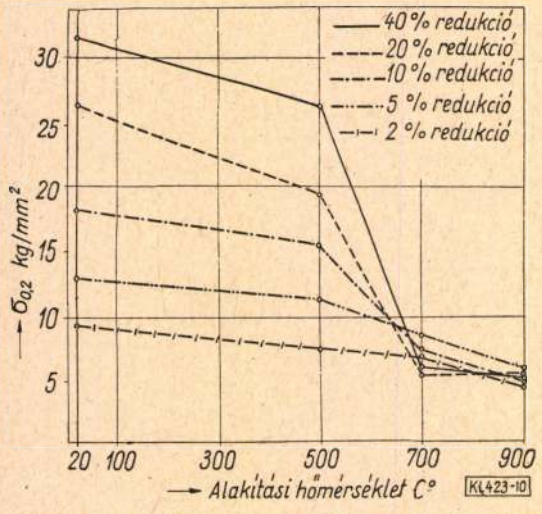
7. ábra. Az A állapot mechanikai értékeinek változása a redukció függvényében 900 C°-on való alakítás után



8. ábra. A 0,2-es folyáshatár változása A állapotban a redukció függvényében különböző hőfokú alakítás után (A 20 C°-os alakítás értékei összehasonlításul)



9. ábra. A 0,2-es folyáshatár változása B állapotban a redukció függvényében különböző hőfokú alakítás után



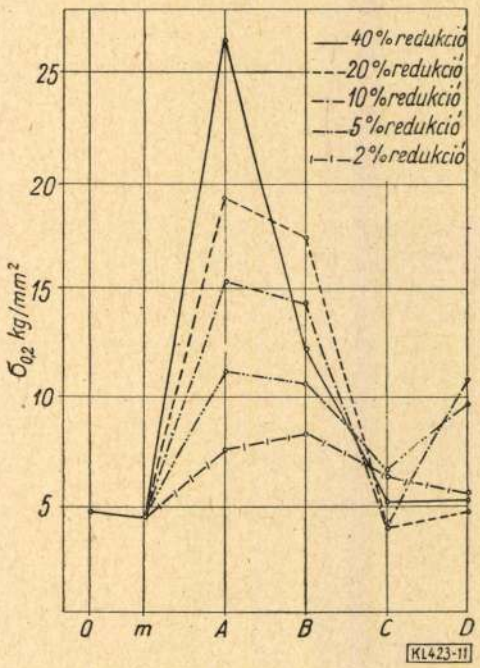
10. ábra. Az A állapotban a 0,2-es folyáshatárnak a változása az alakítási hőfok függvényében különböző redukciók mellett

mazkodni. Így az *A* állapotú pálcák hőkezelése 530 C°-on 15 percig, 750 C°-on 10 percig és 850 C°-on 5 percig tartott. (Idők megtervezése a kúpos pálcák hengerlési kísérlete segítségével.) A *C* állapot hőkezelése a kiindulási állapot hőkezelése volt (600 C°-on egy óra).

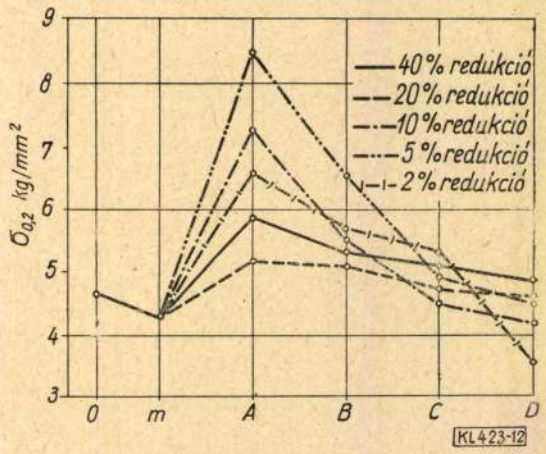
A négy kísérleti állapotban a 0,2-es folyáshatár értékeinek összehasonlítását különböző redukció és alakítási hőfokra a 11—13. ábra szemlélteti.

Egyedül a mechanikai tulajdonságok, főképpen a 0,2-es folyáshatár változásai alapján is látható, hogy a kísérleti állapotok közt *A* a legkeményebb, de csak akkor, ha az alakítási hőfok befolyása ellenére még *A*-ban van keményedés. A többi állapotban az értékek hőfok és redukciótól függően csökkennek. (6. táblázat, 11—13. ábra).

A szövetváltozás vizsgálata. A próbapálcákat az azonos helyéről vett darabok középrészeinek a hengerlés irányában készített csiszolatain vizsgáltuk. Az összes kísérleti pálcákból készült

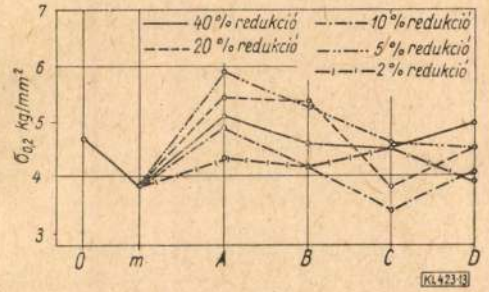


11. ábra. A 0,2-es folyáshatár értékeinek összehasonlítása négy kísérleti állapotban a kísérleti redukciók mellett 500 C°-os alakítás után



12. ábra. A 0,2-es folyáshatár értékeinek összehasonlítása négy kísérleti állapotban a kísérleti redukciók mellett 700 C°-os alakítás után

csiszolat. A szövetvizsgálat az irányítottság és a szemcsenagyság illetve a szemcsenagyság-változás meghatározására irányult. A szemcsenagyságot az ASTM E 79—49T szabvány képeivel való összehasonlítással és csiszolatonként 10—10 hely



13. ábra. A 0,2-es folyáshatár értékeinek összehasonlítása négy kísérleti állapotban a kísérleti redukciók mellett 900 C°-os alakítás után

— ilyen módszerű — kiértékelésével vizsgáltuk. A tíz vizsgálat átlaga szolgáltatta egy pálca szövet értékelését. Végül a párhuzamos próbákból matematikai átlagot készítettünk. A diagramok az átlagos szemcsenagyság átmérőt mm-ben tüntetik fel. Az összes szövetképek nagyítása hetvenötszörös. A kísérleti anyag kiindulási állapotának 0,046 mm átlagos szemcsenagyságú szövete a 14. ábrán látható.

A három kísérleti, alakítási hőfokon izzított és hengerlés nélkül vízbenhűtött anyag szövetképeit a 15—17. ábrák mutatják (tényleges kiindulási állapot—).

14. ábra. A kiindulási állapot szövete (75×-ös nagyítás)

Látható, hogy az 520 C°-os izzítás még lényegében nem okozott a kiinduláshoz képest változást, ($\Phi = 0{,}049$), de már 720 C°-nál 0,066-ra és 915 C°-nál 0,26 mm-re durvult az átlagos szemcsenagyság. Természetesen ezeket az állapotokat kell a további szövetvizsgálat alapjául tekinteni.

A négy kísérleti állapot szövetvizsgálatainak eredményeit a 7. táblázat foglalja össze. A táblázatban feltüntetett vonal a 6. táblázathoz hasonlóan a szövetváltozást jelzi. A vonalon alul újrakristályosodás van.

Nézzük meg most egymásután alakítási hőfokonként a mechanikai tulajdonságok és a szövet vizsgálatainak az eredményeit (6. és 7. táblázat).

500 C°-os alakítás után a kísérleti állapotok szövetviszonyait a 18. ábra szemlélteti. Amint az

7. táblázat

Négy kísérleti állapot szemcsenagyság értékei

Alakítási hőfok	Tényleges kiinduló állapot (1. tábla)	Kísérleti redukciók	Kísérleti állapotok			
			A	*B*	*C*	*D*
	szemcsenagyság		Φ szemcsenagyság			
C°	mm	%	mm			
500	0,049	2	0,049	0,053	0,049	0,063
		5	0,049	0,050	0,048	0,062
		10	0,045	0,057	0,045	0,062
		20	orient.	orient.	0,041	0,045
		40	orient.	0,030 (még részl. orient)	0,040	0,040
700	0,066	2	0,063	0,055	0,065	0,33
		5	0,053	0,055	0,073	0,28
		10	0,050	0,056	0,057	0,27
		20	0,046	0,044	0,046	0,23
		40	0,033	0,037	0,037	0,16
900	0,260	2	0,520	0,550	0,570	> 0,60 Nagyobb mint az 5%-é
		5	0,440	0,470	0,530	> 0,60
		10	0,300	0,380	0,370	0,49
		20	0,240	0,260	0,230	0,45
		40	0,130	0,190	0,200	0,37

— elválasztó vonalon alul rekristallizáció.

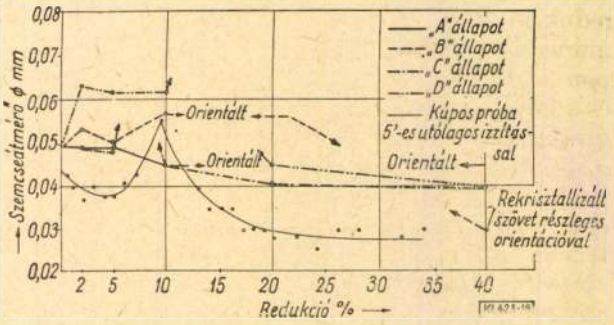
15. ábra. 520 C°-on 20 percig izzított és vízbenhűtött anyag szövete. (75×-ös nagyítás)

16. ábra. 720 C°-on 16 percig izzított és vízbenhűtött anyag szövete. (75×-ös nagyítás)

17. ábra. 915 C°-on 12 percig izzított és vízbenhűtött anyag szövete. (75×-ös nagyítás)

ábrán is látható, az *A állapotban* a vizsgált területen újrakristályosodás nincs és a $\sigma_{0,2}$ és δ ellentétes változása erős keményedésre utal. Kb. 12%-os redukcióig a szövet nem változik, azonfelül 40%-ig fokozódó orientáció látszik (19. ábra).

A *B* állapot lényegében az *A*-hoz hasonló, de a keményedés kisebb mértékű és 40%-os redukció



18. ábra. Szövetváltozás a redukció függvényében a különféle kísérleti állapotban 500 C°-os alakítás után

mellett a $\sigma_{0,2}$ esése és δ kis emelkedése már lágyulásra vall. Ezzel egybehangzó a szövetkép, amely néhány irányított szemcse mellett már túlnyomóan finom poligonális szerkezetet mutat, ami csak újrakristályosodás eredménye lehet (20. ábra). Határesetnek látszik.

A vízbenhűtött és levegőnhűlt kúpos hengerlési próbák eredményei megerősítik a főkísérlet *A* és *B* állapotának szövetképeit. Az alakítás után öt percre az alakítás hőfokára újra hevített próba értékelése azt mutatta, hogy 9—10%-os

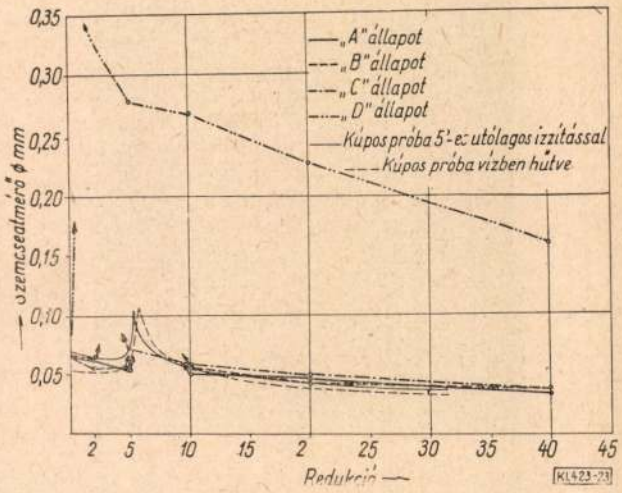
19. ábra. 500 C°-on 40%-kal alakított és vízbenhűtött állapot, irányított szövet. (75×-ös nagyítás)

20. ábra. 500 C°-on 40%-kal alakított, levegőn hült állapot, finom polygonális szerkezet, még kevés irányítottság

redukció körül a szemcsenagyságnak kis maximuma van (Kritikus terület, 18. ábra). Ezen alapon a *D állapot* 10%-os redukcióig keménynek és a következő vizsgált alakításon a 20%-oson már újrakristályosodottnak mondható (21. ábra). A $\sigma_{0,2}$-változása is ezt igazolja. A *C* állapot értékeléséhez a levegőnhűlt kúpos próba még 600 C°-on egy órás izzítást kapott. Értékelésekor a kritikus terület 8%-os redukción mutatkozott. Ezen az alapon a vizsgált 5%-os redukció még változatlan szövetűnek, a 10%-os pedig újra kristályosodottnak értékelhető (22. ábra).

700 C°-os alakítás után a kísérleti állapotok szövetviszonyait a 23. ábra szemlélteti.

Amint a 23. ábra görbéiből látható, a kúpos hengerlési próbák eredményei a kritikus redukció területét 5% körül jelöli (24, 25. ábra). Ezen az alapon az *A* és *B állapot* is 10%-os redukcióval már lágynak és újrakristályosodottnak tekinthető. A $\sigma_{0,2}$ értékei szerint is mind az *A*, mind a *B* állapotban a kiinduláshoz képest 2 és 5%-os redukció mellett még van kismértékű keményedés, ami a szöveteredménnyel egyezik. Az *A* állapotban a 10%-os redukción azonban a kis mértékű lágyulás a szövetvizsgálatból származó megállapítással nem teljesen egybehangzó. A *C állapotra* feltehető, hogy már az 5%-os redukcióval hengerelt anyag is újrakristályosodott. *A D álla-*



23. ábra. Szövetváltozás a redukció függvényében a különféle kísérleti állapotban 700 C°-os alakítás után

21. ábra. 500 C°-on 20%-kal alakított és utána 500 C°-on 15 percig izzított, újrakristályosodott szövet. (75×-ös nagyítás)

24. ábra. 700 C°-on alakított és vízbenhűtött kúpos hengerlési próba szövete. Maximális szemcsenagyság (0,11 mm) (75×-ös nagyítás)

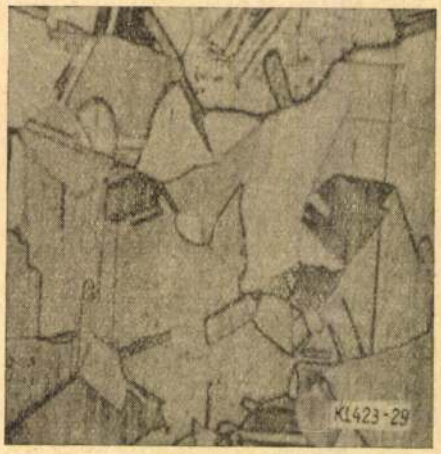
22. ábra. 500 C°-on 10%-kal alakított és utána 600 C°-on 1 órát izzított, újrakristályosodott szövet. (75×-ös nagyítás)

25. ábra. 700 C°-on alakított és vízbenhűtött kúpos hengerlési próba szövete a kritikus terület után. (0,07 mm) (75×-ös nagyítás)

26. ábra. 700 C°-on 10%-kal alakított és vízbenhűtött próba szövete, újrakristályosodott, (75-ös × nagyítás)

28. ábra. 700 C°-on 10%-kal alakított és levegőnhült próba szövete, újrakristályosodott. (75 × -ös nagyítás)

27. ábra. 700 C°-on 40%-kal alakított és vízbenhűtött próba szövete. A 26. ábrához képest jóval finomabb (75 × -ös nagyítás)



29. ábra. 700 C°-on 2%-kal alakított, vízbenhűtött és utána 750 C°-on 10 percig izzított próba szövete. Rendkívül durva (75 × -ös nagyítás)

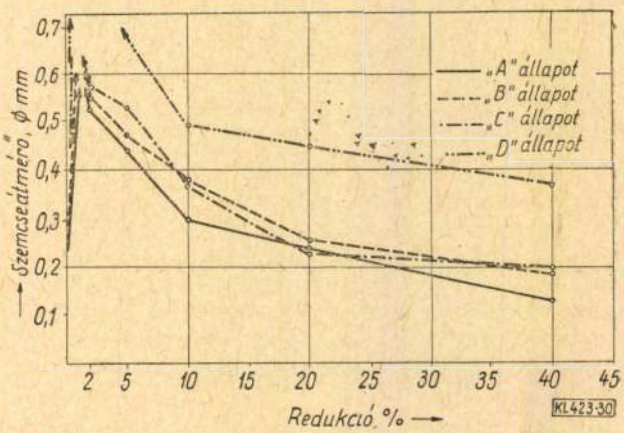
pot rendkívül durva szövetképei alapján végig újrakristályosodottnak értékelhető. Mind a négy állapot az újrakristályosodott területen a redukció növekedésével finomodó szövetet mutat (26., 27. ábra). A *B* és *D* állapot egy-egy szövetképe a 28., 29. ábrákon látható.

900 C°-os alakítás után a kísérleti állapotok szövetviszonyait a 30. ábra szemlélteti.

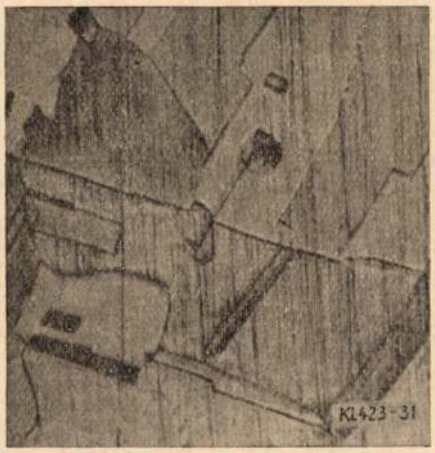
Az összefoglaló táblázatok (6. és 7. táblázat) és a 30. ábra értékeiből látható, hogy már az *A* állapot legkisebb kísérleti redukcióján is az anyag lágy és rendkívül durva szövettel újrakristályosodott (31. ábra). A többi kísérleti állapot természetesen szintén az *A*-hoz hasonló, de még durvább szövetű. Minden állapoton a redukció növelésével a szemcsenagyság finomodik (32., 33. ábra). Ezzel egyértelmű az *A* és *B* állapotban a nyúlásnak a redukció növelésével való emelkedése. A *D* állapotban a szövet rendkívül eldurvult (34. ábra).

A kúpos hengerlési próbák eredményei az erre vonatkozó irodalmi adatokkal általában megegyeztek [3].

A három kísérleti alakítási hőfokra vonatkozó szövetvizsgálattal lényegileg az alakítási hőfok és a végrehajtott redukció együttes befolyásaképpen az újrakristályosodás kezdetének bizonyos eltolódása tapasztalható. Ez jellegben a hidegalakítás után az újrakristályosodás viszonyaival egyező. (Nagyobb hőfokon a kisebb redukció felé tolódik stb.) Ezt a tendenciát tekintetbevéve azt lehet mondani, hogy a kísérleti állapotok a kísérletek maximális redukcióinál nagyobb redukciójú



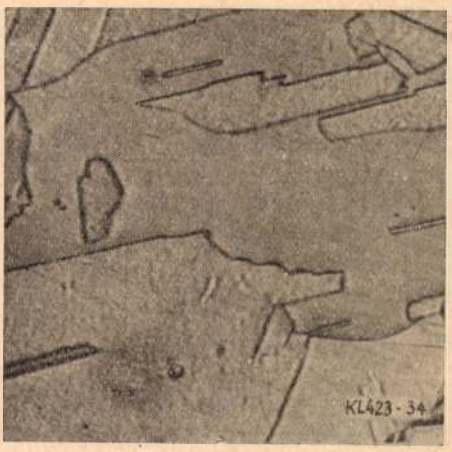
30. ábra. Szövetváltozás a redukció függvényében különféle kísérleti állapotban 900 C°-os alakítás után



31. ábra. 900 C°-on 2%-kal alakított és vízben hűtött próba szövete, újrakristályosodott. (75×-ös nagyítás)

33. ábra. 900 C°-on 40%-kal alakított és vízbenhűtött próba szövete, további finomodás látható. (75×-ös nagyítás)

32. ábra. 900 C°-on 10%-kal alakított és vízbenhűtött próba szövete, finomabb mint a 31. ábrán



34. ábra. 900 C°-on 2%-kal alakított, vízbenhűtött és 850 C°-on 5 percig izzított próba szövete, rendkívüli durvulás. (75×-ös nagyítás)

területen is újrakristályosodottnak tekinthetők. Egyedül az 500 C°-os *A* állapotra nem lehet az eddigi kísérletekből még tudni, hogy melyik alakváltozáson és alakváltozási sebességen következik be az újrakristályosodás. De annak bekövetkezte a redukció további növelésével itt is valószínű.

A kísérletek folyamán az újrakristályosodással kapcsolatban nyert tapasztalatok bizonyos mértékben eltérnek az alumínium ilyen irányú vizsgálataiban kapott eredményektől [5]. A hivatkozott dolgozat szerint ugyanis, alumínium melegalakításakor rekrisztallizációt nem észleltek.

Összefoglalva a kísérleti megfigyelések eredményei a következők :

Elektrolitréz hengerlésekor a vizsgált 20, 500, 700 és 900 C°-os alakításon *közvetlen a hengerlés folyamán* az alakváltozás, illetve az alakváltozási sebesség növelésével növekvő s az alakítási hőfok növelésével csökkenő mértékű keményedés mindig fellép. Mivel az elektrolitrézben nagyobb hőfokon sincs semmiféle fázisváltozás, a megállapítás a 20 és 900 C° közti hengerlésre általában érvényesnek mondható, és — mivel az alakváltozási sebesség befolyása az alakítási módtól független — a kísérlet alakváltozási sebesség határai közt bármely alakítási műveletre is kiterjeszthető.

Az alakítás után a vizsgált alakváltozási tartományban és 300—1350%/sec alakváltozási sebességek mellett a viszonyok a következők :

A 900 C°-os alakítás után az anyag az alakítás közvetlen következményeitől mentes. (Keményedés nincs, újrakristályosodás van.) Megfelel a melegalakítás olyan fogalmazásának, mely szerint az alakítás után sem a mechanikai tulajdonságok, sem a szövet alakítottságra nem utalnak. Az 500 C°-os alakítás után az alakítás következményei az egész vizsgált területen megvannak, míg 700 C°-os alakításkor csak részlegesen bizonyos alakváltozásig. Így a *900* C°-on végzett alakítás a fenti értelemben *melegalakítás*, az *500* C°-os pedig *hidegalakítás*, míg a *700 C°-os* középhelyzetű, s *az alakváltozástól és az alakváltozási sebességtől függően hideg vagy meleg alakításnak fogható fel.* A kísérleti határokon belül a nem vizsgált alakítási hőfokok befolyása minden bizonnyal a fentiekben megállapított viszonyoknak értelemszerűen megfelel.

Összefoglalás

A dolgozat az elektrolitréz meleg hengerlése folyamán keletkező keményedés és lágyulás viszonyaival, valamint a szövet változásaival foglalkozik. A hengerlési kísérletek melegen sajtolt, hidegen hengerelt és lágyított anyaggal különféle alakítási hőfokon (20, 500, 700 és 900 C°), 2%-40% közti redukció és 300%/sec—1350%/sec közti alakváltozási sebesség tartományban történtek. A megfigyelés a közvetlen alakítás alatti és utáni állapotokra terjedt ki. Az alakítás alatti állapotot a mért hengernyomásokból számított közepes alakítási szilárdságok és azoknak a hengerlés végére változott értékei jellemzik. Az alakítás utáni viszonyok megfigyelésére négy kísérleti állapotot rögzítettünk. Ezeknek egymásközti, valamint a kiinduló állapottal való összehasonlítására a mechanikai tulajdonságoknak (főként a 0,2-es folyáshatárnak) műhelyhőfokon való megállapítása és a szövetváltozások megfigyelése szolgált. A kísérletek alapján megállapítható volt, hogy elektrolitréz hengerlésekor a vizsgált alakítási hőfokokon közvetlen a hengerlés folyamán az alakváltozás, illetve az alakváltozási sebesség növelésével növekvő, az alakítási hőfok növelésével mindig csökkenő mértékű keményedés lép fel. A megállapítás általában 20 C—900C° közti hőfoktartományra és a kísérleti alakváltozási sebességeknek megfelelő más alakítás műveletre is kiterjeszthető. Az alakítás után a vizsgált állapotokban az anyag 900 C°-ú hengerlés után az alakítás közvetlen következményeitől teljesen mentes ; 700 C°-ú hengerlés után ezek a következmények csak részben bizonyos alakváltozásig, míg 500 C°-ú alakítás után a vizsgált területen végig megvannak. Ezen az alapon a 900 C°-ú hengerlés melegalakításnak az 500 C°-ú pedig hidegalakításnak fogható fel.

IRODALOM

[1] *H. Hanemann* u. *F. Lucke:* Rekristallisation nach Warmverformung Stahl u. Eisen 1925., 1117—1122 o.

[2] *W. Tafel, H. Hanemann* u. *A. Schneider:* Die Rekristallisation beim Warmwalzen. Stahl u. Eisen 1929., 7—17 o.

[3] *W. Tafel:* Die Rekristallisation von Elektrolytkupfer nach dem Warmwalzen. Z. f. Metallkunde 1929., 265—67 o.

[4] *A. Wittneben:* Über die Rekristallisation von α-Messing bei Warmverformung. Z. f. Metallkunde 1928., 316—22. o.

[5] *J. Schey:* Die Erscheinungen bei der Warmverformung des Aluminiums. (Acta Technica 1957. Tom. XVI. Fasc. 1—2.).

[6] *A. Geleji, E. Kiss G., Dévényi:* Versuche über den Kraft- und Leistungsbedarf beim Warmwalzen von Grobblechen auf einem Lauthschen Triowalzwerk. (Acta Technica 1958. Tom. XXIV. Fasc. 1—2).

[7] *A. Geleji:* Die Berechnung des mittleren Verformungswiderstandes bzw. des Walzdruckes beim Warm- und Kaltwalzen von quadratischen stangen- und blechförmigen Körpern. (Act. Techn. 1957. Tom XVIII. Fasc. 1—2).

A nagyolvasztók működésének automatizálása a Szovjetunióban

BASZOV, V. T. műsz. tud. kand.
Vaskoh. Kut. Int.

D. K.: 621—52 : 669.162.2

Автоматизация работы доменных печей в Советском Союзе

Automatisierung der Hochöfen in der Sovjet-Union

Automatization of blast furnaces in the USSR

A Szovjetunió kohászati üzemeiben típustervek alapján korszerű nagyolvasztókat építettek és szereltek fel. Ezekben a nehezebb termelési műveleteket teljesen gépesítették és részben automatizálták. A nyersvasgyártásban elért gépesítés és automatizálás szintje a termelékenység növekedését és a műszaki-gazdasági mutatók javulását jelentős mértékben segítette.

A Szovjetunió Kommunista Pártjának XX. kongresszusa a termelési folyamatok gépesítése és automatizálása területén újabb feladatokat adott. Eszerint meg kell gyorsítani a fizikai munkák gépesítésének ütemét és széles síkon be kell vezetni a technikai folyamatok automatizálását, a nagyolvasztókban pedig meg kell kezdeni a nagyolvasztók irányításának teljes automatizálását.

A termelési folyamatok teljes gépesítésének és automatizálásának célja a termelékenység további növelése, az önköltség csökkentése és a nyersvas minőségének megjavítása.

A technikai folyamatok teljes automatizálásához és a legjobb eredmények biztosításához a következő feltételek és követelmények teljesítése szükséges :

a) mindazoknak a termelési műveleteknek gépesítése, amelyek közvetlen kapcsolatban vannak a technikai folyamatokkal,

b) biztosítani kell a berendezés üzeméhez az állandóan azonos munkafeltételeket, különösképpen pedig az elegyalkotó anyagok minőségének állandóságát,

c) biztosítani kell a technikai műveletek mutatóinak folyamatos és megbízható ellenőrzését, a közöttük levő törvényszerűségek, összefüggések és a szabályozási módok ismeretét,

d) a folyamatok matematikai összefüggéseit, amelyek a vezérlő műszerek használatát teszik lehetővé, meg kell állapítani.

Jelen tanulmány röviden jellemzi a Szovjetunióban a nagyolvasztók gépesítésének és automatizálásának mértékét és fejlődését.

A nyersvasgyártás egyes területeinek gépesítése és automatizálása

1. *Az elegyalkotó anyagoknak a nagyolvasztóra való feladása és adagolása*

A nagyolvasztók folyamatos munkája és a termelésben szereplő nagy mennyiségek előfeltételként kívánják meg az összes munkaterület gépesítését és egyes termelési területek automatizálását.

A szóban forgó típustervekben, a nehéz munkaműveletek, amelyek az alapanyag szállításával, tárolásával és a nagyolvasztó bunkereibe való töltésével kapcsolatosak — vagonbuktatók, rakodódaruk, transzferkocsik és szállítószalagok segítségével — teljesen gépesítve vannak.

Az említett munkafolyamattól eltérően a cserepovecki kohászati üzemekben az alapanyagokat szállítószalagok szállítják. Ezzel a megoldással a vagonokban érkező dúsított érc és mészkő körbuktató segítségével a fogadó bunkerekbe kerül, ahonnan szállító szalagokon jut az érctérre. Átlagosítás céljából az alapanyagokat a szállítószalagokról egyenlő rétegben hasábokba rakják. Az átlagosított érc a hasábokból adagolón át, földalatti szállítószalagok segítségével, a darabosítómű fogadó bunkereibe kerül. A kész darabosítvány hűtőkbe jut, ahonnan a szállítószalagok vagy a nagyolvasztó bunkereibe, vagy a tároló helyre szállítják.

A kokszolótól a nagyolvasztóig a kokszot ugyanúgy, mint a legtöbb kohászati üzemünkben, automatikusan működő, ledobó kocsival eltott szállítószalaggal szállítják.

A szállítószalag rendszer vezérlése központosított és éppen ezért nagyon könnyen automatizálható. A meglevő szállítási rendszerek közül, a szállítási műveletek teljes automatizálásának megvalósítása szempontjából a szállítószalagos anyagmozgatás mutatkozik a legjobbnak, ez kielégíti a folyamatos üzem és központi irányítás feltételét. Ezen kívül ez a szállítási rendszer a legjobb hatásfokkal oldja meg az elegyalkotó anyagok átlagosítását. A nagyolvasztó üzemekben a legjobban az alapanyagok adagolásának munkafolyamatát automatizálták. Az elegy adagolás minden művelete (a szkip csörlő, a kúpcsörlők, a szondacsörlők, a forgó elegyelosztó, a nyomáskiegyenlítő szelepek stb. munkája, a koksz rostálása, mérése, szkipbe, vedres felvonóba való adagolása) egymásközött elektromosan reteszelt és a megadott programnak megfelelően automatikus.

A Szovjetunióban elfogadott (1952-53 model) elegyadagolási programnak parancs-kontrolleres vezérlés útján való megoldása az elvégezhető feladatok sokoldalúságával felülmulja a külföldön legjobban bevált berendezéseket, egyúttal lehetővé teszi a nagyolvasztó munkájának központos szabályozását. Ez a berendezés nemcsak az adott programon belül, az anyagok szkipenkénti automatikus változtatását, hanem magának az adagnak az adagolási cikluson belül való megváltoztatását is biztosítja. Lehetőség van a forgó elegyelosztó tetszés szerinti helyzetbe, 15°-onként való beállítására, 24 helyzet közül a tetszőleges kiválasztására és az adagolási rendszer szimmetrikus, vagy aszimmetrikus megválasztására.

Az utóbbi időkig a teljes program parancskontrolleres vezérlés hiánytalan kihasználását és az elegyalkotók feladásának teljes automatizálását, az anyag összeszedés, mérlegelés és — adagolás automatizálásának hiánya zavarta. Ezeket a műveleteket az ércmérlegkocsi végzi.

Az utóbbi időben a Szovjetunióban az ércmérlegkocsik munkájának automatizálásával olyan előrehaladást értek el, melyekkel az elegyalkotók adagolását teljesen automatizálták. A Kuznyeck-i és Novo—Tagil-i Kohászati Kombinátok nagyolvasztóiban már automatizált mérlegkocsik dolgoznak.

A Kuznyeck-i Kohászati Kombinát (KKK) ércmérlegkocsiján a teljes automatikus vezérlés magán a kocsin nyert elhelyezést.

Az ércmérlegkocsi munkájának programját kétsínű kommutátorokon állítják be : az egyik kommutátoron az adagban levő anyagok 6 helyzet szerint, a másikon pedig 12 helyzet szerint állíthatók be.

Az ércmérlegkocsi és a bunkerek közötti kapcsolatot reteszelővel kapcsolják. Az anyagokat nem a szkipbe, hanem közbenső bunkerekbe ürítik, amelyek zárószerkezetének működtetése az adagolási program parancs-kontroller munkájába kapcsolódik.

A Nizsnij—Tagil-i Kombinát és az Urali Műegyetem által elkészített megoldás szerint, eltérően a KKK ércmérlegkocsitól, a programkommutátorok a kohómester helyiségében nyertek elhelyezést. Az elegyprogram minőség szerinti összeszedését a kommutátor dugaszainak beállításával határozzák meg, úgyszintén így állítják be minden adagban az anyagszedés sorrendjét is.

Egy külön kommutátoron állítják össze az elegyalkotók szedés programját.

A bunkerből való szedés sorrendjét a bunkersori kommutátoron állítják be. A durva és finom szedést végző kommutátorok megadják minden anyag súlyát. A programállomás vezetéken és áramszedőkön keresztül van kapcsolaban az ércmérlegkocsival. A berendezés villásdugóból és elektromágneses tekercsből áll — amelyek az ércmérlegkocsin nyertek elhelyezést — továbbá a bunkereknél és a szkip bunkereknél elhelyezett szorító aljzatból.

Az ércmérlegkocsinak mozgását az utóbbi időkig a kocsivezető irányította, most az egyik nagyolvasztónál ezt a műveletet teljesen automatizálták. Az ércmérlegkocsi programrendszere, a kocsi mozgása, megállása a bunkerekben és a szkipakna felett a KKK tervei szerint készült.

Következő évben két gyárban még két automatizálási tervet fognak kipróbálni : Azovsztáljban a CKB Elektrobrigád tervét, a Dzerzsinszkszről elnevezett gyárban pedig az Ukrán Gipromez tervét.

A Magnitogorszk-i Kombinát I. sz. nagyolvasztójában ércmérlegkocsi helyett az elegyalkotó anyagokat a bunkerekből automatikus szál-

lítószalagokkal szedik össze, mérlegelik és adják a szkipbe.

A bunkerek alatt két párhuzamos szállítószalag van beépítve : egyik lemezes szállítószalag a forró darabosítvány, a másik szállítószalag pedig a többi alapanyag szállítására szolgál. A bunkereknél elektrovibrátoros adagolókat építettek be.

A meleg zsugorítványt a lemezes szállítószalag a kokszláska mellett elhelyezett mérőtáskákba szállítja. A többi alapanyag mérésére a szalagnál, folyamatos mérőtáska szolgál.

A bunker alatti megvalósított, szállítószalagos anyagmozgatás könnyen automatizálható és a nagyolvasztó-adagolás teljes automatikájába bekapcsolható.

A Gipromez most dolgozza ki a nagyolvasztó-adagolás automatizálásának típustervét, amelyhez a szállítószalagos, bunker alatti anyagmozgatást használják fel.

Ilyen módon tehát az automatizált ércmérlegkocsik, vagy szállítószalagok használata lehetőséget ad a nagyolvasztók adagolási rendszerének teljes automatizálására.

2. *A léghevítők munkájának gépesítése és automatizálása*

Ma már a Szovjetunióban majdnem valamennyi nagyolvasztó léghevítőjének következő műveleteit gépesítették és automatizálták :

a) a léghevítőbe belépő tiszta gáz állandó nyomásának szabályozását,

b) a léghevítőbe belépő gáz és levegő viszony szabályozását,

c) az égési termékek előírt hőmérsékletének szabályozását a léghevítőkupola hőmérséklete alapján,

d) a szelepek félautomatikus (ciklikus) átváltását gázról levegőre és vissza is,

e) a forrószél előírt állandó hőmérsékletének szabályozását,

f) a forrószél előírt állandó nedvességtartalmának szabályozását.

A léghevítők működése a Kuznyeck-i Kohászati Kombinát nagyolvasztóiban teljesen automatizált. A léghevítők tolózárait grafikon szerint váltják, előre meghatározott időben, függetlenül a keverőszelep állásától. Ilyen rendszer lehetőséget ad a léghevítők felfűtésére szolgáló gázmennyiség legegyenletesebb felhasználására.

A léghevítők program váltása szerint gázra és levegőre számoló berendezéssel van kapcsolatban, amely a műben a gáz fogyasztását ellenőrzi és szabályozza. A Gipromez most dolgozza ki a léghevítők teljes automatikus működésének típustervét.

3. *Az öntőcsarnoki munkák gépesítése*

Korszerű nagyolvasztókban a nyersvas és salakcsapolás nehéz öntőcsarnoki munkájában a különféle műveleteket gépekkel és berendezésekkel (légdöngölők, fúró és lyukasztó gépek, dugaszoló gépek, salakzárógépek stb.) jelentős mértékben gépesítették.

E munkák feltételeinek megjavítása érdekében olyan gépeket készítenek, amelyek egy sor termelési műveletet végeznek el. Így pl. a Magnitogorszk-i Kohászati Kombinátban kikísérletezés alatt áll egy gépcsoport, amely a nyersvascsapolónyílás karbantartási műveleteit végzi el. Ugyanott egy másik nagyolvasztóműben — a csatorna karbantartási munkák csökkentése céljából — a nyersvascsapolónyílás előtti csatorna elfordítható, illetőleg elbillenthető.

Ezen kívül tervezési, ill. kutatási munkákat végeznek a fúvókák cseréjekor ismert nehéz munkák gépesítésére, amelyet még mind a mai napig nem oldottak meg sehol.

A nagyolvasztó járatának ellenőrzése.

A nagyolvasztó járatát és a hozzátartozó berendezések ellenőrzését nagyszámú mérőműszer végzi, amelyek beépítése az újonnan épülő és korszerűsítésre kerülő nagyolvasztók típusterveiben szerepel. Ezeknek a műszereknek mérései alapján szabályozzák a nagyolvasztók munkáját. Néhány ellenőrző mérőműszert a nagyolvasztó elegy adagolási műveletének automatikus vezérléséhez, a léghevítők automatizálásához és még egyéb helyeken is használnak.

A műszerek egy részét a nagyolvasztók járatát jellemző mutatók szabályozására használják : a nagyolvasztó forrószélhőmérsékletének és nedvességének szabályozása a torokgáz nyomásának mérése, szabályozása, elegyszint mérése és így tovább.

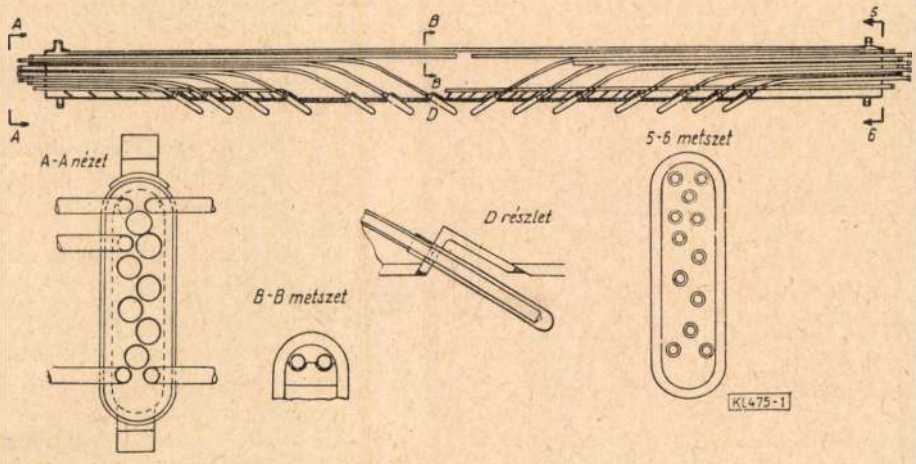
A felsorolt automatika-felszerelések a nagyolvasztó berendezésének típus tervéhez tartoznak. Sok mérést, amelyek a nagyolvasztóban végbemenő folyamatok ellenőrzésére szükségesek, időszakonként olyan műszerekkel végeznek el, amelyek az automatizáláshoz nem használhatók fel. Éppen ezért most foglalkoznak a meglevő műszerek tökéletesítésével és új módszerek kidolgozásával, a torokgáz hőmérsékletének automatikus mérésével, a csapolt nyersvas és salak hőmérsékletének, a fúvó-öv hőmérsékletének, a torokgáz összetételének és még más tényezőknek a mérésével.

A hőmérséklet mérésére a torok átmérősíkjában a gáz próbavételre (a széndioxid megállapítása céljára) készült hűtött, vagy hűtésnélküli csövet használják (egy sor üzemben már kipróbálás alatt áll néhány változat), melyet meghatározott időközökben automatikusan betolnak, ezekben a csövekben termoelemet helyeztek el.

A mérés eredményét, a hőmérsékletet, vagy a gáz CO_2 tartalmát megfelelő műszer regisztrálja.

Az Azovsztál-i üzemben a torok átmérősíkjában mért hőmérsékletnek folyamatos ellenőrzésére, kísérletképpen átlósan, vízzel hűtött gerendát építettek be, amelyben a nagyolvasztó munkatere felé néző termoelemeket helyeztek el (1. ábra).

Egy sor üzemben kísérletek folynak annak tisztázására, hogy a fúvóöv hőmérsékletét sugárzó pirométerekkel, vagy egyéb módszerekkel miként mérjék. A felső salak csapolási hőmérsékletének automatikus ellenőrzését végző műszert Azovsztáljban próbálják ki.



1. ábra. Az Azovsztál-i nagyolvasztó toroksíkjában elhelyezett gerenda és termoelemek elrendezési rajza

Foglalkoznak a torokgáz összetételét mérő műszerek tökéletesítésével optika-akusztikai módszerrel, a mérés pontosságának és biztonságának növelése céljából.

A nagyolvasztó járatának automatizálása nagy mértékben megköveteli a járat ellenőrzését, szükségessé teszi összetett mutatók és jellemzők meghatározását, amelyekhez különböző számoló műszerek szükségesek.

A nagyolvasztóban végbemenő folyamatok ellenőrzésére az utóbbi időben kikísérletezés alatt vannak aránylag nem komplikált számoló műszerek, amelyek meghatározzák :

a) a direkt redukció mértékét és a nagyolvasztó nagyhőmérsékletű övének hőállapotát, a torokgáz összetétele, a forrószél hőmérséklete, nedvessége és az érc terhelés nagysága szerint,

b) a száraz torokgáz hőtartalmát és hőfokát a gáz összetétele, a gáz hőfoka, nedvessége és a forrószél nedvessége és összetétele szerint,

c) a kerületi gázáramlás egyenletes eloszlásának mértékét a torokszint kerületén, az ezen szinten elhelyezett termoelemek jelzése szerint,

d) a nagyolvasztó-fúvókasoknak egyenletes munkáját sugárzó pirométerek alapján, amelyek a fúvócöv hőmérsékletét mérik.

Az említett számoló műszerek üzemi kipróbálás és az észlelt hiányosságok kijavítása után, a nagyolvasztó automatikus szabályozásának megvalósításához, mint a többi mérőműszer, általános használatba kerülnek.

A nagyolvasztó járatának automatikus szabályozása

A nagyolvasztóüzem automatizálásának alapvető feladata, hogy a nagyolvasztó optimális járatát biztosítsa, az adott feltételek között elérhető legjobb műszaki-gazdasági mutatókkal.

A nagyolvasztó folyamat, bonyolultsága és alakulását meghatározó nagyszámú tényező miatt azokhoz a technikai folyamatokhoz tartozik, amelyeknek teljes matematikai leírása, törvényszerűségeinek elégtelen ismerete miatt, rendkívüli nehézséget jelent. Éppen ezért a nagyolvasztóüzem automatizálásának első lépcsőjén az ismert matematikai törvényszerűségeket, illetve azok hijján a nagyolvasztók működése közben kapott empirikus és egyéb összefüggéseket kell felhasználni.

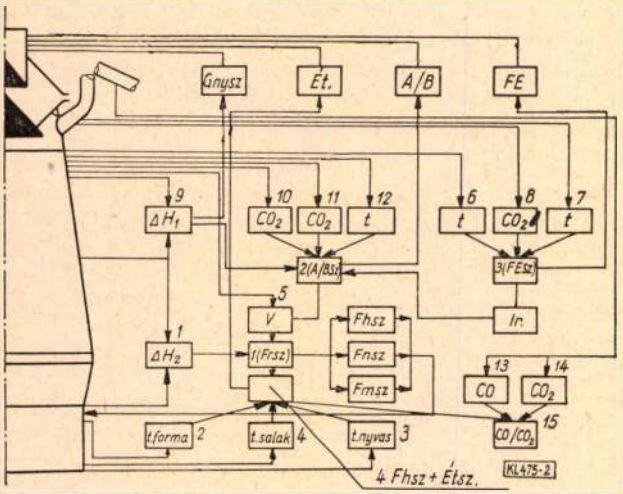
Az utóbbi időben nagyszámú és pontosabb ellenőrzési módszerekkel, a törvényszerűségek tanulmányozása matematikai elemzés és statisztikai módszerekkel, továbbá a vezérlő műszerek felhasználása a folyamat részletes leírására és ennek alapján egy tökéletesebb automatikus szabályozási rendszer felépítésére nyújtanak lehetőséget.

A nagyolvasztó-járat automatikus szabályozásában az első munkák aránylag szűk feladat megoldását tűzték ki célul, éspedig a nagyolvasztó egyenletes járatának automatikus szabályozását és az elegyoszlop fennakadásának megelőzését. E célból a Krivorozssztálj gyárban 1951/1952-es években kidolgozták és megvalósították a forrószélnyomás automatikus szabályozását, mivel ez a mutató a legjobban tükrözi az anyagoszlop levonulását. A forrószél nyomását úgy szabályozták, hogy arányosan csökkentették a forrószél hőmérsékletét, meghatározott forrószélnyomás emelkedéskor és megfordítva.

A nagyolvasztó-járat szabályozását a gáz nyomáskülönbsége alapján (vagyis a forrószélnyomást a torokgáz nyomásához igazítva) 1954-ben a Zaporozssztálj-i üzemben a CIA Energocsermot valósította meg. A nyomáskülönbséget automatikusan a torokszinten a gáz nyomásának szabályozásával és ha ez nem elegendő, akkor a forrószél hőmérsékletének vagy nedvességének változtatásával szabályozzák. Csak ez után, ha még szükséges, változtatják a forrószél mennyiségét.

A gáz nyomáskülönbségének a rendes mértékre való csökkentése után, a forrószél hőmérsékletét vagy nedvességét és a torokgáz nyomását folyamatosan visszaállítják a rendes értékre.

A nagyolvasztó járatnak a forrószél nyomása, vagy a gáz nyomáskülönbsége alapján való automatikus szabályozását — amint a gyakorlat mutatta — gyakran a termelés bizonyos mérvű csökkenése kísérte, mivel legtöbbször a nagyolvasztót a forrószélmennyiség csökkentésével kellett szabályozni. Ez azért van, mert a szabályo-



2. ábra. A teljes automatikus szabályozás szerkezetének elvi rajza

1. a forrószél körvezeték és az akna középmagassága közötti nyomáskülönbség (ΔH_1). 2. A formák hőmérséklete (*t* forma). 3. A nyersvas hőmérséklete (t nyv.). 4. Salak hőmérséklete (t salak). 5. Az elegylevonulás sebessége (V). 6. A nagyolvasztó kerületének hőmérséklete (t). 7. Hőmérséklet a gázvezetékben (t). 8. A torokgáz összetétele a gázvezetékben (CO_2). 9. Az akna közepe és torok közötti nyomáskülönbség (ΔH_2). 10. A kerület CO_2-tartalma (CO_2). 11. Központi CO_2-tartalom (CO_2). 12. A hőmérs. eloszl. sugár irányban (t). 13. CO-tart. a torokgázban (CO). 14. CO_2-tart. a torokgázban (CO_2). 15. A gáz CO/CO_2 viszonya (CO/CO_2). *Gnysz.* = gáznyom. szabályozó a torok alatt. *Fhsz.* = forrószél hőm. szabályozó. *Fnsz.* = forrószél nedv. szabályozó. *Fmsz.* = forrószél mennyiség szabályozó. *Ir.* = időrelé. *Ét* = = ércterhelés. *A/B* = az *A* és *B* program viszonya. *FE* = forgó elegyelosztó. 1. *(Frsz)* forrószél rendszer szabályozó. 2. *(A/Bsz)* az *A* és *B* program viszony szabályozó. 3. *(FEsz)* a forgóelegyelosztó elfordulási szögének szabályozása. 4. (Fhsz + Ét sz) a forrószél hőmérsékletét és az ércterhelést szabályozó berendezés

zás alapvető feladatának megoldásakor, az egyenletes nagyolvasztó-járat biztosításakor, azokat a tényezőket figyelmen kívül hagyták, amelyek ezt a jelenséget kiváltották és az egyenletes járat felborulását eredményezték. Éppen ezért a következő lépésben a gáz nyomáskülönbségével való szabályozás módszerét tökéletesítették.

A teljes automatizálást feltüntető szerkezeti séma — amelyet a CIA dolgozott ki — négy automatikusan szabályozott rendszer összekapcsolását tételezi fel. A rendszerek a következők (2. ábra):

a) a forrószél rendszer szabályozása,

b) a forgó elegyelosztó munkájának irányítása,

c) az adagolási rendszer irányítása,

d) a nagyolvasztó hőrendszerének szabályozása.

A forrószél rendszert a nagyolvasztó alsó részében levő nyomáskülönbségtől függően szabályozzák.

A nagyolvasztó felső részében levő nyomáskülönbséget a torokgáz nyomásával és az adagolási rendszer szabályozásával állítják be.

A nagyolvasztó hőrendszerét a forrószél hőmérsékletének és a gáz CO/CO_2 viszonyából folyó ércterhelésnek, a fúvóöv hőmérsékletének, a vas- és salak hőmérsékletének változtatásával szabályozzák.

A nagyolvasztó hőállapotának automatikus ellenőrző berendezését 1953—1955. években az Azovsztálj-i üzemben kísérleti felszerelésként a Donyecki Műszaki Egyetem dolgozta ki és valósította meg.

Ennek a berendezésnek a számoló műszerét (3. ábra) az általános anyag és hő egyensúlyegyenlet alapjaira építették fel és folyamatosan határozza meg a nagyolvasztó hőállapotának következő mutatóit:

a) egy tonna nyersvasra felhasznált karbont,

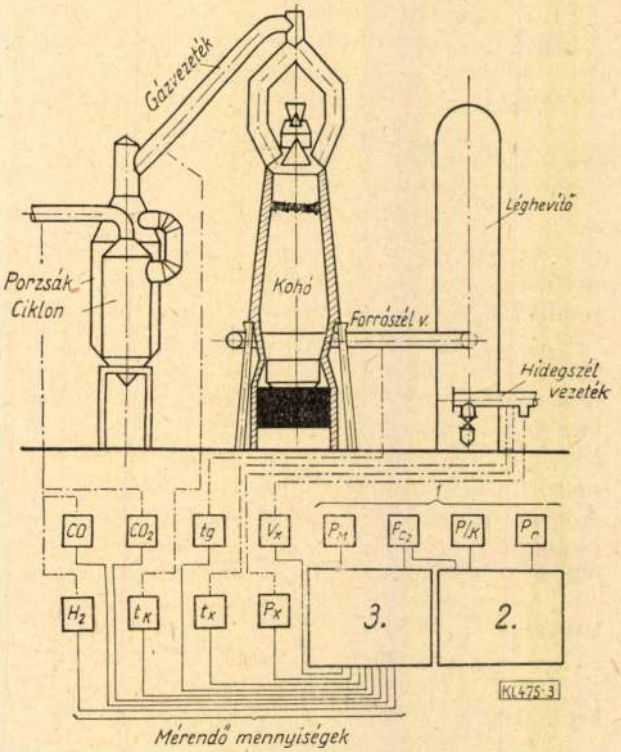
b) ércterhelést, amely az adott feltételek mellett biztosítja a kívánt összetételű nyersvas minőségét,

c) a nagyolvasztó percnyi termelékenységét, amely a munka intenzitását is tükrözi.

A számoló berendezésben 39 változó tényező értékei szerepelnek, amelyek meghatározzák a nagyolvasztó hőállapotát.

A gyorsan változó mutatók: a torokgáz hőmérséklete és összetétele, a forrószél mennyisége, hőmérséklete, nedvessége és nyomása, automatikusan kapcsolódnak be a berendezésbe, a megfelelő mérőműszerek szecundér távjelző műszereinek segítségével. A lassan, vagy kismértékben változó tényezők a változásuknak megfelelően közvetve kapcsolódnak be a berendezésbe, a számoló berendezés megfelelő skála részének megváltoztatásával.

A számolás végeredménye: az 1 tonna nyersvasra eső karbon felhasználás, a szükséges ércterhelés és a nagyolvasztó percnyi termelékenysége — megfelelő mérőműszereken regisztrálást nyer. A nagyolvasztó általános hőegyensúlyi egyenlete, amely a rendszer kezdő és végső állapotának elvén épül fel, csak az adott állandó fel-



3. ábra. Az Azovsztál-i nagyolvasztó hőállapot ellenőrző, számoló és szabályozó műszerelrendezésének elvi rajza

1. Műszerek a paraméterek mérésére. 2. Az ércterhelés egyenletét megoldó műszer. 3. A percnyi termelés és a karbonfogyasztás egyenletét megoldó műszer. (Co, CO_2, H_2) a torokgáz elemzése. t_k, t_x^0, t_g^0, a torokgáz, a hidegszél és a forrószél hőmérs. (V_x, P_x) a hidegszél fogy. és nyomás, (P_M) a nagyolvasztó percnyi term. (t/perc), (Pc_2) a karbon felhaszn. 1 t nyv-ra (kg/t), (P_P) az adag ércterhelése (t), (P/K) az érc és a koksz viszonya

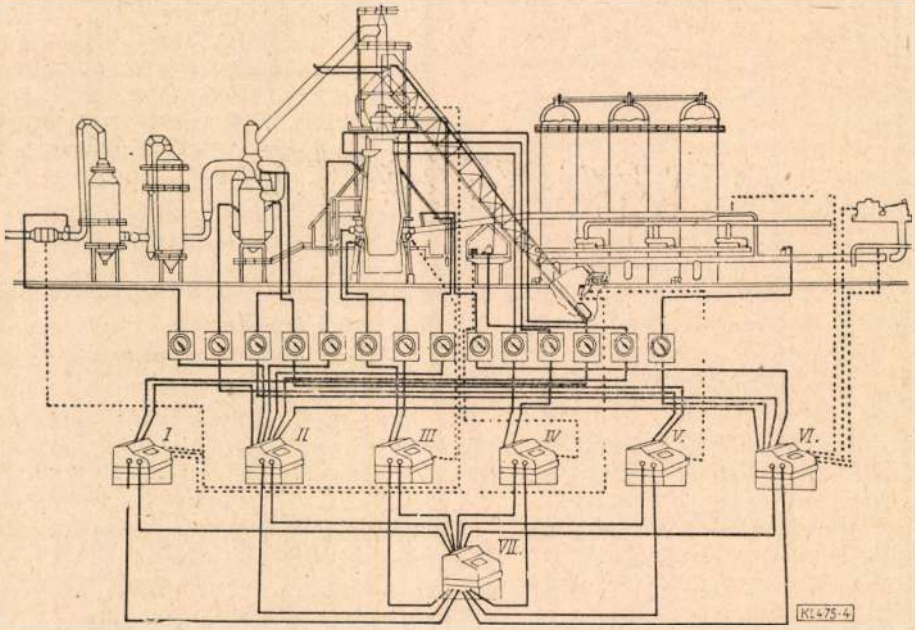
tételek és a folyamat egyenletes lefolyásával ad lehetőséget a hőbevétel és a hőfelahasználás közötti viszony helyes meghatározására.

A gyakorlatban, még a jól előkészített és átlagosított eleggyel is mindig felbomolhat a folyamat egyenletessége. Éppen ezért a továbbiakban a számoló berendezés sémájának tökéletesítése olyan irányban halad, amely a folyamat dinamikájának figyelembevételével lehetőséget ad a nagyolvasztó hőállapotának ellenőrzésére a nagyolvasztójárat feltételei között.

Az összehangoló csomópont (7) egyenes és fordított kapcsolat útján a séma egyes csomópontjainak munkáját igazítja helyre és ily módon egyesíti azokat az egész folyamatot szabályozó egységes általános teljes rendszerbe.

Az anyag és a gázáramlás a sugárirányú kerületi termoelemek hőmérséklet mérései alapján az elegy adagolási rendszerének és a forgó elegyelosztó forgásának megváltoztatásával oszlik el.

A nagyolvasztó felső részének hőállapotát a száraz torokgáz hőmérséklete, hőállapota, vala-



4. ábra. A CNIICS által kidolgozott ellenőrző, számoló és szabályozó műszer (elvi rajza), mely az egyes években végbemenő hőváltozásokra épül fel

1. Torokgáz nyomása. 2. Torokgáz hőmérséklete. 3. Torokgáz összetétele. 4. Torokgáz nedvessége. 5. A gáz nyomása az aknában. 6. Égési öv hőmérséklete. 7. A forrószél mennyisége formánként. 8. A forrószél nyomása. 9. A forrószél hőmérséklete. 10. A kerületi torokgáz hőmérséklete a 2. szinten. 11. A kerületi torokgáz hőmérséklete az 1. szinten. 12. A sugárirányú gázhőmérséklet. 13. Az elegylevonulás sebessége és jellemzője. 14. A forrószél nedvessége

Egyidejűleg dolgoznak a nagyolvasztó automatizálási sémájának tökéletesítésén, amely a berendezés által megvalósított hőellenőrzésre épül.

A CNIICS. I. (A Vaskohászati Központi Tudományos Kutató Intézete) által 1955—1956-ban kidolgozott teljes nagyolvasztó automatizálási séma abban különbözik az előbb megvizsgáltól, hogy az a nagyolvasztóban végbemenő folyamatok szakaszos, övenkénti változásán épül fel. A séma egy sor különálló és egymással összefüggő csomópontból áll, amelyek az automatikus ellenőrzést és szabályozást (4. ábra) végzik.

A fontosabb csomópontok a következő változásokat mérik :

a) Az anyag egyenletes eloszlását és a torokszint kerületén levő gázáramlást (4. csomópont),

b) az anyag optimális eloszlását és a radiális irányú gázáramlást (1. csomópont),

c) a mérsékelt hőmérsékletű területeken a hőcserét és redukciós folyamatokat (5. csomópont),

d) a nagyolvasztó hőállapotát a nagy hőmérsékletű területekben (6. csomópont),

e) a medence hőállapotát és a fúvóformák egyenletes munkáját (3. csomópont),

f) az elegyoszlop levonulását (2. csomópont).

mint az indirekt redukció alapján határozzák meg és az adagolási rendszer megváltoztatásával ennek elégtelenségekor pedig az ércterhelés megváltoztatásával szabályozzák.

A medence és a nagy hőmérsékletű részeknek — a folyamat befejező állapotának — a hőállapotát a direkt redukció mérvével, a fúvóformák előtt elégetett karbon mennyiségével és a fúvóöv középhőmérsékletével (figyelembe véve a lecsapolt felsősalak hőmérsékletét) határozzák meg.

A nagyolvasztó nagy hőmérsékletű részét és a medence hőállapotát túlmelegedéskor a forrószél nedvességének növelésével, lehüléskor pedig a fúvókason keresztül a medencébe beadagolt tüzelőanyaggal (folyékony, gáznemű, vagy por) szabályozzák. A hőállapotban beálló nagyobb változáskor pedig az ércterhelést változtatják meg.

A fúvóformák egyenletes munkáját gőz, vagy tüzelőanyag beadagolásával szabályozzák, a fúvóformán keresztül, melyeknek hőmérséklete nagyobb, vagy kisebb mint a meghatározott normális hőmérséklet.

Már elkészült és Azovsztáljban most van üzemi kikísérletezés alatt egy automatizált berendezés, amely a torok kerületén az anyag és a gázáramlás eloszlását szabályozza, úgyszintén egy számoló berendezés, amely a nagyolvasztó nagy hőmérsékletű részének hőállapotát és a direkt redukció mérvét ellenőrzi.

A kiadott tervfeladat alapján a Tbiliszi Automatizálási Egyetem elkészítette a számolóberendezést a száraz torokgáz hőmérsékletének és hőállapotának, valamint az indirekt redukció mérvének meghatározására, továbbá egy vezérlő berendezést az anyag és gázáramlás radiális eloszlásának szabályozására.

A séma többi csomópontjából tanulmányozzák az összefüggést a folyamat mutatói és a szabályozási módok között.

A minőségi és logikai összefüggést és a folyamat mutatói, valamint szabályozási módszerei közötti kapcsolatot kiszámoló szabályozó berendezés a kohómester tanácsadója.

A kohómester tanácsadójának kísérleti modeljében a nagyolvasztó szabályozás módjai azok, amiket az üzemvitel műszaki utasítása előír. A kohómester tanácsadójának elektromos sémája demifrator-típusú elektron-számológép, melyben félvezető diódákat használtak fel.

Az ellenőrző-mérőműszerek beállítását mindenkor a megfelelő kapcsolók egy meghatározott helyzetbe (normális, normálisnál nagyobb, normálisnál kisebb) való állításával változtatják.

A nagyolvasztó rendes munkájának visszaállításához javasolt intézkedéseket a jelzőtábla megfelelő lámpájának kigyulladása jelzi.

A kísérleti séma további tökéletesítése (a jelzést közvetlenül a mérő műszertől venni, a mutatók rendes értékétől eltérő részen a műszerskálát megnövelni, vezérlő jelzésket közvetlenül a végrehajtó gépezetre adni stb.) lehetőséget ad a berendezésnek a nagyolvasztó automatizálásához való felhasználására, különösen akkor, amikor számoló berendezések használata nehézkes.

A nagyolvasztók automatizálásakor a kutató és tervező munkák szervezése

A fent említett munkák a nagyolvasztók automatizálásának területén az 1956. évi Magnitogorszki összszövetségi automatizálási értekezlet által jóváhagyott tudományos-kutató és tervező munkák tervfeladata alapján készültek. Ezen az értekezleten összefoglalták az előző évek munkáinak helyzetét és meghatározták az elkövetkező évekre a nagyolvasztók teljes gépesítésének és automatizálásának további útjait.

A tervfeladatok teljesítésére a munkába bekapcsolták a kohászati-, tudományos-, kutatóintézeteket, tervező intézeteket, egyetemeket és kohászati üzemeket.

A nagyolvasztó üzemek automatizálásának helyzete és fejlődése minden évben, a vaskohászat fontos tudományos-kutató munkáinak koordinációs értekezletén, vizsgálat tárgyát képezi.

A nyersvasgyártás automatizálási munkáinak irányát a Szovjetunió 1959—1965. évek népgazdasági fejlődésének feladatai határozzák meg, amelyeket N. Sz. Hruscsov elvtárs a Szovjetunió Kommunista Pártja XXI. Kongresszusán előadásának téziseiben ismertetett.

EGYESÜLETI HÍR

Egyesületünk elnöksége június hó 12-én ülést tartott, melyet *Szele Mihály* elnök vezetett.

Az elnökség előtt *Bubics György* az Alapszabálymódosító Bizottság vezetője beszámolt munkájáról. Az elnökség tagjai a már korábban kiküldött tervezetet részletesen megvitatták, minek alapján most már a végleges javaslat megszövegezhető.

A napirend második pontjaként *Martos Ferenc* főtitkár közölte az elnökséggel, hogy a MTESZ ülésen tárgyalták a fiatal mérnökök bevonását a tevékeny egyesületi életbe. A vidéki csoportok titkárait, valamint a szakosztályok vezetőit fogja a titkárság megkérni arra, hogy állapítsák meg, kik nem tagjai az Egyesületnek.

Martos Ferenc főtitkár a pénzgazdálkodással kapcsolatban bejelentette, hogy a jövőben még szigorúbban, még takarékosabban kell a rendelkezésünkre álló pénzzel gazdálkodni, ugyanis a pénzügyi helyzetünk nem kedvező.

Ezután a bejelentésekre került sor.

Gagyi Pálffy András bejelentette, hogy a fiatal bányamérnökök bekapcsolását az Oktatási Bizottság feladatává teszik a Bányászati Szakosztályban.

Az „Alumínium felhasználása a bányászatban" Munkabizottság megkezdte működését. Ugyanígy dolgozik már a „Brikett Munkabizottság és a Bányagépész Szakcsoport is.

Majd ismertette a Bányászati Szakosztály munkatervét.

Az Olajbányászatról *Hegedüs Ferenc* számolt be.

A Vaskohászati Szakosztályról *Szeless László* számolt be; kérte az Elnökség hozzájárulását, hogy a kovácstagozat 1960-ban egy kovácskonferenciát tarthasson külföldiek részvételével. A konferencián kb. 10—12 előadást tartanának a kovácsolás időszerű kérdéséről.

Továbbá kérte, hogy a vaskohászathoz tartozó üzemgazdasági szakemberek — a Gépipari Tudományos Egyesület üzemszervezési szakosztálya javaslata alapján — résztvehessen az Egyesület életében.

Az elnökség mindkét javaslatot tudomásul vette és elfogadta.

Martin Imre szakosztályi titkár a szakosztály munkatervét ismertette.

A Fémkohászati Szakosztály munkaprogramját *Dr. Domony András* ismertette. Beszámolt a jól sikerült Székesfehérvári Ankétról s bejelentette, hogy ankét lesz még a bauxitbányászat problémáiról és ugyancsak egy Almásfüzitőn is.

Az öntödei szakosztály munkatervét *Gál Zoltán* szakosztályi titkár ismertette. Bejelentette, hogy „kokillában öntött szürkeöntvény" problémáinak megoldására munkabizottság alakult.

Az elnökség úgy határozott, hogy a II. félévi munkatervet az egyes szakosztályok titkárai július hó 1-ig írásban adják át a titkárnak.

Szele Mihály elnök bejelenti, hogy *Verő József* alelnök nagy elfoglaltsága miatt lemond az Öntödei Szakosztály Nemzetközi Bizottságának vezetői tisztéről. Az elnökség tudomásul vette és a Bizottság munkájának ellátására az Öntödei Szakosztály mindenkori vezetőségét bízta meg.

Erőművi sárgaréz kondenzátorcsövek elcinktelenedéses korróziója[1]

HEGEDÜS ZOLTÁN, Csepel Vas- és Fémművek Közp. Anyagvizsgáló Labor. és SZÉKELY LEVENTE, Általános Géptervező Iroda, Anyagvizsgáló Labor.

D. K.: 620.193 : 669.335

Коррозия при обесцинковании медных конденсаторных труб электростанций

Entzinkung von Messingröhren der Kraftwerkskondensatoren verursacht durch Korrosion

Dezincification of brass tubes by corrosion in a power plant condenser

A sárgaréz csöveket jó korrózióálló tulajdonságuk miatt édesvíz és tengervíz hűtésre egyaránt, kiterjedten használják. Édesvíz üzem mellett a megengedett korróziós sebesség 0,03 mm/év és a megkívánt élettartam 20 év.

A sárgaréz kondenzátorcsövek idő előtti meghibásodása több okból következhet be :

1. elcinktelenedéses korrózió,
2. pont (pitting) és lyuk korrózió,
3. feszültség alatti korrózió.

Jelen előadásban csak az elcinktelenedéses korrózióval kívánunk foglalkozni. Ennek kapcsán röviden összefoglaljuk az elcinktelenedéses korróziót magyarázó elméleteket és bemutatjuk a különböző korrózió típusokat. A pont és lyuk-korróziót az elcinktelenedéses korróziótól az különbözteti meg, hogy a folyamat erős falelvékonyodással és gödrösödéssel jár és elektrokémiai, vagy eróziós hatások eredményeként jelentkezik.

A feszültség alatti korrózió főleg a még be nem épített csövekben fordul elő. Beépített csövekben ritkább, mert beépítés előtt a csövek feszültségmentességét higanynitrát-próbával gondosan ellenőrzik. Másrészt besajtoláskor a belső feszültséges csövek többnyire felrepednek.

Mielőtt az elcinktelenedéses korrózió típusainak ismertetésébe kezdenénk, röviden szeretnénk bemutatni a kondenzátorcső gyártásra használt sárgarezek különböző típusait.

Kondenzátorcső gyártására édesvízi berendezésekhez Sr 63-at, vagy ritkábban Sr70-t, tengervízzel működő berendezésekhez SrK70-t (Sr 70/29/1), ill. max. 0,06% As-el ötvözött SrK70-t használnak. Az SrK70-ben az Sn a jó védőbevonat kialakulásának kedvez, míg az As messzemenően visszaszorítja az elcinktelenedésre való hajlamot. Újabban az Sr76—2 (2% Al) típusú ötvözet is kezd elterjedni, de jelenleg az SrK70 és Sr76—2 feldolgozásakor sok kellemetlenséget okoz az, hogy az ötvözetek melegen rosszul alakíthatók.

Az Sr63 kivételével valamennyi kondenzátorcső gyártásra szolgáló sárgaréz homogén α szövetű. Az Sr63 egyensúlyi állapotban $\alpha + \beta$ szövetű, de hőkezeléssel homogén α-vá alakítható.

Beépítésre a lágy vagy félkemény feszültségmentesített csövek kerülnek.

A korróziós meghibásodások közül leggyakoribb a vízhűtés oldalán fellépő elcinktelenedéses korrózió. Ez lehet általános, vagy helyi és főleg az utóbbi változat a gyakoribb. Ezeken belül további két típust tudunk megkülönböztetni aszerint, hogy a korróziós termékek kioldódnak, vagy a hibás helyen maradnak.

A hibás csövön vörös, barnás színű, laza, porózus foltok képződnek, a cső gyakran szivárog, rideg lesz, előrehaladt korróziójú cső néha kézzel is szétmorzsolható.

A korrózió létrejöttét a következőképpen magyarázzák. Víz hatására a sárgaréz felületén jól tapadó, összefüggő védőréteg keletkezik, ami korrózióállóságot biztosít. Ha a védőréteg helyileg meglazul vagy leválik, a védetlen helyen réz cementálódik a felületre és megindul a korrózió.

A réteg tapadása erősen függ a hűtővíz kémiai összetételétől. Ha a vízben sok CO_2 vagy H_2S van, a réteg védőhatása nem lesz kielégítő, mert porózus, rosszul tapadó termékek képződnek és könnyen sérülő bevonatot hoznak létre. A réteg tapadását a cső felület minősége is befolyásolja. Ipari vidéken nyitott fészerben, szabad ég alatt, vagy nedves raktárban tárolt cső felülete egyenlőtlenül oxidálódik és ez a réteg helyi leválását vonhatja maga után.

A réteg helyi oldódását okozhatják a hűtővízben levő különböző káros sófajták.

A réteg mechanikai sérülését idézhetik elő a vízbe került nagyobb levegőbuborékok, homokszemcsék, szilárd részek, levált rétegdarabok stb.

A réteg-sérülés helyén Cu cementálódik és ez rövidrezárt galván elem képződésére vezet, a cső fala anód lesz és rövid idő alatt kilyukad.

A rézcementálódás elektrókémiai folyamatok eredménye, de kerülhetnek rézfoltok a cső felületére gyártás közben is, a reve helyi redukciója, vagy pácoláskor bekövetkező cementáció folytán is.

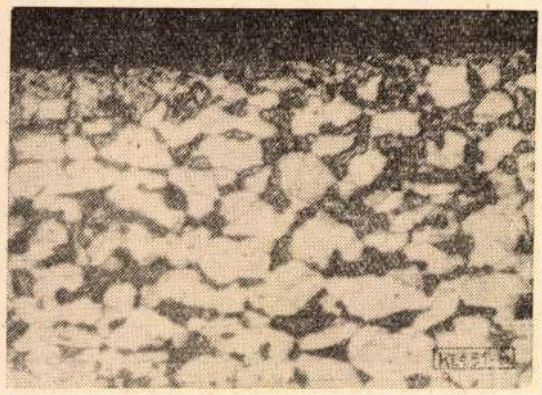
Rézcementációt a következő folyamatok okozhatnak :

1. A rétegben helyileg O_2-t át nem eresztő foltok képződnek, ezek hatására koncentrációs galvánelemek jönnek létre és az O_2 szegény részeken megindul a Cu cementálódás.
2. Ha az áramlási sebesség kicsi, vagy különösen álló vízben, a helyi gyors oldódás következtében oldatba ment nagymennyiségű réz egy része a kis diffúziós sebesség következtében vissza cementálódik.
3. A rétegben lejátszódó oxidációs redukciós folyamatok (pl. $CuCl \rightarrow CuCl_2$) is vezethetnek réz cementálódáshoz.
4. Kóbor áramok okozta helyi Cu cementálódás, vagy kiválás is előfordulhat.

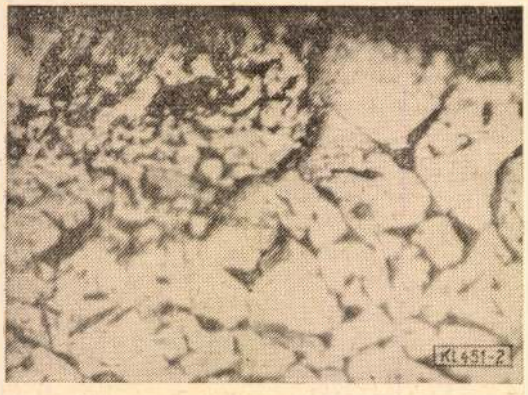
E rövid elméleti áttekintés után vizsgáljuk meg a kondenzátor csövekben előforduló elcinktelenedéses korrózió típusokat.

Az α sárgaréz elektrokémiai potenciálja és korróziós ellenállóképessége a színrézhez áll közel.

[1] A Budapesten tartott nemzetközi korróziós kongresszuson 1958. szept. hó 25-én elhangzott előadás.



1. ábra. Kristályhatármenti β fázis mentén meginduló szelektív elcinktelenedéses korrózió Sr 63 kondenzátor csőben. Maratás: ammóniás rézammonkloriddal. Nagyítás: 150-szeres



2. ábra. Helyi általános elcinktelenedéses korrózió kristályhatármenti β-t tartalmazó Sr 63 kondenzátor csőben. A korróziós termékek kioldódtak és csak a kicementálódott szivacsos réz maradt vissza. Maratás: ammóniás rézammonkloriddal. Nagyítás: 750-szeres

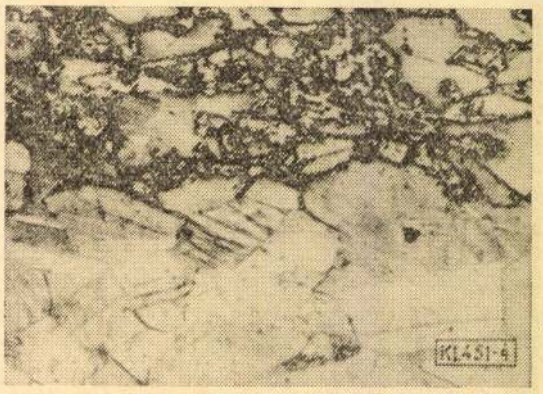
3. ábra. A 2. ábrán látható kondenzátorcső egy másik típusú elcinktelenedéses korróziója, melynél a korrózió termékek (ZnO, CuO) nem oldódtak ki. Maratlan. Nagyítás: 750-szeres

A β ezzel szemben jóval negatívabb és ezért α + β sárgarezek korrózió szempontjából nagyon rosszul viselkednek. Ugyanis α + β szövetben az elektronegatívabb β szövet Cu cementálódás közben oldódik, mikor a sárgaréz felületén a rövidrezárt galvánlemezek egész sorozata keletkezik és a cső felület barnásvörösre színeződik. A korrodált cső szövetében a β helyén szivacsos cementált rezet és más korróziós termékeket találunk (1. ábra). Különösen kellemetlen az α kristályok határán elhelyezkedő β háló jelenléte. Az α + β sárgarezekben a kristályhatármenti korróziónál sokkal gyakoribb a helyi általános korrózió, ami az α és β együttes korrózióját jelenti (2. ábra).

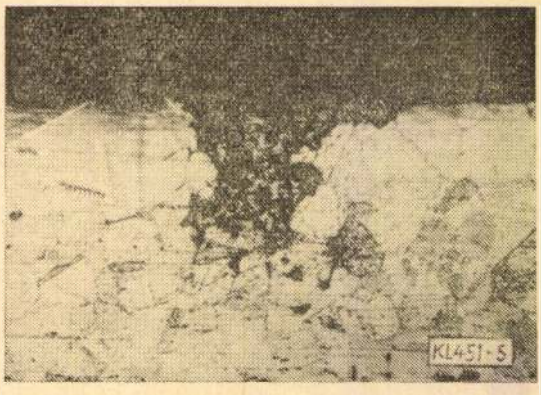
Az ábrán látható sárgarézben a β a kristályok határán helyezkedett el és ennek ellenére mégsem indult meg a kristályhatármenti korrózió. Az első két ábrán bemutatott csövekben a korrózió helyén csak a kicementálódott szivacsos vörösréz maradt vissza. A 3. ábrán látható α + β sárgarézben a ZnO, CuO-ból álló korróziós termékek is megvannak. A 2. és 3. ábra ugyanazon cső egymástól kb. 200 mm távolságra lévő pontjáról készült és egyben azt bizonyítja, hogy a korrózió lefolyása mennyire függ a helyi körülményektől.

α sárgarezekben a kristályhatármenti korrózió a gyakoribb (4. ábra), viszont a helyi általános korrózió is előfordul (5. ábra).

A kétféle korróziótípus közül a kristályhatármenti kevésbé veszélyes, mert aránylag lassú, a helyi általános korrózió azonban a cső gyors kilyukadásához vezethet. A következőkben egy pár példával szeretnénk bemutatni, hogyan függ össze a korrózió a réteg hibáival, illetve a cső kémiai összetételével.



4. ábra. Kristályhatármenti elcinktelenedéses korrózió durva α szövetű Sr 63 kondenzátorcsőben. Maratás: ammóniás rézammonkloriddal. Nagyítás: 150-szeres

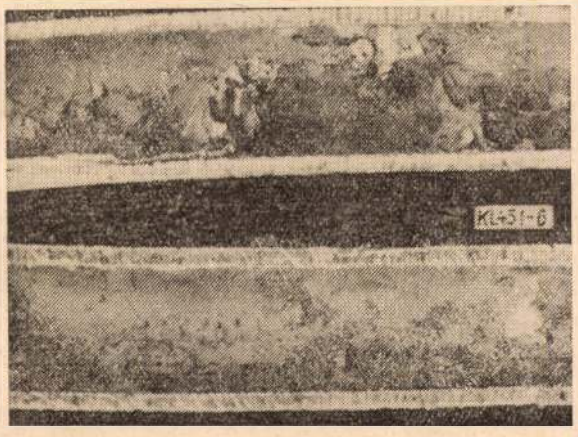


5. ábra. Helyi elcinktelenedéses pontkorrózió α szövetű Sr 63 kondenzátorcsőben. Maratás: ammóniás rézammonkloriddal. Nagyítás: 150-szeres

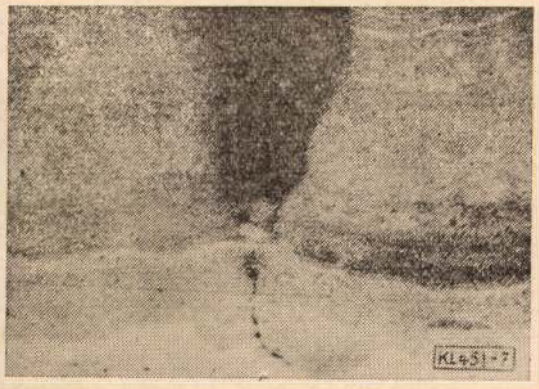
A 6. ábrán egy kondenzátorcső megsérült védőrétegét mutatjuk be. A cső 10 évig volt üzemben és erős elcinktelenedéses korrózió következtében kilyukadt. A kilyukadások a réteg leválások helyén következtek be és a hibás hely mikrofelvételén jól látható az elcinktelenedés fokozatos előrehaladása (7. ábra). A 8. ábrán a helyi rétegsérülés kialakulására láthatunk példát. Gyors folyadékáramlás alatt a rétegen lévő kiemelkedések környékén helyi örvények képződnek és a fellépő erős erózió eltávolítja, vagy lekoptatja a védőréteget.

Vizsgálataink során alkalmunk volt a sárgaréz vegyi összetételének hatását is tanulmányozni. Így pl. az 1% Al és 0,2—0,4% Mg tartalmú Sr 70 csöveken elcinktelenedéses korróziót találtunk (9. ábra). A csövek szövete egyenletes szemcsenagyságú homogén α volt. Az Sr70 típusú ötvözetben 1% Al egymagában még nem biztosítja az Sr76—2-nél tapasztalt jó korrózió védő hatást, legfeljebb csak 1% Sn ötvözésekor. Ugyanis ebben az esetben az Sn és Al védőhatása kiegészíti egymást és ezért külföldön egy következő típusú sárgarezet fejlesztettek ki: 72% Cu, 0,8% Sn, 1,5% Al, 0,5% Mg.

A sárgaréz kondenzátorcsövek vizsgálatának ki kell terjednie azok szennyeződéseire is. Általános nézet, hogy a Fe és Mn, valamint a Pb hatása káros, míg az α-ban oldódó egyéb szennyezőknek nem tulajdonítanak különösebb szerepet. A Pb max. 0,1%-ban, míg a Mn és Fe max. 0,05%-ban lehet csak jelen. A szennyeződések, vagy a meg nem felelő összetétel a korróziót csak közvetve segítik elő, az előidéző primér okot nem az anyagban kell keresni.

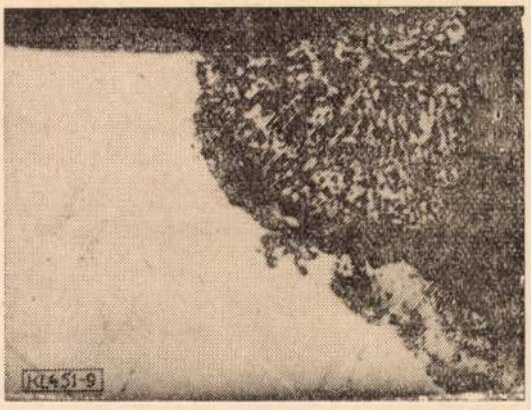


6. ábra. Lepergő, megsérült védőbevonat elcinktelenedéses korrózió következtében kilyukadt Sr 63 kondenzátor cső belső felületén



7. ábra. Rétegesen előrehaladó elcinktelenedéses korrózió a 6. ábrán látható csőben. Maratlan. Nagyítás: 10-szeres

8. ábra. Gyors áramlás következtében a rétegben levő kiemelkedések körül kialakuló védőréteg sérülés. Nagyítás: 2-szeres



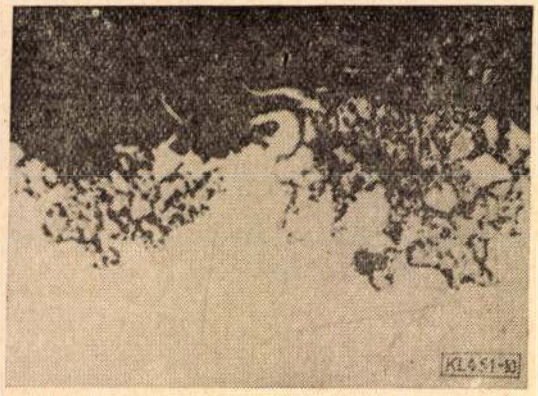
9. ábra. Elcinktelenedéses korrózió 1% Al, 0,4% Mg tartalmú Sr 70 csövön. Maratlan. Nagyítás: 100-szoros

Érdekes tapasztalatokat szereztünk az SrK70, a tengerészeti sárgarézkondenzátorcsövek vizsgálata során. Ez a tengervízállóságáról közismert ötvözet édesvíz használatakor gyakran az Sr 63-nál is gyorsabban korrodálódik (10. és 11. ábra), holott ez utóbbival szemben jóval nagyobb ellenállóképességet várnánk. A korrózió oka a meg nem felelő védőréteg képződésben keresendő.

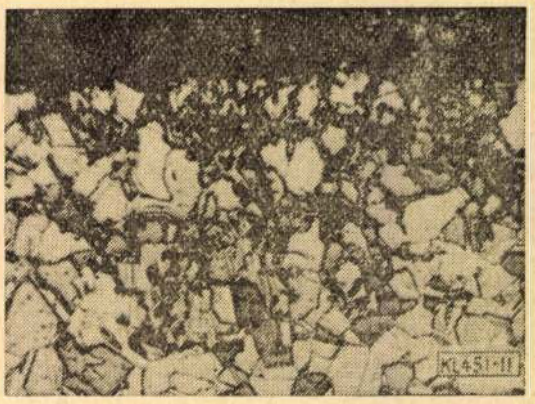
Az elcinktelenedéses korrózió az üzemi körülmények függvénye és rossz körülmények között az anyag minőségétől függetlenül jelentkezik.

Vizsgáltunk például olyan csöveket is, amelyeken több évi üzem után, egy bizonyos időponttól kezdve hirtelen erős elcinktelenedés lépett fel. Itt a korróziót kiváltó ok vagy a hűtővíz összetételének hirtelen változása volt, vagy pedig egy szerencsétlenül kivitelezett kondenzátor tisztítás okozott rétegsérüléseket és ez indította meg az elcinktelenedést.

Végül vizsgáljuk meg röviden a gőztéroldalon lejátszódó korróziós folyamatokat is. A víztér korróziójával ellentétben a gőztér korróziójára az irodalomban csak nagyon szegényes adatokat találunk. Ezt részben az magyarázza, hogy a gőztér felől kiinduló korróziós meghibásodás rendkívül ritka.



10. ábra. Gyors elcinktelenedéses korrózió Sr 70-ből készült édesvízi kondenzátor csövön. Maratlan. Nagyítás: 100-szoros



11. ábra. Kristályhatármenti elcinktelenedéses korrózió Sr K 70 csövön. Maratás: ammóniás rézammonklorid. Nagyítás: 100-szoros

Gőz hatására a cső felületén barna színű, porszerű, rosszul tapadó bevonat képződik. E bevonat részeit a gőz magával sodorja, illetve a kondenzált vízcsepp lemossa, vagy pedig fizikailag oldja. Az oldódásban fontos szerepe van a gőz O_2 és ammónia tartalmának is. Még folyamatban levő vizsgálataink arra engednek következtetni, hogy az oldódás szelektíven megy végbe és meglehetősen bonyolult folyamatok láncolatából áll.

Ezt igazolja az elpárologtató és túlhevítő csöveken lerakódott Cu és Zn arányának alakulása is. A nagyrészt még tisztázatlan folyamatok vizsgálata sok érdekes eredményt ígér.

A sárgarézcsövek vizsgálatából szerzett tapasztalatainkat összefoglalva a következőket állapíthatjuk meg.

1. A hűtővízoldalon kialakuló elcinktelenedéses korróziót a következők befolyásolják:

a) a víz gáz, só és szilárd anyag szennyeződései,

b) a víz áramlási sebessége és hőfoka,

c) a réteg tapadóképessége,

d) a fém szövetszerkezete.

Kisebb jelentőségű a fém szennyezőtartalma.

2. A hibás csövek vizsgálatából sok értékes adatot kapunk a korróziós folyamat lefolyásáról, de legtöbbször nem sikerül megállapítani a réteg sérülését, vagy a réz cementálását előidéző okot, holott az üzem szempontjából éppen ez lenne a legfontosabb. A vizsgálatok kiértékelését erősen megnehezíti az üzemi adatok hiánya (vízelemzés, hőfok, áramlási sebesség, állási idő stb.).

3. A tengervízálló SrK70 ötvözetnek az édesvízzel szemben tanusított váratlan kedvezőtlen viselkedését pontosan megmagyarázni még nem tudjuk.

4. Az elcinktelenedéses korróziót tisztán ötvözet változtatással nem sikerült megoldani, mert a korrózióban lényeges szerepük van a többnyire még tisztázatlan üzemi körülményeknek is.

IRODALOM

Nothing, F. W.: Metall 8. 1954. 858. o.
Nothing, F. W.: Metall 10. 1956. 520. o.
Renz, A.: Kondensatorrohre. Werkstoffhandbuch, Nichteisenmetalle 1938.
Bauer, O.—Kröhnke, O.—Masing, G.: Die Korrosion Metallischer Werkstoffe. Bd. II. 180. o. 1936.
Schimmel, E.: Metallographie der Technischen Kupferlegierungen 1930.
Geleji S.: Színesfémek Félgyártmányainak Technológiája, 1952.
Széki P.: Színesfémek és ötvözeteinek korróziója. MT 1 12830. 1952.

MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI HÍREK

Pakisztánban Chitral vidékén 68—72% vasat tartalmazó ércre bukkantak. Az eddig feltárt vagyon kb. 100 millió tonna. A lelőhely klímája jó, — víz bőven van, szén előfordulás is ismeretes, így minden adottsága egy vasmű építéséhez rendelkezésre áll. *K. A.*
Ch. Z. 1959 2. sz.

Szovjetunióból színes fémekből az utolsó három évben a következő mennyiségeket exportálták (1000 t-ban):

	1955.	1956.	1957.
Alumínium	41,6	59,9	85,4
Réz	36,7	52,4	68,6
Zink	35,5	50,9	72,2
Ólom	26,2	40,5	54,9
Zinn	2,1	3,3	18,3

Ch. Z. 1959. 2. sz. *K. A.*

Svédországban a vasipar világpiaci helyzete a vasérc termelésben is érezteti hatását. Miután az NSZK vastermelése is erősen csökkent, kénytelenek voltak a vasérc termelést csökkenteni. Körülbelül 10—20%-kal kevesebbet termeltek 1958-ban mint az előző évben.
Ch. Z. 1959. 5. sz. *K. A.*

Olaszországban az állami olaj és földgáz társaság nagymérvű beruházások révén reméli, hogy 1960. év végére 2—2 ½ millió t termelést el fog érni. Az olaj nagy kéntartalmú, átlagban eléri a 8%-ot, ezt megfelelő berendezések megépítésével ki fogják vonni. *K. A.*
Ch. Z. 1959. 5. sz.

Jugoszláviában Trepča környékén nagy érctelepek voltak, amelyek azonban a háború folyamán majdnem teljesen tönkre mentek. A kormány nagy beruházásokkal teljesen korszerűsítette a leállított bányákat. 1958-ban már 5200 t raffinált ólmot, 4000 t zinkkoncentrátumot, 63 t ezüstöt, s ezeken kívül nagy mennyiségű piritet és bizmut ércet exportáltak. *K. A.*
Ch. Z. 1959. 6. sz.

Gyorsíthatja-e a nagy hideg a feszültséggel terhelt sárgaréz kondenzátorcsövek felrepedését?

SZÉKI PÁLMA

D. K.: 669.35.5.621.319.42

Ускоряет-ли большой холод потрескание напряжением нагруженных конденсаторных труб из желтой меди ?

Wird durch grosse Kälte das Aufreissen der mit Spannungen belasteten Rekuperatorröhren aus Messing beschleunigt ?

Does the great cold accelerate the burstin of stress loaded brass recuperator tubes ?

Az elmúlt évek folyamán több izben felmerült az a panasz, hogy a nagy hideg miatt egyes üzemekben a sárgaréz kondenzátorcsövek felrepednek. Különösen 1956 októbere után, amikor az üzemszünet alatt a csövek magukra hagyva a téli hidegben erősen lehültek, akkor tapasztalták, hogy sok cső tönkrement.

A nagy hideg hatásának megállapítása azért is fontos, mert az exportra kerülő csövek épségét akkor is biztosítani kell, amikor a csöveket különösen hideg éghajlatú vidéken át szállítják rendeltetési helyükre.

A sárgaréz csövek felrepedése akkor következik be, mikor feszültséggel terheltek. Mind a visszamaradó, egyenlőtlen hidegalakításból származó, mind a felhasználás közben keletkező feszültség egyaránt káros.

A sárgaréz kondenzátorcsövekből a hidegalakításból visszamaradó feszültségeket a gyártómű feszültségoldó izzítással szokta eltávolítani. A feszültségoldó izzítás eredményességéről a MSz 734-51 előírása szerint $HgNO_3$ próbával győződnek meg. Ez a próba azonban nem szűri ki teljes biztonsággal a feszültséggel terhelt csöveket. 10 kg/mm²-nél kisebb feszültség nem okoz a $HgNO_3$ oldatban felrepedést. A gyakorlatban azonban ez a feszültség is okozhat kárt.

A feszültséggel terhelt cső csak akkor reped fel, amikor korróziós hatás éri. A levegő mindig tartalmaz korróziót okozó szennyezést, például ammóniát. Az a kismennyiségű ammónia, amely a levegőben van, nem elegendő a repesztésre, de az a koncentráció, amely a tárgy felületén adszorbeált nedvességfilmben létrejön, gyors hatású.

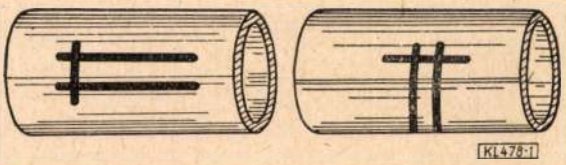
Az irodalmi adatok arra vonatkozóan, hogy a hőmérséklet változás a felrepedés sebességére milyen hatással van, nem adnak egyértelmű választ. A felrepedezés angol elnevezése (season-cracking) arra utal, hogy a hiba gyakori megjelenése meghatározott évszakhoz kötött. Azonban, hogy melyik az az évszak, arra vonatkozóan az adatok ellentmondóak. Egyesek szerint a nyári forró idő a legveszélyesebb, amikor a levegő nagy nedvességtartalmú. Mások télen figyelték meg a legtöbb repedezést.

A kérdés tisztázása céljából kísérletet végeztünk.

63% Cu tartalmú sárgarézcsöveket, amelyeket a végső lágyítás után kb. 16%-kal hidegen alakítottak, több csoportra osztottunk és a csoportokat izzítással különböző mértékben feszültségtelenítettük. Így a kísérlet céljára rendelkezésre álltak 18—19, 6—6,5, 1—2 és 0 kg/mm² visszamaradó feszültséggel terhelt csövek.

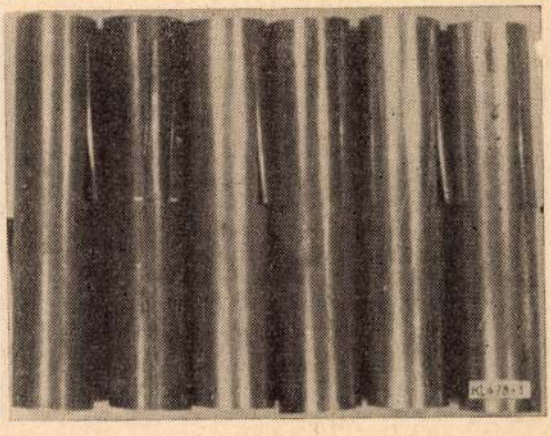
A feszültségek mérését *Crampton* [1] munkájában leírt módszerrel végeztük. A módszer szerint a cső tengelyével párhuzamosan marógéppel kb. 50 mm hosszú, egymástól 5—6 mm távolságban két párhuzamos bemetszést készíttettünk. A bemetszések egyik végét lombfűrésszel óvatosan befűrészelve szabaddá tettük. Ilyenkor az axiális feszültség mértéke szerint a felszabadított vég valamelyik irányban rugalmasan elmozdul. Ha a csőfal külső rétegét húzófeszültség terheli, akkor a felszabadított lemezke rugalmasan kihajlik.

Ha nem axiális, hanem tangenciális feszültséget kívánunk mérni, akkor a bemetszéseket nem a cső hosszában, hanem arra merőlegesen kell készíteni.



1. ábra. A kísérleti csövek bemetszésének vázlata

A kétféle bemetszést vázlatosan az 1. ábra mutatja, néhány bemetszett cső fényképe pedig a 2. ábrán látható.



2. ábra. Néhány bemetszett cső fényképe

Kísérleti csöveinkben csak axiális feszültséget találtunk. Ennek a közelítő értéke a következő képlettel számítható :

$$\sigma = \frac{E \cdot V \cdot D}{l^2} \text{ kg/mm}^2,$$

ahol E = a rugalmassági modulusz (10500 kg/mm²),
V = a cső falvastagsága mm-ben (1 mm),
D = az átmérő változása (maximális kirugózás mm-ben),
l = a bemetszés hossza mm-ben.

A különböző mértékű visszamaradó feszültséggel terhelt csövekkel ammóniás atmoszférában, különböző hőmérsékleteken korróziós kísérleteket végeztünk.

Minden feszültségi csoportból egy-egy 150 mm hosszú, zsírtalanított és 1 : 5 hígítású HNO_3-ban pácolt darabot légmentesen lezárható üvegedényben helyeztünk el. A csövekkel egyidejűleg porcellán tálkában tömény, 46%-os ammóniumhidroxid oldatot tettünk az üvegedénybe.

Azért használtunk ilyen tömény oldatot, hogy a hideg hőmérsékleteken is elvégezhessük a kísérleteket anélkül, hogy az oldat megfagyna. A fagyáspont csökkenés törvényével kiszámítható, hogy a 46%-os ammóniumhidroxid oldat — 42 C°-on fagy meg.

Azért is kedvező a töményebb oldat használata, mert gyorsabban hat. A vizes oldat egyúttal biztosította a zárt edény levegőjének maximális nedvességtartalmát is, ami létrehozta a csövek felületén a felrepedéshez szükséges bőséges nedvességhártyát.

Meg kell jegyeznem, hogy a tömény ammónia a feszültségtől mentes sárgarezet is korrodálja és ennek következtében szakítószilárdságát rontja. Az ammónia hatására a csövek rövid idő alatt elvesztették fényüket, egyre több korróziós termék jelent meg a felületükön.

A kísérleti csöveket és az ammóniás tálacskát tartalmazó légmentesen lezárt üvegedényt Höppler-féle ultratermosztátban helyeztük el. Az ultratermosztátot szilárd CO_2 (szárazjég) és denaturált szesz keverékével hűtöttük a szükséges hideg hőmérsékletre.

A korróziós kísérleteket +20,— 0 és — 40 C°-on végeztük 8 és 11 órás időtartammal. A kísérletek eredménye a következő volt.

Kísérleti hőmérséklet C°	8 óra alatt	11 óra alatt
+20	Nincs repedés	3 repedés
0	Nincs repedés	1 repedés
—40	Nincs repedés	Nincs repedés

Először mindig a legnagyobb feszültséggel (18—19 kg/mm²) terhelt cső repedt meg. 2 kg/mm² és ennél kisebb feszültségű csövek kísérleteink során egyáltalában nem repedtek meg.

Az eredményekből világosan látható, hogy kis hőmérsékleten a felrepedés sebessége kisebb, ha a többi körülmény azonos.

Tisztázódott tehát, hogy a legkedvezőtlenebb feltételek közt — nagy mennyiségű ammóniát és maximális nedvességet tartalmazó atmoszféra — a hőmérséklet csökkenése a felrepedést gátolja, mert a korrózió reakciósebessége a hőmérséklettel csökken.

A lehűlésnek tehát közvetlen hatása nem káros. Természetes viszonyok közt azonban mégis jelentékeny mértékben siettetheti a csövek felrepedését.

Szó volt már arról, hogy akkor indul meg nagyobb sebességgel a repedést előidéző korrózió, ha a csövek felületén nedvességhártya keletkezik, amiben feloldódik és koncentrálódik a levegő korróziót okozó szennyezése.

A nedvességhártya annál könnyebben jön létre, minél nagyobb a levegő relatív nedvesség tartalma. Ha a levegő lehül, a harmatpont is elérhető, ami a veszélyes nedvességhártya gyors kialakulását hozza létre.

A lehűlés közvetett veszélyes hatása tehát a levegő relatív nedvesség tartalmának a növekedése és ezzel kapcsolatban a nedvességhártya kialakulása.

A nedvességhártyában oldódnak a levegőben lévő korróziót okozó gázok s a felrepedéshez szükséges korróziós folyamat azonnal megindul.

A levegő nagy relatív nedvességtartalmának veszélyességére hívja fel a figyelmet *Bobiljev* [2] is, akinek kísérletei azt mutatták, hogy 54% relatív nedvesség időszakában 42 nap után repedtek meg a kitett próbák, 75—88% relatív nedvesség idején már 3—7 nap alatt tönkrementek. Különösen hirtelen lehűléskor, a harmatpont közelében gyorsul a repedezés, mikor a nedvesség a felületre kondenzálódik. Ez az oka, hogy télen, fűtött helyiségben nyitott ajtó mellett tárolt gyártmányok megrepedeznek.

A lehűlés tehát nem közvetlenül okoz hibát, csak közvetve, mert a hatásaként létrejövő felületi kondenzáció gyorsítja a felrepedést.

A nedvességhártya keletkezése megakadályozható, és ezzel a felrepedés veszélye csökkenthető, ha a szállítás és tárolás ideje alatt a csövek külső és belső felületét — például zsirozással — víztaszítóvá tesszük. A zsírréteg nemcsak víztaszítóvá teszi a cső felületét, hanem elzárja a korróziót okozó atmoszférától is.

Ilyen megfontolás alapján az ismertetett korróziós kísérleteken kívül ugyanúgy előkészített, de bezsírozott állapotban is elvégeztük a kísérleteket. Ugyanolyan minőségű nem zsírozottcsövek mindig elsőként repedtek fel, a zsírozottak viszont változatlanok maradtak, sőt eredeti fényüket is megtartották. A zsírozás tehát alkalmas arra, hogy a sárgaréz kondenzátorcsöveket szállítás és tárolás alatt megóvjuk a felrepedéstől még akkor is, ha azokat komoly mértékű visszamaradó feszültség terheli.

Összefoglalás

Különböző mértékű visszamaradó feszültséggel terhelt sárgaréz kondenzátorcsövek felrepedését vizsgáltuk +20, 0, és — 40 C°-on nedves ammónia atmoszférában. A hidegebb hőmérsék-

leteken a felrepedt csövek száma csökkent. Tehát nem közvetlenül a hőmérséklet csökkenése a veszélyes, hanem a levegő relatív nedvesség tartalmának ezzel járó növekedése, amely a cső felületén nedvességfilmet hoz létre. Ez feloldja a levegőben lévő korróziót okozó szennyezőket, gyors korróziót és ennek következtében felrepedést hoz létre. A nedvességhártya kialakulása, egyszersmind a felrepedés megakadályozható, ha a csövek felületét zsírozással viztaszítóvá tesszük.

IRODALOM

[1] *Crampton, D. K.:* Internal Stresses and Season Cracking in Brass Tubes. Trans. AIME. Inst. Metals. Div. 1930. 233. old.
[2] *Bobiljev, A. V.:* A sárgaréz korróziós repedezése, 1956.

Sárgaréz kondenzátorcsövek feszültségkorróziós vizsgálatai

SÜLE JÁNOS, okl. gépészmérnök

D. K.: 620.194 : 669.355 : 621.175

Исследования потенциальной коррозии конденсаторных труб из желтой меди

Untersuchungen der Spannungskorrozion von Messingkondensatorröhren

Corrosion stress testing of brass condenser tubes

A sárgaréz gyártmányok felhasználóinak több mint 50 év óta problémája olyan vizsgálati módszer kidolgozása, amellyel a rézalkatrészeken hosszú tárolás alatt, vagy üzemi használat közben keletkező feszültségkorróziós repedezéseket megbízhatóan meg lehet állapítani.

Az 1900-as évekből származik egy egyszerű, gyorsan ható vizsgálati eljárás, amely alkalmas sárgaréz alkatrészeken a repedésképződési hajlam kimutatására [1]. A vizsgálat azon megfigyelésen alapult, hogy a higanynitrát és több higanyvegyület a sárgarézkristály határait megtámadja és ha az anyagban húzófeszültség van, benyomul a kristályhatárok közé és felrepedést okoz.

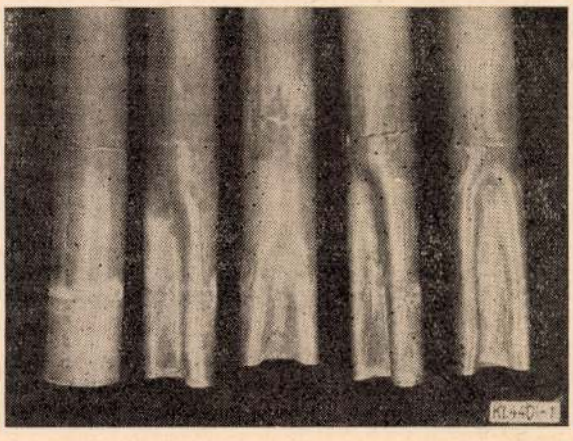
A higanynitrátos vizsgálatot szabványosították a kondenzátorcsövek belső feszültségmentességének kimutatására is. A magyar MSz 734-51 szabvány szerint a 200 mm hosszú csődarabok felületét 1 : 5 hígítású salétromsavval kell megtisztítani és a csővégeket 100 mm mélységig 1,5%-os higanynitrát ($HG/NO_3/_2$) oldatba mártani. A cső akkor mentes belső feszültségtől, ha az oldat 10 percnyi behatására sem keletkezik repedés [2].

Közel hasonló valamennyi külföldi kondenzátorcső szabvány előírása is [3]. Salétromban, vagy kénsavban való maratás után a csöveket 10-30 percig 1-1,5%-os salétromsavval savanyított higanynitrát behatásának teszik ki. Feszültségmentesnek tekintik azokat a csöveket, amelyeken szabadszemmel, vagy legfeljebb 10-szeres nagyítással repedést nem találnak.

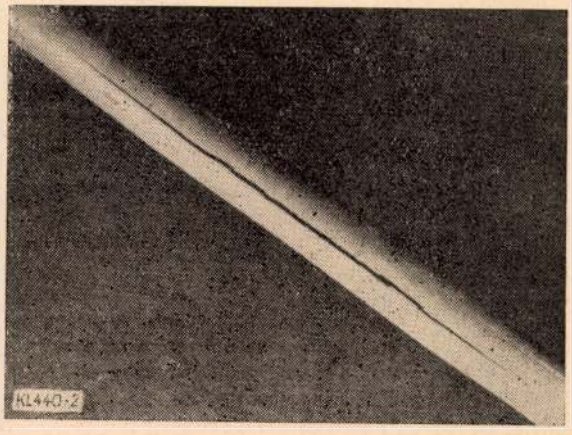
Az utóbbi évtizedben mégis különböző oldalról sok kifogás merült fel a higanynitrátos próbával szemben [4], [5], [6], [7]. Egyik ellenvetés az volt, hogy a repedést okozó feszültségnek meglehetősen nagynak kell lennie ahhoz, hogy a higanynitrát azt kimutassa. További észrevételek arra mutattak rá, hogy a valóságban a feszültségkorróziós felrepedést leginkább az ammónia okozza, ami pedig hatásaiban és tulajdonságaiban nem egyezik meg teljesen a higanynitráttal.

Saját tapasztalatunk is azt bizonyította, hogy a higanynitráttal jónak talált csöveken használat közben felléphetnek feszültségkorróziós repedések.

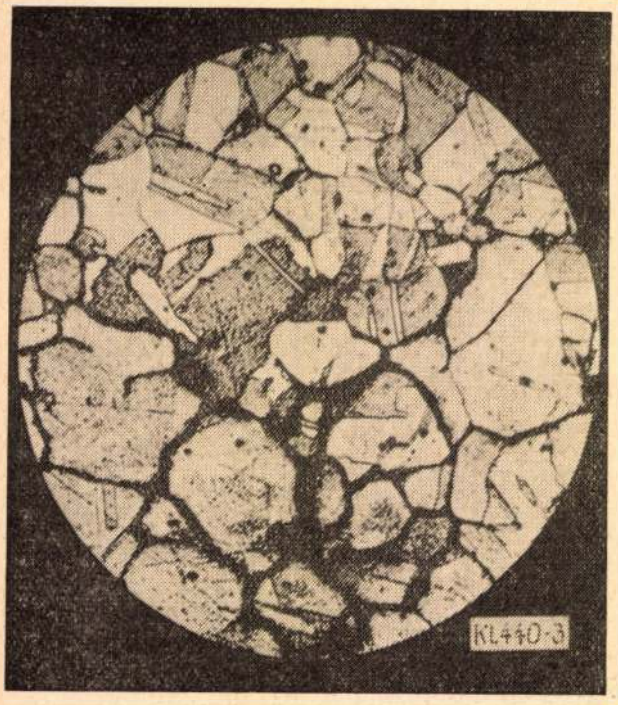
A közelmúltban épült egyik hőerőműben higanynitrát próbával jónak talált csöveket sajtoltak a kondenzátorba. A csövezési munkák a tél folyamán megszakadtak és azok folytatására csak néhány hónap mulva került sor. Ugyanezen idő alatt a főépület a kondenzátor környékén nem volt lezárva, s így a kondenzátor hűtővíz és kondenzvíz szivattyú felőli oldala a nyitott épület-



1. ábra. Az erőműben felrepedt kondenzátorcsövek



2. ábra. Az erőműben felrepedt kondenzátorcső



3. ábra. Feszültségkorrózió által felrepedt cső szövetszerkezete. N = 320 ×

részen keresztül az atmoszféra behatásának volt kitéve. A tavaszi nyomáspróba végzésekor kiderült, hogy az októberben bepréselt csövek 50%-ánál is több folyt. A csöveken az 1. és 2. ábrán látható repedéseket találtuk. A repedések egyik típusa a csöveken a csővégtől 90-100 mm-re — a behengerléskor feltágított rész végén — jelentkező hiba volt. A repedés a csőtengelyre merőlegesen haladt. A másik hiba-típus a csöveken alkotó mentén haladó repedés volt. A csövek szövetszerkezetét megvizsgálva azokon részben kristályközi, részben kristályokon áthaladó repedéseket találtunk (3. ábra).

A vizsgált hőerőmű egy vegyigyár közelében fekszik, melyben többek között ammóniát is gyártanak. A csövek a téli időszak alatt az atmoszféra ammónia behatásának, valamint az eredetileg bennük visszamaradt, — de higanynitráttal ki nem mutatott — belső feszültségeknek, továbbá a behengerléstől és az időjárás hőingadozásától származó belső feszültségeknek hatására felrepedeztek.

Más esetekben is előfordult, hogy sárgaréz tárgyak — többek között hüvelyek, kondenzátorcsövek, valamint egyéb húzott sárgaréz-alkatrészek —, amelyeket a gyártás befejezésekor szúrópróbaszerűen higanynitrát próbával megvizsgáltak, s a vizsgálaton megfeleltek — nem is túl hosszú tárolás után —, feszültségkorrózió következtében felrepedtek. Kétségkívül a legmegbízhatóbb eljárás a feszültségkorróziót okozó feszültségek röntgenográfiai mgvizsgálása lenne. A vizsgálati mód előnyei, hogy az egyes feszültségeket külön-külön az anyag roncsolása nélkül lehet meghatározni. Azonban nem kívánható, hogy minden üzemnek és minden átvevőnek finomszerkezetű röntgenberendezése legyen, s hogy minden átvevő egyúttal röntgenológusi ismeretekkel is rendelkezzék. A káros belső feszültségek jelenlétének kimutatására ezért más egyszerű és megbízható módszert kellett keresni.

A feszültségkorróziós felrepedések alapos vizsgálatai azt bizonyították, hogy az alkatrészek legtöbbjén a felrepedés időpontjában — hacsak kis mennyiségben is — meg lehetett állapítani az ammónia jelenlétét [8]. A levegő szennyeződései között a fehérjék bomlásakor, a könnyűfémeknek nitrátok jelenlétében végbemenő korróziójakor, valamint a kondenzátumban mindig számolhatunk ammóniával. A levegő ammóniatartalmának megállapítására többen végeztek méréseket, s abban 10^{-2}-10^{-5}% ammóniát találtak. Nagyobb vegyiparral rendelkező ipari központokban az ammónia szennyeződés még ennél is nagyobb lehet [9], [10].

A fentiek a feszültségmentesség kimutatásához a figyelmet az ammóniás vizsgálatok felé terelték. Egyre többen végeznek párhuzamosan sárgaréz alkatrészeken higanynitrátos és ammóniás feszültségvizsgálatot. Ezeknek a vizsgálatoknak azonban több hátránya van :

1. Túlzottan bonyolultak, költséges és bonyolult berendezéseket kívánnak.

2. A feszültségeket külső erők segítségével létesítik, amelyeknek belső feszültségekre való vonatkoztatása sok bizonytalanságot okoz.

3. Legtöbb esetben olyan hosszú vizsgálati időtartamot kívánnak, amely átvételi vizsgálatokra nem alkalmas.

Ezeknek a körülmények szem előtt tartásával az Erőműjavító és Karbantartó Vállalat Anyagvizsgáló Laboratoriumában kísérletsorozatot végeztünk annak megállapítására, hogy milyen vizsgálati módszer lenne legcélravezetőbb kondenzátorcsövek feszültségmentességének megbízható kimutatására. Mivel nem rendelkeztünk korróziós laboratóriummal, kísérleteinket a legegyszerűbb körülmények között úgy igyekeztünk végrehajtani, hogy azt bármelyik üzemi laboratóriumban el lehessen végezni.

Vizsgálati feltételek, kísérleti berendezések

Vizsgálatainkat alumínium és ón ötvözésű sárgarézzel végeztük, mivel ebből állt legnagyobb mennyiség rendelkezésünkre. A próbák kémiai összetétele : Cu = 70%, Al = 1%, Sn = 0,8%, Zn = maradék. Ezen kívül azokkal a módszerekkel, amelyek a maradó feszültség kimutatására legalkalmasabbnak mutatkoztak, párhuzamosan Sr 63 és SrK 70 jelű szabványos minőségekkel is megismételtük vizsgálatainkat.

Bár a csöveket átvétel alkalmával szabványos higanynitrát vizsgálattal feszültségmentesnek találtuk, mégis, hogy valóban feszültségmentes állapotból induljunk ki, a csöveket 300 C°-on 3 órás hőkezeléssel feszültségmentesítettük.

a) Próbatestek elkészítése

Korróziós vizsgálatokhoz az alábbi feszültségállapotú csöveket használtuk fel :

1. Feszültségmentesített állapot (300 C°-on

3 órán keresztül hevítve, utána kemencében hűtve).

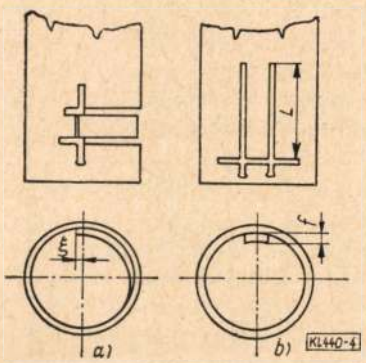
2. Egyenletes tágítás a cső teljes hosszában. A tágítás mértéke : 3, 5, 7, 10 és 15%.

3. A cső változó mértékű tágítása, amikor a maximális tágítás 5%, illetve 15%.

4. Egyenletes nyújtás a próbatest teljes hosszában, amikor a nyújtás mértéke 5%, illetve15%

5. 5%-os egyenletes tágítás és utána 5%-os nyújtás.

A hidegalakítás után a csövekben maradófeszültség keletkezett. Mint ismeretes, a maradófeszültségeket aszerint, hogy azok szubmikroszkópos, mikroszkópos, vagy makroszkópos területen hatnak-e, azonos előjellel első-, másod-, ill. harmadrendű maradó-feszültségeknek nevezzük. A feszültség-korrózió szempontjából a másod- és harmadrendű feszültségeknek van szerepe. Makroszkópos mérőműszerekkel csak a harmadrendű maradófeszültségeket tudjuk mérni.



4. ábra. A csöveken a belső erők felszabadítása, felmetszéssel
a) Tangenciális irányú erők hatására bekövetkezett elmozdulás
b) Axiális irányú erők hatására bekövetkezett elmozdulás

A maradó-feszültség meghatározását a feszültség felszabadításával járó deformációs-munka elmélet segítségével végeztük. A tangenciális és axiális feszültségek meghatározásához a 4. ábrán bemutatott modellek szerint végzett feszültségméréseket használtuk fel. Az elmozdulásokból kiszámítottuk a deformációt okozó feszültségeket. Az így számított feszültségek láthatók az 1. táblázatban.

1. táblázat

A számítással kapott közelítő feszültségértékek

Igénybevétel fajtája	Igénybevétel mértéke, %	Felületi feszültség maximum kg/mm²	
		axiális	tangenciális
Tágítás	3	2,1 húzó	Nem mérhető
	5	4,4 húzó	0,06 húzó
	7	6,75 húzó	0,3 húzó
	10	9,7 húzó	0,5 húzó
	15	14,7 húzó	0,95 húzó
Húzás	5	Nem mérhető	Nem mérhető
	15	0,1 húzó	0,09 nyomó

Megállapítható, hogy a tágítás hatására jelentős nagyságú axiális feszültségek keletkeztek, míg a tangenciális feszültség értéke jóval kisebb. A húzással alakított csövekben mindkét irányú maradó-feszültség nagyon kicsi, amint ezt a későbbiek folyamán a korróziós vizsgálatok is igazolták.

b) Különböző közegekben végzett vizsgálat

1. Higanynitrátos vizsgálat

A különböző módon és mértékben alakított csöveket az MSZ 734 előírásai szerint vizsgáltuk. A magyar szabvány nem tesz említést a higanynitrátos oldat savanyításáról. A külföldi szabványok vagy pontosan meghatározzák a savanyításhoz használt sav mennyiségét, vagy csak általában kismérvű savanyítást írnak elő. A kérdés tisztázására háromféle higanynitrátban végeztünk vizsgálatot.

a) Desztillált vízben oldott higanynitrát ($Hg/NO_3/_2$) kb. pH 5.

b) Desztillált vízben oldott higanynitrát kissé sav. kb. pH 3.

c) Desztillált vízben oldott higanynitrát erősebben savanyítva kb. pH 1.

2. Ammónia vizes oldata feletti atmoszféra

Az ammóniás vizsgálatokat exikátorban végeztük. Az ammónia oldatot kistályosító pohárban helyeztük el az exikátor alján, felette lyukacsos porcelán betéten voltak a próbatestek.

A csöveket triklóretilénben zsírtalanítottuk, majd 1 : 5 hígítású salétromsavban marattuk és utána lemostuk. A különböző módon és mértékben alakított csövekhez háromféle ammónia koncentrációt használtunk : 2, 5 és 11%-osat.

3. Kiegyenlítő ammóniumsó oldat feletti stabil ammónia atmoszféra

Az ammónia vizes oldata feletti atmoszféra a vizsgálat teljes ideje alatt nem biztosítja az ammónia, oxigén és vízgőz résznyomásának állandóságát. *Aebi, F.* elméletileg levezetett és mérésekkel ellenőrzött olyan módszert, amely szerint ammónia atmoszféra előállítására ammóniumkloridot használ. Az oldatot nátronlúg és desztillált víz váltakozó hozzáadásával egy meghatározott pH értékre állítja be [8]. A kiegyenlítő oldat felett azonos hőmérsékleten hosszabb ideig az ammónia, gőz és levegő parciális nyomása állandó. A pH értékek és az atmoszférában uralkodó résznyomások összefüggését mutatja a 2. táblázat. Vizsgálatainkhoz pH 9 és pH 10-nek megfelelő koncentrációt használtunk.

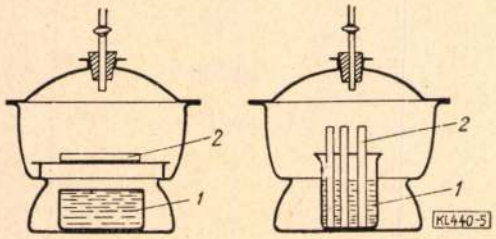
2. táblázat

NaOH-val lúgosított 2 moláros NH_4Cl oldat 20 C°-nál
(Aebi F. szerint [8])

Oldaljel	pH érték	Oldat szabad NH_3 tartalma		Oldat résznyomása Hgmm-ben		
		súly %	Mol/lit.	Mért vízgőz ny.	Ammónianyomás mért	Ammónianyomás számított
1	10,0	2,78	1,61	16,4	18,7	16,5
2	9,5	1,96	1,14	16,4	12,1	11,5
3	9,0	1,02	0,59	16,4	6,0	5,6
4	8,5	0,38	0,22	16,4	2,4	2,1
5	8,0	0,14	0,08	16,4	0,96	0,8

4. Ammónia vizes oldatába merítés

A 2. vizsgálati módszertől abban különbözött, hogy az exikátorba főzőpoharat helyeztünk és abban a próbatesteket félhosszúságig merítettük. Használt koncentráció 2, 5 és 11%-osat *(5. ábra)*.



5. ábra. Ammónia atmoszférához és merítéses módszerhez használt vizsgálati elrendezés. (1. ammónia oldat, 2. próbatestek)

5. Rézkarbonátos ammónia vizes oldatába merítés

Althof, F. C. megállapította, hogy a sárgaréz ammóniás feszültségkorrózióját kupritetraminhidroxid ($Cu/NH_3/_4$) $(OH)_2$ képződéssel van összefüggésben [11]. Kísérletekkel bebizonyította, hogy sárgaréz ötvözetek feszültségkorrózióját ammónia vizes oldatában mindig olyankor mutatkozott, amikor a kupritetraminhidroxid egy bizonyos koncentrációt elért. A réz tehát a korróziós folyamatot meggyorsítja, ezért réz hozzáadása látszott célszerűnek. *Edmunds, Anderson* és *Wahring* szerint a CO_2 is gyorsítja a korróziós folyamatot [12].

Vizsgálatainkban ezért a rezet 2 $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ bázikus rézkarbonát alakban adtuk az ammónia oldathoz. A vizsgálathoz felhasznált korróziós közegek:

1% ammónia vizes oldata + 2 g/l bázikus rézkarbonát,
2% ammónia vizes oldata + 4 g/l bázikus rézkarbonát,
5% ammónia vizes oldata + 7 g/l bázikus rézkarbonát.

Az ammóniás vizsgálatok alkalmával 6, 12 és 24 óra után kivettük a próbatesteket az exikátorból, letisztítás és kopogtatás után megnéztük, hogy van-e repedés a csöveken. Ha nem találtunk repedést, a csöveket húzó-igénybevétellel el szakítottuk és mértük a korrózió-okozta szilárdságcsökkenést.

c) **Vizsgálati eredmények**

1. Higanynitrát próba

Legelsőként megfigyelhettük, hogy a különböző mértékben savanyított higanynitrát oldatok különböző mértékben támadták meg a csöveket. Csak a legsavanyúbb, a pH kb. 1 értékű okozott repedést a 10 és 15%-os tágítással alakított csöveken. A másik két közegben felrepedés nem volt.

2. Ammónia vizes oldata feletti atmoszféra

Az ammónia atmoszférában lefolyt vizsgálat eredményeit a 3. táblázatban adjuk meg.

Az alakítás függvényében a különböző koncentráció 6, 12 és 24 órás behatás után, az eredeti szakítószilárdságnak a táblázatban megadott százalékára csökkentette a próbák szakítószilárdságát.

A vizsgálati eredményekben bizonyos szórás található. Ezek adódhatnak a csövek összetételének — az előíráson belül — szórásából, valamint a próbatestek kivételekor az exikátor felnyítása miatt kisebb, vagy nagyobb koncentráció csökkenésből.

A táblázatból láthatjuk, hogy a 11%-os ammónia oldat felett 24 óra vizsgálati idő után minden tágított próbatest felrepedt, az 5%-os ammónia oldat felett pedig csak egy nem. Tehát ha a 24 órás vizsgálati időt választjuk, — ami átvételi vizsgálathoz megfelelő — a vizsgáló közeg ammónia koncentrációjának 5-11% között kell lenni. Láthatjuk azt is, hogy a 2%-os ammónia vizes oldata felett a próbatesteken csak 12 óra után keletkezik számottevő szilárdságcsökkenés.

A húzással alakított próbatesteken, amint az a feszültség meghatározás alapján várható is volt, egyik közeg sem csökkentette jelentősen a szilárd-

3. táblázat

Ammónia vizes oldata fölötti atmoszférában kapott eredmények

Alakítás módja és mértéke	Ammónia koncentráció								
	11%			5%			2%		
	Vizsgálat időtart. óra								
	6	12	24	6	12	24	6	12	24
	σ_B korrózió utáni			σ_B eredeti állapot × 100 %-ban					
Alakítás nélkül	97	98	92	98	100	97	100	98	98
3% tág.	5,5	3,2	rep.	92	64	13	92	100	95
5% tág.	8,4	3,7	rep.	66	40	rep.	100	96	70
7% tág.	8,9	rep.	rep.	35	14	rep.	99	100	47
10% tág.	rep.	rep.	rep.	29	8,9	rep.	100	98	52
15% tág.	rep.	rep.	rep.	26	rep.	rep.	98	95	37
5% húz.	98	98	97	98	100	98	97	100	97
15% húz.	95	97	95	99	97	97	100	98	98
5% tág. + 5% húz. ..	96	93	95	97	97	96	100	97	95

ságot. Az 5%-os tágítást szenvedett próbatest is — amelyiket utána 5%-os nyújtásnak vetettünk alá — nagyon jól ellenállt a korróziós behatásnak.

3. Kiegyenlítő ammóniumsó oldat feletti stabil ammónia atmoszféra

4. táblázat

Kiegyenlítő ammóniumsó oldat feletti atmoszférában kapott eredmények

Alakítás módja és mértéke	Kiegyenlítő ammóniumsó-oldat pH-ja					
	pH 9			pH 10		
	Vizsgálati időtartam, óra					
	6	12	24	6	12	24
	σ_B korrózió utáni			σ_B eredeti állapot ×100 %-ban		
Alakítás nélk.	100	100	99	100	98	99
3% tág.	96	70	48	83	43	17
5% tág.	90	52	53	82	41	9,7
7% tág.	95	68	32	59	30	11
10% tág.	64	29	35	43	4,9	rep.
15% tág.	50	17	21	43	3,2	rep.
15% húz.	98	97	97	98	95	95

A 4. táblázat eredményeiből láthatjuk, hogy 24 órás vizsgálat után a 2. táblázatban megadott pH kb. 10 értékű ammóniumsó oldat feletti atmoszférában sem repedt fel minden alakított cső. A belső feszültség kimutatására tehát ez az atmoszféra — olyan alakban, hogy a belső feszültséget felrepedéssel jelezze — nem alkalmas. Ha azonban megfigyeljük, hogy 24 óra után az egyes oldatok felett a szakítószilárdság milyen mértékben csökkent, azt tapasztaljuk, hogy mindkét oldat, de különösen a kb. pH 10 értékű alkalmas lehet a belső feszültségnek szakítószilárdság csökkenés alapján való kimutatására.

4. Ammónia vizes oldatába merítés

A vizsgálatkor azonnal szembetűnik, hogy a próbatesteken a törés egyetlen repedés mentén következett be, mely pontosan egybeesett az oldat — gázfázis határával. Ez egyszerűen magyarázható is. Itt ugyanis a megfelelő koncentrációhoz maximális oxigén ellátottság is biztosítva volt. A kedvező körülményekből az is következik, hogy az azonos koncentráció mellett a merítéses vizsgálatkor a próbatestek előbb repednek fel, mint az azonos koncentrációjú ammónia vizes oldata feletti atmoszférában. A próbatestekben a szórás rendkívül nagy. A szórás érzékeltetésére példaként az 5. táblázatot közöljük.

5. táblázat

2%-os ammónia oldatba merítéssel kapott eredmények

Alakítás módja és mértéke	2%-os ammónia koncentráció					
	Rézsó nélkül			5 g/lit. báz. rézkarbonát		
	vizsgálati idő tartam, óra					
	6	12	24	6	12	24
	σ_B korrózió utáni			σ_B eredeti állapot ×100 %-ban		
3% tág.	51	42	45	82	43	13
5% tág.	39	61	10	59	30	22
7% tág.	43	25	20	43	41	17
10% tág.	13	18	27	27	26	3,2
15% tág.	20	30	5,6	42	3,6	rep.

5. Rézkarbonátos ammónia vizes oldatába merítés

A szakadás hasonlóan, mint a 4. pontban, a folyadék-gázfázis határán lép fel. A szórás itt is nagy. Az átlag eredményekből úgy tűnik, hogy a rézkarbonát hozzáadása a vizsgálat első részében késlelteti a repedés előrehaladását, a 24 órás vizsgálatkor kapott értékekből pedig úgy látszik, hogy azt gyorsítja. Az utóbbit azonban — a nagy szórása miatt — csak nagyszámú kísérlet alapján lehetne pontosan megállapítani.

Összefoglalás és értékelés

A sárgaréz kondezátorcsövekre a szabvány a maradó-feszültség kimutatására higanynitrátos próbát ír elő. Egyik vegyipari üzemünk közelében épülő erőművünkben higanynitrátos próbával feszültségmentesnek talált kondenzátorcsövek jelentős részén feszültségkorróziós repedés keletkezett.

Az utóbbi évtizedben kiterjedt irodalom foglalkozik a maradó-feszültség pontosabb kimutatásának lehetőségével. Mindenekelőtt megállapították, hogy maradó-feszültségek kimutatására az ammóniás vizsgálat alkalmasabb, mint a higanyanitrátos, mivel már sokkal kisebb feszültséget is ki lehet vele mutatni, továbbá a gyakorlatban előforduló feszültségkorróziós felrepedések alkalmával majdnem minden esetben kimutatható az ammónia jelenléte.

Különböző ammóniás vizsgálatokat végeztek. A feszültséget főleg külső terheléssel létesítették. Az Erőmű Javító és Karbantartó Vállalat Anyagvizsgáló Laboratóriumában összehasonlító vizsgálatot folytattunk a legmegfelelőbb módszer és legmegfelelőbb körülmények kiválasztására. Öt féle vizsgálati módszerrel vizsgáltunk különböző képlékeny alakítással létesített maradó feszültségű kondenzátorcsöveket.

Vizsgálataink eredményeit az alábbiakban összegezhetjük :

1. A feszültségkorrózió szempontjából csak a tágított próbák voltak érzékenyek. A korrózió érzékenységet a maximális feszültség nagysága határozta meg. Nem mutatkozott különbség az azonos mértékű egyenletes és változó mértékű tágítás között.

2. Húzással képlékenyen alakított próbatestek nem érzékenyek a feszültségkorrózió iránt még akkor sem, ha előtte tágítva voltak.

3. A repedések terjedése hozzávetőlegesen merőleges a maximális húzófeszültség irányára.

4. Higanynitrátos vizsgálatkor csak a 9,7 kg/mm² feszültségek mellett jelentkezett felrepedés s ez is csak a pH kb. 1 értéküre savanyított oldat-

ban. (A magyar szabvány nem határozza meg a higanynitrát savanyításának mértékét.)

5. Mindkét ammónia atmoszféra (ammónia vizes oldat és kiegyenlítő ammóniumsó oldat feletti) alkalmas a kisebb belső feszültség kimutatására is. Az 5 és 10% közötti ammóniatartalmú oldat feletti atmoszféra alkalmasnak látszik arra, hogy a maradó feszültséget a cső felrepedésével jelezze. A pH értéktől függő lépcsőzetes ammónia gőznyomással előállított atmoszféra felhasználási területe ott van, ahol a csövekben uralkodó feszültségállapotról pontosabb képet akarunk kapni. Ez a módszer alkalmas lehet rövid idejű vizsgálatokban a feszültségmentesség kimutatására is olyan alakban, hogy a próbatesteknek az ammóniás atmoszférában való tárolás után a szakítószilárdságát mérjük és a szilárdság-csökkenésből következtetünk a feszültségmentességre.

6. Az ammónia oldatba merítéses módszerekkel a repedések előre meghatározott helyen az oldat — gőzfázis határán lépnek fel, mivel itt a legerősebb az ammónia agressziv hatása. Ez a vizsgálat tehát nem a maximális húzófeszültséget, hanem a fázishatáron uralkodó feszültséget mutatja ki. Az oldathoz a bázikus rézkarbonát hozzáadása a korróziót nem gyorsította jelentékenyen és a merítésből adódó hibákat sem küszöbölte ki.

7. A kísérleti sárgarézzel kapott eredményekkel jól megegyeznek a Sr 63 és SrK 70 szabványos kondenzátorcső anyagokkal végzett vizsgálatok eredményei is.

8. Ha az irodalom hasonló értékeivel [8], [13] összehasonlítjuk azonos koncentráció mellett a csövek felszakadásához szükséges feszültséget és időtartamot, azt tapasztaljuk, hogy az általunk végzett kísérletekben azonos koncentrációhoz és azonos időtartamhoz nagyobb feszültség tartozik. Ez egyszerűen magyarázható, mivel az irodalmi adatok külső erőkkel létesített feszültségekből felvett értékekre vonatkoznak, melyekben az erő állandó volt, s a részletes repedéstől a feszültség növekedett. Esetünkben a részleges repedés a feszültségcsúcsokat megszüntette és ezáltal a repedés sebességét csökkentette.

Amint vizsgálatainkból látható, sárgaréz csövek feszültségmentességének kimutatására a szabványos higanynitrátos próbánál sokkal alkalmasabbnak látszik az ammóniás vizsgálat. A szabványos kondenzátorcső anyagokon szükséges tehát oly vizsgálati program végrehajtása, amelynek alapján az ammóniás feszültségvizsgálatot szabványosítani lehet.

IRODALOM

[1] *Leistner, G.:* Aufreissen von Messingpatronenhülsen. Z. Metallkunde 16 (1924) 429.

[2] Msz. 734-51 szabvány.

[3] ASTM B 154 (USA), DIN 1785 (német), BS 378 (angol), SIS 117101 (svéd) szabványok.

[4] *Edmunds, G.:* Season Cracking of Brass. Symposium on Stress Corrosion Cracking of Metals ASTM/AIME. 1944.

[5] *Dr. Skulari:* Vnitri pnuti u mosaznych plotovaru a vyrobku. Hutniczki Listy 1950. júl. 265—274. p.

[6] *Schroeder:* Spannungskorrosionsversuche an Kondenzatorrohren aus SoMs71 in Quecksilbernitratlösung und feuchter Ammoniak-Atmosphäre. Elektrizitätswirtschaft (1957) 7. füzet 218—224. p.

[7] *Hellsing—Lissner—Rask—Ström:* Verschiedene Spannungskorrosionsprüfverfahren für Messingteile verglichen mit einer Langzeitlagerung. Werkstoffe und Korrosion 6 (1957) 10. füzet 569—573. o.

[8] *Aebi, F.:* Untersuchungen über die Spannungskorrosion von Alpha-Messing in Ammoniakdampf III. Z. Metallkunde 49 (1958) 2. füzet 63—68. p.

[9] *Srejber, A. V.:* Borba sz korrozionnün rasztvesz kivanien latunnüh truboprovador. A. N. Sz. Sz. R. ITE. 1956.

[10] New Data on Stress-Corrosion Cracking of Brass. ASTM. Bulletin 1957. February, 37. p.

[11] *Althof, Fr. C.:* A szemcseközti és szemcséken átmenő korrozió. MTA. VI. oszt. Közleményei 1954. XIII. kötet, 1—4. szám 97—128. p.

[12] *Edmund, G.—Anderson, E. A.—Waring, R. K.:* Ammonia and Mercury Stress Cracking Test for Brass. Symposium on Stress Corrosion Test for Brass. Symposium on Stress Corrosion Cracking of Metals, ASTM (AIME) 1944., 111. p.

[13] *Aebi, F.:* Untersuchungen über die Spannungskorrosion von Alpha-Messing in Ammoniakdampf II. Z. Metallkunde 47 (1946) 6. füzet.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Augusztus

5. 65 éve (1894) született Mihály Dénes magyar származású feltaláló (megh. 1953), a hangosfilm és a távolbalátás egyik jelentős úttörője.
5. 30 éve (1929) halt meg Berliner Emil, német-amerikai mechanikus (szül. 1851), a mechanikus gramofon feltalálója.
5. 230 éve (1729) halt meg Newcomen Thomas, angol feltaláló (szül. 1663), a gőzgép egyik feltalálója.
16. 60 éve (1899) halt meg Bunsen Robert—Wilhelm, német vegyész (szül. 1811), a Bunsen gázégő feltalálója, a színképelemzés egyik felfedezője.
17. 110 éve (1849) halt meg Bodor Péter erdélyi mérnök (szül. 1778), a Margitszigeten másolatban felállított Bodor-zenélőkút megszerkesztője.
17. 150 éve (1809) halt meg Boulton Matthew, angol iparos (szül. 1728), a gőzgép egyik feltalálója, Watt munkatársa.
19. 140 éve (1819) halt meg Watt James, angol műszerész (szül. 1736), a gőzgép egyik feltalálója.
23. 110 éve (1849) halt meg Maderspach Károly magyar mérnök (szül. 1791), egy újrendszerű függőhíd feltalálója.
24. 350 éve (1609) tört ki Selmecbányán a bánya-, kohó- és zúzómunkás sztrájk.
30. 90 éve (1869) született Arco Georg, német mérnök (megh. 1940), a híradástechnika egyik úttörője.

Az eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában. (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztatás: Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336-307.

Különböző tüzelésű kemencében keletkezett revék vizsgálata

REINHOLD MAGDA, Csepel Vas- és Fémművek Központi Anyagvizsgáló Metallográfiai Laboratórium

D. K.: 620.191.32

Некоторые проблемы испытания окалин, образующиеся в печах отопленных различными способами

Einige Probleme bei der Prüfung der in mit verschiedenen Feuerungen beheizten Öfen entstandenen Zunder

Some problems on testing scales formed in differently fired furnaces

A revésedés csökkentése, a könnyen lepattogó, jól pácolható reve elérése, a revésedés okozta hibák kiküszöbölése a kohászat régi és igen fontos problémája. A nagy hőmérsékleten végbemenő oxidáció ellen való védekezés szükségessé teszi a kérdés minden oldalról való tanulmányozását, a folyamat mechanizmusának ismeretét és az összes gátló és elősegítő tényezők figyelembevételét. Az oxidálódás miatt keletkezett fémveszteségek csökkentését, a félkész, vagy készáru felületeinek tisztaságát nehéz megoldani, mivel a revére vonatkozó ismeretek és adatok részben hiányosak, részben nincsenek összefoglalva.

A nagy hőmérsékletű oxidálódás egyes részterületeivel sokan foglalkoztak. *Griffiths* [1] a reve finomszerkezete és tapadása közti összefüggést vizsgálta. *Fischer* és *Hoffman* [2] a wüstit fázis átalakulásaival foglalkozott különböző hőmérsékleten. *Dahl* és *Lueg* [3] a reve eltávolítás lehetőségét vizsgálta különböző oxidfázisok oldódási potenciáljának tanulmányozásával. *Schmoll*, *Berman* és *Schneck* [4] a reveréteg szövetszerkezetét mikroszkópi úton vizsgálta. *Fick*, *Frenkel*, *Jeszin* adták a folyamatok alatt észlelt jelenségek matematikai leírását [5].

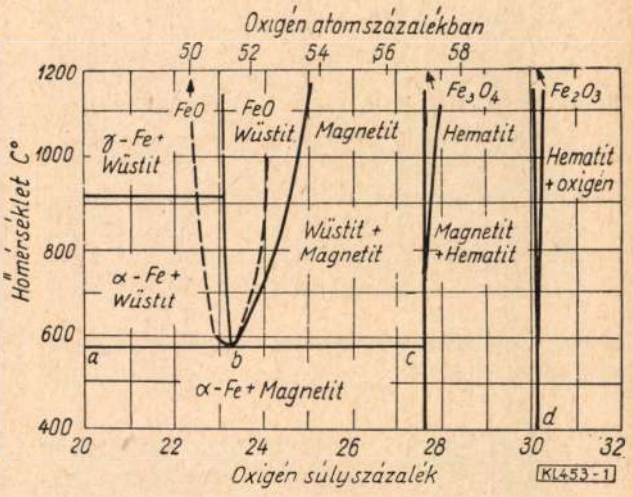
Az oxidálódás mechanizmusával *Pfeil* [6] 1929-ben megírt klasszikus munkája óta a legkörültekintőbben és sokoldalúbban *Archarov* [7], [8], [9] és iskolája foglalkozott. Ezeknek alapján ma már eléggé világos képünk van az oxidálódás folyamatának egész kinetikájáról.

Az oxidálódás jelenségében, azaz a „reakciós diffúzióban" résztvesznek mind a fémfelület-gázfázis határvonalhoz tartó, a gázfázisból közeledő oxigén atomok, mind pedig a fémből a határvonal felé diffundáló fém ionok. E kettős diffúzió eredményeképpen vegyi reakció jön létre a diffundáló anyagok között és új fázis keletkezik.

Ismeretes, hogy a vasreve több rétegből áll, amelyek egymástól vegyileg, kristallográfiailag és keletkezésük mechanizmusánál fogva különböznek. Mindegyik oxid bizonyos hőmérséklet és az egyensúlyi nyomásnál kisebb parciális nyomás mellett stabil. Az oxidok stabilitása az O_2 és Fe atomoknak a reakció felülethez való szállításán múlik. Ezt a szállítási készséget az egyes atomoknak az illető közegben lévő diffúziós sebessége, az adszorbció és deszorbció viszonya és a fémben lévő diffúziós készsége határozza meg.

Szabad levegőn 570 C° feletti hőmérsékleten termodinamikailag háromféle vasoxid stabil : FeO Fe_3O_4, Fe_2O_3. (570 C°-on a FeO eutektoidos bomlás következtében Fe-má és Fe_3O_4-gyé alakul át.) (1. ábra).

Alacsonyabb parciális nyomás mellett pl. vízgőz áramban, CO_2, vagy CO—CO_2 atmszférában Fe_2O_3 egyáltalán nem keletkezik. Ilyenkor a reve fémfelöli oldalán FeO, az oxidáló atmoszférával érintkező felületén pedig Fe_3O_4 található. Az FeO szerkezete különösen kis O_2 nyomás mellett nem tömör. A kristályrácsban az oxigén helyén a fémmel érintkező részen sok üres hely, *lyuk* van. Ezek a *lyukak* a fémtől eltávolodva mindjobban kitöltődnek annyira, amennyire az FeO telítődik oxigénnel, az oxid-levegő felülethez érkező oxigén diffúzió hatására. Így az Fe_3O_4 spinell kristályrács az FeO-énál jóval tömörebb. Ugyanezt lehet elmondani az Fe_2O_3 kristályszerkezetéről is.

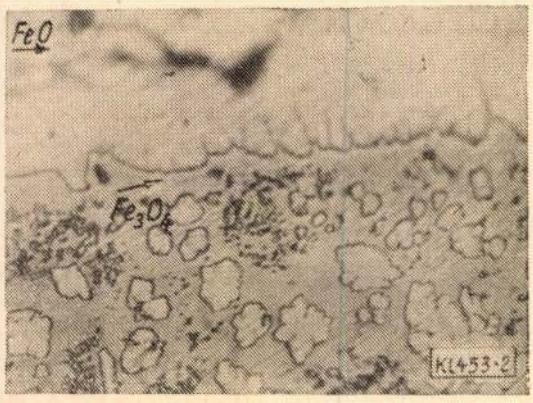


1. ábra. Vas-oxigén egyensúlyi diagram Darken, L. S. és Gurry, R. W. szerint

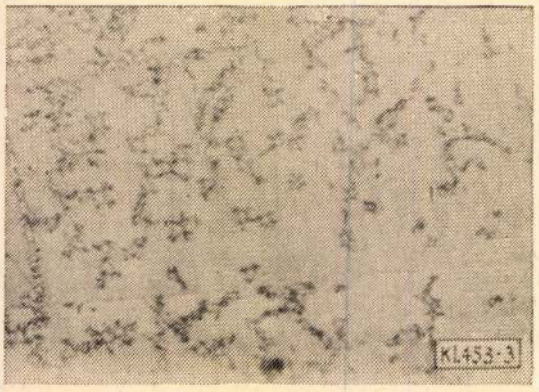
Az oxidáció kezdetekor a fém felületén egy vékony Fe_2O_3 hártya képződik, s a további diffúzió e rétegen keresztül megy végbe. *Archarov* és *Boriszov* [10] megállapították, hogy ebben a kezdeti stádiumban a Fe_2O_3, α—Fe_2O_3-má alakul át. Az utóbbi vegyület egyik módosulatában a kristályrács több üres vas helyet tartalmaz, s ez lehetőséget ad további gyors Fe diffúzióra. Ezután keletkezik csak az Fe_3O_4 réteg, majd a wüsztit is. Az oxidálódás kezdeti stádiumában a növekedési sebesség logaritmikus, majd később a réteg vastagsága parabolikus törvényszerűség szerint nő.

Az oxidálódás kinetikája igen bonyolult probléma, amelyet röntgenográfiai módszerrel radiális texturák tanulmányozásával igyekeznek megoldani. Különösen az utóbbi időben a Szovjet Tudományos Akadémia Szverdlovszki Fém-Fizikai Intézetében végeztek e téren igen eredményes munkát.

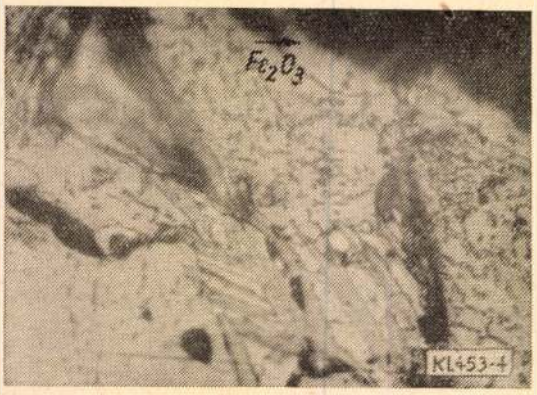
Nagy hőmérsékletű oxidálódás e röviden ismertetett elméletét figyelembevéve kezdtünk hozzá az adott üzemi probléma vizsgálatához. Generátorgáz tüzelésű kemencében, a felmelegítéskor



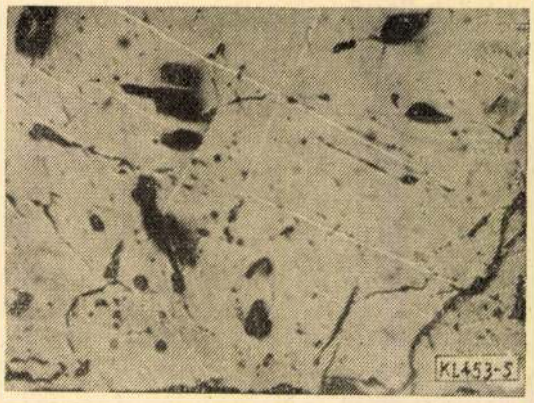
2. ábra. *Generátorgáz tüzelésű kemencében keletkezett reve fémmel érintkező rétege: világosszürke FeO és sötétebb szürke Fe_3O_4 alapban dendrites FeO kiválások. Nagyítás: 600-szoros*



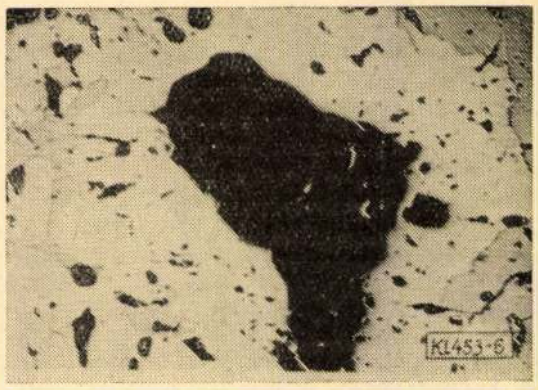
3. ábra. *Generátorgáz tüzelésű kemencében keletkezett reve: magnetites alapban finom FeO kiválások. Nagyítás: 600-szoros*



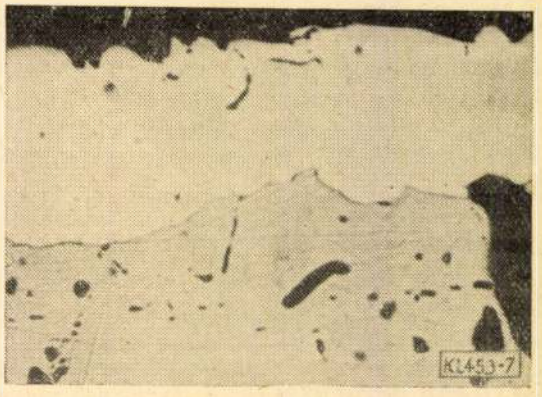
4. ábra. *Generátorgáz tüzelésű kemencében keletkezett reve levegővel érintkező rétege, a felületen helyenként hematit réteg. Nagyítás: 600-szoros*



5. ábra. *Világítógáz tüzelésű kemencében keletkezett reve fémfelöli rétege, magnetites alapban hematit tűk. Nagyítás: 150-szeres*



6. ábra. *Világítógáz tüzelésű kemencében keletkezett reve, magnetites alapban a pórusok mentén erős hematitosodás. Nagyítás: 150-szeres*



7. ábra. *Világítógáz tüzelésű kemencében keletkezett reve levegővel érintkező része: egyenletes, vastag hematit réteg. Nagyítás: 150-szeres*

keletkezett reve, hengerlés alatt könnyen lepattogzik. Világítógáz és olajtüzeléskor keletkezett reve azonban alakításkor tökéletesen nem távolítható el. Ilyenkor az acél felületén durva revebenyomódások és más hibák keletkeznek, amelyek a félkész, illetve a készárú minőségét rontják.

Szükségesnek tartottuk meghatározni a különböző körülmények között keletkezett reve szerkezetét és fázis összetételét és a kapott eredmények alapján véleményt kívántunk mondani a helyes tüzelésmód kialakításáról.

A revékben jól elkülönített rétegeket találtunk. Így megtudtuk határozni röntgenfinomszerkezet vizsgálattal a revék összetételét a fémfelöli oldalon, a gázzal érintkező fémfelületen, valamint ezek átmeneti rétegében. A világítógáz és olajtüzelésű kemencében keletkezett reve a fémfelülettel érintkező rétegben FeO kevés Fe_3O_4 és igen kevés Fe_2O_3-at tartalmaz. Az átmeneti rétegben az FeO mennyisége csökkent. A külső gázzal érintkező rétegben Fe_3O_4 és Fe_2O_3 található.

A generátorgáz tüzelésű kemencében kelet-

kezett reve a fémfelöli oldalon tiszta FeO, külső rétege pedig Fe_3O_4 és kevés Fe_2O_3-ból tevődik össze.

Mikroszkópi vizsgálattal a generátorgáz tüzelésekor keletkező revében négy különböző réteg ismerhető fel.

A fémmel érintkező részen egyenletes vastagságú, tömör, izotrop, világosszürke FeO réteg helyezkedik el (2. ábra).

Az FeO rétegből diffúziós folyamatra jellemző kinövések hatolnak be a következő rétegbe, amely sötétebb színű izotrop magnetites alapban lévő durva dendrites FeO és kevés eutektikumszerű kiválásból áll. Majd egyre fogy és finomabb lesz az FeO kiválás s a következő rétegben csak kevés pontszerű szögletes, főleg kristályhatármenti zárvánnyal találkozunk (3. ábra).

A külső felületen közvetlen néhol vékony anizotrop Fe_2O_3 réteg is van (4. ábra).

A világítógáz tüzelésekor keletkező reve az előzőtől teljesen eltér. A fémmel érintkező rész üreges, vékony FeO réteg, amelyben helyenként erős fényvisszaverő képességű fázis is van. Ennek optikai tulajdonságai hematit féleségre utalnak.

Ezt minden átmenet nélkül követi a sötétebb színű magnetit réteg. A magnetites alapban főleg a repedésekből és pórusokból kiindulva martitosodásszerűen Fe_2O_3 tükristályok képződnek (5. ábra).

Ezenkívül a nagyobb üregek és pórusok mentén hematitosodás található (6. ábra).

A reve levegővel érintkező felületén egyenletes, durva kristályos hematit réteg helyezkedik el (7. ábra).

A két reve szerkezetében az alábbi különbség található :

1. A generátorgáz tüzelésekor keletkező reve szerkezete megfelel az egyensúlyi diagram *bc*-részének és azon a diagram által feltüntetett valamenynyi szövetelem megtalálható (1. ábra).

2. A világítógáz tüzelésekor keletkező reve jóval több oxigén jelenlétére utal. Szerkezete a diagram *cd* területének felel meg.

Megállapítható tehát, hogy a világítógáztüzelésű kemencében keletkezett reve fémfelöli oldala nem az egynemű porózus FeO, hanem ez a réteg magnetitet is tartalmaz, azonkívül a magnetitben lévő nagyobb üregek mentén még erős hematitosodás is keletkezett. Tehát a nagy oxigén felesleg jelenléte a fémmel érintkező rétegben a vas magasabb oxidjainak keletkezését okozta. Ezek az oxidok a különben porózus FeO réteget tömörítették, s a reve tapadását elősegítették.

A kapott vizsgálati eredmények alapján javasoltuk az üzemnek a levegő megfelelő adagolását, amelynek végrehajtásával az említett hiba megszűnt.

A mikroszkópi vizsgálatban, illetve a röntgen felvételek kiértékelésében nyújtott segítségükért ezúton mondok köszönetet *Hegedüs Zoltánnak* és *Szeiman Sándornak*.

IRODALOM

[1] *Griffiths, R.:* Stahl und Eisen 1938. évf. 10. sz.
[2] *Fischer—Hoffman:* Archiw für das Eisenhüttenwesen, 1958. évf. 6. sz.
[3] *Dahl—Lueg:* Stahl und Eisen, 1958. évf. 6. sz.
[4] *Schmoll—Berman—Schneck:* Archiw für das Eisenhüttenwesen, 1957. évf. 4. sz.
[5] *Jeszin:* Fiziceszkaja chimia pirometallurgicseszkich processzov Metallurgizdat, 1950.
[6] *Pfeil, L. B.:* J. Iron Steel Inst. CXIX. 1929—501.
[7] *Archarov, V. I.:* Viszkotyemperaturnoje okiszlenyije metallov. Metallurgizdat, 1946.
[8] *Archarov—Reinhold—Szimonova:* Fizika metallov, 1957. évf. V. 2. sz. 251. old.
[9] *Archarov—Szimonova:* Fizika metallov, 1957. évf. IV. 2. sz. 278. old.
[10] *Archarov—Boriszov:* Fizika metallov, 1957. évf. IV. 1. sz. 76. old.

Vanádium gyors meghatározása ércekből, szilikátokból, kőzetekből, salakokból és fémekből[1]

Dr. SAJÓ ISTVÁN

D. K.: 545 : 546.881 : 549.6+543.6+669.046 : 58+546.3/9

Быстрое определение ванадия из силикатов, руд, пород, шлаков и металлов

Schnelle Bestimmung von Vanadium aus Erzen, Gesteine, Schlacken und Metalle

Rapid determination of vanadium from ores, silicats rocks, slags and metals

A meghatározás elve

A vanádium-tartalmú próbát káliumhidroxiddal és nátriumperoxiddal feltárjuk. Az ömledéket kilúgozva a vanádium káliummetavanadát alakjában oldatba kerül, míg a zavaró ionok a kilúgozáskor hidroxid csapadék alakjában leválnak. Kilúgozás után az oldatot normál lombikban jelig töltjük, majd a törzsoldatból az aliquot részt kiszűrve a vanádiumot kolorimetrikusan meghatározzuk. A kolorimetriás meghatározást arra a szinreakcióra építettük fel, melyet a vanádium a difenilkarbazonnal ad.

A vanádium p_H 4-4,5-nél ecetsavas közegben difenilkarbazonnal ibolyaszínű komplexet alkot. A színelőhívástól számítva 10 percig a színintenzitás állandónak tekinthető. A komplex fényelnyelését Pulfrich-fotométeren S-53-as szűrővel mérjük. A komplex fényelnyelése 5-500 γ /50 ml koncentráció tartományban lineáris a koncentrációval.

A meghatározás módja

2,00 g porított ércet ezüsttálba mérünk. Hozzáadunk 20,0 g KOH-t, majd alkohollal megnedvesítjük és gázlángon feltárjuk a keveréket.

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozat egyik dolgozata.

A feltárás befejezésekor a még izzó olvadékba 1 g Na_2O_2-t adunk és még 5 percig izzítjuk. Az olvadékot 400 ml-es pohárba mossuk át és 3 ml 30%-os H_2O_2-vel 40 percig meleg főzőlapon tartjuk, majd 5 percig erőteljesen forraljuk. Lehűtés után a csapadékos oldatot 500 ml-es mérőlombikba átmossuk és desztillált vízzel jelig töltjük. Redős szűrőpapíron a csapadékos oldat egy részét leszűrjük. 50 ml-es mérőlombikba a szűrletből 25 ml-t bemérünk. Hozzáadunk 0,3 ml 0,5%-os (acetonban oldott) difenilkarbazont és 16 ml 1:10 hígítású ecetsavat, jelig töltjük és két percen belül fotometráljuk. Mindkét küvettába ugyanazt az oldatot öntjük. Összehasonlító oldatként a meghatározandó oldat komplexon — III-mal megbontott oldatát használjuk. Ezt úgy érjük el, hogy az egyik küvettába 4 csepp 0,1 m komplexon-III-t adunk. Mérőegyenest veszünk fel a fentebb említett koncentráció tartományban és annak segítségével az ismeretlen oldat V-tartalmát meghatározhatjuk.

Mérőgörbe felvétele: 20,0 g KOH-t vízben feloldunk és 500 ml-es mérőlombikba jelig töltjük. Ebből 25 ml-t 50 ml-es mérőlombikba mérünk. Ismert mennyiségű vanádiumot 0,3 ml difenilkarbazon és 16 ml 1 : 10 hígítású ecetsavat adunk hozzá. Az ecetsav hozzáadásától számítva 2 percen belül fotometráljuk a fent leírtak szerint bontva meg a komplex színét. Méréseink szerint elegendő egy 100 γ /50 ml-es mintát fotometrálni, mivel a koncentráció- extinkció közötti összefüggés közel lineáris.

A módszert 0,005-0,5% V-tartalmú ércre próbáltuk ki. Ha az érc vanádiumtartalma nagyobb, akkor csak 10 ml-t mérünk be a szűrletből és ehhez 7 ml hígított ecetsavat adunk.

A meghatározás pontossága $\pm$0,005 abszolut százalék.

Gyors módszer kalcium és magnézium meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzállóanyagokból és fémekből[1]

Dr. SAJÓ ISTVÁN

D. K.: 545 : 546.41+546.47 : 549.6+543.6+669.046.58+546.3/9

Быстрый метод для определения калция и магнезия из силикатов, руд, пород, шлаков, огнеупорных материалов и металлов

Schnellverfahren zur Bestimmung von Calcium und Magnesium aus Silikaten Erzen, Gesteinen Schlacken, Feuerbeständigen-Materialen und Metalen

Rapid method for determining the calcium and magnesium contents of silicates, ores, rocks, slags, fire-resisting materials and metals

A meghatározás elve

Kalcium és magnézium alkalikus közegben igen stabil komplexet képez az EDTE-vel [1][2].

A kalcium és a magnézium komplexképződésének optimális p_H intervalluma különböző. Míg kalciummal a komplexképződés optimális p_H-ja 12 és 13 közé esik, addig a magnézium már ezen p_H intervallumban hidroxid csapadék alakjában kiválik az oldatból, s a levált magnéziumhidroxid nem reagál az EDTE-vel [2]. A magnézium viszont 9-10 p_H intervallumban optimálisan reagál az EDTE-vel. Az a tény, hogy a kalcium és a magnézium különböző p_H mellett képezi komplexét az EDTE-vel, lehetőséget nyújt, hogy a két alkotót egymás mellett meghatározhassuk. Így kalcium és magnézium együttes jelenlétében 12-13 p_H között megfelelő indikátor mellett titrálhatjuk a kalciumot anélkül, hogy a titrálást a magnézium zavarná [3]. A kalcium titrálása után az oldat p_H-ját 9 és 10 közé beállítva alkalmas indikátor mellett titrálhatjuk a magnéziumot.

A meghatározásokat vas, alumínium, mangán, titán, jelenléte zavarja. Ezért ezeket az alkotókat kalcium és magnézium titrálása előtt el kell távolítani. Számos esetben (ha a vas és az alumíniumtartalom néhány százalékot nem halad meg) a vas és az alumínium elválasztása nem szükséges, mert megfelelő maszkírozószerek használatával zavaróhatásuk kiküszöbölhető. (Ilyen maszkírozószer a trietanolamin) [4]. Ha az oldatban mangán is van jelen, úgy az elválasztást nem kerülhetjük el, mert ezideig megnyugtató maszkírozószert a mangánra még nem sikerült találni. A gyors meghatározások alkalmával az elválasztásokat úgy kell vezetni, hogy lehetőleg egy elválasztással az összes zavaró elemtől megszabaduljunk. Erre a célra legjobban bevált az ammóniás közegben ammonperszulfáttal való elválasztás. Az ammónia hatására ugyanis a vas, a titán és az alumínium hidroxid csapadék alakjában leválik és a perszulfát hatására viszont a mangán (II) mangán (IV)-é oxidálódik és mint mangándioxihidrát kiválik az oldatból. Így a négy zavaró komponens egyetlen szűréssel eltávolítható. Itt meg kell jegyezni, hogy az ammóniás elválasztáskor az alumínium nyomai oldatba kerülhetnek aluminát alakjában. Az alumínium nyomok viszont a kalcium és magnézium meghatározásához használt indikátorokkal igen stabil színes komplexet képeznek, melyet EDTE nem tud elbontani, s így a titrálás végpontjának észlelése lehetetlenné válik. Alumínium jelenlétében tehát az indikátorok hozzáadása előtt az alumínium nyomokat vala-

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozat egyik dolgozata.

[2] EDTE = etilén diamin tetra ecetsav.

milyen úton-módon le kell kötni. Erre a célra tapasztalatunk szerint igen jól bevált módszer midőn az oldathoz az indikátor hozzáadása előtt néhány ml 0,5%-os vízüveg oldatot adunk. A vízüveg a jelenlevő alumíniumot alumíniumszilikát alakban leköti, így az alumínium a továbbiakban nem zavarja meghatározásunkat. A titráláshoz használt indikátorok oxidálószerek jelenlétére nagyon érzékenyek, mert azok az indikátorokat elroncsolják. Az esetleg jelenlevő oxidálószerek megbontására az indikátor hozzáadása előtt tanácsos megfelelő redukálószereket adagolni az oldathoz, a legjobban bevált redukálószerek egyike a hidroxilaminhidroklorid.

A meghatározás gyakorlati módja

A vizsgálandó anyagot az anyag típusától függően a gyors föltárásokból ismertetett módon oldatba visszük és törzsoldatot készítünk [5]. A törzsoldatból az aliquot részt levéve 200 ml vizet adunk hozzá, felforraljuk, majd ammóniával semlegesítve a hidroxid csapadékot leválasztjuk. A semlegesítés után még mintegy 5 ml ammóniát adunk feleslegben az oldathoz és a mangántartalomtól függően 1-10 ml 10%-os ammóniumperszulfátot. Az ammóniumperszulfát hozzáadása után néhány percig forraljuk az oldatot, majd a levált hidroxidokat leszűrjük, vízzel mossuk és a szűrletben titráljuk a kalciumot és a magnéziumot. A csapadék kimosását elkerüljük, ha a csapadék leválasztása után az oldatot normál lombikban jelig töltjük, az így kapott törzsoldatból szűrünk ki aliquot részeket a kalcium és a magnézium meghatározására.

A szűrletben a kalciumot a következőképpen határozzuk meg:

Mintegy 30-40 C° közötti hőmérsékletű oldathoz 10-30 ml 30%-os nátriumhidroxid oldatot adunk. Az adagolandó nátriumhidroxid mennyiségét az oldatban jelenlevő ammonsók jelenléte szabja meg. Ugyanis, hogy a titráláshoz kedvező 12-13 közötti p_H-t elérjük a nátriumhidroxidot olyan feleslegben kell használni, hogy az oldat a jelenlevő ammonsók megbontása után még néhány ml szabad nátriumhidroxidot tartalmazzon, mert csak így érhetjük el, hogy az esetleg jelenlevő magnézium hidroxid alakjában kiváljon és a titrálást ne zavarja. A nátriumhidroxid hozzáadása után kb. félperc múlva Patton & Reeder [6] indikátor 0,5%-os alkoholos oldatából néhány cseppet adagolunk a próbaoldathoz és EDTE mérőoldattal az indikátor rózsaszínből égszinkékbe történő színátcsapásáig titrálunk. Az indikátor színátcsapása után az oldathoz annyi ammóniumkloridot adunk amennyi elégséges ahhoz, hogy a feleslegben levő nátriumhidroxidot megbontsa, sőt azonfelül 1-2 g ammonklorid felesleg is maradjon. Ezáltal elérjük, hogy az oldat p_H-ja 9-10 p_H-ra csökken. Ekkor az oldathoz kb. 0,1 g hidroxilamint ½ g eriokróm fekete T indikátor keveréket, továbbá 5-10 ml 0,91 fajsúlyú ammóniát adunk, és ismét titráljuk az oldatot EDTE mérőoldattal. A mostani titráláshoz fogyott mérőoldat ml-ei a magnéziumtartalmat mérik.

A titrálás megoldható olyanképpen is, hogy külön próbaoldatból titráljuk a kalciumot 13-as p_H-nál az előbbiekben leírtak szerint és külön próbaoldatból titráljuk a magnéziumot 9-10 közötti p_H-nál. Ebben az esetben a magnézium meghatározáshoz az előbbiekben ismertetett módon az alumínium, vas és mangán elválasztásával külön próbaoldatot készítünk, a hidroxid csapadékokat leszűrve az oldathoz 5 ml 0,5%-os hígított vízüveg oldatot, 0,1 g hidroxilamint, továbbá 10-20 ml tömény ammóniumhidroxidot adunk és kb. 0,5 g eriokróm fekete T indikátor jelenlétében EDTE mérőoldattal titrálunk. Az EDTE 9-10-es p_H között mind a kalciummal, mind pedig a magnéziummal reagál, így a titráláskor kapott érték a kalcium és magnézium összegét adja. Az előző titráláskor a kalciumra kapott értéket levonva a második titrálás értékéből, a különbség adja a magnézium-tartalmat.

A meghatározáshoz szükséges reagensek

0,91 fajsúlyú ammónia,
10%-os ammóniumperszulfát,
eriokróm fekete T indikátor keverék, melyet a következőképpen állítunk elő: 1 g eriokróm fekete T indikátort 500 analitikai tisztaságú száraz, szilárd káliumkloriddal eldörzsölünk,
Patton & Reeder indikátor: 100 ml alkoholban 0,5 g indikátort (Patton & Reeder) oldunk,
kristályos hidroxilamin,
0,50%-os vízüveg oldat.

IRODALOM

[1] *Biedermann W.* und *Schwarzenbach G.:* Chimia 2, 1, 1948.
[2] *Betz J. D.* and *Noll, C. A.:* J. Am. Water Works Ass. 42, 49, 1950.
[3] *Banks J.:* Analyst 77, 484, 1952.
[4] *Pribil R.:* Coll. Czechoslov. Chem. 19, 464, 1954.
[5] *Sajó István:* Kohászati Lapok 8, 353, 1954.
[6] *Patton J. Reeder E.:* Anal. Chem. 28, 1025, 1956.

A Műszaki Könyvkiadó (Budapest, V., Bajcsy Zsilinszky út 22.) felkéri azokat, akik a *Sors László: Gépelemek méretezése kifáradásra* c. könyvet megvették, közöljék címüket a kiadóval, hogy megküldhesse a 87. ábra helyesbített példányait, a 87a, 87b és 87c ábrát.

Ez az ábra 24 nomogram (63—86 ábra) közös mozgórésze lett volna, de mivel az ábrák sajnálatos klisétechnikai hiba következtében különböző méretarányban készültek, nem használható valamennyihez a kellő pontossággal. A helyes eredmény a 11. táblázat és a 82. ábra segítségével a nomogramok nélkül is meghatározható, ezt egyszerűsíti a mozgórészes nomogram-sorozat. Mivel azonban az csak a 63—65. (felső nyíl) és a 77., 78. (alsó nyíl) ábrával ad pontos eredményt, a kiadó kötelességének tartja a hibás mozgóábra díjtalan kicserélését.

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

Déliránban, Agha Jari-ban a múlt év végén egy új fúrásban 2300 m mélységben olajat találtak. A furat igen jelentősnek ígérkezik, már most naponként 7000 m^3 olajat ad, s szakértők szerint a hozamot anélkül, hogy a kút teljesítményét veszélyeztetnék, napi 8000 t-ra fel lehet emelni. *K. A.*
Ch. Z. 1959. 6. sz.

A japán timföldipar eddig bauxit szükségletét egyrészt Malayából (évi 120,000 t), másrészt Sarawakból (évi 170,000 t) fedezte. Újabban három vezető társaság a timföldiparban, eltért az eddigi bauxit vásárlási helyektől, a Bemtang-ból (Borneo) ez év január — szeptemberi elhajózásra 210 000 t bauxitot vásárolt, azzal, hogy további szállítások ügyében a tárgyalásokat folytatni fogják. *K. A.*
Ch. Z. 1959. 7. sz.

Délafrikai Unióban, elhatározták, hogy mérték-, súly-, s pénzegységben áttérnek a tizedes rendszerre. Nehézségek csak a pénznél lesznek, kénytelenek új pénzegységet a *Rand*-ot bevezetni, hogy a fonttól teljesen függetlenítsék magukat. 1961-től kezdve egy Rand egyenlő lesz 10 shillinggel. A Rand 100 cent lesz. *K. A.*
Ch. Z. 1959. 8. sz.

A **NSZK**-ban 1958-ban a nagyolvasztósalak képződés kereken 11,3 mill. t-t tett ki. A salakértékesítés 14,3 mill. t volt, azaz kb. 3 millió t-t a salakhányokról termeltek ki, hogy a jelentkező igényeknek eleget tudjanak tenni. Ebből a 14,3 millió t-ból a kohászati művek saját felhasználása 700 000 t-ra rúgott.

A felhasználás statisztikája a következő:

Útépítés:		
osztályozatlan salak	34,2%	
rostált salak	5,7%	
aprókavics salak	3,6%	
aprított salak	16,3%	
makadám salak	7,3%	
útikocka kő	0,1%	66,6%
Építészet:		
salakhomok	14,3%	
salakhomok cementhez	6,9%	
salakhabkő	2,0%	
salakkő	4,1%	
habarcs	0,5%	27,8%
Egyéb:		
salakgyapot	0,1%	
salakmész	0,5%	
saját felhasználás	5,0%	5,6%

A kohóművek bevétele a salakértékesítésből kereken 88 millió DM volt.

Az előző évhez képest a makadám célra felhasznált salak 26,7%-kal nőtt. A salak mész felhasználás 3,8%-kal növekedett. Ez utóbbit a mezőgazdaságban talajjavító anyagként használták fel. A mezőgazdasági kutató intézetek a salakmészről igen kedvezően nyilatkoznak. A jövő évben az igény erre a célra tetemesen nőni fog.

Kiterjedt kísérletek folytak a salakkövek szilárdsági tulajdonságainak megismerésére és pedig, a vasbetonban a rozsdásodásra való hatására, a habsalak morzsalékonyságára stb. *A. F.*
St. u. E. 91 sz. 1959.

Vaskohászati folyóiratfigyelő

1. Történeti és általános vonatkozások

Schenck, H.: **Indítékok, javaslatok és kívánságok a vaskohászati technika fejlesztése ügyében.** Stahl und Eisen, 1959. január 8. 1—8. old.

2. Tűzálló- és tüzelőanyagok, tüzelések

Richter, W.: **Finomkerámiai anyagok nagy hőmérsékletekhez.** Neue Hütte, 1959. január, 50—55. old.
Cirkondioxid — Magnéziumoxid — Berilliumoxid — Kalciumoxid — Toriumdioxid.

Bruk, R.: **SM-kemencék króm-magnezit boltozatának tartósabbá tétele.** Hutnik (Praha), 1959. jan. 3—7. old.

Reeve, L.—Trees, J.: **A kokszkemencegáz tisztítása.** Iron and Coals Trades Review, 1959. jan. 16. 143—146. old.
Eljárást ismertet a kokszkemencegáz tisztítására, amellyel aként SM-kemencékben való felhasználás előtt eltávolítják.
Ismerteti a helyes tüzelőanyaggazdálkodás főbb szempontjait.

Gillings, D. W.: **Kohászati tüzelőanyagok fejlődése a háború utáni években.** Metal Progress, 1959. jan. 111—115. old.
Sok illó anyagot tartalmazó szén felhasználása a kohókoksz gyártásában. SM-kemencék átalakítása olajtüzelésre, elektromos olvasztás ötvözetlen acélok gyártásában.

Hirston, O.: **Acélműi tüzelőanyagok.** Iron and Steel, 1959. március, 89—95. old.

Seffl, L.: **Folyékony tüzelőanyagok SM-kemencékhez.** Hutnické Listy, 1959. március, 185—188. old.

Storch, R. M.: **A kokszolandó szén minőségének javítása.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. január, 42—43. old.

Boronov, F. D.—Dikstejn, E. I. stb.: **Tapasztalatok 400 tonnás SM-kemencének ként-tartalmazó mazuttal való tüzelésével.** Sztal', 1959. február, 112—116. old.

Knüppel, H.—Brotzmann, K.: **Tüzelési kérdések acélolvadékok nagyüzemi gáztalanításával kapcsolatban.** Stahl und Eisen, 1959. március 5., 272—276. old.

3. Energiagazdálkodás

Wittwar, W.—Rauschenfels, W.—Runkel, A.—Jeltsch, U.: **Négy kohászati kombinát áram- és szélfejlesztő berendezésének fejlődése.** Stahl und Eisen, 1959. február 19., 185—199. old.

Radzwicki, K.: **Az energiafogyasztás csökkentésének lehetőségei ívfényes kemencékben.** Hutnik (Katowice), 1959. január, 8—13. old.

Morgulev, Sz. A.: **Nagy elektrokemencékhez tartozó transzformátorok teljesítményének jobb kihasználása.** Sztal', 1959. január, 49—53. old.
A nagy elektrokemencék feszültségének növelésével szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy a teljesítmény lényegesen fokozható a kemencebélés élettartamának említésreméltó csökkenése nélkül.

Chesters, J. H.: **A kemenceszerkesztés aerodinamikai megközelítése.** Iron and Steel, 1959. január, 3—9. old.
Az utolsó tíz évben számos kutatást végeztek modelleken a kemencék áramlási viszonyainak meghatározására. Jelenleg megfelelő hasonlóság biztosításával a modellből számszerű adatokat lehet kiszámítani az építendő kemencékre.

Poos, A.—Decker, A.: **Nagyolvasztók hőmérlege és kokszfogyasztása.** Revue Universelle des Mines, etc., 1959. január, 19—32. old.
A szerzők módszert javasolnak a hőmérleg kiszámítására, amellyel egyidejűleg a kokszfogyasztást is előre meg lehet határozni.

Bojko, M. E.—Gulunov, V. Sz.: **Rekuperátoros mélykemencékkel szerzett tapasztalatok.** Sztal', 1959. február, 170—175. old.

Volf, Z.—Gladys, E.: **A nyers tuskó hőkihasználásának és a mélykemencében való hevítésnek elemzése matematikai statisztika segítségével.** Hutnické Listy, 1959. február, 98—104. old.

4. Ércelőkészítés, segédanyagok

Oreskin, G. G.—Plotkin, N. Z.: **Mészkő folyamatos égetése zsugorító elegy céljaira.** Sztal', 1959. március, 197—203. old.

A zsugorító üzemhez épített forgó rostélyos körkemence csökkenti a mészkőnek a zsugorító elegyhez való adagolásával kapcsolatos költségeket, növeli a zsugorító berendezések termelékenységét és javítja a munkafeltételeket.

Notini, U.: **Zsugorított betét használata a svéd nagyolvasztókban.** Iron and Coal Trades Review, 1959. március 13., 605—608. old.

A zsugorítás értelme és svédországi gyakorlata. A zsugorított betét hatása a nagyolvasztó működésére. A rögös érc káros hatása. Magánjáró zsugorított betét használata.

Meyer, K.: **A vasérc-pellet hatása a nagyolvasztó üzemére és a napjainkban üzemi használatban levő pelletező eljárások áttekintése.** Stahl und Eisen, 1959. február 19., 222—225. old.

Wicke, E.—Hedden, K.—Lüth, G.: **Finom ércek redukálása két fokozatban a szénmonoxid alapján.** Stahl und Eisen, 1959. febr. 3. 129—134. old.

5. Nyersvasgyártás

Kutner, M. B.—Pruzsinszkij, D. I.: **A nagyolvasztó medence célszerű szerkezetének kérdéséhez.** Sztal', 1959. január, 10—14. old.

1,5 atmoszféra toroknyomású szovjet nagyolvasztó. Iron and Coal Trades Review, 1959. február 13., 381—385. old.

Firket, A.: **Üzemi kísérletek nagyolvasztóban aprószemcsés koksszal és ércel.** Revue Universelle des Mines, etc., 1959. március, 140—153. old.

Willems, J.: **Nyersvasgyártási eljárások a nagyolvasztón kívül.** Stahl und Eisen, 1959. január 22., 74—80. old.

Szilárd tüzelőanyagok vasércek redukálására. Darabos- vagy finomércek redukálása gázokkal. Finomércek redukálása fluidizált rétegben.

Evans, N. L.—Lefebvre, A.: **A kén és foszfor eltávolítása szódahamú és marószóda használatával.** Iron and Steel, 1959. április, 133—136. old.

Az eljárással 80%-ban, vagy nagyobb mértékben lehet kénteleníteni. A reagenset vagy magában, vagy más reagensekkel, pl. mésszel, mészkővel, karbonnal, folypáttal stb.-vel keverve lehet használni. Ez lehetővé teszi a kisebb kokszfogyasztást a nagyolvasztóban. A kéntelenítést különféle fázisokban, a nyersvasüstben, a keverőben, vagy a keverő és a konverter közti szállító üstben lehet végezni.

Babarükin, N. N.: **A gázáramlások megoszlása a nagyolvasztó aknájában.** Sztal', 1959. február, 101—105. old.

Polovcsenko, I. G.—Vasziljev, G. A. stb.: **Az adagszint radiometrikus mérése nagyolvasztóban.** Sztal', 1959. március 204—205. old.

Schilling, W.: **A Calbe-i alacsonyaknás kohók adagoló berendezésének automatizálása és ennek gazdasági hatásai.** Neue Hütte, 1959. január, 22—28. old.

Jacob, G.: **Az alacsonyaknás kohó hőgazdálkodása és az eljárás mai helyzete az NDK-ban.** Neue Hütte, 1959. febr. 75—84. old.

Az eljárás és a vizsgálati feltételek ismertetése. Közvetlen és közvetett redukálás, figyelembevéve az alacsonyaknás kohó viszonyait. Hőmérleg és hőtechnikai mutatószámok. Következtetések a kísérleti eredmények alapján.

Hancock, E. J.: **Ferromangán gyártása nagyolvasztóban Indiában.** Iron and Coal Trades Revie, 1959. január 23., 197—200. old.

Mivel a mangánoxidokat nehezebb redukálni, mint a vasoxidokat, a nagyolvasztóban nagyobb hőmérsékletet kell elérni, és a kokszfogyasztás kb. kétszeres.

Ferroszilicium olvasztása nagyolvasztóban. Iron and Coal Trades Review, 1959. március 27., 713—718. old.

Szovjet tapasztalatok krivojrogi ércekkel.

6. Acélgyártás

Schenck, H.: **Az acélgyártási módszerek fejlődése.** Iron and Coal Trades Review, 1959. február 20., 425—427. old.

Ismerteti az oxigénfuvatásos acélgyártási eljárások elterjedésének korábbi találmányokkal való összefüggését és az új vákuumos eljárások fontosságát.

Balster, H. W.: **Fejlődés a német acélgyártásban.** Metal Progress 1959. január, 116—119. old.

Decker, A.: **Az acélgyártás fejlődése Belgiumban és Luxemburgban.** Metal Progress, 1959. január, 65—70. old.

Az új OCP acélgyártási eljárással oxigén és mészpor keverékét fuvatják be egy szabványos 30 tonnás bázisos konverter nyílásán. A salakot 14 perc után öntik le, a C-tartalom eddig 0,7%-ra csökken.

Wosboinikow, W. G.: **Tapasztalatok az oxigénes acélgyártással.** Neue Hütte, 1959. január, 10—17. old.

Oxigén használata konverteres acélgyártáshoz. Az új konverterberendezés üzembehelyezése és működési módja. Foszfort tartalmazó és természetesen ötvözött nyersvasak feldolgozása. Az oxigénfúvókából kilépő oxigénsugár hidromechanikai vizsgálatai. Modellkísérletek a konverterbélés tartósságának meghatározására.

Heischkeil, W.—Kootz, Th.: **Hozzászólás az acélgyártó eljárások dinamikájához.** Stahl und Eisen, 1959. február 19. 205—210. old.

Cosh, T. A.: **Acélgyártás kis kemencében.** Iron and Steel, 1959. április, 137—141. old.

Agapov, V. F.—Tkacsenko, I. A.: **Dinamoacél olvasztása 200 tonnás SM-kemencében.** Sztal', 124—128. old.

Kaganov, V. Ju.: **SM-kemencék automatizálása a Szovjetunióban.** Sztal', 1959. január, 16—24. old.

Daubermann, W. H.: **Automatikus folyamatok az acélgyártásban.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. január, 72—78. old.

Husson, G.: **A SM-kemence kémiája.** Iron and Coal Trades Review, 1959. április 3., 787—787. old.

A SM-kemencékben lezajló salak-fém reakciók kémiája állandóan visszatérő probléma. A cikk néhány mai elmélet kritikai áttekintése, és javaslatokat tesz a jövőben végzendő munkára.

Küntscher, W.—Dun, J.: **Kiváló minőségű acél gyártása konverter- és elektroacél keverésével.** Sztal', 1959. március, 215—221. old.

A konverter- és elektroacél keverésével végzett acélgyártás lehetővé teszi a minőségi acélgyártás termelésének nagymértékű (kb. 140%-os) növelését a gyártási költségek egyidejű csökkentésével a Kínai Népköztársaságban.

Drujan, M. A.—Szojfer, V. M.: **Előzetes dezoxidálás és az acél hidrogéntartalma.** Sztal', 1959. március 221—224. old.

Az adagoknak a kemencéből nem nyugtatott állapotban való csapolása megkönnyíti a hidrogéntartalom csökkentését és az acél mechanikai tulajdonságainak javítását.

Pinso, M.—Zezulová, M.: **Acélötvözés szerves anyagokból származó nitrogénnel.** Hutnik (Praha), 1959. január, 2—3. old.

Nagy kihozatalú rozsdamentes acéltuskók. Iron and Steel, 1959. január, 27—31. old.

7. Különleges eljárások. Vákuumkezelés. Porkohászat

Harders, F.—Knüppel, H.—Brotzmann, K.: **Hengerlési és kovácsolási acélok vákuum-emelő eljárással történő nagyüzemi gáztalanításának alapelvei.** Stahl und Eisen, 1959. március 5. 267—272. old.

Child, H. C.—Harris, G. T.: **Acélok vákuumolvasztása.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. március, 281—290. old.

Gill, G. M.—Ineson, E.—Austin, G. W.: **Különféle elemek viselkedése vákuumos acélgyártáskor.** Journal

of the Iron and Steel Institute, 1959. február, 172—175. old.

Laboratóriumi kísérletek szerint a mangánt, a rezet, az ónt, a cinket és az ólmot majdnem teljesen, a krómot, az arzént és a ként pedig részben lehet a vákuum-indukciós olvasztással eltávolítani. Fogyóelektródás villamosív olvasztáskor az eredmények hasonlók, de nem ugyanolyan mértékűek, mint indukciós olvasztással.

Rutkowski, W.: **A fémpor rugalmas alakváltozása sajtolás alatt.** Neue Hütte, 1959. február, 110—113. old.

8. Acélok képlékeny alakítása

Strauss, A.: **Gyártástervezés hengerműben.** Stahl und Eisen, 1959. február 5. 141—145. old.

A kész- és félkészárugyártás tervezésének különbségei. Együttműködés az üzemgazdálkodási, anyaggazdálkodási és költségszámítási részleggel. Hosszú és rövid lejáratú gyártástervezés, a gyártás tervszerű irányítása, ellenőrzés.

Csekmarev, A. N.—Melesko, V. I. stb.: **Ikertuskók hengerlése 1150 mm-es durva hengersoron.** Sztal', 1959. március, 243—247. old.

Ha célszerűen megszervezik a tuskók kettesével való hengerlését, a hengersor teljesítményét 15—30%-kal lehet növelni (a nyers tuskó típusától és méreteitől függően).

Tovpenec, E. Sz.: **Pelyhesedésre hajlamos acélokból készült kovácsdarabok hűtése.** Metallovedenie i Obrabotka Metallov, 1959. február, 7—13. old.

Choleve, J.—Zidek, M.: **A végső hengerlési hőmérséklet hatása a durva lemezek tulajdonságaira természetes és normalizált állapotban.** Hutnik (Praha), 1959. január, 7—13. old.

Gubert, Sz. V.—Merekin, B. V.—Fejgin, G. D.: **Mínusz tűréssel való hengerléskor szerzett tapasztalatok.** Sztal', 1959. január, 54—58. old.

Bojarsinov, M. I.—Sulaev, I. P.: **Folyamatos bugahengersorok üregezésének ésszerűsítése.** Sztal', 1959. február, 137—141. old.

Klimenko, G. P.: **Idomok hengerlése átfordító készülékek segítségével.** Sztal', 1959, március, 248—252. old.

Pattison, J. R.: **Tuskók felületi hőmérsékletének mérése kovácsüzemi kemencékben.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. február, 163—171. old.

Chant, L. J.—Seredynski, F.: **A távvezérlés kovácsműhelyekben.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. február, 185—187. old.

Bramley, L. N.—Chant, L. J.—Steel, G. K.: **Durvahengersorok csavarorsós hajtóműveinek távvezérlése.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. február, 176—185. old.

Neumann, H.: **Alakító gépek automatizálásának fokozatai.** Metall, 1959. április, 292—299. old.

9. Hőkezelés

Petrov, O. L.: **Kis C-tartalmú szerkezeti acélok hőkezelése.** Sztal', 1959. január, 81—85. old.

McMullen, J.: **Acélszalagok hőkezelésével kapcsolatos néhány kérdés.** Sheet Metal Industries, 1959. január, 5—25. old.

Kraus, V.: **A hűtés hatékonyságának mérése vízben való edzéskor.** Hutnické Listy, 1959. január, 9—17. old.

Mucke, J.—Teindl, J.: **Generátorgáz védőatmosz-, féra vékony acéllemez lágyításához.** Hutnické Listy 1959. február, 104—110. old.

Zencsenko, F. I.—Peker, Ja. A.: **Védőatmoszféra fényes lágyításhoz.** Sztal', 1959. február, 151—155. old.

Számos folyamat automatizálása következtében lehetségesnek látszik stabil védőatmoszféra előállítása hidegen hengerelt lemezek harangkemencében végzett fényes lágyításához, kokszkemence- és torokgáznak változó arányokban való égetésével és az égéstermékek tisztításával és szárításával.

10. Anyagvizsgálat

Pleiner, R.: **Csehszlovákiában talált történelemelőtti és ókori tárgyak metallográfiai vizsgálata.** Stahl und Eisen, 1959. március 5. 294—298. old.

Ergang, R.—Günther, G.—Wiek, H.: **A Fe-Ni-Cr ötvözetek szigmafázisára vonatkozó ismeretek.** Stahl und Eisen, 1959. január 8. 46—51. old.

Sagel, K.: **Radioaktív izotópok a metallográfiai kutatásban.** Metall, 1959. január, 25—30. old.

Dubrov, N. F.—Gorlacs, I. A.: **Transzformátoracél tuskó egyenetlenségének vizsgálata.** Sztal', 1959. február, 117—112. old.

Jacquet, A.—Mencarelli, E.: **Az elektrolitos tisztítás használata az elektron-mikroszkópiában.** Revue de Métallurgie, 1959. február, 129—142. old.

Nadasan, S.: **Hengeres szakító próbatestek kontrakcióalakjának megállapítása.** Stahl und Eisen, 1959. február 19. 225—230. old.

Weibull, I.: **Kifáradási vizsgálatok hegesztett Cr-Mo acélokon.** Jernkontorets Annaler, 1959. január, 37—48. old.

Wiegand, H.—Illgner, K. H.: **Készülék az anyagok kúszásának vizsgálatára különféle igénybevételek alatt.** Metall, 1959. február, 93—96. old.

Kokkonen, V.—Nygren, G.: **Az Erichsen mélyhúzási próba pontosságának vizsgálata.** Sheet Metal Industries, 1959. március, 167—178. old.

Brand, L.: **Nehéz kovácsdarabok hibáinak összehasonlító vizsgálata ultrahanggal és betatronnal.** Stahl und Eisen, 1959. jnauár 8., 32—36. old.

11. Acélok tulajdonságai

Kunze, E.: **Edzett és megeresztett gyorsacél szerkezeti képének megítélése.** Stahl und Eisen, 1959. február 5. 145—148. old.

Erősen ötvözött hőálló acélok összetétele és fizikai tulajdonságai. Iron and Coal Trades Review, 1959. január 30., 261—263. old.

Vodsedálek, V.—Sicho, M.: **A kis hőmérsékleteken alakított ausztenites acélok tulajdonságai.** Hutnické Listy, 1959. január, 38—43. old.

Chvojka, J.: **A vanádium tulajdonságai és felhasználása az acélgyártásban.** Hutnik (Praha), 1959. február, 41—44. old.

Erdmann—Jesnitzer, F.—Dehnke, W.: **A foszfor lassító hatása az öregedésre lágyacélok alakítása után.** Hutnik (Katowice), 1959. január, 1—8. old.

Weisz, M.—Cazaud, R.: **A bemetszések hatása az acél szilárdságára váltakozó igénybevétel alatt. A hőmérséklet hatása.** Revue de Métallurgie, 1959. március, 299—310. old.

Elektroacél nitrogéntartalmával kapcsolatos francia és belga kutatások. Iron and Coal Trades Review, 1959. március 27., 733—735. old.

Shanahan, C. E. S.: **Gázok a vasban és az acélban.** Iron and Coal Trades Review, 1959. április 10., 845—851. old.

Először a gázok hatását, majd meghatározásuk módszereit ismerteti.

Wozniak, J.—Kodrie, L. stb.: **Az összetétel hatása a mágnesesen lágy acélok mágneses tulajdonságaira.** Hutnické Listy, 1959. február, 93—98. old.

Petrenko, A. G.—Kurtova, L. A. stb.: **Hidegen hengerelt transzformátoracél mágneses tulajdonságainak egyenetlensége.** Sztal', 1959. március, 267—268. old.

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1535 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084

48818 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V.; Vadász utca 16. (Felelős: Povárny Jenő)

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál

Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 93.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

KOHÁSZATI lapok

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

9. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 9. SZ. 389—436 OLD. BUDAPEST, 1959. SZEPTEMBER

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

TARTALOM

Pilissy Lajos: Ólom-kalcium ötvözetek előállítása 389
Répási Gellért: Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium-Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról .. 393
Szeghegyi Árpád: Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása 397
Laár Tibor: A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére 402
Egyesületi hír 406
Vécsey Béla—Visnyovszky László: Ferrokróm és ferromangán nitridesítése 407
Műszaki eseménynaptár 409
Cser Arisztid: Széntégla 410
Dr. Vajk Árpád 414
Pesti György: A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészleg üzemi eredményeinek vizsgálata 415
Róna Vilmos: Feketekőszenek kémiai szerkezetének vizsgálata 423
Technológia 427
Kis István: A fekete kőszénkátrányból előállítható termékek felhasználási területe és a kőszénkátrány feldolgozásának jelentősége .. 428
Tettamanti Jenő 431
Hibaigazítás 431
Műszaki és gazdasági hírek 432
A magyar kohászati műszaki dolgozók I. nyári szabadegyeteme .. 433
Egyetemi hírek 433
Fémkohászati folyóiratfigyelő 434
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók havi termelése 1958. év harmadik negyedévében 435

ÖNTÖDE:

Szpaszkij A. G.—Klagina N. Sz.: Nemfémes zárványok eltávolítása alumíniumötvözetekből szűréssel 197
Schiegner Hermann: Műgyanták használata a mintakészítésben .. 200
Rabinovics B. V.: Vasöntvények szűkített beömlőrendszerei 203
Varga Ferenc—Wortmann Frigyes: A forrószeles kupoló és gazdaságossága 209
Buzánszky Albin: Könnyűfém dugattyúk hőkezelésének üzemi tapasztalatai 215
Egyesületi hírek 216
Réti Károly—Németh Pál: Az öntödei homokok szilárdságát mérő készülékek ellenőrzése 217
Zsák Viktor: A középkori harangöntés 218

MEGJELENIK HAVONKÉNT

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144.— Ft. Egyesületi tagoknak: 96.— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA
XIV. évfolyam (XCII) **9. szám** 1959. szeptember

Ólom-kalcium ötvözetek előállítása

PILISSY LAJOS, okl. kohómérnök

DK: 669.45.891

Производство сплавов свинца-кальция

Herstellung von Pb—Ca Legierungen

Producing Pb-Ca alloys

Az ólmot, ha azt nem elektrolitikus úton állították elő, szükségszerűen ma már szinte kizárólag alkáli fémek, vagy alkáli földfémek adagolásával bizmuttalanítják. Ezek közül a legközismertebb és legelterjedtebb eljárás a *Betterton—Kroll*-féle, melynek több változata és tökéletesített válfaja van. Ezek mindegyikének közös jellemzője, hogy a magnéziumot színalakban, ritkábban ólom-magnézium ötvözet alakjában, a kalciumot mindig ólom-kalcium ötvözetek alakjában (általában 2—3% kalciumtartalommal) adagolják a bizmuttalanítandó ólomba. Mivel hazai ólomüzemeinkben mind gyakrabban felmerül a bizmuttalanítás szükségessége, azért foglalkoztunk az 1956—57-es években, a Fémipari Kutató Intézetben ezzel a raffinálási módszerrel is. A *Betterton—Kroll*-féle bizmuttalanításhoz azonban ólom-kalcium segédötvözetre van szükség. Először ennek előállításmódját kellett tanulmányozni, mivel a gyártás-technológiájáról eddig nem rendelkeztünk semminemű hazai tapasztalattal.

Az idevonatkozó irodalom igen kevés számú [5], [6] és szűkszavú, általában a technológia legalapvetőbb adatait sem közli. Az ólom-kalcium segédötvözet előállítása jelentős gondot okoz a kalciumnak a levegő oxigénjéhez, sőt még a nitrogénhez való nagy vegyrokonsága miatt is. Az ólom-kalcium ötvözetek előállítására az alábbi lehetőségek nyílnak :

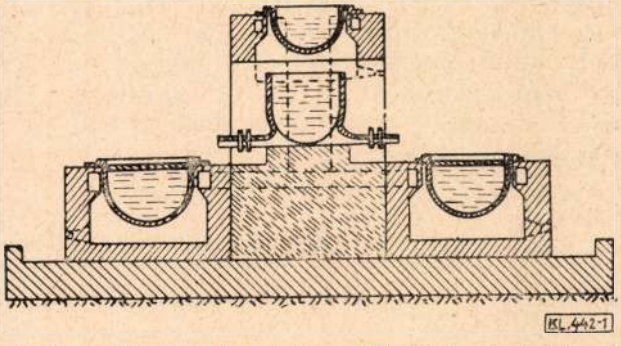
a) Fémkalcium ötvözése olvadt ólomba. Ehhez az eljáráshoz az ólmot igen erősen túl kell hevíteni, mert a kalcium olvadáspontja az óloméhoz képest igen nagy (850 C°) és mert a kalcium kisebb hőmérsékleten rosszul oldódik az ólomban. A 850 C°-on az ólom már erősen oxidálódik, de ugyanakkor nagy kalciumleégéssel is kell számolni.

b) Ólom-kalcium ötvözetek közvetlenül előállíthatók tűzfolyós elektrolízissel is, ahol katódul olvadt ólom szolgál. A levált kalcium rögtön ötvöződik az olvadt ólommal. Ezzel a módszerrel dolgoznak az USA több ólomkohójában és Bitterfeldben. Ennek az előállítási módnak fő nehézsége a tökéletesen víztelenített $CaCl_2$ termelése. A sok különleges berendezés szükségessége és a folyamat bonyolultsága miatt e módszerrel való foglalkozástól eltekintettünk [1], [9].

c) További gyártási lehetőség szerint az ólmot üstben olvasztva 380—420 C°-ig hevítik, majd fémes nátriumot tartalmazó üstbe folyatják. A kapott ólom-nátrium ötvözetet gondosan bekeverik egy harmadik üstben levő olvadt kalciumkloridba (1. ábra). A kiszorításos reakció szerint a nátrium vegyül a $CaCl_2$ klórtartalmával, a felszabaduló kalcium pedig az ólommal ötvöződik a következő egyenlet szerint :

$$Pb + CaCl_2 + 2\,Na \rightleftarrows 2\,NaCl + Ca + Pb$$

Ezt az eljárást nevezzük nátriumtermikus módszernek. Ez szélesen elterjedt a Szovjetunió ólomkohóiban. Ezzel az eljárással 2,5—3,0% kalcium mellett 1,0—1,5% nátriumot is tartalmazó ötvözetet nyernek, amelyet 1—1,2 kg súlyú tömbökké öntenek [1], [9]. Hazánkban nátriumfémet nem állítanak elő, ez különben is drága, ezért ez az eljárás szerintünk itthon aligha jöhet számításba.



1. ábra. Ólom-kalcium-ötvözet előállításának sémája nátriumtermikus módszerrel
1 = ólom, 2 = nátrium, 3 = $CaCl_2$, 4 = kettős ötvözet, 5 = ólom-kalcium-ötvözet

d) A *Kroll*-eljárás szerint 871 C°-on ólom és abba adagolt CaC_2 közt a következő vegyfolyamat megy végbe :

$$CaC_2 + 3\,Pb = Pb_3Ca + 2\,C$$

A karbid bomlásáról — mint ezt sokan feltételezik — ezen a hőmérsékleten még szó sem lehet. Ezzel a módszerrel az irodalom szerint a karbid kalciumtartalmának 50—75%-a az ötvözetbe vihető. Ebben a munkamódban nehézséget az aránylag nagy munkahőmérséklet jelent. Ugyanis ilyen hőfokon a keletkező PbO reagál az üst anyagával és ezt a fémfürdő szintjének magasságában a következő vegyegyenlet szerint kimarja :

$$PbO + Fe = FeO + Pb$$

A segédötvözet előállításának karbidos módszerét használják a legelterjedtebben, pl. Lengyelországban, Jugoszláviában, Olaszországban, Nyugat-Németországban és az USA-ban. Most kezd elterjedni a Szovjetunió ólomkohóiban [1] ,[2], [9]. Mivel ehhez az eljáráshoz hazai alapanyagok állnak rendelkezésünkre, elhatároztuk, hogy a módszert megvizsgáljuk.

e) A *Marinescu* eljárás [10] szerint $CaCl_2$—CaO—NaCl sóolvadékból lángkemencében aluminiummal redukálják ki a kalciumot, amikor az előbbi keveréket az olvadt ólomba juttatják.

1. Saját kísérletek

a) Vákuumos módszer

Először a közvetlen fémbeötvözési eljárásnak egy általunk elképzelt újszerű változatát kíséreltük meg. Elgondolásunk lényege az, hogy a mészkő aluminotermikus színítésekor felszabaduló kalciumgőzöket a kondenzátorba helyezett megolvadt ólommal nyeletjük el. Erre a lehetőségre *Sztrelec* és társai Magnéziumkohászat c. könyvükben — igen szűkszavúan — utalnak [3]. Feltevésünk az volt, hogy ezt az elvet fel lehet használni, nemcsak ólom-magnézium, hanem ólom-kalcium ötvözetek minden utólagos ötvözési és kezelési eljárás mellőzésével, egy lépésben való előállítására is. Mivel a folyamat vákuumkemencében megy végbe, itt a kalcium nem oxidálódhat az ólomba való beötvöződés során, tehát az eljárásnak a legideálisabb fémkihozatallal kellene dolgoznia.

Gőzelnyeletéses kísérleteinket szilitpálca-fűtésű, állóretortás laboratóriumi vákuumkemencében végeztük. A kondenzátorba szilárd állapotban forgács alakban ólmot helyeztünk. Az ólom a kondenzátortér hőmérsékletén beolvadt. Ellenőrző hőmérsékletméréseink szerint a tér hőmérséklete 370—380 C° volt. A színítőtérben azonban csak legfeljebb 1095 C°-os fűtőtér hőmérsékletet tudtunk elérni. Ezért 3—4 órás színítési idő után az ólomban kalciumot — nyilván az elégtelen Ca színülés miatt — egyetlen alkalommal sem sikerült kimutatnunk.

b) Fémes kalcium beötvözése ólomba

Foglalkoztunk laboratóriumi méretű, közvetlen kalciumötvözésekkel is. Ezeknél különböző hőfokon különböző mennyiségű forgács, vagy darabos alakú fémes kalciumot adtunk be az előzetesen lefölzékelt ólomfürdőbe merítőharang segítségével.

A forgácsalakú kalcium nagy felülete miatt, a leggyorsabb harangbemerítés mellett is elkerülhetetlen volt a kalcium egy részének begyulladása és elégése. E begyulladást nagy lángjelenség, pukkanás és az ólom kifröccsenése kísérte. E jelenség nagyobb hőfokon még fokozódott. Ezután a nagy kalciumleégés csökkentésére forgács helyett tömbalakú kalciumból levágott szeleteket adagoltunk. E kísérletek alkalmával, a harang bemerítésekor a lángjelenség és fröccsenés elmaradt. Ellenben a beadagolt kalciummennyiségtől függően a bemerítés után 1—2 perccel később lángjelenség és fröccsenés volt észlelhető. Nyilvánvalóan ez akkor jelentkezett, amikor a feloldódott kalcium egy része a fürdő felszínére emelkedve levegővel érintkezett.

A kalciumkihozatal nagyjából a beadott kalcium mennyiségétől függetlenül a növekvő hőmérséklettel romlik, amint ez várható is volt. A forgács és darabos alakban beadott kalcium leégése között nem látszott lényegesebb különbség. Ezek alatt a kísérletek alatt az ólomfürdő felszínére takarószert nem adagoltunk. Mind a forgáccsal, mind a darabos kalciummal való ötvözéssel az ólomfürdőn nagy mennyiségű fölzék keletkezett. A végzett kísérletek eredményei az 1. táblázatban láthatók. Az olvadékot általában a kalcium bevitele után 5 perccel öntöttük ki.

1. táblázat

Kalcium beötvözés takarószer nélkül (ólombetét súlya = 2,5 kg)

Hőfok, C°	600	700	750	700		750		800	
Beadagolt Ca-tartalom, %	0,1	0,1	0,1	0,10	0,20	0,20	0,30	0,20	1,00
Kinyert Ca-tartalom, %	0,065; 0,075	0,080; 0,086	0,050; 0,070	0,08	0,13	0,08; 0,12	0,20	0,094	0,51
Beadagolt Ca alakja	forgács			darabos					
Kifröccsent ólommennyiség	Nem mértük								

2. táblázat

Kalcium beötvözés takarószer alatt

Hőfok, C°	800	850	900	1000	900			910	950	1080	1100
Beadagolt Ca-tartalom, %	1,0	1,0	1,0	2,0	3,20	4,80	5,50	6,33	5,15	6,07	4,75
Kinyert Ca-tartalom, %	0,13	ny.	0,36	0,53	1,4	3,40	4,50	6,26	4,50	6,34	4,50
Beadagolt Ca alakja	Darabos			Darabos	Darabos						
Takarószer	$CaCl_2$			$CaCl_2$ + faszén	Faszéndara						
Kifröccsent ólom mennyisége, %	35	1	12,5	—	18,2	24,8	20,5	53,3	35,3	55	—
Ólombetét súlya, kg	3,0			3,0	6,0						

A fémbeötvözési kísérleteink eddigi sikertelenségét annak tulajdonítottuk, hogy a kalcium olvadt állapotban levegővel érintkezve részben elégett és egyben a fröccsenés miatt ólomveszteséget okozott, főleg nagyobb mennyiségű kalcium beadásakor. Ezért takarószerről kellett gondoskodni. Takarószerül először az irodalom alapján kalciumkloridot választottunk [1]. A kalciumklorid olvadáspontja 770 C°. E takarószerrel végzett kísérletek eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Kísérleteinkhez víztelenített ipari kalciumkloridot használtunk, amelyet exszikkátor töltés céljára gyártanak.

A takarósó az ólomfürdő felületén beolvadva kb. 1—5 cm-es rétegben helyezkedett el. A kalciumnak merítőharanggal való beadagolása után 1—2 másodperccel, a takarósó ellenére erős fröccsenés, lángolás volt észlelhető. A $CaCl_2$ takaróréteg beötvözés után állandóan sercegett és rajta apró kis sárga lángocskák voltak észlelhetők, a valószínű kalciumkiégés jeleként. A takarósóra fasződarát szórva a jelenség megszűnt. Okának kiderítésével nem foglalkoztunk. A kiöntött ólom pár tized százalék kalcium beötvöződésével újszerű kinézetű, fémes csengésű, szívós, de eltörhető. Törete fehéres, csillogó, egészen más, mint a tiszta ólomé.

A fasződarával végzett megfigyelés vitt bennünket arra a gondolatra, hogy az ólmot ne $CaCl_2$-vel, hanem egyedül faszénnel fedjük. A faszéntakaró alatt végzett ötvözéskor észlelt jelenségek megfeleltek várakozásunknak. Mindamellett, hogy ily nagy mennyiségű kalciumot még sohasem adtunk be ólomba, az eddiginél lényegesen kisebb lángolás és fröccsenés volt észlelhető. A merítőharang szárára szerelt fedőlap bemerítéskor ráült a tégely peremére és ezzel csökkentette a túl erős kifröccsenést. 1,4% kalciumtartalom mellett a kiöntött tuskó felülete szürke oxidhártyával borított, hidegfolyásos. Töréskor eléggé rideg.

Még nagyobb kalciumbevitel mellett az öntödét ötvözés után sűrű fehér füst borította, ami a kalciumégésből származott. A kihűlt tuskót fehéres kéreg borította, ugyanígy a többi következő kísérlet alkalmával is. Az ötvözet rideg volt.

Az utolsó 6 kísérlet során beötvözés után a tégelyt kivettük a kemencéből és szabad levegőn állva kb. 500—600 C°-ig hűlni hagytuk s csak akkor öntöttük ki az ötvözetet. A fémet a tégelyben mindig nemfémes szilárd kéreg borította, melyet öntéskor át kellett törni. A fém kiöntésekor pattogott, felszínén apró lángocskák jelentek meg. 6,33%-nyi kalciumot adagolva kiöntés után a tuskó kockái közepükön dagadni kezdtek. E hólyagokat felszúrva, kis lángocskák csaptak ki a kalciumgőzök kiégésének jeléül. E tuskók törete már nem fehéres, hanem egészen sötétszürke csillogású, apró gázhólyagokkal telehintve. A kapott ötvözet annyira rideg, hogy az adagszám beütésétől széttört.

Az ismertetett kísérletekből megállapítható, hogy takarószer nélkül és ipari, tehát tökéletesen nem víztelenített $CaCl_2$ takarósó alatt nem lehet néhány tized százaléknál több kalciumot az ólomba beötvözni, mert a levegő oxigénje, illetve a fedősó nedvessége oxidálja a kalciumot.

Faszéntakaró alatt 900—1000 C°-on több százaléknyi kalcium ötvözhető be az ólomba. A kalciumkihozatal ekkor átlagban 40—60%. Ennek és az előző lehetőségeknek hátránya a nagy mennyiségű ólom kifröccsenése, ami azonban megfelelő kemence kialakításával megakadályozható. Ugyancsak hátrány a jelentékeny kalciumleégés.

c) Karbidotermikus kísérletek

A karbidotermikus módszer vizsgálata során először „vakpróbákat" csináltunk, vagyis azt vizsgáltuk, hogy a kalciumkarbid alumínium nélkül mennyire képes kalciumtartalmát átadni az ólomnak. Kalcium bevitelére jó minőségű, kis CaO-tartalmú, 290 literes jugoszláv kalciumkarbidot használtunk. A karbid adalék számításakor mindig 50%-os kalciumkihozatalt tételeztünk fel. A felhasznált ólom 99,9—99,99% tisztaságú és kalciummentes volt. E kísérletek jellemző adatait a 3. táblázatban foglaltuk össze. A kalciumkarbidot merítőharanggal lenyomva tartottuk a fürdőben.

Mint az elvégzett kísérletekből látható 800—900 C° között alumínium adalék nélkül karbidból vagy egyáltalában nem lehetséges kalciumot beötvözni az ólomba, vagy legfeljebb csak igen kis mennyiségben.

A karbidotermikus eljárás egyik változatát *Betterton* dolgozta ki [1]. Az eljárás a következő:

3. táblázat

Kalcium bevitel karbiddal alumínium nélkül

Hőmérséklet, C°	800	850	870	800	850	900	800	800
Elméletileg bevitt kalciumtartalom %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,65	1,20
Elemzett kalciumtartalom az ólomban, %	ny.	ny.	ny.	ny.	ny.	ny.	0,03	0,10
Ólombetét, kg	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0
Merítőharang bemártásának időtartama	1—2 perc			5 perc	10 perc		3 óra	4,óra
Takarószer	Nem volt			Nem volt			$CaCl_2$	$CaCl_2$

Borsónagyságú karbidot dobnak az ólmot és olvadt $CaCl_2$-NaCl-keveréket tartalmazó üstbe. A konyhasó mennyisége a sókeverékben kicsi, szerepe a $CaCl_2$ olvadáspontjának csökkentése és ezáltal az üst védelme. A műveletet 750 C°-on végzik, 200-as keverő fordulatszámmal 6—10 órán keresztül. A keverő felszakítja a karbidot burkoló CaO-hártyát, amely akadályozza az ólom és karbid érintkezését, ugyanakkor a $CaCl_2$ pedig oldatba viszi a CaO-t. A fedősó fogyasztás 1,7 kg az ötvözetben lévő kalcium kg-jaként. A sónak ólommentesnek kell lennie. Az olvasztott $CaCl_2$ még tartalmaz kevés vizet, ezt a karbid kiűzi belőle acetilén fejlődés közben. A kalciumkihozatal 75%-os lehet.

A karbidszükségletet *Betterton* eljárása nem adja meg, ezt *Rolandi* [4] cikkéből vettük. Szerinte 1000 kg ólomra 80 kg karbid kell. Ehhez 1,7-szeres takarósó mennyiséget adagol. *Betterton* eljárása ugyancsak nem adja meg ennek a takarósónak NaCl-tartalmát. A leírás szerint azonban sok nem lehet, mert akkor az ötvözetbe állítólag nátriumfém is bevándorol. A kísérleteinknél 20% konyhasó tartalmat választottunk, mert ily arányú sókeveréknek 720 C° az olvadáspontja [5], ami kisebb a tervezett 750 C°-os munkahőmérsékletnél. A *Betterton*-féle karbidos eljárást *Siegens* módosította. $CaCl_2$-CaF_2-ből álló fedősót használ, melynek pontos összetételét azonban *Mantell—Hardy* [1] nem adja meg.

A sóhoz 1% alumíniumot kever. Az ólomba beadott kalcium kg-jaként 2,5 kg a fedősó fogyasztás. Az ötvözetkészítés időtartama 3—4 óra. A fedősókeverék összetétele 12% CaF_2 és 88% $CaCl_2$ a szabadalomnak a Chemical Abstracts 1943-as évfolyamában megtalált 339. o. kivonata szerint. E sókeverék olvadáspontja kereken 700 C° [5]. Mennyisége 2,4-szerese a karbiddal bevitt elméleti kalciumtartalomnak. Azonban egyik forrás sem adja meg sem a keverő fordulatszámát, sem a műveletkor fennállott hőmérsékletet.

Az itt ismertetett karbidotermikus módszereket félüzemi méretű üstkemencénkben [6] megvizsgáltuk. Kísérleteink műszaki adatait a 4. táblázat tartalmazza.

A jugoszláv karbidot kalapáccsal való előtörés után kis pofásmalomban törtük borsónagyságúvá. Az ötvözéshez felhasznált raffinált ólom kalciummentes volt és 99,9% tisztaságú. Az olvadt ólomra adagolt $CaCl_2$ — víztartalma következtében — erős fröccsenés közben olvadt be. Ha ennek szűnte után a sóolvadékba karbidot adtunk be, akkor — acetiléngáz keletkezése folytán — sárga kormozó láng jelentkezett, mely a sófürdőt erősen felfújta olyannyira, hogy ennek egy része többször kifutott az üstből.

Minél vastagabb volt a só-karbid réteg az ólomolvadék felszínén, a keverés annál nehezebbé vált, másrészt a sóolvadék hőszigetelő hatása miatt a sóolvadék felszíne megkérgesedett, amit vasrúddal kellett betörni.

Mivel részben *Betterton*, részben *Rolandi* előírásai szerint végzett 1. kísérletünkben a $CaCl_2$-olvadék maradék nedvessége miatt nem kaptunk az ólomban érdemleges mennyiségű kalciumot (0,1%-ot 5,0% helyett), ezért 2. kísérletünkben e sókeveréket elhagytuk és helyette száraz faszéndarát használtunk takarószerül. Erre a gondolatra az vezetett bennünket, hogy a fémes kalciummal végzett beötvözési kísérleteinkben kitűnő eredményeket kaptunk.

A karbidot sok apróbb részletben adagoltuk be úgy, hogy rá mindig faszéndarát rétegeztünk.

4. táblázat

Karbidotermikus kísérletek

Kísérlet sorszáma	1.	2.	3.	4.
Módszer	Betteron—Rolandi	Módosított Betterton	Betterton—Siegens	Siegens—Maslanka
Ólom mennyisége, kg	125	90	94	80
Beadagolt kalcium-karbid összmennyisége, kg	4,0	7,2	8,64	7,7
Fedősó alkotók mennyisége, kg: $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$	3,5	—	11,88	7,63
NaCl	1,3	—	—	—
CaF_2	—	—	1,62	1,04
Faszén	—	kb. 2	—	NH_4Cl = 7,6
Alumínium mennyisége, kg	—	—	0,14	0,12
Hőmérséklet, C°	800	750—850	700—850	600—800
Keverő fordulatszáma	300	395	395	395
Keverés összidőtartama, óra	7	16	9	4
Az ólom kalciumtartalma, %	0,1	∅	0,015	0,78

Karbid beadásakor most is erős sárga lángolás volt megfigyelhető, ami azonban gyorsan kilobbant.

Azonban ez az elképzelésünk sem hozta meg a kívánt eredményt, aminek az lehetett az oka, hogy a fasződara keverés közben nem tudta elég hatékonyan védeni a fürdőt a kalcium kiégés ellen. Az eddig használt keverékekből hiányzott az alumínium adalék.

Ezért a 3. kísérletben megvizsgáltuk *Siegens* által módosított eljárást, mely alumíniumot is használ.

A sókeverék 1%-át kitevő alumíniumot poralakban adtuk be. Ezzel az eljárással azt az érdekes jelenséget tapasztaltuk, hogy már 1—2 órás keverés után a kivett ólomminta rideg és szemcsézete durva, kalciumtartalma 1 órás keverés után 0,3%, 3 órás keverés után 0,5%. Ez után azonban a több részletben beadott $CaCl_2$ víztartalma teljesen kioxidálta az ólomból a kalciumot. Ez a kísérlet teljes világossággal megmutatta azt a tényt — amit az eddig tárgyalt irodalom meg sem említett, vagy éppen még víztartalmú anyagokat is ajánlott —, hogy csakis előzetesen, tökéletesen víztelenített $CaCl_2$-vel lehet eredményt remélni. *(Folytatjuk)*

Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium-Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról[1]

RÉPÁSI GELLÉRT, okl. kohómérnök

DK: 669.18

Глазами сталеплавильщика на люксембургских международных металлургических днях

Als Stahlfachman an den internationalen metallurgischen Tagungen in Belgium und Luxemburg

With a steelmakers eye on the international metallurgical days at Belgium and Luxemburg

A Belgium—Luxemburgi Nemzetközi Kohászati Napok jelentőségét abban lehetne összefoglalni, hogy széleskörű, tudományos és gazdasági áttekintést adott az acélgyártás jelenlegi általános helyzetéről, a nemzetközi színvonaláról, és a fejlődés várható irányairól. Az elhangzott előadások részletes ismertetése helyett, csakis azokat a fontosabb, főleg elvi kérdéseket igyekszem összefoglalni, mely bennünket magyar acélgyártókat közelről érdekelnek. Megkísérlem azt is, hogy esetenként rámutassak azokra az okokra, melyek a fejlődést egyik, vagy másik irányban előidézték.

A jelenlegi acélgyártó eljárások 4 fő csoportra oszthatók :

1. a SM-eljárásra,
2. a hagyományos szélfrissítő-eljárásokra,
3. az oxigénes acélgyártásra és az
4. elektroacélgyártásra.

Az acélgyártó berendezések között legelterjedtebb a SM-kemence, mert a világ acéltermelésének több, mint 80%-a SM-acél. Az újonnan kifejlesztett szélfrissítő eljárások, valamint a hagyományos konverteres eljárás tökéletesítésében elért eredmények a SM-kemence jelenlegi egyeduralmát erősen veszélyeztetik. Annak okát, hogy a SM-kemence ma is a fő acéltermelő berendezés maradt, *Lightner, MW.* és *Bride, D. L. Mc.* a következőkkel magyarázták : [1]

„A Martin-eljárással a betétben 83% mennyiségig lehet nyersvasat feldolgozni, ami lehetővé teszi a vásárolt ócskavas árától és annak minőségétől független acélgyártást. A Martin-eljárásnak a legkülönbözőbb minőségű acélok termelése terén tapasztalható rugalmasságát sem tudta eddig egyetlen ismert eljárás elérni".

Ehhez járul még a metallurgiai folyamatok ellenőrzésének pontosabb lehetősége és a nagyobb betétsúly adta előny, *az acél minőségének egyenletessége*. A SM-kemencében az acél P- és N-tartalma kisebb értéken tartható. A Martin-eljárással mindenfajta nyersvas feldolgozható, míg a szélfrissítő-eljárásokról ezt még nem mondhatják el — legalábbis anélkül nem, hogy a szélfrissítő-eljárás legfőbb előnye, *a nagy termelékenysége* erősen ne csökkenne.

A szélfrissítő acélgyártó eljárás fő előnyei :

1. a nagy termelékenység,
2. a kis beruházási költség,
3. a kisebb fajlagos helyszükséglet és
4. a hengermű egyenletesebb kiszolgálása.

Világos, hogy ezek az előnyök, a SM-acélműveket a Martin-kemence jelenlegi termelékenységének, beruházási költségeinek stb. csökkentésére ösztönzik. A szélfrissítő-eljárások hívei pedig az említett előnyök mellett, a SM-kemence előnyeit akarják elérni.

Előadásom két fő részből fog állni. Az első részben az SM-acélgyártással, a második részben pedig a szélfrissítő-acélgyártással, főként az oxigéndúsítással és a tiszta oxigénes-acélgyártással elért eredményeket, vagy elérni szándékozott célokat foglalom össze.

A SM-acélgyártás fejlesztésének lehetőségei

A SM-eljárás termelékenysége messze elmarad a konverterek termelékenysége mögött, de bizonyos, hogy a termelékenység felső határát még korántsem érte el. Egy 45 tonnás konverter egy órára eső termelése kétszer akkora (55 t/ó), mint egy 250—350 t-s Martin-kemencéé [2]. Ezért a SM-acél-

[1] Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületben 1958. november 11-én elhangzott előadás.

gyártásban a fő törekvés a minőségi előnyök megtartása mellett, a termelékenység növelésére irányul.

A termelékenység növelésére vezető módszereket 4 fő csoportra lehet osztani :

a) a betétsúly növelésére,

b) a tüzelés intenzitásának emelésére,

c) a SM-kemencében végzendő metallurgiai munka csökkentésére és

d) a kemencekihasználási fok növelésére.

Kísérleteket végeztek ezen kívül az öntőcsarnoki munka egyszerűsítésére, főleg a folyamatos és gyors öntés általános bevezetésére.

a) A betétsúly növelése

SM-kemence betétsúlyának növelésével ma már a 400 t-s kemence standard típusnak tekinthető, sőt a Szovjetunióban 700 t-s kemencét is terveznek. A betétsúly növelése azonban bizonyos határon túl nem minden szempontból előnyös. A 250—300 tonnás egyedi üstadag az épületen igen költséges vasszerkezetet és darukat követel meg, ami a beruházási költségeket és a berakást drágítja. Ezen kívül a SM-kemence adagideje jelenleg nem szabályozható olyan pontosan, mint a konverteré és a rotoré, vagy az elektrokemencéé, és ezért egyes időszakokban az öntőcsarnok jelentős túlterhelése következik be. Ezen az öntőcsarnok túlméretezésével kell segíteni. Ugyanez vonatkozik a mélykemence-csarnokra is.

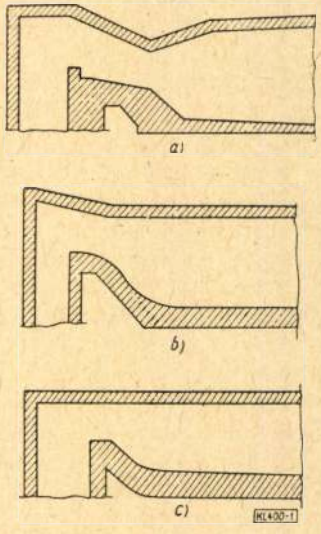
A meglevő SM-kemencék betétsúlyának növelése ma is járható út. Az USA-ban 1948-ban a folyékony betéttel dolgozó Martin-kemencék száma 754 volt, 1957-ben 757. Gyakorlatilag a kemencék számának változása nélkül az évi kapacitás $74{,}72 \cdot 10^6$ -ról $108{,}25 \cdot 10^6$ tonnára növekedett. Az átlagos betétsúlyt 141 t-ról 196 t-ra növelték. Ebből a $33{,}53 \cdot 10^6$ tonnás termelésnövekedésből 8 új üzemre 11,3 millió, 14 megnagyobbított üzemre 4,4 millió és a változatlan régi üzemekre 17,75 millió tonna jut, azaz a termelésnövekedésnek több mint a fele a meglevő üzemekre esik, éspedig az átlagos betétsúly növekedéséből származik [1]. Az átlagos adagidő nem sokat változott ugyan, de részben a betétsúly növelése, részben pedig szervezési, tüzeléstechnikai intézkedések és a kemence tartósság növelése következtében a fajlagos teljesítmény erősen megnőtt.

Ennek a hatalmas teljesítménynövekedésnek alapfeltétele volt a nagy fűtőértékű, nagy nyomású hideggázzal való tüzelés bevezetése. A földgáz és kokszgáz használata az olajjal és előmelegített gázzal való fűtés helyett magával hozta a kemenceszerkezet jelentős egyszerűsítését. Ilyen tüzelés mellett az eddigi felszálló méretek nemcsak feleslegesnek, de több szempontból egyenesen károsnak bizonyultak (téglafogyasztás, rosszabb égésfeltételek). A kettős felszállót az egyfelszállós rendszer váltotta fel. A felszálló alapkerületének 16-42%-os csökkentése vált lehetővé, ez viszont a fürdőfelület 25-30%-os, majd ez a betétsúly növelésére, többnyire megkétszereződésére vezetett. Igen jellemző adat, hogy a régi típusú kemence összes alapterületének (ezen a küszöbszinten a téglafalazat által határolt területet értjük) a fürdőfelület csak 50%-át, az új típussal viszont 65%-át tette ki. Az 1 m^2 felszálló alapterületre eső hőterhelés a régi szerkezettel $2{,}3 \cdot 10^6$ kal/m^2, az újjal pedig $4 \cdot 10^6$ kal/m^2 [1].

Ezek a számok a Dunai Vasműben pl. a következő változásokat okoznák. Ma a III. és IV. sz. fél-Venturi típusú kemencében a fürdőfelület az összes alapterületnek csak 36%-át teszi ki. Ha a felszállót úgy megszűkítenénk, hogy annak hőterhelése $4 \cdot 10^6$ kal/m^2 legyen, akkor a jelenleg 140 m^2 összes alapterületen egy felszállóval 75-80 m^2 fürdőfelület, 2 felszállóval pedig 65-70 m^2 állna rendelkezésre. A fél-Venturi típusú kemencék jelenlegi összes alapterületén tehát nagynyomású hideggázzal való fűtéssel legalább is 250—300 t-s kemence építhető.

A II. sz. März típusú kemence e szempontból sokkal korszerűbb és jobb konstrukciónak tekinthető. Itt a felszállók jelenlegi max. hőterhelése $4 \cdot 10^6$ kal/m^2, de az alapterület még itt is kihasználatlan, mert a fürdőfelület az összes területnek csak 43%-át teszi ki.

A korszerű hideggáztüzelésű kemence és a régi típus között a különbségeket az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A regeneratív tüzelésű SM-kemencék tűzfejszerkezetének fejlődése

a) félventuri típusú kemence tűzfeje (1925), *b)* módosított Port Roof tűzfej (1950), *c)* Box Car boltozat és tűzfej (1958)

Egy rövid kitéréssel az elmondott tények gazdasági jelentőségét a mi körülményeinkre vonatkoztatom. Hangsúlyozom, hogy az idevonatkozó összes szempontokat nem vehettem figyelembe.

Amikor esetleg a Dunai Vasmű acéltermelési kapacitásának a 4 kemencés üzemre tervezett 450 000 t-s termelésének továbbfejlesztéséről lesz szó, nem lehet figyelmen kívül hagyni az elmondottakból levonható következtetéseket, éspedig :

1. A korszerű, nagynyomású, hideg kokszgáz tüzelésű és a jelenlegi alapterületen építhető min. 250-300 t-s kemencék évi teljesítménye 700-800 ezer t-ra becsülhető.

2. A 700-800 ezer t termelésre való átépítés költségei nyilvánvalóan sokkal kisebbek, mint egy új LD-acélmű beruházási költségei.

3. Ettől eltekintve, ha csak a nagyobb felszálló méret okozta bázikus tégla fogyasztás többletet veszem számításba, az maga legalábbis 2 kg/t-t tesz ki.

b) A tüzelés intenzitásának növelése

A betétsúly növelésével elérhető előnyökhöz képest sokkal bonyolultabb a termelékenység növelésére vezető másik út, a tüzelés intenzitásának növelése. A régi Martin-kemencék hőterhelésének 10-50%-ig terjedő növelése gazdaságosnak bizonyult [4], de súlyos hőátadási és tűzállóanyag problémákat vetett fel. Bebizonyosodott, hogy az a feltevés, miszerint a kemence csak bizonyos optimális hőmennyiséggel terhelhető, a folyékony tüzelőanyaggal, vagy nagy fűtőértékű gázokkal fűtött korszerű kemencékre nem érvényes [3], vagyis a hőterhelés növelése a teljesítményt a kalóriafogyasztás növelése nélkül is növelheti. A tüzelés intenzitásának növelése azonban nem azt jelenti, hogy egyszerűen jobban kinyitjuk a gáz-, vagy olajcsapot, hanem a hőátadás és tűzállóanyag kérdések pontosabb vizsgálatát is. A tűztérben és a rácsokban fellépő nagyobb hőmérséklet a tűzállóanyag gyors tönkremenetelét vonja maga után. A hőterhelés, csakis a hőátadás hatásfokának egyidejű javítása mellett növelhető.

A kemencében az időegység alatt nagyobb hőmennyiséget fejleszteni aránylag egyszerű feladat. Ehhez vezető legcélszerűbb utak: az időegység alatt elégetett tüzelőanyag mennyiségének növelése, és a levegő oxigénben való dúsítása. Az előbbieknek a már meglévő kemencékben a berendezések és a rácsok kapacitása szab határt, az utóbbinak azonban nem. Ellenkezőleg, minél kevesebb nitrogént tartalmazó levegővel tüzelünk, annál kevésbé szükséges a levegő előmelegítése. A Szovjetunióban és Németországban kísérleteket [5] végeznek 100% O_2-nel való tüzeléssel [3]. A kisebb mértékű dúsítás pedig fokozatosan általános gyakorlattá válik abban az ütemben, ahogyan az oxigén előállítási költségei csökkennek. Elmondható, hogy a levegő dúsítása oxigénben a SM-acélgyártásban polgárjogot nyert, miután a vele kapcsolatos tűzállóanyag problémák nagyrészt megoldódtak, éspedig a rácstéglákra nézve teljesen. Itt a nagy Al_2O_3 tartalmú, vagy a bázikus téglák nagy füstgázhőmérséklet mellett is tartósak. A boltozatra és oldalfalakra azonban ez a kérdés még nem tekinthető megoldottnak. Az O_2 szélesebb körű használatának alapfeltétele még ma is az O_2 árának csökkentése. Az O_2 világpiaci árának 12—15 $-ra, sőt az ipari O_2 árának 5 $-ra való csökkenése [1] mind a szélfrissítő-eljárások, mind a SM-acélgyártás számára fontos. Míg azonban a szélfrissítő-eljárások főleg metallurgiai tisztaságú, (azaz 99%-nál nagyobb) O_2-nel érnek el megfelelő eredményt, lévén az acél N_2-tartalma az O_2 tisztaságával szoros összefüggésben, addig a Martin-üzem számára az ipari tisztaságú O_2 is megfelel. Az áramköltségek várható esése miatt a O_2 árának csökkenése is várható. Viszont az USA Atomenergia Bizottságának számításai szerint csak 1975-ig lehet a kőolaj jelenlegi árát tartani [4]. A Martin-kemence élettartamát 30 évnek véve, ezek szerint a jelenleg épített olajtüzelésű kemencéknek a szélfrissítő eljárásokkal szemben nem nagy jövő jósolható. A helyzetet jelentősen javítja azonban a földgázlelőhelyek gyarapodása a hideggáztüzelés lehetősége, és az oxigén árának várható csökkenése.

A tüzelés intenzitásának oxigénnel való növelése a teljesítménynövelésben és a kalóriafogyasztás csökkentésében a világon általában egyértelmű eredményekre vezetett. Kb. 15% kalóriafogyasztás csökkentés mellett a felhasznált O_2 mennyiségétől függően, a teljesítmény 5—25%-kal nőtt. A Szovjetunióban 20—35 m^3/t O_2-t használnak fel, mellyel évenként 11 millió tonna oxigénes acélt termelnek. Angliában 22—28 m^3/t O_2 felhasználás mellett átlagosan 15% teljesítménynövekedést érnek el. Az angliai kísérletek első ízben mind a rácsok, mind a boltozat időelőtti súlyos tönkremenéséhez vezetett. A rácskérdés a nagy Al_2O_3 tartalmú (53—54%) rácstéglák használatával megoldódott [7], sőt a bázikus rácstéglák még fokozott O_2 használat mellett is, kétszeres tartósságot mutatnak, de a boltozatelhasználódást csak a bázikus boltozattéglák javításával lehet megoldani. Jelenleg a bázikus boltozatokra a dinasszal szemben, kétszeres tartósságot írnak elő, viszont a Szovjetunió kivételével, ahol bőséges magnezit előfordulások vannak, az árkülönbség ma háromszoros [3].

A dinaszhoz képest háromszoros tartósságú bázikus tégla gyártására irányuló kutatás két főirányban halad. Az egyik a téglagyártás vonalán, főleg a nagy hőmérsékleten is a térfogat állandóságára törekszik éspedig: a MgO tartalom növelése, a sajtolási nyomás emelése és a szemcsefinomítás révén (króm-spinell tégla).

A másik irányzat a téglában — az üzemi igénybevétel hatására — jelentkező repedéseket igyekszik korlátozni azzal, hogy a különféle eróziós hatásoknak kitett téglafelületet egy, vagy két vaslemez közbeiktatásával megosztja. Ennek az a következménye, hogy a képződött repedések kisebb súlyú téglát érintenek. Az eróziós vizsgálatok ugyanis azt mutatták, hogy a téglaméret igen jelentős abból a szempontból, milyen mértékben hevíthető valamely tégla egyik oldala anélkül, hogy repedés álljon elő [3].

Annyi bizonyos, hogy ez a kérdés még semmiképpen sem tekinthető megoldottnak, amit a boltozattartóssági eredmények nagy szórása is bizonyít. Ami a drága bázikus tégla gazdaságosságát illeti, irányadónak *Chesters, J. H.* véleményét idézem [3].

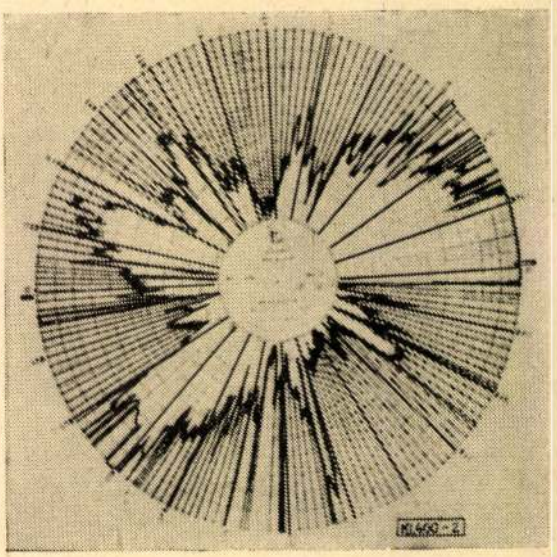
„A teljes bázikus kemence gazdaságossága tekintetében két tényező látszik döntőnek: a teljesítmény, és az üzem alatt a hőmérséklet ingadozások".

A boltozat szerkezete tekintetében az optimális állapot elérésétől a SM-kemence még igen messze van. Jellemző, hogy a teljesen lapos,

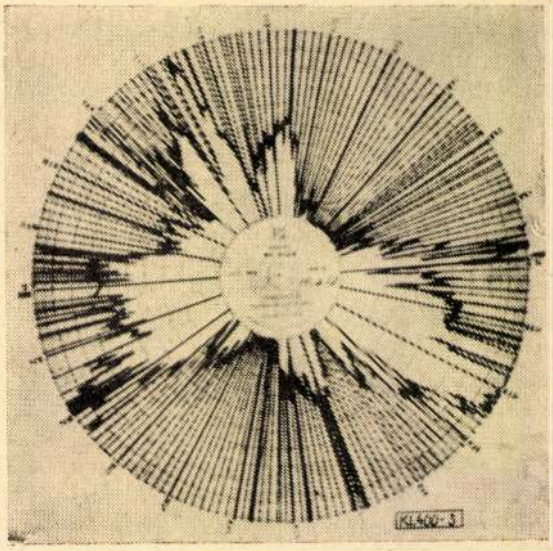
teljesen felfüggesztett, azaz a felületi nyomás mentes boltozat konstrukciója mellett más vélemény szerint éppen a boltozat ívmagasságának emelésétől várnak eredményt (Zaporozsje). Mint ismeretes az USA-ban csak kevés teljesen bázikus bélésű kemence van. Az United Steel Corporation Déli Üzemében 1947 óta kísérleteznek bázikus kemence boltozatokkal és 13 kampányban átlagban 238 adag tartósságot értek el [1]. Világos, hogy ezt a problémát éppen az eredmények szokatlan szóródása miatt a harmadik oldalról, az üzemi körülmények oldaláról is alaposabban meg kell vizsgálni. Az üzemvitelnek a boltozattartósságra való hatása nem teljesen tisztázott. Ez főleg az infiltráció erősségétől, a megengedhető üzemi hőmérséklettől és a hőmérséklet változásától függ.

Azok a törekvések, melyek a hőátadás megjavítását célozzák, főleg folyékony tüzelőanyaggal és hideg gázokkal, vagy ezek keverékével fűtött Martin-kemencék égőinek jobb szerkezeti megoldását érintik. A BISRA[2] elméleti és gyakorlati tanulmányai azt mutatták, hogy a nagynyomású égők lángjának hossza kizárólag attól a távolságtól függ, melyet a tüzelőanyagnak meg kell tennie, míg a tökéletes égéshez elegendő levegővel keveredhet. Ezt az igen nagyfontosságú megállapítást *Pearson, J.* tette [5]. Ennek jelentősége az égők szerkesztése szempontjából fontos. Ez ugyanis azt jelenti, hogy a láng hossza nem a lángot alakító éghető gázok égési sebességétől függ, mint ahogy azt sok esetben feltételezték, hanem csakis a fizikai keveredési folyamat függvénye. Ebből következik, hogy a tüzelőanyag—levegő keveredés mértéke (tehát a láng hossza) a kilökés erejével — vagyis azzal a nyomóerővel — arányos, mellyel a porlasztás dolgozik. Ez a meghatározás konkréten a porlasztó levegő, vagy a porlasztó gőz mennyiségére — pontosabban annak kinetikus energiájára — tereli a figyelmet. Érdekességképpen megjegyezzük, hogy ennek a megállapításnak a gyakorlati jelentősége üzemünkben is bebizonyosodott, és feltehetően ez az alapja annak a megfigyelésnek, hogy a kemence teljesítménye a rendelkezésre álló gőz nyomásával és egyidejűleg annak mennyiségével szoros összefüggésben van. Ezért a porlasztó gőz mennyiségének adagfázisonkénti szabályozását tűztük ki célul.

A tüzeléstechnika széles területéről még csak egy másik problémát tartok szükségesnek kiemelni, és ez a levegőfelesleg szabályozása. Nyugodtan elmondhatjuk, hogy mindazok a törekvések, melyek a levegőfelesleget a bevitt tüzelőanyag mennyisége, vagy annak kalória értéke alapján kívánják meghatározni, nem járnak kellő sikerrel, helyesebben a legjobb esetben is csak részleges sikerről lehet beszélni. Ennek oka az, hogy a szabályozásnak ez a módja nem veszi figyelembe a gyártásközben a fürdőben végbemenő kémiai reakciók által felszabadított éghető gáz mennyiségét. A felszabaduló éghető gázok mennyisége számos egyéb tényezőnek is függvénye. A pontos levegőfelesleg ezért a tüzelőanyag fogyasztása alapján csak nehezen határozható meg. A levegőfelesleg mértékének a füstgáz oxigén- vagy éghetőanyag tartalma a legjobb mérőeszköze. Még aránylag jól szabályozott kemencében is a 2., és 3. ábra szerinti oxigén mennyiséget kapjuk a füstgázban, melynek értéke mint látjuk 0 és 10% között változik. Ezek a változások nem valamilyen rendszer szerint következnek be, hanem a fürdőből eltávozó éghető anyagok mennyiségének — számos tényezőtől befolyásolt — változásától függőek. Ez a két diagram bizonyítja, hogy a tüzelőanyag mennyiségétől függő levegőfelesleg szabályozás nem vezethet a kívánt célhoz. Viszont a füstgáz oxigéntartalmára beállított automatikus levegőfelesleg szabályozás, mint azt a 4. ábrán láthatjuk, teljesen célra vezet. A füstgáz oxigén tartalmának folyamatos meghatározása tehát a tüzeléstechnika fejlődésében igen jelentős lépés Sajnos ilyen műszert hazánkban még nem isme-

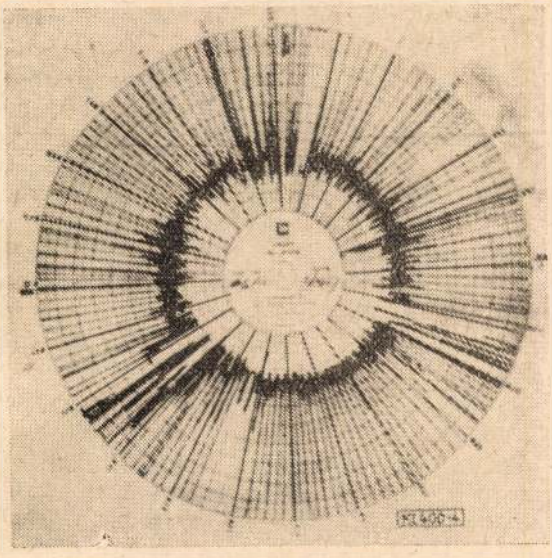


2. ábra. Az O_2-tartalom változása a füstgázban gáz-levegő kézi vezénylésekor



3. ábra. Az O_2-tartalom változása a füstgázban a gáz-levegő automatikus arányszabályozásakor

[2] British Iron and Steel Research Association.



4. ábra. Az O_2-tartalom változása a füstgázban, annak O_2-tartalma alapján való automatikus szabályozáskor

rek. Az a felismerés, hogy a levegőfeleslegnek, pontosabban a levegőhiánynak bázikus téglák tartósságára nagy hatása van, szintén azt támasztja alá, hogy a Martin-kemencék tökéletesítése felé vezető úton a füstgáz oxigén tartalmának folyamatos, regisztráló meghatározása és az O_2 adagolás automatikus szabályozása elengedhetetlen.

A legtöbb Martin-üzemben egyéb automatikus szabályozó műszer is terjed és egyre inkább csökken azoknak a tényezőknek a száma, melyek a kemence járatát szubjektív itéletektől teszik függővé. Helyes kép kialakítása érdekében azonban tudnunk kell, hogy ma még sem mondhatjuk el a Martin-kemence néhány műszeréről, hogy azok az adagot vezető olvasztár felelősségét a legkisebb mértékben is csökkentenék. Csupán segédkezet nyújtanak arra, hogy a legkülönbözőbb adatok összevetése alapján állítsa be a leghelyesebb kemence-járatot.

(Folytatjuk)

Reverzáló hengersorvonó motorok méretezése és a legkedvezőbb fogyási terv megválasztása*

SZEGHEGYI ÁRPÁD, a műszaki tudományok kandidátusa Miskolc

(folytatás)

DK: 621.944.2

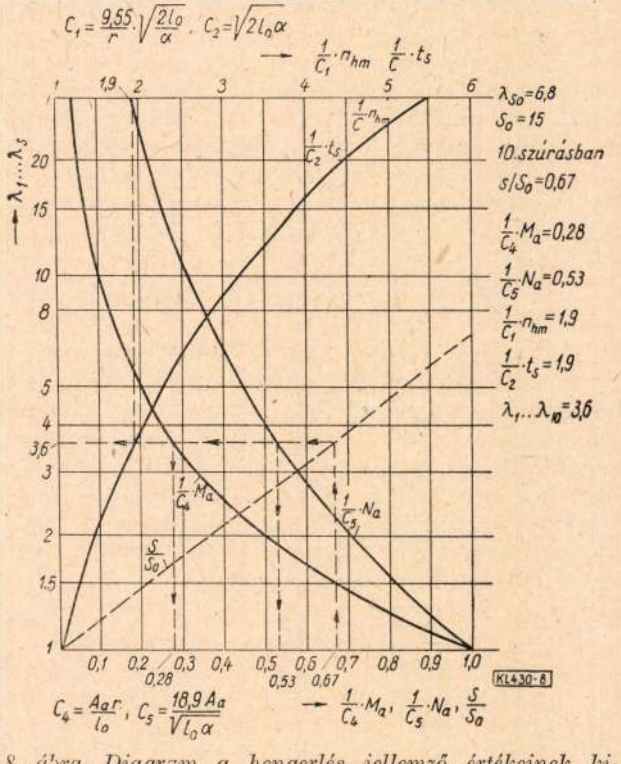
Расчеты реверсивных прокатных двигателей и подбор оптимального плана обжатия

Dimensionierung der Motoren für Reversier-Walzenstrassen und die Bestimmung des optimalen Stich-Abnahmeplans

Dimensioning reversing roll mill motors and the choice of the optimal pass reducing schedule

Az előbbi összefüggéseket diagramban ábrázolva egyszerűen elvégezhető a motor méretezése, de lehetővé válik az is, hogy adott motorhoz és hengerlési tervhez megadjuk a szükséges szúrásszámot.

A 8. ábra egy diagramon ábrázolja a nyúlás, az alakítási nyomaték, és teljesítmény, valamint a maximális fordulatszám, ill. a szúrásidő görbéit. A hosszabbodás görbéjét — mely a logaritmikus lépték miatt egyenes — úgy kapjuk, hogy a λ_{S_0} összes hosszabbodást az $s/S_0 = 1$ pontban az ordinátára felmérjük és ezt a pontot a kezdőponttal összekötjük. Az s/S_0 abszcisszát annyi részre kell osztani, amennyi a szúrások száma és az osztáspontokat a hosszabbodás görbéjére kell vetíteni. Az első szúráshoz tartozó metszéspont lesz a hengerlés folyamán állandó, szúrásonkénti hosszabbodás. A következő szúrásokban a metszéspontok $\lambda_S = \lambda_1 \ldots \lambda_s$ összes hosszabbodás értékét adják meg. A metszéspontokat a megfelelő görbéken keresztül az abszcisszára visszavetítve adódnak az egyes szúrásokhoz tartozó, nyomatékokkal, szúrásidőkkel, maximális fordulatszámokkal és alakítási teljesítményekkel arányos értékek. A megfelelő nyomatékokat, szúrásidőket stb. úgy kapjuk, hogy a leolvasott értékeket C_4, C_2, C_1 és C_5 tényezőkkel szorozzuk.



8. ábra. Diagram a hengerlés jellemző értékeinek kiszámításához, ha A_a = konst.

* A KL. f. évi 8. számában megjelent cikk folytatása.

Előnyös, ha előre bejelöljük n_{ha}/C_1-t és $n_{h\,max}/C_1$-t, így közvetlenül kiadódik, hogy melyik szúrásban kell megkezdeni a mezőgyöngítést és melyik szúrásban éri el a motor a maximális fordulatszámát. Az $n_{h\,max}/C_1$ pontban a fordulatszám és teljesítmény görbéi megszakadnak. További szúrásokban $n_{h\,max}$ lesz a maximális fordulatszám, a szúrásidőt és teljesítményt pedig (18)-ból, illetve (32)-ből kell kiszámítani.

Gyakorlatban a motor nagysága adott és célunk az, hogy a szúrástervet és a szúrások számát a technika követelményeivel összhangban úgy válasszuk meg, hogy a motor kihasználása optimális legyen. Ha a blokk méretei és a szúrásterv adottak, akkor a következőképpen kell eljárni.

A motor maximális és a névleges teljesítménye adott érték. A maximális teljesítmény ismeretében a maximális nyomaték kiszámítható :

$$M_{max} = \frac{0{,}716\, N_{max}}{n_{ha}} \quad \text{(tm)} \qquad (36)$$

Ebből levonva a gyorsító és üresjárási nyomatékokat, kiadódik az alakítási nyomaték legnagyobb megengedhető értéke :

$$M_{amax} = M_{max} - M_{gy} - M_{ü} \qquad (37)$$

Következő lépésként megvizsgáljuk δS_0 értékét olyan S_0 szúrásszámok mellett, hogy :

$$\delta \cdot S_0 < 1$$

ahol

$$\delta = \frac{M_{amax} \cdot l_0}{A_h \cdot r} \qquad (38)$$

A kiszámított értékeket a 8. ábra diagramjának abszcisszájáról visszavetítjük a nyomaték, valamint a megfelelő nyúlás görbéjén az s/So abszcisszára. Ott eredményül egy $s_1/S^0 = 1/S_0'$ pontot kapunk. Az abszcisszán leolvasott távolság reciproka vagy nagyobb, vagy kisebb S_0 szúrásszámnál. Ezt az eljárást addig végezzük, amíg S'_0 értéke megközelíti, de nagyobb marad, mint az előre felvett S_0 szúrásszám. Az S_0 szúrásszám, aminél ez bekövetkezik, lesz a tényleges szúrásszám. A s/S_0 abszcisszát S_0 egyenlő részre beosztva és az osztáspontokat az ismert módon átvetítve adódnak a tényleges alakítási nyomatékok és teljesítmények.

Az eljárás használatát a következő példa mutatja be :

Adott a henger alapfordulatszáma : $n_{ha} = 60$/perc, az ennek megfelelő maximális teljesítmény : $N_{max} = 18\,500$ LE, és a névleges teljesítmény : $N_{névl} = 6000$ LE. A megengedett maximális nyomaték (36)-ból : $M_{max} = 221$ tm. Ha $M_{gy} = 32$ tm és $M_{ü} = 4$ tm, akkor a megengedett maximális alakítási nyomaték (37)-ből : $M_{amax} = 185$ tm. (38)-ból : $\delta = 0{,}06$ és ebből : $S_0 < 1/0{,}06 = 16{,}7$ és $S_0 \leqq 16$.

S_0	δS_0 átvetítve	$1/S_0'$	S_0
16	0,96	0,02	48
15	0,90	0,05	20
14	0,84	0,09	11

A tényleges szúrásszám tehát $S = 15$ és a ténylegesen fellépő maximális alakítási nyomaték : $M_a = 181$ tm.

A motort terhelő maximális nyomaték a henger tengelyén : $M_{max} = 217$ tm.

A továbbiakban a számítást a fentebb ismertetett módon kell elvégezni. Mivel a számítást a maximális nyomatékból kiindulva végeztük, a számítás végén ellenőrizni kell, hogy a kiszámított névleges teljesítmény a motor névleges teljesítménye alatt marad-e. Ha nem, úgy a szúrások számát meg kell növelni.

6. A szúrásterv meghatározása állandó alakítási teljesítmény mellett

Tegyük fel, hogy adott az alakítási teljesítmény, amit a hengerlés folyamán állandónak akarunk tartani, valamint a kiinduló blokk és a kész buga méretei. Meghatározandó a szükséges szúrások száma, valamint a fogyási terv.

Ha a hengerlés a 3. ábra szerint történik, akkor a következő összefüggések érvényesek :

$$\text{(31)-ből} : A_a = C_7 \sqrt{\lambda_S}, \qquad (39)$$

ahol

$$C_7 = 0{,}053 \cdot N_a \sqrt{l_0\, \alpha} \qquad (40)$$

(39)-et (27)-be helyettesítve :

$$M_a = \frac{C_8}{\sqrt{\lambda_S}}, \qquad (41)$$

ahol :

$$C_8 = 0{,}053 \cdot N_a\, r \sqrt{\frac{\alpha}{l_0}} \qquad (42)$$

(39) és (41) nem használhatók fel közvetlenül az alakítási nyomaték kiszámítására, mivel a hosszabbodásokat nem lehet előre meghatározni (29)-hez hasonló módon. Az egyes hosszabbodások meghatározása fokozatosan történhet : (8)-at átalakítva :

$$A_a = 0{,}1\, k \cdot q_0\, l_0 \ln \lambda_s \qquad (43)$$

(39)-et és (43)-at egyenlővé téve :

$$0{,}53 \frac{Na}{kq_0} \sqrt{\frac{\alpha}{l_0}} = \frac{\ln \lambda_s}{\sqrt{\lambda_s}} = \text{konst.} = \sigma \qquad (44)$$

Mivel az egyenlet baloldalán az összes tényező állandó, $\ln \lambda_s/\sqrt{\lambda_S}$ törtet kell a hengerlés folyamán állandó értéken tartani.

σ egyenesen arányos az alakítási teljesítménnyel. Ha N_a és így σ adott, az egyes hosszabbodások a következőképpen számíthatók ki : Az 1. szúrásban : $\lambda_s = \lambda_S = \lambda_1$, tehát

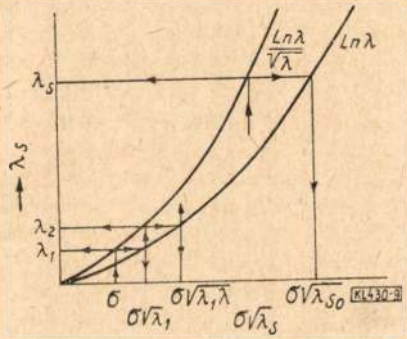
$$\frac{\ln \lambda_1}{\sqrt{\lambda_1}} = \sigma$$

Ebből λ_1 egyértelműen meghatározható. A 2. szúrásban $\ln \lambda_2 = \sigma \sqrt{\lambda_1} \sqrt{\lambda_2} = \ln \lambda_1 \sqrt{\lambda_2}$

Ugyanígy a további szúrásokban :

$$\ln \lambda_n = \ln \lambda_{n-1} \sqrt{\lambda_n}$$

A számítást leegyszerűsíti egy olyan diagram használata, melybe λ függvényében vannak berajzolva a $\ln \lambda$ és $\ln \lambda/\sqrt{\lambda}$ görbék. A két görbe



9. ábra. Szúrásonkénti hosszabbodás meghatározásának elve, ha N_a = konst.

ismeretében a 9. ábrán látható módon sorra meghatározhatók az egyes hosszabbodások.

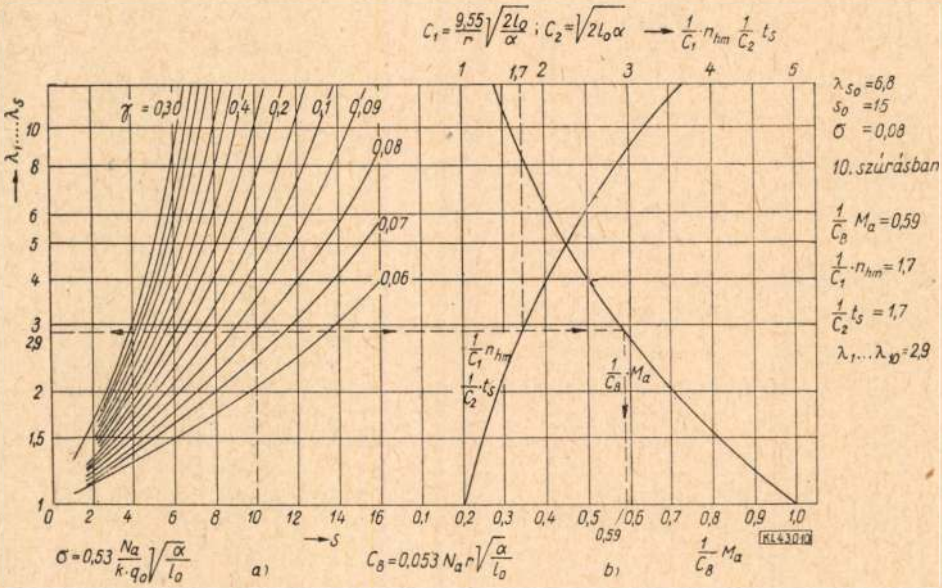
kapjuk, hogy a kiinduló keresztmetszetet, q_0-t, az egyes szúrásokhoz tartozó összes hosszabbodással osztjuk :

$$q_1 = \frac{q_0}{\lambda_1}, \ldots q_n = \frac{q_0}{\lambda_1 \lambda_2 \ldots \lambda_n} \qquad (45)$$

A 11. ábra azt szemlélteti, hogy a hosszabbodás és a százalékos fogyás állandó alakítási teljesítmény mellett való hengerléskor a hengerlés folyamán nő. A keresztmetszetek kiszámítására előnyösebb a 11. ábrát használni, mivel a nagyobb ordinátalépték miatt nagyobb a leolvasás pontossága, mint a 10. ábrán.

7. Példa a hengerlés jellemzőinek meghatározására

Adott a blokk kiinduló (q_0 = 2670 cm²) és a buga végkeresztmetszete (q_{S_0} = 391 cm²), a

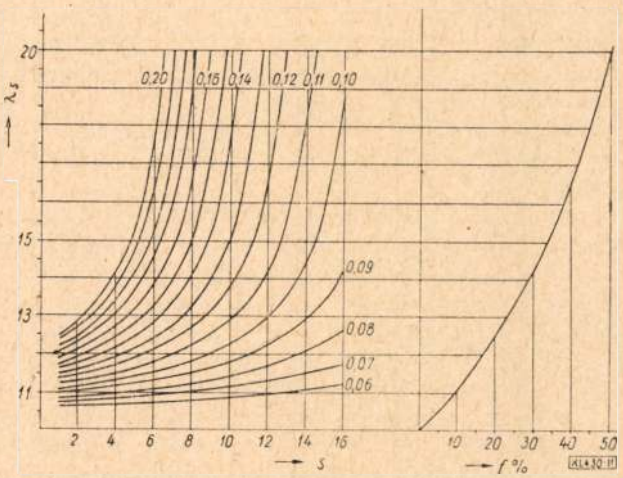


10. ábra. Diagram a hengerlés jellemző értékeinek kiszámításához, ha N_a = konst.

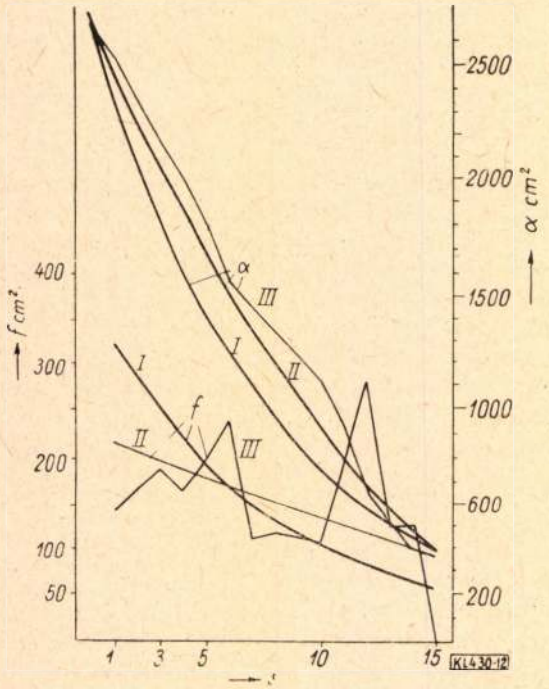
A 10. ábra diagramját a 9. ábrán látható módon szerkesztettük meg. Az *a* diagram azt mutatja, hogy különböző σ tényezők mellett mennyi lesz a darab összes hosszabbodása az egyes szúrások után. Ha tehát adott N_a, valamint λ_{S_0}, az utolsó szúrás utáni összes hosszabbodás, (44) szerint kiszámítva σ-t a diagramból kiolvasható, hogy a hengerlés hány szúrásban történhet. Ezt úgy olvassuk ki, hogy az ordinátán kikeresett λ_{S_0} pontot a megfelelő σ-hoz tartozó görbén át rávetítjük az abszcisszára. Ha itt S_0 törtszám, úgy ezt felfelé kell kerekíteni, és ennek az S-nek az ordinátáján interpolálással meghatározható a szükséges σ tényező, illetve a valóban fellépő szúrásonként állandó alakítási teljesítmény.

A 10. ábra *b* diagramjából közvetlenül adódnak az alakítási nyomatékkal, szúrásidőkkel és maximális fordulatszámokkal arányos értékek, ha az abszcissza 1, 2, 3... pontjait a megfelelő σ görbén keresztül ezekre a görbékre vetítjük. 10/*b* diagramon szintén előnyös előre bejelölni n_{ha}/C_1 és $n_{h\max}/C_1$ mennyiségeket 8. ábra diagramjához hasonlóan.

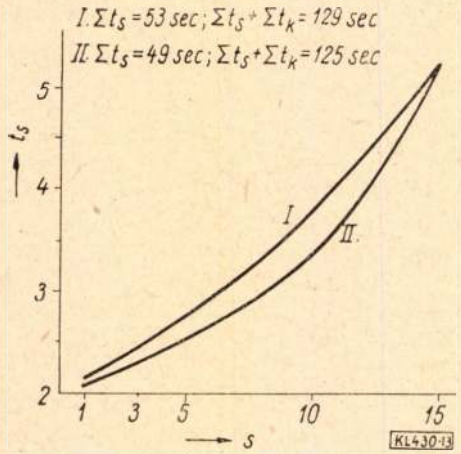
A szúrások utáni keresztmetszeteket úgy blokk súlya Q = 4500 kg, szúrások száma : S_0 = 15, átlagos alakítási ellenállás (11) alapján : k = 15 kg/mm², a henger tengelyére redukált lendítőnyomatékok összege : GD_h^2 = 250 tm²,



11. ábra. Diagram a szúrásonkénti hosszabbodás meghatározásához, ha N_a = konst.



12. ábra. Keresztmetszetek és fogyások változása hengerlés közben



13. ábra. Szúrásidők változása hengerlés közben

hengerek közepes sugara : $r = 0{,}4$ m, motorfordulatszámok : $n_{ma} = 60$/perc, $n_{m\,max} = 120$/perc, áttétel : $i = 1 : 1$, gyorsulások : $a_1 = 2$ m/sec², $a_2 = -2{,}3$ m/sec², üresjárási nyomaték a henger tengelyén : $M_{ü} = 4$ tm, szúrásközök ideje : $t_k = 4$ sec, illetve fordítás esetén, 5 alkalommal : $t_{kf} = 8$ sec.

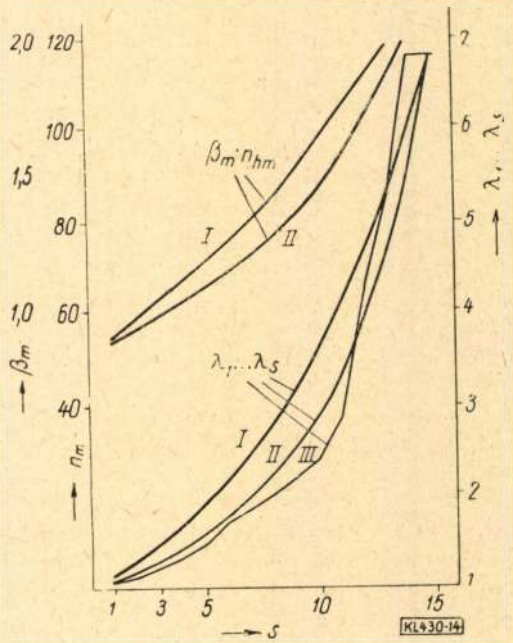
A fentebb ismertetett két módszerrel kiszámítva a jellemzők változását az eredményeket a 12—17. ábrák foglalják össze. Az I.-gyel jelölt görbék mindenütt az $A_a = \text{konst.}$, a II.-vel jelölt görbék pedig az $N_a = \text{konst.}$ mellett történő hengerlésre vonatkoznak. A görbék menetéből az alábbi következtetések vonhatók le :

A keresztmetszetek csökkenése mindkét esetben megfelel a hengerléstechnika alapfeltételének. (Kirchberg parabola). A fogyások I. esetben parabolaszerűen, II. esetben közelítőleg lineárisan csökkennek (12. ábra).

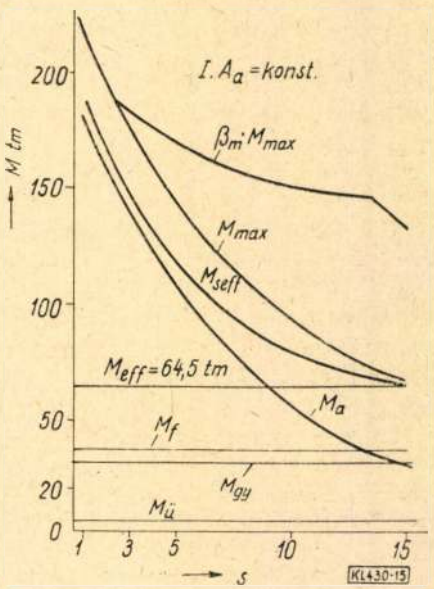
A szúrásidő I. esetben minden szúrásban nagyobb, mint II. esetben. Ebből következik, hogy nagyobb az összes hengerlési idő is (13. ábra).

Ugyanez vonatkozik a maximális fordulatszámokra is. Ugyanazon szúrásszám mellett $(n_m)_I > (n_m)_{II}$. Ez avval jár, hogy I. esetben nagyobb mértékű mezőgyöngítést kell használni, ami a melegedési viszonyokat rontja (14. ábra).

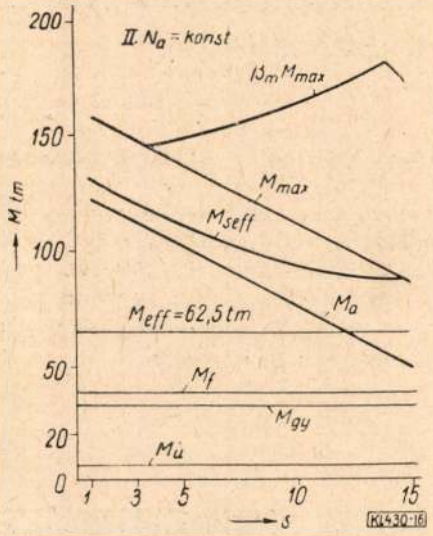
Az alakítási, valamint a szúrás folyamán fellépő maximális nyomatékok I. esetben nagy értékről kiindulva hiperbolaszerűen, II. esetben alacsonyabbról indulva közelítőleg lineárisan csökkennek (15. és 16. ábra). A maximális áramfelvételre jellemző $\beta_m \cdot M_{max}$ görbe a mezőgyöngítés tartományában I. esetben kis határok közt vál-



14. ábra. Hosszabbodások, maximális fordulatszámok és a maximális mezőgyöngítési tényezők változása hengerlés közben



15. ábra. Nyomatékok változása hengerlés közben, ha $A_a = \text{konst.}$



16. ábra. Nyomatékok változása hengerlés közben, ha N_a = konst.

tozik, II. esetben erősen emelkedik. $\beta_m \cdot M_{max}$ maximális értéke I. esetben nagyobb, mint II. esetben. A melegedés szempontjából jellemző M_{seff} görbe az első szúrásokban I. esetben gyorsan, II. esetben lassabban csökken, míg az utolsó szúrásokban mindkét esetben kis határok közt változik.

A maximális teljesítmény görbéje (17. ábra) I. esetben csökken, II. esetben közel azonos határok közt emelkedik. A motor kihasználása azonban II. esetben kedvezőbb, mivel I. esetben a motor maximális teljesítményét csökkentett kapocsfeszültség mellett fejti ki.

Végeredményül az adódik, hogy A_a = konst. mellett a motor szükséges effektív, illetve maximális nyomatéka :

$$M_{eff\,I} = 64{,}5 \text{ tm}, \quad M_{max\,I} = 217 \text{ tm},$$

névleges, illetve maximális teljesítményszükséglete pedig

$$N_{névl\,I} = 5400 \text{ LE}, \quad N_{max\,I} = 18\,200 \text{ LE},$$

és egy darab hengerlési ideje :

$$(\Sigma t_s + \Sigma t_k)_I = 129 \text{ sec}.$$

Ugyanezek az értékek N_a = konst. esetében :

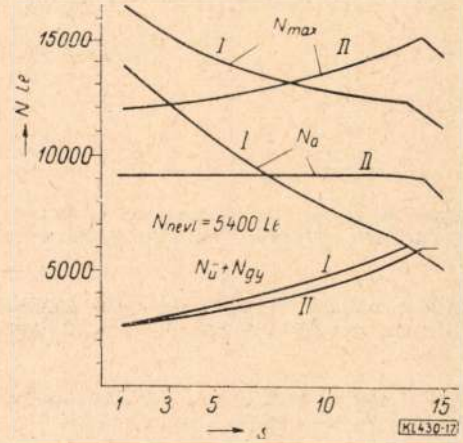
$$M_{eff\,II} = 62{,}5 \text{ tm}, \quad M_{max\,II} = 181 \text{ tm},$$

$$N_{névl\,II} = 5230 \text{ LE}, \quad N_{max\,II} = 15\,200 \text{ LE},$$

$$(\Sigma t_s + \Sigma t_k)_{II} = 125 \text{ sec}.$$

A számítás szerint tehát előnyösebb a szúrástervnek megválasztása a II. módszer szerint.

Megváltoznak a viszonyok akkor, ha figyelembevesszük az alakítási ellenállásnak a hengerlés folyamán bekövetkező növekedését. Ez avval jár, hogy a nyomatékok az első szúrásokban a számítottnál kisebbnek, az utolsó szúrásokban pedig a számítottnál nagyobbnak fognak adódni. Hosszabb darabok hengerlésekor tehát, ahol a lehűlés számottevő, célszerű a szúrástervet az I. módszer szerint megválasztani.



17. ábra. Teljesítmények változása hengerlés közben

12. és 14. ábra III. görbéi a példában szereplő blokknak egy gyakorlati szúrástervét adják. Látható, hogy a fogyások nem változnak olyan szabályosan, mint a példában, a keresztmetszetek és a hosszabbodások görbéi azonban már elég jó közelítéssel az N_a = konst.-nak megfelelő görbék mentén haladnak.

Összefoglalás

A tanulmány az irányváltó blokksori hengersorvonó motor típusának és teljesítményének a megválasztásával foglalkozott. Az első részben megadta azon szempontokat, melyeknek alapján eldönthető, hogy mely esetekben érdemes ikermotoros hajtást építeni. A második részben részletesen tárgyalta a motor méretezését és két grafikus eljárást ismertetett, melyeknek segítségével elvégezhető a motor méretezése, illetve adott motorhoz megválasztható a motor kihasználása szempontjából optimális, de technikai szempontból is helyes fogyási terv.

IRODALOM

[1] *Cotel E.:* Die Grundlagen des Walzens. 2. kiadás Knapp Verlag, 1952.
[2] *Geleji S.:* Kohógéptan. 2. kiadás, Tankönyvkiadó 1953.
[3] *Geleji S.:* Die Berechnung des mittleren Verformungswiderstandes beim Warmwalzen von Stahl. Stahl und Eisen 1957. Nr. 14.
[4] *Mönnig:* Probleme beim Bau elektrischer Antriebe von Umkehrwalzenstrassen. Deutsche Elektrotechnik, 1951. 506. o.
[5] *Oertel:* Über die Bestimmung des effektivmoments für den Antriebsmotor einer Blockwalzenstrasse ETZ. 1948. Nr. 7.
[6] *Popov:* Villamos hajtások tervezése. Nehézipari Kiadó, 1953.
[7] *Prinz:* Graphisches Verfahren zur Berechnung des Antriebsmotors bei Duo-Walzenstrassen. ETZ. 1949. Nr. 12—13., E und M. 1951. Nr. 2—3.
[8] *Schuisky:* Elektromotoren. Springer Verlag 1951.

A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére[1]

(Folytatás)

II. rész

LAÁR TIBOR mérnök, Fémipari Kutató Intézet

DK: 621.74.03 : 669.71-113

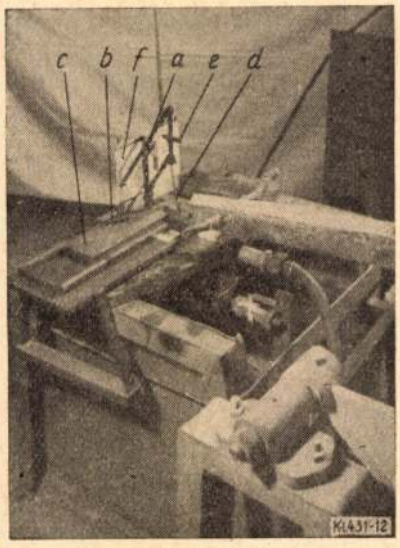
Некоторые факторы, влияющие на качество алюминиевых слитков, отлитых полупрерывным способом. 1 я часть

Der Einfluss einiger Verhältnisse beim halbkontinuirlichen Giessen auf die Qualität der Aluminium-Blöcke. I. Teil

The effect of some conditions in semicontinnous casting on the quality of aluminium blocks. Part I.

A dermedési felületnek ellenőrzése saját módszerünkkel

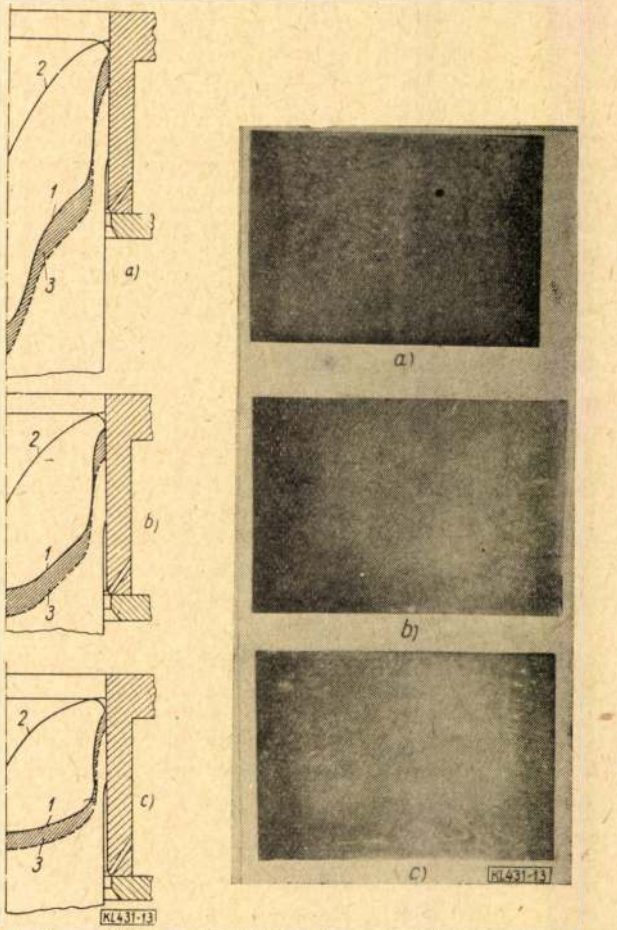
Kísérleteink gyakorlati kivitelezéséhez az a korábbi tapasztalat nyújtott alapot, hogy a tiszta alumínium dermedését a folyékony és szilárd fázis határát jól definiálható — éles — határfelület jellemzi. Ennek alapján kézenfekvő volt, hogy öntés közben a dermedő felület alakját arra alkalmas berendezéssel a megszilárdult rész letapintásával ellenőrizzük. Ez a módszer egyébként egyszerűsége mellett a legkisebb kísérleti költséggel járt.



12. ábra. Kísérleti berendezés a dermedő felület alakjának ellenőrzésére

a) csuklós kar, *b)* rugós rögzítő, *c)* csúszótalp, *d)* tapogató tű, *e)* ceruza, *f)* lemeztartó mm papírral

A készülék, melyet a 12. ábra szemléltet, az elgondolásnak megfelelően a kísérletek elvégzését lehetővé tette. A készüléket az alábbiak szerint használtuk: a kívánt öntési sebesség, valamint a kokillában a folyékony fém szintjének beállítása után a készüléket ráhelyezzük a kokillatartó asztalra, majd a csuklós kar (*a*) rögzítésének (*b*) megoldása után, a csúszótalp (*c*) eltolásával, a tapogatót (*a*) a kar súlya által a szilárd fémre nyomódik. A talp továbbtolásával a tapogatótű a kívánt síkban a dermedési felületet pontosan követve, annak alakját a tű fölé beépített és a lemeztartóra rugóval rászorított ceruza (*e*) segítségével a lemeztartóra rögzített mm-papírra (*f*) vetíti.[2]



13. ábra. A dermedő felület és a szélréteg összefüggése

1 a dermedő felület, 2 elméleti görbe, 3 a három sec. alatt megdermedt réteg

Az ismertetett szerkezettel rajzolt dermedési felületre jellemző görbéket, valamint a hozzátartozó makroképeket a 13*a*, *b*, és *c* ábrák szemléltetik. Az öntési adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az ábrákon feltüntettük a (2) képlettel számított, adott sebességhez tartozó elméleti görbét. A nagy sebességgel öntött tuskó (13*a*) dermedési felületének a kokilla alsó szintje alá nyúló szakasza az elméleti görbének, ill. a tuskó hossztengelyére merőleges irányú hőelvezetésnek megfelelően középfelé meredekbe hajlik. Az öntési sebesség csökkentésével a rajzolt felület egyre inkább eltér

[1] A KL f. évi 8. számában megjelent cikk folytatása.

[2] A közölt görbéket a lapos oldalra merőleges síkban rajzoltuk

2. táblázat

A dermedő felület mérésének adatai

Jel	Öntési sebesség, a cm/p	Mért folyréteg, l cm	Folyadéknívó, M cm	Mérés alapján l/a mp	2. képlet alapján, l cm	Szelvényre számított, l/a mp
13/*a*	25	11,5	7,0	27,4	4,9	11,8
13/*b*	17,7	7,0	7,2	23,4	3,5	11,8
13/*c*	12,0	5,2	7,0	26	2,35	11,8

a számítottól, amit a kokillafal rossz hővezetése következtében, az öntés irányában túlsúlyba jutó hőelvonás okoz.

A dermedési felületet jellemző görbét a hőelvonás szempontjából vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a folyékony fém és a hideg kokillafal érintkezésének pontjából kiindulva a megdermedt réteg 4—5 mm-ig gyorsan vastagszik, majd hirtelen meredekbe hajlik, ami arra utal, hogy a kezdeti jó hőelvezetés erősen romlott [5]. A dermedési felület ettől a ponttól a kokillafallal csaknem párhuzamos néhány cm-en keresztül, majd a kokilla alsó szintje fölött a közvetlen vízhűtés hatására ismét erős töréssel középfelé hajlik. Nagy sebesség mellett ez csak átmeneti és a dermedési felület közép felé ismét meredekbe, míg csökkenő sebesség mellett egyre inkább vízszintesbe hajlik. A dermedési felület ilyen alakulása világosan mutatja, hogy a tuskó teljes keresztmetszetének megdermedéséig — a dermedéssel járó térfogatcsökkenés következményeképpen — a hőelvonás folytonossága nincs biztosítva.

Mégis azt tapasztaltuk, hogy a dermedési felület alakja állandó öntési sebesség és fémszint betartásával nem változik, tehát az l/a viszony is állandó. Ebből értelemszerűen következik, hogy állandó öntési sebesség mellett a folyékony fémmel az időegység alatt a kokillába érkező, valamint a kokilla falon és a közvetlen hűtéssel elvont hőmennyiség a dermedési felületen egyensúlyba jut. Ez továbbá azt is jelenti, hogy az egyensúly beállta után az időegység alatt a dermedési felületen megdermedt fém mennyisége megegyezik az időegység alatt lefelé haladó süllyedésnek megfelelő tuskószelvénnyel. Megállapításunkat kísérleti módszerünk szerint planimetrálással gyorsan ellenőrizhetjük.

Ennek alapján megállapíthatjuk — amint azt a 13*a*, *b*, és *c* ábrákon a dermedési határt jelző görbe alatti vonalkázott terület mutatja —, hogy a tuskó felületétől középfelé haladva a dermedési felületen megdermedt térfogatrészek az időegység alatt nem jutnak egyforma távolságra a dermedési felülettől, ami lényegében az egyes térfogatrészek különböző lehűlési sebességében jut kifejezésre. Ábránkon a vonalkázott terület 3 mp alatt megdermedt rétegnek felel meg. Jól kivehető, hogy a meredek dermedési szakaszon szilárduló fémrészecskék lassabban távolodnak a dermedési felülettől, azaz lassabban hűlnek, mint más szakaszon.

A 13*a*, *b*, *c* jelű rajzolt görbék mellett elhelyezett hosszmetszeti makroképeken jól látható, hogy a sötét szélréteg egybeesik a dermedő felület meredek szakaszával. A dermedő felület meredek szakasza, valamint a szélréteg keletkezése közötti összefüggésre vonatkozóan az alábbi vizsgálati eredmények adnak támpontot:

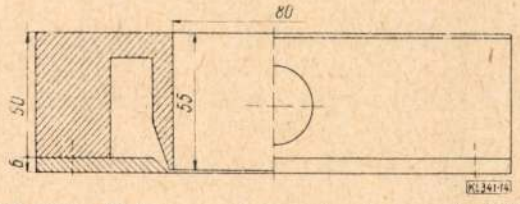
1. A HCl + Fe Cl_3 maratáskor sötétebb árnyalatban megjelenő szélréteg — amint azt a spektroszkópiai elemzések is alátámasztják — nem a Fe-, ill. a Si-dúsulás hatására jön létre. Ugyanis a tuskó nyers öntött kérgén a Fe- és a Si-dúsulás mindenütt kimutatható, az izzadmányos felületrészektől eltekintve mégis fehéren maródik (4. ábra).

2. *Stelljes* [13] másirányú vizsgálatai során arra az eredményre jutott, hogy az alumínium különböző dermedési és lehűlési sebessége mellett különböző összetételű Al + Fe + Si eutektikus kiválások keletkeznek. Lassú lehűléskor eszerint ternér vegyület keletkezik, amely csak 100 órát meghaladó 500 C°-os hőkezelés hatására alakul át Al_3Fe-re. A dermedési felület meredek szakaszának vizsgálatával valóban lassúbb dermedési folyamatot állapíthatunk meg. Más kutató [7] fűtött tárgytartóval rendelkező mikroszkópon végzett vizsgálatai során különböző olvadáspontú kiválásokat talált. A kiválások kis mennyisége miatt [14] (99,5 %-os Al-ban) mikroszkópon különbséget nem tudtunk tenni a kiválások mineműsége tekintetében, de az előbb említett hőkezelés hatására a sötéten maródott szélréteg valóban megszűnt (15*f* ábra).

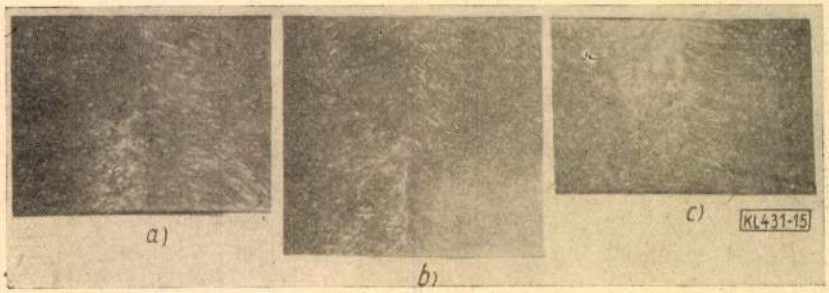
3. *Vassel* és munkatársa [15] intézetünkben folytatott vizsgálataik során arra az eredményre jutottak, hogy a sötéten maródott szélrétegben a dermedési körülmények hatására nem az eutektikus rész, hanem maga az alumínium-alapanyag válik a maratószerre érzékennyé.

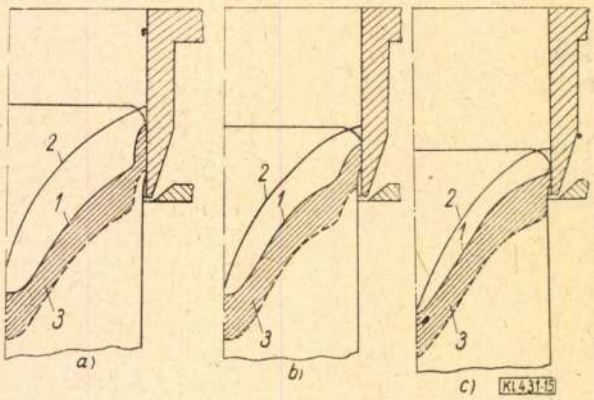
A dermedési görbe meredek szakasza magyarázatot ad a felületi izzadmányok képződésére is. Az irodalomban [4], [8] leírt feltevések szerint az izzadmányok azáltal keletkeznek, hogy a szolidusz-vonal közel kerül a tuskó felületéhez. Ekkor az egyik lehetőség szerint a tuskó zsugorodása következtében a már megdermedt kérgen repedés keletkezik, ezen keresztül az ötvözőkben dúsabb maradék olvadék a felületre tör. Más lehetőség szerint a maradék olvadékot, a primér kristályok között a folyékony fázis metallosztatikus nyomása préseli a felületre. A hőelvezetés folyamatának megszakadása miatt létrejött meredek dermedési szakaszon az izzadmányok keletkezésének feltételei valószínűsíthetők.

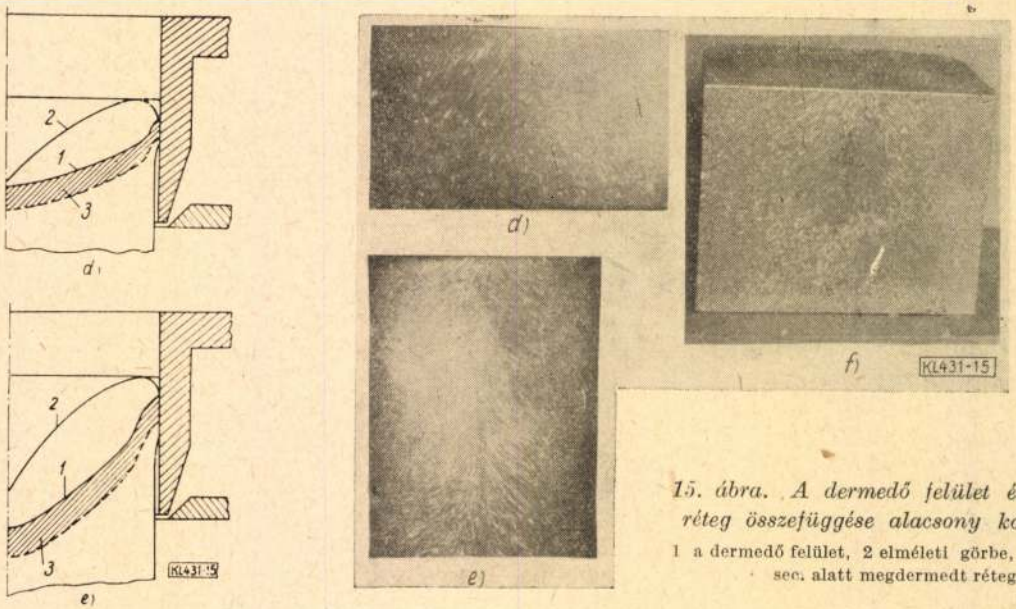
Következésképpen a dermedési felület meredek szakasza a szélréteg, valamint a felületi izzadmányok keletkezésére egyaránt befolyással van. Ennek megfelelően a továbbiakban a hőelvezetés



14. ábra. Folytonos vízsugarú alacsony kokilla (80 × 170 × 55 mm)







15. ábra. A dermedő felület és a szélréteg összefüggése alacsony kokillában

1 a dermedő felület, 2 elméleti görbe, 3 a három sec. alatt megdermedt réteg

törésmentes megvalósításának feltételeit vizsgáltuk.

A kísérletek elvégzéséhez az eredetileg rendelkezésünkre állott kokilla helyett, jobb hűtést biztosító, azonos szelvényméretű alacsony kokillát készítettünk (14. ábra). Az alacsony kokilla semmiféle öntési nehézséget nem okozott, sőt igen előnyösnek bizonyult a dermedési felület alakjának megrajzolása tekintetében. Az öntési adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze. A rajzolt dermedési felületek hozzátartozó makrofelvételekkel együtt a 15*a*, *b*, *c*, *d*, *e* ábrákon láthatók. A 13. ábrákhoz hasonlóan megrajzoltuk a (2) képlettel számított megfelelő elméleti görbéket, a vonalkázott terület ez esetben is a 3 mp alatt megdermedt réteget tünteti fel.

3. táblázat

Alacsony kokilla öntési adatai

Jel	Öntési sebesség, a cm/p	Mért foly. réteg, l cm	Foly. nívó, M cm	Mérés alapján, l/a mp	2. képlet alapján, l cm	Szelvényre számított, l/a mp
15/*a*	24,0	5,3	2,7	13,2	4,70	11,80
15/*b*	24,0	4,7	2,1	11,8	4,70	11,80
15/*c*	24,0	4,6	1,5	11,5	4,70	11,80
15/*d*	12,6	2,4	3,4	12,0	2,38	11,80
15/*e*	15,6	4,0	3,8	15,4	3,06	11,80

A 3. táblázatból kiolvasható, hogy azonos öntési sebesség (15*a*, *b*, *c*) mellett a kokillában tartott fémszint csökkentésével egyre inkább meg-

közelítjük az elméleti *l/a* viszonyt. A megfelelő ábrákon látható dermedési felületek pedig erősen megközelítik az elméleti görbe alakját, ami a törésmentes hőelvezetés gyakorlati megvalósításának lehetőségét jelenti. A megfelelő makroképek azonos jellegűek ; a szélrétegen nem, de középen szemcsedurvulás látható.

Szélrétegmentes tuskót kisebb öntési sebességgel is önthetünk (15*d*) Csökkenő sebesség a dermedési görbe alakját eltéríti az elméletitől, az *l/a* viszony azonban jól megközelíthető. Ha az öntés közben kialakult *l/a* viszony az elméletivel szemben növekszik, megjelenik a szélréteg (15*e* ábra). A 15*f* jelű ábra, a 15*e* jelű tuskó másik felének 100 órát meghaladó 500 C°-os hőkezelése után kapott szélrétegmentes makroképét mutatja, (a szélréteg tehát hőkezeléssel megszüntethető).

A görbék rajzolása miatt a kokillában fémelosztó nélkül dolgoztunk, így a rajzolt görbék egyöntetűen a középre irányított fémbevezetés mellett kialakult dermedési felületeket ábrázolják. Ezzel a fémbevezetéssel a 15. ábrákon jól látható, hogy a törésmentes hűtési folyamatot — a sarkok gyorsabb lehűlése miatt — csak megközelíteni tudjuk.

A folyékony fémnek a szelvénysarkokra irányításával adott sebességhez tartozó legkisebb szintmagasságot tartani tudtuk. Ezzel a megoldással öntött tuskó hossz- és keresztmetszetének makroszerkezetét, valamint a tuskó felületének minőségét a 16. ábrán mutatjuk be. A harántmetszeten a sarkokra irányított meleg fém hatására létrejött foltok láthatók.

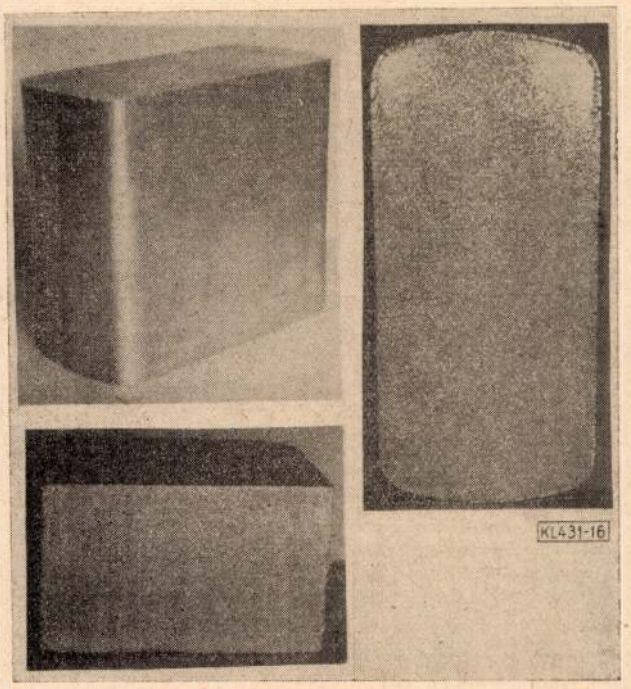
A dermedő felület alakját — a fém felületét bizonyos mértékig takaró fémelosztó miatt — lerajzolni nem tudtuk, azonban feltételezhető, hogy ezzel a módszerrel öntve az oldalhűtésnek megfelelő elméletinél kisebb *l/a* viszony érhető el, figyelembe véve azt, hogy a folyékony fémnek bevezetése a tuskó középen növeli a folyékony réteg mélységét [5].

A kísérletek értékelése

A tiszta alumínium *H*-tuskó félfolyamatos öntésének vizsgálata során végzett kísérleteink értékeléseképpen elért eredményeinket az alábbiakban foglaljuk össze.

A hengerlési tuskó dermedési folyamata nyomon követhető az öntés közben kialakult dermedési felület alakjának ellenőrzésével. Erre a célra új kísérleti berendezést dolgoztunk ki, melynek segítségével milliméter-papírra kivetített, dermedő felületek vizsgálata alapján kialakított öntési körülmények lehetővé tették a folyamatos hőelvezetés, valamint az elméleti *l/a* érték gyakolati megközelítését. Ennek eredményeképpen kohó-alumíniumból sima felületű, szélrétegtől és izzadmányoktól mentes, hengerlési tuskó öntése vált lehetővé.

Az a tény, hogy a folyamatos hőelvezetés és ezzel együtt az elméleti *l/a* viszony a gyakorlatban jól megközelíthető, *W. Roth* [5] elméleti munkájában a számítások kiinduló pontjaként megkötött idealizált feltételek — nevezetesen a tuskó hossztengelyére merőleges hőelvezetés, valamint a dermedés folyamatának csak a kokilla alsó szitnjétől való számításbavétele — reális alapra ültethetők át. Ugyanis az elméleti *l/a* viszonyra jellemző törésmentes hőelvezetés a kokillában tartott fémszint és kisebb öntési sebességek mellett is megközelíthető, amikor a dermedő felület alakja eltér az oldalirányú hőelvezetés alapján számítottól. Következésképpen az általunk használt tuskószelvényre számított *l/a* viszony (valószínűleg más szelvényekkel is) megközelítése nem a hőelvezetés irányától, hanem annak folyamatosságától függ.



16. ábra. A törésmentes hűtés hatása a tuskó minőségére

Végeredményben az öntés közben kialakult *l/a* érték az öntési sebességtől független állandó egy adott fémszint betartása mellett. A folyamatos hőelvezetés és ezzel egyben a számított *l/a* érték megközelítése érdekében azonban adott sebességhez tartozó fémszintet tartani kell.

Ez a fémszint az öntési sebességgel fordítottan arányos, azaz az öntési sebesség növelésével a kokilla alsó szintjéhez közeledik és fordítva.

Az adott sebességhez tartozó fémszint tartása csak a fémbevezetés célszerű kialakításával oldható meg.

IRODALOM

[1] *Deniflée S.:* Korszerű fémművek berendezése. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1952.
[2] *Geleji S.:* Alumínium Kézikönyv. Mérnöki Továbbképző Intézet 1949.
[3] *Dr. Domony A.:* Vízbeöntött Al-tuskók öntési kérgének befolyása a belőlük készített lemezek tulajdonságaira. Kohászati Lapok 1954. 11. sz.
[4] *W. Roth:* Stranggiessen von Leichtmetall nach dem Wassergiessverfahren. Z. f. M. 1949. dec.
[5] *W. Roth:* Über die Abkühlung des Stranges beim „Wasserguss" Z. f. M. 1956. jul.—aug.
[6] *D. Altenpohl:* Diskontinuirliche Erstarrungsvorgänge beim Stranggiessen von Raffinal oder Reinaluminium. Z. f. M. 1953. nov.

[7] *D. Altenpohl:* Untersuchungen am Gefüge von Stranggussbarren aus Reinaluminium und Raffinal. Z. f. M. 1955. aug.
[8] *G. Siebel:* Periodische Seigerungen bei Reinaluminium-Strangguss. Z. f. M. 1953. Heft 5.
[9] *Nielsen:* Continuous Cast Light Alloy Ingot Surfaces. Metal Industry 1957. ápr. 285. old.
[10] *J. M. Peloutier:* La coulée continue des alliages légers. Revue de l'Aluminium 1957. márc.
[11] *Dr. Domony—Vassel:* Újabb eredmények a jó vezetőképességű alumíniumhuzalok nagyipari előállítása területén. Fémipari Kutató Intézet Közleményei, 1956.
[12] *D. M. Lewis:* Technic for the inwestigation of thermal conditions in continous casting. Journal of the Institute of Metals. 1953—54. 395 p.
[13] *H. A. J. Stelljes:* Metall 1955. IX. 748—751 p.
[14] *Hanemann:* Atlas Metallograficus 3 köt. 2. rész. Ternäre Legierungen des Aluminiums. 1952.
[15] *Vassel—Ferencz:* Öntött alumínium metallográfiai vizsgálata. Fémkut. közleményei, III. kötet.

Egyesületi hír

Alumínium félgyártmány ankét Székesfehérvárott

1959. június 9-én a Székesfehérvári Hengermű és az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület közös rendezésében a sajtolt alumínium félgyártmányok méretbeli minőségi, mennyiségi kérdéseivel foglalkozó ankétot tartott.

Az ankéton alumínium féltermékeket felhasználó jelentősebb vállalatok voltak képviselve. Összesen kb. 100 szakember gyűlt össze, többek között a Budapesti Villamosgép és Kábelgyár, Ganz—Mávag, Wilhelm Pieck, Alumíniumárugyár, MOM, Óbudai Hajógyár, ÉM, Fémmunkás, Csepel Autó, IKARUS stb. vállalatoktól. A fentieken kívül különböző tudományos kutató és tervező intézetek és a kereskedelmi vállalatok képviselői is jelen voltak.

A megbeszélést *Kóder Frigyes* főmérnök nyitotta meg.

Bevezetőjében elmondotta, hogy a most folyó bővítési munkák I. lépcsőjében épülő présmű 1962-re befejeződik, ahol 600—5000 tonnás nyomóerővel rendelkező hidraulikus sajtolók kerülnek felállításra. Az új gépeken max. 350 mm ∅-jű körbeírható idomokat és max. 240 mm ∅-jű csöveket lehet majd előállítani. A préselt áruk max. 18 m hosszúságban készülhetnek.

Felkérte a jelenlevőket, hogy tervező munkáik során már most foglalkozzanak nagyméretű rudak, idomok és csövek újabb felhasználási lehetőségeinek feltárásával, hogy az üzem megindulásakor már jelentős rendelési igénnyel rendelkezzenek, mert ez biztosítja a termelés ugrásszerű fejlődését és a gyártómű kapacitásának gazdaságos kihasználását.

Az ankét megnyitása után *Egerszegi János* főtechnológus tartotta meg előadását: „A hazai alumínium félkészáru gyártás fejlesztéséről".

Jelenleg a sajtolt és húzott áruk gyártása terén igen kedvezőtlen helyzet alakult ki és csak a legnagyobb erőfeszítésekkel tudjuk a belföldi igény 70%-át kielégíteni. A jelenlegi kis kapacitás miatt a választék is igen szűk keretek között mozog, ami nem nyújt nagy felhasználási lehetőséget a feldolgozó ipar számára. Üzemük bővítésének elsőrendű célja, hogy a jelenlegi alumínium nyersanyag kivitel helyett alumínium készárut exportáljunk. Ez csak akkor lehetséges, ha az alumínium félkészgyártás fejlődése mellett a készáru gyártással foglalkozó üzemek is párhuzamosan fejlődnek.

Az üzemeknek prototípusok tervezéséhez és kivitelezéséhez a gyártómű már most szeretne segítséget nyujtani, mivel tudjuk, hogy a mintadarabok, az új szerkezetek stb. legyártása sok nehézséggel jár és gyakran csak több hónapos, vagy éves sikeres munka után lehet számitani a jelentősebb mértékű újabb igény kifejlődésére.

Éppen azért a gyártómű szeretné, ha az egyes üzemek az elhangzott irányelvek alapján már most hozzákezdenének tervezni azon az alapon, hogy a fejlesztés után nagy mennyiségű és igen nagy választékú alumínium sajtolt félkészáru áll majd rendelkezésükre. A tervezők részére újabb lehetőségek nyílnak, a nagyszilárdságú ötvözetek felhasználásával. Jelenleg majdnem kizárólag csak Al-Mg-Si ötvözetből gyártunk sajtolt terméket. A nagyobb szilárdságú présáruk előállítása — ennek fokozott kapacitásigénye miatt — ma csak igen korlátozott. Bővítés után lehetővé válik — a felhasználók igényeinek megfelelően — nagyszilárdságú ötvözetek gyártása.

Üzemük a szerszámkészítő műhelyt is fejleszti, s így új szerszámok gyorsabb előkészítésével a fogyasztók segítségére lehetnek ezen a téren is.

Dr. Domony András a Fémipari Kutató Intézet részéről biztosította a felhasználó vállalatokat arról, hogy mind az alumíniumipar, mind a Kutató Intézet prototípusok tervezésében és kivitelezésében segítséget nyújt.

Gebefügi István az ALUTERV nevében a készárugyártó vállalatoknak különböző könnyűfém konstrukciók tervezéséhez nyújtandó segítségét ajánlotta fel.

Dr. Buray Zoltán ismertette a Fémipari Kutató Intézet által kikísérletezett „Hegal" nevű hegeszthető Al-Mg-Zn típusú ötvözetet, melynek szilárdsága nemesítés után 35 kg/mm², folyási határa 21 kg/mm², 20 százalékos nyúlás mellett. Hegesztés után újra nemesedik. Az új ötvözet kísérleti gyártását a Székesfehérvári Hengermű már sikeresen megkezdte.

Tóth Ferenc az üzem kovácsolási lehetőségeire hívta fel az ankét résztvevőinek figyelmét.

A feldolgozó iparágak képviselői hozzászólásaikban kérték, hogy a présművek által gyártott sajtolt áruk katalógusát minél előbb készítsék el és juttassák el a felhasználókhoz.[1]

Baránszky Joób Imre a közlekedési eszközöket előállító vállalatok nevében azt javasolta, hogy az Egyesület a jövőben munkabizottság keretében vizsgáltassa felül és egyeztesse a felhasználásra kerülő sajtolt alumínium termékek választékát. Ily módon a tervezők részére lehetőség nyílik a legmegfelelőbb, leggazdaságosabb présáru kiválasztására.

Több felszólaló méretbeli és minőségre vonatkozó kérdést tett fel, melyekre az üzem részletesen válaszolt.

A vita befejezése után a jelenlevők megtekintették a sajtolt termékeket bemutató kiállítást, ahol a felhasználó üzemek munkájának megkönnyítésére az üzem rövid litografált tájékoztatót adott át a sajtolt termékek bővítés utáni választékairól. Ezt követően a megjelentek megnézték a termelő, valamint az épülő üzemrészeket.

Az ankét sikere azt bizonyította, hogy az összejövetelt a Székesfehérvári Helyi Csoport igen gondos munkával szervezte meg.

Zachár László

[1] Már sajtó alatt. (Szerk.)

Ferrokróm és ferromangán nitridesítése

VÉCSEY BÉLA—VISNYOVSZKY LÁSZLÓ

DK: 66.095.81 : 669.15.198 : 669.26 + 669.74

Нитридация феррохрома и ферромарганца

Nitrierung von Ferrokrom und Ferromangan

The nitriding of ferrochrome and ferromanganese

A nitrogén a karbonacélokban káros szennyező, öregbedést, ridegséget okoz. Olyan ötvözött acélokban azonban, melynek ötvözői könnyen alkotnak nitrideket, maga a nitrogén is hasznos ötvözőelemként szerepelhet.

A nitrogén tágítja a γ-vas területét, tehát ausztenitképző, s így egyes ausztenitképző fémek, mint pl. a Ni, részben vagy egészben nitrogénnel helyettesíthetők.

Az acélfürdő nitrogén ötvözéséhez csak vasban oldható nitridek alkalmasak. Ilyenek a Cr, Mn, Mo és Fe nitridjei.

Vannak ezeken kívül olyan ötvöző elemek is, melyeknek vegyi affinitása nagyobb ugyan a nitrogénhez, mint a felsorolt elemeké, de nitridjeik a vassal nem képeznek szilárd oldatot, hanem a fürdő megdermedésekor kiválnak. Ilyenek a Zr, Ti, V, Ta és az Al is.

Ezek a nitridek szemcsefinomító hatásukkal kedvezően befolyásolják az acél szilárdsági tulajdonságait, de ez nem ötvözés. Csak az acélban oldott, egyenletesen eloszlott, és az acél állapotváltozásait befolyásoló nitrideket tekinthetjük ötvözőknek. Ezek közül a Mo gyakorlati szempontból nagy ára miatt alig jöhet tekintetbe. A nitrogénnel való ötvözéshez általában csak a Cr és a Mn nitridjei használatosak. A vasnitridet nagymérvű bomlékonysága miatt nem lehet használni. Kutatásaink célja 1—1,5% N_2-tartalmú ferrokróm és ferromangán gyártástechnikájának kidolgozása volt.

A fémnitrid képződés az alábbi folyamatok során megy végbe.

1. A nitrogéngáz termikus disszociációja (csak atomos nitrogén léphet a fémmel reakcióba).
2. Az atomos nitrogén adszorbciója a fém felületén.
3. Az adszorbeált nitrogén diffúziója a fémbe.
4. A fémbe diffundált nitrogén reakciója a fématomokkal.

Ezek szerint a nitridképződés arányos a gázfázisban levő atomos nitrogén koncentrációjával

$$[N]_{fém} = k\,[N]_{gáz},$$

de a fém nitrogént csak akkor vehet fel, ha a gázfázis nitrogén potenciálja nagyobb, mint a nitridé. Minthogy a fémnitridek nitrogén potenciálja elég nagy (pl. a vasnitridé 500 C°-on RT ln 10^5) és a nitrogénfelvétel az atomos gáz parciális nyomásának a négyzetgyökével arányos,

$$[N]_{fém} = k\sqrt{p_N}$$

nyilvánvaló, hogy a molekuláris nitrogénnel, mely a folyékony fém hőmérsékletén is csak minimális mértékben disszociál, a fémekbe nitrogént bevinni igen nehéz.

Atomos nitrogént ammóniagázból lehet előállítani. Az ammónia meleg fémek felületén az alantiak szerint disszociál

$$2NH_3 \rightarrow 2N + 3H_2$$

A képződő nitrogén potenciálját a következő egyenlet adja

$$G = -RT\ln p_{2N}, \text{ ahol}$$

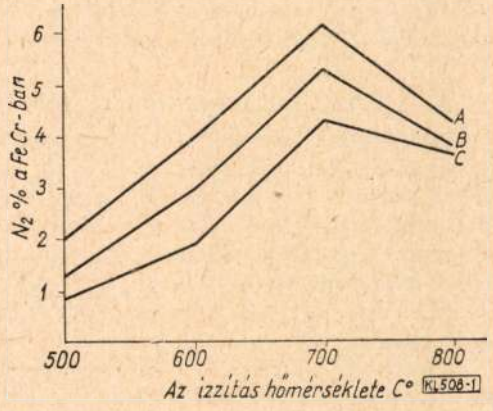
p_{2N} egyenlő a N parciális nyomásával, melynek értéke

$$P_{2N} = K\frac{p^2_{NH_3}}{p^3_{H_2}}$$

Ez az összefüggés azt jelenti, hogy a gázfázis nitrogénpotenciálja a hidrogén parciális nyomásának csökkenésével a harmadik hatvány szerint nő. Ha a reakció-térből a hidrogént eltávolítjuk, parciális nyomását pl. 10^{-3}-ra csökkentjük, 500 C°-on a gáz nitrogénpotenciálja $\Delta G = -RT\ln 10^9$, vagyis kb. 10 000-szer nagyobb, mint a nitridé, tehát ammóniával a nitridesiteni akár szilárd, akár folyékony fémet lehet.

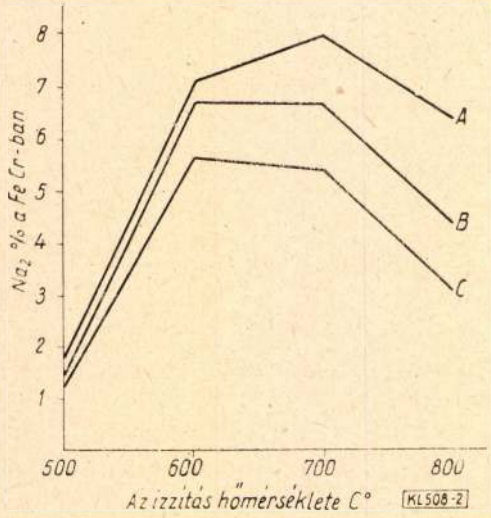
1. A szilárd ferrokróm nitridesítése

Marsh-kemencében 50 mm ∅-jű porceláncsőben, porceláncsónakba helyezett 0—3 mm-es ferrokrómdarát ammóniagáz áramban izzítottunk 8, 10 és 12 órán át előbb 500, majd 600, 700 és végül 800°-os hőmérsékleten. A nitridesített ferrokrómdarát ezután szitálással három részre osztályoztuk. Ezek nitrogénfelvételét az 1., 2. és 3. ábrán tüntetjük fel. Kísérleteink szerint tehát 700 C°-on értük el a legkedvezőbb eredményt. (8% N_2 felvétel 10 órán át 700 C°-on izzított 0—0,5 mm-es ferrokrómdarával következett be).



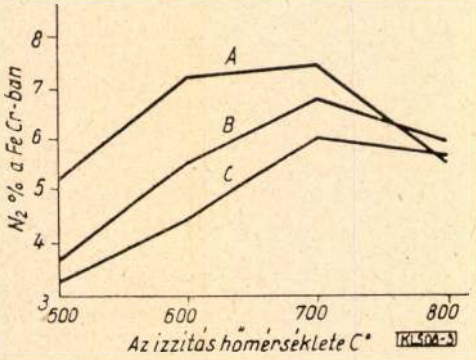
1. ábra. Ferrokróm nitrogénfelvétele HN_3 gázáramban 8 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeCr-dara, *B* jelű görbe 0,5—1 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara, *C* jelű görbe 1,5—3 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara



2. ábra. Ferrokróm nitrogénfelvétele NH_3 gázáramban 10 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeCr-dara, *B* jelű görbe 0,5=1 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara, *C* jelű görbe 1,5=3 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara



3. ábra. Ferrokróm nitrogénfelvétele NH_3 gázáramban 12 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeCr-dara, *B* jelű görbe 0,5=1 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara, *C* jelű görbe 1,5=3 mm közötti szemcsenagyságú FeCr-dara

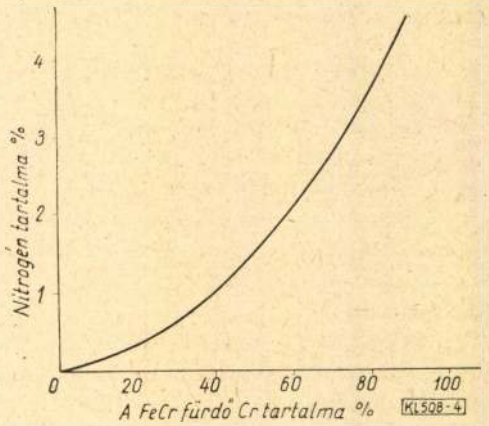
Laboratóriumi kísérleteinket üzemi méretekben sajnos nem tudtuk megismételni, mert főleg beruházási nehézségek miatt megfelelő muffolás-kemencére nem tudtunk szert tenni és kellő teljesítményű törő és őrlő gépeket sem sikerült szerezni. Ezek híján nem tudtunk kellő szemcseméretű és mennyiségű ferrokrómdarát előállítani.

2. A folyékony ferrokróm nitridesítése

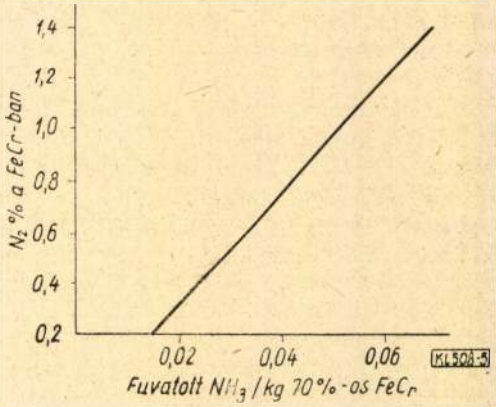
A folyékony ferrokróm nitrogén felvételének kinetikáját *Kotz T.* dolgozta ki [1]. Őt megelőzve *Adoock* kísérletezett indukciós kemencében megömlesztett ferrokróm fürdő nitridesítésével. Közlése szerint egy kereskedelmi minőségű *fémkróm*-fürdő a felületére fúvott molekulás N_2-ből 2,9%-ot vett fel és egy 54% Cr-tartalmú FeCr 1,83% N_2-t kötött meg.

A ferrokróm nitrogént oldó képességét 1600—1690 C° hőmérsékleten a Cr-tartalom függvényében *Kotz* szerkesztette diagramon ábrázolt görbe mutatja (4. ábra).

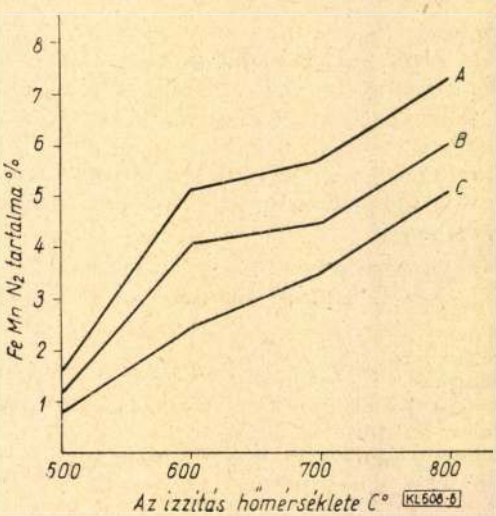
Ilyen irányú kísérleteinkből kitűnt, hogy a FeCr fürdő nitrogén felvétele molekulás nitrogénből rendkívül lassú folyamat. Ezzel szemben az indukciós kemencében megömlesztett fürdő felületére fúvatott ammóniából keletkező atomos nitrogénből 60=70%-os megömlesztett ferrokróm affiné 2=3 óra alatt annyi nitrogént vett fel, amennyi a nitrogénes acél ötvözéséhez bőven elegendő.



4. ábra. A folyékony ferrokróm nitrogénoldó képessége

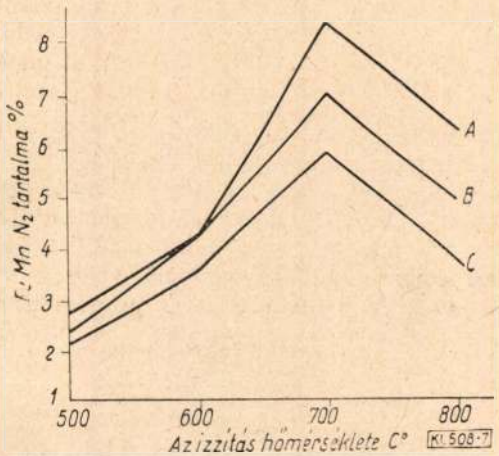


5. ábra. 65%-os folyékony ferrokróm nitrogénfelvétele NH_3 ráfúváskor



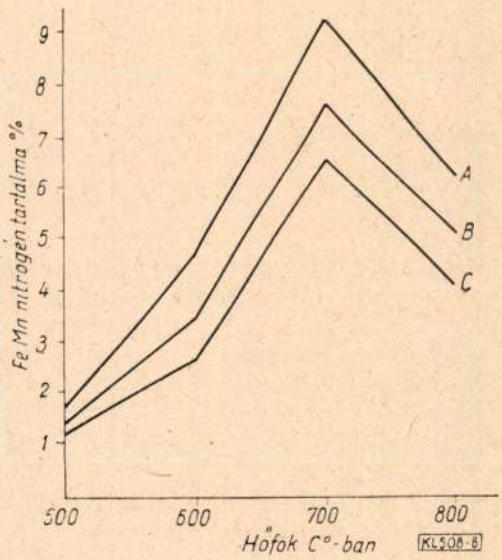
6. ábra. Ferromangán nitrogénfelvétele NH_3 gázáramban 2 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeMn-dara, *B* jelű görbe 0,5=1 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara, *C* jelű görbe 1,5=3 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara



7. ábra. Ferromangán nitrogénfelvétele NH_3 gázáramban 4 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeMn dara, *B* jelű görbe 0,5=1 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara, *C* jelű görbe 1,5=3 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara



8. ábra. Ferromangán nitrogénfelvétele NH_3 gázáramban 6 óra alatt

A jelű görbe 0,5 mm alatti szemcsenagyságú FeMn-dara, *B* jelű görbe 0,5=1 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara, *C* jelű görbe 1,5=3 mm közötti szemcsenagyságú FeMn-dara

A kellő darabnagyságra tört 0,05=0,07% C- és 60=71% Cr-tartalmú ferrokróm affinét bázikus bélésű 300 kg acélt befogadó indukciós kemencében mészsalak alatt olvasztottuk meg. Egy-egy adag súlya 200—250 kg volt. Az adagok kb. 1½ óra alatt olvadtak be. Az acélpalackból vett ammóniát reduktorral szabályozva fúvattuk a salaktól megtisztított fürdő felületére. A fúvatás idejét az ammónia fogyasztás mérése alapján szabályoztuk. Az ammónia fogyasztás megállapítása céljából a palackot mérlegre állítva mértük a súly csökkenését. A fürdő által felvett nitrogén mennyisége és 1 kg 65%-os ferrokrómra befújtatott NH_3 mennyiség közötti összefüggést az 5. ábra mutatja. Ezzel az eljárással gyártottunk 9 adag nitridesített ferrokrómot 1785 kg súlyban. Ezt használtuk fel azután a nitrogénnel ötvözött acélfajták gyártására és megállapítottuk, hogy ötvözés közben nitrogénveszteség gyakorlatilag nincs.

Mangánnitrid

Sokszor fontos a több Mn-nal és kevesebb Cr-mal, vagy csak Mn-nal erősen ötvözött acélfajták ausztenites szövetének stabilizálása is. Nagy jelentősége van ennek a hidegen hengerelt vagy húzott nikkelmentes és nagy Mn-tartalmú antimágneses acélokon kívül pl. a rozsda- és saválló acélok gyártásakor. Ezekbe az acélfajtákba a kellő mennyiségű nitrogént a ferrokrómon kívül, nitridált ferromangán segédötvözettel vihetjük be.

A ferromangán nitridesítésére ugyanazokat a módszereket próbáltuk ki, mint a FeCr-ra. A FeMn affinét ugyancsak 0=3 mm szemcsenagyságra aprítva izzítottuk 500, 600, 700 és 800 C°-os hőmérsékleten 2, 4 és 6 órán át ammónia gázáramban. Nitridesítés után a darát szintén 00=,5, 0,5=1 és 1,5=3 mm részre osztályoztuk. Az *A*, *B* és *C* szemcsenagyságú rész növekedő nitrogén tartalmát a 6., 7. és 8. ábrán felrajzolt diagramokon tüntettük fel. A FeMn nitridesítésének mértéke, amint a diagramok mutatják, alig tért el a FeCr-étól. A nitridesítés optimális értékét azonban jóval rövidebb idő alatt értük el.

A megömlesztett FeMn affiné fürdő felületére fúvatott ammónia fogyasztás és a fürdő N_2-tartalma is közel azonos volt a FeCr nitridesítésekor elért eredményekkel.

IRODALOM

[1] *Kootz*, Th.: Archiv für d. Eisenhüttenwesen 1941. 2. füzet.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Szeptember

5. 40 éve (1919) halt meg *Schulek Frigyes* magyar műépítész (szül. 1841), a Halászbástya és a Jánoshegyi kilátó is az ő tervei szerint készült.
8. 65 éve (1894) halt meg *Hermann Ludvig Ferdinand Helmholtz* német fizikus (szül. 1821), az energiamegmaradás törvényének egyik megalkotója, a szemtükör feltalálója.
10. 90 éve (1869) jelent meg a világ első postai levelezőlapjának, a Magyar Posta levelezőlapjának utasítása.
14. 190 éve (1769) született *F. H. Alexander Humboldt* német természettudós (megh. 1859).
14. 110 éve (1849) született *Ivan Petrovics Pavlov* világhírű orosz fiziológus (megh. 1936), akit az 1904. évben Nóbeldíjjal tüntettek ki.
23. 140 éve (1819) született *Hyppolite Louis Fizeau* francia fizikus (megh. 1896), a fény sebességének meghatározója.
24. 30 éve (1929) halt meg *Richard Adolf Zsigmondy* osztrák fizikus (szül. 1865), az ultramikroszkóp megalkotója.
26. 20 éve (1939) halt meg *Bláthy Ottó Titusz* magyar mérnök (szül. 1860), a transzformátor egyik feltalálója.

Az eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.). Tájékoztatás: Pap János, Reviczky u. 6. Tel.: 336—307.

Széntégla

CSER ARISZTID

DK: 666.7

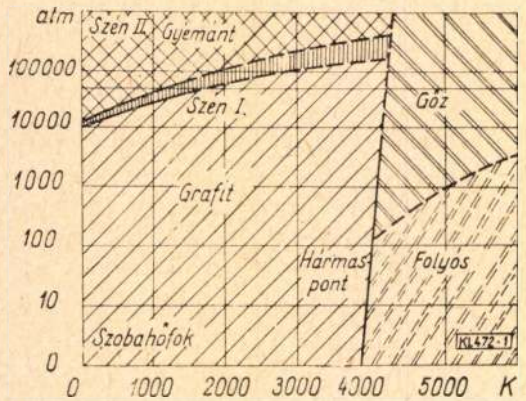
Углеродистый кирпич

Kohlenstoffsteine

Karbon brick

A kohászati folyamatok egyre nagyobb igénybevételnek teszik ki a tűzállóanyagokat. A tűzállóipar azért, hogy a követelményeknek eleget tudjon tenni, egyre nagyobb teljesítőképességű tűzállóanyaggokkal segíti a kohászat kemencéinek üzemét. A korszerű nagyolvasztók részére kíváló minőségű samottégla mellett, széntégla a megfelelő nagy teljesítményű tűzállóanyag. Bár régebben is használták, csak a második világháború alatt és után terjedt el nagyobb mérvben.

A széntégla legalább 90% karbont tartalmazó tűzálló termék. A szén igen jó tűzállóanyag, mivel olvadáspontja nagy hőmérsékleten van. 1 atm. nyomáson 4330 C°-on olvadás nélkül szublimál. Gőznyomása 4725 C°-on pedig már 100 atm. Ezekből az adatokból látható, hogy gyakorlatilag nem olvasztható meg. Igen kitünő a hő és elektromos vezetőképessége, a salak hatásának jól ellenáll és hőingadozásokkal szemben is kedvező az ellenállóképessége. Mivel már 700 C°-on erősen oxidálódik, csak redukáló vagy neutrális atmoszférában használható. Ez a körülmény hosszú ideig akadályozta felhasználását. Technikai problémák is felmerültek a gyártása körül, me-



1. ábra. A szén állapotábrája

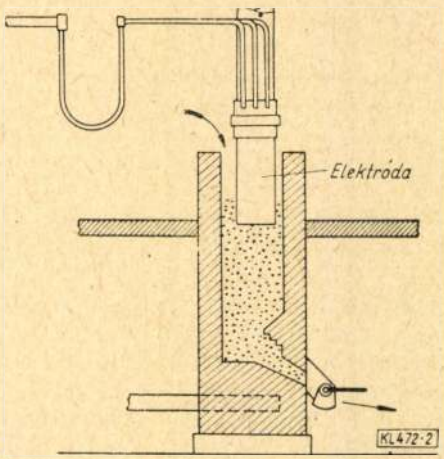
lyen csak az újabb időben tudtak kielégítően segíteni. 1. ábrában a szén állapotábráját mutatom be.

A széntégla nyersanyagai:

1. antracit,
2. retortaszén,
3. petrolkoksz,
4. kohókoksz,
5. kátrány.

A felsorolt nyersanyagok közül a legtöbb nem használható fel közvetlenül széntégla gyártáshoz, hanem előzőleg nagy hőmérsékleten az illó részeket el kell belőle távolítani. Rendszerint grafittá alakítják át.

Legértékesebb nyersanyag a grafittá alakított antracit és petrolkoksz, melyek a széntégla nyersanyagának zömét képezik. Grafittá egyszerű aknáskemencében elektromos úton alakítják át, ennek célja az, hogy az oxidációnak ellenállóbb legyen és az alkáliáktól megtisztuljon. Erre a célra használt kemencét a 2. ábra mutatja be.



2. ábra. Grafittá átalakító elektromos aknáskemence

A kemencét közömbös gázzal öblítik. A bevezetett áram hatására a beadagolt szénszemek között villamosív keletkezik, mely azokat felhevíti és az idő, ill. hőmérséklettől függően többé-kevésbé grafittá alakulnak át.

Koksz és retortaszén szénlepárlásakor keletkezik. Ezek gyártása közismert, tehát erre részletesen nem térek ki.

A széntégla gyártáshoz a kátrány, illetve a szurok minősége igen fontos. Csak kőszénkátrányból készült szurok használható, melyből a vizet és a könnyen illó alkatrészeket eltávolították. Cseppenéspontjának legalább 70 C°-osnak kell lennie és a lehető legnagyobb kokszolási maradékot kell adnia. Ismert mennyiségű, könnyen párolgó alkatrészt kell keverni hozzá, mely részben a plasztikus tulajdonságokat javítja, főként azonban a szurok által a szén nedvesítését segíti elő.

A széntégla gyártása

A nagy kátránytartalmú szenet először finomra megőrlik, majd kötőanyagként műanyagot kevernek hozzá. Természetesen a vizet előbb szárítással eltávolítják.

Műanyagként a legolcsóbb bakelit préspo-rokat (műgyanta) használják. Szokásos pár százalék könnyen olvadó agyag adagolása is, mely azután zománcként vonja be a széntégla felületét, mivel a felületre vándorol ki.

A nyersanyagok őrlésére azonos berendezéseket használnak, mint a kerámiai ipar, tehát pofástörőt, kollerjáratot, cső-, ill. dobmalmot, kalapácsmalmot. Keverésre használt berendezések is azonosak, tehát kollerjárat, Z-karos keverő,

Eirich-keverő. A berendezéseket azonban fűteni kell, mert egyébként nem kapható megfelelő minőségű egyenletes keverék. A keverés 80—90 C°-on folyik.

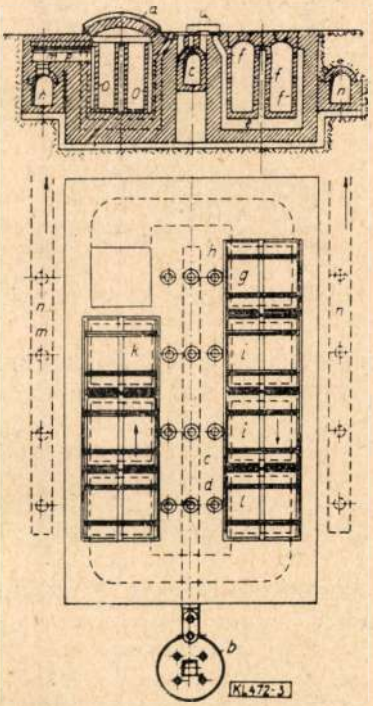
A nagyméretű blokkokat légkalapáccsal, kézzel formázzák, vagy dugattyús szalagsajtón sajtolják, ez utóbbit rendszerint függőlegesen a padlóba süllyesztik.

Kisebb méretű téglákhoz csigasajtók, vagy hidraulikus prések használatosak. Mindezek a gépek a kívánt formázási hőfokra fűthetők. A hőfok beállítása függ a feldolgozott anyagok szemcseméretétől és a felhasznált szurok minőségétől.

Az utóbbi időben a keverékekbe, hőre keményedő műanyagokat is adagolnak,majd melegített hidraulikus sajtókon préselik. Formázás után megvárják míg kihül az anyag, miközben a könnyebben illó szénhidrogének elpárolognak.

Ezután kerül a kiformázott széntégla égetésre. Mindig lassan, oxidáló atmoszférától mentes térben kell égetni. Ezért koksz, vagy antracitporba ágyazzák. A beágyazó rétegnek olyan vastagnak kell lennie, hogy az oxigén diffúzióját teljesen kizárja és a tégla csak redukáló tulajdonságú gázokkal érintkezzék.

Az égetéshez samott-tokot, ill. különleges, Meiser-kemencét használnak. A Meiser-kemencét mutatja be a 3. ábra.



3. ábra. Meiser-kemence

A kemence föld alá süllyesztett, gáztüzelésű kamráskemence, melynek boltozata leemelhető. A gázvezeték a kamrák között halad, majd csatornán keresztül kis nyílásokon át lép be az elégető kamrába. Itt előmelegített levegővel találkozik és elég. Innen tovább áramolva a füstgázok előmelegítik a kiégetésre váró kamrákat. Az égetőkamrák belül samottal falazottak, a berakott áruk kokszágyazásban kerülnek kiégetésre. A felhasznált szurok eldesztillál, ez a régi szerkezetekben a kéménybe távozik, az újabbakban pedig generátorgázhoz keverve elég. A kemence tüzelését igen gondosan kell vezetni, a kátrányt lassan kell desztillálni, majd a lehető legnagyobb hőfokon (1400—1600 C°-on) 1—2 napig tartani, végül lassan lehűteni. A teljes égetési idő — kamránként — 9—14 napot vesz igénybe.

A széntégla égetése közben lejátszódó folyamatok eltérőek a kerámiai anyagoktól. Míg a kerámiai anyagok égetésekor részben az olvadék, részben a rekrisztallizáció biztosítja a szilárdságot, addig ebben a széntégla égetésekor a szurok krakkolódásából keletkező igen finom szén adja a széntéglák kötőerejét. Eközben részben grafittá alakul át, részben átkristályosodás is lejátszódik. Ennek azonban a jelentősége alárendelt.

Égetés közben az idomok általában önsúlyuk alatt deformálódnak, ezért őket utólagosan a kívánt pontos méretre csiszolják.

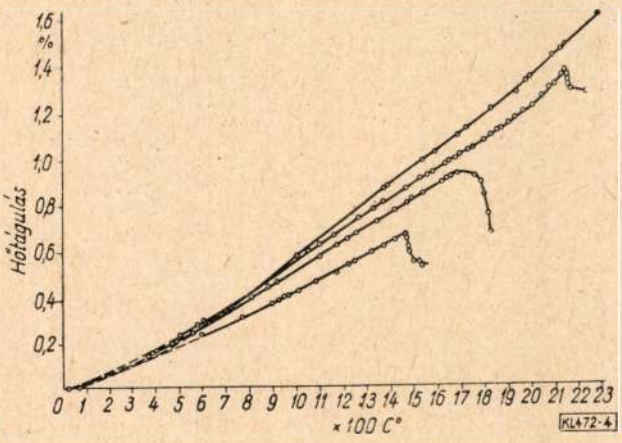
Korszerű üzemekben kisebb mennyiségű szurok adagolása mellett — mint azt már említettem — hőre keményedő műanyagokat használnak, melyeket 120—160 C°-on présben keményítenek. A műgyanta használatának az az előnye, hogy az égetéskor egyébként fellépő elvetemedést megakadályozza, ilymódon az egyszerű alakos idomokat csiszolni nem szükséges.

Üzemünkben is végeztünk kísérletet a széntégla gyártástechnikájának kikísérletezésére. Ez annyiban tért el az említettektől, hogy a szurkot hidegen őrlemény alakjában adagoltuk, majd 2% petróleummal nedvesítettük és 200 kg/cm² nyomással hidegen sajtoltuk. Kokszporba ágyazva samottokban égettük. Nyersanyagként kohó- és petrolkokszot használtunk.

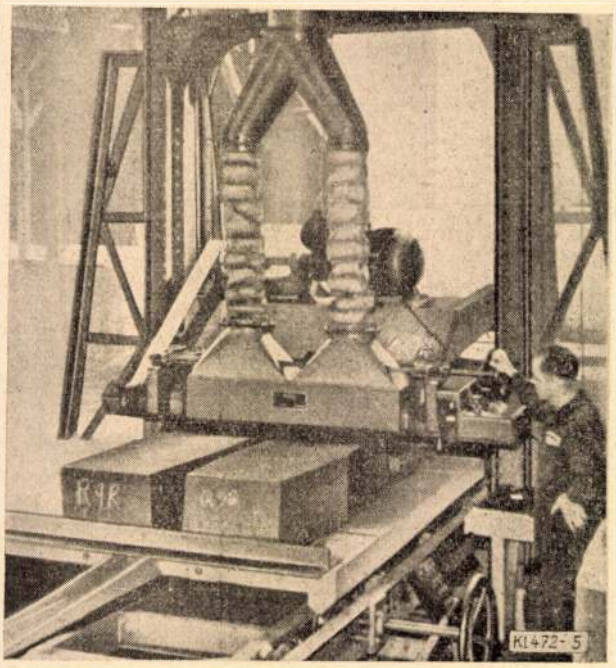
A széntéglák minőségi adatai

A szokásos minőségű széntéglák adatai az alábbiak :

Térfogatsúlya	1,4—1,5 g/ml
Porozitása	20—27%
Nyomószilárdsága	250—600 kg/cm²
C-tartalma	90—94%
Hőtágulási együtthatója	5—6.10⁻⁶



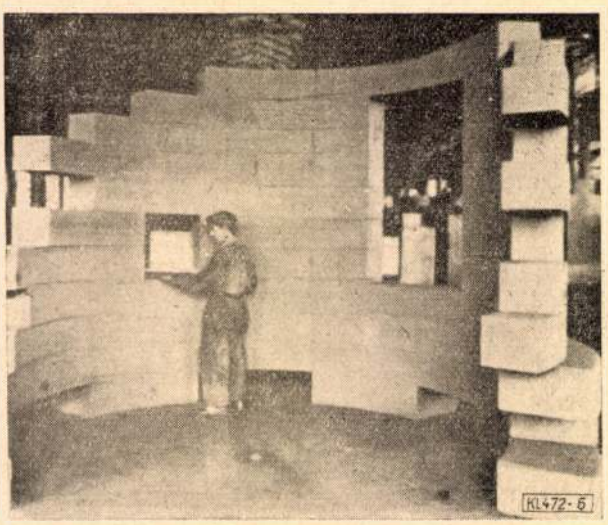
4. ábra. Széntéglák hőtágulása és zsugorodása a hőmérséklet függvényében



5. ábra. Széntégla blokkok csiszolása

A téglák hőtágulása lineáris, nagysága azonban függ attól, hogy milyen hőfokon került kiégetésre. A szokásos minőségű gyártmányok 1500 C°-ig kb. 0,7% hőtágulást mutatnak, majd zsugorodnak. A hőtágulás és az égetés hőmérsékletének hatását a 4. ábra szemlélteti. Mint az ábrán látható jelentős zsugorodások léphetnek fel.

Széntégla helyett falazat szénporból, azaz döngölőmasszából is készíthető. Ez azonban nem olyan jóminőségű és a kemencét lassan kell felfűteni, ami a felfűtést is elnyujtja. A leggyakrabban fellépő hiba a döngölt szénfalban az, hogy a fűtéskor keletkező kátránygőzök a falazatot fellazítják, repedést okoznak, melyek mentén a falazat hamar tönkremegy. Ma már csak alárendelt helyekre használják.



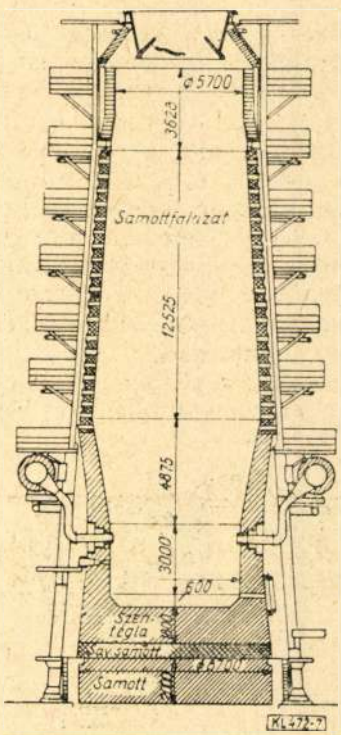
6. ábra. Összeállított nagyolvasztó falazat

Felhasználás a nagyolvasztóban

A beépítésre az előkészítés már a tűzállóanyaggyárban megkezdődik. A nagyméretű szénblokkokat igen pontos méretre csiszolják, majd összerakják és ha szükséges, még össze is csiszolják. A csiszolást mutatja be az 5. ábra.

Igen fontos, hogy a kövek között a lehető legkisebb hézag legyen. A kövekből összeállítják a falazatot, ellenőrzik a méretét, majd egyesével gondosan csomagolva viszik a kohóműbe és építik be a nagyolvasztóba.

Ilyen összeállítást mutat be a 6. ábra.



7. ábra. Széntégla beépítési helyei nagyolvasztóban

Összeépítéshez 20% agyagtartalmú, finomra őrölt szénlisztet, vagy kátrány és finomra őrölt kokszpor keveréket használnak. A tégla és a páncélzat közötti hézagot döngölőmasszával töltik ki, mely azonos az előbb említettel.

A nagyolvasztó falazatát a 7. ábra mutatja be, megjelölve azt a részt, ahová a széntégla beépítésre kerül.

A fenékkövek különleges kivitelűek, oldalfaluk hullámos, ezáltal egymásba rögzíthetők. Ez biztosítja, hogy a folyékony vas felszínére a fenékkövek ne ússzanak fel. A téglákat üzembehelyezés előtt 250 m/m vastagon samottlapokkal borítják be, hogy a felfűtéskor elzárják a levegőtől és így induláskor megvédjék az oxidációtól.

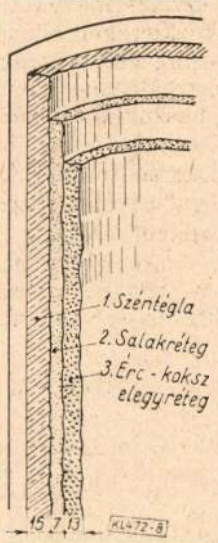
A nagyolvasztóban a széntégla tönkremenetelének okai az alábbiak.

1. Mechanikai koptatás,
2. Oxidáció, vízgőz, széndioxid, levegő hatása,
3. Alkáliák és a Zn korróziója.

A mechanikai koptatóhatással szemben a széntégla igen ellenálló, mivel szilárdsága a hő-

mérséklet emelkedésével nő. A koptatóhatás azonban jelentékennyé válik akkor, amikor a téglák a később leírt alkália vagy Zn gőzök hatására összerepednek és felfúvódnak.

A különböző oxidáló hatásokkal szemben használat közben a tégla általában védett, mivel a nagyolvasztó atmoszférája redukáló és a téglára is védőréteg, felületére salak, azonkívül pedig érc-koksz elegy rakódik le. Ezt a rétegeződést mutatja be a 8. ábra. Leálláskor védelemre nincs kü-



8. ábra. Kohófalazat védőrétegei

lönösebb szükség, mert ha az üzemet helyesen vezetik, megfelelő védőréteg alakul ki. Ha a védőréteg kialakulására nem volt lehetőség, nitrogén gázzal való telítése vagy CO, generátor gáz, torokgáz stb. bevezetése hozhat eredményt.

Az alkáliák és a Zn a *burstinghez* hasonló duzzadási jelenségeket, repedést okoz a téglában. A jelenség lefolyása hasonló a samottéglának a CO okozta repesztő hatásához és mechanizmusa is hasonló. Ez irányú, vizsgálatok (3) különösebb eredményt nem tudtak kimutatni, csupán megállapították, hogy a porozitás és gázáteresztőképesség nagymértékű csökkenése okozza a repedezést.

Az alkália és cink lerakódás a pórusokban olyan nagy mértékű, hogy átlagban az egyes övekben a 15%-ot is elérheti.

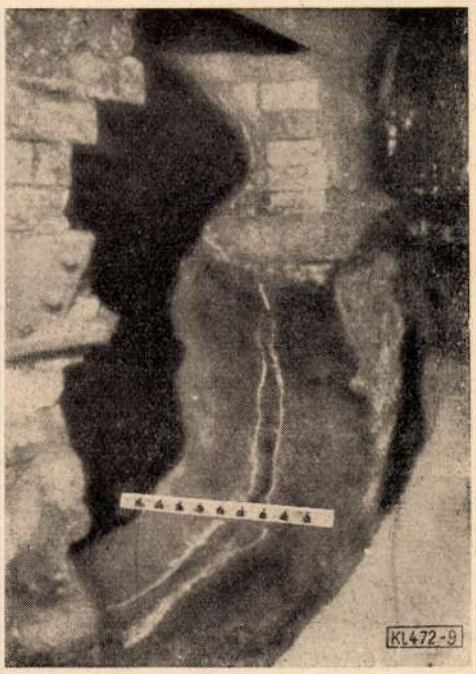
1. táblázat

Alkália és cink hatása a falazatra

Fúrásmélység, m/m	Összes alkália-tartalom, %	Cink, %
120	1,04	0,16
360	1,32	0,33
430	19,51	3,54
480	36,55	1,96

Az 1. táblázat az alkália és cink beszivárgását mutatja be a mélység függvényében.

Az ilyen nagy mértékű alkália- és cinklerakódás a téglában annak duzzadását okozza, egyidejűleg repedezés is fellép.



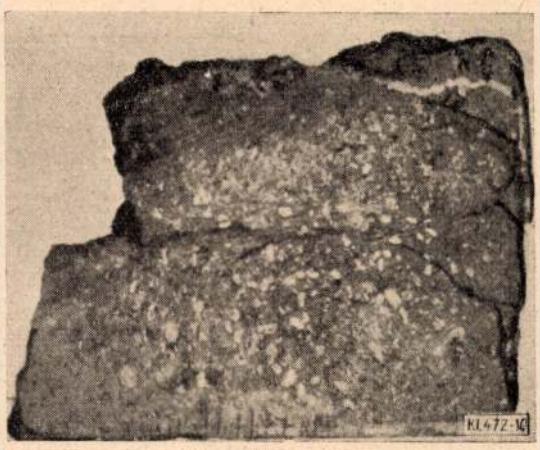
9. ábra. A széntégla korróziója a nagyolvasztó medencéjében

A 9. ábra mutatja ezt a hatást. Látható, hogy a megjelölt fehér vonalak között a széntégla erősen repedezett. A samottégla részben hasonló viselkedésű. A repedéses széntégla a 10. ábrán látható.

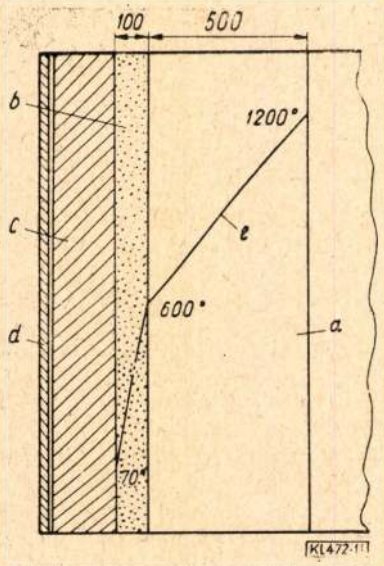
A repedések az oxidációtól származnak, valószínűleg víz hatására. Ilyen repedések különösen a csapolónyílás környékén keletkeznek.

A széntégla igen jó hővezető, ezért ajánlatos hőszigeteléssel ellátni. Erre a célra külföldön *vermikulitot* használnak. Hazai viszonyok között duzzasztott *perlit* felelne meg a célnak. A hőszigetelés nélküli 170 C°-os falazat külső hőmérsékletével szemben, a széntégla felületének hőmérséklete 600 C°-ra is nő, a hőszigetelés külső oldala pedig kb. 70 C°-os.

A hőszigeteléssel kettős célt érnek el, egyrészt a hőveszteséget csökkentik, másrészt a vasércből beivódó alkáliák és Zn, melyek a 300—



10. ábra. Széntégla repedezése oxidáció hatására



11. ábra. Hőszigetelt nagyolvasztó falazat hőesése a széntéglafalazat, b hőszigetelő réteg, c hűtőtáska, d páncél

450 C°-os hőmérsékletű részben rakódnak le, nem a széntéglába, hanem a hőszigetelő falazatrészbe jutnak. Ez utóbbinak nagyméretű pórusaiban bőségesen van hely, ezért nem végeznek rombolást.

Újabb vizsgálatok, melyeket radioaktiv izotópokkal végeztek, azt mutatták, hogy a szénből készült nagyolvasztó fenék 30—60 nap alatt tönkrement. Ezt a hatást elsősorban a nyersvas oldó hatásának tulajdonították. Ugyanakkor a magas mullittartalmú fenekek lényegesen jobbnak mutatkoztak.

A medence falban már a tartósság lényegesen jobb és a széntéglákból készült előnyben részesül. A csapolónyílás környékét azonban itt is samottból kell kiképezni, mert a dugaszoló massza gőzei jelentős rombolást végeznek a szénfalazatban. A 11. ábra a falazat hőviszonyait mutatja be.

Meg kívánom még említeni, hogy 1% alatti hamutartalmú szénidomokat igen jó eredménnyel használnak a kémiai iparban. A szén ugyanis a szokásos hőmérsékleteken ellenáll a savaknak és a lúgoknak is, azonkívül organikus anyagok, oldószerek sem támadják meg. Igen jól bevált és nagy mennyiségben használják a cellulózeiparban, ahol vele a feltáró autoklávokat bélelik. Az elektrotermikusan dolgozó iparágakban elektródának használják. Végül az elektrotechnika sok ágában szerkezeti anyagként szolgál.

Remélem, hogy az ismertetés hozzájárult ahhoz, hogy a tűzállóiparban eddig aránylag ismeretlen szerkezeti anyagra felhívja a figyelmet.

IRODALOM

(1) *Prof. Dr. Salmang, H.:* Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Keramik — 2. Aufl. Springer Verlag, Berlin — 1951.
(2) *Prof. Dr. Ullmann, F.:* Enzyklopädie der Technischen Chemie — 2. Aufl. Urban und Schwarzberg Verlag, Berlin—Wien — 1929. IV. kötet 372. old.
(3) *Glebov, Sz. V.* és *Tyihonova, L. A.:* Nagyolvasztó medence és fenék falazása. Ogneuporü 1958. 10. sz. 433—439. old. Metallurgizdat, Moszkva.

Dr. VAJK ÁRPÁD

Dr. Vajk Árpád Egyesületünk volt ügyésze, választmányi tagja 1959. július hó 30-án meghalt.

1887. május 11-én született Selmecbánya mellett levő régi bányavároskában, Hodrusbányán. Selmecbányán a régi, jónevű Liceumban járt középiskolába s ott tette le az érettségit. Érettségi után jogi pályára ment, a jogot a budapesti és a kolozsvári Tudomány Egyetemen végezte, majd 1913-ban nyert ügyvédi oklevelet.

Egyesületünkben vezető szerepet 1946-ban nyert, amikor az újjáalakuláskor az ügyészünk lett, s ezt a funkciót 1951-ig töltötte be. Ezután a választmány tagjaként vett részt az Egyesület életében.

Az Egyesületért kifejtett munkásságának jutalmazásaként elnyerte a Zorkóczy emlékérmet, melyet az 1948. évi november 7-én tartott gyűlésen nyújtottak át neki.

Szerény, szolgálatkész, halkszavú munkatársunk volt, akire mindig szívesen fogunk visszaemlékezni. Búcsúzóul az emlékérem átvételekor mondott köszönő szavaiból hadd idézzek néhányat.

„A szép hodrusbányai völgy szült engem, bányászgyermekek voltak a játszópajtásaim, a Mindszenttáró, a Söplertáró, a Teremtőtáró bejárata volt a játszóterem, . . . a selmeci liceumban a Főiskola hallgatói voltak az első férfiideáljaim .... ifjúságom és a múlt legszebb emlékei ide vonzanak engem . . ."

Dr. Vajk Árpádot debreceni elhamvasztása után augusztus 28-án helyezték a Farkasréti temető urnaházában örök nyugalomra.

A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészleg üzemi eredményeinek vizsgálata[1]

PESTI GYÖRGY

DK: 662.74

Анализ производственных результатов коксового за вода дунайского комбината

Prüfung der Betriebsresultate der Kokereianlage von „Dunai Vasmű"

Checking the working results of the coking plant, belonging to the „Dunai Vasmű"

A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészlegének feladata elsősorban az, hogy a nagyolvasztók részére megfelelő minőségű kohókokszot termeljen, másodsorban, hogy ipari koksszal és kamragázzal lássa el gyáron belül az összes fogyasztókat. Ezeket a feladatokat természetesen a lehető leggazdaságosabban kell megoldania. Azt hiszem, nyugodtan állíthatom, hogy sem a nagyolvasztónak, sem az egyéb fogyasztóknak lehetőségeink határain belül sem mennyiségi, sem minőségi panasza az elmúlt két év során nem volt. Feladatainkat tehát megoldottuk és hogy ez mennyire gazdaságosan sikerült, az alábbiakban fogom vizsgálni. Mielőtt azonban erre rátérnék, hogy értékelhessük az eredményeket, röviden ismertetni fogom az egyes berendezéseinket.

A két év óta üzemben levő kemenceblokk szovjet PVR-51 típusú, vízszintes elhelyezésű, 55 kamrából álló kemence. Fűtése regeneratív, szórásos módszerrel töltjük. A falazat anyaga majdnem teljes egészében kiváló minőségű szovjet dinaszkő. Kamragázzal, kohógázzal vagy a kettő keverékével fűthető. Kevertgáz fűtéshez kb. 92,5% kohógázhoz 7,5% kamragázt adagolunk automatikus arányszabályozó segítségével. Egyenletesebb fűtés érdekében a fűtőfal keresztirányban két részre van osztva, gépoldalon 14, kokszoldalon 12 fűtőcsatornára. Mindkét oldalon végig lehetőség van arra, hogy a leszálló füstgázok bármelyik irányban visszacirkulálva megnyújtsák a lángot és ezáltal függőleges irányban egyenletesebbé tegyék a fűtést. Egy kamra hasznos térfogata 20 m^3, hossza 12 280 mm, magassága 4000 mm, közepes szélessége 407 mm, 50 mm konicitással. A szén betöltésére három töltőnyílás szolgál. A kamragáz a kemencéből két irányban távozhat a két oldalon elhelyezett gázgyűjtőcsövekbe. A termelt nyers kamragázt vízzel hűtött, függőleges csöves előhűtőkön keresztül két, egyenként 45 000 Nm^3/ó teljesítményű, gőzzel, illetve elektromosan meghajtott exhausztor szívja el és nyomja az összes tisztító berendezéseken keresztül a fogyasztókig. Az exhausztor összes emelőmagassága 3000 mm vo. A fúvó nyomóoldalán 2 db elektrosztatikus kátrányleválasztó nyert elhelyezést. Teljesítményük egyenként 35 000 Nm^3/ó tisztításakor 5 g kátrány/ 1000 m^3 gáz. A gáznak a kátránytól való teljes megtisztítása utáni sorrendben az ammóniától való megtisztítása következik, az ismert féldirekt eljárással. A telítő szekrénybe vezetett gáz ammóniáját a kb. 8%-os kénsavas fürdő ammóniumszulfáttá alakítja. Az anyalúgból a képződött sókristályokat folytonos üzemű centrifugával távolítjuk el. Az előhűtőkben kondenzálódó gázvízből a szabad ammóniát, kiforraló oszlopban gőzzel kihajtjuk és egy részét a kamragázzal együtt a telítőszekrénybe, más részét piridin közömbösítésére a piridinsemlegesítőbe vezetjük. Az ammónia kinyerésére használt telítőszekrény anyalúgja ugyanis kimossa a gázból az ammónáin kívül a piridinbázisokat is. Ezeket azután külön közömbösítő ben a gázvízből nyert ammóniával az anyalúgból felszabadítjuk, majd a felszabadult piridingőzöket kondenzáltatjuk és termékként a nyerspiridint nyerjük.

Az ammóniától és piridintől megtisztított gáz a közvetlen permetezésű utóhűtőbe kerül, hogy itt a lehető legalacsonyabb hőmérsékletre lehülve a még benne levő naftalinnak nagy részét leadja, és optimális hőmérsékleten kerüljön a benzolmosó tornyokba. Az utóhűtő permetező vizéről kaparó szerkezettel lefölözzük a naftalint, majd a vizet lehűtve, ismét a gáz hűtésére az utóhűtőbe nyomjuk. Az utóhűtőből 20—25 C°-kal kikerülő gáz benzoltalanítása jelenleg két, nemsokára azonban három sorbakapcsolt benzolmosótoronyba folyik. Ezekbe a mosótornyokba a gáz áramlási irányával szemben külön erre a célra desztillált, ásványolaj eredetű mosóolajat permetezünk. Az olaj abszorbeálja a gázból a benzolhomológokat és a naftalint. A telített olajból a benzolhomológokat és a naftalint vízgőzdesztillációval nyerjük ki, majd a benzolmentesített olajat lehűtve, újból mosásra használjuk.

Kokszoltásra a szabad ammóniától és a monofenoltól mentesített gázvizet használjuk. A monofenolt Koppers-rendszerű fenoltalanító mosótorony hajtja ki. A gázvizet ammóniakiforralás után még meleg állapotban, kb. 98 C°-on visszük be a kokszrétegekkel ellátott mosótorony felső részébe. Vele szemben gőzt áramoltatunk, ami kihajtja belőle a monofenolokat. A majdnem teljes egészében kidesztillált monofenolt nátronlúggal kötjük meg, nátriumfenolát alakban. Az elmondottakon kívül a gyárrészleghez tartozik még egy egész sor segédberendezés, amelyekről most nem kívánok beszélni.

Előadásomat túlságosan hosszúra nem akarom nyújtani, azért üzemi eredményeink vizsgálatakor nem fogok beszélni sem az 1956-os, sem az 1957-es időkről. Ezekben az években ugyanis legfontosabb problémánk az indulás és különösen 1957. év elején a válságos szénhelyzet miatt, az üzembentartás volt. Ez nem jelentett ugyan könnyebb műszaki feladatot, mint a rendes üzemvitel, de mert a hangsúly nem a gazdaságosságon, a jó műszaki mutatók elérésén volt, ezt az időszakot figyelmen kívül hagyva, a továbbiakban csak az 1958. év eredményeiről fogok beszélni.

A Kokszoló Gyárrészlet, sőt a melléktermékeket feldolgozó Vegyi Gyárrészleg munkáját is elsősorban a kemencébe töltött szén minősége befolyásolja. 1958 I. félévében a kamrákba töltött szénkeveréknek kb. 70%-a hazai mosottszénből, és 30%-a külföldi, cseh, szovjet és amerikai szénből állott. A szénkeverék általános jellemzői a következők voltak :

Nedv. %	Hamu %	Illó %	Kén %	Roga	<3 mm %	<1 mm %	Dilató a	Dilató b
10,0	11,4	28,17	1,5	46,1	91,0	64,0	—33,0	—7,0

Ez a szén a nemzetközi klasszifikáció alapján 532-esnek felel meg. Térfogatsúlya az év elején kb. 690 kg száraz szén/m^3 volt, amit csupán kíméletesebb töréssel augusztus hónapban sikerült 740 kg/m^3-re növelni. Ilyen alapanyagból kiindulva, vizsgáljuk meg sorra a gyárrészleg műszaki mutatóit.

[1] Az előadás elhangzott 1958. év szeptember 17-én a Széplakon tartott Országos Kokszolható-szén és Kokszvegyészeti konferencián.

1. táblázat

A hőmérséklet- és a kitolás egyenletesség adatai 1958. évben

	Január	Február	Márc.	Április	Május	Június	Július
	hónap						
Hőmérséklet egyenletesség	0,96	0,95	0,90	0,95	0,93	0,93	0,99
Kitolás egyenletesség	0,96	0,96	0,94	0,96	0,93	0,95	0,94
Nedves szén, t	41 407	37 121	41 786	40 874	41 808	41 192	43 328
Nedvesség, %	10,6	10,4	10,7	10,1	9,4	8,9	8,6
Q_n kg/m²·24 ó	247	245	250	252	250	258	259
V kg/m²·ó	50,7	50,2	51,2	51,7	51,2	52,0	53,0

Szovjet előírások szerint — amit szinte kivétel nélkül minden szovjet kokszolóban tartanak is — a hőmérséklet és kitolásegyenletesség napi átlagban nem csökkenhet 90% alá. A hőmérséklet-egyenletességre megengedett határ ± 20 C°, a kitolásegyenletességre pedig ± 10 perc.

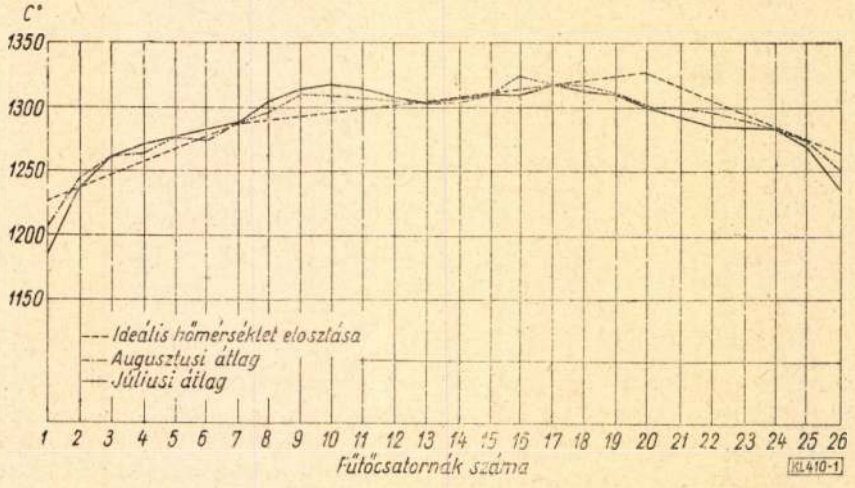
Ez a két szám mutatja meg valójában azt, hogy az üzem mennyire dolgozik egyenletesen, ami a jó kokszolásnak elengedhetetlen feltétele. A kitolás- és a hőmérséklet egyenletessége természetesen szoros kapcsolatban áll egymással, mert egyenletes falhőmérsékletet csak úgy lehet elérni, ha egyenletes a hőelvétel is, ezt pedig az egyenletes kitolás biztosítja. Ennek a két mutatónak alakulását havi átlagokban az 1. táblázat mutatja.

A táblázat adatai alapján az értékeket mondhatjuk. Sőt, még ha azt vizsgáljuk is, hogy hány olyan nap volt a hónapok során, amikor a hőmérsékletegyenletesség, a fontosabb mutató 0,9-nél kisebb volt, azt találjuk, hogy a március hónaptól eltekintve, amikor a torokgázfűtés beszabályozása folyt, a következő két hónapban már csak három, a további három hónapban pedig egyetlen napon sem csökkent a hőmérséklet-egyenletesség 0,9 alá.

Általánosan, de gazdaságilag nem teljes pontossággal kiértékelhető azt a követelményt támasztják még — a kokszolás szaktekintélyei — a kamrák fűtésével kapcsolatban, hogy a hőmérséklet eloszlás mind vízszintes, mind pedig függőleges irányban egyenletes legyen. A minden irányban egyenletes hőmérséklet eloszlás biztosítja a lepény egyenletes kiállását, az egyenletes minőségű kokszot. Vízszintes irányban az ideális és a valóságos hőmérséklet eloszlást diagramban mutatom be (1. ábra).

A kemence függőleges irányú hőmérséklet-eloszlásával kapcsolatosan azt a követelményt szokás támasztani, hogy a kokszlepény alsó és felső része között, a lepény aljától és tetejétől 0,5 m-re mérve, újabb építésű kokszolókban 30 C°-nál nagyobb különbség nem lehet. Valamennyi mérésünk azt bizonyítja, hogy ez a különbség nálunk max. 30, átlagosan pedig 18 C°. Itt meg kell jegyeznem azt, hogy főleg gyengébb minőségű koksz termelésekor sokszor illetik a kokszműveket azzal a váddal, hogy a lepény nem állt ki kellő mértékben. A kokszlepény érettségének megítélésére elsősorban a koksz illótartalma a megfelelő mutató. Ez minálunk sohasem emelkedett a megengedett 2% fölé, max. 1,9%, havi átlagban pedig 1,54% volt. Ezen kívül ma már a Ruhr-vidéki kokszolókra kötelezően azt is előírják, hogy a kitolt kokszlepény hőmérséklete 950 C° alatt legyen. Folyó év augusztus havi méréseink szerint ez nálunk átlagosan 1030 C°, azaz 80 C°-kal több a nyugat-német előírásnál, tehát nem a koksz éretlensége lehetett a rosszminőségű koksznak az okozója.

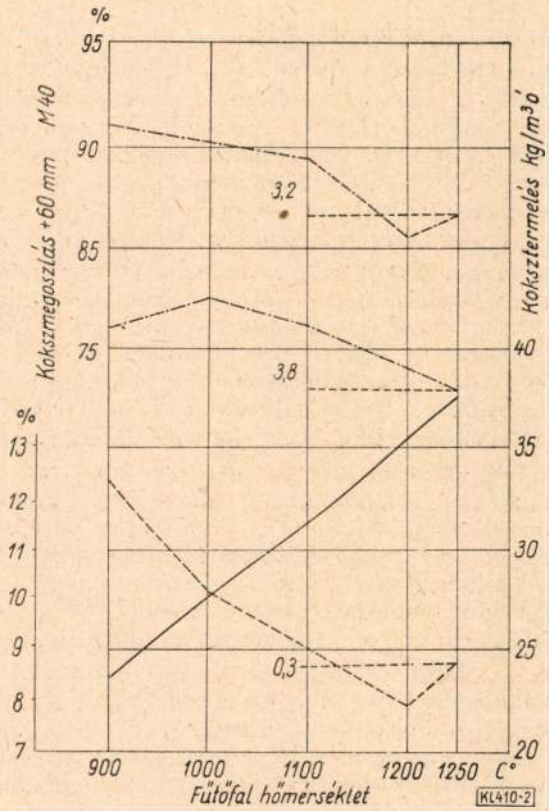
Eredményeink vizsgálata során — a gazdaságosság szemszögéből — elsősorban foglalkoznom kell az egész berendezés kapacitáskihasználásával. Nyilvánvaló ugyanis, hogy egy berendezés a tervezett kapacitáson sokkal gazdaságosabban tartható üzemben, mint annak egy töredékén. A Kokszoló Gyárrészleg minden berendezése minimálisan két blokkra épült, de van olyan is, amely négy blokkos üzem kiszolgálására is alkalmas. A jelenlegi egy



1. ábra. Az ideális és valóságos vízszintes hőeloszlás a fűtőfalon

blokkos üzemben a kapacitás-kihasználás vizsgálata során elegendő tehát, ha csak a kemence üzemét vizsgáljuk. A tervező GIPROKOKSZ az 55 kamrás kemenceblokk teljesítő képességének — a 16 órás kigázosítási időhöz tartozó — napi 82-83 kamratöltsét adta meg. Ezt a teljesítményt már a múlt év októberében elértük, sőt ez év elejétől a kamraszámot 83-ról 87-re emeltük, ezzel együtt természetesen a 87 kamrának megfelelően a kigázosítási idő 15 ó 12'-re csökkent. 87 kamrához tartozó falhőmérséklet átlagban 1300-1310 C° volt. A kokszoló blokkok teljesítményét az utóbbi időben már nem a napi kamraszámmal, illetőleg a kigázosítási idővel, hanem vagy az egységnyi hasznos kamratérfogatban óránként kigázosított nedves szénmennyiséggel, ill. termelt kokszmennyiséggel, de méginkább az 1 m^2 hasznos falfelületre eső, naponkénti nedves szénmennyiséggel szokás jellemezni. Ezeket az értékeket 1958. évre az 1. táblázat mutatja. Irodalmi adatok alapján, közepes teljesítménynek kell tekinteni a 220—240 kg/m^2 24 óra falterhelést, az elérhető maximumnak a 300 kg/m^2 24 órát adják meg. Megjegyzik továbbá, hogy nem mindig célszerű a minél nagyobb falterhelésre való törekvés. Nagyobb, 30% feletti illótartalmú szenekre a 200 kg/m^2 24 órás teljesítményt ajánlják. Sőt, újabb, félüzemi és néhány nagyüzemi kísérlet bebizonyította, hogy a kemenceblokkok teljesítményét nem érdemes az elérhető maximumig fokozni, mert ennek nemcsak a gáz minőségére (ez egyébként régóta közismert tény), hanem a koksz minőségére is rossz hatása van. Ezt mutatja a 2. ábra is. Ez az ábra egy 28,4% illó- és 10% nedvességtartalmú Ruhr-vidéki szén félüzemi kokszolásának eredményeit ábrázolja, különböző hőmérsékleten végezve a kokszolást.

A különböző hőmérsékletnek a koksz minőségére gyakorolt hatását természetesen szénfajtánként is meg kell vizsgálni. Ennek alapján lehet eldönteni azt, hogy az adott viszonyok között milyen teljesítmény a leggazdaságosabb. A folyó évi 245—259 kg/m^2 24 óra falterheléseink a Ruhr-vidéki kokszolók eredményeinél 6-12%-kal nagyobbak, a szovjet üzemek kb. 256 kg/m^2 24 óra falterheléseivel kb. azonosak voltak. Ha a folyó évben megépíteni óhajtott kísérleti kemencében kísérleteink majd azt mutatnák, hogy a mi szeneinkre a nagyobb hőmérsékletnek nincs lényeges kokszrontó hatása, akkor a maximális falterheléssel számolva, az 55 kamrában kigázosítható szén mennyisége 5400 · 300 = 1620 t nedves szén/24 óra volna. 770 kg/m^3 száraz térfogatsúlyt és 9% szénnedvességet feltételezve, ez a teljesítmény naponként 97 kamrával, 13 ó 30' kigázosítási időnek felelne meg. Ennek megfelelő falhőmérséklet átlagosan 1350—1360 C° lehetne. A számításban szereplő 770 kg/m^3-es száraz térfogatsúly, amely az első pillanatban kissé soknak látszik, azzal indokolható, hogy a 740 kg/m^3-es térfogatsúlyt már eddig is elértük. A további 30 kg — ami 4%-os növekedésnek felel meg, — akármilyen kis mértékű szelektív szénelőkészítéssel, vagy esetleg vegyes adagolással könnyen elérhető. A legegyszerűbb térfogatsúly növelő módszert, a szén olajozását 1958. év januárjában nagyüzemileg magunk is kipróbáltuk. Ennek eredménye kereken 4%, pontosabban 4,28% térfogatsúly növekedés volt. A kísérlet során 25 kamrát töltöttünk olajozott szénnel. Olajozásra a rendelkezésünkre álló gázolajat használtuk (fajsúly 0,893, viszkozitása 50 C°-on 1,1 E°) 0,35%-ban keverve a szénbe. A koksz fizikai jellemzőire az olajozás hatása nem volt észlelhető. Ilyen irányú kísérleteinket a jövőben — ha módunk lesz rá és szükségesnek látszik — folytatni fogjuk. A térfogatsúly növelésének ez a módja világszerte elterjedt, a Szovjetunióban is számos helyen használják. Irodalmi közlések szerint 0,2-0,5 tf.% gázolaj adagolással 9% térfogatsúly növelést is sikerült elérni. A maximális, 300 kg/m^2 24 óra kapacitással kapcsolatban meg kell még jegyezni azt is, hogy ilyen nagy teljesítményt tartósan még sehol a világon sem értek el. Az ehhez szükséges, átlagosan 1350-1360 C°-os falhőmérséklet, ami a kokszoldalon ± 20 C°-os eltérést megengedve állandóan 1405 C° lenne, igen pontos és állandó hőfokszabályozást és a várható többletteljesítménnyel össze sem hasonlíthatóan nagyobb veszélyt rejtene magában.

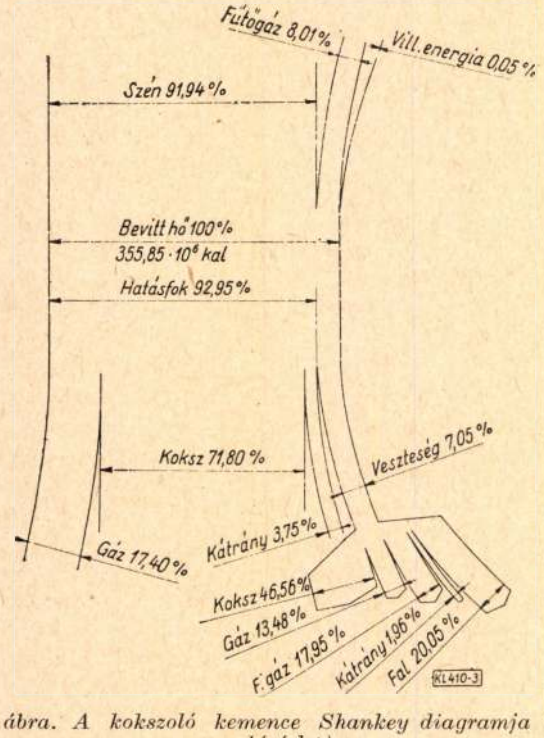


2. ábra. A kokszolási teljesítmény a hőmérséklet függvényében

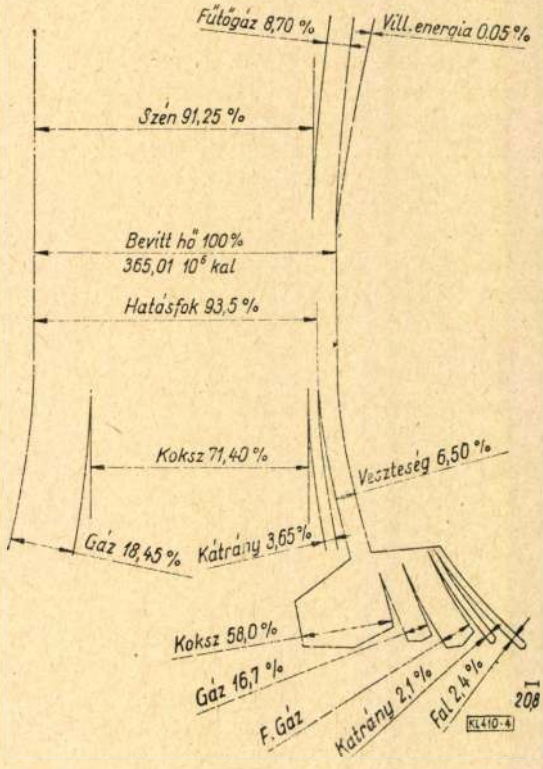
Ilyen hőmérsékleten ugyanis a legkisebb üzemzavar a kiszolgáló berendezések bármelyikén könnyen a falazat helyi túlhevülését és megolvadását okozhatná.

Minden kokszoló kemencére jellemző a fajlagos kalóriafogyasztása, az a szám, amely megmutatja, hogy 1 kg szén kigázosítására hány kalóriát használ fel. Ennek nagysága függ a kemence típusától, a kigázosításra kerülő szén minőségétől, elsősorban annak nedvességétől és hamutartalmától, a felhasznált fűtőgáz tüzeléstechnikai saját-

ságaitól, a tüzelés módjától és a felületi veszteségektől, amelyek a környező levegő állapotától függnek. A felsorolt hat tényező még sok-sok altényezőre volna bontható, de ennek az előadásnak a kereteiben ezzel foglalkozni túlságosan messzire vezetne. Üzemi ember szemüvegén nézve ezeket a tényezőket, már csak két csoportot látunk, azokat, 1. amelyeket beavatkozásunkkal befolyásolni tudunk és 2. amelyeket nem. A kemence tervezői mérlegelni szokták az összes szempontokat és megadják azokat a fajlagos kalóriaértékeket, amelyekért garanciát is vállalnak. Az üzemnek most már csupán az az egyszerű feladata marad, hogy ezeket az értékeket a gyakorlatban minél előbb elérje, sőt túl is szárnyalja. A mi kemenceblokkunkra a tervezők kamragázfűtésre 560 kcal./kg, torokvagy kevertgázfűtésre pedig 630 kcal./kg értéket írtak elő. Hogy a háromfajta fűtés közül melyiket választjuk, azt a műszaki és gazdasági szempontok mérlegelése dönti el. Nálunk az állandóan rendelkezésre álló, mérgezési szempontokból is nagyobb biztonságot nyújtó, tisztább kamragázzal szemben, a bizonytalanabb, mérgezési szempontból alattomosabb, de jobb tüzeléstechnikai sajátosságokkal rendelkező és lényegesen olcsóbb, kb. 7,5% kamragázt és 92,5% torokgázt tartalmazó kevertgázfűtésre esett a választás. Naponként a megtakarítás abból, hogy kamragáz helyett kevertgázzal fűtünk, mintegy 31 000 Ft. Előbb kohógáz, majd nem sokkal később kevertgázfűtésre 1958. év február 18-án tértünk át és kisebb megszakításokkal — melyeket eleinte a torokgáz sok portartalma miatt voltunk kénytelenek beiktatni, és a fűtőszerelvényeinket kitisztítani — azóta is azzal fűtünk. A fűtés beszabályozását elvégeztük és ennek eredményeképpen az utolsó három hónap fajlagos kalóriafogyasztása 580 kcal./kg volt, 8%



3. ábra. A kokszoló kemence Shankey diagramja (téli kísérlet)



4. ábra. A kokszoló kemence Shankey diagramja (nyári kísérlet)

nedvesség és 10,7% hamutartalmú szénre vonatkoztatva. A távozó füstgázok hőmérséklete 220 C° volt.

Ez az érték a garantált 630 kcal./kg-al szemben túlságosan kedvezőnek látszik, de nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy éppen a három legmelegebb hónapról van szó. Téli hónapokban ez az érték várhatóan 30-40 kcal./kg-mal nőni fog. Hasonló szovjet kemencék fajlagos kalóriafogyasztása kohógázfűtésre 670 kcal./kg, a távozó füstgázok hőmérséklete 300 C° volt. Ismeretesek azonban olyan Styll-rendszerű kemencék is, amelyekre ez az érték 555 kcal./kg. Kamragázfűtésre a garantált 560 kcal./kg-mal szemben 564 kcal./kg-ot értünk el, 240 C°-on távozó füstgázhőmérséklet mellett. Hasonló Ruhr-vidéki kokszoló kamragázfűtésre 530 kcal./kg, szovjet kokszolók 550 kcal./kg-ot használnak fel 360 C° távozó füstgázhőmérséklet mellett. A fűtés tüzeléstechnikai hatásfokát vizsgálva, amit úgy értelmezek, hogy hasznosnak tekintem azt a hőmennyiséget, amit a falnak átadunk, s csupán a füstgázzal távozó meleg a veszteség, méréseink szerint kamragázfűtésre 84,8%, kevertgázfűtésre 84,5%-ot kapunk. Ez külföldi eredményekkel összehasonlítva, elfogadható értéknek tekinthető.

Kalórikus szempontból vizsgálva a kemence hőmérlegét, méréseink eredményét Shankey-diagrammal ábrázoltam. Az első mérés 1957. nov. 7—9-ig, három napig kamragázfűtéssel történt (3. ábra).

A második kísérlet 1958. máj. 8—9-én folyt le és az előző, hűvös időben végzett kísérlettel szemben már nyári kísérletnek tekinthető (4. ábra).

Bevitt hőmennyiségek :

Szén	51 050 kg/ó			91,94%
C_p	= 0,19 kcal/kg C°			
Fé	= 6389 kcal/kg			
$Q_{sz\cdot f}$	51 050 · 0,19 · 20	= 0,19 · 10^6 kcal.		
$Q_{sz\cdot k}$	51 030 · 6389	=	326,1 · 10^6 kcal	
$Q_{sz\cdot n}$	6 400 · 20	= 0,13 · 10^6 kcal		
Gáz	6475 Nm³/ó			8,01%
C_p	= 0,3 kcal/kg C°			
Fé	= 4444 kcal/kg			
Levegő	= 50 250 Nm³/ó			
$Q_{g\cdot f}$	6475 · 0,3 · 40	= 0,08 · 10^6 kcal		
$Q_{g\cdot k}$	6475 · 4444	=	28,77 · 10^6 kcal	
$Q_{l\cdot f}$	50 250 · 0,4 · 37	= 0,56 · 10^6 kcal		
Q_{vill}	20 · 860	= 0,02 · 10^6 kcal		
		0,98 · 10^6 kcal	354,87 · 10^6 kcal	100,00%
Összes bevitt meleg :		0,98 + 354,87 = 355,85 · 10^6 kcal		

Távozó hőmennyiségek

Koksz	38 720 t/ó			
C_p	= 0,3 kcal/kg C°			
Fé	= 6594 kcal/kg			
t	= 996 C°			
Q_k	38 720 · 6594	= 255,50 · 10^6 kcal		71,80%
Q_f	38 720 · 0,3 · 996	=	11,58 · 10^6 kcal	
Gáz	= 13 932 Nm³/ó			
C_p	= 0,3 kcal/kg C°			
Fé	= 444 kcal/m³			
t	= 800 C°			
Q_k	13 932 · 4444	= 62,00 · 10^6 kcal		17,40%
Q_f	13 932 · 0,3 · 800	=	3,35 · 10^6 kcal	
Kátrány	1530 kg/ó			
Fé	= 8400 kcal/l			
t	= 900 C°			
C_p	= 0,4 kcal/kg C°			
Q_k	1530 · 8,70	= 13,33 · 10^6 kcal		3,75%
Q_f	1530 · 0,4 · 800	=	0,49 · 10^6 kcal	
Füstgázveszteség		=	4,45 · 10^6 kcal	
Falveszteség		=	5,15 · 10^6 kcal	
		330,83 · 10^6 kcal	25,02 · 10^6 kcal	
Összes veszteség		= 25,02 · 10^6 kcal		7,05%
Összesen		= 355,85 · 10^6 kcal		100,00%

A veszteségek megoszlása :

Koksz	11,58 · 10^6 kcal =	46,56%
Gáz	3,35 · 10^6 kcal =	13,48%
Kátrány	0,49 · 10^6 kcal =	1,96%
Füstgáz	4,45 · 10^6 kcal =	17,95%
Fal	5,15 · 10^6 kcal =	20,05%
	25,02 · 10^6 kcal =	100,00%

Bevitt hőmennyiségek :

Szén	51 200 kg/ó		
C_p	= 0,19 kcal/kg C°		
Fé	= 6497 kcal/kg		
Q_f	51 200 · 0,19 · 20	=	0,19 · 10^6 kcal
Q_k	51 200 · 6497	=	332,65 · 10^6 kcal
$Q_{n\,f}$	5480 · 20	=	0,11 · 10^6 kcal
Gáz	26 654 Nm³/ó		
C_p	= 0,3 kcal/kg C°		
Fé	= 1191 kcal m³		
Levegő	= 46 618 m³/ó		
Q_f	26 654 · 0,3 · 20	=	0,02 · 10^6 kcal
Q_k	26 654 · 1191	=	31,74 · 10^6 kcal
$Q_{l\,f}$	46 618 · 0,3 · 20	=	0,28 · 10^6 kcal
Villamosenergia	= 21 kWó		
Q_{vill}	21 · 860	=	0,02 · 10^6 kcal
			365,01 · 10^6 kcal

Bevitt hőmegoszlás :

Szén	91,25%
Gáz	8,70%
Vill. energia	0,05%
	100,00%

Távozó hőmennyiségek :

Koksz	40 720 t/ó		
C_p	= 0,3 kcal/kg C°		
Fé	= 6400 kcal/kg		
t	= 1122 C°		
Q_k	40 720 · 6400	=	260,61 · 10^6 kcal
Q_f	40 720 · 0,3 · 1122	=	13,71 · 10^6 kcal
Gáz	16 518 Nm³/ó		
C_p	= 0,3 kcal/kg C°		
Fé	= 4080 kcal/m³		
t	= 800 C°		
Q_k	= 16 518 · 4080	=	67,39 · 10^6 kcal
Q_f	16 518 · 0,3 · 800	=	3,96 · 10^6 kcal
Kátrány	1530 kg/ó		
C_p	= 0,4 kcal/kg C°		
Fé	= 8700 Kal/lit.		
t	= 800 C°		
Q_k	1530 · 8700	=	13,33 · 10^6 kcal
Q_f	1530 · 0,4 · 800	=	0,49 · 10^6 kcal
			341,33 · 10^6 kcal
			18,16 · 10^6 kcal

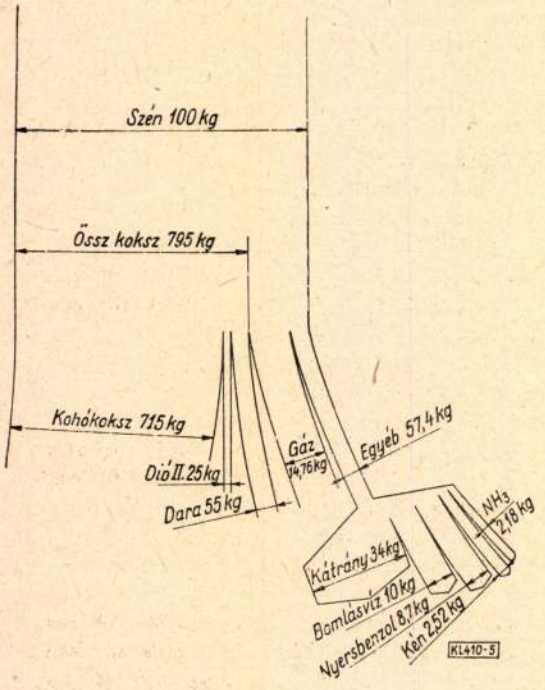
Távozó hőmennyiség megoszlása:

Koksz	71,40%
Gáz	18,45%
Kátrány	3,65%
Össz. veszt.	6,50%
	100,00%

Összes veszteség megoszlása:

Koksz	$13{,}71 \cdot 10^6$ kcal =	58,0%
Gáz	$3{,}96 \cdot 10^6$ kcal =	16,7%
Kátrány	$0{,}49 \cdot 10^6$ kcal =	2,1%
Füstgáz	$4{,}93 \cdot 10^6$ kcal =	20,8%
Fal	$0{,}59 \cdot 10^6$ kcal =	2,4%
	$23{,}68 \cdot 10^6$ kcal =	100,0%

A kísérletek eredményeit értékelve, megállapítható, hogy a kamragáz-fűtésre kapott 17,95% füstgázveszteség a szokásos 10-18%-osnak a felső határán, kevertgázfűtés 20,8%-os füstgázvesztesége a megengedett 12-23%-os határközön belül annak kb. 80%-a, tehát még elfogadható értékek. A falveszteségek, amelyekben a kemence armatúrák, tehát az egész kemence felület vesztesége együtt értendő, egymással szembeállítva világosan mutatják, hogy az időjárásnak milyen döntő szerepe van. A hűvös, szeles novemberi időben kapott 20,08%-os falveszteséggel szemben áll a meleg, szélcsendes májusban kapott 2,4%-os érték. Az egyéb veszteségeket vizsgálva, azt mondhatjuk, hogy a gáz és kátrány fizikai melegének kihasználására nem ismerünk megoldásokat, de a koksszal elvitt fizikai meleg hasznosítására, ami az összes veszteségnek kb. felét teszi ki, vannak már külföldön régen, nagyüzemileg használt eljárások. Ezek közül a legelterjedtebb a svájci Sulzer-cég szárazoltása. Eszerint 1 t kokszból mintegy $214 \cdot 10^6$ kcal. volna hasznosítható, tehát a veszteségeket száraz oltás bevezetésével közel 37,0%-kal csökkenthetnénk. Nálunk napi 83 kamrás töltést feltételezve, a koksz melegével 302 t 6 ata-s, 250 C°-os gőzt lehetne termelni, ami bőségesen fedezné a három kokszolós gyárrészleg gőzszükségletét. A koksz száraz oltásának előnye még ezenkívül, hogy tetemes energiamegtakarítással jár azáltal, hogy a koksz fizikai tulajdonságait is javítja és teljesen száraz kokszot ad. Vannak ennek az eljárásnak természetesen hibái is.



5. ábra. A gyárrészleg anyagmérlege Sankey diagramban

Elkészítve és Shankey-diagrammal ábrázolva, a gyárrészleg anyagmérlege az 5. ábrán látható. Kiindulásnak 1000 kg száraz szenet vettem és az egész mérleget április hónapra készítettem el. A többi hónapok anyagmérlege ehhez hasonló, a kigázosítás módjától és a szén minőségétől függően, kisebb eltolódásokkal egyik, vagy másik termék irányában. A diagramban ábrázolt 147,6 kg-os gázkihozat a szokásos dimenziókat átszámolva, 300 Nm^3/t-s értéknek felel meg, ezzel szemben méréseink 303 Nm^3/t-t adnak. Ez a hiba hozzáadva a töltéskor veszendőbe menő mintegy 2%-nyi gáz mennyiségét, az eltérés 0,45%, ami még elfogadható. A havonkénti száraztermék kihozatalokat 1 t száraz szénre vonatkoztatva, a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

Anyagkihozatok 1958. évben

Hó	Koksz	Kohókoksz	25—10 mm	0—10 mm	Gáz, Nm^3/t	Kátrány	$(NH_4)_2SO_4$	Nyersbenzol
	%					kg/t		
I.	78,1	90,3	5,0	4,7	292	33,0	8,4	9,4
II.	78,5	91,5	3,0	5,5	286	37,1	8,2	8,5
III.	79,5	90,5	3,6	5,9	304	30,0	7,0	8,9
IV.	79,5	90,0	3,0	7,0	303	34,0	8,7	8,7
V.	80,5	87,0	5,4	7,6	306	33,0	7,5	9,9
VI.	81,5	90,3	2,8	6,9	302	33,0	9,5	8,3
VII.	79,0	89,3	4,4	6,3	297	31,0	8,7	10,2
VIII.	79,2	90,3	3,6	6,7	292	35,3	10,6	10,1

Összehasonlításul közlöm egy hasonló szovjet kokszoló fajlagos kihozatának számait: kokszkihozat 77%, gázkihozat 340 m^3/t (189 kg/t szén), kátránykihozat 35 kg/t, ammóniumszulfát 10,8

3. táblázat

1958. évben termelt kohókoksz jellemzői

Hó	Nedv.	Hamu	Illó	Kén	Dobszil.	Morzs.	Fé	Ém
	%							
I.	2,1	14,21	1,41	1,27	79,6	6,9	6754	6794
II.	2,2	14,59	1,38	1,30	79,4	7,5	6705	6742
III.	2,5	14,55	1,47	1,28	78,4	8,0	6618	6657
IV.	2,1	14,37	1,50	1,24	78,0	7,4	6694	6732
V.	2,4	14,61	1,53	1,30	76,9	8,0	6659	6698
VI.	3,4	13,87	1,54	1,18	77,1	7,7	6592	6636
VII.	3,2	14,08	1,41	1,22	77,2	8,0	6591	6666
VIII.	3,2	14,56	1,48	1,25	74,7	9,5	6592	6635

kg/t, nyersbenzol 10 kg/t. A miénkkel összehasonlítva, lényegesebb különbség a koksz, ill. a gázkihozat számai között van, ami számunkra kedvezően, arányosan a koksz javára tolódott el. A kohókoksz arány az összes kokszhoz viszonyítva, a szovjet kokszolókban kb. 2—3%-kal nagyobb, mint nálunk. Kohókokszunk szemcsenagyság szerinti megoszlása átlagosan a következő :

> 80 mm	51,3%
80—50 mm	38,6%
50—40 mm	7,1%
40—25 mm	3,0%
	100,0%

A folyó évben termelt kohókoksz jellemzőit a 3. táblázatban tüntettem fel.

CO_2	C_nH_m	O	CO	CH_4	H_{22}	N_2	Ém	Fé	Fs. rel.
3,2	1,9	0,3	8,2	26,4	55,5	4,5	4745	4210	0,375

A gáz aránylag csekély fűtőértéke azzal magyarázható, hogy a kamratér gázelvezető csatornájának hőmérséklete nagyobb a szükségesnél. Ennek oka véleményem szerint az, hogy — amint már előbb is említettem — az érett lepény kiállás után túlságosan sokáig marad a kamrában, nincs gáz, ami a boltozatot hűtse, ezért túlhevül. Ennek a kérdésnek részletesebb vizsgálata jelenleg folyamatban van és az eddigi tapasztalatok szerint, kisebb hőmérséklettel, ill. rövidebb kigázosítási idővel nagyobb fűtőértékű gáz termelhető. A nyerskátrány és az ammónia leválasztásával kapcsolatban különösebb megjegyezni valóm nincs. Mind a termelés mennyisége, mind minősége azonos a hasonló üzemekével. A termelt nyerskátrány minőségének átlagos jellemzői :

Fs. 20 C°-on	Nedv. %	Naft. %	Szurok, %	Benzolban oldhatatlan, %
1,16	5,0	7—8	56—57	3,0

A termelt ammóniumszulfát minősége :

Nedv. %	N_2 (száraz), %	H_2SO_4, %
2,8	21,0	0,1 alatt

1 t száraz só termeléséhez felhasznált 100%-os sav mennyisége a nyolc hónap átlagában 790 kg volt.

A gázvíz monofenol tartalmának kivonását az ismertetett Koppers-rendszerű fenoltalanítóval végezzük. A gázvíz kb. 1,3-1,5 g/l monofenolt tartalmaz. A kivonás hatásfoka 80-85%. Az elérhető, legtöményebb termék tapasztalataink szerint 13-15% nátriumfenolát tartalmú, szabad és fenolhoz kötött NaOH 80 g/l, Na_2CO_3 86 g/l, fs. 1,16. Ezzel a berendezéssel az eredmények elfogadhatók, azonban mivel ilyen híg fenoltartalmú oldatok továbbfeldolgozása igen költséges, módot kell keresnünk arra, hogy vagy a berendezés átalakításával, vagy egy más eljárással és sokkal gazdaságosabban végezzük gázvizünk fenoltalanítását. A Szovjetunióban a hasonló berendezéseket már — a kokszbetéteket fémspirálra kicserélve —, átalakították az érintkező felületet megnövelték. Ennek következtében kb. 20-21%-os fenol töménységű oldatot tudnak előállítani.

Nyerspiridin termelésünk az év utolsó négy hónapjában elfogadhatónak mondható. Ekkor tértünk ugyanis át az anyalúgból a piridinbázisok szakaszos kivonására. Most is azt kell azonban mondanunk, hogy míg a gázvíz kátránytalanítását nem sikerül megoldanunk, elkerülhetetlen, hogy a gázvízből kiforralt és a piridinbázisokat felszabadító ammónia könnyű olajpárlatokat ne vigyen magával és a termékeket el ne szennyezze. Termékeink jelenleg ugyanis 20-45% savanyú és neutrálolajat tartalmaznak. Fajlagos termelésünk 130 g/1000 Nm^3 gáz volt. A termék összes piridinbázis tartalma a legutóbbi kivonási időszakban az előző 375 g/l-el szemben 671,2 g/l volt.

Nedv., %	Fs	E. cs. C°	—140 C° %	140—200 C° %	Maradék, %
17,2	0,996	88,0	61,9	19,0	19,1

A nyers termék ebben az alakban eladhatatlan, tárolása azonban a kis mennyiségek miatt nem okoz nehézséget addig, amíg az elképzeléseink szerinti finomítást meg tudjuk valósítani.

1958. év elején indult benzolkinyerő üzemünk. Az üzem fiatalsága ellenére is, talán mégis erről lehet legtöbb dícsérőt mondani. Előírásaink és külföldi tapasztalatok alapján az olajos mosás után a gáz benzoltartalma 2 g/Nm^3 lehet. Nálunk ez az érték 0,2 g/Nm^3, tehát gyakorlatilag a gáz teljesen benzolmentes. Ezt a jó eredményt azzal lehet magyarázni, hogy noha még csak egy kemenceblokk van üzemben, de máris a két blokk gázának mosására alkalmas mosófelületnek kétharmadával rendelkezünk, azaz a három mosótoronyból már kettő üzemben van, továbbá azzal, hogy kívánságainknak megfelelő, jó minőségű ásványolajat sikerült gyártatnunk. A mosóolaj minősége :

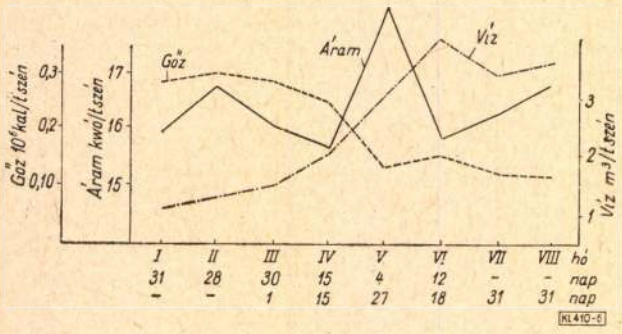
Fs. 20 C°	Viszk. 50 C°	E. cs. C°	—250 C° %	250—300 C° %	300—350 C° %	+350 C° %
0,865	1,24 E°	24,0	1,2	38,4	51,2	9,2

Dermedéspont : 12 C°.

Átlagos benzolkihozat 9,25 kg/t száraz szén. 1 t nyersbenzolra eső olajfogyasztás 78 kg volt, a megengedett 120—150 kg-mal szemben. A termelt könnyű- és nehézbenzol minősége :

Könnyű benzol	Fs. 20 C°	E. cs. E°	50%	95%	U. cs. C°	
	0,873	77,0	88,5 C°	148 C°	174	
Nehéz benzol	Fs. 20 C°	E. cs. C°	—160 C°	160—200 C°	Maradék,	Naft.
			%	%	%	%
	0,948	137,0	3,5	60,8	35,7	31,0

Könnyű benzol termelésünk az összes termeléshez viszonyítva, annak 88—90%-a.

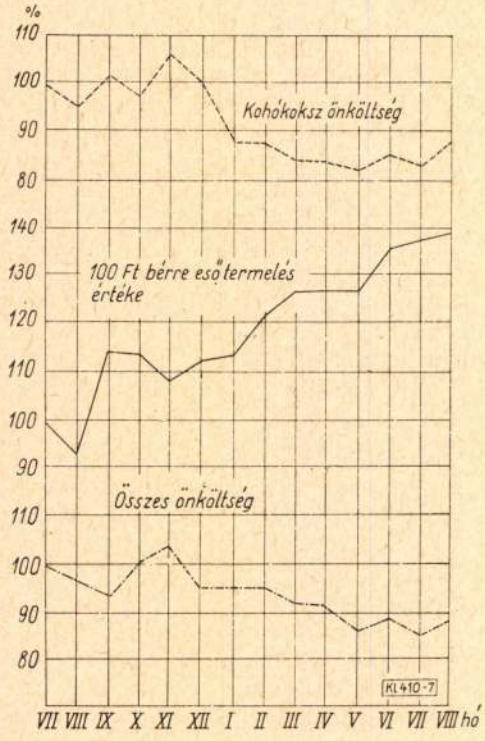


6. ábra. 1 t száraz szénre eső energiafogyasztás

Az egész gyárrészlegben, tehát a kisegítő üzemek víz- és energiafogyasztását is beleszámítva, az 1 t száraz szénre eső fogyasztásokat a 6. ábra mutatja. Az ábrán nagyon szépen látható, hogy a fajlagos gőzfogyasztás alakulását legerősebben az befolyásolta, hogy a kipuffogó-gőzturbinával meghajtott exhausztor mennyit volt üzemben. A fajlagos áramfogyasztáson ez már nem annyira észlelhető, itt elég nagyok az ingadozások, melyek részben mérési pontatlanságból erednek. A fajlagos vízfogyasztás egyre emelkedő görbéjét, mivel a felhasznált víz majdnem teljes egészében hűtési célokat szolgál, a külső levegő hőmérsékletének emelkedésével lehet magyarázni.

A fajlagos vízfogyasztás értéke azonban a nyári hónapokban kb. 2,0 m^3/t, évi átlagban pedig kb. 1,5 m^3/t-val lesz csökkenthető, ha a benzolnyerő üzem tervszerinti vízhűtése megoldódik. Most ugyanis a hűtővizet közvetlenül a csatornába engedjük, ellentétben a többi visszahűtött hűtővízzel. Hasonló és jól vezetett szovjet üzemek energia-normái a következők :

	Gőz 10^6 Kal/t			Áram kWó/t		Víz m^3/t	
	Max	Min	Átl.	Max	Min	Átl.	
	0,162	0,113	0,138	15,9	10,5	13,2	0,783
Saját :			0,208			15,95	2,47



7. ábra. A gazdasági mutatók alakulása 1957. év adataira vonatkoztatva

A saját, átlagos fajlagos értékeink kivétel nélkül nagyobbak. Az a körülmény, hogy egyes hónapokban a vízfogyasztás kivételével a szovjet értékeket már elértük és a különböző energiafeléleségek csökkentésére konkrét intézkedések vannak folyamatban, azt kell, hogy eredményezzék, hogy már az év második felében a szovjet értékeket ne csak egyes hónapokban, hanem átlagosan is elérjük.

Nem volna teljes a beszámolóm akkor, ha éppen azt nem vizsgálnánk — amiért valójában a különböző mutatók javítására törekszünk, — hogy a gyárrészleg gazdaságossága az elmondottak következményeképp hogyan alakult. A gazdaságossági mutatók közül az összes önköltségünknek, ezen belül a kohókoksz önköltségének és a 100 Ft összes munkabérre eső termelési értéknek az alakulását diagramon mutatom be százalékosan. Mindhárom mutatóra 100%-nak az 1957 júliusi értékeket vettem (7. ábra).

Összefoglalva az elmondottakat, befejezésül szükségesnek tartom még megjegyezni, hogy előadásomat igyekeztem a lehető legtárgyilagosabb módon összeállítani, és ha valaki előtt mégis túlságosan jó kép alakult volna ki eddigi munkánkról most még utoljára nyomatékosan megismétlem : van még megoldatlan problémánk éspedig :

a sokkal egyenletesebb, jó minőségű kohókoksz gyártása,

az optimális kapacitás megállapítása,

fenol, piridin és egyéb vegyitermékeinknek olyan alakban való gyártása, hogy az könnyen értékesíthető legyen,

az össz. fajlagos energiafogyasztásunk optimális értékének elérése.

Feketekőszenek kémiai szerkezetének vizsgálata[1]

RÓNA VILMOS
Nehézvegyipari Kutató Intézet

DK : 662.66

Новые данные к химическому строению каменных углей

Neuere Daten zur chemischen Struktur der Steinkohlen

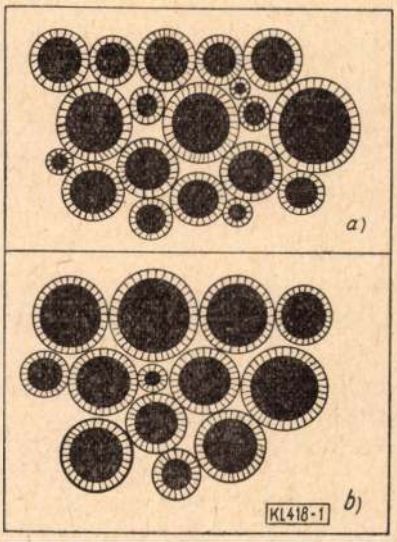
Recent data on the chemical constitution of black stone coals

A kőszén szerkezetének megismerésére a tudományos érdeklődés világszerte nő és az ezirányú kutatómunka célja kettős. Elsősorban a szénszerkezet megismerésére törekszenek a termikus hatásokkal szemben való viselkedés magyarázatára, feltárására és esetleges befolyásolására, ami a szénnemesítéssel és a kokszolási technikákkal szemben támasztott követelmények megoldását hivatott elősegíteni. Másodszor a kémiai szerkezet ismeretében lehetővé válik a kőszénnek kémiai alapanyagként való felhasználása, azaz az irányított kémiai feldolgozás. E kérdés különösen jelentőssé válik az atomenergiának energiaforrásként való felhasználásával, ami után jelentős kőszénmennyiségek szabadulnak fel és ezáltal a rohamosan fejlődő műanyagipar, de általában a szerves vegyipar egyre égetőbb nyersanyag problémája oldódhatna meg. Ez hazai vonatkozásban különösen jelentős, mivel — az amúgy is gyenge energiahordozójú — kőszénkészleteink ilyen feldolgozás mellett pl. szinte korlátlan fenol, piridin forrásul szolgálhatnak.

A szerkezetvizsgálatok metodikájában a régebbi módszerekre jellemző volt, hogy a molekuláris felépítést genetikai úton igyekeztek levezetni és jelentős figyelmet szenteltek az elemi összetételnek és változásának [1]. Fejlődést jelentett a különféle oxidációs, hidrogénezéses módszerek bevezetése [2], majd a szerves oldószeres extrakció, ill. e módszerek kombinálása és a nyert termékek vizsgálata [3]. A különféle adszorpciós és röntgen vizsgálatokat már a legmodernebb vizsgálati módszerek közé sorolhatjuk, mely a morfológiai szerkezet leírását és megismerését jelentős lépéssel vitte előre [4]. Az újabban térthódító fizikai állandók mérésével és az infravörös spektroszkópia használatával [5] kapott eredmények már nemcsak kvalitatív szerkezeti kép leírását teszik lehetővé. Az előzőekben említett kutatási cél még részleteiben sem tekinthető megoldottnak.

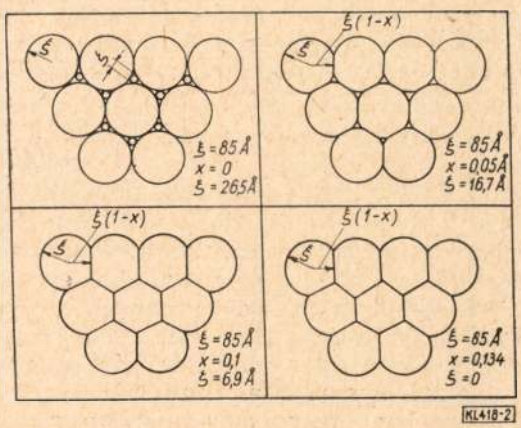
Az egyes kutatók eredményei alapján kialakult szerkezeti képet az alábbiakban foglalhatjuk össze :

A kőszén fizikai szerkezetére kialakult nézetben elsőként a globuláris-micellás felépítés volt az uralkodó. *Kreulen* [6] a kőszenet gömbrészecskékből, micellákból felépítettnek tekintette (1. ábra), melyek az aszfaltbitumenhez hasonlóan, az olajos fázist képező diszpergáló közegbe ágyazva és védőburokkal körül vannak véve, ez folyamatos átmenetet képez a mag és a diszpergáló fázis között. Hasonló szerkezetet bizonyítanak *Bangham* és munkatársai [7] is. Szerintük a szénüléssel a micellák egymásba nyomulnak (2. ábra), ami egyúttal a kőszén belső felületének csökkenésével jár. A fenti fizikai képet elsősorban a kapillárisfizikai vizsgálatok (nedvesedési hő, nitrogén, argon adszorpció) támasztják alá.



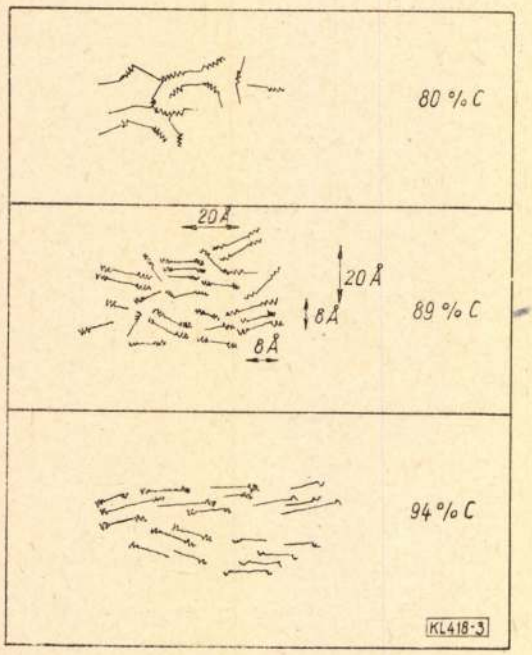
1. ábra. Kreulen kőszénmodellje

Riley és munkatársai [4] ezzel szemben a turbósztratikus-lamellás szerkezetet vezették le röntgen-diffrakciós diagramok alapján. E szerint a kőszénmolekulákat lapos, polikondenzált aromás lamellák alkotják, melyek mérete és rendezettségi foka a szénüléssel nő. A már aránylag rendezett lamellák alkotják a krisztallitot. *Hirsch* [8] a módszert tovább finomítva (3. ábra), a krisztallitok magasságát és átmérőjét meghatározva kvantitatív kiértékelést is lehetővé tett. A röntgenanalízis eredményei a finompórus struktúráról is felvilágosítást adnak. Meg kell jegyezni, a lamelláris szerkezet alapján is értelmezhető a szénextraktumok kolloid viselkedése, valamint a kapilláris-fizika vizsgálati eredményei, de min-



2. ábra. Bangham kőszénmodellje

[1] Az előadás elhangzott 1958. szeptember 18-án a Széplakon tartott Országos Kokszolható Szén és Kokszvegyészeti Konferencián.



3. ábra. Hirsch kőszénmodellje

denképpen leszögezendő, hogy a micella és a krisztallit alatt jelen esetben azonos fizikai építőelem értendő és ezek 10-30 Å átmérővel rendelkeznek.

A fizikai szerkezettel kapcsolatban szükséges megemlíteni, hogy a kőszén állapotára vonatkozóan egyre jobban tért hódít a túlhűtött folyadékállapotot feltételező nézet. Ez egyúttal lehetővé teszi a gyűrűelemzés elvének felhasználását a kémiai szerkezet kutatására, melyben *van Krevelen* és munkatársai végeztek úttörő munkát [5].

A kőszenek kémiai szerkezetét vizsgálva, mindenekelőtt meg kell állapítani a kőszenet alkotó atomkomponenseknek változását a szénülés előrehaladtával. 80 % C felett —,az elemi összetétel alapján — három szakaszt különíthetünk el: 80-85%, 85-95% és 95% feletti C-tartalmú határokkal. Az elsőt az oxigén tartalom nagyobbmérvű csökkenése és így a hidrogéntartalom aránylagos növekedése, a másodikat az oxigén- és hidrogén-tartalom rohamos csökkenése jellemzi, míg a harmadik szakaszban ezek a súly %-os értékek állandósulnak. A mennyiségileg alárendeltebb —, de feltehetően a kémiai feldolgozást jelentősen befolyásoló — nitrogén- és kéntartalom a szénülés alatt állandónak tekinthető.

A feketekőszén stádium uralkodó vegyület típusát szénhidrogén-váz alkotja, mely az egyes szerzők *(Fuchs, Gillet, Storch, Huck-Karweil, Dryden-Griffith)* által felállított molekula-modellekben a domináló vegyülettípust képviseli [9]. A vizsgálati módszerek széleskörű használata — mind a fizikai, mind a kémiai módszerek — minden kétséget kizáróan és egyértelműen bizonyítják a kondenzált aromás mag jelenlétét. Az aromás mag nagyságára és kondenzáció fokára nézve azonban az egyes szerzők véleménye eltér, de megegyezik abban, hogy nagysága és kristályos rendezettsége a szénüléssel nő. *Hirsch* [8] röntgen és *Juettner* [2] oxidációs vizsgálataiból az aromás mag nagyságának alsó határául a négy perikondenzált aromás gyűrűt állapíthatjuk meg, míg felső határául a grafitosodás kezdetén (94% C) 10-20 gyűrűt. A szénhidrogén váz másik számottevő komponense — az infravörös spektroszkópiával kimutatott — CH_2-csoport. Kötéstípusának megállapítása azonban még nem bizonyított, hogy alifás lánc, vagy hidroaromás gyűrű [10], ill. a kötéstípusok egymásmelletti előfordulásával kell-e számolni. Az újabb felfogások általában a parafin láncban való elrendeződést helyezik előtérbe az aromás maghoz hosszabb, rövidebb alkilláncok hozzákapcsolásával és aromás magrendszerek összekötésével, kihangsúlyozva a szénülés előrehaladtával fokozatos leépülésüket.

A feketekőszén stádiumában jelenlévő oxigén főleg hidroxilos, éteres és kinonos kötésben kapcsolódik a maghoz, ill. az alifás lánchoz, de ez — főként az OH csoport — a szénülés előrehaladtával lebontódik és csak a magokat összekötő, ill. a magba épült kinonos oxigén és oxigén híd marad meg a grafitosodás állapotáig. A kén és nitrogén — az oxigénhez hasonlóan — heterociklikus gyűrűket hoz létre [10].

Sokat vitatott kérdés a kőszenet alkotó molekulák közepes molsúlya is. A genetikai módszerrel való szerkezetkutatás még többezres (5—10 000) molsúlyú molekulákat tételezett fel. Ezt a feltételezést a kőszénextraktok molsúlymeghatározásai révén nyert kísérleti adatokkal igyekeztek igazolni és a legújabb vizsgálatok szerint 300—1000 közt változó molsúlyértékek adódtak, de emellett bebizonyították, hogy az esetleges lebontódás és a nagy aggregálódási hajlam miatt az így kapott értékek nem bizonyító erejűek. A kisszögű röntgensugárszórás 4-7 kondenzált aromás gyűrűs egységek jelenlétét igazolta, aminek alapján 250-500-as molsúlyértékek adódnának. Ezekkel az eredményekkel egy időben kezdett tért hódítani a kőszénmolekula szerkezeti egységekből felépülő polimér molekula-modellje. A jelenleg uralkodó nézet szerint tehát a kőszén 250-500 molsúlyú szerkezeti egységekből álló, periodikus felépítettségű polimér molekulákból áll [5].

A kialakult és az előzőekben összefoglalt fizikai és kémiai szerkezeti kép áttekintése után a következő kérdésekkel kapcsolatos vizsgálatainkról kívánunk beszámolni:

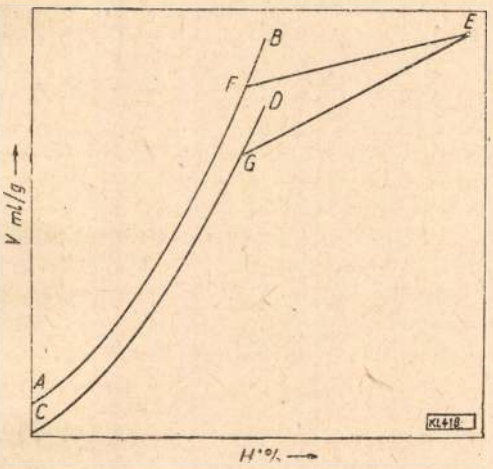
1. A kőszén fizikai állapotával kapcsolatban a halmazállapot, a túlhűtött folyadék — kristályos rendezettség kérdésével foglalkozunk a kőszénre és ennek a lepárlás alatti változására vonatkozóan.

2. A kémiai szerkezettel kapcsolatban a CH_2-csoportok elrendeződését és a molekulasúly nagyságát, valamint a sávféleségek szerkezetének összehasonlítását kívánjuk tárgyalni.

A kristályos rendezettség változásának megállapítására a szénülés alatt — egy előző dolgozatunkban ismertetett gondolatmenet alapján adódik lehetőség [11].

Kristályos és folyadék (túlhűtött folyadék) halmazállapotú szénhidrogének moltérfogatának vizsgálata alapján megállapítást nyert, hogy az aromásan kötött carbon atomtérfogata a módosulat

egyértelmű függvénye. Így grafitban 5,3 ml/g atom, kristályos vegyületekben 6,0 ml/g atom, folyadék halmazállapotú vegyületekben 6,6 ml/g atom [11], [12]. A grafit kötésű karbon atomtérfogatát jelen esetben figyelmen kívül hagyhatjuk, mivel a feketekőszén stádiumban kimondott grafitos rendezettségről nem beszélhetünk. Ha különböző carbon atomszámú, tehát különböző kondenzációs fokú aromás vegyületek fajtérfogatát súly-%-os hidrogéntartalmuk függvényében ábrázoljuk, a halmazállapotnak megfelelően két görbe adódik (4. ábra). A folyadék (túlhűtött folyadék) állapotot az *AB*, míg a kristályos állapotot a *CD* görbe jellemzi. Ha a vizsgált vegyület nemcsak aromás rendszert, hanem alifás CH_2-csoportot is tartalmaz, akkor ennek a vegyületnek fajtérfogat — hidrogén % értékpár által adott pontja az *AB*, vagy *CD* görbéről a metilén-csoport fajtérfogat-hidrogén%-át jelölő *E* pont felé tolódik el. Az aromás részt folyadék állapotban jelölje az *F* pont, míg ugyanezen vegyületnek

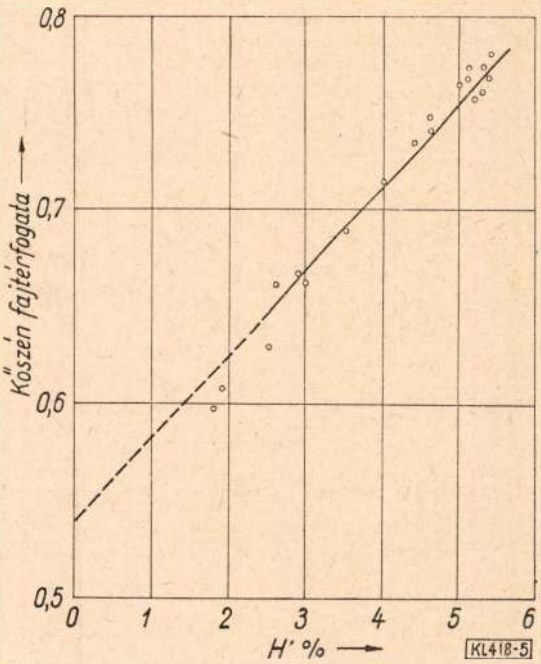


4. ábra. Aromás és alkilaromás szénhidrogének fajtérfogat H% összefüggése kristályos és folyadék állapotban

kristályos állapotban a *G* pont fog megfelelni. Nyilvánvaló, hogy az aromás-alifás vegyület az aromás-alifás aránynak megfelelően az *EF*, vagy *EG* egyenesen fog halmazállapotának megfelelően elhelyezkedni. Ha egy olyan vegyületkeverékkel állunk szemben, melynek egy része már kristályosan rendezett, míg más része csak túlhűtött folyadék állapotban van, akkor ennek az aránynak megfelelően az *EF* és *EG* egyenesek között helyezkedik el és interpolálással ez az arány meghatározható. Láttuk azt is, hogy az *E* pont és az aromás rendszert jelölő görbe vonalak közti elhelyezkedés viszont az aromás-alifás arány meghatározását teszi lehetővé.

Mivel megfontolásaink szénhidrogén vegyületekre vonatkoznak, kőszenekre való átvitelük előtt figyelembe kell vennünk, hogy azok oxigént és kisebb mennyiségben nitrogént és ként is tartalmaznak. Ezeknek az atomoknak a fajtérfogatra és a H-tartalomra gyakorolt hatását előzetesen korrigálni kell (részletesen lásd : [12], [13]).

Franklin a feketekőszenek H-tartalma és fajtérfogata között lineáris összefüggést [14] mu-

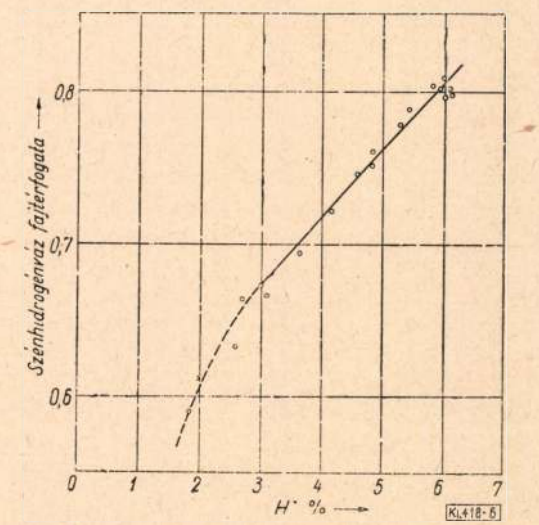


5. ábra. Feketekőszenek fajtérfogat—H% összefüggése Franklin szerint

tatott ki (5. ábra). Ha az említett oxigén, nitrogén, kén korrekciót elvégezzük [12], a lineáris összefüggés továbbra is fennáll (6. ábra).

A fentieknek megfelelően a teljes feketekőszén stádiumban meghatározva a kristályos rendezettség és az aromás rész súlyhányadát a talált értékeket az 1. táblázat szemlélteti.

A kristályos rendezettség — folyadék állapot viszonyának változását a lepárlás alatt — az előbbi gondolatmenetnek megfelelően — a különböző mértékben lepárolt feketekőszenek korrigált fajtérfogat-, hidrogén% értékei alapján vizsgálhatjuk. A 7. ábrán egy 83,5 és egy 94,2 C% tartalmú kőszénminta értékei láthatók, melyek jellemző görbemenetet mutatnak. A lepárlás mértékének előrehaladtával a kristályos rendezettség teljes egészében megszűnik és a szénanyag



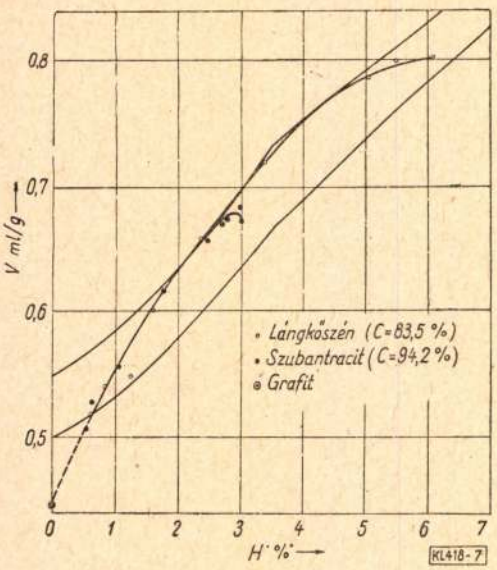
6. ábra. Feketekőszenek szénhidrogénvázának fajtérfogat-H% összefüggése

1. táblázat

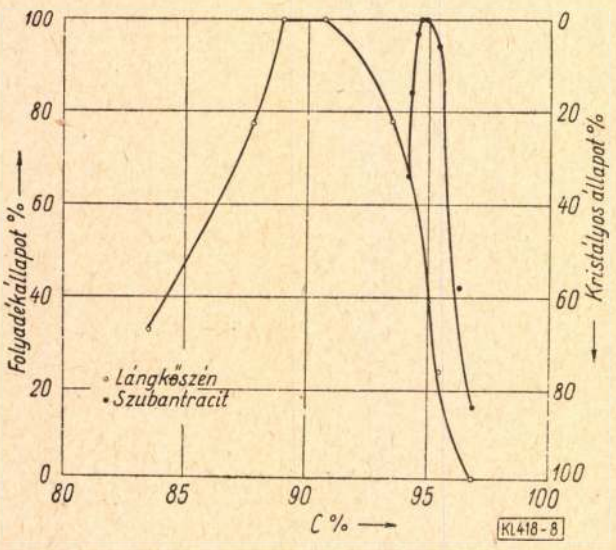
Feketekőszenek kristályos rendezettsége és az aromás rész súlyhányada

Kőszén	C %	Aromás súlyhányad	Kristályos súlyhányad
Láng	80	0,76	0,47
	85	0,77	0,48
	86	0,78	
Gáz	87	0,79	
	88	0,81	0,49
	89	0,82	
Zsír	90	0,85	
	91	0,88	0,52
Sovány	92	0,92	0,53
	93	0,97	0,54
	93,5	1,00	0,55

folyadék állapotba megy át, ahol rohamos mértékű kondenzáció következik be és a molekulánkénti C-atomszám az újramegszilárdulás kezdetén a 80-100 értékét éri el. Az olvadás és újramegszilárdulás folyamata a szénkémikusok előtt a sülőszenekre vonatkozólag régóta ismert folyamat. Itt mégis egy érdekességre kívánjuk felhívni a figyelmet — a kvantitatív kiértékelést is lehetővé tevő számszerű adatok mellett —, hogy a folyadékállapot a lepárlás alatt még a szubantracitnál is bekövetkezik. Az ily módon megállapított számszerű értékeket a 8. ábra mutatja a lepárlás mértékének, a lepárolt kőszén karbontartalmának függvényében. Jellemző a lángkőszén széles folyadékállapotot, valamint a szubantracit éles maximumot mutató görbemenete.



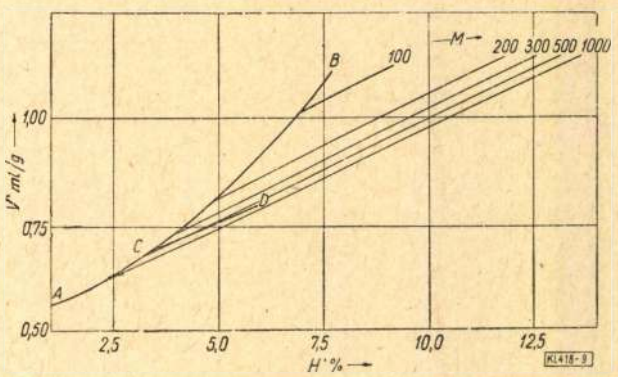
7. ábra. Különböző mértékben lepárolt feketekőszenek szénhidrogénvázának fajtérfogat—H% összefüggése és kristályos rendezettségének mértéke



8. ábra. A halmazállapot változása a lepárlás alatt

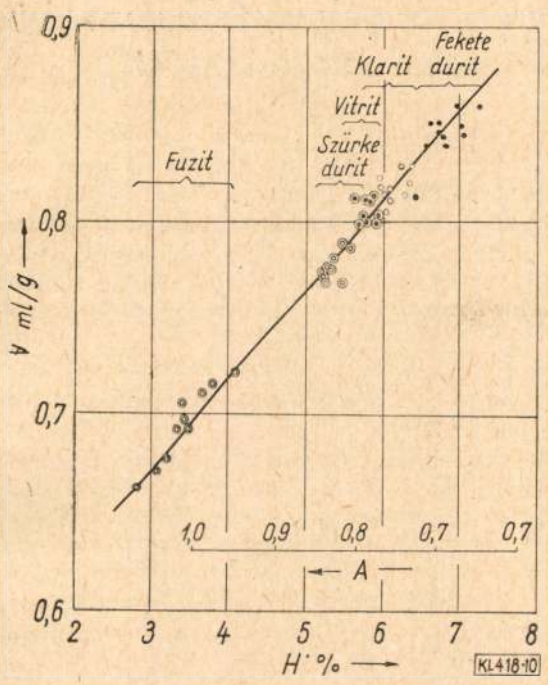
A kőszenek kémiai szerkezetét vizsgálva a szénhidrogénvázra átszámolt *Franklin*-egyenlet lehetőséget ad a metilén csoportok elrendeződésének megállapítására [12]. Ha az egyenletet a CH_2-csoportok hidrogéntartalmára extrapoláljuk, úgy megkapjuk a kőszénben domináló metiléncsoportok fajtérfogatát, illetve moltérfogatát. Így az egyenletből a metilén rendszer moltérfogatára 16,6 ml/mol adódik. Az alifás CH_2-csoportok moltérfogata 16,28 ml/mol, míg az aliciklikus CH_2-csoportoké 13,15 ml/mol. Ezen térfogatértékek összevetéséből megállapíthatjuk, hogy a feketekőszén metiléncsoportjaiban az alifás kötés dominál.

Az előzőekben láttuk, hogy a feketekőszén egy aromás rendszerből és az ehhez kapcsolódó alifás metiléncsoportokból felépülő molekulákból áll, mely a feketekőszén stádiumban részben kristályosan rendezett, míg egyrészt túlhűtött folyadékállapotúnak tekinthető és arányuk 1 : 1. Molekulasúlyát grafikus úton [11] a következő módon lehet megállapítani (9. ábra).



9. ábra. Feketekőszenek átlagos molekulasúlyának megállapítása grafikus módszerrel

Fajtérfogat — súly%-os hidrogéntartalom összefüggésben felrajzoljuk a perikondenzált aromás vegyületek homológ sorát az 1 : 1 kristályos — túlhűtött folyadékaránynak megfelelő halmazállapotban (*AB* görbe). E görbének minden egyes pontja meghatározott perikondenzált aromás vegyületet, meghatározott molekulasúlyt képvisel. Egy ilyen vegyület molekulasúlya alifás lánc hozzákapcsolódásával nő és egy olyan egyenesen fog elhelyezkedni, mely a megfelelő aromás vegyület és az alifás metiléncsoport fajtérfogat-*H* % pontját köti össze. Az egyenes pontjai szintén az alkil-aromás vegyület meghatározott mole-



10. ábra. Sávféleségek szénhidrogén-vázának fajtérfogat-H% összefüggése és az aromás hányad változása

kulasúlyait képviselik. Az azonos molsúlyértékek pontjait összekötve, molekulasúly leolvasására alkalmas hálózatot kapunk, mely az alkil-aromás szénhidrogénekre érvényes. Ha a kőszén szénhidrogén vázára vonatkoztatott *Franklin*-egyenest berajzoljuk *(CD* egyenes), a teljes feketekőszén stádiumban leolvashatjuk a fiktív molekula átlagos molsúlyértékeit. Láthatjuk, hogy ez az érték 400-600 között változik.

A savféleségek kémiai szerkezetének összehasonlításához *Wandless* és *Macrae* [15] által meghatározott fajtérfogat értékeket használtuk fel, melyet korrekcióval szintén a sávféleségek szénhidrogén vázára számítottunk át [12]. A viszonyokat a 10. ábra szemlélteti, ahol az aromás hányad is leolvasható (az ábra *A*-val jelzett értékei). Megállapíthatjuk, hogy a sávféleségek az alifás-aromás arányban különböznek egymástól és a fekete durit, klarit, vitrit, szürke durit, fuzit sorban az aromás hányad nő.

Összefoglalás

Megemlítettük a legfontosabb vizsgálati eljárásokat és áttekintettük az ezek alapján kialakult szerkezeti képet. A vázolt szerkezeti kép kiegészítéséhez néhány kutatási eredményünket ismertettük, mind a feketekőszenek fizikai, mind a kémiai szerkezetére vonatkozóan. Az előzővel kapcsolatban foglalkoztunk a halmazállapottal és annak változásával a szénülés, valamint a lepárlás alatt. Az utóbbinál a metiléncsoportok elrendeződésének, az átlagos molekulasúlynak és a sávféleségek szerkezeti összevetésének kérdését tárgyaltuk.

IRODALOM

[1] *Lewis, J. V.:* Econ. Geol. *29* 1. 157 (1934).
[2] *Francis, W.—Wheeler, R. V.:* J. Chem. Soc. *127* 2236 (1925).
Bone, W. A. és *munkatársai:* Proc. Roy. Soc. A162 495 (1937).
Juettner, B. és *munkatársai:* J. Am. Chem. Soc. *59* 208, 236 (1937)
[3] *Wheeler, R. V.* és *munkatársai:* J. Chem. Soc. 474 (1934).
Bone, W. A. és *munkatársai:* Proc. Roy. Soc. A147 58 (1934).
[4] Proc. Conf. Ultra-fine Structure of Coals and Cokes BCURA 1944 London.
[5] *van Krevelen—Schuyer:* Coal Science 1957 Amsterdam.
[6] *Kreulen, D. J. W.:* Chem. Weekblad *31*, 104, 630, 663, 758, 761, (1934).
[7] *Bangham, D. H.* és *munkatársai:* Fuel *28* 231 (1949).
[8] *Hirsch, P. B.:* Proc. Roy. Soc. A226 143 (1954).
[9] *van Krevelen, D. W.:* Brennstoff-Chem. *35* 257, 289 (1954).
[10] *van Vucht, H. A.—Rietveld, B. J.—van Krevelen, D. W.:* Fuel *34* 50 (1955).
[11] *Róna V.:* Brennstoff-Chem. (közlés alatt).
[12] *Herédy L.—Neuberger V.—Róna V.:* Acta Chim. Hung. 12 Nol 135 (1951).
[13] *van Krevelen, D. W.—Chermin, H. A. G.:* Fuel *33* 338 (1954).
[14] *Franklin, R. E.:* Fuel 27 46 (1948).
[15] *Wandless—Macrae, J. C.:* Fuel *13* 4 (1934).

Technológia

Műszaki nyelvünkben újabban mindinkább meggyökeresedik egy olyan idegen műszó, amit nem valódi jelentése értelmében használnak. A **technológia,** ez a görög eredetű szó, magyarul **iparműtan,** valamely műszaki vonatkozású tudományág (tan) összefoglaló neve. Így a mechanikai technológia fogalma mindazoknak az eljárásoknak, módszereknek ismertetését foglalja magában, amelyek valamely anyagon alaki változást hoznak létre. A kémiai **technológia minden** olyan **eljárásnak a tudománya** (a tana), amelyek az anyag vegyi átalakulását feltételezik. Ebbe a kémiai technológiai tudomány csoportba tartoznak számtalan más eljárás között az acélgyártás módszerei is és ezek között pl. a szélfrissítés **technikája** (és nem **technológiája).**

Ez a szintén görög eredetű szó: **technika** (techné görögül a. m. mesterség) mindazoknak a módszereknek és eljárásoknak ismertetését jelenti, amelyekkel az ember valamely műszaki cél elérése céljából a természeti erőket pl. vegyi, vagy egyéb energiát felhasználni, sőt irányítani képes. Valamely **technikai** eljárás pl. a szélfrissítés **csak egyik része** a vas- és acélgyártás sokrétű kémiai **technológiájának,** akárcsak a huzalhúzás technikai módszere a mechanikai technológiának.

Nem mulaszthatom el ez alkalommal, hogy meg ne említsem afeletti örömömet, hogy az „*üzemeltetés*" ellen indított „harcom" már eddig is bizonyos eredménnyel járt. Már sokkal kevesebben üzemeltetnek. A Kohászati Lapokból, felelős szerkesztőnknek hála, már teljesen kimaradt. Talán a fenti elmefuttatás is jár annyi eredménnyel, ha nem is minden szakíró, de legalább lapunk lektorai különbséget fognak tenni technológia és technika, azaz a **tudományág** és az ehhez tartozó **mesterség** között.

V. B.

A fekete kőszénkátrányból előállítható termékek felhasználási területe és a kőszénkátrány feldolgozásának jelentősége[1]

KIS ISTVÁN

DK: 668.73

Область применения продуктов, извлеченных из каменноугольной смоли и значение её обработки

Anwendungsgebiet der aus Steinkohlenteer erzeugbaren Produkte und die Bedeutung der Verarbeitung von Steinkohlenteer

Products made from black coal tar, theire field of use and the meaning of working-up coal tar

A fekete kőszénkátrány a szerveskémiai nagyipar egyik legjelentősebb, történelmileg is legrégibb alapanyaga. 1856-óta, amikor Perkin az első szerves színezéket kátrányból előállította, a kátrányfeldolgozó ipar rendkívüli mértékben, rohamosan fejlődött. A szerves színezékek szintézisével nyert tapasztalatok alapján készültek az első szintetikus gyógyszerek, majd mesterséges illatanyagok, s végül a műanyagok. Ma is a színezékek, gyógyszerek tízezrei készülnek kátrányszármazékokból, a műanyagok pedig a fenoplasztoktól a nylonig és perlonig igen nagy mennyiségben készülnek fenolból.

Hazánkban a kátrányipar a gázgyártással együtt fejlődött. Az Óbudai Gázgyár és a Pécsi Kokszművek évi 17—18 ezer tonna nyerskátrány termelése eddig sem mennyiségileg, — a megfelelő eljárás hiányában — sem minőségileg nem tudta a hazai vegyipart teljes egészében a kőszénkátrányból kinyerhető fontos alapanyagokkal ellátni. Jelenleg is évi 600—800 tonna fenolt importálunk főleg gyógyszeriparunk számára, és kb. 2000 tonna naftalint ftalsavanhidrid, mosószerek, gyógyszerkészítmények stb. előállítására. A kátránykémia fejlődésében jelentős lépés lesz ezután a Dunai Vasmű korszerű kátránylepárlójának üzembehelyezése és továbbfejlesztése, főleg a hazai vegyipar értékes finomtermékeinek előállítására.

Összehasonlításképpen szeretnék egy fejlettebb vegyiparral rendelkező ország kátrányfeldolgozó iparával kapcsolatban néhány adatot közölni :

A Német Szövetségi Köztársaság 1957. évi nyerskátrány termelése 1 962 000 t volt és ebben az évben előállított kátrány termékek mennyiségi megoszlása a következő :

Szurok	965 367 t
Olajok	684 294 t
Naftalin (melegen pr)	87 744 t
Naftalin (tiszta)	11 511 t
Antracén 40%-os	3 305 t
Antracénmaradék	37 966 t
Fenol	12 367 t
Krezol és xilenol	21 157 t
Piridin	461 t

[1] Széplakon 1958. szept. 18-án tartott kokszolható szén és kokszvegyészeti konferencián elhangzott előadás.

Mint érdekességet jegyzem még meg, hogy a kátrányból előállított fenolok mennyisége egy év alatt 1500 tonnával nőtt. Bár a szintetikus fenol előállítása 1959. évi 7234 tonnáról 37 818 tonnára növekedett, mégis az ország fenol és krezol exportja csak 4500 tonnával volt több, mint az 1956-os évben. Ez a pár adat bizonyítja az ország fenol alapon nyugvó iparának, főleg műanyagiparának óriási fejlődését.

1960-tól kezdve nálunk is meglesz a lehetőség arra, hogy az egyre jobban fejlődő fenol alapú műanyag, műgyanta iparunkat (festék, robbanóanyag) és gyógyszeriparunkat megfelelő fenolbázissal lássuk el. Nem utolsó sorban rajtunk múlik az, hogy e fontos kérdés megoldásával a hazai vegyipar fejlődéséhez mikor és mennyivel járulunk hozzá.

Nézzük meg ezekután röviden, hogy a kőszénkátránynak milyenek a jellemzői, a fizikai és kémiai tulajdonságai. A feketekőszénkátrány közönséges hőmérsékleten jellegzetes szagú 1,12—1,22 közötti fajsúlyú, meglehetősen sűrű fekete folyadék. Viszkozitása 50 C°-on 9—15 E°, lobbanáspontja 96—105 C°, fűtőértéke mintegy 8000 kcal/kg.

A kátrány fizikai és vegyi tulajdonsága, összetétele, a kokszolás körülményétől, főleg a hőmérséklettől függ. Ha a kokszolás nagy hőmérsékleten, 1000—1200 C°-on történik, nagyobb fajsúlyú és nagyobb viszkozitású kátrány keletkezik. 650—750 C° hőmérséklethatárok között ugyanis a svélkátrányra jellemző vegyületek (fenolhomológok, parafinok, naftének) részleges felbomlása és polimerizációja megkezdődik, melyet dehidrogéneződés követ.

A kátrány 300-nál is több ismert vegyület keveréke. A kátrányban levő összes vegyületek számát mintegy 10 000-re becsülik, melyeknek kb. fele a szurokban van. E vegyületek közül legjelentősebbek az aromás vegyületek : benzol, toluol, xilol, naftalin, antracén, fenantrén, acenaftén stb. Az oxigéntartalmú vegyületek közül fontosabbak a fenolok, xilolok, xilenolok. A kén- és a nitrogéntartalmú vegyületek közül a tiofén, tionaftén, illetve pridin, chinolin, pirol és a karbazol az ismertebbek.

A kőszénkátrányt általában a következő termékekre szokták feldolgozni :

a) kőszénkátrányolajok : könnyűolaj, fenolpárlat, mosóolaj és talpfatelítőolaj,

b) alacsony, közepes és magas lágyuláspontú szurok,

c) préselt, desztilált és szublimált naftalin,

d) nyers és dúsított antracén,

e) fenolátok,

f) piridinszulfát,

g) preparált kátrányok.

Ezeket a termékeket a népgazdaságban különféle célokra használják fel.

1. A nyers és preparált kátrányt kátránylemezek gyártására, útépítéshez, lakkok gyártására, folyékony üzemanyagok, hidrált műbenzin előállítására.

2. A kátrányszurkot brikettezéshez kötőanyagként, útépítéshez, a kátrányszurokkokszból pedig az alumínium, karbid és elektroacélgyártásához nélkülözhetetlen elektródákat gyártanak.

3. A kőszénkátrányolajok közül a kristályosított antracénolajokat talpfatelítőolaj, lakkok, fertőtlenítőszerek gyártására, a mosóolajat a kamragázból nyersbenzol kivonására használják fel.

4. A naftalin ftálsavanhidrid gyártására, mely a műanyagiparban fontos lágyítószer, ezenkívül robbanóanyagok, mesterséges cserzőanyagok, mosószerek, gyógyszerkészítmények előállítására és az antracénnel együtt különböző festékek előállítására szolgál.

5. A fenol- és krezolszármazékokból, műgyantákat, műanyagokat, színezékeket, gyógyszerkészítményeket és robbanóanyagokat állítanak elő.

6. A piridint és származékait képlékeny anyagok, gyógyszerkészítmények előállítására, oldószerként stb. használják fel.

A Dunai Vasmű kátrányüzemében a fenti anyagok részben mint késztermékek, részben mint félkésztermékek kerülnek előállításra. A félkésztermékeket más üzemek dolgozzák tovább.

A kátrányüzem várható termelése 26 000 t nyerskátrány feldolgozásakor a következő :

1.	Könnyűolaj	350 t/év
2.	Fenolfrakció kb. 30%-os fenoltartalom	600 t/év
3.	Elnyelő (abszorbciós) olaj	2 800 t/év
4.	Fenolátok-krezolátok	450 t/év
5.	Piridinszulfátok	450 t/év
6.	Talpfatelítőolaj	5 000 t/év
7.	98,4%-os naftalinpogácsa	1 900 t/év
8.	Szurok	14 300 t/év

A könnyűolajat a benzolfinomító üzem fogja feldolgozni. Az elnyelőolaj egy részét a Kokszoló Gyárrészleg használja fel a kamragázban levő nyersbenzol kimosására. A piridinszulfátokat az ammonszulfátüzem piridinlúg részlegébe továbbítjuk feldolgozásra.

A savanyúolajat, fenolsókat, talpfatelítőolajat, préselt naftalint és a szurkot, kereskedelmi termékként értékesítjük.

A kátrányüzemben feldolgozásra kerülő nyerskátrány a következő kátrányok keveréke.

Nehézkátrány, mely a kokszoló kamrából távozó lepárlási gázból csapódik ki közvetlen vízhülés hatására.

Az előhűtőkátrány, exhaustor és „elex" kátrány a nehézkátránnyal együtt 65—68 C°-on való tárolás mellett kerül víztelenítésre. E hőfok mellett 4—5 napi tárolás után a kátrány víztartalma 2,5—3,5%-ra csökkenthető.

A kátrányt gyakorlatilag csőkemencében víztelenítjük. A víztelenítés azért szükséges, mert a víz a lepárlási folyamatot, különösen szakaszos működésű lepárlókazánokban meghosszabbítja, ezenkívül habképződést és a kátránynak a lepárlókazánokból való kihabzását okozza. Ha a kátrányt folyamatos működésű berendezésben dolgozzák fel, a víz — mert belőle vízgőzök képződnek — a csőkemence csőrendszerén áthaladva a berendezés ellenállását megnöveli. A vízképződés pedig a berendezés rendes működését rontja. Víztelenítés a víz elpárologtatásával a legelterjedtebb módszer ; hátránya az, hogy a víztelenített kátrányban mindazok a sók is bennmaradnak, amelyeket az elpárologtatott víz tartalmazott. Ezek a sók később részben a kátrányszurokba mennek át és növelik annak hamutartalmát, ami egyáltalán nem kívánatos, különösen akkor, ha az alumíniumipar számára elektródákat gyártanak belőle. Részben a részpárlatok gőzei viszik e sókat magukkal és a berendezésben korróziót okoznak, mivel köztük klórtartalmú vegyületek is vannak. A csőkemencében lezajló víztelenítés lényege, hogy a nyerskátrányt a csőkemence konvekciós részébe elhelyezett csőrendszerbe nyomjuk. Itt 10 atm. nyomáson, 130 C°-ra felmelegedett kátrány az I. fokozatú evaporátorba jut. Az elgőzölögtetőben két db. tányér szolgál a kátrány egyenletes szétoszlatására, miközben 0,2 att. túlnyomás mellett a kátrányból az összes víz és könnyűolaj elpárolog. A víztelenített kátrány az elgőzölögetővel alul egybeépített gyűjtőbe kerül, innen pedig a csőkemence radiációs terébe nyomjuk.

A könnyűolaj és a vízgőz egy többszörös átfutású kondenzátorba, majd a vele egybeépített szeparátorba kerülnek, ahol a két anyag fajsúlykülönbség alapján szétválik. Az ammóniákvíz a szeparátorból közvetlen gyűjtőtartályba, a könnyű olaj egy része refluxtartályon keresztül a rektifikáló kolonna refluálására, fennmaradó része pedig gyűjtőtartályba kerül.

A következő lépcső a kátrány szuroktartalmának leválasztása. A szurok előzetes leválasztása azért célszerű és szükséges, mert az a desztilláció folyamán a kolonnák eltömődését, elkokszosodását és ezzel járó üzemzavarokat idézhet elő.

A csőkemence radiációs terében 380 C°-ra felmelegedett kátrány, az előző elgőzölögtetővel szerkezetileg egyező, szurokleválasztó oszlopba jut. Itt max. 0,4 att. üzemi túlnyomás mellett a szurkon kívül az összes frakciók elpárolognak a kátrányból. A szurok a granuláló részlegbe kerül, vagy ha a lágyuláspontja a vevő igényeit nem elégíti ki, a szurokátgőzölő oszlopba, ahol ellenáramban vízgőzzel az aránylag könnyebb alkatrészeket kihajtjuk belőle és ezután granuláljuk. A szurok átgőzölésekor keletkező krizén-frakciót a víztől való szeparálás után talpfatelítőolaj készítésére használjuk fel, a vizet fenolcsatornába engedjük.

A szurokleválasztó oszlop fejtermékéből az antracén kolonnában leválasztjuk az antracén I., II. olajpárlatot, az oszlop középső, illetve alsó részén levő 3—3 db. egymás alatti tányéron. Mindkét párlatot merülő öntött-vascsöves belül

bordázott hűtőben való hűtés után közbenső tartályba engedjük, majd kristályosítjuk. A kistályosított olajokból talpfatelítőolaj készül.

Az antracén kolonna fejtermékeként keletkező fenololaj, naftalinolaj és mosóolaj gőzelegy a rektifikáló kolonnába kerül szétválasztásra. A fenololaj és a naftalinpárlat elvételére a kolonna felső részén, illetve felső egyharmadában 3—3 db. egymás alatti tányéron csapolható meg. A mosóolajpárlatot a kolonna alsó részén vesszük el. A párlatokat bordázott merülőhűtőkben lehűtve közbenső tartályokba engedjük. A fenolpárlat további feldolgozását a jelenlegi technika szerint nem tervezték. A mosóolaj egy részét visszavezetjük az antracén kolonna refluálására, másik részét pedig agitátorokban lúggal és kénsavval mossuk a fenolátok, illetve a piridinszulfátok kinyerése céljából. A naftalinolaj kristályosításra kerül. A rektifikáló oszlopba refluxként könnyűolajat vezetünk vissza. A fejtermékként keletkező könnyűolajat a benzolfinomító dolgozza fel.

Szokásos üzemi desztilláció

Az eddig ismertetett folyamatos desztilláló berendezésen kívül egy szakaszos üzemű desztillálót is terveztek, a már egyszer desztillált olajtermékek redesztillálására, a kívánalmaknak megfelelő további finomításra.

A 30 tonna befogadóképességű üstbe keletkező olajgőzök rektifikáló kolonnába kerülnek, melynek fenékterméke refluxként az üstbe folyik vissza. Az üstmaradékot gőz nyomja ki. A rektifikáló oszlop nyomása a lepárlási folyamatban változó: $p = 1{,}3—0{,}2$ at-ig. Az oszlopból távozó olajgőzök deflegmátoron keresztül háromlépcsős kondenzátor-hűtőbe, majd egy expanziós edénybe és folyadékzáron keresztül szeparátorba, innen pedig megfelelő szedőtartályokba kerülnek. A szeparátorvizet fenolcsatornába engedjük.

Az expanziós edényen keresztül történik a szakaszos aggregát berendezéseinek megszívása, vákuum alá helyezése, vákuumgyűjtő közbeiktatásával, vákuumszivattyúval.

Kristályosítás

Kristályosításra három frakció kerül, mégpedig a naftalinpárlat és a szolventnafta-naftalin, illetve az antracénpárlat, a nyersantracén kiválasztása céljából. A kristályosítást fekvőhengeres, kívülről hűtővízzel permetezett, belül lapátos keverővel ellátott gépi kristályosító berendezések végzik. A naftalin legkedvezőbb kristályosodási hőmérséklete 20 C°. Az antracénpárlat kristályosításakor csak 40—45 C°-ig hűtünk.

Így tudjuk elkerülni, hogy az antracént a karbazolon és a fenantrénen kívül más vegyületek nagyobb mértékben ne szennyezzék. Ha a naftalin frakcióban fenolok is vannak (nálunk 4—5%), a naftalin rosszabbul, lassabban válik ki és erősen fenollal szennyezett, ilyenkor a naftalinpárlatot előbb meg kell szabadítani a fenoloktól és csak azután lehet kristályosítani.

A kristályosított naftalint csigás adagolóval centrifugákba szállítjuk, centrifugálás után préseljük. A kristályosított antracén a naftalintól eltérően pasztaszerű, ezért előbb ezt dobos-vákuumszűrőn szűrjük, majd centrifugáljuk és az antracén raktárba továbbítjuk.

Fenolok és piridinbázisok kinyerése

A termelt kőszénkátrány naftalin és mosóolajpárlatában a fenol-krezol tartalom 2,5—3%, a piridinbázistartalom 3—4%. A fenolok és piridinbázisok kimosása szükségszerű egyrészt tisztább naftalin előállítása, másrészt a benzolkinyerő részére jobb minőségű mosóolaj előállítása céljából.

A mosás 55—60 C°-on történik, nehogy a mosás alatt naftalin kristályok csapódjanak ki.

A reagensek gazdaságosabb felhasználása miatt a mosásra kerülő párlatokat, először az előző mosáskor nyert fenolsókkal, majd 10%-os nátriumhidroxid oldattal mossuk a fenol-krezol tartalom eltávolítására. A fenolsók vízben jobban oldódnak, mint az olajban, ezért az ülepítés időtartama alatt (3—4 óra) az agitátor alján az olajból szétváló vizes rétegbe mennek át.

A piridinszulfátok kimosását először az előző mosáskor nyert savanyú piridinszulfátokkal kezdjük, majd 30%-os friss kénsavval folytatjuk. Ezután teljes savtalanítás céljából még egy mosást végzünk nátriumhidroxid oldattal. Az olajmosás során nyert piridinszulfátokat az ammonszulfátüzem piridinlúg részlegébe továbbítjuk, a 160 C° felett forró nehézpiridinek kimosása céljából.

Automatizálás és műszerezés

A sztatikus nyomásszabályozó segítségével szabályozzuk a csőkemence és a lepárlókazán felmelegítésére szállított kamragáz nyomását. A csőkemence radiációs terét elhagyó kátrány hőmérsékletének szabályozását a kátránykivezető csővezetékbe beépített termoelemhez kapcsolt, önműködő, elektronikus potenciométer rendszerű, jelző és regisztráló műszer végzi oly módon, hogy a potenciométer egy villamos mozgatóművel van kapcsolatban, a mozgatómű pedig a csőkemence fűtőgázvezetékébe beépített fojtószeleppel.

Automatikusan szabályozzuk az antracén és a rektifikáló oszlopból távozó gőzök hőmérsékletét is úgy, hogy a mosóolaj és a könnyűolaj refluxvezetékbe beépített membránszelepek elektronikus hídrendszerű jelző és regisztráló készülékkel vannak kapcsolatban.

A műszer pneumatikus szabályozással működik és a rektifikáló, illetve az antracénoszlopból távozó gőzök vezetékeibe beépített platina ellenálláshőmérővel van összekapcsolva.

Automatikus még az üzemi gőznyomás szabályozása is.

Mennyiségmérő műszerekkel mérjük a csőkemence I., II. fokozatában szállított kátrányt, fűtőgázt és a II. fokozatú evaporátorba, desztiláló üstbe, túlhevítőbe, antracén-rektifikáló oszlopba, szurokátgőzölő oszlopba felhasznált gőz mennyiségét. Az összes tartályok szintjét pneumatikus szintmérőkkel mérik. A kolonnákba betáp-

lált és kivezetett termékek hőfokának mérésére egy műszerfalra összpontosított jelző és regisztráló műszerek szolgálnak.

Jövőre vonatkozó tervek

A Dunai Vasmű kátrányfeldolgozója önmagában nem teljes üzem, hanem egy továbbfeldolgozó finomrészleget is még meg kell építeni. Távlati terveink során szeretnénk a naftalin egy részének tovább finomítását, desztillációs technológiával megoldani. Ugyanakkor a nyersantracén további feldolgozásával finomított antracén (180%-os) és az antracén mellett található karbazol kinyerését is tervezzük, ha erre a jövőben hazai kereslet, illetve export lehetőség fog mutatkozni.

Ezek után a magyar vegyiparnak számolni kell az évi 40 000 tonna 1973. év után pedig évi 55 000 tonna kátrányból származó féltermékek felhasználási, értékesítési lehetőségeivel. Nem lehet az antracén, karbazol, szurok, acenaftén stb.-t úgy kezelni, hogy Magyarországon ezeket továbbdolgozni, alapanyagként felhasználni nem tudjuk. Olyan irányban kell a hazai vegyipart fejleszteni — természetesen a népgazdaság igényeinek figyelembevételével —, hogy ezt a hatalmas és értékes nyersanyagbázist a népgazdaság érdekében maradéktalanul értékesíteni lehessen.

Befejezésül szeretném rövid számítások alapján igazolni, mit is jelent népgazdaságunk számára a kátrányüzem üzembehelyezése, amely arra kényszerít bennünket, hogy a nyerskátrányt külföldi vagy belföldi vevőnek adjuk el.

Az összes olajokat 22 $, a fenolátokat és piridinszulfátokat 35 $, a naftalint 80 $, a szurkot 32 $ egységárral számolva a következőket kapjuk.

Évi termelés két blokkal, illetve 1 blokkal és az óbudai kátránnyal számolva évi 26 000 tonna.

A nyerskátrány ára 19 $/t.

Egy év alatt termelt kátrány értéke dollárban, ha azt eladjuk:

494 000 $.

Ha a nyerskátrányt feldolgozzuk és a kapott termékeket az előbb említett egységárakon értékesítjük, melyek a világpiaci áraknak meg is felelnek, akkor

a termelt olajok értéke.....	182 500 $
a szurok értéke.....	448 000 $
a naftalin értéke	144 000 $
fenolátok és piridinszulfátok értéke	31 500 $
Összesen	806 000 $

A különbség a két termelési érték, a nyerskátrány és a belőle előállított termékek értéke között: 312 000 $ évenként.

Ebben a számításban csak a legdurvább feldolgozási lépcsőt vettük figyelembe. A különbég még sokkal nagyobb, ha a termékek finomítása és vertikális feldolgozása is megvalósul.

E számításokkal és az előadás bevezető részével, mely a kátránytermékek felhasználási területét ismerteti, érzékeltetni kívántam, hogy mit jelent népgazdaságunk, elsősorban vegyiparunk fejlődése számára az első modern nyerskátrányfeldolgozónk üzembehelyezése. Több értékes termék előállítása mellett a naftalin importot teljesen megtudjuk szüntetni, szurok és esetleg más termékekből hazai szükséglet fedezése mellett még exportálhatunk is.

Ha a többéves késést már behozni nem is lehet, legalább most fordítsuk a rendelkezésre álló gazdasági erőinket a kátrányüzem mielőbbi befejezésére és üzembehelyezésére.

TETTAMANTI JENŐ

Fájdalommal olvastuk a gyászjelentést, amely szerint mindannyiunk emlékezetében szeretettel élő, még Selmecbányán működő egyik professzorunk, ny, egyetemi tanár, Tettamanti Jenő, Egyesületünknek 46 év óta tagja, a műszaki tudományok doktora, életének 77. évében, rövid szenvedés után Dorogon meghalt. Temetése augusztus 24-én volt.

HIBAIGAZÍTÁS

A Kohászati lapok f. évi 8. számának 378. és 379. oldalán Süle János „Sárgarézkondenzátorcsövek feszültségkorróziós vizsgálata" című dolgozata 3., 4. és 5. táblázatának fejlécébe egy értelemzavaró, sajnálatos hiba csúszott. A fejlécben

σ_B korrózió utáni | σ_B eredeti állapot × 100 %-ban

sorban a választóvonal helyett törtvonal írandó, s akkor a sor helyesen a következő:

σ_B korrózió utáni/σ_B eredeti állapot × 100 %-ban

Kérjük a hibát az eredeti szövegen átvezetni.

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető : *Kutas Andor*

A Szovjetunió vas- és acéliparáról írt *Hlebnyikov* a Planovoje Hozjajsztvo 1959 márciusi számának 27. oldalán. Eszerint a termelés és tervezés adatai a következők :

	Termelés 1958-ban	Tervezett termelés 1965-ben
	millió t	
Nyersvas	39,6	65—70
Folyékony acél	54,9	86—91
Hengerelt acél .	42,9	65—70
Acélcső	4,6	9—10

A termelés emelkedését nagyobb részben új beruházásokkal, de jelentős részben műszaki tökéletesítéssel fogják elérni (jobb elegyelőkészítés, szűk keresztmetszetek feloldása stb.).

Az elegyelőkészítést tetemesen növelik, 1958-ban kereken 50 millió t darabosított ércet termeltek. A darabosított érc felhasználási százaléka a betétben 75%. A tervek szerint 1965-ig a darabosítvány termelés 118 millió t-ra fog nőni és a betét 90%-ára fog rúgni.

1958. évben hét nagyolvasztó került üzembe, köztük három a nagyolvasztók közül a legnagyobb típusú. A hét új nagyolvasztó évi termelőképessége 4,7 millió t. A következő években évi 4—5 nagyolvasztót helyeznek üzembe. Az újonnan épülő nagyolvasztók 1700—2000 m^3-esek lesznek. A nagyolvasztók 59%-a 1957 óta nagy toroknyomással dolgozik. Az újak már mind ilyen eljárásra épülnek.

Az 1958. évi átlagos kokszfelhasználás 785 kg/t nyersvas volt.

Az újonnan épülő SM-kemencék 500 t-sak lesznek. Az új elektrokemencék befogadóképessége 80—180 t, a konvertereké 65—75 t.

Az oxigénes acél részesedése az acéltermelésben 25,4% volt 1958-ban és 1965-ig 70%-ra nő.

A vákuumos acélgyártás jelentős mértékben meg fog nőni.

A hengerelt acél 1965-ben 65—70 millió t-ra fog rúgni. Ezért mintegy 54 különféle új hengersort fognak építeni, melyek főként félfolyamatos és egész folyamatos sorok lesznek. A lemez- és szalagrészesedés 26,4%-ról 34,6%-ra fog megemelkedni, amiből hidegen hengerelt finomlemezre 11% jut.

St. u. E. 1959. 11. sz. *Á. F.*

*

Az **indiai Rourkélában** ez év ápr. 17-én csapolt az első SM-kemence. Az új acélmű évi termelése 270 000 t-ra fog rúgni.

St. u. E. 1959. 11. sz. *Á. F.*

*

Az **osztrák vasipar** helyzetéről adott számot a leobeni Osztrák Kohász évi közgyűlés előtt *Dr. Oberegger*.

Az 1957 közepe óta tartó válságjelenség Ausztriát is érintette. Mivel Ausztria erős exportra dolgozik, így a világhelyzetre eléggé érzékeny.

A háború befejezése óta 1958-ban a nyersvas- és acéltermelés először csökkent az előző évi alá. A nyersvastermelés 1,818 millió t-ja 7%-kal, a folyékony acél 2,393 millió t-ja 5%-kal volt kisebb az előző évinél. Az acélból 907,480 t SM-, 320 000 elektro- és 1,165 millió t LD-acél volt. Az LD-acél részesedése az acéltermelésben 49%-os volt. A hengerelt acél 1,628 millió t-ja az előző évinél 3%-kal volt nagyobb. Az idomacél termelés csökkent, de azt a finomlemez többletgyártás kiegyenlítette.

Az acéltermelés csökkenése az ócskavas ellátásban is éreztette hatását. Az ócskavas felhasználás 140 000 t-val volt kevesebb az előző évinél. Az ócskavas import az előző évi 220 000 t-ról 66 000 t-ra csökkent. A csökkenés az ércbányászatban is jelentkezett, az előző évhez képest 85 000 t-val kevesebbet bányásztak.

A beruházásokról Oberegger a következőket közli. Donawitzban egy 14 000 kW-os torokgázturbófúvó került üzembe. Megindult a 7. ércpörkölő-kemence. A mélykemence csarnokot egy mélykemencével bővítették. Donawitzban, Judenburgban és Kindbergben hengersor építkezésekbe kezdtek, mely több évig fog tartani.

A Vöstnél Linzben megindult az új 4,2 m-es quartodurva-lemezsor. A LD-acélmű két új 50 t-ás konverterrel bővül.

Gebrüder Böhler et Co-nál Kapfenbergben a kombinált sor építésének második lépcsője a középsor üzembehelyezésével befejeződött. A hideghengerművet egy — 850 mm ∅-jű hengerek edzéséhez alkalmas — indukciós edzőberendezéssel bővítették. Schoeller Bleckman a rozsdamentes lemezgyártó berendezést tetemesen bővítette.

Vogel és Noot AG Wartbergben egy új gépesített lemezsorral s a hozzátartozó kikészítő és hőkezelő berendezéssel a termelést tetemesen megnövelte.

Ezenkívül *Oberegger* még több kisebb fontosságú beruházásról emlékezik meg.

Az LD-eljárás szerint a világon eddig 15 acélmű 32 konverterrel dolgozik. Ezek teljesítőképessége 8,4 millió t/év. További 12 mű 22 konverterrel 6,5 millió t évi kapacitással építés alatt áll. A konverterek befogadó képessége ma már 80 t-ra is megnőtt.

A földgáz távvezeték Alsó-Ausztriából már Wartbergig és Kapfenbergig elkészült, ez év első felében pedig megépül egészen Donawitzig.

A piaci helyzetről azt mondja Oberegger, hogy a hengerelt áruban a belföldi feldolgozó ipar igénye 1958-ban csökkent. Nemesacélban is kereken 20%-kal kisebb volt a felvásárlás. Az export is kb. 28%-kal visszaesett. Épp így csökkenésről számol be a tuskó-, buga- és nyersvasexport piacon is.

Stahl u. E. 1959. 13. sz. *Á. F.*

*

Jugoszláviában a Krivičevo-ban levő alumíniumipar, a kormány és a francia Péchinay cég megállapodása alapján, nagyarányú beruházásokat fog teljesíteni. Ennek eredményeképpen a timföld termelését évi 45 000 t-ról 90 000 t-ra, az alumíniumét pedig 20 000 t-ról 40 000 t-ra fogják megemelni. *K. A.*

Ch. Ind. 1959. 3. sz.

*

USA-ban a Forte Minerals Comp. az elmúlt évben november havában megindította nagy tisztaságú szilíciumot előállító üzemét. A kezdeti nehézségek áthidalása után remélik, hogy a folyó évben elérik teljes kapacitásukat.

Az utóbbi években a nagy tisztaságú szilíciumot mind nagyobb mértékben használják egyenirányítókban, valamint tranzisztorok gyártására. Jelenleg tíz üzem foglalkozik a gyártásával. *K. A.*

Ch. Ind. 1959. 3. sz.

*

NSSK-ban a kohóalumínium termelés 1958-ban az előző évhez képest 11,1%-kal 136 800 t-ra esett. Ezzel szemben a felhasználás nőtt, ami nagyobb behozatalt tett szükségessé. A behozatal 1958-ban az előző évi 39 000 t-ról 59 500 t-ra emelkedett. *K. A.*

Alumínium 1959. 3. sz.

*

USA-nak kohóalumínium termelése az 1957. évi 1 647 710 t-ról 1958-ban 1 564 341 t-ra esett. Ennek ellenére 1959. évben 1,7—1,8 millió t-t akarnak gyártani.

Az alumínium termelésben és felhasználásban előállott helyzettel szemben, ami a kisebb termelésben mutatkozott meg, kohó kapacitásukat emelték és még

tovább is emelni kívánják. A kapacitás 1958. január 1-től 1959. január 1-ig, 1 831 000 sh t-ról 2 184 250 sh t-ra, azaz 19%-kal emelkedett. Az elosztása az egyes vállalatok között a következő :

Alcoa	788 250 sh t
Reynolds	601 000 sh t
Kaiser	537 000 sh t
Ormet	144 000 sh t
Anaconda	60 000 sh t
Harvey	54 000 sh t

Alumínium 1959. 3. sz. *K. A.*

*

Japánnak alumínium termelése 1957-ben 67 979 t, 1958-ban 84 547 t volt, így tehát az emelkedés 24%.
Alumínium 1959. 3. sz. *K. A.*

*

Az indiai Assam tartományban a közeli olajforrások termékének feldolgozására két állami finomító felépítését tervezik. Az elsőt Gauhati-ban egy millió t/év feldolgozására a román kormány építi meg. A másodikat Barauni-ban (Bihar tartomány) a Szovjetunió fogja megépíteni. A műszaki berendezést szállítja, s ezenkívül 2½%-kal kamatozó hitelt nyújt, amelyet 17 év alatt kell visszafizetni, három évvel az építés megkezdése utáni kezdettel.

Ch. Ind. 1959. 4. sz. *K. A.*

*

A Szovjetunióban a földkincsek és geológia minisztere szovjet geológusok értekezletén közölte, hogy Üzbegisztán-ban és Turkméniában sokkal több az olaj- és gáztartalék, mint a Közel-Keleten. Terv szerint 1965-ben 230 millió t olajat és 150 milliárd m³ gázt fognak termelni. A kutatást műszaki újításokkal annyira tökéletesítették, hogy az eddiginek három—ötszörösét teljesítik. Kutatások eredményeképpen megállapították pl., hogy az ország földgáztartaléka 20 trillió m³-re tehető.

Ch. Ind. 1959. 4. sz. *K. A.*

*

Peruban Tarma vidékén igen jó minőségű mangánércre bukkantak. Az érc fémtartalma több mint 50%. Az érc kibányászása megkezdődött.

Ch. Ind. 1959. 4. sz. *K. A.*

A magyar kohászati műszaki dolgozók I. nyári szabadegyeteme

Első ízben rendezte meg a *Kohászati Dolgozók Szakszervezete Műszaki Tanácsa, a KGM Vaskohászati Igazgatósága*, valamint az *Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület* a kohászati műszaki dolgozók I. nyári szabadegyetemét.

A szabadegyetem célja az volt, hogy megismertesse a kohászat műszaki dolgozóival, az érdeklődőkkel a kohászatban bevezetett új technikát, a kohászat terén elért legújabb kutatási és üzemi eredményeket. Ha értékeljük az elhangzottak alapján a nyári egyetemet és kérdezzük, hogy elérte e a kitűzött célt, feltétlenül igennel kell válaszolnunk. Az előadások szinte kivétel nélkül tartalmukban igen jók voltak. És bár igen nehéz a sok jó előadás közül a legjobbakat kiválasztani, mégis kiemelünk egy néhányat.

Így pl. *Czecze László* iparigazgató előadását : melyet ,,A magyar kohászat jelene és jövője'' címmel tartott. Előadása hatalmas anyagot ölelt fel, mégis a felvetett kérdések tartalmi és szerkezeti összefüggését példaként lehet állítani. A nagyszámú hallgatóság soraiban előadása végén csak elismerő véleményt lehetett hallani.

Pilter Pál főmérnök az ,,Uj technika bevezetése nagyolvasztóinkban'' címmel tartott előadást. Előadása, melyhez 36 ábra tartozott az előadó igen alapos, tudományos felkészültségről tett tanubizonyságot. Előadása osztatlan sikert váltott ki.

Engl Helmuth kohómérnök (NDK Calbe-Saale) ,,A szürke nyersvas szövetszerkezetének nagyolvasztón kívüli javítása'' címen tartott előadást. E téma, mint az előre várható volt, időszerűsége miatt igen nagy érdeklődést váltott ki. Előadását a német alaposság mellett a gyakorlatiasság is jellemezte. E témáról tartott előadást konzultáció követte, melyet a helyszínen a Dunai Vasműben tartottak meg.

Sziklavári János kohómérnök ,,A folyamatos öntés jelenlegi helyzetét és jövőjét'' elemezte. Igen tartalmas, több mint kétórás előadását 52 vetített ábrával kísérte.

Temesszentandrási Guidó főmérnök a Kohászati Dolgozók Szakszervezete Műszaki Tanácsának alelnöke ,,Hengerműveink jelenlegi helyzetéről és jövőjéről'' tartott igen nívós, tartalmas előadást. Előadását a népes hallgatóság feszült figyelemmel hallgatta.

Horgos Gyula a Műszaki Tudományok kandidátusa a Kohászati Dolgozók Szakszervezete Műszaki Tanácsának elnöke ,,A finomkohászat jelene és jövője'' címmel tartott előadást. Előadásában népgazdasági szempontból is jelentős kérdéseket tárgyalt. Előadásából valamennyien igen sokat tanultunk.

E rövid ismertetőn keresztül nem adhatunk teljes képet a nyári egyetemen elhangzottakról. Sorolhatnánk tovább a kiváló előadások előadóit és azok témáit : *Tóth Sarudi Béla* főtechnológust, *Visznyovszky László* kandidátust, *Ackermann János* főmérnököt, *Nagy Zoltán* kohómérnököt és így tovább. Az előadás programjában szerepelt az azóta elhunyt *Kerpely Kálmán* kandidátus neve is. Sajnos ő már nem tarthatta meg előadását.

A hallgatóság nevében úgy érezzük meg kell köszönnünk az előadók fáradságos munkáját, mellyel jelentős mértékben elősegítették a műszaki dolgozók továbbképzését.

Tudomásunk szerint a nyári egyetem szervezői az előadások teljes szövegét sokszorosítva, rövid időn belül a hallgatók rendelkezésére fogják bocsájtani. *L. J.*

EGYETEMI HÍREK

Dr. Roman Krajewski, a krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia prorektora a magyarországi tanulmányútja során július 16—20 között az Egyetem vendége volt.

A Kohómérnöki Kar oktatói és hallgatói — összesen 27 fő —, dr. Horváth Zoltánnak a Kar dékánjának vezetésével június 21—július 5 között a freibergi Bányászati Akadémia vendégeként a Német Demokratikus Köztársaságban cseretanulmányúton vettek részt.

Csabalik Gyula adjunktus vezetésével július 10-én négy kohómérnökhallgató 4 hetes csere-termelésigyakorlaton Csehszlovákiában tartózkodott.

Fémkohászati folyóiratfigyelő

10. Porkohászat

Rakowski, W. S.: **A szovjet porkohászat néhány elméleti és gyakorlati kérdéséről.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 12. 1957. dec. p. 764—767.

Koebel, N. K.: **Zsugorító kemencék atmoszférái.** Metal Progress, Vol. 71. No. 5. 1957. máj. p. 91—98.

Mamula, M.: **Tapasztalatok fémeknek nagy vákuumban való zsugorításával.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 8. 1957. aug. p. 497—502.

Tabor, W.: **Fémporok elektrolitikus előállítása.** Chemische Technik, Jg. 9. H. 11. 1957. nov. p. 645—649.

Eisenkolb, F.: **Gép- és szerszámalkatrészek porkohászati úton való előállítására szolgáló fémporok gyártásának problémája.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 8. 1957. aug. p. 461—470.

Eisenkolb—Schatt : **Alumíniumoxidból és krómból porkohászattal készült tárgyak előállítása és vizsgálata.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 8. 1957. aug. p. 471—481.

Zirkon-urán ötvözetek porkohászata. Metal Progress, Vol. 72. No. 4. 1957. okt. p. 280—282.

11. Fémek alakítása

Gärtner, G.: **A kúpos szerszámmal végzett nyomókísérletek felhasználása a fémek melegsajtolásához.** Freiberger Forschungshefte, B. 27. 1958. p. 28—51.

Alumíniumfólia gyártása. Metal Ind. Vol. 91. No. 14. 1957. okt. 4. p. 296—297.

12. Fémek és ötvözetek tulajdonságai

Hofman—Maatsch : **Néhány megjegyzés a gázoknak nemvasfémekben való oldhatóságáról.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 10. 1957. okt. p. 648—650.

Wittke, H.: **Hidrogén oldhatósága ötvözetekben.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 12. 1957. dec. p. 749—756.

Vassel K. R.: **Az alumínium elektromos vezetőképességéről.** Aluminium, Jg. 33. H. 12. 1957. dec. p. 781—782.

Polmear, I. J.: **Háromalkotós alumínium-cink-magnézium ötvözetek öregedési tulajdonságai.** J. Inst. Metals, Vol. 86. P. 3. 1957. nov. p. 113—121.

Bernard, R.: **Keményfémek fizikai tulajdonságainak függése a széntartalomtól.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 12. 1957. dec. p. 757—761. Cirkon-urán ötvözetek TTT diagramjai. Metal Progress, Vol. 72. No. 4. 1957. okt. p. 282—290.

Smart, R. F.: **Cirkon-ón ötvözetek.** Metal Industry, Vol. 91. No. 26. 1957. dec. 27. p. 535—539.

13. Anyagvizsgálat

Altenpohl, D.: **Kémiailag fényesített alumíniumfelületek vizsgálata elektronmikroszkóppal.** Aluminium, Jg. 33. H. 12. 1957. dec. p. 774—781.

Mintrop, H.: **Fémek anyagvizsgálatára szolgáló gépek és berendezések.** VDI-Z., Bd. 99. Nr. 27. 1957. szept. 21. p. 1348—1349.

Koch—Hein—Kesre : **Példák új metallográfiai eljárások felhasználására.** Metall, Jg. 11. H. 12. 1957. dec. p. 1038—1045.

Erdmann—Jesnitzer—Bernardt : **Al-Cu-ötvözetek vizsgálata színes maratási módszerrel.** Metall, Jg. 11. H. 12. 1957. dec. p. 1032—1037.

Rys, P.: **Nagy hőmérsékleten végzett mikroszkópos vizsgálatok.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 8. 1957. aug. p. 489—497.

Howell—Jerger : **Hőmérsékletmérés és ellenőrzés pirométerrel.** Metal Treating, Vol. 8. No. 6. 1957. nov.—dec. p. 10. 40—41, 43. 47—48.

Schichtel, G.: **Az alumíniumfém hidrogéntartalmának meghatározására szolgáló angol készülék.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 10. 1957. okt. p. 617.

Dobiás—Hejl : **A Hallmond-féle cső módosítása flotációs vizsgálatokhoz.** Collection CSR, Vol. 22. No. 5. 1957. okt. p. 1706—1708.

Müller, K.: **Zsugorított alumínium oxidtartalmának meghatározása.** Neue Hütte, Jg. 2. H. 8. 1957. aug. p. 507.

Honjo, T.: **Ólom meghatározása HNO_3-NaOH-s titrálással.** J. Japan Inst. Metals, Vol. 21. No. 10. 1957. okt. p. 577—579.

Belov—Ivanova : **Titán meghatározása alkálikloríd olvadékokban.** Z. anal. Chemie, Bd. 158. H. 5. 1957. okt. 30. p. 383.

14. Hulladékfeldolgozás

Winsch—Rutkowski : **Cink visszanyerés hulladékokból, alkálikus elektrolízissel.** Chemische Technik, Jg. 9. H. 11. 1957. nov. p. 654—657.

Bonnier—Andrieux : **Hulladékfeldolgozás ipari ötvözetek desztillációjával.** Rev. Metallurgie, An. 54. No. 9. 1957. szept. p. 720—724.

15. Hegesztés-kötés

Mantel—Wolf : **Alumíniumötvözetek vágása és hegesztése ívfénnyel nemesgáz alatt.** Aluminium Ranshofen, Mitteilungen, Jg. 5. H. 1. 1957. nov. p. 13—22.

Beyersdorfer, P.: **A szilikátok és aluminátok hatása a hegesztőporok kialakítására.** Bergakademie, Jg. 9. Nr. 12. 1957. dec. p. 609—613.

Alumínium szerkezeti anyagok védőgázas hegesztése. Aluminium Ranshofen, Mitteilungen, Jg. 5. H. 1. 1957. nov. p. 3—12.

16. Korrózió és felületvédelem

Pollack, A.: **Könnyűfémfelületek kémiai védelme.** Metall, Jg. 11. H. 9. 1957. szept. p. 754—756.

Dobos—Székely : **Adatok az alumínium anodikus sajátságaihoz.** M. Kémiai F., 63. évf. 12. sz. 1957. dec. p. 329—333.

Dettner, H. W.: **Alumínium galvanizálása.** Alumínium, Jg. 33. H. 10. 1957. okt. p. 665—668.

Ogawa—Hisamatsu—Kawamura : **Titán bevonatok. I. r.** J. Japan Inst. Metals, Vol. 21. No. 10. 1957. okt. p. 597—599. Tűzi úton való bevonatkészítés.

Ogawa—Hisamatsu—Kawamura—Tatsuma : **Titán bevonatok. II. r.** J. Japan Inst. Metals, Vol. 21. No. 10. 1957. okt. p. 599—602. Titán bevonatok előállítása olvadékelektrolízissel.

17. Fémek ipari feldolgozása

Horst, R. L.: **Alumínium ötvözetek felhasználása szerkezeti anyagként.** Ind. Eng. Chemistry, Vol. 49. No. 9. P. 2. 1957. szept. p. 1578—1583. Összefoglaló áttekintés.

Bomberger, H. B.: **Titán felhasználása szerkezeti anyagként.** Ind. Eng. Chemistry, Vol. 49. No. 9. P. 2. 1957. szept. p. 1658—1662. Összefoglaló áttekintés.

Sherwood, E. M.: **Kevésbé gyakori fémek felhasználása szerkezeti anyagként.** Ind. Eng. Chemistry, Vol. 49. No. 9. P. 2. 1957. szept. p. 1612—1617. Összefoglaló áttekintés a cirkon és a hafnium ötvözetekről.

Staehelin, J.: **Alumínium mint reaktoranyag.** Metall, Jg. 11. H. 9. 1957. szept. p. 746—752.

Könnyűfémek ötvözetei a hajógyártásban. Metal Ind., Vol. 85. No. 16. 1957. okt. 18. p. 337—339 és No. 18. nov. 1. p. 382—384.

Alumínium a nemzetközi építészetben. Metall, Jg. 11. H. 9. 1957. sz. szept. p. 819—820.

Brammer, R.: **Alumínium mint nyomáshordozó felület a grafikus iparban.** Aluminium, Jg. 33. H. 12. 1957. dec. p. 794—797.

Linicus—Papsdorf : **Alumínium élelmiszer és élvezeti cikkek csomagolására.** Aluminium, Jg. 33. H. 10. 1957. okt. p. 655—648.

Arnold, H—D.: **Alumíniumfólia újabb felhasználási lehetősége.** Aluminium Jg. 33. H. 10. 1957. okt. p. 662—664.

Lowig, E.: **Alumíniumfóliák és ragasztott alumínium-műanyag fólia ellenállása a rovarkártevőkkel szemben.** Aluminium, Jg. 33. H. 10. 1957. okt. p. 649—654.

Alumíniumporból készült szilárd hab. Chemical Engineering, Vol. 64. No. 11. 1957. nov. p. 162—164.

A titán felhasználásának legújabb lehetőségei. Metal Progress, Vol. 72. No. 5. 1957. nov. p. 93—96.

Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók havi termelése 1958. év harmadik negyedévében

Alapanyagok és energiahordozók	Időszak	Országok														
		Magyarország	Szovjetunió	Csehszlovákia	Lengyelország	Német Dem. Közt	Anglia	Ausztria	Belgium	Franciaország	Jugoszlávia	Német Szöv. Közt.	Olaszország	Svédország	Törökország	Egyesült Államok
Kőszén 1000 t	Július	230		2 146	7 928	247	[2]14 972	12,4	1985	4 722	93	12 924	59	8,3	336	[4]22 992
	Aug.	214		2 092	7 679	239	11 941	11,6	2041	4 132	100	11 831	53	25,6	354	32 514
	Szept.	220		2 132	7 941	240	[3]20 910	13,3	2113	4 762	108	12 427	51	28,8	336	34 957
	III. n. é.	664		6 370	23 548	726	47 823	37,3	6139	13 616	301	37 182	163	62,7	1026	90 363
	Havi átl.	221	[1]41 900	2 123	7 849	242	15 941	12,4	2046	4 539	100	12 394	54	20,9	342	30 121
Barnaszén és lignit 1000 t	Július	1816		4 970	616	17 884		556		163	1311	7 608	58		[5]153	
	Aug.	1723		4 921	641	18 443		523		169	1472	7 665	47		138	
	Szept.	1799		4 807	661	18 038		550		193	1541	8 018	71		128	
	III. n. é.	5338		14 698	1 918	54 365		1629		525	4324	23 291	176		419	
	Havi átl.	1779		4 899	639	18 122		543		175	1441	7 764	59		140	
Földgáz millió m^3	Július	28			28			49		81	3,5		374			[6]12 905
	Aug.	28			28			49		92	3,3		341			13 376
	Szept.	29			30			59		105	3,3		449			13 524
	III. n. é.	85			86			157		278	10,1		1 164			39 805
	Havi átl.	28			29			52		93	3,4		388			13 268
Kőolaj 1000 t	Július	72			14,9			238		119	43	380	132		29,0	27 528
	Aug.	75			14,6			238		119	42	384	139		27,5	29 070
	Szept.	73			14,2			228		116	39	376	154		27,9	28 781
	III. n. é.	220			43,7			704		354	124	1 140	425		84,4	85 379
	Havi átl.	73	[1]9 800		14,6			235		118	41	380	142		28,1	28 460
Vasérc 1000 t	Július	[7]26,5		238	[8]178	139	[3]1 301	322	10,0	4 857	197	980	130	911	[9]53	8 836
	Aug.	25,0		227	183	134	947	294	9,5	3 913	199	973	118	1587	47	8 804
	Szept.	27,3		244	183	131	1 101	309	10,1	5 102	182	1 017	113	1587	44	9 171
	III. n. é.	78,8		709	544	404	3 349	925	29,6	13 872	578	2 970	361	4085	144	26 813
	Havi átl.	26,3	[1]7 600	236	181	135	1 116	308	9,9	4 624	193	990	120	1362	48	8 938
Nyersvas 1000 t	Július	91		314	302	144	[3]1 153	167	435	978	63	1 675	202	55	20,2	3 905
	Aug.	92		300	321	148	898	168	453	862	63	1 629	214	[3]100	19,8	4 355
	Szept.	92		311	332	149	939	147	476	996	64	1 571	189	98	19,2	4 602
	III. n. é.	275		925	955	441	2 990	482	1364	2 836	190	4 875	605	253	59,2	12 862
	Havi átl.	92	[1]3 400	308	318	147	997	161	455	945	63	1 625	202	84	19,7	4 287
Acél 1000 t	Július	132		444	446	254	[3]1 605	200	466	1 158	75	2 229	539	96	12,8	[7]824
	Aug.	127		452	463	246	1 216	205	481	962	85	2 149	401	[3]195	12,9	6 610
	Szept.	134		472	466	249	1 498	202	526	1 249	95	2 077	535	209	13,2	6 904
	III. n. év	393		1 368	1 375	749	4 319	607	1473	3 369	255	6 455	1 475	500	38,9	19 338
	Havi átl.	131	[1]4 700	456	458	250	1 440	202	491	1 123	85	2 152	492	167	13,0	6 446
Villamosenergia, millió kWó	Július	521		1 512	1 806	2 765	[3]6 593	1008	902	[10]4 695	555	7 593	4 071	2029	[11]172	61 327
	Aug.	538		1 529	1 860	2 830	6 395	1006	948	3 880	569	7 558	3 623	2495	177	63 280
	Szept.	550		1 658	1 956	2 868	7 250	935	1040	4 640	582	7 959	3 758	2469	188	60 689
	III. n. é.	1609		4 699	5 622	8 463	20 238	2949	2890	13 215	1706	23 110	11 452	6993	537	185 296
	Havi átl.	536	[1]19 800	1 566	1 874	2 821	6 746	983	963	4 405	569	7 703	3 817	2331	179	61 765

Megjegyzések:

[1] A Szovjetunióra vonatkozó adatok 1958. II. félévének havi átlagai. A kőszéntermelés adata magába foglalja a barnaszén- és lignittermelést is.
[2] Észak-Írország nélkül.
[3] 5 heti termelés; a többi hónap alatt 4 heti termelés.
[4] A barnaszénnel együtt (részaránya kevesebb mint 1%).
[5] Csak az állami bányák termelése (az egész termelésnek kb. 80%-a).
[6] Az egész termelésnek csak kb. 58—67%-át fedő adat.
[7] Csak a barnavasérc.
[8] Pirittel együtt.
[9] Csak az állami bányák termelése (1957-ben kb. 44%).
[10] Az egész termelésnek kb. 95%-át fedő adat.
[11] Az egész termelésnek csak kb. 90%-át fedő adat.

A MISKOLCI NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM IPARGAZDASÁGTANI TANSZÉKÉNEK KÖZLEMÉNYE

Összeállították: *Szányogh Zoltán és Varga Jenő tanársegédek.*

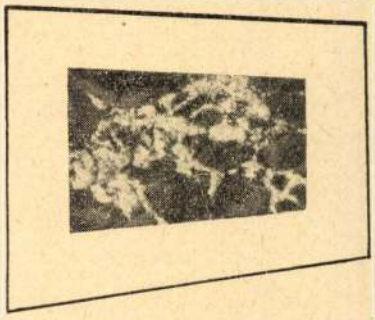
METALLOCHEMIA

BUDAPEST,
XXII., NAGYTÉTÉNY, GYÁR U. 2

TERMÉKEINK:

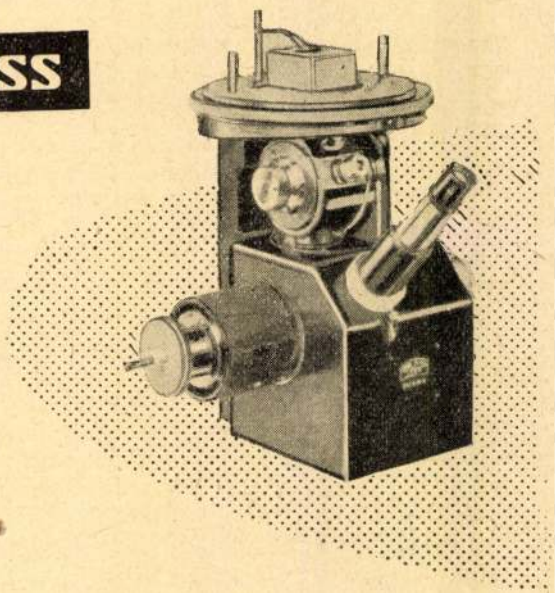
Konverterréz
Bronztömb
Finomított ólom
Ólomcső-, lemez, ólomáruk
Horganyfehér
Bariumszulfát (blancfixe)
Cinkszulfát
Lithopon
Krómtimsó
Rézgálic
Vasgálic
Ólomminium, ólommázag
Vasoxidsárga
Vasoxidvörös

„Epityp" Fémmikroszkóp



CARL ZEISS JENA

ZEISS



Világos látóterű megfigyelés
Monokuláris és binokuláris szemlélés
Planakromátokkal síkra terített látómező
„MF" mikrofotográfiai berendezés
hozzáillesztési lehetősége
és „RR"-toldat
Kérje 30/ Epit tájékoztató nyomtatványunkat

VEB Carl Zeiss JENA

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1530 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
49325 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 15. (Felelős: Povárny Jenő)
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

KOHÁSZATI *lapok*

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

10. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 10. SZ. 437—484 OLD. BUDAPEST, 1959. OKTÓBER

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET
A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE
TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии
Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:
ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:
VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:
BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:
SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Papp János: Vas-nikkel és vas-nikkel-molibdén alapú lágy mágneses anyagok .. 437
Laár Tibor: A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumínium tuskók minőségére .. 442
Szombatfalvy Árpád: A maradék ausztenit meghatározása mágneses eljárással .. 445
Egyesületi hír .. 447
Dr. Diószeghy Dániel: A kokszolókemence hőmérlegének megítélése 448
Műszaki eseménynaptár .. 453
Bodnár László: Benzolkinyerő üzemünk munkájának rövid ismertetése kondenzációs üzemi tapasztalatok .. 454
Nagy Ferenc: Nagyolvasztó béléstégla gyártására irányuló kísérletek a Budapesti Tűzállóanyaggyárban 1951—1958. között .. 459
Horváth Aurél: A fémek kristályosodásának termodinamikája .. 463
Árkos Frigyes: Öregdiák-találkozó Banská Štiavnica-n — Selmecbányán .. 467
Műszaki és gazdasági hírek .. 471
Pilissy Lajos: Ólom-kalcium ötvözetek előállítása .. 472
Répási Gellért: Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium-Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról .. 477
Vaskohászati folyóiratfigyelő .. 482

ÖNTÖDE:

Parkes, A. R.: Az Egyesült királyság öntőiparának szervezete és kapacitása .. 221
Rabinovics, B. V.: Vasöntvények szűkített beömlő-rendszerei II. .. 232
Lapszemle .. 244
Könyvismertetés .. 244

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450
Egyévi előfizetés: 144.— Ft. Egyesületi tagoknak: 96.— Ft. Egyes példányok ára: 12.— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **10. szám** 1959. október

Vas-nikkel és vas-nikkel-molibdén alapú lágy mágneses anyagok[1]

PAPP JÁNOS

DK: 621.318.1 : 669.15—192 : 669.24 + 669.15—192 : 669.24 : 669.28

Мягко-магнитные материали на основе железо-никкель и железо-никкель-молибден

Magnetisch weiche Materialen auf Eisen-Nickel- und Eisen-Nickel-Molybden-Basis

Magnetically soft materials of the iron-nickel- and iron-nickel-molybdenum-base

Két ugyanazon a vasmagon elhelyezett tekercs egymásközti csatolása, — éppen úgy, mint egyetlen tekercs önindukciója, — a vasmag permeabilitásával arányos. Legjobb módszer a primér és szekundér tekercs közötti szoros csatolás, — vagy egy tekerccsel nagy önindukció — létesítésére az, ha vasmaghoz nagypermeabilitású anyagot használunk. Ezáltal ugyanis a menetszám, súly és térfogat növelése nélkül érünk el szorosabb csatolást, vagy nagyobb önindukciót.

A szóban forgó permalloy-B és permalloy-C ötvözetek, egyéb kedvező tulajdonságaik mellett, ilyen nagypermeabilitású anyagok, segítségükkel, kisebb, könnyebb és korszerűbb híradástechnikai és egyéb gyengeáramú berendezések készíthetők.

Hang- és vivőfrekvenciás (10^1—10^5 Hz tartományú) áramkörök induktív elemeiben magként használt permalloy lemezek már gyenge — néhány mOe-nyi — mezőben elért 10^3—10^4 nagyságrendű permeabilitásuknak köszönhetik nagy elterjedtségüket. E permeabilitás-értékek nagyságát lényegében két tényező határozza meg. : az anyag összetétele és struktúrájának állapota.

Gyakorlatilag kétféle összetételű ötvözet gyártási eljárását dolgoztuk ki, melyeknek névleges összetétele :

	Ni	Mo	C	Mn	Si	S	P
Permalloy-B	45	—	0,05	0,6	0,05	0,01	0,01
Permalloy-C	78,5	4	0,02	0,8	0,01	0,003	0,002

Hopkinson volt az első, aki rendszeresen tanulmányozta a vas—nikkelötvözetek mágneses tulajdonságait. Két tanulmányában, melyeket 1889 és 1890-ben adott ki, 1, 5, 22, 33 és 73% Ni-tartalmú ötvözetekkel foglalkozott. A mágneses indukciókat vizsgálva azt találta, hogy ezek nagyobbak, mint amennyire az adott elemzés alapján a vas és nikkel mechanikus keverékéből számítani lehet.

Számos kutató után *Elmen* volt az, aki 1913-ban kezdte meg a vas—nikkel ötvözetek első összefoglaló tanulmányozását. Célja az volt, hogy olyan a szilíciumos acélnál magasabbrendű anyagot találjon, amely jól használható telefonkészülékekben néhány száz gauss-nál kisebb indukciókhoz. Munkájának az lett az eredménye — amelyben *Arnold* és mások is közreműködtek — hogy először ismerték fel azt általánosan, hogy a 30—90% nikkelt tartalmazó ötvözeteknek nagyobb a permeabilitásuk, mint a vasnak vagy bármilyen más addig ismert anyagnak. *Elmen* egy speciális hőkezelést (permalloy-hőkezelés) is felfedezett, amely tovább növeli az 50—90% Ni-tartalmú ötvözetek kezdeti permeabilitását. Legszembetűnőbb volt az emelkedés a 78% Ni-tartalmú ötvözetnél (permalloy-A), ahol a kezdeti permeabilitás 2000-ről 9000-re nőtt. *Elmen* és *Arnold* a permalloyok tulajdonságaira vonatkozó tudományos jelentésüket 1923-ban adták ki.

A továbbiakban *Elmen* és munkatársai a 45% Ni-tartalmú ötvözetet (permalloy-B) is kifejlesztették. A permalloy-B-nek legnagyobb a mágneses telítése a permalloy anyagok között, így nagyobb indukciónál használható.

1921-ben *Elmen* harmadik komponenst adott a vas—nikkel ötvözethez, éspedig krómot vagy molibdént (permalloy-C), mely megnövelte az ötvözet ellenállását és kezdeti permabilitását, azonkívül egyszerűvé és kevéssé kényessé tette a mágneses hőkezelést. Így azután a permalloy-C

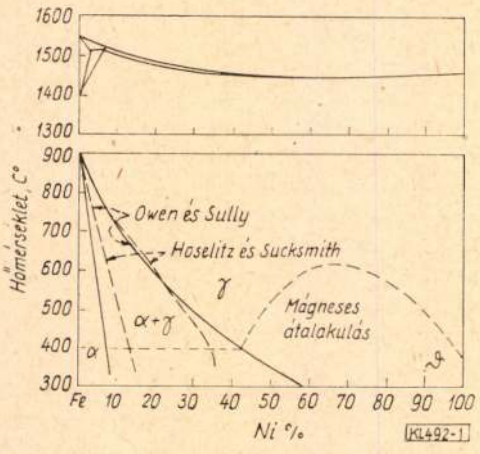
[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából beküldött sorozat egyik dolgozata.

jobb mágneses tulajdonságai és könnyebben végezhető hőkezelése révén kiszorította használatból a permalloy-A-t.

A legújabb kutatások a vas—nikkel lágymágneses anyagok tulajdonságait azzal igyekznek javítani, hogy nagyobb gondot fordítanak az alapanyagok tisztaságára, újabb módszereket dolgoznak ki az anyagok öntési, valamint mechanikai megmunkálása terén és tökéletesítik az anyag végső (mágneses) hőkezelését.

Szerkezetük

A vas—nikkel ötvözetek szerkezetének legújabb vizsgálati eredményeit az 1. ábrában foglaltuk össze.



1. ábra. A vas—nikkel rendszer fázisdiagramja

A ferromágnesség szempontjából fontos ötvözetek 40—90% Ni-t tartalmaznak, szilárd oldatot alkotnak és felületen középpontos szerkezetük van. Ha a 75% körüli Ni-tartalmú ötvözeteket huzamosabb ideig, kb. 1 hétig 450 C°-on tartjuk, akkor ezekben szuperstruktúra alakul ki, melyet egyrészt röntgenvizsgálatokkal, másrészt ellenállás, mágneses telítés és fajhő mérésekkel ellenőrizhetünk.

Az α (térben középpontos köbös) ötvözetek mágneses átalakulását mutató vonal *Peschard* vizsgálatai alapján alakult ki. A δ terület (térben középpontos) határait *Bristow* tanulmányai szerint húztuk meg. A likvidusz-szolidusz görbék minimumai és a mágneses átalakulási görbe maximuma 68% Ni körül van és egészen közel esik a $FeNi_3$-nak megfelelő összetételhez.

Az összetételt követő szerkezeti vizsgálatok szerint a kovácsolással, hengerléssel szalaggá alakított ötvözet összezúzott krisztallítjai és az ezáltal deformált atomrácsok jelentős belső feszültséget mutatnak, melynek hatására mindegyik mágnesezési ciklus során nagyobb energiát kell használnunk, mintha az anyag lágy, sértetlen szövetszerkezetű lenne. Ennek megfelelően a lágyítatlan permalloy szalagok kezdeti permeabilitása csak az anyag jelentős részét kitevő Ni 110-es kezdeti permeabilitását közelíti meg, koercitiv erejük pedig 10, ill. 100-szorosa a lágyított állapotúakénak.

Ahhoz, hogy nagy permabilitás értékeket biztosíthassunk, szükséges, hogy a deformált atomrács szerkezetét lágyító hőkezeléssel regeneráljuk és az anyagok szövetszerkezetét nagyszemcsés szerkezetűvé alakítsuk.

Ötvözés, öntés

Nagy Ni-tartalmú vas—nikkel ötvözetek előállítására a vákuum alatti olvasztás és öntés a legmegfelelőbb. Hátránya a lényegesen nagyobb beruházási költség, kisebb termelékenység, nagyobb meghibásodási lehetőségek és a karbantartási költségek növekedése.

Van azonban a szokásos levegőn-olvasztás és vákuumolvasztás között egy közbenső — bár ritkábban használt — eljárás, mely a gázszennyezőket azzal küszöböli ki, hogy a salaktakaró alatt levegőn olvasztott fürdőn nemesgázt fúvat keresztül. Az eljárás kétségkívül nem olyan hatásos, és nem olyan sokoldalú, mint a vákuum alatti olvasztás és öntés, ezzel szemben beruházási költsége kicsi, termelékenysége és üzembiztonsága nem marad el a levegőn dolgozó indukciós kemencék teljesítménye és üzembiztonsága mögött.

A befúvatott nemesgáz a hegesztési célokra is használt argon, aránylag olcsón, jó minőségben kapható. Az argongázt keramikus masszával bevont és jól kiszárított acélcső segítségével fúvatjuk a fürdőn keresztül.

Az argon a fémekben nem oldódik, buborékjai a fürdőn át haladnak, s az olvadt fémben levő nagyobb parciális nyomású hidrogén és nitrogén a felszínen át, az argongázzal együtt távozik. A befúvatásnak további előnye, hogy a fürdőben diszpergált oxidokat magával felfelé ragadja és így azok könnyebben mennek át a salakba. Ezt az eljárást eddig 50 kg-os középfrekvenciás indukciós kemencére dolgoztuk ki és finomkohászati anyagok kísérleti és félüzemi gyártásához használjuk. Az argongázas befúvatáshoz szükséges berendezés a következőkből áll:

1. 1 db 5 m^3-es argongáz palack (40 liter, 125 atm).

2. 1 db reduktor, nagynyomású (0—200 atm) és kisnyomású (0—2 atm) feszmérővel,

3. kb. 4 m hosszú 16/8 mm-es vákuum gumicső,

4. 1 db 1200 mm hosszú 8/6 mm-es hidegen húzott acélcső, az egyik végétől 1000 mm hosszon tűzálló masszával bevonva.

Az argon-gáz a kereskedelemben kapható, hegesztési célokra használtos argon, az alábbi szennyeződés tartalmakkal:

H_2O max. 0,1 g/m^3, O_2 max. 0,01%,
H_2 max. 0,02%, N_2 max. 0,5%.

A 8/6 mm ∅-jű átöblítő acélcső elkészítési módja a következő: a rendszerint 4 m-es hosszakban kapott csövet 1200 mm hosszra levágjuk és a vágási felületeket lesorjázzuk. A csövet kívül-belül a rozsdától megtisztítjuk, különös gonddal ügyelve arra, hogy a belső felület tiszta legyen. A csövet ezután esztergapadra fogjuk és az egyik végén 200 mm kihagyással 1 mm ∅-jű

lágyvas dróttal 5 mm-es menetemelkedéssel betekercseljük és a drótvégeket lekötjük. Ezután ugyanazzal a masszával, mellyel a kemencét kidöngöltük az acélcső betekercselt részét egyenletes rétegvastagságban bevonjuk úgy, hogy a bevonat külső átmérője kb. 50—55 mm legyen.

Az általunk leggyakrabban használt savanyú bélésű csőbevonó-massza összetétele :

kb. 20% agyag (bánkpetényi),
kb. 80% tapolcai homok (96% SiO_2).

A keverékhez annyi vizet adunk, hogy sűrű, plasztikus masszát kapjunk.

Az így előkészített bevont csöveket gondosan ki kell szárítani, nehogy a fürdőbe vízgőzt vigyünk. A szárítás két lépcsőben történik : először a csöveket szárítószekrényben 120 C°-on 12 órán át előszárítjuk. Ezután a csöveket megfelelő méretű hideg muffolás kemencébe helyezzük, melynek fenekére kb. 20 mm vastagságban tiszta öntödei homokot szórunk.

A csöveket kis hosszirányú mozgatással a homokba ágyazzuk és a kemencét úgy kapcsoljuk be, hogy kb. 3 óra alatt 550 C°-ot érjen el. Ezen a hőmérsékleten tartjuk a csöveket egy óráig, majd a kemencét kikapcsolva azzal együtt hagyjuk lehűlni. A csöveket felhasználásig meleg helyen, kemencék közelében tároljuk. Az argonpalackot a pódiumhoz bilincseljük, felszereljük a feszmérőt, a gumicsövet és az öblítőcsövet, néhány szelepnyitással átöblítjük a csővezetéket argonnal és így az öblítő berendezést készenlétbe helyezzük.

Az argongázas öblítést mind a permalloy-B, mind pedig a permalloy-C anyag ötvözéséhez 50 kg-os középfrekvenciás indukciós kemencében használtuk. Az ötvözéshez alapanyagul katódnikkelt, svéd nyerssint, ferromolibdént és 98%-os mangánfémet használunk. Az ötvözők szokásos analízise a következő :

Svéd nyerssín : 0,03% C, 0,06% Si, 0,06% Mn, 0,01% P, 0,008% S.

Katódnikkel : 99,52% Ni, 0,08% Cu, 0,28% Fe.

Ferromolibdén : 52,3% Mo, 0,26% C, 0,42% Si, 0,09% P, 0,06% S, 0,03% As, 0,92% Mn, 0,19% Cu.

Mangánfém : 98,2% Mn, 1,1% Fe, 0,3% Si, 0,4% Al.

A permalloy-C névleges összetétele a következő :

Nikkel	78,5%
Molibdén	3,8%
Mangán	1,0%
Vas	16,7%
	100,0%

A permalloy-B névleges összetétele :

Nikkel	45,0%
Mangán	0,8%
Vas	54,2%
	100,0%

A betétvasat homokkal lefúvatjuk és a többi betétanyag tiszta kezelésére is gondot fordítunk.

A kemencét savanyú béléssel döngöljük ki és az első adag olvasztása előtt 1 adag lágyvas olvasztásával és kiöntésével kiöblítjük. Bár a kemence 50 kg befogadóképességű, az argongázzal való átöblítés miatt csak 40 kg-os adagokkal tartjuk üzemben. Fenti névleges összetétel alapján a bemérés permalloy-C-hez a következő :

31,52 kg	katódnikkel
5,13 kg	svéd nyerssín
2,90 kg	ferromolbidén
0,41 kg	fémmangán
0,04 kg	hutaalumínium (99,5%-os)
40,00 kg	

Permalloy-B-hez :

18,00 kg	katódnikkel
21,58 kg	svéd nyerssín
0,38 kg	fémmangán
0,04 kg	hutaalumínium (99,5%-os)
40,00 kg	

Először a nikkelt és a svéd nyerssínt adagoljuk a kemencébe mosott és szárított, porított üveg hulladékkal együtt. A nikkel és a vas teljes beolvadása kb. 18—20 percig tart. Ekkor a megolvadt kb. 15—20 mm vastag védő üvegtakarót félrehúzzuk és beadagoljuk a ferromolibdént. A ferromolibdén beolvadása kb. 1½ perc múlva fejeződik be, ami után az előbbihez hasonló módon dezoxidálás és kéntelenítés céljait szolgáló mangánfémet adagolunk. Ennek beolvadására és a fürdő megnyugvására 2 percet hagyunk, mely idő alatt felkészülünk az argongázas öblítésre.

A palack kisnyomású manométerét kb. 0,25 atm-ra szabályozzuk, az egyik dolgozó ilyen nyomás mellett az öblítőcsövet az üvegsalaktakaró félrehúzása után fenékig nyomja, a másik dolgozó pedig a manométer nyomását fokozatosan annyira emeli, hogy a gáz az egész fürdőt mozgásba hozza és átöblítse anélkül, hogy nagyobb mennyiségek kifröccsennének. Az átöblítés ideje 2—3 perc, mely idő alatt a kemencében a fürdőn 40—60 liter gáz áramlik át. Nagyon fontos az, hogy a befúvatás előtt elérjük a megfelelő fürdő hőmérsékletet (1520—1530 C°), mivel az öblítés megkezdése előtt a kemence áramát kikapcsoljuk és az adaghoz már nem is kapcsoljuk be.

Az átöblítés alatt előkészítjük a 400—500 C°-ra előmelegített öntőüstöt, melynek fenekére közvetlenül öntés előtt bedobjuk a fürdő teljesebb dezoxidálását, gáztalanítását és megnyugtatását célzó alumíniumot.

Az argongázas átöblítés után közvetlenül lehuzzuk a salakot, üstbe csapolunk és azután kivárjuk a megfelelő öntési hőmérsékletet (kb. 1390—1410 C°-ot, Hartmann és Braun-féle Pyropto-val — korrekció nélkül — mérve). Az ennek megfelelő öntési hőfok kivárása közben az egyik dolgozó a salakot az üst öntési oldalával ellenkező oldalra hajtja, nehogy a salakrészek az acélkokillába bejussanak. Fentiek szerint egy 40 kg-os adag ötvözése és öntése 30—35 percet vesz igénybe.

Az így készített tuskók általunk mért összes

1. táblázat

A 40 kg-os permalloy adag gáztartalma

Sorszám	Jelzés	1	2	3	4	5	6	Krupp
1.	össz. gáz $cm^3/100$ g	2,9	3,0	4,9	2,9	3,5	5,2	20,6
2.	5 perc 860 C° %	61	60	65	58	56	52	75
	5 perc 910 C° %	13	14	13	13	15	19	14
	5 perc 960 C° %	26	26	22	29	29	29	11
3.	CO_2 %	20	9	13	8	10	20	11
	H_2 %	19	17	20	20	23	21	7
	CO %	57	69	62	68	64	56	80
	Maradék (N_2) %	4	5	5	4	3	3	2

gáztartalma az 1. táblázatból látható. Az izzítást 860, 910 és 960 C°-on végeztük 5—5 percig.

A mérési eredmények a következőket tartalmazzák :

1 sorszám alatt a 100 g anyagra vonatkozatott összes felszabadult gázmennyiséget.

2 sorszám alatt az egyes lépcsőkben kidiffundált gázmennyiségek százalékos viszonyát, az összes gázmennyiséghez.

3 sorszám alatt a gázkomponensek százalékos arányszámát.

Összehasonlításul közöljük egy Krupp WW jelzésű lemez gázanalízis eredményeit is.

A permalloy-C ötvözet jellemző mechanikai tulajdonságai :

Szakítószilárdsága ... 27—31 kg/mm²,
Folyási határa..... 22—27 kg/mm²,
Nyúlása ..... 5— 8%,
Kontrakciója ..... 20—27%.

Hántolás, kovácsolás

Kihűlés után a tuskót kiütjük a kokillából és a fejet a szivódási üreggel lefürészeljük. Annak megakadályozására, hogy a felületről oxidok az anyagba kerülhessenek, a tuskókat egy gyalupadon gondosan az utolsó oxidnyom eltávolításáig le kell hántolni.

A hántolt tuskókat elektromos (gáztüzelésű kemencék kéntartalmú atmoszférájuk miatt nem felelnek meg) kovácskemencébe helyezzük és 3—3,5 óra alatt permalloy-B-t 1250 C°-ra, permalloy-C-t pedig 1320 C°-ra egyenletesen felfűtjük. Az egyenletes átmelegedés céljából fenti hőmérsékleteken tartjuk a tuskókat 1 órán keresztül.

A kovácsoláshoz 500 kg-os Beché-rendszerű légkalapácsot használunk. A kemencéből kivett tuskókat először kis ütésekkel két oldalról teljes hosszukban végig kovácsoljuk úgy, hogy e munka végeztével a permalloy-B tuskók hőmérséklete 1000 C°, permalloy C-é 1100 C° alá ne süllyedjen.

Ezután a tuskót újramelegítés céljából a kemencébe visszahelyezzük, amikor is kb. 20 perc alatt ismét elérik a kovácsolás hőmérsékletét.

A második kovácsoláskor repedés veszélye nélkül már lényegesen nagyobb ütéseket engedhetünk meg, tapasztalatunk szerint tuskókat két meleggel 10—15 mm vastag platinává lehet kovácsolni.

Hideghengerlés

A lehűlt platinákat gyalugépre fogjuk és mindkét oldalukat az utolsó kovácsolási revenyom eltávolításáig legyaluljuk. A legyalult, kb. 8—12 mm-es vastag platinákat duo előhengeren 1,6 mm vastagságra az alábbi szúrásokkal hengereljük

8,0,	4,5,	3,1,	1,9,
6,5,	4,0,	2,6,	1,7,
5,5,	3,5,	2,2,	1,6.

Az 1,6 mm-es vastagságra hengerelt szalagokat feltekercseljük és 500 mm Ø-jű tűzálló dobozba rakjuk, a dobozt zsírtalanított lágyvas forgáccsal kitöltjük, a fedelet ráhelyezzük és vízüveges samottlisztte l légmentesen lekenjük.

Az így előkészített dobozt muffolás, elektromos kemencébe helyezzük és 920 C°-ra felfűtjük. Ezen a hőmérsékleten 6 órán át tartjuk, utána a kemencéből kivéve az anyagot a dobozzal együtt hagyjuk kihűlni.

A továbbhengerlés 1,60 mm-ről hidegen a következő szúrásokkal történik :

1,60,	1,20,	0,90,	0,80
1,40,	1,05,	0,85,	

0,80 mm vastagság elérése után a fentebb mondottak szerint újabb közbenső lágyítás következik. A leggyakrabban gyártott 0,35 mm-es vastagságra már újabb hőkezelés nélkül le lehet hengerelni, míg a 0,20-ra való hengerléskor 0,40-nél ; 0,10 mm-eshez pedig 0,20-as elérésekor mégegyszer lágyítunk.

Mágneses hőkezelés

Általában mindkét fajtájú anyagot megfelelő méretű szalagból kivágással vagy kivágással és hajlítással szokták megmunkálni. A sorjamentes kivágás érdekében célszerű a szalagokat félkemény állapotban szállítani. Kivételes esetekben előfordulhat, hogy a szalagból mélyhúzással állítanak elő alkatrészeket.

A kívánt mágneses értékek beállítása céljából az alakító műveletek befejezése után az anyagokat mágneses hőkezelésnek kell alávetni, mely után az

anyagot semmiféle hajlításnak vagy deformációnak nem szabad kitenni, mert ez a mágneses értékek jelentős rosszabbodásával jár.

A mágneses hőkezelést szénmentes redukáló vagy semleges atmoszféra alatt végezzük. A zárt dobozban való izzítás egyszerűsége mellett is jól használható mágneses értékeket ad. Erre a célra olyan kettősfedelű, hőálló acéllemezből készült dobozzal dolgozunk, amilyent pl. temperálás céljára is használnak. A megmunkált alkatrészeket olajmentes apró lágyvasforgácsba ágyazva rendezzük el a dobozban. Kisebb darabok felületét célszerű vékonyan talkummal beszórni, hogy a hőmérséklet hatására össze ne ragadjanak. Ezután a dobozt az alsó fedél szintjéig kitöltjük lágyvas forgáccsal és ráhelyezzük az alsó fedelet. A két fedél közötti teret finom alumíniumoxid porral töltjük ki és jól lenyomkodjuk, majd ráhelyezzük a felső tetőt, melynek sarkait és oldalait, a levegő behatolásának megakadályozására, vízüveges samottlisztte bekenjük és jól kiszárítjuk.

A dobozt ezután elektromos kemencébe helyezzük és permalloy-B anyaggal 2—3 óra alatt 950 C°-ra felfűtjük, majd ezen a hőfokon tartjuk 2 órán keresztül. Ezután az áramot kikapcsoljuk és a kemencében hagyjuk hűlni 600 C°-ig. Ezen a hőmérsékleten a dobozt kivesszük a kemencéből és téglára állítva hagyjuk szobahőmérsékletre lehűlni. A következő adagot 600 C°-os kemencébe is betehetjük, ezt tehát nem kell szobahőmérsékletre hűteni. Hasonlóképpen járunk el permalloy-C anyaggal is, azzal a különbséggel, hogy az izzítás hőmérséklete 1050 C° és a dobozokat 800 C°-on vesszük ki a kemencéből.

Az előírt ötvözőelemeken kívül mindig vannak jelen olyan szennyező elemek, amelyek igen nagy mértékben károsan befolyásolják a permalloy szalagok mágneses tulajdonságait. Ezek közül a legkárosabb a szén és az oxigén, de igen káros, a kén, a hidrogén és a nitrogén is. Ezek részben a kristályrácsba mint helyettesítő atomok ékelődnek be, így a kén és az oxigén, részben pedig kis méretüknél fogva (kisebb, mint 1 Å) az eredeti kristályrácsok közeiben helyezkednek el (kén, hidrogén, nitrogén). Kristályrácstorzulást idéznek elő, amelynek következménye a permeabilitás csökkenése és a veszteségek növekedése.

Az oxigén már igen kis mennyiségben is erősen csökkenti a permeabilitást (2. táblázat).

2. táblázat

Az oxigén-tartalom hatása a permeabilitásra

Oxigén %	Max. perm.	Hiszt. veszt. erg. cm/ciklus	Koercitiv erő H_c (oersted)
0,01	200 000	40	0,012
0,02	125 000	150	0,050
0,03	100 000	160	0,053
0,04	80 000	165	0,055

Ezért jobb mágneses értékeket lehet elérni tisztított hidrogénben, ahol a hidrogén redukáló hatására az egyes szennyezők eltávolíthatók vagy csökkenthetők.

A hidrogénes hőkezeléshez hasonló jó eredményeket lehet elérni vákuumban (0,5 torr alatt), ehez azonban speciális kemencék szükségesek.

Fontos, hogy a fent leírt hőkezelési eljárásokat a lehető legpontosabban tartsuk be, mert ha a kész alkatrészek nem mutatják a kívánt mágneses és elektromos tulajdonságokat, úgy a megismételt mágneses hőkezelés már sohasem biztosít olyan kívánó tulajdonságokat, mintha az első hőkezelés megfelelő módon folyt volna le.

Mágneses és elektromos adatok

A fentebb leírt hőkezelési eljárásokkal a permalloy-B és permalloy-C lágymágneseknek az alábbi mágneses és elektromos értékei biztosíthatók

	Permalloy-B	Permalloy-C
Kezdőpermeabilitás (zárt dobozban hőkezelve)	2 300	10 000 G/Oe
Kezdőpermabilitás (hidrogénben vagy vákuumban hőkezelve)	2 800	16 000 G/Oe
Max permeabilitás, μ_{max}	25 000	80 000 G/Oe
Koercitiví erő, H_c	0,30	0,03 Oe
Remanencia, B_r	8 000	6 000 G
Telítés, B_s	16 000	8 500 G
Fajlagos ellenállás	43	55 mikroohm cm
Fajsúly	8,2	8,6 g/cm³

Összefoglalás

A vas—nikkel és a vas—nikkel—molibdén alapú lágymágneses ötvözetek hazai előállítása vákuumolvasztókemence hiányában csak különleges, külön erre a célra kidolgozott, nemesgáz átöblítési módszerrel, valamint igen erőteljes dezoxidálással vált lehetővé. A tanulmány ezért foglalkozik behatóan a befúvatás legapróbb részleteivel, így a befúvó cső készítésével, a felhasználásra kerülő nemesgáz tisztaságával, az átöblítés időtartamával és az átöblítő nemesgáz mennyiségével.

A lágymágneses anyagok kedvező mágneses tulajdonságait a végső (mágneses) hőkezelés biztosítja. Általában a hőkezelést elektromos kemencében, kettősfedelű zárt dobozban végezzük, védő atmoszféra nélkül. A mágneses értékek azonban 50—100%-kal javulhatnak hidrogén atmoszférában vagy vákuumban való hőkezeléssel.

IRODALOM

[1] *Richard Bozorth:* „Ferromagnetism" 1951. London, D. Van Nostrand Co.-Inc.

[2] *James Stanley:* „Metallurgy and Magnetism"

A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az aluminium tuskók minőségére [1]

II. rész

DK: 621.74.03:669.71—146.3

LAÁR TIBOR mérnök, Fémipari Kutató Intézet

Некоторые факторы, влияыщие на качество алюми ниевы слитков, отлитых полупрерывныМ способом. II я часть

Der Einfluss einiger Verhältnisse beim halbkontinuirlichen Giessen auf die Qualität der Aluminium-Blöcke. II. Teil

The effect vf some conditions in semicontinnous casting on the quality of aluminium blocks. Part II.

Előzmények

A Fémipari Kutató Intézetben végzett öntési kísérletekkel megközelítettük a félfolyamatos alumínium tuskó öntés kedvező dermedési viszonyait [1]. A kívánalmak betartása mellett hidegfolyástól és izzadmánytól mentes, sima felületű tuskókat öntöttünk. A tuskó kristályszerkezete hossz- és keresztmetszetben azonos jellegű. A keresztmetszeten a sarkokra irányított fémbetáplálás által okozott elütő foltok jól láthatók, míg a $HCl + FeCl_3$ oldattal maratott hosszmetszeten sötét szélréteg egyáltalán nem mutatkozott.

A szélréteg és a felületi simaság két egymással szoros kapcsolatban álló tulajdonság. Ha egy adott öntési sebességhez a kokillában beállítjuk a kedvező folyékony fémszintet (nívót), nemcsak sima felületű, de egyben szélréteg mentes tuskót is kapunk. Az öntési körülmények beállítása és azok állandósítása öntés közben, az öntés irányítója részéről fokozott figyelmet és igen gondos munkát kíván. Ha a makro-kristályszerkezetet teljesen egyenletessé kívánjuk tenni, akkor olyan újabb szempontokat kell figyelembe venni, amelyek az öntés körülményeinek további megszigorításához vezetnek.

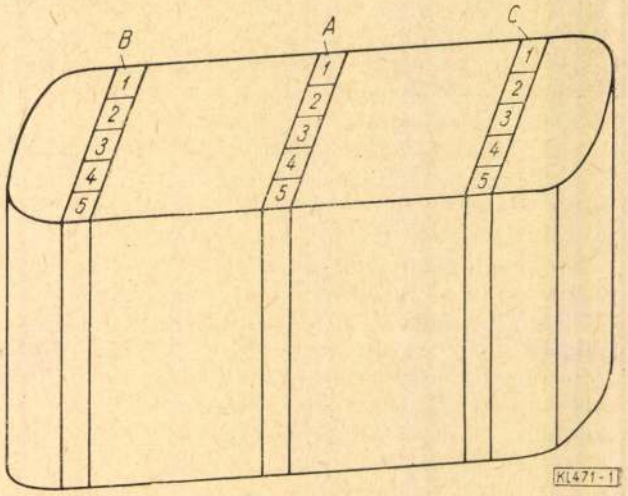
Éppen ezért mielőtt öntési kísérleteink további szakaszáról beszámolnék, röviden megemlítem azokat a vizsgálati eredményeket, amelyek a kísérletek folytatását indokolták.

Ismeretes, hogy a félfolyamatosan öntött tuskó makro-kristályszerkezete nem homogén. Általában különbség mutatkozik a hossz- és keresztirányú metszeteken, amelyeken a már eddig szóbakerült kéreg-, finom- és durvaszemcsés területek láthatók, ezenkívül a vizsgált metszeten a fémbeömlés helyei is felismerhetők.

Ezért felmerült az a kérdés, hogy egy tuskón belül mechanikai jellemzőkben milyen különbségek észlelhetők, továbbá, hogy a tuskóban kimutatott különbségek felfedezhetők-e az abból gyártott lemezen és ha igen, milyen mértékben.

A kérdés eldöntésére két irányban végeztünk vizsgálatot. A tuskó öntött állapotának vizsgálatára az 1. ábrán bejelölt próbapálcákat kivágtuk és elszakítottuk. Majd a tuskóból, vagy annak metszetéből lemezt hengereltünk [2].

Az öntött tuskók vizsgálatához az alábbi kb. azonos összetételű (Fe 0,28%, Si 0,18%), 99,5%-os kohóalumíniumból 6 db, különböző módon öntött tuskót használtunk fel :



1. ábra. Próbapálcák kiválasztása

1. A 121 jelű tuskót 28 cm/p sebességgel öntöttük. A tuskó szélréteges volt, túlnyomórészt egyenletes, finom szerkezetű középen szemcsedurvulással (2*a* ábra).

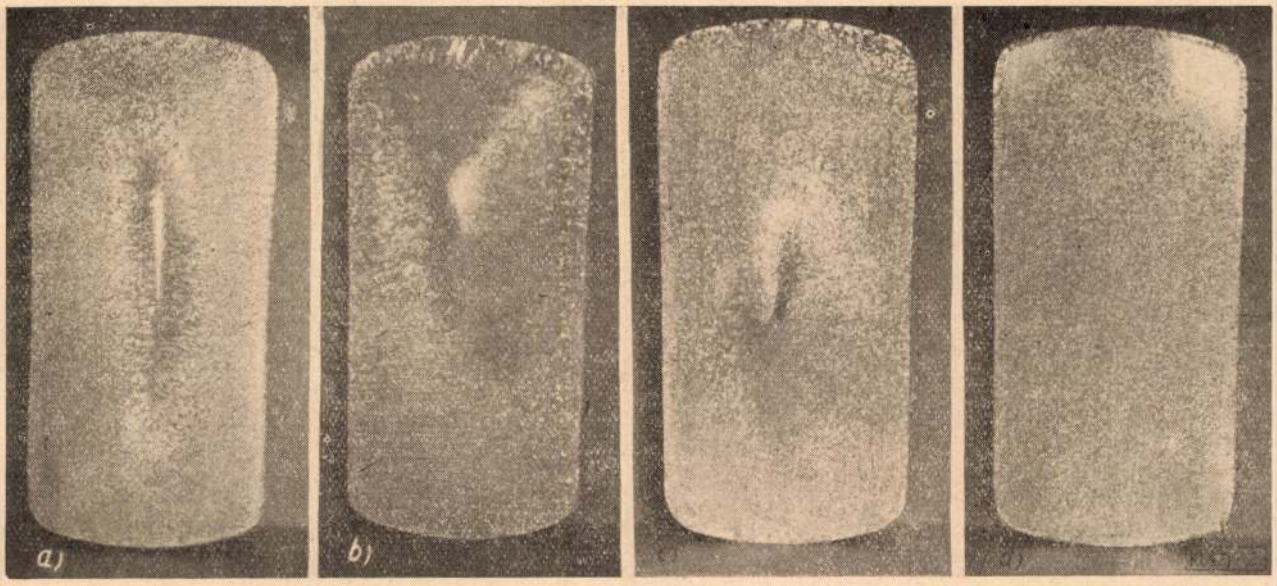
2. A 128 jelű tuskót 11 cm/p sebességgel öntöttük. A tuskó szélréteges, fémbeömlés a szelvény egyik oldalán volt, ezért ennek megfelelően a makrokép asszimetrikus (2*b* ábra).

3. A 130 jelű tuskót 17 cm/p sebességgel öntöttük. A tuskó szélréteges, középen a makrokristályszerkezeten a fémbeömlés helye meglátszik (2*c* ábra).

4., 5., 6. A 183, — 184, — 185 jelű tuskókat 18,6, — 15, — 11 cm/p sebességgel öntöttük. Szélrétegmentes, sima felületű tuskó, a fémbeömlést a sarokra irányítottuk (2*d* ábra).

A tuskók vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy a makró kristályszerkezetekben mutatkozó eltérések a mechanikai mérőszámokban is következtesen megtalálhatók. Általában azt tapasztaltuk, hogy egy tuskón belül a finom szerkezetnek nagyobb, a durvának kisebb a szakítószilárdsága. Így szembetünő a fémbetáplálás helyények környezetében kialakult durva makro kristályos rész kisebb σ_B értéke, pl. a 128 jelű tuskóból (2*b* ábra) az *A* soron kivett 3. számú (sorszámozást lásd az 1. ábrán), azaz középső próbapálcának σ_B értéke 6,7 kg/mm², a *B* és *C*

[1] Az I. rész a Kohászati Lapok 1959. évi 8. számában jelent meg.



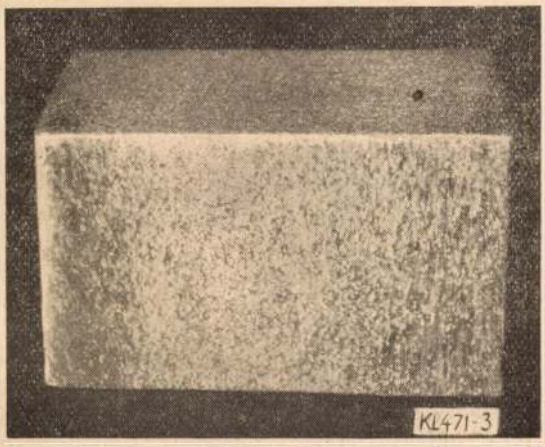
2. ábra. Jellegzetes makrokristályszerkezet típusok

sor 7,83—8 kg/mm² értékével szemben ; továbbá a 130 jelű tuskó (2c ábra) *B* során mért 7,7—7,85 kg/mm² σ_B és δ_{10} értéke 62,5—71%, illetve a *C* soron mért σ_B 8,36—8,58 kg/mm² és δ_{10} 45—50% értéke közti különbség olyan nagy, mintha nem is egy tuskóból lennének kivágva.

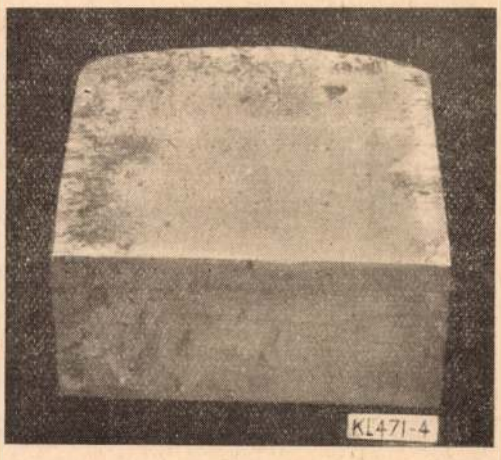
A szelvénysarkokra irányított fémbetáplálás hatására a 183, 184 és a 185 jelű tuskó sarkaiban alakultak ki a kisebb szilárdságú durva kristályos részek (3. ábra). Így pl. a 183 jelű tuskó a *B* soron, a 3-as pálca (középen) σ_B 8,92 kg/mm², két oldalán 7,4, illetve 7,43 kg/mm² ; a 184 jelű tuskóból a 3-as pálca σ_B 8,0 kg/mm², két oldalán 6,9 kg/mm², illetve 7,03 kg/mm² ; a 185 jelű tuskóból a 3-as pálca σ_B 8,45 kg/mm², két oldalán 7,77 kg/mm², illetve 7,87 kg/mm². A teljesen egyenletes makróképnek megfelelő *A*-soron vagy teljesen megegyeznek a σ_B értékek, pl. a 184 jelű tuskóból 8,62 kg/mm², vagy igen kis szórással megegyeznek, pl. a 185 jelű tuskóból a 8,52—8,57 kg/mm².

A hengerléssel végzett kísérletek azt mutatták, hogy a fentebb leírt nagy különbségek végig kísérik az anyagot a kész lemezméretig, ezért szükségesnek látszott az öntési kísérletek továbbfolytatása a teljesen egyenletes, vagy legalábbis közel egyenletes makroszerkezetű tuskóöntés alapfeltételeinek megállapítására. A kísérletek lefolytatásában az egyik probléma megoldását a fémelosztó kialakítása, a másikat a kedvező öntési hőmérséklet megválasztása képezte. A fémelosztó feladata öntés közben, a kokillába folyamatosan érkező meleg fémnek a tuskófejben való egyenletes szétosztása olyan módon, hogy a friss fém mindig a folyékony fázis felső rétegében helyezkedjék el. Ez igen fontos, mert az öntési sebességgel összehangolt fémszint hatására a tuskófejben igen alacsony folyékony fémréteg alakul ki.

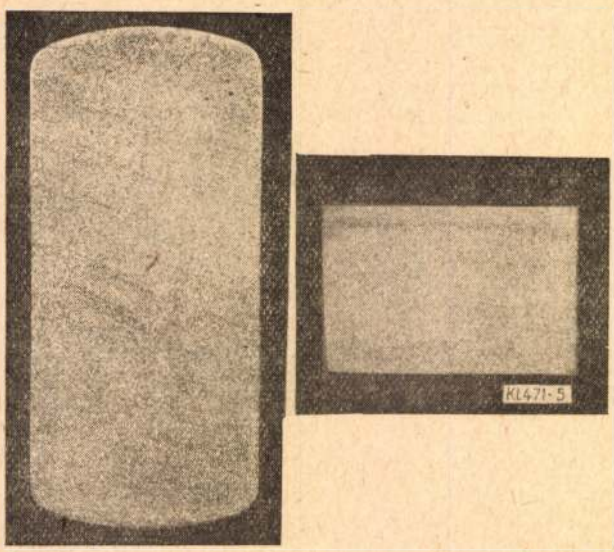
Ugyancsak a vékony (a sebességtől függően 2—4 cm) folyékony fémréteg egyenletes hőmérsékletének biztosítására fontos az öntési hőfokot lehetőleg kicsinek tartani, azaz a kokillába érkező fém hőfoka legyen 670—680 C°. Az öntési hőmérséklet növekedésének hatására az egész tuskómetszeten a fémsugár befolyó helyével, közel azonos kristályszerkezet alakul ki (4. ábra).



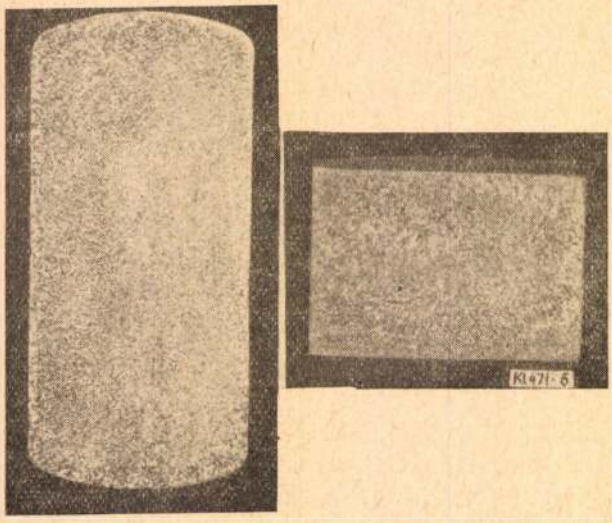
3. ábra. A 2d ábrán látható tuskó hosszmetszete a sarokbefolgó helyek mentén



4. ábra. Alacsony folyékony réteg és nagy öntési hőmérséklet együttes hatására kialakult kristályszerkezet



5. ábra. Egyenletes kristályszerkezet hossz- és keresztszelvényben



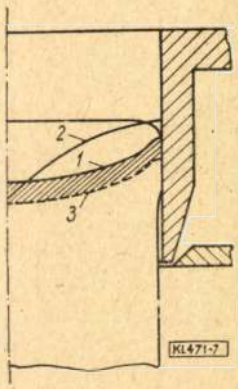
6. ábra. Közel egyenletes kristályszerkezet hossz- és keresztszelvényben

Ezeknek a kísérleteinknek eredményeképpen sikerült egészen finom szemcseméretben a hossz- és a keresztmetszetben egyaránt egyenletes és az ennél durvább szemcseméretben pedig közel egyenletes kristályszerkezetű tuskót önteni (5*a* és *b* ábra, valamint a 6*a* és *b* ábra).

Az egyenletes kristályszerkezetét biztosító öntés feltételeinek meghatározása után, a kedvező viszonyoknak megfelelően kialakult dermedési felületet rajzoltuk meg. Ehhez a kísérletünkhöz olyan fémelosztót szerkesztettünk, amely lehetővé tette a görbe megrajzolását.

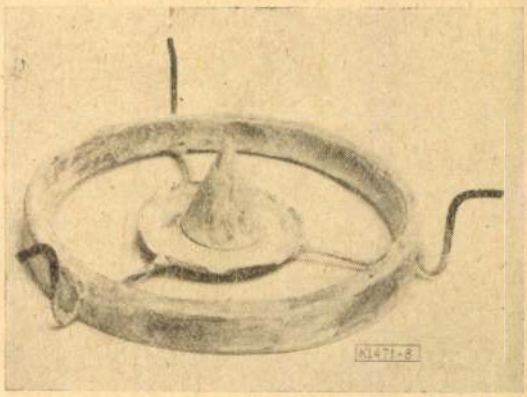
A szélrétegmentes és sima felületű, öntött tuskó dermedési felületére jellemző görbét a 7. ábrán mutatjuk be.

A kívánt folyékony fémszint állandósítására végzett kísérleteink azt mutatták, hogy egy a kokillában levő, folyékony fémen úszó szabályzót célszerű használni. Az úszó szabályozó a kokilla



7. ábra. Egyenletes kristályszerkezetű és sima felületű tuskó dermedését jellemző görbék

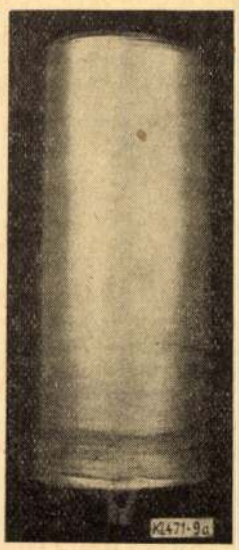
fölött elhelyezett fémtárolóból egy elzáró kúp segítségével éppen csak annyi fémet enged befolyni a kokillába, amennyi adott öntési sebesség mellett a tuskószelvény táplálásához szükséges. Ezáltal a kokillában öntés alatt a folyékony fémszint gyakorlatilag állandó marad.



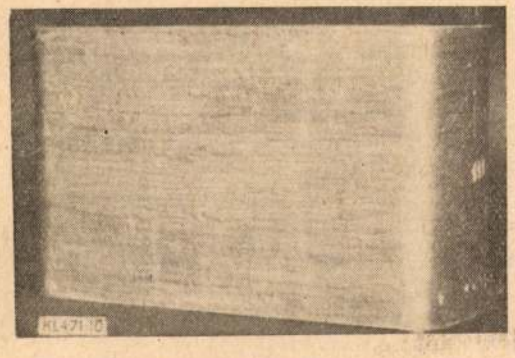
8. ábra. Önműködő úszós-szívószabályzó ∅ 150 mm-es szelvényméretű préstuskóhoz

Az automatikus úszó-szabályozó valójában kettős feladatot végez, egyrészt mint szintszabályozó, másrészt mint fémelosztó működik.

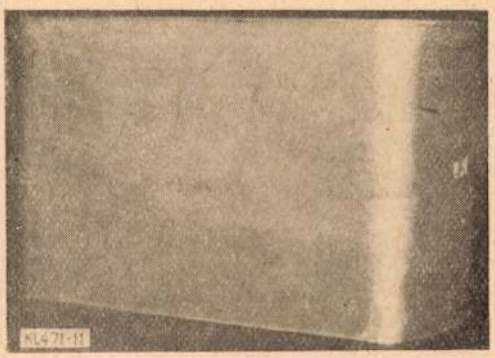
A 150 mm-es ∅-jű préstuskó öntésére megfelelő úszó-szabályozót a 8. ábrán, az azzal öntött tuskót a 9. ábrán mutatjuk be.



9. ábra. Önműködő úszós-szívószabályzóval öntött ∅ 150 mm-es szelvényméretű 99,5%-os Al préstuskó



10. ábra. Bórozott kohóalumíniumból öntött tuskó felülete



11. ábra. Ugyanabból az adagból 0,01% Ti ötvözés után, azonos körülmények között öntött tuskó felülete

Az öntési körülmények meghatározása után megvizsgáltuk annak az üzemi megfigyelésnek indokoltságát, hogyha bórozott fém kerül a hengerlési tuskó adagjába, ez általában rontja a tuskó felületi minőségét. Kísérleteinket kb. 99,7%-os bórozott fémmel végeztük és valóban azt tapasztaltuk, hogy ebből a fémből leggondosabban beállított öntési feltételek sem vezettek sima felületű tuskók öntéséhez. A fémen sem többórás pihentetés, sem sótisztítás nem javított. Abból kiindulva, hogy a bórt a fém titántartalmának csökkentése érdekében adagolják, megkíséreltük ennek fordítottját, azaz titánadagolással a bórhatást megszüntetni. Ez a kísérletünk sikerrel járt, kb. 0,01% Ti beötvözéssel az adagból sima felületű tuskót öntöttünk. A 10. ábra titánötvözés előtt, a 11. ábra a titánötvözés után ugyanazon adagból öntött tuskókat mutatja be.

IRODALOM

[1] *Boczor:* Félfolyamatos öntéssel készült alumíniumtuskók makroszerkezetének befolyása a lágy lemez egyes tulajdonságaira. Kohászati Lapok, 1959. 1. sz.

[2] *Laár:* A félfolyamatos tuskóöntés egyes körülményeinek hatása az alumíniumtuskók minőségére. Kohászati Lapok, 1959. 8. sz.

A maradék ausztenit meghatározása mágneses eljárással

SZOMBATFALVY ÁRPÁD[1]

DK: 669.111.227.3 : 621.317.49

Магнитометрическое определение остаточного аустенита

Magnetisches Verfahren zur Bestimmung von Rest-Austenit

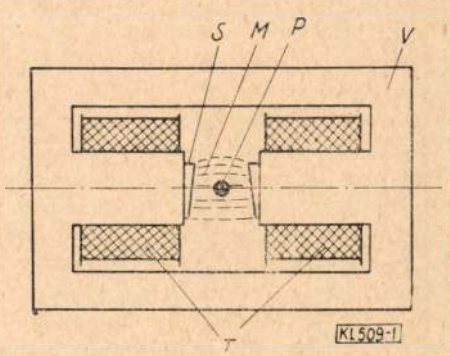
Magnetic method for determining the residiualaustenite

Szerkezeti és szerszámacélokban az edzés után visszamaradó ausztenit rendszerint káros szövetelem. Meghatározásával évek óta sokat foglalkoztak és több vizsgálati módszert dolgoztak ki. Ezek között egyik legjobban elterjedt eljárás a *mágneses analízis.*

A mágneses analízis elvégzésére igen alkalmasnak bizonyult az intézetünkben felállított Lange-féle [1] mágneses mérleg, amit E. Schiltknecht zürichi cég gyártott. Fő része egy nagyméretű, egyenárammal gerjesztett mágnes, amelynek pólussarui ferde kiképzésűek *(1. ábra).* A pólusok közé benyúlik egy érzékeny kvarc-inga, amely a próbatestet tartalmazza *(2. ábra).* Az ék alakú légrésben inhomogén (egyik irányban egyenletesen növekvő) mágneses erőtér alakul ki, és a belehelyezett próbatestre egy ponderomotoros erő hat. Ez a kitérítő erő arányos a mágnesezés I intenzitásával, a próbatest V térfogatával és az erőtér $\frac{\partial H}{\partial x}$ gradiensével:

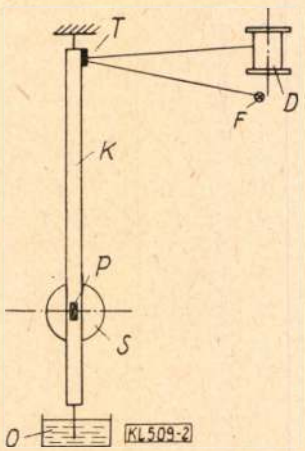
$$F = I \cdot V \cdot \frac{\partial H}{\partial x}$$

Ha a próbatestet térfogata helyett m tömegével jellemezzük: $V = m/d$ (ahol d a fajsúly), és bevezetjük az egységnyi fajsúlyra vonatkozó $\sigma = I/d$



1. ábra. A mágneses mérleg erőterének kialakítása
S pólussaru, *M* mágneses erőtér, *P* próbatest, *V* vasmag, *T* tekercsek

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozat egyik dolgozata.



2. ábra. A mágneses mérleg elvi vázlata. (Az erőtér merőleges a rajz síkjára)
K kvarcinga, *P* próbatest, *S* pólussaru, *O* olajfék, *T* tükör, *F* fényforrás, *D* forgódob

fajlagos telítési mágneses intenzitást, a következő kifejezést kapjuk :

$$\sigma = \frac{F}{m \frac{\partial H}{\partial x}}$$

Az F kitérítő erő a próbatestet tartó mérlegkar kiegyensúlyozásával, súlyok segítségével mérhető. A $\partial H/\partial x$ érték kalibrációs görbe alapján határozható meg, amit előzetesen fluxmérő segítségével lehet felvenni. A fenti adatok ismeretében számszerűen meghatározható a próbatest anyagának fajlagos mágneses intenzitása.

Ha a próbatestet tartó kvarc-ingát nem egyensúlyozzuk ki, a próbatest anyagának telítési mágneses intenzitása a kitérés szögével jellemezhető. Az inga elmozdulása leolvasható, vagy pedig fényérzékeny papíron regisztrálható. Az utóbbi olyankor előnyös, ha vizsgálat közben — pl. melegítés hatására — változik a próbatest anyagának telítési mágneses intenzitása és a vizsgálat célja éppen e változások pontosabb meghatározása.

Az általunk használt mágneses mérleg előnye az, hogy vele 26 000 Oersted erősségű mágneses tér állítható elő, ami bőségesen elegendő a gyakorlati fémek és ötvözetek telítésig való mágnesezésére. A telítésig való mágnesezés viszont azért szükséges, mert a többi mágneses tulajdonságtól eltérően a telítési mágneses intenzitás független a fém feszültségi állapotától, szemcseméretétől, esetleges repedésektől, és csupán a vegyi összetételtől és a szövetelemek minőségétől függ.

A vasötvözetek telítési mágneses intenzitásának ismeretében következtetni lehet az ausztenittartalomra. Az összefüggés fizikai alapja az, hogy a az ausztenit paramágneses, az egyéb szövetelemek pedig (az ötvözött karbidok kivételével) szobahőmérsékleten ferromágnesesek. Ferromágneses színfémek és vegyületek telítési mágneses intenzitása határozottan egyedi tulajdonság, és az illető fémre vagy vegyületre jellemző értékű. Heterogén ötvözetek telítési mágneses intenzitása az egyes fázisok mennyiségével és mágnesezhetőségével arányos, és a keverékszabály alapján számítható ki [2], [3]. Tehát az ötvözet telítési mágneses intenzitása arányosan változik az egyik fázisra jellemző értéktől a másik fázis telítési mágneses intenzitásának értékéig. Minthogy az ausztenit paramágneses, az ausztenitet tartalmazó vasötvözetek telítési mágneses intenzitása lineárisan változik az ausztenit mennyiségével.

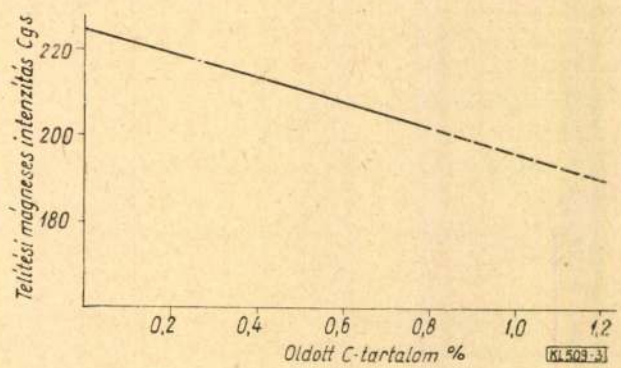
Az edzés után visszamaradó ausztenit mennyiségének meghatározására kézenfekvőnek látszik az az eljárás, hogy lágyított állapotban : edzés előtt, majd edzés után mérjük az acél telítési mágneses intenzitását. Ennek az értéknek %-os megváltozása arányos az ausztenittartalommal :

$$A = \frac{\sigma_e - \sigma}{\sigma_e} 100,$$

ahol A az ausztenit %-os mennyisége,
σ_e fajlagos telítési mágneses intenzitás edzés előtt,
σ fajlagos telítési mágneses intenzitása edzés után.

Ezt az eljárást használták többek között *Maurer* és *Schröter* [3], továbbá *Šesták* és *Jeniček* [4]. Ez a számítási mód azonban nem elég pontos, mert edzés közben megváltozik a ferromágneses fázis telítési mágneses intenzitása. E változás két körülményre vezethető vissza :

1. Edzéskor a karbidok részben, vagy teljesen oldódnak. Szilárd oldat képződésekor pedig csökken a fajlagos telítési mágneses intenzitás, tehát megváltozik *az alapanyag* σ *értéke*. Az α-vasban oldott szén hatását *Gumlich* [5] adatai alapján határozhatjuk meg és a 3. ábrán közölt diagram szemlélteti [6].



3. ábra. A vas telítési mágneses intenzitásának változása az oldott szénmennyiség függvényében [6]

2. A karbidok telítési mágneses inteniztása különbözik az egyéb fázisokétól. Az edzés folyamán *oldódó karbidok* miatt megváltozik az ötvözet telítési mágneses intenzitása.

Fentiek értelmében az ismertetett eljárással csak durva közelítéssel határozható meg az ausztenit mennyisége. Pontosabb eredményt a keverékszabállyal csak akkor kapunk, ha ismerjük a ferromágneses fázis telítési mágneses intenzitását és figyelembe vesszük a karbidok jelenlétét is. A ferromágneses fázis telítési mágneses intenzitása szénacélokra számítással határozható meg [6], néhány ötvözött acélfajtára az irodalom közöl adatokat. Ezeknek hiányában különleges etalonokon mér-

hető. A karbidok mennyiségét pedig mikroszkópon, fázis analízissel lehet megállapítani. Így belátható, hogy ez az eljárás körülményes és hosszadalmas, emiatt gyakorlati használatának akadályai vannak.

A maradék ausztenit mennyisége egyszerűen meghatározható oly módon, hogy edzés után azt martenzitté alakítjuk és mérjük a telítési mágneses intenzitás e közben beálló növekedését. Az ausztenit átalakítására az edzett próbatestet folyékony levegőben hűtjük, mintegy —190 C°-ra. A mélyhűtés hatására átalakuló ausztenit %-os mennyisége

$$A = \frac{\sigma_m - \sigma}{\sigma_m} 100\%$$

ahol σ a fajlagos telítési mágneses intenzitás közvetlenül edzés után,

σ_m a fajlagos telítési mágneses intenzitás edzés és mélyhűtés után.

Az eljárás hibája, hogy nem az összes ausztenitmennyiséget mutatja ki, hanem csak azt, ami mélyhűtéssel martenzitté bomlik. Gyakorlati szempontból azonban az eredmény teljesen kielégítő, mert szénacélokban mélyhűtés után alig 1—2% ausztenit marad vissza; ötvözött acélokban pedig a mélyhűtés után visszamaradó ausztenit annyira stabilis, hogy az gyakorlatilag állandónak tekinthető; további méretváltozást vagy keménységnövekedést már nem okoz, ezért jelentősége inkább csak elméleti.

Az elméletileg nagyobb pontosságú mágneses eljárások hosszadalmasak, körülményesek, az egyes részleteredményekben nagy a mérési bizonytalanság, ami összeadódik és tetemes értékeket érhet el. Megítélésünk szerint az intézetünkben használt módszer a gyakorlatban teljesen kielégítő pontosságú. Nagy előnye, hogy egyszerű és kimutatja a maradék ausztenitnek azt a részét, ami gyakorlati szempontból fontos.

Összefoglalás

Az acélok edzése után visszamaradó ausztenit-mennyiség meghatározására igen alkalmasnak bizonyult a H. Lange-féle mágneses mérleg, melyen az acél telítésig mágnesezhető, és mérhető a fajlagos mágneses intenzitása. Az eljárás lényege, hogy a maradék ausztenit nagy része —190 C°-ra való hűtéssel martenzitté alakítható és az így átalakult ausztenit mennyiség pontosan meghatározható. Hátránya az eljárásnak, hogy nem méri a mélyhűtéskor át nem alakuló, stabilis ausztenit mennyiségét, ez azonban keménység- vagy méretváltozást az edzett acélban a későbbiek folyamán már nem okoz, tehát a gyakorlat számára kevésbé fontos, s akár figyelmen kívül is hagyható. Így a mérés — amellett, hogy gyakorlati szempontból kielégítő pontosságú —, gyorsan elvégezhető.

IRODALOM

[1] *Lange, H.:* Probleme der technischen Magnetisierungskurve. Berlin, 1938.

[2] *Dr. Verő J.:* Általános metallográfia. II. köt. 1956.

[3] *Maurer, E.—Schröter, K.:* Die Bestimmung des Austenitgehaltes durch Messung des Magnetischen Stättigungswärtes. Stahl und Eisen, 1929. 929. o.

[4] *Šesták—Jeníček:* Magnetické vlasnosti ako pomůcka ke studie kovů a slitin. Hutnické Listy 1950. 155. o.

[5] *Gumlich, E.:* Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Berlin, 1918. Bd 4. Heft 3.

[6] *Geller, Ju. A.:* Opredelenii kalicsesztva osztatocsnogo ausztenita magnitnüm metodom. Zavodszkaja Lab. 1955. II.

Egyesületi hír

Elnökségünk a szept. 11-én tartott választmányi ülést megelőző ülést 4-én tartotta.

Az ülésen először *Szele Mihály* elnök bejelentette a választmányi ülés napirend tervét, majd a megnyitó beszéd alapgondolatát ismertette.

Ezután *Martos Ferenc* főtitkár előadta a főtitkári beszámoló vázlatát.

Az elnökség néhány hozzászólás után a két bejelentést tudomásul vette.

A napirend harmadik pontjaként *Boday Gábor* adta elő *Küsztel Alfréd*dal készített s a könyvtár rendbehozásáról szóló beszámolóját. Ismertette a törzskönyv elkészítéséről, az új katalógusról a rendbehozáskor figyelembe vett szempontokat. Bejelentette, hogy a könyvtár használatra kész állapotban van. A számozással 6500 műnél tartanak. Kb. 40-nél több az a kötet szám, melynek kölcsönzőivel a visszaszolgáltatást nem tudták rendezni.

Ezután *Boday Gábor* a könyvtár használatának szabályzatára vonatkozó javaslatát nyújtotta át, majd a könyvtár további kezelésére, a cikkek nyilvántartásának elkészítésére és a könyvtár fejlesztésére vonatkozó elgondolásait ismertette.

Az elnökség *Boday Gábor*nak és *Küsztel Alfréd*nak lelkiismeretes s fáradhatatlan munkájukért köszönetet szavazott s őket jegyzőkönyvi dicséretben részesítette s az elhangzottak részletes megtárgyalását a választmányi ülés utánra halasztotta.

Ezután *Gyulai Zoltán* alelnök a bányászati szaknak Miskolcra való költözésével kapcsolatban ismertette az erdészettől szétváló egyetemi könyvtár adatait, helyzetét. A könyvtár katalogizálása 5 féle szempont szerint készül s kb. 52 000 művet 85 000 kötetben foglal magában. A katalógizálás egy teljes anyagát az Egyesületnek is átadják, hogy a tagok részére is hozzáférhetővé váljon.

Gyulai Zoltán alelnök kérte az Egyesület további anyagi támogatását a nagy és igen értékes munkához.

Szele Mihály elnök ezután az ülést bezárta.

A kokszolókemence hőmérlegének megítélése[1]

Dr. DIÓSZEGHY DÁNIEL, egyetemi tanár

DK: 662.614 : 662.74

Оценка теплового баланса коксовой батареи

Beurteilung der Wärmebilanz eines Kokereiofens

Considering the Heat balance of a coke oven

A kokszolás műveletéhez szükséges kemencék fejlődésében két döntő tényezőt említhetünk meg. Az egyik a lepárló munkatér alakja, a másik a munkatér fűtését ellátó csatornarendszer füstgázvezetése, a hőátadás egyenletességének biztosítása céljából. Az elsőre már korán kialakult az a vélemény, hogy a kokszolási idő megrövidítésére téglalap alakú, keskeny munkateret kell építeni. Így jött létre a 300—500 mm közötti kamraszélesség, s ennek megfelelően a 9—24 órai kigázosítási idő.

A kemencék fejlődését legjobban a fűtési mód, illetve a fűtőcsatornarendszer elrendezése, az egyenletes fűtésre való törekvés mutatja. Jelenleg csak azt a jellemző típust említjük meg, melyből a Dunai Vasmű kokszolókemencéje is kifejlődött s ez a Koppers-féle kemence. *Koppers* volt az első, aki kokszoló kemencéjét úgy alakította ki, hogy minden kokszoló kamra alatt külön regenerátorkamra van [1]. A középen lévő választófal a csatornarendszert két áramlási szakaszra osztja olymódon, hogy az egyik féloldalon a füstgáz az égés után felfelé áramlik, míg a másikon a részben lehűlt füstgáz távozik el. Így a kamra fűtése — bár átváltáskor az áramlás iránya megváltozik — egyenlőtlen. Ezt a hátrányt küszöbölte ki a keresztáramú ikercsatornás Koppers-féle kemence [2]. Itt két szomszédos csatorna működik együtt, s amíg az egyik fűtés alatt van, a másikon távozik a füstgáz, majd szerepük szelep váltás után megfordul. A szomszédos csatornák azonban nemcsak felül, hanem alul is össze vannak kötve. Ezáltal a nyomás alatt, $\frac{v^2}{2g}\gamma$ energiával áramló gáz nemcsak a levegő beömlőnyíláson érkező előmelegített levegővel keveredik, hanem a távozó füstgázból is elszív egy keveset. Ezáltal égési sebessége csökken, a láng megnyúlik, a fűtési hőmérséklet kisebb és egyenletesebb lesz.

A PVR-51 rendszerű, szovjet ikercsatornás kemence előbbinél még tökéletesebb áramlási rendszerű, mivel ennél elmarad a keresztcsatorna, és a fűtés szabályozása könnyebbé válik [3]. Kamragázzal való fűtéskor, minden fűtőcsatornasor alatt levő regenerátorkamra levegőelőmelegítésre szolgál. Torokgáz használata mellett az egyik regenerátor a levegő, a másik a gáz előmelegítését végzi. Ez a fűtési rendszer mind a füstgáz elosztása, mind a hőközlés szabályozása szempontjából kielégítő.

[1] Széplakon 1958. szept. 17-én tartott Kokszolhatószén és Kokszvegyészeti Konferencián elhangzott előadás.

A hőmérleg tételeinek megállapítása

Kokszolókemencék hőmérlegében azelőtt a bevételi oldalon a szén, míg a kiadási oldalon a a koksz fűtőértékét is figyelembevették. Újabban a kohászati kemencékhez hasonlóan csupán a művelet elvégzéséhez felhasznált hőbevétel s eközben adódó hőkiadás képezi a hőmérleg tételeit. Kokszoláskor ugyanis a szén, betétanyagként (a nemesítendő szén) szerepel és nem számítható tüzelő anyagnak. A koksz fűtőértéke úgyszintén a hőmérlegen kívül esik.

A hőmérleg bevételi tételei:

1. a fűtőgáz fűtőértéke,
2. a gáz és levegő érzékelhető melege (kamrák előtti állapotban).

A hőmérleg kiadási tételei:

A) a fűtőcsatorna falán keresztül a szénbetétnek átadott meleg,
1. a minimális kokszolási hő,
2. a túlkokszolás hőszükséglete,
3. az elgőzített nedvesség hőtartalma.

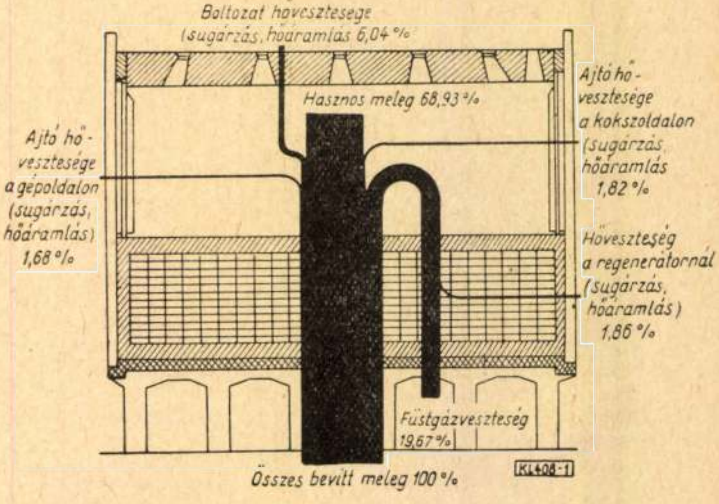
B) füstgázveszteség,

C) sugárzás, vezetés, kilángolás által előálló veszteség.

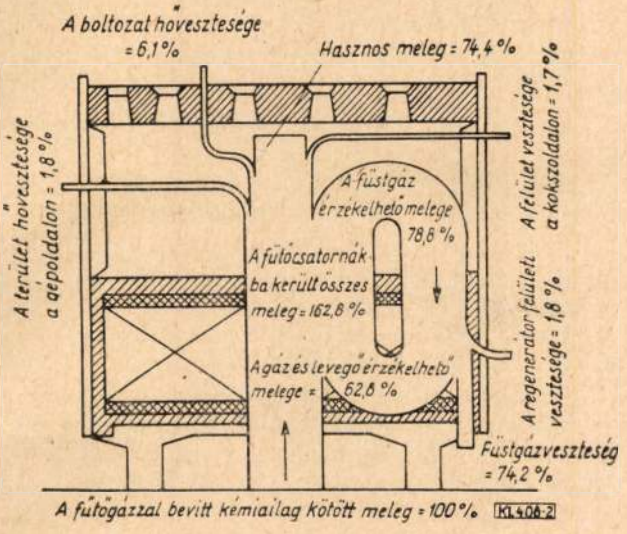
Hőbevétel

A bevételi tételek közül a fűtőgáz-mennyiség és annak fűtőértéke ismert, mig az érzékelhető meleg által bevitt hőmennyiséget a gáz- és a levegőmennyiség hőmérsékletének kiszámítása, illetve megmérése alapján határozzuk meg. Itt meg kell jegyeznünk, hogy az előmelegítés visszatérő melegmennyiségét a régebbi ábrázolási mód szerint, a kohászati kemencéktől eltérően nem tüntették fel (1. ábra), bár ez az elméleti égéshőmérsékletet s így a hőátadás értéket nagyobbnak mutatja [2].

Ezzel ellentétben az újabb hőforgalom ábrázolása már ezt is figyelembe veszi (2. ábra). Az elő-



1. ábra. Kokszoló kemence hőmérlegének régebbi ábrázolása (Brückner: Handbuch der Gasindustrie B. I. 3. rész, 21. o.)



2. ábra. Kokszoló kemence hőmérlegének újabb ábrázolása (Anhaltszahlen 1957. 29. o. 2—3. ábra)

melegítés mértékét regenerátor kamránként mérni alig lehetséges s ezért a hőmérlegben csak a regenerátor kamrák sugárzási melegvesztesége szerepel. Ettől függetlenül előnyös lenne az egyes kamrák hatásfokát ismerni.

Hőkiadás

A) A szénnek átadott meleg

A kokszolókemence fűtőcsatornáiban áramló füstgáz indirekt módon, azaz elválasztó falon keresztül adja át hőtartalmának jelentékeny részét. A kokszolótér és fűtőcsatorna között, a falfelület egységén óránként átadott Q meleg a füstgázoldalon t_1 és a szénoldalon t_2 hőmérséklet mellett k hőátadási számtól függ s így $Q = k\,(t_1 - t_2)$,

$$\text{ebben} \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\beta_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\beta_2}},$$

ahol β_1 a füstgáz és a fűtőcsatorna fala közötti hőátadási szám, mely magában foglalja α_k konvektív és α_s sugárzási hőátadási számot ($\beta_1 = \alpha_k + \alpha_s$). *Rummel* és *Steinschläger* szerint a fűtőcsatornában uralkodó hőátadási szám samottra 3300, míg szilikára 4000 kcal/m² óra. β_2 a kokszolókamra oldalának sugárzási hőátadási száma. A nevezőben levő $\frac{s}{\lambda}$ a fal hőellenállását jelenti s ez annál kisebb, minél vékonyabb a fal és minél nagyobb a λ hővezetési szám.

A falon átmenő melegmennyiség a szénrétegben nagyrészben vezetéssel halad tovább, tehát λ hővezetőszámnak itt nagy a szerepe. A hővezetőszám értéke :

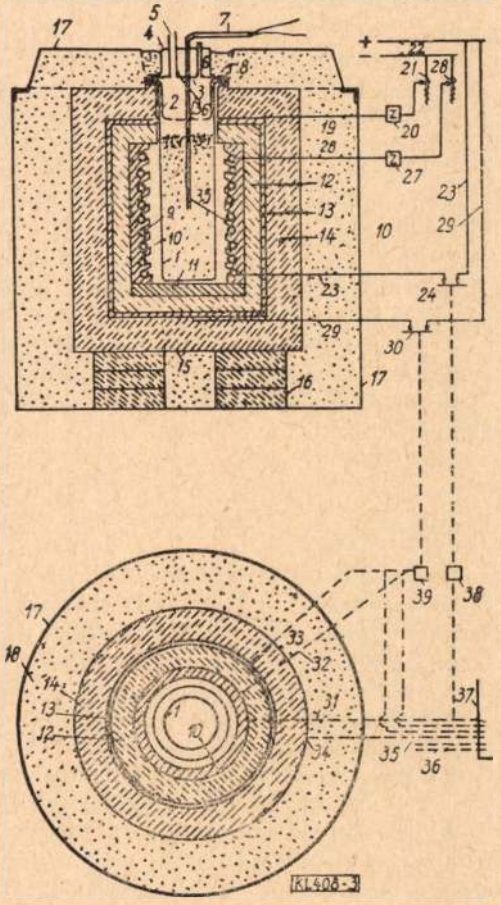
samottra	1000 C°-on	0,7—0,8	kcal/m ó. fok
szilikára	1000 C°-on	1,20	kcal/m ó. fok
finomra őrölt szénre	1000 C°-on	0,12	kcal/m ó. fok
kokszra	500 C°-on	2,30	kcal/m ó. fok
kokszra	875 C°-on	2,76	kcal/m ó. fok

Amíg a beadagolt szén hővezetőszáma a tűzállófalazatnak csupán 1/7—1/10 része, addig a kokszosított szén jobban vezeti a meleget, mint a kemencefal. A széntömb hővezetőszámát *Heyn*, *Baur* és *Görens* különböző mérési móddal határozták meg, de egyöntetű eredményt nem kaptak. Ez több tényező függvénye, melyek közül a legfontosabb a rétegvastagság, szemnagyságelosztás, illetve a megszilárdult koksznak a porozitása (litersúly).

A kokszolás hőszükséglete

A fűtőcsatorna falakon a szénbetétnek átadott hasznos meleget a kokszolás hőszükségletének nevezzük. *Otto* szerint ez azt a kcal-ban kifejezett melegmennyiséget jelenti, melyet 1 kg 20 C° hőmérsékletű szénnel közölni kell, hogy az a kokszolás hőmérsékletén termékké — kokssá, gázzá, vízgőzzé, kátránygőzzé — alakuljon át [5]. Ezt a definiciót más szerzők is átvették, bár meg kell jegyeznem, hogy nem kell a távozó, illó alkatrészek egész mennyiségét a kokszolási hőmérsékletre hevíteni. Ebből következik, hogy a kokszolás hőszükségletének pontos meghatározása nehézkes.

A kokszolás hőszükségletét kétféleképpen szokták megállapítani. Az egyik módszer az, amikor azt pontos kísérletek alapján felállított hőmérlegből, a veszteségek levonása után különbségként kapjuk. A másik módszerrel tisztán kísérleti uton határozzuk meg a hőszükségletet.



3. ábra. Kaloriméter a kokszolási hőszükséglet megállapítására. (Pieper szerint) Brenstoffchemie 1956. 11—12. sz. 163. o.

A kísérleti úton való meghatározás készülékét (*Pieper*-szerint) a 3. ábra tünteti fel [5]. A készülék elektromosan fűtött tégelyszerű kokszoló kemence, mely 10—15 kg szén befogadására alkalmas. (A külső veszteséget, valamint a tégely által felvett meleget — mely aránylag kicsi — üresjárási kísérlettel lehet megállapítani.) Kísérlet előtt a kemencét 1000 C°-ra felfűtjük, majd amikor már egyensúlyi állapotban van, egy leernyőzött nyíláson behelyezzük a szénnel töltött tégelyt. Ezt követőleg a felfűtéshez használt áram mutatja a kokszolás hőszükségletét. Kompenzációs fűtéssel el lehet érni, hogy a szigetelő réteg belső- és külső fala azonos hőmérsékletű legyen. Üzemi kokszolással való összehasonlításra célszerű 15 percenként gázpróbát venni. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a gáz összetétele az üzemben észlelthez hasonlóan (CH_4 és C_nH_m csökkenés, H_2 növekedés). A kokszolás akkor van befejezve, amikor a próba belső része elérte a 970 C°-ot.

3000-nél több kísérlettel megállapították, hogy a kísérleti eredmények a gyakorlati megfigyelésekkel jól egyeznek. 10% víztartalmú Ruhr vidéki szenek közepes kokszolási hőszükséglete 405 kcal/kg-ra adódott, melyből a gyakorlati hőszükséglet 80%-os kemence hatásfok mellett 507 kcal/kg.

Terres, *Baum*, *Litterscheid* szerint a kalorimeterszerű kísérlet eredményeit nem lehet átvinni a kemence üzemi viszonyaira, s inkább a pontos hőmérlegből célszerű a kokszolási hőszükségletet kiszámolni [6]. Ez az álláspont nem teljesen helytálló, mert a sugárzási és füstgáz veszteségek számolása sok hibaforrást rejt magában és az előbbinél könnyebben meghamisíthatja az eredményeket. A füstgázveszteséget csakis a főgyűjtőcsatornában lehet méréssel meghatározni, viszont az összes kamrára igen nehéz az átváltási és a felületi veszteségeket figyelembe venni. Egyesek szerint a kokszolás hőszükséglete jobban függ a kokszolás feltételeitől, mint a szén tulajdonságaitól. A hőszükséglet ugyanis aszerint változik, hogy az illanó alkatrészek — beleértve a vizet is — milyen hőmérsékleten szabadulnak fel s milyen összetétellel hagyják el a kemencét.

Ha megváltozik a töltés magassága, tömörsége, zsugorodása, akkor változik a kokszolókamragáz gyűjtő tere is. A gyűjtőtérbe érkező lepárolt gázok hőmérsékletét a falak sugárzása szintén befolyásolja.

A kokszolás hőszükségletének kísérleti és számítási módszereit egybevetve megállapíthatjuk, hogy bár ezzel a kérdéssel már több évtizede behatóan foglalkoznak, még mindig vannak megoldatlan problémák és sok a bizonytalanság.

A felfűtött kamrába töltött szén nyugvó állapotban, levegő kizárásával gázosodik ki.

A kamrák fűtőfalán átjutott meleg megváltoztatja a szén fizikai és kémiai szerkezetét. A kigázosítás folyamata a kamra falaival párhuzamos rétegekben halad előre s így ugyanazon időpontban egymás mellett a lepárlás különböző folyamatai játszódnak le. A nagyobb hőmérsékletű fázisok a kamrafalnál, míg a kisebb hőmérsékletűek befelé helyezkednek el. Ha emelkedő hőmérséklet szerint vizsgáljuk az egyes folyamatokat, akkor az alábbi kép adódik [7].

20—100 C° között van a durva és higroszkópikus víz eltávozása,

100—200 C° a H_2O és CO_2 leválás, a bomlás kezdete,

200—300 C°-on a szén, olaj, gyanta és szénhidrogén elbomlás nélkül desztillál,

450—500 C°-on a kátrányképződés befejeződik, a koksz szövetszerkezete kialakul,

500—700 C° között erős a gázképződés,

700 C° felett következik be a szénhidrogének hasadása és főleg a H_2 képződése.

A kokszolás alatt a hőmérséklet lassan kiegyenlítődik, de a kokszoszlop felett a szabad tér felmelegedése következtében, a primér képződésű gáz és kátrány nagyhőmérsékletű gázzá és kátránnyá alakul át.

A hőkiadás részletezésében említett minimális kokszolási hőszükséglet a következő tételeket foglalja magában : 1. A kamrából távozó desztillációs termékek érzékelhető melegét részletesen a durva nedvesség, víz, kátrány, gáz, száraz koksz, kén és nitrogén vegyületek érzékelhető hőtartalmát. 2. Felületi veszteségeket. 3. A reakció hőt. Ez utóbbi exotermás, vagy endotermás folyamatokat foglalhat magában. A kokszolás minimális hőszükséglete, több kutató által meghatározott eredmény átlagaként, a szénminőségtől függően 286-438 kgcal/kg [8]. Más irodalmi adat szerint a kamraszélességtől függően 1 kg nedves szén kokszolási hőszükséglete 1000 C° befejező kokszolási hőmérséklet és 11% víztartalom mellett 347∼415 kcal. Ha közepesen 375 kcal-t és 11,5% nedvességet tételezünk fel, akkor 70% átlagos kemence hatásfokon a kokszolási hőszükséglet 535 kcal/kg nedves szén [2], 80%-on 470 kcal/kg nedves szén.

A kokszolás minimális hőszükségletét legjobb laboratóriumban meghatározni. Ha ez üzemi szempont szerint már ismeretes, akkor is felül kell vizsgálni, hogy a kokszoszlop valamennyi pontjára érvényes-e. Ugyanabban a kemencében, azonos szén kokszolása mellett, 150 kcal/kg hőszükséglet ingadozás előfordulhat. Ezért szoktak túlkokszolni, azaz a kokszoszlopnak a kemencében való tartózkodását (kiállási időt) meghosszabbítják. Ilyenkor a kokszban még egy járulékos kigázosítás is történik, grafitosodás áll elő és a koksz világos, ezüst fényű lesz, csengő hangot ad. A kiállási idő meghosszabbítása azonban növeli a fűtőgázfogyasztást, csökkenti a kokszteremelést.

A kokszolás időtartama szempontjából két tényezőnek van döntő szerepe. Az egyik a hőterjedés sebessége — vagyis az az idő, ami alatt a szénoszlop közepe is eléri a kokszolás hőmérsékletét — a másik pedig az előbb említett túlkokszolási idő. Hőátadási szempontból a szénoszlopot egy változó hőmérsékletű lemeznek lehet tekinteni, melyre felírhatjuk a *Fourier*-féle parciális differenciál egyenletet, melynek értelmében

$$\frac{T}{z} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

ahol T = a test valamely pontjának hőmérséklete,
x = ennek a pontnak az oszlop szélső síkjától mért távolsága,
a = a hőmérséklet vezetési szám

$$\left(a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}\right),$$

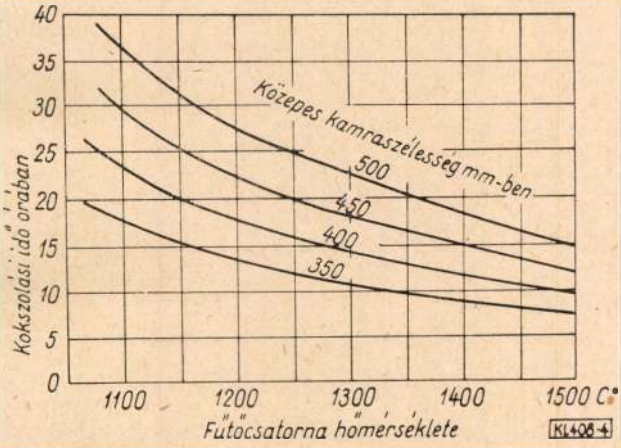
λ = a hővezetési szám,
c = fajmeleg,
γ = fajsúly,
z = idő.

A parciállis differenciál egyenletnek megközelítő megoldása szerint a kokszolási idő:

$$z = \frac{s^2}{4 \cdot a} \cdot f \frac{T_1}{T_2},$$

ahol s = a kokszréteg vastagsága
T_1 = a kokszolási hőmérséklet,
T_2 = a kamrafal belső hőmérséklete (illetve a fűtőcsatorna hőmérséklete),
f = a Gauss-féle hiba integrál.

Ebből következik, hogy a kokszolási idő azonos kokszolási hőmérséklet és fűtőcsatorna-hőmérséklet mellett a kamraszélesség négyzetével egyenesen, míg az a hőmérsékletvezetési számmal fordítottan arányos [9]. Az ilyen alapon készített diagramot a 4. ábra tünteti fel.



4. ábra. Kokszolási idő a fűtőcsatorna hőmérséklet és a kamraszélesség függvényében. (Brückner: Handbuch der Gasindustrie B. I. 3. rész, 11. o.)

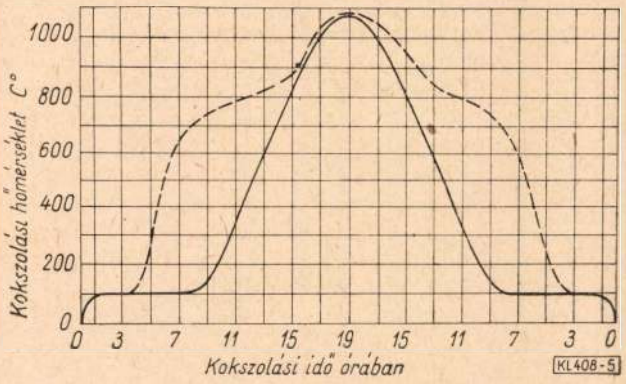
Syskov szerint [10] a kokszolás sebessége fokozza a duzzadási nyomást, mely a szénrészecskék érintkezése szempontjából előnyös. A kokszminőségre gyakorolt hatást az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

A kokszolási sebesség befolyása a koksz szilárdságára

A kokszolás sebessége, mm óra ...	0,8	10,3	12,5	12,9	13,1
Dobmaradék (kg) ..	214	276	277	289	287
0—10 mm-es rész (kg)	144	92	67,7	67,9	56,9

A szénoszlop kokszolási sebességének mérésére *K. Baum* végzett értékes kísérleteket. A kamrafal töltés után 100 C° körüli hőmérsékletre hűl le, de a szélső vékony réteg víztartalmának elgőzölése után mindkét oldalon gyorsan nő a hőmérséklet és eléri a 400 C°-ot. Ez a határréteg mindkét oldalon kb. 25 mm vastag. Az egyes rétegek felmelegedése, s végeredményben a kokszolási folyamat 1,9—4,8 cm/óra sebességgel halad a középen lévő varratig. 600 C° elérésekor a szénhidrogének már eltávoztak s ezután csak a maradék illórészek távoznak, majd utózsugorodás következik be.



5. ábra. A hőmérséklet változása kokszolás közben. (K Baum kísérlete) (Archiv für das Eisenhüttenwesen 1929. 12. sz. 781. o.)

Az 5. ábra görbéi egy 450 mm széles kamrában 19 óráig tartó kokszolás hőmérsékletnövekedését a gépoldalnak félmagasságában szemléltetik. A teljes vonallal feltüntetett görbe a kokszlepény közepén a varrat, míg a szakadozott görbe a határoló falaktól 85 mm mélységben lévő rész hőmérsékletének felel meg. A hőmérséklet-görbék szerint a hőmérséklet emelkedése mindkét oldalról egyenletes. A 85—100 C° közötti ingadozást az egyszerűbb szemléltetés miatt elhagyták és így itt a görbe 100 C°-on halad. *Damm* kutatása szerint 100—400 C° hőmérséklet között gyorsan kell a hőmérsékletnek emelkedni, mert csak így lehet elkerülni a szén sülőképességét biztosító bitumen elbomlását. Gázszegény, nagymértékben duzzadó, jól sűlő szénre az előgázosítás inkább előnyös, mert így a főgázosítási szakaszban bekövetkező duzzadás nyomását csökkenteni lehet. Ezt a megfigyelést üzemi mérések is igazolták s ezeknél laposabb görbe szerint lassú felmelegítéssel dolgoznak.

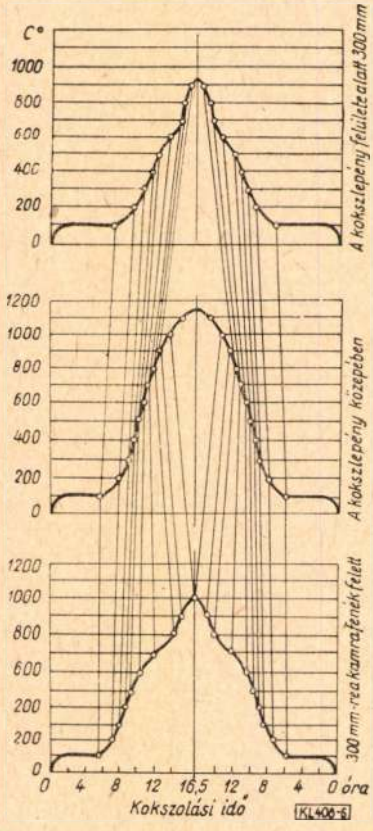
A kamrában való hőmérsékletmérésre olyan hőelemes pirométert használtak, amelynek egy $^3/_4$''-os vascső belsejében, annak aljára vagy oldalára nikkel huzalt forrasztottak és azt szteatit csövecskékkel szigetelték. A vascső képezte a közös pozitív pólust. Az így előállított hőelemeket platina-platinaródium hőelempárral és preciziós galvanométerrel hitelesítették.

A következőkben *Baum* disszertációs munkájának mérései közül csupán egy izotermikus és egy izokronikus mérési eredményt mutatunk be. A 6. ábra a kamra aljától, valamint felszíne alatt 300 mm-re és a kokszoszlop közepében szemlélteti az izotermákat. A 16,5 órás kokszolási idő

végén alul 1000 C°-ot, középen 1150 C°-ot, míg a felület alatt 920 C°-ot mértek.

A kokszolást akkor kell befejezni, amikor a legkisebb hőmérsékletű hely is túlhaladta a 900 C°-ot.

A 7. ábra a töltőnyílások síkjában felvett térbeli izokrónikus görbéket szemlélteti. Ebből azt láthatjuk, hogy azonos időben a szélső és



6. ábra. A kokszolás izotermás görbéi (K. Baum szerint) (Archiv für das Eisenhüttenwesen 1929. 12. sz. 786. o.)

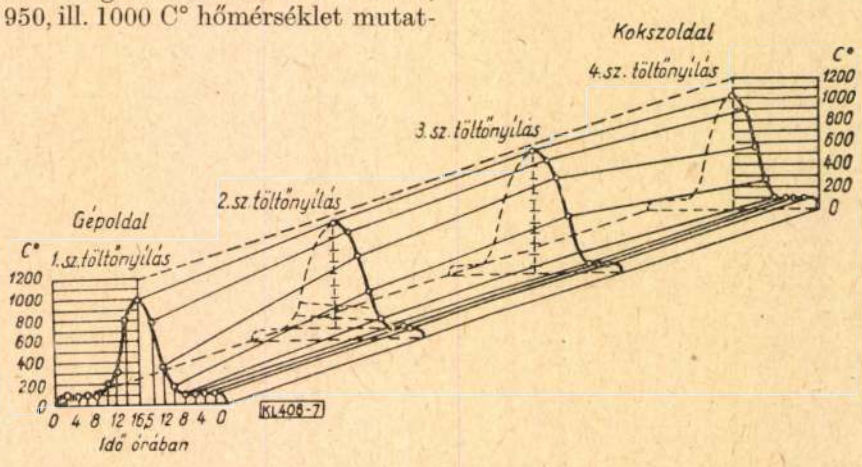
középső töltőnyílások síkjában lényegesen eltérő hőmérsékletek uralkodnak. Érdekes, hogy 8 óra után, amíg mindkét szélső részen csupán 100 C°-os hőmérséklet mutatkozik, addig középen 300, illetve 380 C°. Még feltűnőbb a különbség 13 óra után, amikor a gépoldalon még csak 550 C°-ot mértek, középen pedig 950, ill. 1000 C° hőmérséklet mutatkozik.

A víztartalom mind a kokszolási hőszükséglettel, mind a kokszolási idővel kapcsolatban sokat foglalkoztatta a kutatókat és sok vitára adott alkalmat. Különböző kokszolókemencékben végzett vizsgálat szerint 6% (egyesek szerint 8%) víztartalomig a víz jelenléte hőtöbbletet nem igényel, s ennél kisebb víztartalom nem rövidíti meg a kokszolási időt. A jelenlévő víz egy részének elgőzölését a gáz érzékelhető melege fedezi, a vízgőz túlhevítése a kokszlepény feletti térben fejeződik be. *Koppers* szerint 8% víztartalom felett minden 2%-os emelkedés hozzávetőleg 1 órával növeli meg a kokszolási időt. Ez a szám azonban csak összehasonlításra alkalmas és számítások alapjául nem használható.

B) Hőveszteségek

A hőmérleg jellemző veszteségeit a füstgázzal távozó, valamint a sugárzás, kilángolás és egyéb tömítetlenségek veszteségei képezik. Ha az előbbiekben tárgyalt kokszolási hőszükségletet maradék tagként akarjuk kiszámítani, akkor az említett veszteségeket nagy körültekintéssel és mérési pontossággal kell meghatározni. A füstgázveszteség a közös gyűjtőfüstcsatornában uralkodó viszonyokra vonatkozik. A füst gázmennyiséget számítással vagy kísérleti úton lehet meghatározni. Az előbbit mérőperemmel mért gázmennyiség és füstgáz összetétel alapján számítjuk ki. Kísérlethez a füstcsatorna kis szakaszát venturicsőszerűen képezzük ki, s a megmért dinamikus nyomásból számítjuk ki az áramlás sebességét. A füstgázsebességet a füst színezésével is lehet mérni oly módon, hogy a színezőanyag bekeverésének időpontjától a kémény torkolatán való megjelenésig eltelt időt figyeljük. Füstgázveszteség kiszámításához szükséges füstgázhőmérsékletet nem elég az üzemi regisztrálóműszerrel mérni, hanem elszívópirométert kell használni.

Kevés füstgázmennyiséget kis levegőfeleslegel kapunk, ekkor a füstgázban viszont nagy a CO_2 tartalom s aránylag nagy a hőmérséklet. Ezzel ellentétben sok hamis levegő felhígítja s lehűti a füstgázt és csökkenti a füstgáz CO_2 tartalmát.



7. ábra. A kokszolás hőmérséklet görbéi (K. Baum szerint) (Archiv für das Eisenhüttenwesen 1929. 12. sz. 787. o.)

Az áramlás, valamint a térnyomások mérése az állandó üzemellenőrzés eszközei. Ha a kokszolókamratérben nő a nyomás, ez a fal tömítetlenségére enged következtetni. Ha viszont az elhúzó fűtőcsatornában mélyen van a nullaszint, akkor a nagy áramlási ellenállással szemben nem kielégítő a huzat. Kokszolókemencékben a nagy magasságok miatt a rendesnél nagyobb az áramlással szemben működő és azt fékező felhajtó erő. Nyomásmérésekben gyakorta elkövetett hiba, hogy az áramlás irányával szemben nyitott csővel mérnek, amikor is a szükséges sztatikus nyomás helyett helytelenül az összes nyomást, tehát a sztatikus és dinamikus nyomás összegét mérik. Helyes mérési mód az, amikor a zárt cső oldalán, a végétől mintegy 10 mm-re fúrt nyíláson át hat a sztatikus nyomás.

A sugárzási veszteségek kiszámolása az előbbieknél lényegesen körülményesebb és sok hibalehetőséget foglal magában. A sugárzó felület inhomogén, egyenlőtlen hőmérsékletű, a felület nagy részét az armatúra képezi. Ide tartozik a váltogatás, valamint a tömítetlenség vesztesége is. Az „Anhaltszahlen 1957" adatai szerint (69,4—81,7%-os tüzelés hatásfok mellett) a kokszoló kemence összes vesztesége 30,6—18,30%. Ebből a füstgázveszteség kamragáz fűtéssel 10—18%, míg fűtőértékben szegény gázzal való fűtéssel 12—23%. A felületveszteség viszont 10% alatt marad.

Az adag különleges előkészítése

Az előadás elején említettem, hogy a kemence szerkezetének fejlődésében lényeges változást nem várhatunk s a kísérletek ma inkább a szénbetét előkészítésére irányulnak. Ezzel kapcsolatban két kísérletet említhetünk meg. Az egyik — *Syskov* közlése szerint [10] — a szénszemcsék felületi tulajdonságainak megjavítására irányul (olaj, szurok, szerves vegyület keverés). A másik a szénadag előzetes hőkezelésére vonatkozik. *Makarov* és *Zsitov* szerint [11] forró, száraz szén adagolásával a fűtőrendszerből átadandó hőszükséglet 30—35%-kal csökken. Ezáltal csökken a kokszolás időtartama is és nő a kemence tartóssága. A hőkezelés gyenge oxidációval is járhat, mely csökkenti a duzzadási nyomást, másrészt az egyenletes hőelosztás a koksz minőségére javítólag hat, a kéntartalom csökken.

Hazai viszonylatban is folynak a kamrabetét megjavítására kísérletek. Ezek eredményeit egyrészt más előadások ismertetik, másrészt csak később kerülnek a nyilvánosság elé.

IRODALOM

(1) *W. Gluud:* Handbuch der Kokerei B. I. 1927.
(2) *Brückner:* Handbuch der Gasindustrie B. I. 1938. 3—44. o.
(3) *Lgalov—Chalabuzar—Kajtan:* Technologija szuski razogreva i puszka kokszovüch pecsej, 1954.
(4) *K. Baum:* Archiv für das Eisenhüttenwesen 1929. 12. sz.
(5) *P. Pieper:* Brennstoffchemie 1956. 11—12. sz. 161—211. o.
(6) *E. Terres:* Gas und Wasserfach 1956. okt., 229. o.
(7) *R. Tettweiler:* Gas und Wasserfach 1949. 2. sz. 25. o.
(8) Anhaltszahlen für die Wärmewirtschaft 4. Aufl. 30. o.
(9) *Dr. Ing. W. Litterscheidt:* Glückauf 1934. 77. o.
(10) *K. I. Syskov:* Vedecke zaklady zlepseni jakosti koksu Paliva 1954. 24. o.
(11) *G. N. Makarov—B. N. Zsitov:* Koks i chimija 1957. 4. o.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

Október

I. 90 éve (1869) Magyarországon került forgalomba a világ első postai levelezőlapja.

1. 50 éve (1909) kezdődött a brenbergi bányászsztrájk, amely december 4-ig tartott, s amelynek ambertelen letörése országos port vert fel, s komoly külföldi visszhangja is volt.

5. 95 éve (1864) született Louis Jean LUMIERE francia kémikus (megh. 1948) a modern kinematográfiai és az autokromlemezek feltalálója.

9. 255 éve (1704) született Pozsonyban Segner János András (megh. 1777) magyar fizikus, a „turbina atyja", a Segner-kerék feltalálója.

11. 70 éve (1889) halt meg James Prescot Joule angol fizikus (szül. 1818), a hő és elektromos áram mechanikai egyenértékének meghatározója.

12. 25 éve (1934) halt meg Kövesligethy Radó magyar fizikus és csillagász (szül. 1862) a magyar földrengésszolgálat megalapítója.

17. 50 éve (1909) zajlott le Louis Bleriot francia pilóta (1872—1936) budapesti repülőbemutatója a Rákos mezőn.

24. 115 éve (1804) született Wilhelm Eduard Weber német fizikus (megh. 1891) aki Gaussal 1833-ban az első elektromágnest hozta létre.

27. 20 éve (1939) halt meg Csonka János a műegyetemi gépműhely vezetője (szül 1852) a karburátor egyik feltalálója, a magyar autóipar megteremtője.

29. 120 éve (1839) született Steindl Imre magyar műépítész (megh. 1902) a Múzeum körúti egyetem, az Állatorvosi főiskola és sok kastély tervezője, a budapesti Országház alkotója.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes.

Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában (Bp. VIII., Múzeum u. 17.) Tájékoztató: Pap János tud. főmunkatárs, Múzeum u. 17.)

Benzolkinyerő üzemünk munkájának rövid ismertetése, kondenzációs üzemi tapasztalatok[1]

BODNÁR LÁSZLÓ

DK: 668.735.1

Короткое описание технологии завода для извлечения бензола ; заводские опыты по конденсации

Kurzgefasste Technologie einer Benzolgewinnungsanlage, Betriebs-Erfahrungen mit Kondensation

A brief technology of a benzol recovery work, condensational plant experiences

A Dunai Vasmű Kokszoló Gyárrészlegének legfiatalabb üzeme, az alig több mint féléve működő benzolkinyerő üzem, a gázkondenzáció befejező része. Ezzel a gyárrészleg üzemei egységes egészet alkotnak.

A gáz benzoltalanítása nemcsak a nyerhető benzol szempontjából lényeges, hanem mint az általánosan ismert, a Thylox-rendszerű kénhidrogén mentesítő üzem működésének is alapvető feltétele. Benzolkinyerő üzemünk abszorpciós elv alapján, jelenleg hazai gyártású gázolajjal működik. Az üzem elrendezését és az eljárás rendjét a következőkben ismertetem. Az utóhűtőben megfelelő hőmérsékletre lehűtött benzol tartalmú gáz a kinyerő első berendezésébe, a két egymással sorba kapcsolt mosótoronyba jut, melyekben a gáz az abszorpciós olajjal ellenáramban halad. A tornyok felületnövelő anyaggal töltöttek. A gáz áramlásirányától számított első mosótoronyról lefolyó, benzollal telített olaj hőcserélő berendezéseken keresztül jut a szétválasztó oszlopra A hőcserélők sorrendje : deflegmátor, benzolmentesített forróolaj hőcserélője, gőz előmelegítő. A szétválasztó oszlopban közvetlen gőzbefúvással deszorpcióval az olaj és benzol szétválasztása megtörténik, amely után az olaj kb. 1,5%-a regenerálásra, majd hűtés után ismét benzolmentesítésre kerül. A szétválasztó oszlopból kikerülő benzol, abszorpciós olaj, naftalin és vízgőzök a deflegmátorba kerülnek, ahol hőjüket átadják a hideg, benzollal telített olajnak, miközben a nagyobb forráspontú gőzalkatrészek kondenzálódnak és az elválasztó szeparátorba folynak. A benzolgőzök deflegmátoron áthaladva, a desztilláló oszlopba áramlanak. A desztilláló oszlop meghibásodásakor lehetséges a közvetlen kondenzátorba való kapcsolás is. A szeparátorban az olaj és a víz fajsúlykülönbség alapján szétválik ; ez az olaj a veszteségek csökkentése miatt a telített olajszivattyú szívóvezetékébe gravitációs úton folyik le, a víz pedig ellenőrző szeparátoron, majd benzolfelfogó aknán keresztül a csatornahálózatba jut. A desztilláló oszlopban a vízgőzdesztillációval a nyers benzol gőzeit könnyű és nehéz nyersbenzolra választjuk szét. Az oszlopból a könnyű nyersbenzol fejtermékként gőz állapotban, a nehéz nyersbenzol pedig fenéktermékként, mint folyadék kerül ki víztelenítő szeparátorba, majd a víztelenített nehézbenzol hűtőn keresztül termékgyűjtő tartályba folyik. A víztelenítő szeparátor vize az előbb már említett ellenőrző szeparátoron keresztül folyik el. A desztilláló oszlop fejterméke, könnyű benzol és vízgőz elegy, vízzel hűtött kondenzátorba áramlik, ott kondenzálódik és 25 C°-ra lehülve szeparátorba folyik, ahol fajsúly különbség alapján szétváló könnyű benzol egy közbenső tartályba jut, a víz pedig ugyancsak az ellenőrző szeparátoron keresztül távozik el. A közbenső tartályból a könnyű benzol egy része a desztilálló oszlopba kerül vissza, mint késztermék reflux és mennyiségének változtatásával az oszlop fejhőmérsékletét szabályozzuk. A könnyű benzol többi része termékgyűjtő tartályokba folyik. Az ellenőrző szeparátorba, ha a víz és olaj, ill. a víz és benzol szétválasztása nem teljes, olaj, ill. benzol kerülhet, melynek itt a szétválasztásra hosszabb idő áll rendelkezésre. Az ellenőrző szeparátorba jutott olajos-, benzolos-fázist a nehéz benzol tartályba lehet engedni, amelyet onnan — a veszteségek elkerülésére — a szivattyú segítségével a telített olajba lehet adagolni. A terméktartályba gyűlő könnyű- és nehézbenzolt időszakosan szállítjuk a feldolgozó üzem tartályaiba. A gyűjtőtartályok, választó szeparátorok és a kondenzátor kilevegőzői gyűjtővezetékbe vannak kötve, amely e berendezésekből származó, nem kondenzálódott gőzöket egy mosóolajjal permetezett gőzfelfogóba vezeti, ahol az olaj a gőzöket abszorbeálja és az ilyen módon telített olaj gravitációs úton a mosótoronyról származó telített olajat szállító szivattyú szívóvezetékébe folyik.

Az üzem iparivíz-rendszere két zárt ciklusra osztható, mindkét ciklusban csak az elpárolgó víz-mennyiséget kell pótolni. A felmelegedett víz visszahűtésére ventillátorral ellátott kényszerfúvású hűtőtorony áll rendelkezésre. Jelenleg azonban az olaj hűtésére használt víz a csatornába folyik, mivel a kivitelezett iparivíz szivattyúk emelőmagassága a célnak nem volt megfelelő, — ilyenképpen az üzem friss iparivíz felhasználása meglehetősen nagy.

A benzol abszorpciója a Hanry—Dalton-féle törvényt követi, s a folyamat számszerű összefüggéseinek vizsgálatára felhasználható. Az abszorpció lefolyásának kritériuma az, hogy a gázban a benzolgőzök parciális nyomása nagyobb legyen, mint az elnyelő olaj fölött. Ennek befolyásolására a következő lehetőségeink vannak :

1. Az abszorpciós olaj benzoltartalmának csökkentése nagyobb lepárlási hőmérsékleten.

2. a kinyerésre használt olaj mennyiségének növelése. Mindkét mód a benzolgőzök parciális nyomását csökkenti az olaj felett, azonban az első esetben fennáll annak veszélye, hogy az alacsonyabban forró olajpárlatok nagyobb mennyi-

* Széplakon tartott kokszgyártási és kokszvegyészeti konferencián (1958. év szept. 17-én) elhangzott előadás.

ségben távoznak el a benzolgőzökkel, ami a felhasznált abszorbens mennyiségét emelné egyik oldalon, a nyert termék minőségét rontaná a másik oldalon. A második esetben pedig a nagyobb olajmennyiség egyrészét az olaj melegentartására fordított gőzmennyiséget, másrészt a felmelegített olaj hűtésére szükséges iparivíz mennyiségét növeli.

3. A benzol parciális nyomásának emelése a gáz nyomásának emelésével is elérhető, ez azonban ugyancsak többlet energia fogyasztással jár.

Az abszorpció mértéke függ természetesen a folyamat hőmérsékletétől, a rendelkezésre álló felülettől, a gáz sebességétől és az olaj elnyelő képességétől. A hőmérséklet befolyására — különösen nyári időszakban — bő lehetőségek nincsenek, hiszen mind a gáz, mind az olaj hűtésének a már egyszer visszahűtött iparivíz hőmérséklete szab határt. Ez a hőmérséklet azonban a legmelegebb nyári napokban sem haladja meg a 30 C°-ot. A hőmérséklet esetleges emelkedésével az abszorpció ellentétes folyamata, deszorpció játszódik le, mely a gáz benzoltartalmának növekedését és benzolveszteséget okoz. A kinyerési folyamat alatt az olaj elvizesedésének megakadályozására az olaj hőmérsékletét nyáron 3, télen 5 C°-kal nagyobbra állítjuk. Így a gáz jobban felmelegszik, ami megakadályozza a gázból a gőz kondenzálódását az olajba.

A benzol kinyeréséhez szükséges, hogy a gáz és az olaj érintkezési idejét megfelelő felülettel biztosítsuk.

Ezért a mosótornyokat felületnövelő töltettel látják el, mely célra leggyakrabban húros farácsot, vagy fém-spirálrácsot használnak. Üzemünk mosótornyai terv szerint farács töltettel, ennek hiányában farács rendszerben, 0,5 mm-es lemezráccsal bírnak. Egy torony összes permetezési felülete 10 800 m^2, a két torony tehát 21 600 m^2 felületet képvisel, a harmadik mosótorony, elkészültével 32 400 m^2-re nő a mosási felület, mely azonos, térfogatban nagyobb felületet biztosít, tehát kisebb méretű mosótornyok építését teszi lehetővé — előnyösebb, mert lerakódásra kevésbé hajlamos, mint az egymás fölött 2,5—3 m magas rétegben ömlesztett spiráltöltet, amely ilyen módon jelentős mértékben tömörödik. Üzemünk mosótornyai névleges terhelés mellett 1,5 m/sec áramlási sebességre vannak méretezve, ami jelenleg 0,4 m/sec-nak adódik, ezt azonban a kinyerés során befolyásolni nem tudjuk.

Abszorbensként mind kátrány, mind pedig ásványolajféleség használható. A kinyerő üzem saját kátrányolaj bázisra van tervezve, de a kátrányüzem beindulásáig a fent említett minőségű gázolajat használjuk. A kátrányolajra való áttérés előtt, az olajelválasztó szeparátor elvezetőjét át kell alakítani, mivel a kátrányolaj fajsúlya 1-nél nagyobb és a jelenlegi megoldás szerint a víz helyén olaj, az olaj helyén pedig víz kerülne ki a szeparátorból. Bármelyik olajféleséggel is folyik a benzol kinyerése, az olajok abszorpció képessége egy idő után csökken, részben a gázban levő szennyezések, részben pedig az állandó felmelegítés és lehűtés következtében beálló polimerizáció miatt. A polimérizált termék a kátrányolajban feloldódik, annak viszkozitását emeli, ez pedig az olaj szivattyúzhatóságát nehezíti, vagy esetleg lehetetlenné is teszi. Ásványolaj használatával a polimérizált termék az olajból iszap alakban kiválik, a berendezésekben és a csővezetékek armaturában lerakódik és az ellenállást növeli, s végül dugulást okozhat. A régebbi mosóüzemek a polimerizált iszaptól az olajokat hosszú ülepítési időt kívánó polimérbontókban regenerálták. Ma e nehézkes módszer helyett vízgőz desztillációval működő regenerátorok állanak rendelkezésre, amelyekben az olaj egy meghatározott részét folyamatosan desztilláljuk, amikoris az olaj még használható része átdesztillál, a polimer termék pedig a regenerátorban visszamarad, ahonnan ugyancsak folyamatosan gyűjtőtartályba vezetjük. Üzemünk polimér termékét az acélműben a fűtő pakurához keverjük és így tüzelésre szolgál.

Az olajjal működő benzolkinyerés előnye a régebbi, kisebb kapacitású, szilárd adszorbenst (aktív szenet) használó üzemekkel szemben az, hogy kevésbé érzékeny, a gázban szennyezésként jelenlevő kátránnyal, naftalinnal szemben — ugyanis ez a két szennyezés az aktív szén finom likacsait eltömi — csökkenti az adszorpció képességet, ez pedig ha a kinyerés hatásfokát állandó értéken kívánjuk tartani, a fajlagos adszorbens felhasználást növeli. Aktív szénnel ugyan tisztább, de csak egyféle nyersbenzolt nyerhetünk, míg olajos kinyeréssel a deszorpcióhoz használt, közel ugyanolyan gőzmennyiséggel a továbbfeldolgozás szempontjából előnyösebb, könnyű és nehéz nyersbenzol gyártható. Ezenkívül a keletkező hulladékmeleg felhasználása — mint azt az üzem technikai rendje is mutatja — állandóan biztosítva van, így tehát az olajos benzolkinyerő üzem jobb kalorikus hatásfokkal működik. Végül, de nem utolsó sorban, a két anyag közötti árkülönbség az, ami a kérdést az olaj javára dönti el.

A gáz tisztaságára vonatkozóan megemlítem, hogy a technikai előírások üzemünkben, az egyes tisztító berendezések után névleges terhelés mellett, a gázban a következő szennyezéseket engedik meg :

kátránytartalom.....	0,005	g/m^3, 25 C°-ú gáz,
ammóniatartalom.....	0,04	g/m^3
naftalin tart. (utóhűtő után)	0,9	g/m^3, 30 C°-ú gáz

mellett.

Az üzem által ténylegesen elért eredmények átlagban számolva a következők :

kátránytartalom.....	0,04 g/m^3,
ammóniatartalom.....	0,05 g/m^3,
naftalintartalom	0,4 g/m^3

(benzolüz. beind. előtt).

Ez utóbbi a benzolüzem indulása óta féléves átlagban a mosótornyok után vizsgálva 0,2 g/m^3-re csökkent.

Mindebből látható, hogyha az üzemi tisztító berendezéseket a névleges terhelés alatt járatjuk,

még sem kapunk jobban tisztított gázt, a kinyerőben a fajlagos abszorbens felhasználás sem éri el az irodalmi 120 kg/t benzolt.

Végül még az üzem műszerezését is röviden ismertetem. A kinyerőben felszerelt műszereket három csoportba oszthatjuk:

1. mennyiségmérő és regisztráló műszerek,
2. automatikus mérő, regisztráló és szabályozó műszerek,
3. mérő és regisztráló műszerek.

Az 1. és a 3. csoportba tartozó, felszerelt és jókarban tartott műszerek kifogástalanul működnek. A 2. csoport műszerei csak részben kerültek felszerelésre, ugyanis a műszerek érzékelő (mérő) és regisztráló részei megvannak, de a szabályozó, ill. végrehajtó mű hiányzik. Ezek hiányában az üzemen belül mindent a megfelelő armaturák kézzel való mozgatásával szabályozunk, pedig épp e hiányzó műszerek lettek volna hivatva az üzem legkényesebb változóinak automatikus szabályozására, így a mosótornyokra és az olaj regenerátorra adagolt olaj mennyiségének állandó értéken való tartására. A műszer vezérlését a mosótornyok, ill. a regenerátor olajszintje végezte volna. Nem utolsó sorban hiányzik a keletkezett termék egyenletes minőségét biztosító automatikus hőmérsékletszabályozó, amely a könnyű benzol gőzeinek hőmérsékletét szabályozta volna a kondenzátor előtt, az oszlopra juttatott reflux mennyiségének automatikus változtatásával. E műszer hiánya okozza mind a könnyű, mind a nehéz nyersbenzol minőségének igen erős ingadozását, amelyre a későbbiek folyamán még rátérek.

Az üzem beruházási munkái elvben 1957 december végén, a gyakorlatban 1958 január elején fejeződtek be. Az üzem beindításához ekkor a lengyelországi Nowa-Huta-i tapasztalatokon kívül egy olyan vázlatos technikai utasítás állt rendelkezésünkre, amelyben csak az egyes hőcserélő berendezések utáni hőmérsékletek voltak rögzítve, meglehetősen tág határok között. Biztosnak a mosótornyok utáni 2 g/m³ benzoltartalom és a könnyű nyersbenzol minősége látszott, amelynek e leírás szerint 100%-át 160 C°-ig kellett átpárolnia. Igaz ugyan, hogy a Központi Laboratóriumunk az Olajipari Tröszt által rendelkezésére bocsátott mosóolaj mintákat laboratóriumi módszerekkel már 1957 júliusában vizsgálta. Ezek az eredmények azonban az olaj abszorpció képességre különösen használható adatokat nem jelentettek. Ugyanez volt a helyzet a benzol deszorpciójával kapcsolatban is. Nem volt más lehetőség, mint az, hogy a tényleges üzemi állapotokat az üzem beindítása folytán kapott adatokból magunk határozzuk meg. Így a mosótornyok előtti gáz benzoltartalmát ismerve, az olaj hozzávetőleges telíthetőségének ismeretében számítást végeztünk a tornyokba feladandó olaj mennyiségére, a torony után megengedett és a Kénüzem számára még kedvező 2 g/m³ benzoltartalmat alapulvéve. Számításunk szerint a toronyra nem egészen 30 m³/óra olaj mennyiséget kellett feladni, ami az olaj 1,6—1,8%-os telítettsége mellett mintegy 2,2 l/m³ gáznak felel meg. Ezt az olajmennyiséget azonban a 70 m³/óra teljesítményű szivattyú nyomóvezetékbe épített armaturák fojtásával feladni nem lehetett, mert a tornyok permetezőit ennél lényegesen nagyobb mennyiségre méretezték. Az olajfeladási kísérletek során megállapítottuk, hogy a legkisebb feladható olajmennyiség 42 m³/óra. Ilyenképpen az olajfeladás szabályozási lehetősége miatt 45 m³ olajfeladással kezdtük meg az üzemet, ragaszkodva a technikai előírásban szereplő gőzelőmelegítő utáni 130—140 C° hőmérséklethez. Laboratóriumi vizsgálat alapján ekkor a telített olajban nem egészen 1%-os telítettséget, a mentesített olajban 0,2%-os benzoltartalmat, a mosótorony után pedig 1,42 g/m³ benzoltartalmat értünk el. Az üzemnek ebben a fázisában könnyű és nehéz benzol szétválasztás nem történt. Laboratóriumi vizsgálatok óránként szolgáltattak eredményeket, amelyből néhány óra alatt világosan láttuk, hogy a benzolabszorpciója zökkenésmentesen megy végbe, zavarmentes üzemet az olaj deszorpciójánál kellett kialakítanunk. Az első és második üzemnap után azt észleltük ugyanis, hogy a szétválasztó oszlop után a deflegmátorba és a hozzátartozó szeparátorba lökésszerűen abnormális nagy olajmennyiség kerül. Ezt súlyosbította a deflegmátorban lehülő és lecsapodó nehézbenzol is, mivel az az olajjal együtt a szeparátorba folyt és a szeparátorban az oda folyamatosan érkező forró olajtól ismét elpárolgott és gőznyomás alá helyezte a szeparátort és a deflegmátort egyaránt. E nyomás alatt levő szeparátorból olajat gravitációs úton a telített olajszivattyú elé visszaadni nem tudtunk, s akkor ezt a szeparátorban kialakuló nagy nyomásnak tulajdonítottuk. A deflegmátorban uralkodó nagy nyomás a szeparátor és még a terméktartályok kilevegőzőin is olaj, ill. termékkifuvást okozott. A tapasztalt üzemállapot ellenőrzésére gyors számítást végeztünk a lepárolandó anyagmennyiségre és a számítás folyamán az általunk nem befolyásolható tényezőket állandónak véve azt láttuk, hogy a gőzmennyiség változtatásával a folyamatot irányítani lehet. Ekkor az előmelegítő utáni olajhőmérsékletet 140 C°-ról 108 C°-ra állítottuk, s az oszlopra adagolt direkt gőzmennyiséget változatlannak hagytuk. Ilyen módon sikerült a deszorpciót simává és folyamatossá tenni. Az előbb észlelt fluktuálás olaj- és termékkifuvás megszűnt és az egész üzem szabályozása egyetlen gőztolózár mozgatásával lehetségessé vált. Az olajelválasztó szeparátorban összegyülő olaj ilyen üzemállapot mellett sem folyt rá a telített olajszivattyú szívóoldalára, melynek behatóbb vizsgálataink szerint egyszerű szintezési hiba volt az oka. Ugyanis az 1. sz. mosótoronyban tartható legalacsonyabb olajszint és a szeparátor legmagasabb olajszintje éppen megegyezett. A szeparátor tetejére egy 300 mm Ø-jű, 800 mm magas hengeres magasítást szerelve, az olaj ráfolyt a szivattyúra. Ekkor nem volt már ritka a mosótornyok utáni tizedgramm nagyságrendű benzoltartalom sem. Az első két hét alatt az olajban a berendezésekből és csővezetékekből összegyülő rozsdaiszap miatt szükségessé vált a regenerátor üzembevétele is. Az üzembevétel után a deszorp-

cióhoz és az olaj desztillációjához szükséges gőzmennyiséget a regenerátoron keresztül juttattuk a rendszerbe. Így ismét egyetlen tolózár mozgatásával volt szabályozható az üzem. Az állandó laboratóriumi ellenőrzés fenntartása mellett 1958 február 19-én vettük üzembe a desztilláló oszlopot. Mivel a könnyű és nehézbenzol minőségére vonatkozó határozott állásfoglalás nem történt, olyan terméket igyekeztünk előállítani, amelynek 100%-a 160 C°-ig átdesztillál. Az emellett adódó nehéztermék 40—42%-a 180 C°-ig, 40%-a 220 C°-ig desztillált át, 1—1,7%-ban könnyű párlatot és mintegy 16—20% naftalint tartalmazott. Az előbb említett minőségi megkötés szerint termeltünk július 1-ig, amikor a közben beindított továbbfeldolgozó üzem olyan minőségű könnyűbenzol előállítását kérte, amelynek 95%-a 160 C°-ig átdesztillál és a desztilláció utolsó cseppje a 180 C°-ot nem haladja meg. Ha a desztilláció befejezésének hőmérsékletén ±5 C° toleranciát engedünk meg és ilyen alapon termékegyenletességet számolunk, egynek véve a lepárlási hőmérsékleteket, és az ettől eltérő eredményeket 0-nak tekintjük, akkor a termékegyenletesség a VII. hóban átlagosan 0,25-nek, a VIII. hóban 0,52-nek adódik. Ez a szám mutatja leginkább az előbbiekben már említett automatikus hőmérsékletszabályozó műszer hiányát, melynek beszerzése és felszerelése nyilvánvalóan javítaná az eredményt. A keletkezett nehézbenzol minősége a bennemaradó 0,8—2,5%-ig terjedő könnyű termék és az állandóan változó naftalin mennyisége miatt különösebb jelentőséggel nem bír. Az üzem eddig elért eredményeit féléves átlagban számolva az alábbi számok mutatják :

A gáz benzoltartalma a mosók előtt	33 g/m³,
A gáz benzoltartalma a mosók után	0,36 g/m³,
A kinyerés hatásfoka	98,9%
A kinyeréshez feladott olaj mennyisége	47,8 m³/óra,
A benzollal telített olaj benzoltartalma	1,03%,
A mentesített olaj benzoltartalma	0,2%,
Az olaj iszaptartalma	0,05%.

Az aug. 31-ig termelt összes benzol mennyisége 2768,5 t, melynek átlagos megoszlása : 88—90% könnyű, 10—12% nehéz benzol. Benzolkihozat : 9,25 kg/t száraz szén, amely a száraz szénnek 0,93%-a.

Az olajfelhasználás 78 kg/t benzol, ennek egyrészét a gáz magával viszi, más részét mint polimér terméket a regenerátorból gyűjtőtartályba engedjük.

A mosásra felhasznált olaj mennyisége : 4,35 lit/m³ gáz, az irodalomban általánosan közölt 2,2 lit/m³-rel szemben. Ennek okáról az előbbiekben már szóltam.

Gőzfelhasználásunk : 8,4 kg/kg benzol. Ez az érték 1,4—2,0 kg-mal több, mint az irodalomban közölt gőzfelhasználások.

Az 1 m³ gázra eső olajmennyiségből, valamint a telített olaj benzoltartalmából látszik, hogy a kinyerésre felhasznált olajmennyiség lényegesen nagyobb, mint ami feltétlenül szükséges. Ez az előbb említett gőztúlfogyasztást is megmagyarázza mivel a többlet gőzmennyiséget e többletolaj melegen tartása emészti fel.

A benzolkinyerő beindítása óta, kilencedik hónapja van üzemben ezért az eredmények, amelyekről beszámoltam, nem véglegesek. Az üzemet még ma is beállítás alatt levőnek tekintjük. Fenti eredmények pusztán csak elképzeléseink egy részét igazolják, amelyekkel az üzembevételt és a beállítást elkezdtük. Ahhoz, hogy ez a berendezés teljesen kézbentartható legyen, állandó üzemviszonyokat és helyes, lehetőleg műszeres mérési módokat kell teremteni. Ennek befejezése a következő feladat lesz.

A gázkondenzációs részleg másik nagyobb egysége a szulfát üzem, melyről csak annyit említek meg, hogy a féldirekt eljárással működő telítőnk igen jó üzemi sajátságokat mutat. Huzamosabb időn keresztül átlagban 99,7—99,8%-os ammónia kinyerési hatásfok is elérhető a nálunk szabványos 94—96%-os tömény ipari kénsav használata mellett. E berendezéssel eddigi tapasztalataink szerint előforduló legkellemetlenebb üzemi állapot az anyalúg időszakos habzása. Ez nemcsak a fajlagos kénsavfelhasználás növekedését, hanem a berendezésből való nagyobb mérvű elfolyáskor a savtálca saválló burkolatának és a közvetlen üzemi elfolyónak, de ezen keresztül az egész vállalat csatornahálózatának meghibásodását is jelentheti. Ezeken kívül még az a veszély is lehetséges, hogy a gáz útját elzáró vízzár helyét hab tölti ki, ami gázkifujást és végső fokon tüzet okozhat. A probléma és annak megoldása első pillanatban igen egyszerűnek látszik, azonban csak az ok megszüntetésével érhető el a helyes és megbízható megoldás. Ennek érdekében a habzás lehetőségeinek fokozatos kizárásával kezdtük a vizsgálatot. Elsősorban a gázvízfeldolgozóból kikerülő ammónia-vízgőz lehülésekor képződő kondenzátum elvezetéséről gondoskodtunk, hogy az a telítőbe ne folyhasson. E gőzelegy ugyanis széndioxidot, ammóniát, valamint ammóniumkarbonátot is tartalmaz, amely utóbbi savas körülmények között megbomlik és hirtelen széndioxid válik szabaddá, ami az ugyancsak ammónia desztillációval bekerülő olajokkal és fenolokkal a habzást előidézheti. Az anyalúg habzása azonban nem szünt meg, pedig közben olyan időszak is volt, amikor az ammónia desztilláció teljesen szünetelt. A habzás előidézőjének a piridin üzemből visszafolyó piridinmentesített anyalúgot is véltük, mivel ammóniumkarbonát innen is kerülhetett a telítőbe. A visszafolyó oldat elvezetéséről gondoskodtunk, de a habzást megszüntetni ezzel sem sikerült. Egyéb tényezőt nem találva, világossá vált, hogy a használt kénsav minősége okozza az időszakos habzást. Ennek felderítésére a beérkező kénsav mintáját rázás közben vízzel elegyítjük és egyes szállítmányból keletkezett oldat gyenge habzását tapasztaljuk. Hogy a kénsavon belül e habzást mi okozza, még nem sikerült felderíteni, mert sem a kénsav arzéntartalma, sem nitrogénoxid tartalma nem nagyobb, mint az általában szokásos.

A habzás mértékét az anyalúg kátránytartalma csillapítja. Az ilyen módon történő habzásgátlás üzemi szempontból kényelmes ugyan, azonban veszélyes dolog, mivel a gáz nagyobb kátránytartalma a berendezés ellenállásának növekedését, az anyagvezetékek eldugulását és az ammóniumszulfát külső alakjának romlását jelentheti. Az Ásványolaj Értékesítő Vállalat katalógusában szereplő 40% növényolaj tartalmú, habzásgátlónak mondott olajat is kipróbáltuk a habzás megszüntetésére, vagy legalábbis mérséklésére, tapasztalataink azonban a kívánt hatással szemben éppen ellentétesek voltak, mert ez az olajféleség a habzást szembetünő módon elősegítette. Jelenleg csillapításra tisztított, egyszer már használt ásványolajat használunk, amelyből egyszerre 30—40 liter az anyalúghoz öntve észrevehető kedvező változást jelent az üzem állapotában.

Az üzem további problémái — melyekre a technikai előírások nem térnek ki — nagyobb részben a gázvíz feldolgozással kapcsolatosak. Az üzem beindítását s beállítását nemcsak a kapott és rendelkezésünkre bocsátott technikai utasítások vázlatossága nehezítette, hanem a gázvíz magas kátránytartalma is, amely mindjárt kezdetben az ülepítő kapacitás elégtelenségére mutatott, ami pedig a II. blokk üzembelépésével csak súlyosbodni fog. Ezen a téren a legközelebbi jövőben egy kátrányleválasztó oszlop beszerelésével szándékozunk segíteni, azonban ez a probléma megoldásának csak egy részét jelenti, s az üzemben kinyert nyers termékek minőségét csak egy esetben, a nyers piridin esetében érinti. Az anyalúgban piridinszulfátként, ammóniumszulfát mellett, megkötött nyers piridin kinyeréséhez szükéges ammónia gázt az NH_3 desztilláló szolgáltatja. Ez a gáz azonban a víz kátránytartalma miatt igen sok olajat tartalmaz, ami az anyalúg-semlegesítőben lejátszódó semlegesítés és vízgőz desztilláció során a nyers termékbe is bekerül, sok esetben 50—60%-os mennyiségben. Az üzem indulásakor a pridinkinyerőt folyamatos üzemként kezeltük és benne 2 m^3/ó anyalúgot dolgoztunk fel, az akkor nyert termék piridinbázis tartalma alig érte el a 220 g/litert. Ekkor a semlegesítő ólombélésének és a kondezátor meghibásodása miatt hosszabb üzemszünet következett. Ebben az időben az anyalúg piridintartalmát vizsgálva, azt tapasztaltuk, hogy 48—50 C°-os anyalúg hőmérséklet mellett benne a piridin 40—50 g/l-re növekszik, ami 14—16 órás kinyerési üzemmenet mellett 15 g/l-re csökkent, s a kapott nyers termék bázistartalma eléri a 670 g/l-t is. Az anyalúg ismételt felkoncentrálódásának ideje 3—4 nap. Periodikus üzemmenet mellett az anyalúg piridin szintje állandó marad, s a termék minőségének, a gázvíz kátránytalanításával további javulását várhatjuk, ami a nyerspiridin továbbfeldolgozását könnyíti meg. Természetesen az előbb említett 40—50 g/l koncentrációig nem megyünk el, mert e piridinkoncentráció mellett a gázzal elmenő piridin mennyisége a napi hozam 50%-a is lehet, ami azt mutatja, hogy a 40—50 g/l értékkel az egyensúlyi koncentrációt értük el. A továbbiakban is az optimális kinyerési koncentráció meghatározására számításokat és vizsgálatokat fogunk végezni, hogy a legmegfelelőbb üzemi viszonyokat kialakíthassuk.

A fentiek még korántsem jelentették 14—16 órán belül az üzemmenet folyamatosságát is, mivel a vízgőzdesztillációval összekötött semlegesítés folytán a kondenzátorba kondenzálhatatlan gázok is kerültek, ami az egész rendszerben nyomás emelkedést jelentett. Amikor lényegében megszünt a piridinmentesítés, a nyomás csökkentésére a kondenzátort egy vezetéken át a gázszívó vezetékkel lehet összekapcsolni. Így a gőzökkel együtt kikerülő piridin visszavezethető a telítő előtt a gázba, s innen ismét kinyerhető. Tehát a piridinveszteség csökkenthető. Ez a vezeték azonban a gőzökből származó kondenzátum miatt egy-két óra alatt eldugul. A csőből kifolyó folyadékot a laboratóriumban megvizsgáltattuk, s ennek piridin tartalma elérte a 100—130 g/l-t is. E dugulás kiküszöbölésére az összekötő vezeték-darabba egy vízzel hűthető csöves hőcserélőt szereltünk. Az ebből kifolyó kondenzátum a szeparátorban keveredik a tulajdonképpen kondenzátorból kikerülő termékkel. E kis hőcserélő beépítésével a rendszer nyomása tetszés szerint szabályozható. Ez a kondenzátorban kiváló vízben az ammónia és CO_2 oldhatóságára nézve fontos momentum, mert a fokozódó ammónia és CO_2 oldás a szeparátor vízében oldódott piridinveszteséget csökkenti, ami normális üzem mellett nem haladja meg az 5—7 g/l-t.

A gázvízfeldolgozó üzemmel legszorosabban összefüggő Koppers-féle fenoltalanító volt az utolsó üzemi egység, amelynek beindítására sor került, s amelyről a technikai utasítás azt a felvilágosítást adta, hogy 18—20% fenoltartalmú nátriumfenolát oldat előállítására is alkalmas egy termékcirkulációs rendszer kialakításával.

Az üzem leglényegesebb műszereinek hiánya és a felszerelésre került szivattyuk hibáit nem említve, közel egy éves, több megszakítással való üzem után sem tudtuk a termék fenoltartalmát 14,5%-a fölé növelni. Ez az eredmény is csak időszakos, melynek oka vizsgálataink szerint az, hogy a fenoltalanítást megelőző, savtalanítás során — sok esetben — a gázvíz fenoltartalma 30—40%-kal is csökken. Bár a CO_2 és H_2S mentesítés hatásfoka ennél lényegesen jobb, mégis a két savanyú alkatrész összmennyisége gyakran eléri a 0,45—0,5 g/l koncentrációt is. Ez pedig a cirkuláltatott fenolát oldat nátriumkarbonát szintjét erősen megemeli. Az oldatból, ha a körülmények úgy alakulnak, a CO_2 a fenolt kisavanyítja, amely nátriumkarbonáttal átszőve a csővezetékekben, armaturákban és a termékgyűjtő tartályban rozsdavörös kristály alakjában 90%fenol, 0,3—0,4% nátronlúg és némi nátriumkarbonát tartalommal jelentkezik. Ennek elkerülésére legcélszerűbbnek látszik 10—12% fenoltartalmú fenolát oldatot gyártani és a kátrányfeldogozó üzem beindulása után a fenolmentesítés során nyert oldatot — amely még szabad nátronlúgot tartalmaz — ott kátrányolaj fenoltalaní-

tásra használni. Így a fenoltartalom 20—22%-ra emelhető és ez biztosítja a szállíthatóságát a feldolgozó üzem felé. Ezt a megoldást egyébként a tervelőírás is tartalmazza.

E rövid beszámolón keresztül szerettem volna bemutatni azokat a nehézségeket, amelyekkel az üzem megindítása során szembekerültünk. Felsorolva, azt is, hogy ezek megoldására mit tettünk és milyen eredményt értünk el, még azokat az intézkedéseket is beleszámítva, amelyek nem feltétlenül hoztak véglegesen pozitív eredményt. A hibák konkrét felderítésével részünkre az elkövetkezendő idők tennivalói is adottak. Ezek kiküszöbölése mellett elsőrendű feladatunk a leggazdaságosabb üzem megvalósítása, amelyhez szükséges anyag- és energianormák kidolgozása már folyamatban van. Emellett természetesen nem felejtkezünk meg arról sem, hogy a melléktermék kivonás hatásfokát emeljük, s a kinyert terméket könnyebben értékesíthető finomságúra dolgozzuk fel, amellyel a kohókoksz önköltségét csökkenthetjük. Ezeken kívül foglalkozunk értékesebb termékek előállításával, s ha az üzemmenete ezt engedi, félüzemi és üzemi kísérleteket végzünk a megvalósítás lehetőségének vizsgálatára. Ezen az úton már jelentős lépést tettünk, gondolok itt elsősorban a még ez évben (1958) beindításra kerülő ciánhidrogén mentesítő ammóniumrodanid, a jövő év elején megvalósításra kerülő piridinfinomító üzemre, a távolabbi jövőben ammóniumklorid és diammóniumhidrofoszfát gyártásra, esetleg etilénkinyerésre is.

Nagyolvasztó béléstégla gyártására irányuló kísérletek a Budapesti Tűzállóanyaggyárban 1951—1958 között

NAGY FERENC

DK.: 666.763:669.162.2

Опытная производства огнеупорных кирпичей для доменных печей на будапештском заводе огнеупорных материалов в 1951—1958 гг.

Fabrikationsversuche zur Herstellung von Formsteinen für die Ausmauerung von Hochöfen in der Fabrik für feuerfeste Materialen, Budapest, in den Jahren von 1951—1958.

Works experiments on producting fire-bricks for blast furnace linings in the Works for Fire Resisting Materials, Budapest, during 1951—1958.

Mielőtt a nagyolvasztó falazására szolgáló, nagy törőszilárdságú tégla gyártás problémáival foglalkoznék, rövid áttekintést kívánok adni a nagyolvasztófalazat igénybevételéről.

Ismeretes, hogy a nagyolvasztóban két — egymással ellentétes — anyagmozgás megy végbe. A beadagolt szilárd elegy lassan lesüllyed, a gázalakú termék pedig nagy sebességgel halad felfelé, miközben hőmérséklete 1200 C°-ról 250—400 C°-ra csökken. Az elegy megolvadása során kémiai és fizikai hatást gyakorol a falazatra. A folyékony nyersvas a medence fenekét állandóan marja és arra ferrosztatikus nyomást gyakorol. A ferrosztatikus nyomás következtében behatol az illesztések legkisebb hézagaiba is és ott roncsoló hatást fejt ki. A medencefalazat a fentieken kívül még a salak maró hatásának is ki van téve.

A fúvóövben, ahol a koksz ég, a falazatot nagy hőmérsékletű gázok támadják meg. A nyugvó falát a megolvadt és lefelé csorgó salak marja. A levonuló anyagoszlop és a lefelé haladó daraboskoksz erősen koptatja az akna falát. A fal felső részében aránylag kis hőmérséklet van, de az adagolt elegy koptató hatása itt különösen nagymérvű. Az elmondottakon kívül ZnO, MnO és vasvegyületek katalitikus folyamatával keletkező karbon romboló hatása is érvényre jut.

A vázolt üzemi viszonyok között a nagyolvasztó falazásához használt tűzállótéglákkal szemben a következő követelményeket támasztják :

1. ellenállás az elegy mechanikai hatásával szemben,
2. ellenállás a salak és vas vegyi hatásával szemben,
3. nagy tömörség, kis gázáteresztőképesség,
4. nagy kezdeti lágyuláspont, megfelelő tűzállóság,
5. alak- és méret helyesség.

Kísérleteinkhez az elmondott követelmények kielégítését a szovjet szabvány fizikai és kémiai előírásainak megfelelő samottégla előállításával láttuk biztosítottnak.

Az irodalmi adatok alapján végzett kísérletsorozat sikere tette lehetővé a célul kitűzött ismérveknek megfelelő nagy törőszilárdságú téglák legyártását a diósgyőri nagyolvasztó számára.

A kísérleteket a következőképpen csoportosítottuk :

a) a fiziko-kémiai ismérveknek megfelelő tűzállóanyag kiválasztása,

b) az őrlési finomság és a szemcse összetétel befolyása, továbbá a keverési idő tartamának és az égetés hőmérsékletének és tartamának megválasztása.

Az eredmények alapján kötőagyagként opatovitzi F. I. d. anyagot petényi agyaggal keverve, soványító anyagként pedig blosdorfi SP palát használtunk.

Őrlési kísérletek

Az őrléskor a kívánt 2,0—2,1 g/ml térfogatsúly és 9—10% vízfelvevőképesség, valamint a szükséges tömörség elérése céljából arra töreked-

tünk, hogy a szemcseösszetétel a módosított Fuller-görbének megfelelő legyen. Az így gyártott próbák vizsgálati eredményei azt mutatták, ügyelni kell arra, hogy a nagyobb szemcsék kemény, tömör, nem hasadó anyagból legyenek. A lágyuláspont és törőszilárdság meghatározásokból arra lehetett következtetni, hogy a durva szemcsékkel soványított tégláknak kisebb a szilárdsága és kisebb a lágyuláspontja akkor, amikor a durva szemcsézet csak a közép-frakcióban jelentkezik. *Brzesky* szerint ennek az a magyarázata, hogy nagyobb szemcséknek az egymással érintkező felületrészecskéi kisebbek és nyomás hatására könnyebben csúsznak el (1. táblázat).

1. táblázat

Szemcse finomságból adódó felületnövekedés Brzesky szerint

3,0 mm szemcséből	1	kg	0,72 m²	felület
1,0 mm szemcséből	1	kg	2,23 m²	felület
0,3 mm szemcséből	1	kg	7,50 m²	felület
0,1 mm szemcséből	1	kg	22,30 m²	felület

A soványító anyag finom őrlése, a kötőagyag finom őrlését is megkívánta abból a célból, hogy ez a szemcsék közötti hézagokat kitöltse és a szemcséket összetartsa. A finomabb szemcseösszetétel — a megnövekedett reakció felület folytán — nagymértékben elősegítette a samottanyag aránylag kisebb hőmérsékleten való égetését. Végeredményben a fizikai vizsgálatok alapján láthattuk, hogy a finom őrlés jelentősen befolyásolja a samottanyag minőségét. Kihat a hideg nyomószilárdságra, a lágyuláspontra, a vízfelvételre , a térfogatsúlyra, a hőingadozásra. Megállapítottuk, hogy a hőingadozással szemben való ellenállás — amit a szemcseösszetétel nagymértékben befolyásol — fordított arányban áll a nyomószilárdsággal.

Keverési kísérletek

A gyártáshoz használt anyagokat 65% soványító anyag és 35% kötőagyag aránynak megfelelően adagoltuk. Az anyag nedvesítéséhez szükséges vizet az égetett őrleményre eresztettük és 1,5 perces keverés után adagoltuk az agyagőrleményt. A masszát 8 percnyi keverés után 5 mm lúkbőségű szitával ellátott görgősjáratba vittük, ahol együttőrlés útján utókeverést is végeztünk.

Megjegyezni kívánom, hogy a gyártáshoz felhasznált anyagokat bányanedves állapotban súly szerint adagoltuk.

Sajtolási kísérletek

A kísérletek alkalmával félszárazon sajtoltunk. A szükséges nyomás megállapítása érdekében több kísérletet végeztünk és megállapítottuk, hogy a sajtolandó samott-massza nedvessége és a használt nyomás nagysága között fordított a viszony, minél nagyobb a nedvesítés, annál kisebb nyomás szükséges. Mivel félszáraz sajtoláshoz a masszában lévő kevés vízmennyiség is megfelel, a tapadás eléréséhez a nyersanyagot a sajtoláskor olyan nyomással kellett tömöríteni, hogy a kis mennyiségű víz is teljesíthesse a tapadást elősegítő feladatát.

A gyakorlat azt mutatta, hogy az 500 t-s préseinken 300 kg/cm² fajlagos nyomással a legjobb eredményt 7—8% nedvességtartalom biztosította.

Kísérleteink igazolták, hogy a nedvesebb, azaz a képlékenyebb massza nehezen légtelenítható és az ilyen masszából gyártott téglában — az optimálisnál nagyobb nyomással — a nyomás irányára merőleges rétegződés, *kártyásodás* keletkezik.

A levegő eltávolítására és a szükséges nyomás megállapítására, valamint annak bizonyítására, hogy a sajtoláskor a nyomás mennyire befolyásolja a tégla minőségét, több kísérletsorozatot végeztünk, növekvő fajlagos nyomással, levegőztetés nélkül, valamint egyszeri és kétszeri levegőztetéssel (2. táblázat).

2. táblázat

Sajtolási és levegőztetési kísérlet

Megjelölés	Nyomás nagysága kg/cm²	Levegőztetés mértéke	Nyomószilárdság, kg/cm² átlag
A	80	Levegőztetés nélkül	148
A/1	80	Egyszeri levegőztetéssel	149
A/2	80	Kétszeri levegőztetéssel	151
B	240	Levegőztetés nélkül	192
B/1	240	Egyszeri levegőztetéssel	198
B/2	240	Kétszeri levegőztetéssel	210
C	300	Levegőztetés nélkül	210
C/1	300	Egyszeri levegőztetéssel	235
C/2	300	Kétszeri levegőztetéssel	245

A kísérletekhez azonos gyártású présmasszát használtunk, a sajtolást ugyanazon a gépen, azonos körülmények között végeztük. A kísérletsorozat égetését egy kamrában, egymás mellé rakva végeztük. A próbagyártást megismételve, majd később, az üzemszerű gyártás ellenőrzésekor mindig közel azonos vizsgálati eredményeket kaptunk.

A jól sajtolt nyerstéglák törőszilárdsága 12—16 kg/cm² volt, 8% nedvességtartalom mellett, majd a lassú kiszárítás után a törőszilárdság elérte a 20—30 kg/cm² értéket.

Égetés után a sajtolási kísérletekből a következőket lehetett megállapítani : A fajlagos sajtolási nyomás nagysága befolyással van a hideg törőszilárdságra. Fokozása — bizonyos mértékig — lehetővé teszi az égetés hőmérsékletének csökkentését. Megállapítottuk továbbá, hogy a nyomószilárdság növekedésével — jól égetett téglának — növekszik a térfogatsúlya. A téglákat az elvégzett kísérletek alapján kétszeri levegőztetéssel sajtoltuk és az esetleges kártyásodást kopogtatással ellenőriztük.

Égetési kísérletek

A sajtolt téglákat Hoffmann-rendszerű körkemence még meleg kamráiba hordtuk be, hogy ott a tégla lassan kiszáradjon, mert azt tapasztaltuk, hogy a gyors száradástól keletkező vízgőz

gyors eltávozása fellazítja a tégla szerkezetét és ezzel a törőszilárdsága csökken. Az égetésre behordott téglákat a szokottnál ritkábban raktuk. Az égetés hőmérsékletét 16—17-es számú Segergúlával ellenőriztük.

A nagyolvasztótégla égetéséhez a nagy hőmérsékletet *Grofcsik János* és *Sasvári György* korábbi kísérletei, valamint saját tapasztalataink alapján állítottuk be (4).

Az égetés hőmérséklete, a törőszilárdság, valamint a lágyuláspont közötti összefüggést a 3. táblázaton látható kísérleti eredmények mutatják.

3. táblázat

Az égetés befolyása a fizikai állandókra

Égetési hőmérséklet, C°	Maximális hőmérsékleten tartás tartama órában	Nyomószilárdság, kg/cm²	Látszólagos porozitás, %	Lágyuláspont kezdete *Ta* = C°
1000	2	92	34	1270
1100	2	119	32	1320
1200	2	110	33	1320
1300	2	228	26	1410
1400	2	413	21	1420

A fenti módon gyártott téglákat a NEVIKI-nél röntgenográfiailag megvizsgálták és 53% mullittartalmat állapítottak meg. Az 5% vizsgálati pontosságot tekintetbe véve megállapíthatjuk, hogy a vegyelemzéssel kimutatott Al_2O_3 mennyisége, majdnem teljes egészében mullittá alakult át.

Az elmondott gyártási eljárás módosításához ösztönzést a Szovjetunióból időközben beérkezett kohótégla szebb alakja és jobb minősége adott (4. táblázat), mivel nézetünk szerint ezeket nemcsak a gyártáshoz felhasznált nyersanyag okozta. Egyúttal ki kívántuk küszöbölni a gyártás során a kemence alsó soraiba rakott téglák deformálódását, amelyet a nagy égetési hőmérséklet okozott.

Az előző tanulmányok, valamint *Barczi Mátyás* és *Pál József* (1) lengyelországi útjáról kapott útijelentés alapján áttértünk a sklikkerrel való nedvesítésre. A sovanyító anyag mennyiségét 65%-ról 75%-ra növeltük, s abból a célból, hogy a sajtolt tégláknak égetéskor kellő szilárdságuk legyen, a slikkerbe szulfitlúgot tettünk. Folyósító anyagként Na_2CO_3-at használtunk. A slikkerrel gyártott massza nedvességtartalma 9% volt. Sajtolási nyomást a korábbi 300 kg/cm² értéken tartottuk.

Az ismertetett gyártáseljárás szerint előállított téglák összes zsugorodása 3—3,5% volt.

1958-ban életbe lépett a Vaskohászati Igazgatóság házi szabványa, amelynek megfelelő pontos méretű téglák előállítása, az ismertetett gyártáseljárás szerint nehézségekbe ütközött. A méret eltéréseket a sajtoló formák kopásából eredő hibák növelték.

A jobb minőség és nagyobb méretpontosság biztosítása érdekében kidolgoztuk az üzemi adottságnak megfelelően a soksamottos (SG.) gyártáseljárást. Ezzel az eljárással a száradási és égetési zsugorodás 0,75%-nál kisebb, azaz a nyers méretre ellenőrzött tégla égetés után még a megengedett méréthatárokon belül van. Az eljárás előnye az, hogy az igen nagy hőmérsékleten égetett (1480—1500 C°) sovanyítóanyag csak kb. 15% porozitású, tehát kiváló tömörségű. Ezen az égetési hőmérsékleten az agyagásványok mullittá alakulnak és az így keletkező krisztobalit a mindig jelenlevő kvarcszennyeződéssel a vasszilikát képződéséhez kedvező feltételt biztosít, tehát a vas az anyagban mint vasszilikát van jelen, és ez kedvező abból a szempontból, hogy e vegyület nincsen katalitikus hatással a szénmonoxiddal szemben.

Ugyanis a szénmonoxid tartalmú kemencelégkörben 600—800 C° között a samott szövete sokszor jelentékeny fellazulást szenved, mert benne a $2\,Co \rightarrow C + CO_2$ reakció folyamán képződő karbon lerakódik. A Boudouard-egyenlet egyensúlygörbéjéből megállapíthatjuk, hogy a reakció csak 400 és 1000 C° között megy végbe és e határokon belül 600—800 C° között a legkönnyebb. A lerakódás ferrioxid tartalmú pontokon következik be, mivel a ferrioxid ferrooxiddá redukálódik, utóbbi pedig katalizálja a fenti reakciót. A karbon lerakódás miatt a samott szétmorzsolódhat. *Rowen* és *Green* mérései szerint (5) a vasoxidok karbonból térfogatuk hetvenszeresét képesek lekötni és a karbonlerakódás közben a téglában a nyomás kb. 1200 kg/cm²-re is nőhet. Hasonló hatása van a szénhidrogéneknek, amelyek valószínűleg krakkolódás közben hoznak karbonlerakódásokat létre.

Az 1%-nál kisebb száradási és égetési zsugorodás elérésére a jól zsugorodó G 2 agyagot 1450—1470 C° hőmérsékleten égettük.

Az égetett agyag vizsgálati eredménye : vízfelvétel 8%, térfogatsúly 2,2 g/ml.

Az égetett agyagot granulátorbetétes törőn aprítottuk, az 5—10 mm szemnagyságú frakciót leválasztottuk. A fennmaradó égetett agyag egyrészét 3 mm-es, másik részét 5 mm-es szitával ellátott görgősjáraton, a maradékot pedig kalapácsosmalmon 0—1 mm finomságúra őröltük. A leőrölt égetett agyagból adagonként lemértünk :

570 kg kalapácsosmalmon őrölt 0—1 mm szemnagyságot,

178 kg Kolleren őrölt 0—3 mm szemnagyságot,

66 kg Kolleren őrölt 0—5 mm szemnagyságot,

43 kg granulátoron nyert 5—10 mm szemnagyságot.

SG. tégla présmassza készítése

Eirich rendszerű keverőbe először a legdurvább szemcsét adagoltuk, majd a későbbiekben elmondott módon készített slikker 1/3-át. Ezután a következő két szemcsefrakciót adagoltuk be, végül a maradék slikkert, majd 5 percnyi keverés után 110 kg-os kalapácsos malmon őrölt G 2. agyagot és további 8 percig kevertük. A kötőagyag nedvességtartalma 11,3% volt. Az így előállított masszát 48 óráig, letakarva pihentettük. A massza nedvességtartalma ekkor 11,2% volt.

A pihentetett masszát lapáttal adagoltuk a présformába, 360 kg/cm² nyomással sajtoltuk és a kemence légterében 5% nedvességtartalomig szárítottuk. A lesajtolt téglákat a kemence teljes kereszt-

4. táblázat

Nagyolvasztó téglák minőségi ismérveinek összehasonlító táblázata

Előállító ország és vállalat megnevezése	Szabvány v. minőségi jelzés	Kémiai összetétel %-ban		Tűzállóság SK	Lágyuláspont kezdete Ta = C°	Térfogatsúly g/cm³	Vízfelv. %	Látsz. poroz	Nyomásszilárdság kg/cm² 20 C°-on	Utózsugorodás 2 órán át lineárisan		Gázáteresztő képesség a sajtolás irányában mérve cgs rendszer	Hőingadozás	Megjegyzés
		Al_2O_3	Fe_2O_3							C°	%			
Magyarország.....	MSZ 5915	40	3,5	34	1380	—	—	22	300	1400	1,0	—	—	
Magyarország.....	háziszabvány	40	2,5	34	1420	2,0	11	—	480	1400	0,4	—	—	
Szovjetunió	GOSZT 1598	39	1,6	33	1400	—	—	19	400	1400	0,2	—	—	
Csehszlovákia.....	CSN 72.6107	39	2,4	33/34	1440	2,1	9	—	350	1400	0,5	—	12	
Németország	DIN 1.087	40	2,5	33	1300	—	—	27	150—200	1500	1,0	—	—	
Lengyelország	—	42	2—2,6	33	1430	2,05	11	22	350	1400	1,0	—	7—8	Barczi M. és Pál J. útijelentése
USA.....	—	40	2,0	33/34	—	2,2		11—22	400—700	1400	0,2	—		Prospektus adatai
Anglia	—	42	—	33/34	1340	2,0	—	24	145—200	1500	1,0	0,16	30	Prospektus adatai
Németország HSH	DURIT	42	2,0	34	1520	2,1	9,0	19	300	1400	0,0	—	22	Prospektus adatai
Németország ..... DIDIER	Maxial AH	40—42	1,5	33	1450	2,1—2,2	—	16—19	400—500	—	—	—	—	Prospektus adatai
Bp. Tűzálló	régi gyárt.	41	2,0	34	1390	2,0—2,1	12	—	300	1400	0,9	—	—	Bp.-i Tűzálló vizsg. adatai
Bp. Tűzálló	új gyárt.	39,6	2,0	34	1420	2,1	10,1	—	390	1400	0,4	0,03	13	Bp.-i Tűzálló vizsg. adatai
Bp. Tűzálló	SG kísérlet	41	2,0	33	1430	2,1—2,2	—	17—18	420—550	1400	0,1	0,02	20	Bp.-i Tűzálló vizsg. adatai

metszetében — több helyen elosztva — 16 SK-nak megfelelő hőmérsékleten kiégettük.

Száradási és égetési zsugorodás 0,5% volt. A zsugorodás nem egyenletes, mert a tégla hosszirányában 0,4% és szélességében 0,6%.

Slikker készítés

2 kg dextrin 10 l meleg vízben oldva,

40 kg jaroslawi agyag kalapácsos malmon őrölve és

50 l víz.

A nagyobb méretpontosságú téglák előállítása érdekében célszerű a téglákat méretre csiszolni, ami természetesen többletköltséggel jár. A soksamottos tégla gyártása munkaigényességénél fogva drágább, de valószínű, hogy a költségtöbblet a könnyebb falazási munka és a jobb minőségből eredő nagyobb tartósság révén megtérül.

A régi és az újabb slikkeres gyártáseljárással előállított nagyolvasztótégla, valamint az SG. gyártási kísérletek folyamán előállított kísérleti téglák fiziko-kémiai ismérveit a 4. összehasonlító táblázaton találhatjuk.

IRODALOM

[1] *Barczi M.—Pál J.:* Útijelentés.
[2] *Budnikov, P. P.:* Technologie der keramischen Erzeugnisse einschliesslich der feuerfesten Baustoffe. 1953. VEB. Verlag Berlin.
[3] *Furnas, C. C.:* Verlauf einiger den Keramiker interessierenden Reaktionen. Die Zerstörung des Hochofenfutters durch Ablagerung von Kohlenstoff. Journ. Amer. Ceram. Soc. 15 (1936) N 6, S. 177—186, 9 Abb.
[4] *Grofcsik J.:* A keramia elméleti alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest 1950.
[5] *Dr. Kismarty L.:* Tűzálló anyagok. Műszaki Könyvkiadó. 1956.
[6] *Sasvári Gy.:* A durva kerámiai szárítás műszaki fejlesztésének fizikai alapjai. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat Budapest. 1953. Kézirat.
[7] *Dr. Szabó L.:* Tűzálló építőanyagok. Mérnök Továbbképző Intézet 1953.

A fémek kristályosodásának termodinamikája

HORVÁTH AURÉL, okl. kohómérnök, tanszékv. egy docens

DK : 669.065.5

Термодинамика кристаллизации металлов

Thermodynamik der Metallkristallisation

Thermodynamics of metal crystallization

Az ismert termodinamikai függvények (entalpia, entrópia, szabad energia, termodinamikai potenciál stb.) jól felhasználhatók a nagyszámú részecskékből álló (makroszkópos) rendszerek viselkedésének és törvényszerűségeinek leírására, a néhány részecskéből álló csoportosulások jellemzésére azonban már nem, illetve csak megfelelő módosítással. Ennek oka az, hogy itt olyan tényezők is jelentkeznek, sőt túlsúlyra jutnak, amelyek a makroszkópos rendszerekben elhanyagolhatók (pl. térkitöltési viszonyok, felületi feszültség, ill. energia stb.) és amelyeket a szokásos termodinamikai függvények általában nem vesznek figyelembe.

A folyékony halmazállapotú testek kristályosodásakor kialakuló kristálymagok esetében kifejezetten néhány részecskéből álló rendszerről van szó. Itt a fázis-átmenettel együtt járó térfogatváltozást és az új fázishatáron fellépő felületi erőhatásokat nem lehet elhanyagolni. A kristályosodási folyamat termodinamikai leírása, amely az alábbiakban szín-fémekre vonatkozik, csak ezeknek a tényezőknek a figyelembe vételével lehetséges.

1. A kristályosodási képesség

A néhány atomból álló kristály-góc vagy -mag csak akkor stabilis, ha a folyékony fázissal egyensúlyban van, mert ellenkező esetben abban újból feloldódik. Az egyensúlyt és ezzel a kristálymag stabilitását, végeredményben tehát az egységnyi térfogatban az időegységben keletkező magok számát, vagy más szóval a kristályosodási képességet bizonyos feltételek határozzák meg. A kristályosodás termodinamikai leírásának célja egyrészt ezeknek a feltételeknek a tisztázása, másrészt a kristályosodási képesség és a hőmérséklet között fennálló összefüggésnek képlet alakjában való kifejezése.

Egyetlen mag képződésekor az egész rendszer termodinamikai potenciáljának változása (ΔG) három részből áll: 1. a felületi (ΔG_f), 2. a térfogati (ΔG_t) és 3. a deformációs munkából (ΔG_d).

Ez utóbbi abból adódik, hogy a folyékony és a kristályos fázis atomtérfogata különböző.

A felületi munka:

$$\Delta G_f = F_\gamma \qquad (1)$$

(1)-ben F és γ a stabilis (kristályos) fázis felülete, illetve fajlagos felületi energiája.

A térfogati munkát a

$$\Delta G_t = \frac{vs}{A}(\overline{G}_s - \overline{G}_{ms}) \qquad (2)$$

képlet adja meg. (2)-ben v és s a stabilis fázis térfogatát, illetve sűrűségét, A az atomsúlyt, $\overline{G}_s$ a stabilis, $\overline{G}_{ms}$ a metastabilis fázis moláris termodinamikai potenciálját jelenti. Mivel $\overline{G}_s < \overline{G}_{ms}$, azért a (2) képlet $\overline{G}_{ms} - \overline{G}_s = \Delta\overline{G}$ helyettesítéssel egyszerűbben is írható:

$$\Delta G_t = -\frac{vs}{A}\Delta\overline{G} \qquad (3)$$

A deformációs munka:

$$\Delta G_d = k\,(V_s - V_{ms}), \qquad (4)$$

ez a stabilis (kristályos) és a metastabilis (folyé-

kony) fázis atom térfogata között fennálló különbséggel arányos.

Az elmondottak alapján egyetlen kristálymag kialakulását kísérő termodinamikai potenciálváltozás :

$$\Delta G = \Delta G_f - \Delta G_t + \Delta G_d \qquad (5)$$

(5)-ben ΔG_f és ΔG_d számok értéke mindig véges és pozitív.

A kristályosodási képességet alapvetően befolyásoló *egyik tényező a kristálymag mérete.* Ennek vizsgálatakor egyelőre figyelmen kívül hagyhatjuk ΔG_d-t. Ebben az esetben :

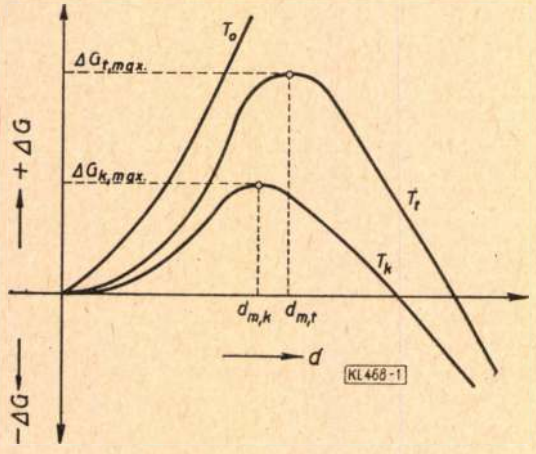
$$\Delta G = \Delta G_f - \Delta G_t. \qquad (6)$$

Ha a kristálymag jellemző méretét (gömbnek az átmérőjét, kockának az élhosszúságát) d-vel jelöljük, akkor ΔG_f d^2-el, ΔG_t pedig d^3-el arányos. A (6) egyenlet tehát

$$\Delta G = k_1 d^2 - k_2 d^3 \qquad (7)$$

alakban írható, ahol a k_1 és k_2 állandók az (1) és (3) egyenletből kiszámíthatók.

A (7) egyenletben kis d-értékeknél a pozitív előjelű első, nagy d-értékeknél a negatív előjelű második tag kerül túlsúlyra. Ezért a ΔG-t d függvényében maximumos görbe ábrázolja (1. ábra).



1. ábra. A termodinamikai potenciál változása a kristálymag méretével

A maximum koordinátái az ismert

$$\frac{d(\Delta G)}{dd} = 0$$

feltételből állapíthatók meg. Ha az ehhez tartozó kristálymag-méretet d_m-mel jelöljük, akkor a

$$\frac{d(\Delta G)}{dd} = 2 k_1 d_m - 3 k_2 d_m^2 = 0 \qquad (8)$$

összefüggésből a maximum abszcisszája :

$$d_m = \frac{2}{3}\frac{k_1}{k_2} \qquad (9)$$

A maximum koordinátája a (7) és (9) egyenletek egyesítéséből :

$$\Delta G_{max} = k_1 \left(\frac{2}{3}\frac{k_1}{k_2}\right)^2 - k_2 \left(\frac{2}{3}\frac{k_1}{k_2}\right)^3 = \frac{4}{27}\frac{k_1^3}{k_2^2} \qquad (10)$$

Mivel a $\Delta G = 0$ egyenlet egyben az egyensúly termodinamikai feltétele is, a (9)-ből számítható d_m a kristálymagnak az a minimális mérete, amely a folyékony fázissal való egyensúlyt (tehát az újbóli feloldódás elkerülését) és ezzel a mag fennmaradását biztosítja. Ha ugyanis a méret d_m vagy ennél nagyobb, akkor a ΔG-t d függvényében ábrázoló görbe leszálló ágának megfelelően ΔG csökken (1. ábra), sőt a fentiek szerint negatívvá válik, ami a folyamat fennmaradásának termodinamikai jellemzője. Ezzel szemben, ha a kristálymag mérete d_m-nél kisebb, a ΔG nő és számértékre nézve pozitív lesz. A kristályosodás tehát nem indulhat meg, vagy nem lehet tartós.

A (3) képletben szereplő $\Delta\bar{G}$ a hőmérséklet függvénye. Mivel az olvadás- vagy dermedésponton (T_0) $\bar{G}_s = \bar{G}_{ms}$, azért $\Delta\bar{G} = 0$. A (7) tehát ezen a hőmérsékleten

$$\Delta G = k_1 d^2 \qquad (11)$$

alakú lesz és folytonosan emelkedő görbével szemléltethető (1. ábra). A telítési hőmérsékleten (T_t) a görbe maximuma magasabban fekszik, mint a nála kisebb T_k hőmérsékleten. Ezért az 1. ábra szerint

$$d_{m,k} < d_{m,t} \quad \text{és} \quad \Delta G_{k,max} < \Delta G_{t,max}. \qquad (12)$$

Minél kisebb tehát a hőmérséklet, azaz minél nagyobb a túlhűtés, annál kisebb az a minimális méret, amely a fürdővel való egyensúlyt és a mag stabilitását biztosítja. A (7) ezért csak adott hőmérsékletre vonatkozik.

A (7) egyenlet és az 1. ábra alapján a kristálymag fennmaradásának és a kristályosodás állandósulásának az a feltétele, hogy a rendszer termodinamikai potenciálja ΔG_{max}-ra, a kristálymag mérete pedig d_m-re növekedjék.

A ΔG és a d a (7) szerint egymástól függnek. Ezért annak a valószínűsége, hogy a kristálymag mérete d_m-re nő, annak a valószínűségére vezethető vissza, hogy a rendszer termodinamikai potenciálja az adott ΔG értékről ΔG_{max}-ra változik.

A Boltzmann-féle képlet átalakítása után a rendszer termodinamikai valószínűsége és entrópiája egymással az alábbi kapcsolatban van :

$$W = e^{\frac{S}{k}} \qquad (13)$$

Ha a kristálymag kialakulása előtt a rendszer termodinamikai valószínűsége W_0 és S_0, a részecskék elmozdulása folytán létrejött kristálymag kialakulása után pedig W és S, akkor

$$\frac{W}{W_0} = e^{\frac{S-S_0}{k}} \qquad (14)$$

Ha a környezettől elzárt rendszerről van szó, az entalpiaváltozás : $\Delta H = 0$ és emiatt :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -T(S - S_0) \qquad (15)$$

A kristálymag kialakulásának valószínűsége tehát :

$$W = W_0 e^{-\frac{\Delta G}{kT}}, \qquad (16)$$

a d_m méretű kristálymagoké pedig :

$$W = W_0 e^{-\frac{\Delta G_{max}}{kT}} \qquad (17)$$

A (17) képlet lehetővé teszi W_0 meghatározását, mivel adott hőmérsékleten ΔG_{max} a (10)-ből, W pedig a (13)-ból számítható.

A kristálymag több atom egyesülése útján jön létre ; ehhez az atomok vándorlása szükséges. A kristálymag keletkezésének ezért nemcsak termodinamikai, hanem kinetikai feltétele is van. Ez utóbbi az atomvándorláshoz igényelt aktiválási energia. *Ez az aktiválási energia a kristályosodási képességet (P_k) befolyásoló másik tényező.*

A Maxwell-Boltzmann-féle egyenlettel kiszámítható, hogy a rendszerben levő összes atomok (N) közül hánynak (N_a) van a vándorláshoz elegendő aktiválási energiája (A).

A Maxwell—Boltzmann képlet :

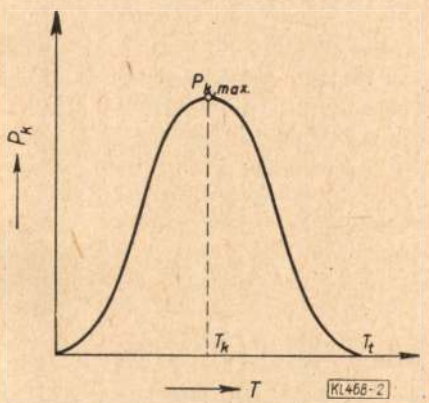
$$N_a = Ne^{-\frac{A}{kT}} \qquad (18)$$

Ha ismerjük adott hőmérsékleten d_m értékét, a vizsgált fém rácselemét, és az abban lévő atomok számát, akkor kiszámíthatjuk a kristálygóc kialakításához szükséges atomok (N_a) számát. Ha a számítást 1 gramm atomsúlynyi fémre végezzük, $N = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ és így az adott rendszer aktiválási energiája meghatározható.

A kristályosodási képességnek a hőmérséklettel való változását a (17) és (18) egyesítése után a

$$P_k = WN_a = W_0 e^{-\frac{\Delta G_{max}}{kT}} Ne^{-\frac{A}{kT}} = Ce^{\sqrt{\frac{A+\Delta G_{max}}{kT}}} \qquad (19)$$

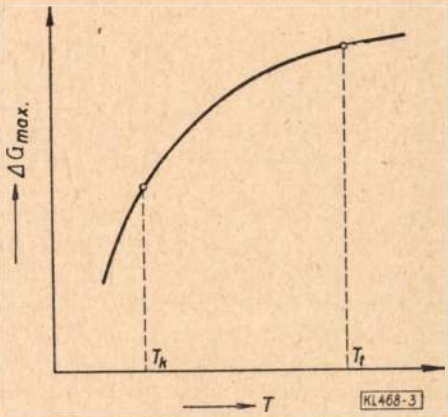
képlet, illetve a 2. ábra fejezi ki.



2. ábra. A kristályosodási képesség változása a hőmérséklettel

A $P_k = \varphi(T)$ függvény (2. ábra) értelmezéséhez a ΔG_{max}-nak a hőmérséklettel való változását kell tisztázni.

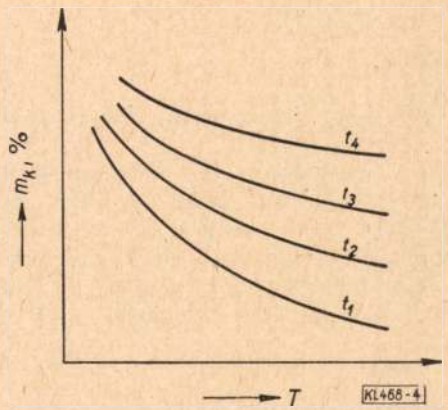
A hőmérséklet csökkenésekor (3. ábra) ΔG_{max} is kisebb lesz ugyan, de a telítettség hőmérsékletén (T_t) vagy közvetlenül alatta még nagy ; emiatt a (19) alapján P_k még kicsiny.



3. ábra. A maximális termodinamikai potenciál változása a hőmérséklettel

A hőmérséklet további csökkentésével ΔG_{max} értéke rohamosan kisebbedik. Ennek következtében a (19) és ezzel a kristályosodási képesség is hirtelen megnő és a T_k hőmérsékleten eléri a maximális értéket.

A hőmérséklet csökkenésével d_m értéke is fokozatosan kisebb lesz. Ez azt jelenti, hogy a túlhűtés (vagy túltelítés) a kisebb kristálymagok stabilitását mozdítja elő. A viszonyokat a 4. ábrán láthatjuk, amely a kristályos fázis százalékos



4. ábra. A kristályos fázis mennyiségének változása a kristályosodás hőmérsékletével és időtartamával

Mivel W_0 a (17)-ből ismert, azért a (19) C tényezője számszerűen is meghatározható. Ha A értékét a (18)-ból ugyancsak kiszámítjuk, akkor a feladatot tulajdonképpen a $\Delta G_{max} = \varphi(T)$ függvénynek a (10) alapján való előállítására vezettük vissza. A $\Delta G_{max} = \varphi(T)$-nek (19)-be való helyettesítése után P_k-ra olyan exponenciális kifejezést kapunk, amelyből tetszőleges hőmérsékleten a kristályosodási képesség már számértékre nézve is megállapítható.

mennyiségének (m_k %) a hőmérséklettel (T) és az időtartammal ($t_1 < t_2 < t_3 < t_4$) való változását fejezi ki.

Ha a hőmérséklet kisebb, mint T_k, akkor ΔG_{max} rohamosan csökken, P_k azonban már nem növekedhet tovább. Ennek oka az, hogy itt $\Delta G_{max} \ll A$ és emiatt a (19)

$$P_k = Ce^{-\frac{A}{kT}} \qquad (20)$$

alakú lesz. A kristályosodási képességet ilyen körülmények között tehát csak az atomvándorlás aktiválási energiája, vagy — ami ezzel egyértelmű — az atomok vándorlási sebessége befolyásolja. Mivel az exponenciális kifejezés a hőmérséklet csökkenésekor rohamosan kisebbedik, a kristályosodási sebesség ebben a hőmérséklet tartományban ugyancsak rohamosan esik, míg végül $T = 0°$-on eléri a $P_k = 0$ értéket.

Ha adott fémre a $P_k = \varphi(T)$ görbét megrajzoljuk (2. ábra), akkor megállapíthatjuk azt az optimális hőmérsékletet (T_k), amelyen a kristályosodási képesség a legnagyobb. T_k ismeretében azután kiszámíthatjuk az ehhez tartozó $d_{m,k}$-értéket is (1. ábra).

Eddigi fejtegetéseinkben figyelmen kívül hagytuk az (5) harmadik tagját, ΔG_d-t. Ez a tag a kristálygóc kialakulásával járó alakváltozás termodinamikai potenciálját jelenti és megszabja a kristálygóc alakját. Ez a számérték adott esetben igen lényeges lehet, sőt, ha az atomtérfogatok között nagyon nagy a különbség, elérheti a ΔG_t nagyságrendjét is.

A kristálymagot általában a és c féltengelyű forgási ellipszoidnak képzelhetjük el. *Nabarro* számításokat végzett a ΔG_d és a c/a méretviszony között fennálló összefüggés kiderítésére. Ha a kristálygóctérfogatok azonosak, akkor nyilvánvaló, hogy a

$$\frac{c}{a} \ll \text{vékony lemez (vagy korong)},$$

a

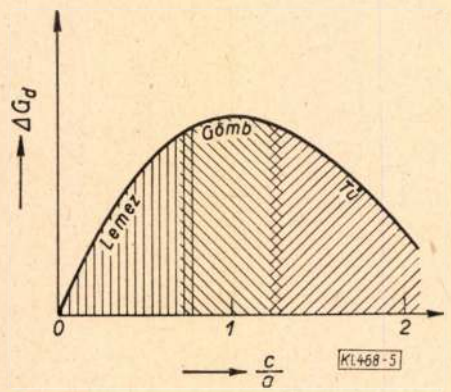
$$\frac{c}{a} = \text{vékony gömb}$$

és a

$$\frac{c}{a} \gg 1 \text{ vékony tűalakú}$$

kristálygócot jelent.

A $\Delta G_d = \varphi\left(\frac{c}{a}\right)$ függvénynek megfelelő görbét az 5. ábrán láthatjuk. A görbe szerint kis ΔG_d *lemez*, nagy ΔG_d *gömb*, közepes ΔG_d-érték pedig *tűalakú* kristálymagok keletkezésének kedvez. Minthogy a deformációval járó termodinamikai potenciálváltozás — magára hagyott rendszerben — mindenkor minimális, *nem túl nagy atomtérfogatkülönbség mellett a lemezalakú* kristálymagok megjelenése a legvalószínűbb. Ha azonban a szilárd és a folyadékfázis *atomtérfogata között a különbség nagy*, akkor ΔG_d is nagy és a tű-, illetőleg *gömbalakú kristálymagok* keletkezése is lehetségessé válhat.



5. ábra. A termodinamikai potenciál összefüggése a kristályok jellemző méreteinek viszonyával

2. A kristályosodási sebesség

A folyékony fázisban keletkezett, d_m-nél nagyobb méretű kristálygóc további atomok vagy molekulák csatlakozásával növekedésnek indul. Ez a növekedés azonban csak akkor következhet be, ha a kristálymaghoz kapcsolódó részecskék száma nagyobb, mint a hőmozgás következtében onnan eltávozóké. Mivel pedig a további kiválás közben csak túltelített oldatokban csökken a termodinamikai potenciál, a növekedés is csak túltelített oldatban mehet végbe.

A túltelítettség, amely a *kristályok növekedésének előfeltétele*, ezen felül még a *kristályok alakját is befolyásolja*. Ha ugyanis az (5)-ben ezúttal ΔG_f-et hagyjuk figyelmen kívül, a rendszerben bekövetkező termodinamikai potenciálváltozás:

$$\Delta G = \Delta G_d - \Delta G_t \qquad (21)$$

Legyen a túltelítettség kicsiny, ekkor ΔG_t értéke alig különbözik 0-tól; ezért ΔG_d, amely egyébként a kristály növekedésével együtt legfeljebb akkora, hogy nem haladja meg ΔG_t értékét, mert ΔG-nek negatívnak kell lennie. Ilymódon ΔG_d értéke nagyon kicsiny lesz. Kis ΔG_d-nek pedig az 5. ábra szerint a lemezalak felel meg. A *kristálymag* tehát a $c/a \ll 1$ feltételnek megfelelően *vékony lemezke alakjában növekszik*. Ez azt jelenti, hogy a növekedéshez szükséges *további részecskék a kristálymag élein rakódnak le*.

Ha a túltelítettség mértéke nagy, akkor ΔG_t is nagy (negatív érték), amely mellett most már ΔG_d is nagyobb értékeket vehet fel. A növekedéshez szükséges részecskék ebben az esetben már nemcsak az éleken, hanem a kristály keskenyebb vagy szélesebb lapjain is lerakódhatnak. A kezdetben vékony lemezkék egyre vastagabbak lesznek, sőt *mindhárom tengely irányában azonos* vagy közel azonos *méretű alakot vehetnek fel*.

A kristályosodási képesség és a kristályosodási sebesség viszonyától függ, hogy a keletkező kristályos anyag durva vagy finom szemcsézettségű lesz-e.

Ha a kristályosodás közben különböző méretű kristályok keletkeznek, akkor bizonyos idő múlva a kisméretűek maradnak meg. Ennek oka az, hogy a kisméretű kristályok keletkezése — aránylag nagy felületük és nagy ΔG_f-értékük miatt — sokkal kisebb termodinamikai potenciálváltozással jár, mint a nagyoké. Így nem lehetnek egyensúlyban a folyékony fázissal, amely csak a nagyméretű kristályokra nézve túltelített. Emiatt tehát feloldódnak és eltünnek a rendszerből. *A nagyméretű kristályok ezért a kisméretűek rovására növekednek tovább.*

IRODALOM

[1] *Cottrell, A. H.:* Métallurgie structurale théorique. Dunod, Paris, 1958.
[2] *Halla, F.:* Kristallchemie und Kristallphysik metallischer Werkstoffe. J. A. Barth Verlag, Leipzig. 1957.

Öregdiák-találkozó Banská-Štiavnica-n — Selmecbányán

Selmec és Bélabánya címere

A hajdani selmeci főiskola csehszlovák öregdiákjai 1958-ban találkozót rendeztek. Ezen a találkozón határozták el, hogy a következő, 1959-ben tartandó találkozóra a magyarországi diáktársakat is meghívják.

A Csehszlovák Erdészeti Tudományos Társaság részéről a szlovenszkói öregdiákok az Országos Erdészeti Egyesülethez és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülethez küldték a meghívó levelet, amelyben a találkozó elgondolását felvetették. A meghívás osztatlan örömet és lelkesedést váltott ki mind az erdészek, mind pedig a bányászok-kohászok között, s a felhívás alapján több mint 80-an jelentkeztünk, hogy a találkozón résztvegyünk. A találkozóra ez év aug. 15—20-a között került sor.

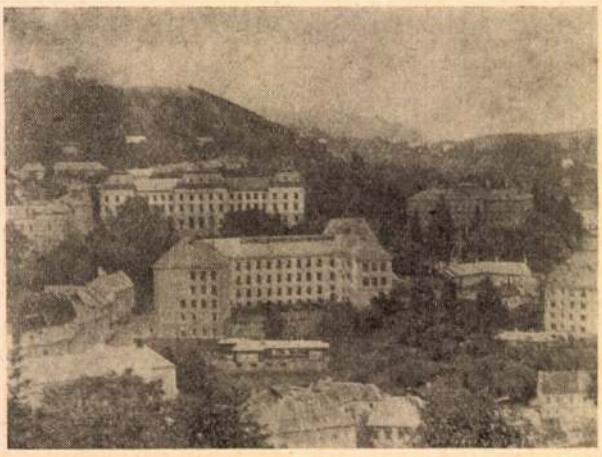
Az indulás 15-én reggel volt a Nyugati pályaudvarról. Korán megtelt öregdiákokkal és hozzátartozóikkal a bérelt Pulmann-kocsi, amely bennünket a határig vitt. A rég nem látott ismerősök egymás mellett bizony ismeretlenként kötöttek ki, de mindjárt a kocsiban megkezdődött az ismerkedés. Rövid idő alatt sorban tisztázódtak az ismerős vonásokat rejtegető, az élettől és az időtől megkeményedett rég nem látott arcok. A hagyományos selmeci barátság hamar felolvasztotta a szíveket, s mire a határra értünk, már a régi meghitt diákok beszélgettek az eltűnt, tovasuhant 40—60 esztendőről.

A határon a csehszlovák öregdiákok egy csoportja, *Heiler Pista, Jerem Jankó, Répási Karcsi, Svehla Pista* várt minket s hosszadalmas, hivatalos formaságok után — amelyeket a határjárók itt-ott már megismertek — két autóbuszon folytattuk az utunkat Párkány—Nána—Sturovótól Léván át.

Az érdeklődés a régi diáktársak után, az emlékek felelevenítése, a diákévek annyi de annyi kedves, apró eseménye kifogyhatatlan beszélgetésben rövidítette meg az utat. Nem győztünk egymástól kérdezni, s nem győztünk egymásnak felelni. A társaság élénk és jó hangulatban érte el a Garamon túl kezdődő, a Nagy-Fátra déli és az Osztrovszki—Vepor nyugati nyúlványainak találkozását képező Selmecbányai-hegyeket. Egymásután maradt el *Léva, Pukanec* s így értünk az ismerős vidékre. Mindenki az ablakhoz vándorolt, hogy lássa a fel-fel bukkanó 1011 m magas *Szitnyát*, a kedvenc kirándulóhelyet, ahonnan kedvező időben Budapestet lehet látni. Így jutottunk el váltakozó lomberdő s fenyvesek között, örökös kanyargás közben a Hegybányai-tavak mellett *Hegybányára, Szélaknára*. Tovább haladva feltűnt *Miksa akna*, a távolban fel-fel bukkant a Selmecet őrző *Leányvár*, majd a *Zsigmondi-altáró*, a *Klinger* tavat rejtegető gát, *Stefultó*, a Zöldfa-vendéglő, annyi kirándulás szép helye. Még egy kanyar, és előttünk áll a Selmec szélét jelentő *Szélaknai-kapu*. De hiszen csonka, a völgyfelöli oldala és a tornya hiányzik, vagy csak az emlékezet csal? A szlovenszkóiak már adják is a felvilágosítást: az autóbuszok nem fértek el a kapu alatt, így az új út kedvéért a völgyfelőli részt elbontották. A szélaknai kapuhoz érve előttünk áll a *Frauenbergi* templom, melynek tövében tovább szalad az autó, majd balról elmarad a bányászokat műszakba hívó, az egész selmeci völgyben messzehangzó, híres *Klopacska*, hogy a buszunk egy merész kanyar után a *Katalin (Tót) templomot* megkerülve a városház épülete előtt megálljon.

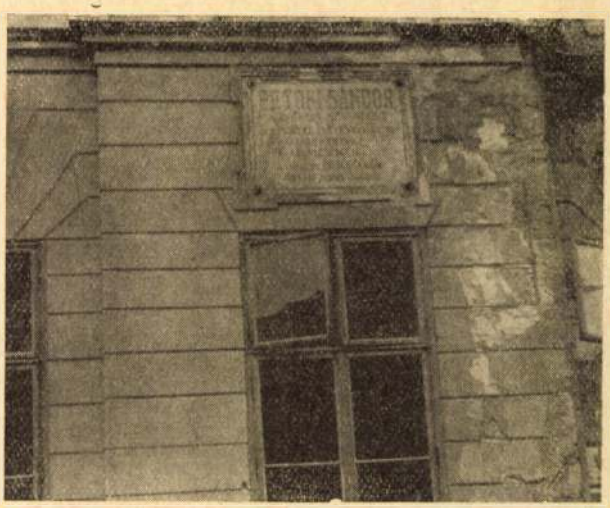
A Hegybányai (Piargi) kapu

Közben bizony beesteledett. Az esteledést még erős borulás is segítette, de még így is látható volt, hogy a Paradicsom-hegy elbújt a felhőbe, ami emlékezetünk szerint Selmecen nem biztató jel. Sötét lett, mert a vonatunk a Nyugatiból másfél órás késéssel indult el, dehát nem tudta, hogy ilyen öreg diákokat szállít, nem tudta, hogy ránk Selmecen a Szentháromság teret teljesen megtöltő sokszáz selmeci vár virágokkal, kíváncsisággal és meleg selmeci szeretettel. Nem tudták ezt a határ kétoldali hivatalos közegei sem, akik a késést még egy órával növelték. Azután bizony mi is okai voltunk a további késésnek, mert Sturovóban csekkátváltás után szaladgáltunk. A késés miatt sajnos egy szép, kedves élménnyel szegényebbek lettünk, mert a derék selmeciek három órás kitartó várakozás után, részben a macskaköveken való álldogálástól elfáradva, részben a Paradicsom felett gyűlekező felhőktől ijesztgetve, hazaszéledtek. A fogadtatás elmaradt, mi magunk is fáradtan szállásainkra siettünk — az asszonyok a Grand-Hotelbe, mi meg öregdiákok a régi tanítóképző internátusába. Az utazás porát sebtiben, kapkodva lemostuk s mi is a Grand-Hotelbe siettünk, ahol Selmec legnagyobb étterme velünk, a találkozó mintegy háromszáz résztvevőjével zsúfolásig megtelt.



A főiskola látképe. Előtérben a gimnázium, középen a bányászati épület, jobboldalt az erdészeti épület, baloldalt a kémiai épület

A vacsora az ismerkedés kedves, meghitt hangulatában telt el. Sok ismerős fedezte fel egymást, parolázások, simogatások, ölelgetések rövid idő alatt egy családdá forrasztották az öreg diákokat. Az üdvözlő s megnyitó beszédben Ing. *Sokol, Anton* egyetemi tanár, az erdészeti-szak dékánja a védnökséget vállaló Csehszlovák Erdészeti Tudományos Társaság nevében meleg baráti szavakkal köszöntötte a találkozó résztvevőit, majd *Kordik, Štefán* a HNB (a városi tanács) elnöke üdvözölte a megjelenteket. Kedves üdvözlő szavakat mondott Ing. *Haboch, Jaroslav* a Selmeci Erdészeti Technikum igazgatója is. Az előkészítő bizottság nevében *Bukovčan, Vojtech* szlovák nyelven, Ing. *Pletrich Elemér* magyar nyelven köszöntötte a vendégeket. A Magyar Országos Erdészeti Egyesület nevében *Holdampf Gyula*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület részéről *Szele Mihály* szólalt fel. A rövid meleghangú beszédek kedvessé, bensőségessé, családivá varázsolták a légkört, mindenki érezte, hogy az országos hírű diákbarátság, összetartozás, nem csak szólás-mondás, hanem a valóságban él és létezik. Állva énekeltük a bús hangulatú bányász-himnuszt „*Szerencse fel, szerencse le, ilyen a bányász élete...*", az erdész-himnuszt „*Erdész vagyok, csendes tanyám...*" Ezután a többi régóta szívünkhöz nőtt andalító, majd vidám diáknótákat, melyek a helybeli cigányzenekar muzsikájával aláfestve az ifjúkort elevenítették fel. A szlovák, magyar s németnyelvű régi dalok egymást váltogatták s nem csoda, ha ebben a hangulatban a



A líceum fala, az ablak felett az 1896-ban elhelyezett Petőfi-emléktábla

feloldódott öregdiákok majdnem hajnalig maradtak együtt. Öreg diákot írok — úgy érzem joggal — hiszen közülünk a legfiatalabb is 59. évét tapossa és a jelenlevő, mindannyiunk mosolygó, simogató szeretetével körülvett **ultra-supraveteranissimus** *Róth Gyula* professzor, *Bergfest* bányaigazgató s még néhányan, jóval a 80. év felett vannak.

Az első selmeci reggelen arra ébredtünk, hogy a Selmec felett őrködő Paradicsomhegy régi szokása szerint igazat jósolt. Szomorú, borús, egésznapos eső nehezedett a városra, amint azt régen mondták, Selmec önmagától mosdott. Eső után a három dimenzióban girbe-görbe utcák frissek, üdék, tiszták voltak — bizony jól megmosakodtak.

Reggeli után csoportokba verődve mentünk át az Akadémiára, a Központi Kémiai Épületbe. Ujra főiskolás diákok lettünk, beültünk az I. emeleti tanterem lejtős padsoraiba, ahol 40—45 évvel ezelőtt hallgattuk az előadásokat. Most annyi esztendő után újra előadást hallgattunk. Elsőnek Ing. *Gavora Lajos* adott elő a „Hámorok fejlődése Szlovenszkón" címmel, majd ezt *Sokol, Anton* professzor előadása követte, „Miként javítsuk erdeink termelő állományát". Ezután következtek *Gonda Péter:* „Hogyan növeljük erdeink növedékét", *Bukovčan, Vojtech:* „Az erdők hatá-

A főutca — a terasz, jobboldalt a Katalin-templom, baloldalt a városháza és tornya látható

rainak bővítése" és Prof. *Gindl Jozef:* „A bányászat története a geológiai alapkutatás és a bányaüzem szolgálatában", végül pedig *Holdampf Gyula* tartotta meg előadását „A magyar erdőgazdálkodás helyzete" címen. Az előadások mindvégig lekötötték a hallgatóság érdeklődését.

Az előadás, az ismert terem, a megszokott környezet elénk varázsolta a múltat, lelki szemeink előtt megelevenedett *Schelle* papa, amint a katedra végén a fejebúbját borzolgatta. Egy rövid időre bizony diákoknak éreztük magunkat.

Délután városnézés volt; nagy csoportokban megnéztük a Szentháromság-téren levő *Bányászati Múzeumot*, az Óvárban levő *Városi Múzeumot*, meglátogattuk a temetőket, ahol több neves professzorunknak, több ismerős diáktársunknak sírját kerestük fel.

Este ismét a nagyteremben találkozott a társaság, az aranyos régi diákemlékek feleleventése még csak ezután következett. Vacsora után *szak-*

A főiskolai kör épülete

estély (*Schachttag*) volt, megint diákok lettünk egy időre. A szakestély, melyre néha-néha emlékezve még beszélgetés közben is fel-felcsillan a selmeci diák szeme. Volt ott a régi szabályok szerint *praeses*, *contrapunct*, *cantus-praeses*, *fuksz-maior*, *furwerkerek*, voltak eksek és propoenák, bierscandál és régi selmeci diákdalok. Száz torkon át hangzott fel a szívből jövő ének: Gaudeamus igitur, juvenes dum sumus... — minden verssora — elejétől végig. Csupa fiatal diák ül már a W-alakú asztal körül, a két világháborút átélt, nehéz munkában megedződött arcokról az időszántotta ráncokat a szíveket feloldó baráti légkör elsimítja. Vagy csak az emlékezés változtat a pupillába érkező képeken?

A selmeci tartózkodásunk második reggelén, a program korán kezdődött. A társaság két részre szakadt. Az egyik autóbuszon három napra kirándult a *Magas-Tátrába*, *Dobsina*, *Késmárk*, *Tátra-Lomnic*, *Csorba-tó*, *Poprádi-tó*, majd a *Velki-Sum* völgyén át *Tatránské-Zruby*-n keresztül az útjuk a *Javorinára* és *Lysá-Polanára* vezetett. Erdészeti tanulmányok tarkították a szép kirándulást, melyről a résztvevők a Vág völgyén, majd a *Sturec*-i hágón keresztül a Garam völgyén át tértek vissza *Selmecbányára*.

Előtérben a mafla sarok, a háttérben a Fritz-ház

A másik, kisebb csoport, amelyhez mi is tartoztunk, az ősi bányavárosban maradt. Ez a csoport a *három nap alatt újra felfedezte Selmecet.* Selmec — a régi, alig változott ebben az évszázadban. Alig néhány ház új. Selmec ódon, a város közepét jelentő, szinte mindmegannyi műemlék háza hegyes-völgyes vidéken fekszik. Sokszínű házai festői rendetlenségben tarkítják a völgy körüli hegyeket, mind-mind szilva-, és diófás kertek közé ágyazva. A völgy kb. 600 méterre van a tenger színe felett, míg az *Olimpus*, a *Paradicsomhegy*, a *Frauenberg* házai 100—150 méterrel magasabbról nézik a városka főutcáját. A felfedező úton örömmel állapítottuk meg, hogy a régi kedves helyek mind megvannak. A felső patika helyén idegenforgalmi vállalat van, az alsó patika ma is patika, a Bogya vendéglő, a Borhegyi cukrászda, a Márkus cukrászda, az Ács, a Lupták vendéglő ma is működik. A Kozák a Fritz-ház mellett nyitva van, az alsó, a felső Rózsa-utca ma is festőien girbe-gurba. A Szentháromság szobor őrzi a róla elnevezett teret és az azt szegélyező többszáz éves házakat, míg a Zsigmondi utcát a Jézus szobor őrzi. Az ősi városháza homlokzata ma is az épület hátsó frontja. A Zsemberi-ház, a

A résztvevők egy csoportja az utolsó napon az erdészeti épület előtt, baloldalt a bányászati épület sarka látható

Szitnyai-ház ma is a régi köntösben, tisztán díszeleg. Az öreg Liceum, melyben Petőfi is diákoskodott egy évig és még őrzi az emléktáblát, ma is plántálja még a tudományt. A főiskola három monumentális palotája ma erdészeti-, bányászati és kémiai technikumoknak adott otthont. A terrasz ma is a város közepe, itt van az üzleti negyed. Mi változott hát? A minden irányban görbe, kacskaringós kövezet macskafejek helyett 50 mm élhosszú apró kockakövekkel van a főutcában kirakva — s ha jobb is rajta a járás, kényelmesebb is mint régen, az öregektől ma is túrista teljesítményt követel.

A résztvevők egy csoportja az erdészeti épület előtt a lépcsőkön gyülekezik. Az előtérben Róth professzor a szemüvegét igazítja

A várost járva mindannyiunk szívét megdobogtatta a selmeciek figyelmessége. Két kirakatban, a terraszon és majdnem szemben az ódon Kamaraház mellett, összeválogatottan ki voltak rakva a diákok emlékei. Iratok, valetáló képek, tablók, a névsorokat tartalmazó évkönyvek felnyitott lapjai, melyeken egyik másikunk sok ismerős között a saját nevét is felfedezte. Ott láttuk *Schwartz papa*, *Fekete Lajos*, *Farbaky* és több más professzor képét. Steingruben, salamander és egyéb kedves jelenet mellett feliratos, foltos grubenek, bányász díszruhák erdész-atillák, jegyzetek, könyvek, valetáló szalagok, bányamécsek, kahanyecek. Mindent végig felsorolni nem is lehet. A kirakatok főhelyén pedig szép, cirádás felirat a következő szöveggel: „Szeretettel üdvözöljük körünkben kedves régi diákjainkat".

A városból, legalábbis a mi szemünk számára hiányzik a sok fiatalt rejtő színfoltos bányász-gruben s az erdész-atilla. Hiányzik az elárvult Maflasarkon a sok álldogáló főiskolás. Hiányzik az egyetlen, de 2-es számot viselő csacsifogatos hordár, Elek Palo, minden diák ismerőse, a diákok mindenese, aki a ruhát tisztítóba, vagy a zaciba vitte, aki jegyzeteket szerzett, ha kellett virágcsokrot vitt, ródlit szerzett, aki a kofferhegyet a kis kávédarálóhoz az állomásra szállította. De hiányzik a kis kávédaráló is, ma már Selmecet más nyomvonalon, széles nyomtáv köti össze Garamberzencével. Nem lehet már Kisiblyénél egy kis darabka szalonnával a vonatot megállítani. A vonathoz autóbusz jár, az utcákon egyébként feltűnően sok az autóbusz, sok az autó, a megjavított, de ma is változatlanul meredek kövezeten aránylag könnyen suhannak.

A Selmecen maradt csoport a régi ismert, kedvenc, rég nem látott helyeket látogatta. Megnéztük a főiskola épületeit kívül-belül. Megnéztük a zöld erdész-, a fehér bányászpalotát, benne a sok gyűlést látott aulát. Megbámultuk a ma is gyönyörű sétányokkal átszeldelt arborétumot, benne az exotikus fákat, a múlt század végén ültetett, ma már közel 100 éves kaliforniai óriás fenyőket, melynek tövénél ott díszlik a régi zománcos táblán „Wellingtonia gigantea" az óriás tujákat a tövükben a régi névjegyük „Tuja orientalis", illetve „Tuja occidentalis" a Junipeusokat stb. stb. Megnéztük dr. *Tóth Imre* bányafőorvos, egészségtan professzor Steingruben mellett álló házát. Ő volt az, aki Selmec környékén a még ma is élő diófák ezreit ültette az országutak mellé. Felkapaszkodtunk az 1747-ben hegykúpon épült Kálváriára, mely ma is változatlan szépségében áll és az ég felé törő nyárfa sorok között figyeli a szomszédos Selmecet. A régi várost a Kálváriával modern, szép, épülő városnegyed köti össze, mely az erdészeti kísérleti intézetet már-már teljesen körülfogja. Változás? Igen van; hiányzik a város szélét jelző, ódon Bélabányai-kapu. A visszavonuló németek barbarizmusának esett áldozatul; nem fértek el alatta a tankjaikkal, megkerülés helyett egyszerűbb volt nekimenni, s a romokon átgázolni. A belső város megtekintése után kellemes, kissé meredek úton turista-sétával lehetett feljutni a Vöröskuti-tóhoz. Könnyebb sétával lehet eljutni a fenyvesek között fekvő mesterséges

Búcsúzkodás és úti készülődés a főiskola kapujában

tóhoz, a Klingerhez, amely nemcsak régi kedves strand-emlékeket elevenített fel, hanem festői környezetével ma is magához csalogatja a pihenésre vágyókat.

A társaság nagy része 19-én délután a Selmec környékén levő 18 tó közül az egyik legszebbet, a *Bacsófalvi-tavat* autóbusz kirándulás keretében látogatta meg. A tó partján a kirándulókat a pihenés, a vállalkozó szelleműeket a tóban való lubickolás üdítette fel. A társaság fiatalabbjai merész elhatározással két és félórás sétával felkapaszkodtak az öreg Szitnyára.

Ugyanez nap este érkeztek vissza a „zordon Kárpátok" fenyveseit látogató tátrai kirándulók is. Ez az este már csendes volt, a búcsúzás előrevetett árnya már csendesítette a hangulatot. A búcsú este azzal az elhatározással ért véget, hogy jövőre a csehszlovák öregdiákokkal Budapesten találkozunk.

Másnap az öregdiákok még egyszer elzarándokoltak a főiskolára, ahol csoportos fényképezés után mi magyarországiak beszálltunk a ránk várakozó autóbuszokba és elindultunk hazafelé az odaérkezés már ismert útján.

Hazafelé talán mind a csehszlovák, mind a magyar határközegek megérezték, hogy mind a koffereinkben, mind a szívünkben csak meleg baráti emlékeket hozunk, velünk gyorsan végeztek, s így pontosan menetrend szerint értünk a Nyugati pályaudvarra.

Az autóbuszon és a vonaton mindannyiunk lelkében a selmeci diáknóták visszhangja szólt, refrénként mindig ugyanaz bukkant fel: Szép idő volt, jó idő volt, kár hogy elmúlt, jaj be kár...

A kitűnő rendezésért mindannyiunk részéről köszönet illeti *Bencsik Mátyás, Bruder Gyula, Bukovčan Béla, Heiler István, Hloska Samu, Jerem János, Liha Valér, Pletrich Elemér, Áprily Ernő, Iványi Ferenc, Szy Dénes*, diáktársainkat, *Jakóby Lászlónét* és *Pénzes Gyulát* akik áldozatos, fáradságot nem ismerő munkával tették emlékezetessé az öregdiák találkozónkat.

Árkos Frigyes

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

Hollandiában Overijssel vidékén, a föld felszíne alatt 35 m mélységben urántartalmú réteget találtak. Az ércréteg vastagsága megközelíti a 35 cm-t. Közelebbi adatokat egyelőre nem közöltek. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959, 9. sz.

Kínában az eddig ismeretes kőolajlelő helyeken kívül, **Kwantung** vidékén további olajmezőt fedeztek fel, amely olyan gazdagnak igérkezik, hogy a kitermeléséhez mindjárt hozzáfogtak és egyúttal elhatározták évi egy millió tonna olajat feldolgozó mű építését. Az építés előmunkálatait már meg is kezdték. Az új üzemet 1962-ben fogják megindítani. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959, 9. sz.

Peruban Acari-ból ez év közepén elindulnak az első vasérc szállítmányok. Folyó évben egy millió tonna érc elszállítását tervezik, a következő évben a szállítást három millió tonnára kívánják fokozni. A telep felkutatásának sikerén felbuzdulva, tovább kutattak, s a közelmúltban új eredményeket értek el. Az ország legdélibb részén új vasérc telepre bukkantak, amelynek vastartalma jobb mint az igen jó minőségű Acari-i érc. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959, 9. sz.

Az alumíniumpiacon biztató jelek mutatkoznak. Az USA-ban ez év januárjában a termelés 156 708 short tonna volt, ami az 1958. évi hasonló időszakhoz képest 12% növekedést mutat. A mélypont 1958 júniusában 115 000 short tonna volt. Bár a termelés növekedik, az ipar még messze van a 182 000 short tonna kapacitástól. Az NSZK-ban az alumínium termelés 14 614 tonna volt, ami szintén haladás az előbbi évhez képest.

Japánban az ez évi alumínium termelési eredmények alapján remélik, hogy elérik a 95 000 tonnát. Miután Japán saját szükséglete 93 800 tonna, így az exportpiacon még nem fog jelentkezni.

A Szovjetunióban, Sztalinovban a legnagyobb alumíniumhokó üzembe került. 1965-ben elfogják érni az 1,6 millió tonna termelést.

Csehszlovákiában altminiumból már 1958-ban 26 400 tonnát termeltek, 50%-kal többet, mint 1957-ben. *K. A.*
Alumínium 1959. 4. sz.

Indiában Madras államban, Salen közelében 10 000 tonna évi kapacitású alumínium kohó épül. A költségek ¼-ét Madras állam, a többit a Montecatini olasz vállalat és három indiai koncern fedezi. A Salen közelében lévő bauxit képezi a kohó bázisát, az eddigi kutatások szerint 2 millió tonna 50—55% Al_2O_3-at tartalmaz a feltárt bauxit. *K. A.*
Alumínium 1959. 4. sz.

Brit Guayanában évi 22 000 tonna kapacitású timföldgyár épül, amely üzemét 1961-ben veszi fel. A költségek 60 millió dollárt fognak kitenni. *K. A.*
Alumínium 1959. 4. sz.

Burmában Moulmain közelében antimon tartalmú ércre bukkantak, amelynek termelésében s feldolgozásában Japán vállalt nagy részt. Japán antimon szükséglete évi kb. 3000 tonna, a termelés megközelítően ugyanennyi lesz, úgyhogy Japán a termelés legnagyobb részét maga fogja felhasználni. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959. 10. sz.

Marokkóban amerikai társaságok **Riff** környékén (Nador közelében) évi 500 000 tonna nyersvasat termelő kohóművet szándékoznak a közeljövőben építeni. A közelben lévő vasérc bányákat spanyol cégek tartják már jelenleg is üzemben, az állam most tárgyal velük az átvételről, hogy az építendő nagyolvasztók szükségletét biztosítsa. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959. 10. sz.

Braziliában az Itabira környéki vasércbányákban az eddigi évi 3 millió tonna vasérc termelését évi kb. 6 millió tonnára kívánják növelni. A termelés ilyen mérvű növelése azonban mind a vasút, mind pedig a kikötő nagymérvű fejlesztését teszi szükségessé. A szükséges hitelt az Export—Import bank New-Yorkban fogja biztosítani. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959. 10. sz.

Ólom-kalcium ötvözetek előállítása

PILISSY LAJOS, okl. kohómérnök

(Folytatás)

DK: 669.45.891

Производство сплавов свинца-калция

Herstellung von Pb—Ca Legierungen

Producing Pb-Ca alloys

Ezért a kalciumkloridra olyan víztelenítő eljárást kellett keresnünk, amely üstben is könnyen és jól elvégezhető. Ezt egy lengyel eljárásban találtuk meg.

Maslanka—Ormanova leírja „Ólom-kalcium-ötvözetek gyártása elektrolitikus módszerrel" c. cikkében [7] a $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ víztelenítésének egyszerű módszerét. A só egyszerű megolvasztásával ugyanis csak 2 mol kristályvíz tartalomig lehet eljutni, további víztelenítéskor a $CaCl_2$ és és H_2O között a következő reakciók játszódhatnak le :

$$CaCl_2 + H_2O = Ca(OH)Cl + HCl,$$

nagyobb hőmérsékleten :

$$CaCl_2 + H_2O = CaO + 2HCl.$$

Tehát a dehidratálást csak akkor lehet lefolytatni, ha mindkét hidrolízis reakció a lehető legjobban balra tolódik el. Ez a sósav parciális nyomásának növelésével érhető el. Laboratóriumi és ipari méretben ez úgy érhető el, ha a víztelenítést NH_4Cl jelenlétében végezzük, ez ugyanis a következő vegyegyenlet szerint bomlik el :

$$NH_4Cl = NH_3 + HCl$$

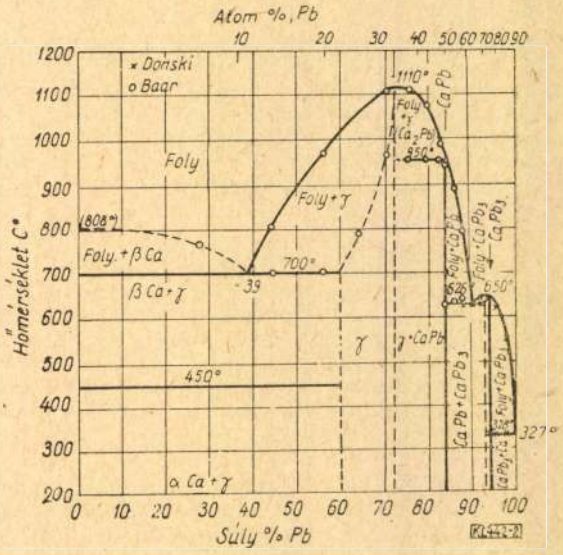
A kristályvíztartalmú $CaCl_2$-t víztelenítés céljából 1 : 1 arányban NH_4Cl-lel keverve izzítani kell. A cikk az izzítás hőfokát és időtartamát sajnos nem adja meg.

A kalcium-kloridot diónagyságúra törve négy részletben adtuk be a 600 C°-os ólomra. Olvadáspontjának csökkentése érdekében közben hozzáadtuk a kalciumklorid $^1/_3$ részét is. Mindig megvártuk az előző részlet beolvadását, amit a keverés erősen meggyorsított. A kalciumklorid teljes mennyiségének beolvadása után víztelenítés céljából beadtunk hozzá négy részletben 7,6 kg NH_4Cl-t. Erős fehér füstképződés és sósavgőz-szag volt észlelhető, mely a helyiségben való tartózkodást megfelelő szellőzés hiányában lehetetlenné tette volna. A füst és sósavgőz fejlődés megszűntéig folytattuk a keverést, utána beadtuk a 12 dkg alumíniumport, majd elkezdtük a karbid adagolását. Szokásos hosszú, sárga, kormozó láng keletkezett erős felhabzás kíséretében, úgyhogy a sókeverék egy része kifolyt az üstből. Kb. 10 perc után azonban a sófürdő egészen összeesett. Ekkor ismét beindítottuk a kifutáskor leállított keverőt.

További CaC_2 adáskor már nem volt kifutás. A sókeverék sűrűsödésekor CaF_2-t adtunk be. Mintákat a keverés beindításától számítva óránként vettünk. A 2. mintavételig beadtuk a teljes CaC_2 és CaF_2 mennyiséget, miközben a fürdő hőmérséklete elérte a 800 C°-ot. A kivett minták hajlításkor törtek. A minták kalciumtartalma 1 órai keverés után 0,7%, 2 óra után 0,76%, 3 és 4 óra után 0,78%. Huzamosabb keveréssel valószínűleg még jobb eredményt lehetett volna elérni.

d) Metallográfiai vizsgálatok

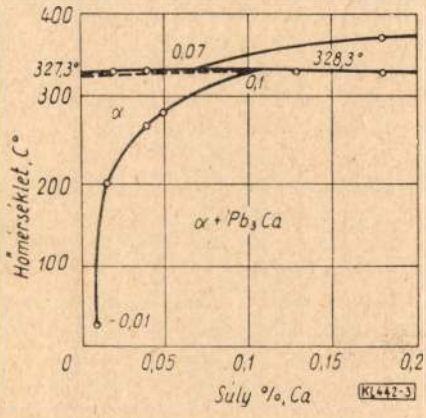
Egyes ólom-kalcium mintáinkat metallográfiailag is megvizsgáltuk, hogy ezzel is ellenőrizzük az elemzési eredményeket. A mikrofelvételek készítése érdekesnek mutatkozott azért is, mert 0,2%-nál nagyobb kalciumtartalmú ötvözetről az irodalomban felvételt találni nem lehet. A metallográfiai felvételek megértéséhez szükséges közölnünk a kevéssé ismert kalcium-ólom állapotábrát (2. ábra) és ennek kinagyított ólom-sarkát (3. ábra). Láthatjuk, hogy a 328,3 C°-os eutektikus hőmérsékleten 0,1% kalcium oldódik az ólomban, az oldhatóság a hőmérséklettel erősen csökken és ez a közönséges hőmérsékleten már csak kb. 0,01%. Kereken 6% kalciumtartalom mellett $CaPb_3$ képletű intermetallikus vegyület keletkezik, melynek nagy az olvadáspontja, 650 C° [1].



2. ábra. Kalcium-ólom rendszer állapotábrája [1]

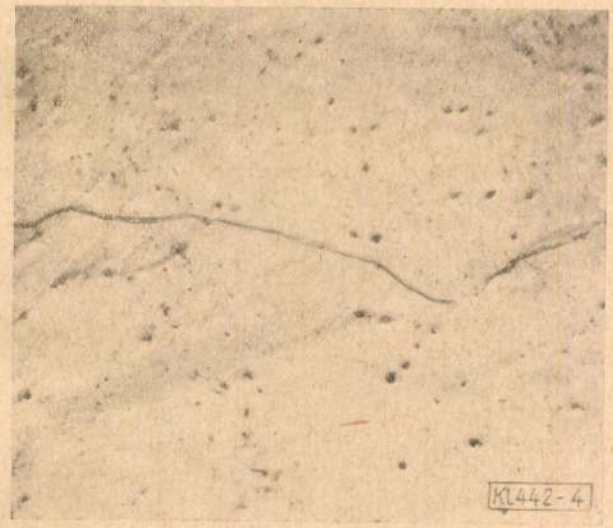
A 4., 5. ábra 0,05% kalciumtartalmú ólomról készült mikroszkópi felvétel. A 4. ábrán jól látható

[1] A Kohászati Lapok 9. számában megjelent cikk folytatása.

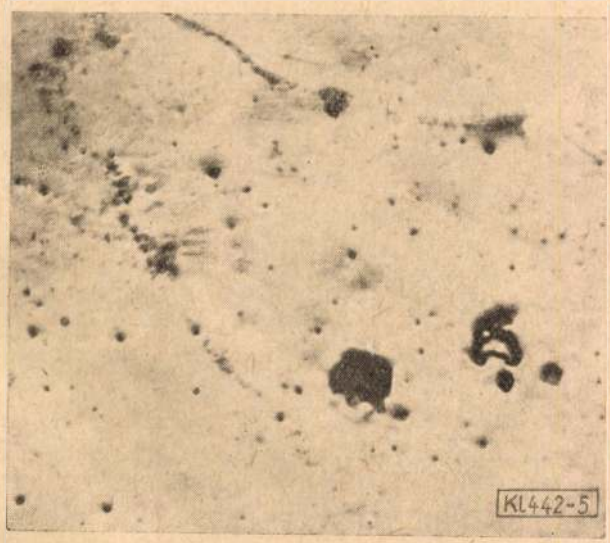


3. ábra. Kalcium-ólom rendszer ólom sarka [1]

egy kristályhatár, az 5. ábrán a kristályhatár elmosódottabb, de látható rajta $CaPb_3$ primér fázis is. Az ötvözet döntő részben α-szilárdoldatból áll.

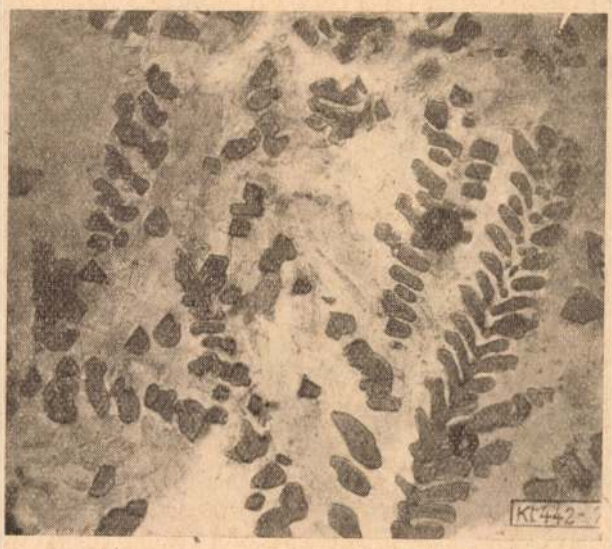


4. ábra. 0,05% kalciumtartalmú ólom-kalcium-ötvözet mikrofelvétele N = 300×



5. ábra. 0,05% kalciumtartalmú ólom-kalcium-ötvözet mikrofelvétele N = 300×

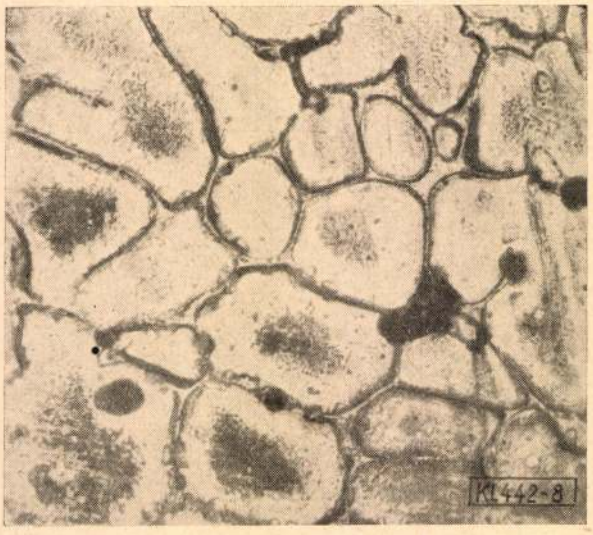
6. ábra. 0,2% kalciumtartalmú ötvözet mikrofelvétele N = 300×



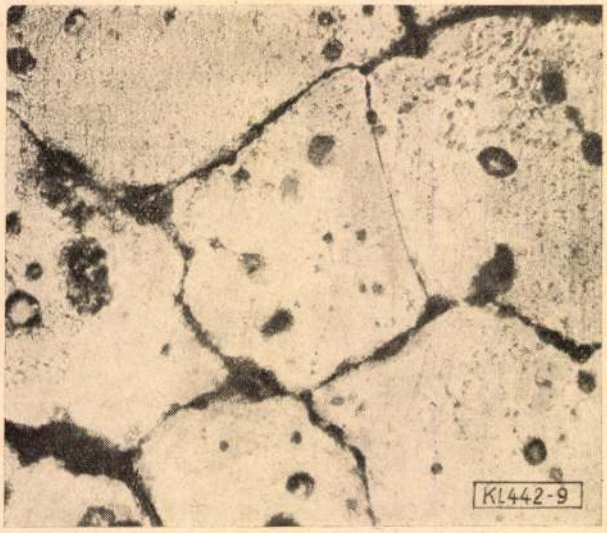
7. ábra. 1,4% kalciumtartalmú ötvözet mikrofelvétele N = 300×

A 6. ábra 0,2% kalciumtartalmú ötvözetről készült. A 7. ábra szerint az 1,4% kalciumtartalmú ötvözet világos színű alapanyagból (α-szilárdoldat) és sötétebb, dendrites szerkezetű $CaPb_3$ kristályokból áll. Itt-ott gázhólyag látható. A 8. ábra mezejét döntő részben a $CaPb_3$ kristályok foglalják el és e kristályok határán kevés szilárdoldat látható (Ca = 4,5%). A kristályhatárokon látható fekete foltok gázhólyagok. A $CaPb_3$ krisztallitok közepén látható sötétebb elszíneződést ezeknek a maratás utáni levegőn való gyors oxidációja okozta. A 9. ábrán a világos krisztallitok $CaPb_3$, ezek határán kevés sötétszínű $CaPb_3$-CaPb eutektikum helyezkedik el (Ca = 6,26%).

A mikrofelvételek alátámasztották az analízisek helyességét. *Hoffmann* közlése szerint [8] 2 térfogat jégecet és 1 térfogat 30%-os H_2O_2 keverékével marattunk, néhány perces maratási idővel.



8. ábra. 4,5% kalciumtartalmú ötvözet mikrofelvétele N = 300×



9. ábra. 6,26% kalciumtartalmú ötvözet mikrofelvétele N = 300×

2. Szovjet kísérletek összefoglaló ismertetése

Az ólom-kalcium segédötvözetek előállítására irányuló vizsgálatainkat 1957 december közepén lezártuk azzal, hogy a kérdés szükség esetén üzemileg is megvalósítható, éspedig kétféle úton.

1. Közvetlenül fémes kalcium beötvözésével, amikor az üstkemencét olyan védő köppennyel kell ellátni, ami a kifröccsenés okozta fémveszteséget megakadályozza és egyben a baleseteknek is elejét veszi.

2. Karbidotermikus módszerrel a módosított *Betterton—Siegens* eljárás szerint. Itt kívánatos a $CaCl_2.6H_2O$ előzetes és tökéletes víztelenítése, amire a *Maslanka—Ormanova* által ajánlott eljárás alkalmasnak látszik. A víztelenítésre külön üstkemencét kell üzembe helyezni, és itt tökéletes gáz- és füstelszívásról gondoskodni.

A hazai kutató munka lezárása után kb. fél évvel értesültünk a Cvetnüje metallü 1958. évi 4. számából a Szovjetunióban sokkal szélesebb keretek közt lefolytatott vizsgálatok eredményeiről. Mivel ezek a kutatások a szóban forgó szakterület legkisebb részletére is kiterjedtek, kívánatosnak tartjuk az eredményeiknek e helyen való kivonatos ismertetését [9].

A kísérleteket laboratóriumi (5 kg befogadóképességű és nagylaboratóriumi (65 kg-os) üstkemencékben végeztük, amelyek 250, illetve 160—170/perces fordulatszámú keverőkkel voltak ellátva 900 C°-os ólomfürdőbe adagolták az ugyancsak 900 C°-on másik kemencében előzetesen víztelenített $CaCl_2$-t és az alumínium-forgácsot. Ezután beindították a keverőt. A karbid adagolást kis részletekben végezték az egész művelet során, miközben a hőmérsékletet 1000 C°-ig növelték. A kész ötvözetet 550—600 C°-on távolították el az üstből. Betétjük 99,9%-os tisztaságú ólom, szolikamszki $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ és jó minőségű CaC_2 volt. 1 : 1 arányú Pb : $CaCl_2$ keverékkel és 3 órás keveréssel vizsgálták, hogy a klorid képes-e az ólomnak kalciumot leadni. A különböző hőmérsékleteken kapott eredményeket az 5. táblázat tünteti fel. Mint látjuk a $CaCl_2$-ből még 1000—1100 C°-on sem ment át érdemleges mennyiségű kalcium az ólomba.

5. táblázat

Az ólom kalcium oldása $CaCl_2$-ból a hőmérséklet függvényében

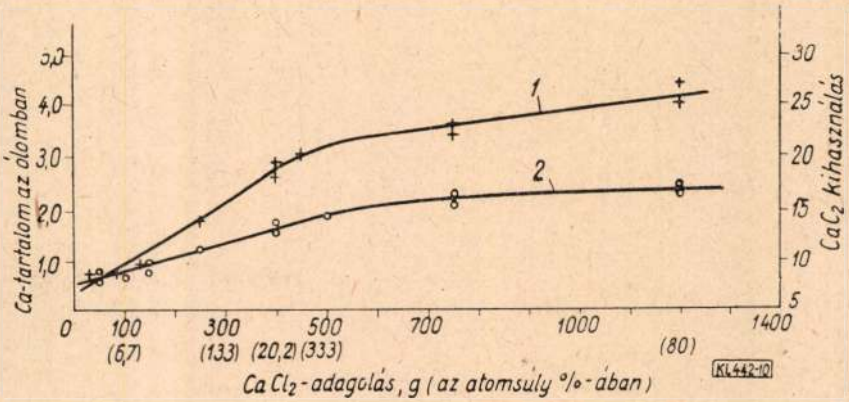
Hőmérséklet C°	Az ólom kalciumtartalma %
800	Nem kimutatható
900	0,02
950	0,04
1000	0,07
1100	0,11

A kísérletek megmutatták, hogy a $CaCl_2$ adalék mennyiségének növelésével nő az ötvözet kalciumtartalma és javul a CaC_2 kihasználás (10. ábra). Mivel a $CaCl_2$ fajsúlya kereken $^1/_5$-e az óloménak, ezért túlságosan terjedelmes volta miatt nem tanácsos az üst térfogatának jó kihasználása érdekében az ólombetét súlyának 50%-ánál több kloriddal dolgozni.

Amikor a karbidadalék mennyiségét növelték, nőtt az ötvözet kalciumtartalma, de nem javult, hanem változatlan maradt a CaC_2 kihasználás mértéke (11. ábra). Nem célszerű az ólom súlyának 25%-ánál több karbidot adagolni, mert a sóolvadék nagyon sűrűnfolyó lesz.

Itt jegyezzük meg, hogy a lengyelek kísérletekkel megállapították: a folypátadalék lehetővé teszi a folyamat hőmérsékletének csökkentését, de nem befolyásolja az ólom kalciumtartalmát és a karbid kihasználás mértékét.

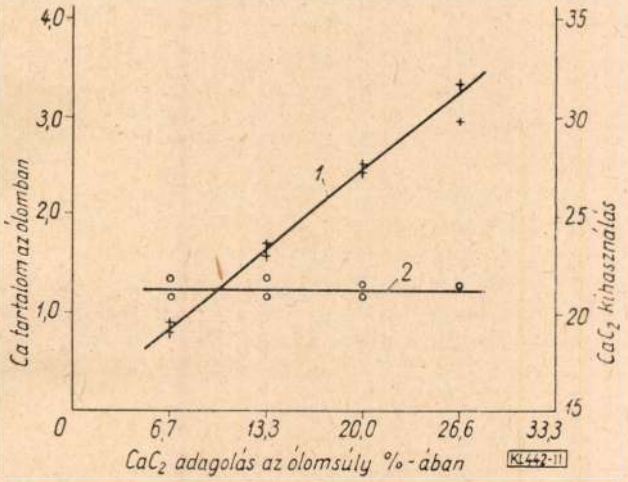
Visszatérve a szovjet kutatásokra, a hőmérséklet szerepéről megállapították, hogy a hőfoknak 750 C°-ról 1000 C°-ra való növelésekor az ötvözet kalciumtartalma és a karbid kihasználás mértéke erősen csökken (12. ábra). (*Betterton* is 750 C°-ot ajánl optimális munka hőmérsékletül.) Gondosan kell ügyelni 900 C° alatti hőmérsékleteken a



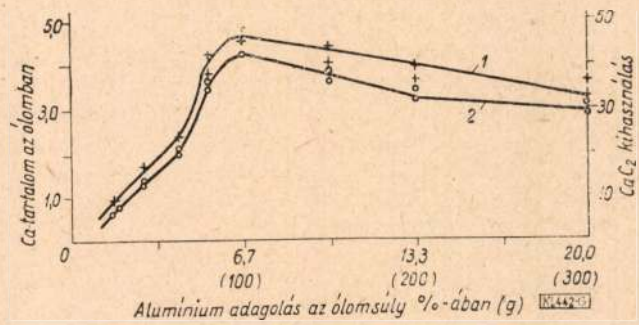
10. ábra. A $CaCl_2$ adagolás hatása az ólom kalciumtartalmára és a CaC_2 kihasználás mértékére ($t = 1000$ C°)
1 = a karbidkihasználás, 2 = az ólom kalciumtartalma [9]

karbidadagolás mértékére, mert ez az olvadékot sűrűnfolyóvá teszi, a felszínen sok szilárd „galacsin", rög keletkezik és az eredmények rosszúl reprodukálhatók. 750 C°-nál kisebb hőmérsékleten dottan káros, mert a segédötvözet beolvadása érdekében a fürdő hőmérsékletét a kivánatos 340—400 C°-ról 650 C° fölé kell növelni, ami a bizmuttalanító hatás igen erős csökkenését okozza.)

Nagyon erős hatást gyakorol az ötvözet kalciumtartalmára és a karbid kihasználás mértékére az adagolt alumínium mennyisége. A legjobb eredményeket akkor kapták, amikor az alumíniumnak aránya a karbidhoz 0,27—0,67 között moz-

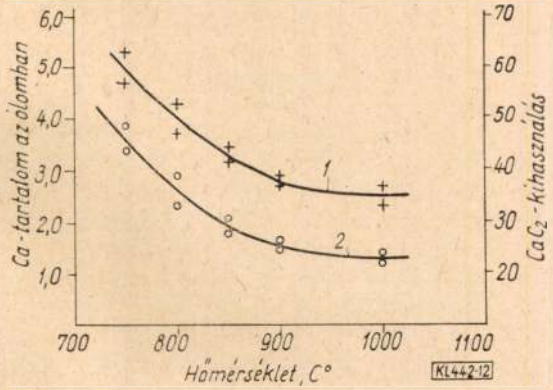


11. ábra. A CaC_2 felhasználás hatása az ötvözet kalciumtartalmára és a karbidkihasználás mértékére ($t = 1000$ C°)
1 = az ötvözet kalciumtartalma, 2 = a karbid kihasználása [9]

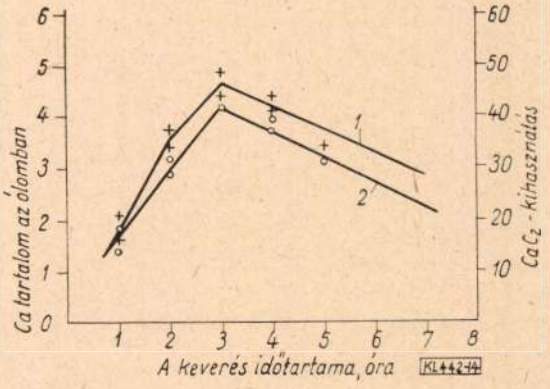


13. ábra. Az alumíniumadagolás hatása az ólom kalciumtartalmára és a karbidkihasználás mértékére ($t = 750$ C°)
1 = az ólom kalciumtartalma, 2 = a karbidkihasználás mértéke [9]

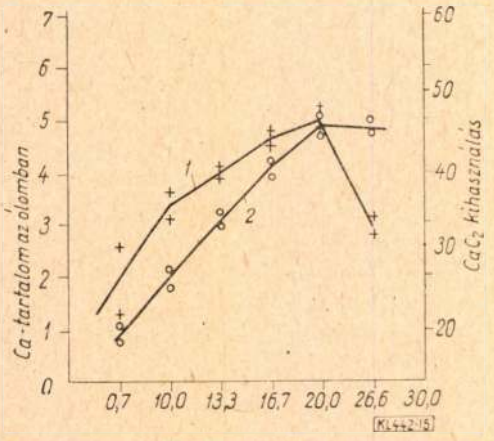
nem tanácsos dolgozni, mert a kapott ötvözetnek nagy kalciumtartalma miatt erősen megnő az olvadáspontja. (Bizmuttalanítási kísérleteinkben mi is megállapítottuk, hogy a 6%-nál nagyobb kalciumtartalmú segédötvözet használata kimon-gott (13. ábra). (A *Siegens* technika nem kielégítő hatékonysága valószínűleg a túl kevés alumínium adalékkal magyarázható.) Jelentős hatása van a keverés időtartamának is, ha ezt 3 óráról 7 órára növeljük, akkor az ötvözet kalciumtar-



12. ábra. A hőmérséklet hatása az ötvözet kalciumtartalmára és a CaC_2 kihasználás mértékére
1 = az ötvözet kalciumtartalma, 2 = a CaC_2 kihasználás [9]



14. ábra. A keverés időtartamának hatása az ötvözet kalciumtartalmára és a CaC_2 kihasználás mértékére ($t = 750$ C°)
1 = az ötvözet kalciumtartalma, 2 = a CaC_2 kihasználás [9]



15. ábra. A CaC_2 adagolás hatása az ötvözet kalciumtartalmára és a CaC_2 kihasználás mértékére karnallit használatakor ($t = 750$ C°)

1 = CaC_2 kihasználás, 2 = az ötvözet kalciumtartalma [9]

talma 4,8%-ról 3%-ra csökken (14. ábra). (*Betterton* e szerint túlzottan hosszú kezelési időt ajánl, *Siegens* javaslata viszont egybeesik a szovjet kísérleti eredményekkel.) Mivel a $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ víztelenítése hosszadalmas és az üstre erősen korrodáló, ezért megvizsgálták, hogy a $CaCl_2$ helyettesíthető-e karnallittal ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$). A karnallit előnye, hogy a kloridénál kisebb az olvadáspontja, ára annak 1/15-e, víztelenítése félannyi ideig tart és az üstre gyakorolt korróziós hatása jóval kisebb. (A Szovjetunió Szolikamszkban kimeríthetetlen karnallit készlettel rendelkezik. Mi karnallit használatára hazai előfordulás híján nem gondolhatunk.)

Karnallit használatakor a karbid adalék növelésével az ólom kalciumtartalma eléri az 5%-ot, szemben a $CaCl_2$-vel nyerhető 2,5%-kal (15. ábra). Itt is áll az a szabály, hogy nem tanácsos az ólombetét súlyának 50%-ánál több karnallitot adagolni, mivel ekkor az olvadék megsűrűsödik és „galacsin" képződés lép fel, a kalciumtartalom és a karbid kihasználás mértékének egyidejű csökkenésével (16. ábra). A karnallitból a magnéziumtartalom nem jelentős része átmegy az ötvözetbe (max. 0,44% Mg-t találtak).

Egy tonna 4,16% kalciumtartalmú segédötvözet előállításához az alábbi adalékokat használták fel: $CaCl_2$ = 120—140 kg, NaCl = 25—30 kg, Al = 45—50 kg, CaC_2 = 140—150 kg. Megjegyzendő, hogy az ötvözet üzemi előállításakor az alumíniumtermelésből származó hulladékok is felhasználhatók, ami a segédötvözet előállításának önköltségét erősen csökkenti.

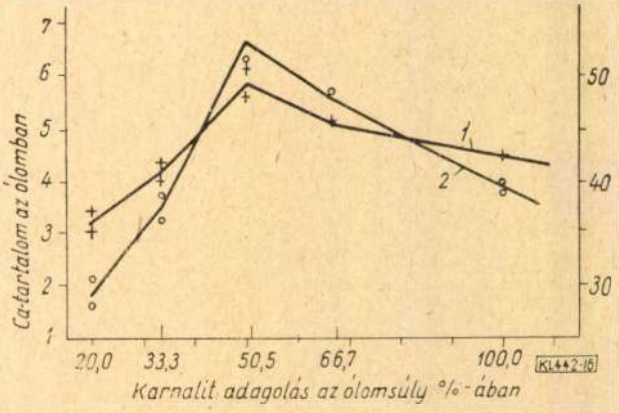
Kísérleteink alapján a folyamat reakció mechanizmusát az alábbiak szerint képzelik el. Először az alábbi reakció megy végbe:

$$8\,Al + 3\,CaC_2 = 2\,Al_4C_3 + 3\,Ca,$$

majd

$$Pb + CaC_2 = (Pb—Ca)\ ötv. + 2\,C$$

Az utóbbi reakció szerintük csak az előző megindulása után kezd lefolyni. Az ólomba 750—800 C° között nem megy át kalcium a $CaCl_2$-ből alumínium és CaC_2 nélkül, a $CaCl_2$-ből, illetve a



16. ábra. A karnallit adagolás hatása az ólom kalciumtartalmára és a karbidkihasználás mértékére ($t = 750$ C°)

1 = az ólom kalciumtartalma, 2 = a karbid kihasználás [9]

CaC_2-ből alumínium nélkül. A kalcium kiégés az olvadék felszínén állandó jelenség. Ennek okát abban látják, hogy az ólomnak kalciummal való telítődésekor kicsi a kalciumnak az ötvözetben való diffúziós sebessége.

Laboratóriumi eredményeik alapján gazdaságossági számításokat végeztek 3 eljárás összehasonlításával:

Nátriumtermikus módszer, elektrolitikus módszer és karbidotermikus módszer $CaCl_2$-s és karnallitos változata. Számításaiknál 1 tonna 3% kalciumtartalmú segédötvözet előállítási költségeit vették alapul, kihagyva a nagyjából minden eljárásnál azonos szinten mozgó ólomárat, a béreket, a rezsit és az amortizációt (kivéve az üstét).

Az eredmények:

Nátriumtermikus módszer	1284,59 Rubel
elektrolitikus módszer	330,94 Rubel
karbidos módszer $CaCl_2$-vel	661,20 Rubel
karbidos módszer karnallittal ..	552,00 Rubel

Az adatokból kitűnik, hogy a nátriumtermikus módszerrel nem érdemes foglalkozni. Legolcsóbb az elektrolitikus módszer, mégis ők is a karbidos módszer mellett foglalnak állást egyszerűsége és könnyű kezelhetősége miatt. Döntő tényező, hogy a karbidos módszer a meglévő ólomüzemekben egészen kis beruházással megvalósítható.

Összefoglalás

Az ólom-kalcium-ötvözetek előállításának szükségessége. A lehetőségek ismertetése. A szerző leírja a Fémipari Kutató Intézetben végzett kísérleteit. Ezek közül a vákuumkohászati kísérletek negatív eredménnyel végződtek. A fémes kalciummal végzett ötvözési kísérletek faszén takarással sikeresek voltak. A karbidotermikus kísérletek közül a *Siegens* által kidolgozott technika látszik a legjobbnak, előzetesen azonban a $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$-t *Maslanka—Ormanova* módszerével vízteleníteni kell. A Szovjetunióban a hazainál sokkal részletesebben vizsgálták a karbidotermikus mód-

szert. Üzemi bevezetés esetén ezeket a tapasztalatokat is figyelembe kell venni. A hazai metallurgiai kísérleteket metallorgráfiai vizsgálatokkal egészítettük ki.

IRODALOM

[1] *Mantell—Hardy:* Calcium Metallurgy and Technology. New York. Reinhold Publishing Co. 1945.
[2] *Tafel, W.:* Lehrbuch der Metallhüttenkunde, II. Bd. 2. Auflage. Leipzig, Hirzel Verlag, 1953.
[3] *Sztrelec—Tajc—Guljanickij:* Magnéziumkohászat Bp. Nehézipari Könyvkiadó, 1951.
[4] *Rolandi:* Il Piombo. Industria Mineraria. 1955. jan.—okt.
[5] International Critical Tables of Numerical Data Physics, Chemistry and Technology. Vol. IV. 1. Editor. New York—London. Mc Graw-Hill Book Co. 1928.
[6] *Pilissy:* Pirometallurgiai keverőberendezések és a hazai tapasztalatok. Kohászati Lapok, 1959. 5. sz.
[7] *Maslanka—Ormanova:* Produkcja stopow ołówwapn metoda elektrolityczna. Prace Instytutow Ministerstwa Hutnictwa, 1953. 89—104. o.
[8] *Hoffmann:* Blei und Bleilegierungen. Metallkunde und Technologie. Berlin. Springer Verlag, 1941.
[9] *Rodjakin:* Karbidnüj szposzob polucsenyija szvincovo-kalycijevoj lyigaturü. Cvetnüje metallü, 1958. 4. sz.
[10] Marinescu igazgató szóbeli közlése.

Magyar kohómérnök feljegyzései a Belgium-Luxemburgi Nemzetközi Kohászati napokon elhangzott előadásokról[1]

RÉPÁSI GELLÉRT, okl. kohómérnök

(Folytatás)

DK: 669.18

Глазами сталеплавильщика на люксембургских международных металлургических днях

Als Stahlfachman an den internationalen metallurgischen Tagungen in Belgium und Luxemburg

With a steelmakers eye on the international metallurgical days at Belgium and Luxemburg

c) A metallurgiai munka csökkentése

A metallurgiai munka összefoglaló elnevezésen mindazok a műveletek értendők, melyek a betétanyagok megolvasztását, az acél kívánt csapolási hőmérsékletét, kémiai összetételét, és tisztaságát biztosítják. A metallurgiai munka mennyiségét egyrészt a megolvasztás hőszükséglete, másrészt a salak mennyisége jellemzi. Az utóbbi években egyrészt az acéllal szemben támasztott minőségi követelmények, főleg a hegeszthető acélokban megnyilvánuló nagyobb kereslet következtében erősen nőttek, másrészt a nyersvas betét arányának növekedése, továbbá az ócskavas és ércek minőségi romlása a Martin-üzemben a metallurgiai munka tetemes növekedéséhez vezetett. Ennek ellensúlyozása az SM-acélgyártóknak, de hozzá tehetjük, hogy a nyersvasgyártóknak is egyik fontos feladata lett. Ezért a figyelem az ócskavas és a nyersvas előkészítése, valamint a racionálisabb salakvezetési eljárás felé fordult.

A nyersvas Si-tartalmának O_2-vel való csökkentése teljesen kidolgozott eljárás, de a gyakorlati kivitel bizonyos nehézségei, mint pl. a salakeltávolítás, a füstképződés és a vasveszteségek miatt, még nem tekinthető általánosan bevezetett eljárásnak, de bizonyos, hogy elterjedése várható.

Pearson, J. [5] tudósítása szerint Angliában a nyersvas deszilicirozását 15—60 t-ás kemence egységekben már ipari méretekben is megoldották. A deszilicirozáskor salakképző anyagokat, meszet és ércet is használnak. A kutatások azt is igazolták, hogy a mész és vasoxid hozzáadásával és a fürdőre fúvott oxigénsugárnak a salak-fém érintkezési felületére való helyes beállításával nemcsak a Si-ot, lehet eltávolítani, hanem a P-t is úgy, hogy még elégséges C marad a kellő hőmérséklet fenntartására. *Pearson* jelentése szerint 4% C, 0,7% Si, és 0,7% P tartalmú nyersvasat 1,5% C tartalmú és 0,05% P tartalmú olyan köztermékre lehet lefújni, mely Si-ot nem tartalmaz. Az ily módon előkészített fém adagolása 20% teljesítménynövekedéssel járt. *Pearson* közlése szerint, még itt is vannak megoldandó feladatok a fúvatásra használt üstök kialakításával, valamint a salak visszanyerésével, illetve hasznosításával kapcsolatban.

A modern oxigénes szélfrissítő eljárásokkal 0,05%-nál kisebb S-tartalmú nyersvasból 0,02%-nál kisebb kéntartalmú acélt termelnek és ezáltal nehéz feladatot rónak a SM-acélgyártókra a kén csökkentése tekintetében.

A nyersvas kéntelenítésére használt módszerek sokfélesége miatt, végleges álláspont kialakulását nem lehetett ezen a konferencián megállapítani. Az a vélemény viszont, hogy 0,05%-nál nagyobb kéntartalmú nyersvasat ne öntsenek se a Martin-kemencébe, se a konverterbe, általánosnak látszik. Ezt az általunk meglátogatott konverteres üzemekben mindenütt több üstös (3-4 üstös), szódás eljárással oldották meg. A legnagyobb érdeklődés a nitrogéngázzal befújt kéntelenítő reagensekkel kapott eredményeket kíséri. Az USA-ban 3 üzemben van ilyen eljárás. Az egyik üzemben 50 000 t nyersvas CaC_2-dal való kéntelenítése az alábbi képletben kifejezett eredményre vezetett:

$$\text{az eltávolított S mennyisége } \% = 0{,}009 \times \frac{\text{font/ton } CaC_2}{} - 0{,}016.$$

Nem hangsúlyozható eléggé, hogy nemcsak a nyersvas, hanem egyéb betétanyagok és fűtőanyag S szegénysége is igen fontos. A ként ott kell a betétből üzem közben kivonni, ahol az a legkevesebb költséggel végezhető el.

A metallurgiai munka csökkentésére való törekvés a betétanyagok szennyezőinek ellenőrzése mel-

[1] A Kohászati Lapok 9. számában megjelent cikk folytatása.

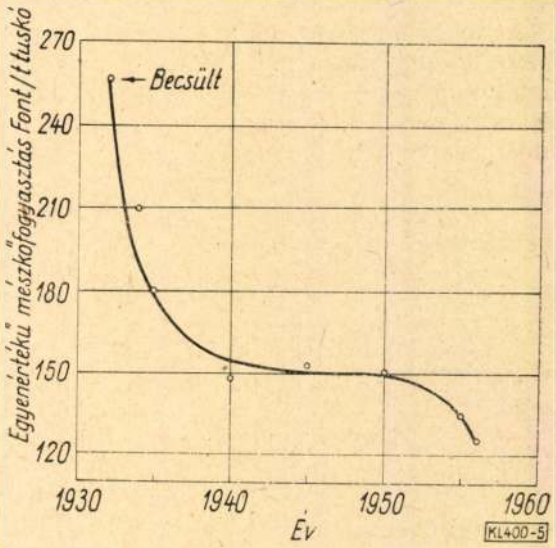
lett a SM-acélgyártókat a salakvezetés eljárásának felülvizsgálatára ösztönözte. Hogy a SM-acélgyártás ezen a téren milyen utat tett meg, azt az 5. ábra igen jól szemlélteti. A mészkőfogyasztás ilyen arányú csökkentése, főleg a leeresztett salak mennyiségének és kémiai összetételének megváltoztatásával történt, de ilyen esetben a nyersvas S tartalma a 0,05%-ot nem haladta meg. Nálunk ezen az úton haladva, de hozzátéve a berakás technikáján végrehajtott, és az első salak Fe tartalmának csökkenését célzó intézkedéseket, az utolsó negyedévben a mészkő és égetett mész fogyasztás CaO egyenértékben a 6. ábra szerint alakult.

A metallurgiai munka mértéke nemcsak a salakmennyiségtől, hanem annak megolvaszthatóságától is függ. Így — jelenleg még kihasználatlan — lehetőség van a salak olvadáspontjának csökkentésére is.

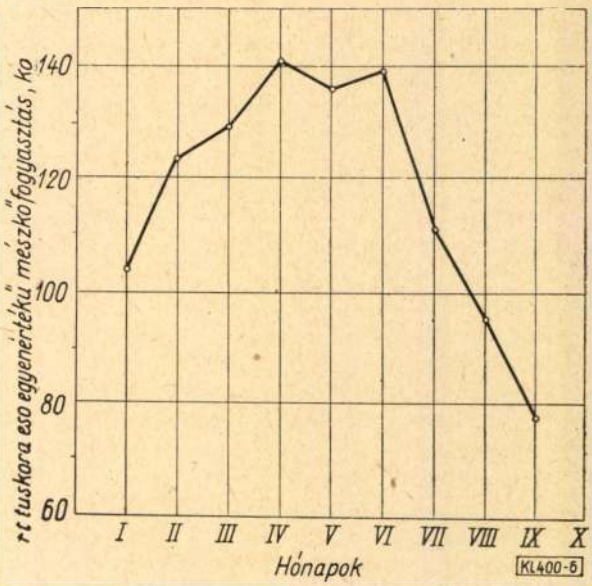
Továbbá jelentős lépést tettek a SM-acélgyártás eljárásában a metallurgiai munka csökkentésére, az oxidációs sebesség meggyorsításával. A SM-acélgyártásnak az az általánosan ismert szabálya, mely szerint az acélminőség követelményei az oxidációs sebességet korlátozzák, ma már nem tartható. Érdekes, hogy a Martin-művek mellett évtizedeken keresztül dolgozó konverterekben a Martin-kemence frissítési sebességének 10—25-szörösét kitevő oxidációs sebesség mellett ez az álláspont hogyan tudta magát évtizedeken keresztül tartani. A bázikus Martin-kemencében újabban elért nagyobb hőmérsékleten azonban, rövid idő alatt bebizonyosodott, hogy az acél minőségével a dekarbonizációs sebesség nincs összefüggésben, és hogy nem az oxidációs sebesség, hanem a hőmérséklet emelkedési sebessége fontos.

A dekarbonizáció oxigénnel való gyorsítása többirányú problémát vetett fel, de többirányú problémát oldott is meg, köztük olyanokat is, melyet eredetileg nem vártak tőle. Az oxidáció sebességének növelése a porképződés problémájával kísért, és megoldása jelenleg csak a kisebb C-tartalmakon látszik biztosítva [6]. Hogy azonban ez mennyire fedi a valóságot, arra nézve meggyőző bizonyítékokat még nem lehetett találni. Az oxigén használatával járó termelékenység növekedés ilyen eljárással 150-200 t-s kemencékben a felhasznált oxigén mennyiségétől függően 1-2 t/ó között van. A kalóriafogyasztás jelentősen csökken. Az oxigén fújtatás különösen a nagyon lágy acélok gyártásában mutatkozott előnyösnek [6]. Általában a dekarbonizációs sebesség 3 : 1 arányban nő 1100-1300 m^3/ó O_2 fogyasztás (6,2 m^3/t) mellett. Zaporozssztaljban 1500 m^3/ó (kb. 6,5 m^3/t) O_2 fogyasztás és 0,8% C mellett 1,8% C/ó ; 0,09-0,15% C tartalom mellett pedig 0,35% C/ó frissítési sebességet mértek [6].

A portartalom képződése újból rácsproblémát vet fel, ezúttal sokkal veszedelmesebbet, mint az égéshez használt oxigén dúsításakor, mert itt nemcsak a nagy füstgázhőmérséklet ellen való védekezésről van szó, hanem a porlerakódás által okozott eltömődési veszélyről is. Így került előtérbe a rácsok mechanikus és kémiai tisztítása. A képződő por mennyisége bizonyos, még meg nem



5. ábra. A mészkőfogyasztás alakulása a United Steel Corporation-üzemében



6. ábra. Mészkőfogyasztás a Dunai Vasmű acélművében 1958-ban

határozott összefüggést mutat a C-tartalom és az oxigént fúvó lándzsa bemerülési mélysége között. A zaporozssztalji vizsgálatok szerint a lándzsa 100 mm-re való bemerítése a salakba, a fürdő feletti fúváshoz képest 0,25% C-tartalom mellett, a füstgáz portartalmát 7 g/m^3-ről 2,8 g/m^3-re csökkenti.

Mint ismeretes, hosszú éveken át folyt vita arról, szabad-e egyáltalán SM-kemencébe O_2-t fúvatni. Sokak véleménye szerint a tűzállóanyagok ezt nem bírják ki. Az amerikaiak véleménye szerint ez a nézet azért alakult ki [1], mert a hőterhelés során nem vették figyelembe a fürdőből keletkezett CO égésmelegét. Ezt szerintük úgy kell tekintenünk, mint a hőterhelés egy részét. Így módon a hőterhelést annyival kell csökkenteni, amennyivel a normális dekarbonizációs sebességhez képest többlet reakció-hő keletkezett. Ez lehetővé teszi a kemencefalazat károsodása nélkül is — a nagy C-tartalom mellett végbe vitt — O_2 fúvatást.

A többlet reakció-hő nagyságát az alábbi módon határozhatjuk meg, abból a feltevésből kiindulva, hogy pl. a 0,4% C/ó nagyságrendű frissítési sebesség kétszeresére nő. Így a fejlődött többlet reakció-hő :

4 kg/t. ó C → CO-vá égése $4 \cdot 2360 = 9440$ kcal/t.ó

4 kg/t.ó C-ból fejlődött CO $= \frac{4\ 22{,}4}{12} \sim 7{,}5$ m³/tó

7,5 m³/t CO ~ CO_2-vé égése $7{,}5 \cdot 3020 =$
$= 22\ 650$ kcal/t.ó

Mivel a C-nak a fürdőben CO-dá való égésekor a tüzelés hatásfoka 100%-nak vehető, azért 25%-os tüzeléstechnikai hatásfok mellett megközelítően négyszeres fűtőanyag mennyiséget kellene eltüzelni, hogy a kérdéses 9440 kcal/t.ó hőmennyiséget a fürdővel közöljük, azaz 37 760 kcal/t.ó-t.

A fürdőben képződő összes hőtöbblet tehát : 37 760 + 22 650 = 60 410 kcal/t.ó.

Ez pl. a Dunai Vasmű kemencéiben kereken $7{,}5 \cdot 10^6$ kal/ó-t tesz ki. Kísérleteink e közelítő számítás helyességét igazolták. Nálunk a kikészítés ezen periódusa alatt szokásos $14\text{-}15 \cdot 10^6$ kal/ó hőterhelés a dekarbonizációs sebességnek 0,3-0,4%-kal való megemelkedése következtében 5,5-$7{,}5 \cdot 10^6$ kal/ó-val — azaz a jelenlegi hőterhelés $7\text{-}9 \cdot 10^6$ kal/ó-ra — csökkent. Ez azt is jelenti, hogy 1,2-1,5% C/ó sebességgel végbemenő dekarbonizáció a kikészítés teljes hőszükségletét fedezné, azaz hőtechnikailag a SM kemencében nincs akadálya annak, hogy a 1,2-1,5% C-ra beolvasztott adagokat fűtés nélkül 1 órán belül lecsapoljuk.[3]

Az energia megtakarítás és a teljesítménynövekedés mellett legalább olyan fontos az a lehetőség, amely a dekarbonizációs sebesség szabályozásában, ill. annak tetszés szerinti állandó, vagy tervszerűen változó értéken való tartásában rejlik. Itt említem meg, hogy az LD-eljárás, valamint a Rotor- és a Kaldo-eljárás metallurgusainak ez a lehetőség már kezükben van, sőt az előadás második részében kifejtem, hogy a Graef-rotorban az automatikus szabályozás is megoldott.

Az LD-eljárás tapasztalatai azt is kimutatták, hogy a konverterben a dekarbonizáció mechanizmusa az alább leírt szabályt követi [8].

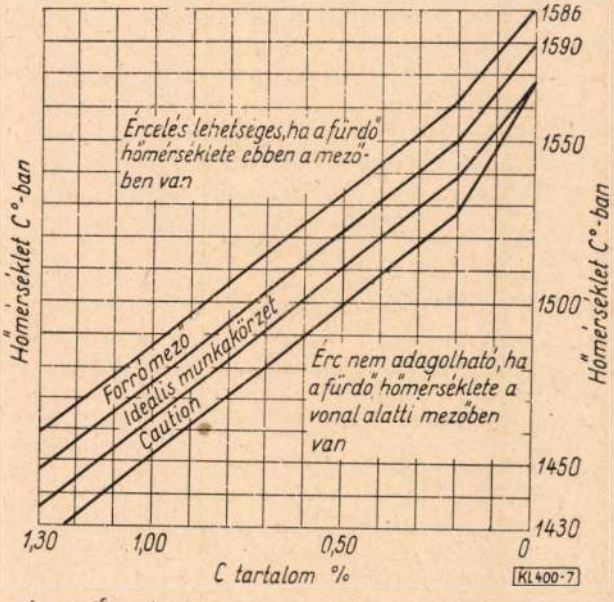
Az oxigént fúvó lándzsa alatt dekarbonizált acél nagyobb fajsúlya következtében a konverter fenekére száll és helyét dekarbonizálatlan acél foglalja el. A dekarbonizált rétegek így mindig több C-t tartalmazó acéllal kerülnek érintkezésbe, tehát szabályszerű „öndezoxidáció" jön létre. Ezzel magyarázzák azt a tényt, hogy az LD-acélok O_2 tartalma a fenékfúvásos eljárásokénál kisebb, és ami nagyon fontos, egyenletesebb is. A SM-kemence klasszikus frissítő módszerében a dekarbonizáció nagyrészben a kemence fenék- és oldalfalain megy végbe, itt tehát az LD-hez hasonló öndezoxidáció nem jöhet létre. Talán azzal magyarázható, hogy különösen a változó betéttel dolgozó acélművek egyes adagjai között az O_2 tartalom és a vele szorosan összefüggő zárványtartalom erősen ingadozó.

[3] A mi kísérleteink csak 2—2,5% C/órára növelték az oxidációs sebességet, mert csak 800—900 m³/6, azaz 2,8—4 m³/t O_2 mennyiség állt rendelkezésre.

Az O_2 fúvatás a Martin-kemencében az LD-eljáráshoz hasonló feltételeket teremt, azaz itt is előáll a fajsúlykülönbség által előidézett örvénylés, ami szemmel is látható.

Az O_2 tehát a SM-acél gyártás előtt a dekarbonizációs sebesség szabályozásának az egyenletes végső O_2 tartalom és hőmérséklet elérésének lehetőségét nyitja meg.

További lehetőség a kemence metallurgiai munkájának csökkentésére, a végsalakok összetételének eltolása a kisebb vastartalom és a kisebb bázicitás irányába. A konverteres acélgyártás tapasztalatai azt mutatják, hogy a csillapítatlan acélok gyártásakor a Martin-kemence salakjánál kevesebb vasat tartalmazó salakkal lehet dolgozni. Tehát lehetséges, hogy a C-esés sebességének növekedésével a SM-kemencében ugyanazt a jó fövést érhetjük el kisebb vastartalmú salakkal is.



7. ábra. Ércelési diagram különböző C-tartalmakhoz és hőmérsékletekhez

Két igen lényeges tényezőt szeretnék még ebben a témakörben megemlíteni : a hőmérséklet vezetést, és a beolvadási C-tartalmat. A merülő pirometerek használata lehetővé teszi az adag hőmérsékletének a mindenkori C-tartalomhoz való igazítását és ezen keresztül a racionálisabb kemence fűtést. A merülő pirometer modern Martin-üzemből ma már nem hiányozhat (7. ábra).

A beolvadt adag C-tartalmának egyenletessége a betétanyagok azonosságától függ. Minden üzemnek rendelkeznie kell valamilyen módszerrel, melylyel az egyenletes beolvadási C-tartalmat biztosítja. Ilyenek a keverőkemence közbeiktatása, azonos teknőszámú hulladékkal való berakás, valamint a szigorúan állandó érc és mészkő minőség stb.

Még néhány szóval meg szeretném említeni az O_2 elemzés fontosságát. Az irodalomból ismeretes, hogy az acél vegyelemzési adatai közül ritkán hiányzik az O_2, a N_2 és H_2 értéke. Az acél tisztaságának fokmérőjéül az O_2-tartalmat tartják [9]. Csillapított acél zárványtartalmának *Klinger* és *Koch* módszerrel végzett meghatározásával

arra az eredményre jutottak, hogy csillapítatlan acélok vákuum-extrakciós eljárással meghatározott O_2-tartalma és a zárványok összetételéből számított O_2-tartalom közelítően egyezik, tehát az O_2 elemzés a zárványtartalom fokmérőjéül szolgálhat. Ez a dezoxidációs módszerek felülvizsgálatára és megváltoztatására vezetett. Ma a dezoxidáció sikerét az acél O_2-tartalmával mérik. Meglepő megállapításra jutottak azzal, hogy a régi felfogással ellentétben az Al_2O_3 és az Al_2O_3-ban dús szilikátok rendkívül gyorsan távoznak a folyékony acélból még a kokillában is [10]. Így az Al, melyet eddig főleg egyes mechanikai tulajdonságok javítását célzó ötvözőnek tekintettek, ma mint elsőrendű dezoxidáló elem is szerepel. Gyakran volt alkalmunk üzemlátogatások alkalmával látni kizárólag Al-mal megnyugtatott acélfajták gyártását. Hazánk Al-ban gazdag ország, és népgazdasági szempontból is jelentősége van annak, ha az Al-fogyasztás az acéliparban is erősen nő. Mindezt csupán azért említettem meg, hogy hazai üzemeink is rendezkedjenek be a vákuum-extrakciós, vagy egyéb O_2 elemző eljárásra. Arra is szeretném felhívni a figyelmet, hogy folyékony acélfürdő O_2-tartalmának meghatározása egy erre a célra szerkesztett O_2 próbavevő segítségével, fém Al-mal végzett dezoxidáció után az Al_2O_3 meghatározásával történhet. Az ezzel végzett vizsgálatok eredménye a vákuum-extrakciós úton kapott eredménnyel jól egyezik.

Az elektroacélgyártás fejlődésének fő irányai

Az elektroacélgyártás utóbbi időben bekövetkezett fejlődését a „Nagy villamosív-kemencékben való acélgyártás tapasztalata az Egyesült Államokban" c. előadásból ismertük meg [11].

A kemencekonstrukció terén a fejlődés itt is a nagy kemence egységek építése irányában halad. Ez idő szerint felső rakású, 6 elektródás buktatható típusú, 200 t-s elektrokemencéket építenek. Terveztek azonban már 250 t-s kemencét is. Ezeket a nagyméretű kemencéket jelenleg csak ötvözetlen szénacélok gyártására használják.

A kemenceméretek növekedésével egy időben a transzformátorok teljesítménye is nőtt és ma úgy látszik, hogy ezek további növekedésének csak a kemence bélésanyagainak tűzállósága szab határt Jelenleg a transzformátorteljesítmény felső határa 35 000 kVA.

A kemencekonstrukción számos újítást is hajtottak végre, melyek a transzformátorok üzemét, az elektródák befogását, és villamosív szabályozását érintik.

Ilyen újítás az olajos energia megszakító helyett levegőfúvásos megszakító használata, melynél az olajcsere munkája elmarad. Az automatikus elektródatartó pedig feleslegessé teszi azt, hogy a kemencét kiszolgáló dolgozóknak elektródaállítás céljából fel kelljen menniök a kemence boltozatra. Ez az automatikus elektródatartó növelte az üzembiztonságot, csökkentette az elektróda cserélési idejét, valamint a jobb érintkezés következtében az elektróda felhasználást és az energia fogyasztást is.

Az Egyesült Államokban az acél minőségének javítása céljából két újabb elektrokemencét indukciós keverő tekerccsel láttak el. Ezeket jelenleg csak ötvözött és rozsdamentes acélok gyártására használják, de kísérleteznek bennük szénacélok gyártásával is [11].

A boltozat kivételével a tűztérben nagy magnezit tartalmú (90%) téglát használtak. Újabban az olvasztott krómmagnezit tégla beépítésére is sor került, de csak a kemence legjobban igénybe vett részein. A fenék készítésére nagy MgO tartalmú, vegyileg kötött döngölőanyagokat is használnak. A bázikus boltozattal viszont még nem értek el kellő eredményt. Itt jobb eredményt adtak a nagy Al_2O_3 tartalmú téglák.

Az elektroacélgyártás technikájában sok helyen folyékony nyersvasbetét adagolására tértek át. Az ilyen üzemekben 20—40% folyékony betéttel dolgoznak. Ezzel csökken a berakási idő, az elektróda felhasználás és nagy mértékben az energiafogyasztás is, de az acélkihozatal valamivel csökken.

A folyékony nyersvas adagolása hosszú időn át súlyos nehézségeket okozott. Ez főleg abban nyilvánult meg, hogy a kikészítés folyamán olyan heves reakciók álltak elő, hogy a folyékony fém az ajtókon keresztül a kemencéből kifutott. Ez különösen a nyersvas elkésett beöntésekor állt elő. Az alapvető okot mégis abban látták, hogy az aránylag igen mély fürdőben a diffúziós folyamatok nem a megfelelő sebességgel mennek végbe. Az említett cikk megjegyzései szerint is a melegbetétes eljárás optimális eljárása az Egyesült Államokban sincs még kidolgozva.

Az előadó felfogása szerint erősen ötvözött és rozsdamentes acélokat csak kisméretű (max. 50 t-s) elektrokemencékben lehet gyártani. Mivel az utóbbi időben a gazdaságosság a nagyobbméretű elektrokemencék építését teszi szükségessé — melyeket eddig főleg szénacélok előállítására használtak — szükségessé vált olyan eljárás kidolgozása, melynek segítségével — szükség esetén — nagy ívkemencékben is lehessen ötvözött és rozsdamentes acélokat gyártani. Újabban 80-95 t-s méretű kemencékben is gyártanak oxigén fújtatással, főleg a hulladék feldolgozása céljából rozsdamentes acélokat. Az eljárás érdekessége az, hogy a frissítési periódus után, a sok oxigén használata miatt túlhevült acélt lecsapolják, normális üzemi hőmérsékletre lehűtik, és visszaöntik a kemencébe, majd a gyártást redukáló salak alatt fejezik be. Csapágyak, repülőgép alkatrészek előállítására szolgáló acélokat ma 15 t/ó teljesítményű 90-120 t-s kemencékben gyártják.

Az 1. táblázatban láthatjuk az Egyesült Államokban üzemben levő elektrokemencék főbb adatait. A táblázat utolsó rovata Európa egyetlen nagyméretű 150 t-s elektrokemencéjének üzemi adatait tünteti fel [12]. A táblázatból láthatjuk, hogy 1952. óta a trafó teljesítmény a hideg betéttel való elektroacél gyártásban 35000 kWó-ra növekedett. Ennek a növekedésnek fő oka a kemencék méretének megnövelése. Az előadásokon többen megjegyezték, hogy folyékony betéttel megfelelő

1. táblázat

USÁ-ban levő, C acélok előállítására szolgáló, nagy elektromos kemencék üzemi adatai

Megnevezés	1952, hideg betét		1957, 100%-os					Európa szil. betét
			hideg betét			foly. betét		
Kemenceköpeny ∅ (láb)	18	20	20	22	24	22	24	24
Trafó teljesítmény, kVa	20 000	25 000	25 000	30 000	35 000	33 000	35 000	35 000
Elektróda ∅ (hüvelyk)	20	20	20	24	24	24	24	—
Adagsúly (rövid tonna)	65	90	105	150	180	140	185	155
Adagidő (csapolástól-csapolásig), óra	4,4	4,8	4,2	4,4	6,0	5,6	6,2	6,0
Tuskótermelés, t/ó	13,5	18,3	25,0	34,0	30,0	25,0	30,0	25,8
Áramfogyasztás, kWó/tonna	525	525	516	554	470	485	500	525
Elektródafogyasztás (font/tonna)	12	12	9,0	12,5	11,0	11,0	11,3	5,0 kg/t
Kihozatal,%	91	91	92,1	91,5	92,0	89,0	88,9	—
Ércfogyasztás (font/t)	50	50	110	120	100	145	170	—
Mész és mészkőfogyasztás (font/t)	105	105	90	125	90	99	100	—
% folyékony fém a betétben ...	—	—	—	—	—	20—25	25—30	—
Bázikus téglafogyasztás (kg/t)	—	—	—	—	—	—	—	

gyakorlattal a jelenleginél 20%-kal nagyobb termelésnövekedés érhető el. Feltűnő, hogy a 22 láb (6,71 m) méretű elektrokemencékre vonatkozó adatok szerint hideg betéttel a fajlagos teljesítmény sokkal jobb, mint meleg betéttel. Ezt azonban bizonyos mértékig ellensúlyozza a nagyobb áram- és elektróda fogyasztás. A táblázatból az is látható, hogy meleg betéttel a kihozatal kb. 2%-kal kisebb.

Az Egyesült Államokban az elektrokemencék jövőbeli teljesítményéről az a vélemény alakult ki, hogy a nagy elektrokemencékből a közeljövőben 40-45 t/órás teljesítményre számítanak.

Fel szeretném hívni a figyelmet *Battelle* [11] tanulmányára is, mely az elektrokemencék és Martin-kemencék gazdaságosságának összehasonlításával foglalkozik. Ez a beszámoló azt állapítja meg, hogy az összes tényezők figyelembevételével az elektrokemence hidegbetéttel gazdaságosabb a hidegbetétes Martin-kemencénél, de a Martin-eljárás meleg betéttel az elektrokemence gazdaságosságát felülmúlja. Azt is megállapítja, hogy a melegbetétes elektrokemence eljárásban várható javulás miatt, a verseny az elektrokemence javára dőlhet el.

A tanulmány szerint az elektrokemence 1 t tuskóra számított beruházási költsége 50%-kal kisebb, mint a Martin-kemencéé. Ez az elektroüzemek kisebb méreteivel, könnyebb épületekkel és berendezésekkel magyarázható akkor, ha az elektroüzem számára független energiaforrás biztosítható, úgy az évi beruházási költségek tonnánként 21—28 $-t tesznek ki.

Az anyagköltségek tekintetében igen nehéz összehasonlítást tenni, mert ezeket hosszabb időre kell számítani. Az anyagköltségek értékelése tekintetében a legfontosabb tényezők a tanulmány szerint a következők :

a) Az ócskavas ellátás valószínűleg egyetlen országban sem lesz elegendő ahhoz, hogy hosszabb időn át fedezze a szükségleteket. Mint új tényező azonban számításba jön a közvetlen ércredukció által előállítható szilárd ócskavas (vasszivacs) használata.

b) Figyelembe kell venni azt is, hogy elektrokemencében a kihozatal minimálisan 1%-kal, maximálisan 3%-kal jobb, mint a Martin-kemencében.

c) A tanulmány szerint a felső berakású elektrokemencében olcsóbb ócskavasfajta használható mint Martin-kemencében.

Határozott többletköltségként jelentkeznek viszont az elektroacélgyártásban az olvasztáshoz szükséges energiaköltségek és az elektróda költség, mely jóval nagyobb a Martin kemence tüzelőanyag költségénél. Nagyobbak természetesen az öntőcsarnoki költségek is, főleg a kokilla miatt.

Viszont a tűzállóanyag fogyasztás és a karbantartási költségek, valamint a karbantartási idő kevesebb.

Erősen korlátozó tényként jön számításba az is, hogy a 200 t-s nagyméretű elektrokemencéket jelenleg csak ötvözetlen acélok gyártására tudják használni.

A költségek alakulása szempontjából döntőnek tartják a kemence nagyságát, mivel ez a

fajlagos teljesítményt szinte megszabja. Végeredményben tehát az Egyesült Államokban az a vélemény alakult ki, hogy meleg betéttel dolgozó elektrokemencék gazdaságossága még nem éri el a Martin-kemencékét, de bizonyos változtatásokkal ez lehetővé válik. A helyzet valóságos állására nézve mégis a legjellemzőbbnek azt tartom, hogy az 1. táblázat utolsó rovatában bemutatott igen jó gazdasági mutatókkal rendelkező 150 t-s belgiumi elektrokemence 1957 december óta üzemen kívül van és helyette 2 db 70 t-s Martin-kemence dolgozik. A 150 t-s elektrokemence tulajdonosa a kemence leállítását az áramköltségek nagyságával indokolta. Ez annál inkább szembeötlő, mert ennek a 150 t-s elektrokemencének fajlagos tűzállótégla fogyasztása habarcsot és kötőanyagot is beleértve 4 kg/t volt [12].

A Kongresszuson elhangzott előadások jegyzéke:[1]

[1] *Lightner, M. W.,—Bride, D. L. Mc.:* Basic Opc — Heart Steelmaking in the United States.

[2] *Kosmider—Weyel:* Über das Frischen von phosphorarmen Roheisen im Bodenblasenden Konwerter.

[3] *Chesters, I. H.:* Increased fuel input and basic refractories.

[4] *Ewans:* The Driving rate of open-heart furnaces.

[5] *Pearson, J.:* Research into factors contributing to the output rate of open-heart furnaces.

[6] *Kesterton:* The Use of Oxygen for decarburation in the open-heart furnaces.

[7] *Allen, F.:* Use of oxygen to assist conbustion in the openheart furnaces at Consett.

[8] *Hauttmann:* Die Eigenschaften der unberuhigten und beruhigten LD Stähle.

[9] *Plöckinger, E.—Randak, A.:* Untersuchungen über die Desoxidation höhergekohlten SM Stähle mit Ferrosilizium, Aluminium, und Kalzium Silizium (Radex Rundschau 1957. 5/6).

[10] *Rosseger, R.:* Technologische und mechanische Eigenschaften unterschiedlich desoxydierten Thomasstähle. (Berg und Hüttenmännische Monatshäfte der Montanischen Hochschule Leoben, 1958. september).

[11] *Ogan, A. C.—Carney, D. J.:* Acélgyártás tapasztalatai nagy elektrokemencében az USA-ban.

[12] *Stassin:* Résultats obtenus sur un four electrique de 150 tonnes.

[1] A [8], [9] és a [10] alatti nem kongresszusi előadás.

Az előadások II. részét egy következő számunkban közöljük.

Vaskohászati folyóiratfigyelő

1. Történeti és általános vonatkozások

Japán vas- és acéliparának gyors fejlődése a háború után. Iron and Coal Trades Review, 1959. május 29. 1255—1257. old.

2. Tűzálló és tüzelőanyagok. Tüzelések

Stebel, F.: **Acélöntő üstök bélése.** Hutnik (Praha), 1959. ápr. 129—132. old.

Schenck, H.—Esch, H.: **A koksz viselkedése ütő és nyomó igénybevételkor.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 28. 769—777. old.

Smilowsky, E.—Obdrzalek, O.: **Mélykemence tüzelésének automatizálása.** Hutnik (Praha), 1959. ápr. 132—137. old.

Pepperhoff, W.: **Hősugárzás ipari fűtőgázok lángjából.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 14. 729—730. old.

Kokarev, N. I.—Kapicsev, A. G.: **Az égőfejek hőtechnikai vizsgálata a gázjáratokba levegőfúvás közben.** Sztal', 1959. ápr. 306—311. old.

3. Energiagazdálkodás

Ravenscroft, J.—McGee, L.: **A hőátadás kutatása és az automatikus energiaszabályozás fejlesztése a BLSRA kb. 0,4 tonnás villamosív kemencéjén.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. május 34—39. old.

A Herault-kemencében végzett kutatások célja volt: 1. meghatározni a kemence feszültségének és az energiabevezetésnek az olvasztási időre és az olvasztási idő alatt való áramfogyasztásra gyakorolt hatását, 2. az ív és a folyékony betét közötti hőátadás sebességét a finomítás alatt.

4. Ércelőkészítés

Meinecke, E.: **Új módszerek az Ilsede-i vasércek előkészítésére.** Stahl und Eisen, 1959. május 14. 657—668. old.

Ismerteti a nyersérc, a koncentrátum és a betét anyag összetételét, a vastartalom növelésére és a foszfor- és mangántartalom csökkentésére használt módszereket. Berendezések. Az előkészített érc tulajdonságai, és az előkészítés hatása a kohósításra.

Henkel, S.: **Új eljárás a nagyolvasztó-betétanyag redukálhatóságának vizsgálatára.** Stahl und Eisen, 1959. május 14. 724—725. old.

Rovenszkij, I. I.: **Pelletek pörkölése rostélyon.** Sztal', 1959. május, 359—393. old.

A finom magnetit-koncentrátumokból készített pelletek szilárdítás céljából végzett pörkölése jobb eredményeket adott, mikor gáznemű tüzelőanyagot használtak.

Szovjet eljárás vasércek mágnesező pörkölésére. Iron and Coal Trades Review, 1959. május 15. 1121—1125. old.

Zajcev, H. P.—Voloh, I. A.—Vorogusina, Z. N.: **Vasércek átlagosítása vaskohászati üzemekben.** Sztal', 1959. május, 385—389. old.

Ball, F. D.: **Zsugorítás előtt pelletezés.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. május, 40—55. old.

Kísérleteket folytattak az előpelletezésnek az ércek zsugorítási tulajdonságaira való hatásával kapcsolatban. Az eredmények szerint a 3 mm-nél kisebb pelletek kerülendők. A tüzelőanyagot a legelőnyösebben pelletezés után lehet a zsugorító elegybe bevezetni. Pelletezett állapotban finomszemcsés anyagok is jól használhatók.

5. Nagyolvasztó. Nyersvasgyártás

Mahn, *G.:* **A nyersvas kéntelenítése szilárd mésszel.** Stahl und Eisen, 1959. május 28. 815—816. old.

A kén és szilícium eltávolítása folyékony nyersvasból. Metal Progress, 1959. május, 91—94. old.

Jennings, R. F.—Frankau, A. M.: **Nagyolvasztó betétanyagának előkészítése nagy hamutartalmú koksz használata alkalmával.** Iron and Coal Trades Review, 1959. június 5. 1317—1320. old.

A cikk ismerteti, hogy az ércelőkészítéskor jó ércek és rossz minőségű, nagy hamutartalmú kokszok hátrányát hogyan lehet kiegyenlíteni.

Sapalopov, M. A.: **Az elegyoszlop fennakadásának okai dúsított fúvószéllel való olvasztáskor.** Sztal', 1959. május, 393—398. old.

Fő oknak azt tekinthetjük, hogy a fúvókák szintje felett az elegyben egy kisebb gázátbocsátó képességű réteg képződik, mivel a salakképződés öve lejebb száll (magasságának egyidejű csökkenése mellett), és ebben az övben lecsapódnak a szilíciumvegyületek gőzei.

Babarükin, N. N.—Agasin, A. A.—Jusin, F. A.: **Az aktív elegysúly meghatározása működő nagyolvasztóban.** Sztal', 1959. április, 289—291. old.

A nagyolvasztóban az elegyoszlop függőleges nyomásának mért értékei jól megegyeznek azokkal az adatokkal, amelyeket a jól ismert Jansen-egyenleten alapuló számításokkal kaptak.

Gruzin, P. L.—Afanasz'ev, V. N.—Zemszkij, Sz. V.: **A nagyolvasztó-folyamat vizsgálata és ellenőrzése radioaktív izotópok és emanációk segítségével.** Sztal', 1959. ápr. 291—297. old.

Kiricsenko, — Kocsinev: **Nagyolvasztók nagyhőmérsékletű szélhevítői.** Sztal', 1959. ápr. 298—304. old.

Voronov, M. Sz.: **Nagyolvasztók elegyelosztójának pneumatikus tömítése.** Sztal', 1959. máj. 397—398. old.

Szelektív és automatikus adagolás nagyolvasztóban. Iron and Coal Trades Review, 1959. jún. 12. 1367—1369. old.

Schaefer, W.: **Nagyolvasztó fúvókák fejlődése és szerkezete.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 430—431. old.

6. Acélgyártás

Brandt, D. J. O.: **A nyersanyagok legjobb kihasználása.** Iron and Trades Review, 1959. jún. 5. 1301—1305. old.

Összehasonlítja az angol SM-kemencék termelékenységét a német SM-kemencék lényegesen nagyobb termelékenységével, és javaslatokat tesz arra, hogy hogyan lehet a meglévő nyersanyagokkal jobb eredményeket elérni, jobb eljárással és jobb szervezéssel.

Derfeld, A. G.—Dubina, Ju. G. stb.: **Zsugorítvány és brikett gazdaságos használata SM-kemencében vasérc és mészkő helyett.** Sztal', 1959. május, 400—407. old.

Ha kiváló minőségű vasérc helyett salakképzővel ellátott briketteket vagy zsugorítványt használnak, az olvasztási folyamat gyorsítható a kemence kapacitásának egyidejű növekedése mellett.

Kurocskin, B. M.—Szimonov, E. I. stb.: **SM-kemencék tüzelése földgázzal.** Sztal', 1959. május, 407—413. old.

Epstejn, M. M.: **A Kuzneci Kohászati Kombinát SM-kemencéjének automatikus hőszabályozása és ellenőrzése.** Sztal', 1959. ápr. 318—320. old.

Durrer, R.—Heintze, G.: **Folyékony nyersvas finomítása villamosív-kemencében.** Journal of the Iron and Steel Inst., 1959. máj. 13—15. old.

Kísérleteket ismertet, amelyhez a betét 70%-ában kis és nagy *P*-tartalmú nyersvasat használtak 12 és 40 tonnás villamosív-kemencékben. A fő finomító szer érc volt. Ismerteti a finomítás szabályozását, a tüzelőanyagok és elektródák kopását, táblázatokon közli az eredményeket.

Új 80 tonnás villamosív-kemence Skóciában. Iron and Coal, 1959. máj. 29. 1266—1268. old.

Szadko, A. I.: **Buktatható szerkezetű elektromos ív kemence.** Sztal', 1959. ápr. 327—330. old.

Efrojmovics, Ju. E.—Timosenko, V. V.—Cukanov V. N.: **Villamosív-kemencék szekunder áramkörének ésszerű szerkesztése.** Sztal', 1959. máj. 421—424. old.

Elektromos közvetlen redukálási eljárás a nyersvas- és acélgyártásban. Iron and Coal Trades Review, 1959. jún. 12. 1371—1372. old.

de Sy, A.: **Elektromos közvetlenül redukáló eljárás acél vagy nyersvas gyártására.** Journal of Metals, 1959. ápr. 265—269. old.

Új olvasztómű a Brymbo acélművekben „oxigénes elektroacélgyártás"-ra. Iron and Coal Trades Review, 1959. máj. 1. 1021—1030. old.

Trentini, B.—Allard, M.: **Nyersvas finomítása tiszta oxigén és mészpor befúvatásával.** Iron and Coal Trades Review, 1959. máj. 8. 1073—1082. old.

Levin, A. M.—Teder, L. I.: **Szerkezeti elektroacél olvasztásának intenzívebbé tétele.** Sztal', 1959. ápr. 323—327. old.

Az acélolvasztás termelékenységét jelentős mértékben növelték és a fém minőségét nagymértékben javították az acélolvasztás-folyamat intenzívebbé tételével. Ezt úgy érték el, hogy az egyes hőfolyamatokat gyorsították és levegőt is fúvattak a fürdőbe.

Gaines, J. M.: **Az oxigénes acélgyártás legújabb fejlődése Észak-Amerikában.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. máj. 55—60. old.

Röviden ismerteti az oxigén felhasználásának legújabb amerikai irányait. Legfontosabbak: 1. használható eljárás kidolgozása a SM-kemencék oxigénes fúvatására; 2. bázisos oxigénes acélgyártás feljesztése; 3. oxigén használata villamosív-kemencékben; 4. a nagyolvasztók oxigénes széldúsításának fejlesztése.

Pearson, O.: **Oxigén felhasználása álló SM-kemencékben.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. ápr. 305—318. old.

Jackson, A.: **Oxigén használata módosított buktatható kemencékben.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. ápr. 328—336. old.

Kalling, B.—Johanson, F.: **További tapasztalatok a Kaldo-eljárással.** Iron and Steel, 1959. máj. 22. 295—298. old.

Loughrey, D. R.: **LD-műveletek Aliquippa-ban.** Journal of Metals, 1959. ápr. 256—260. old.

Cuscoleca, O.—Rösner, K.: **Az LD-eljárás fejlődése és jelenlegi helyzete.** Iron and Steel, 1959. máj. 22. 284—286. old.

Trantini, B.—Vaysiers, P.—Allard, M.: **Megjegyzések az O. L. P. eljáráshoz.** Iron and Steel, 1959. május 22. 286—289. old.

7. Különleges eljárások. Porkohászat

Hengerlési és kovácstuskókhoz, valamint öntvényekhez szánt acél üzemszerű vákuumkezelése. Stahl und Eisen, 1959. ápr. 30. 634—638. old.

Pottgiesser, C. H.—Wicher, A.—Klein, B.: **Tapasztalatok vákuumban kezelt acélok tulajdonságaival.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16. 468—472. old.

Tix, A.—Bandel, G. stb.: **Tapasztalatok az acél vákuumöntő eljárással való gáztalanításával.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16. 472—477. old.

Knüppel, H.—Drevermann, A.—Osters, F.: **Az oxigén eltávolítása acélolvadékok vákuumkezelésekor.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 414—419. old.

Brotzmann, K.—Rüttiger, K. stb.: **Acélolvadékok vákuumban való gáztalanításának méréstechnikai ellenőrzése.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 410—414. old.

Meg nem nyugtatott lágyacél vákuumos gáztalanítása kokillában való dermedéskor. Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 405—410. old.

Barrett, A. S. D.—Harper, M. E.: **A vas- és acéliparban vákuumolvasztásra és öntésre használt berendezések.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. ápr. 366—374. old.

Levaux, J.—Nepper, M.: **Acél vákuumöntése.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. máj. 77—80. old.

Az ismertetett acélműben a vákuumöntést két módszerrel végzik: 1. a nagy kovácsolt tuskókat közvetlenül gáztalanítják, mikor az acélt a kokillába öntik, és 2. a kis tuskókat az acélnak egyik üstből a másik üstbe való öntésekor gáztalanítják.

Batten, W. L.: **Hogyan lehet több eredményt elérni előötvözött porokkal.** Metal Progress, 1959. ápr. 105—112. old.

Gregory, E.: **Fémporok rúdsajtolása.** Metal Progress, 1959. ápr. 113—116., 150—152., 156., 158. old.

8. Acélok képlékeny alakítása

Lampmann, H.—Völkening, W.: **A hengerlési erő mérése és üzemi tapasztalatok egy teljesen folyamatos hatállványos finom melegszalag-hengersoron.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 28. 777—785. old.

Nürnberg, W.: **A hajtóművek és elektromos gépek fejlődése hengerművekben.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 14. 683—693. old.

Müller, H. G.—Lueg, W.: **Négyállványos hideg széles szalaghengersoron végzett kísérleti hengerlésekből levont következtetések.** Stahl und Eisen, 1959. márc. 19. 325—331. old.

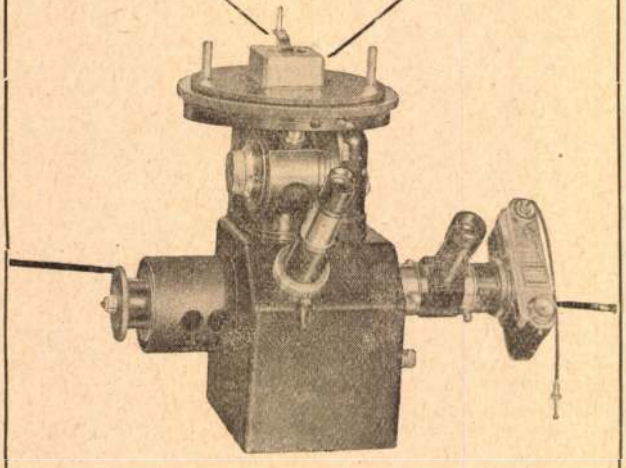
Szmolovikov, B. D.—Sevcsenko, L.: **Készülék a fémnek a hengersor hengerei közé való adagolására.** Sztal', 1959. máj. 441—443. old.

Zaroscsinszkij, M. L.—Griskov, A. I.: **Az alakítási sebesség hatása hengerléskor a fajlagos nyomás eloszlására.** Sztal', 1959. máj. 433—436. old.

Sternov, M.M.: **Korszerű folyamatos durvahengersor.** Sztal', 1959. május, 429—432. old.

Zel'din, V. Sz.—Iljusina, L. G.: **850/700/500 mm-es folyamatos durvahengersor.** Sztal', 1959. ápr. 333—335. old.

Megvilágításos mikroszkóp



SM XX Sztereomikroszkóp
„Epignost"
„Epityp"
Ráesö fénnyel müködö kondenzor
„Neophot"
Elektrolitikus polirozó készülék
„Polmi A" polarizációs munkamikroszkóp

CARL ZEISS JENA

Kérje tájékoztató nyomtatványainkat
VEB Carl Zeiss JENA

Az

alumíniumfólia

felhasználás világszerte egyre nagyobb tért hódít

Gyártja a

Kőbányai Könnyűfémmű fóliaüzeme

sima, mintázott, színes, színes-mintázott, impregnált és kasirozott kivitelben

fólia az élelmiszeripar, a csomagolástechnika, a járműipar, a híradástechnika, az építészet szolgálatában

Részletes felvilágosítást nyújt a

KŐBÁNYAI KÖNNYŰFÉMMŰ
(Budapest, X., Cserkesz utca 42.)
műszaki osztálya (telefon: 148—865)
és anyag- árúforgalmi osztálya (telefon: 149—021)

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1500 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
46579 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest. V. Vadász utca 16. (Felelős; Povárny Jenő)
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest. V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.
Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

KOHÁSZATI *lapok*

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA : PÉCH ANTAL 1868-BAN

11. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 11. SZ. 485—532 OLD. BUDAPEST, 1959. NOVEMBER

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии

Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy
Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:

ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:

VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:

BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR.
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:

SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Bogárdi Endre: Bauxit kovasavtartalmának oldódása és kiválása nátronlúgban .. 485
Bogárdi Endre: Egyes járulékos bauxitelegyrészek lúgos oldhatóságának vizsgálatáról .. 488
Egyesületi hír .. 492
Nagy Endre: Porkohászati úton készített Al-Fe alapú hőálló huzalok 493
Temesi Sándor: Bauxitdúsítási kísérletek fizikai módszerekkel .. 498
Műszaki eseménynaptár .. 505
Csepiga Zoltán: Rézkiválás lágyacélokban .. 506
Tettamanti Jenő .. 514
Ajkai alumíniumkohászati Ankét .. 515
Terény Aladár: Indukciós hevítés létjogosultsága süllyesztékes kovácsiparunkban .. 516
Szombatfalvy Á.: Pörkölt ércek mágneses vizsgálata .. 522
Egyetemi hírek .. 524
Dr. Sajó István: Gyors módszer vas és mangán meghatározására szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzálló anyagokból és fémekből .. 525
Könyvismertetés .. 526
Lapszemle .. 526
Műszaki és gazdasági hírek .. 527
Fémkohászati folyóiratfigyelő .. 529
Néhány egyszerű összefüggés spektroszkópiai állandók között .. 531
Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. IV. negyedévben és 1958-ban összesen .. 532

ÖNTÖDE:

Lendvai Endre: Ferrosilek .. 245
Rösner Béla: Nagyszilárdságú alumínium—réz—titán-ötvözetből készített öntvények öntési és hőkezelési technikája .. 261
Rutkowski, Krzysztof Mgr. Ing.: Rézszegény sárgarezek hőkezelése .. 264

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450

Egyévi előfizetés: 144,— Ft. Egyesületi tagoknak: 96,— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **11. szám** 1959. november

Bauxit kovasavtartalmának oldódása és kiválása nátronlúgban

BOGÁRDI ENDRE

D. K. : 669.712.034

Щелочная растворимость и выделение кремнезёма боксита

Die Lösbarkeit und Ausscheidung des Kieselsäuregehaltes des Bauxits in Natronlaugen

The solubility and precipitation of the silica-content of the bauxite in caustic solutions

A kovasav viselkedése bauxit kilúgozásakor függ attól, hogy az a bauxitban szabadon (pl. kvarc) vagy vegyület (pl. kaolinit) alakjában van-e jelen. Ismeretes, hogy a legtöbb bauxitban, így pl. a halimbai bauxitban is a kovasav majdnem kizárólag kaolinit ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) alakjában található [1], [2]. A kaolinitból a kovasav oldása már 100 C° körüli hőmérsékleten végbemegy és az oldatban képződő nátriumszilikát a nátriumalumináttal oldhatatlan nátriumalumíniumszilikátot képez. A nátriumalumíniumszilikát, amelyet a legújabban végzett összetételvizsgálatok ($Na_2O : Al_2O_3 : SiO_2 = 1{,}35 : 1 : 2$) a sodalith-csoport ásványai közé sorolnak (2), a keletkező vörösiszapban kiválva idézi elő a kémiai Al_2O_3 és Na_2O veszteségek legnagyobb részét. Szakaszos üzemi bauxitfeltáráskor a bekeverőben és az autoklávban lejátszódó kovasavbeoldódási és kicsapódási folyamatot különösebben nem kell figyelemmel kísérni, más azonban a helyzet a hazánkban járt szovjet szakemberek javaslata alapján újabban megvalósított gazdaságosabb folyamatos feltárási rendszerrel, ahol a használt berendezés folytán a kovasavoldódás és kiválás menetének pontos ismerete a zavartalan üzembentartás elengedhetetlen feltétele. A bekeveréskor azonnal meginduló kovasavoldódási és kicsapódási folyamat közvetlen zagybetáplálásakor ugyanis rendszerint a következő nagyobb hőfokú egységben, a zagyelőmelegítőkben már befejeződik, aminek következtében a hőátadást gyorsan rontó nátriumalumínium-szilikátban dús vörösiszapkéreg válik ki és rakódik az előmelegítőcsövek falára. A kovasavkiválás különösen erősen jelentkezik a nagyobb hőfokon dolgozó második előmelegítőegységben. A Magyaróvári Timföldgyárban a folyamatos feltáróberendezés második előmelegítőjének csőfalára rövid idő alatt 4—5 mm-es kéregben kivált anyag elemzése az alábbi összetételt mutatta :

Al_2O_3	29,40%	ö $\cdot Na_2O$	17,30%
SiO_2	24,10%	TiO_2	1,00%
Fe_2O_3	15,00%	izz. v.	8,20%

Mivel a rendkívül nehezen oldható, ill. eltávolítható, gyorsan keletkező kiválás elkerülése, ill. minimális mértékre való csökkentése a folyamatos feltárással dolgozó üzemben fontos, szükségesnek látszott a hazai bauxitokra nézve eddig közelebbről nem vizsgált kovasavoldódás és kiválás körülményeit kísérleti úton tisztázni.

1. A kovasavoldódás és kiválás menetének vizsgálati módszere

Kísérleteink céljára 6 db 370 ml térfogatú acélbombát tartalmazó, olajfürdős feltárókészüléket (3) használtunk, amely berendezésben a sorozatvizsgálatok lefolytathatók voltak. Azonos összetételű feltárólúgok, ill. bauxitok bekeverésével és a zagy különböző hőfokon való tartásával, az időtől függően vizsgáltuk a kovasav oldatbajutás alakulását. Az üzemi körülményeknek megfelelő eredmények elérésére és az oldatokban lejátszódó folyamatok pontos rögzítésére a kísérletek során az alábbi feltételeket a leggondosabban tartottuk be :

a) az aluminátlúg és vörösiszap különválasztását 100 C° körüli hőmérsékleten végeztük,

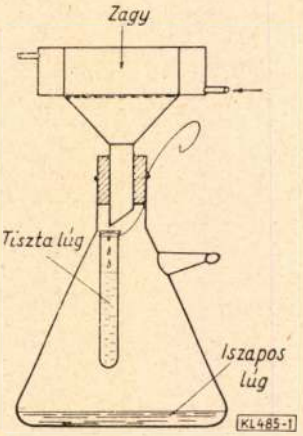
b) az aluminátlúgot eredeti hígítatlan állapotban különítettük el a zagytól,

c) a különválasztást mindenkor max. 5 perc időtartam alatt elvégeztük, különös gonddal ügyeltünk arra, hogy az elkülönített lúgoldat vörösiszapnyomoktól is mentes legyen,

d) a kovasavtartalmú lúgoldatokat elemzésre való bemérés után az eredeti állapot megtartására azonnal átsavanyítottuk.

A nagy hőfokú elválasztás biztosítását a bombák lehető legforróbb állapotban való kiürítésével, a tömény állapotban való gyors különválasztást

pedig az 1. ábra szerint összeállított szűrőberendezéssel értük el. A forró zagyot 100 C° hőmérsékletre fűtött 12 cm átmérőjű nuts-szűrőre öntve, tömény állapotban is sikerült az elemzésekhez szükséges lúgmennyiséget gyorsan és tisztán elkülöníteni. Macherey & Nagel Co. Düren gyártmányú Nr. 640 m jelzésű közepes sűrűségű kvantitatív szűrőpapíron szűrtünk. A kezdetben lecsepegő vörösiszapos oldatot a szívópalackba engedtük,



1. ábra. Tömény állapotban különválasztást biztosító szűrőberendezés

majd a kb. 1 perces szűrés után kitisztult lúgoldatot, a szívópalackba a nuts-szűrő szára alá behelyezett vékony acélhuzalra erősített, száraz kémcsőben fogtuk fel. A kémcsőben ily módon összegyűlt lúgoldat 20 ml-nyi mennyiségéből kovasavat, 5 ml-nyi részéből pedig a molviszonyt határoztuk meg. Kovasavmeghatározásra a lúgoldatot kipipettázás után 25 ml vízzel hígítottuk és 25 ml 1 : 1 kénsav + 5 ml 1 : 1 salétromsav elegyével azonnal savanyítottuk. Az oldatot homokfürdőn lassan szárazra pároltuk, majd dehidratizáltuk, a száraz maradékot 100 ml forróvízzel és 10 ml 1 : 1 sósavval felvettük és a pelyhes csapadék alakjában kivált kovasavat tömör szűrőpapíron elkülönítve sósavas forróvízzel kimostuk. A kovasav mennyiségét platinatégelyes elfüstöléses gravimetrikus módszerrel határoztuk meg.

2. A kovasav oldódására és kiválására vonatkozó mérések eredményei

A kísérleteket ugyanazon bauxitlisztből kiindulva 99,99%-os alumíniummal készült szintétikus és timföldgyári feltárólúggal végeztük el. A sűrűlúgokból vakpróbaként az eredeti kovasav tartalmat is meghatároztuk. A felhasznált bauxitliszt és lúgoldatok összetétele :

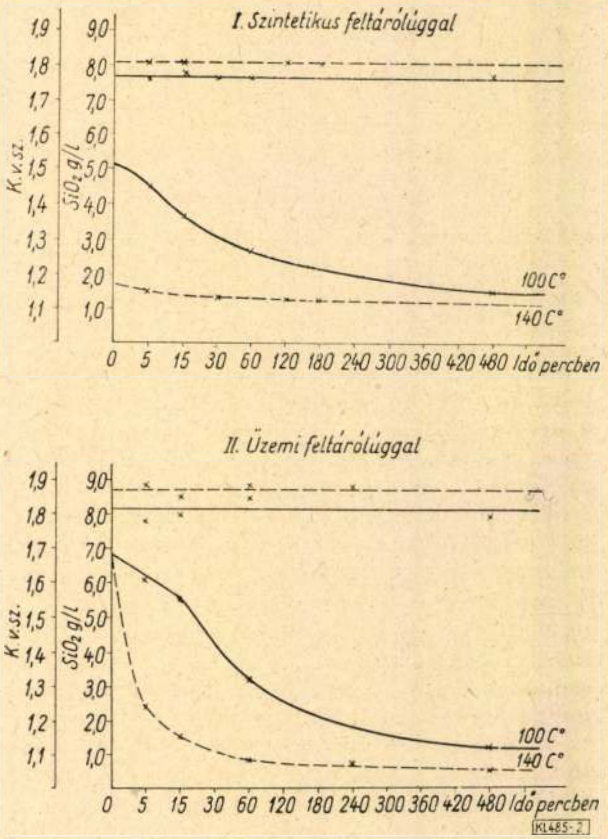
Bauxit-liszt (halimbai keverék)

Al_2O_3	48,08%	MgO	0,09%
SiO_2	4,46%	izz. v.	21,93%
Fe_2O_3	22,30%	egyéb	0,60%
TiO_2	2,10%	modul	10,78%
CaO	0,44%		

	Szintétikus feltárólúg		Timföldgyári	
Al_2O_3	113,9	g/l	122,4	g/l
sz. Na_2O	260,4	g/l	269,7	g/l
k. v. sz.	3,74		3,62	
Na_2CO_3	3,50	g/l	63,80	g/l
F	—		3,72	g/l
P_2O_5	—		1,38	g/l
V_2O_5	—		1,72	g/l
SiO_2	0,00	g/l	0,20	g/l

Szintétikus és timföldgyári feltárólúggal 100, 140 és 150 C°-on végeztünk bekeverési, ill. feltárási sorozatvizsgálatot. 250 ml-nyi lúghoz 1,55 kauszt. molviszonyra számítva 85 g finoman porított bauxitot mértünk be. Egyszerre 6 feltáróbombát helyeztünk a néhány fokkal a kívánt feltárási hőmérséklet fölé fűtött olajfürdőbe. Az időpont számításhoz O-nak vettük azt az időt, amikor a bombák behelyezését követően a fürdő hőmérséklete a kívánt hőfokot éppen elérte. (Ez általában mindig kb. 15 perces időt vett igénybe.) A további időt ettől az időponttól számítottuk. A mérési eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A vizsgálatok eredményeit a 2. ábra grafikusan is szemlélteti. A görbékből a 100 C°-os bekeveréskor, ill. 140 C°-os előmelegítéskor bekövetkező SiO_2 tartalomváltozás alakulása jól követhető. Az I és II grafikon görbéiből látható, hogy szintétikus oldott sóktól mentes feltárólúgból a bekeveréskor bekövetkező kovasavbeoldódás kisebb, ill. a kovasavkiválás sebessége nagyobb, mint sótartalmú timföldgyári feltárólúg felhasználásakor.



2. ábra. Kovasav viselkedése a bekeveréskor és a feltáráskor

1. táblázat

Bekeverési, illetve feltárási kísérletsorozatvizsgálat eredményei

a) 100 C°-os bekeverés szintétikus lúggal

Bekev. idő, perc	0	5	15	60	480	960
Elkülönített lúg						
Al_2O_3 g/l	204,0	202,3	197,2	204,0	193,6	199,0
Sz. Na_2O g/l	220,1	217,0	214,0	220,1	213,9	217,0
K. v. sz.	1,77	1,76	1,78	1,77	1,81	1,78
SiO_2 g/l	5,08	4,50	3,67	2,70	1,52	1,31

b) 140 C°-os feltárás szintétikus lúggal

Bekev. idő, perc	0	5	15	30	120	180
Elkülönített lúg						
Al_2O_3 g/l	196,1	194,0	194,0	198,9	198,9	200,6
Sz. Na_2O g/l	217,0	213,9	213,9	213,9	220,1	220,1
K. v. sz.	1,82	1,81	1,81	1,76	1,81	1,80
SiO_2 g/l	1,65	1,52	1,38	1,35	1,31	1,21

c) 150 C°-os feltárás szintétikus lúggal

Bekev. idő, perc	0	5	30	60	120	180
Elkülönített lúg						
Al_2O_3 g/l	—	188,7	190,4	198,9	192,1	195,5
Sz. Na_2O g/l	—	204,6	204,6	223,2	204,6	210,8
K. v. sz.	—	1,78	1,75	1,84	1,75	1,77
SiO_2 g/l	—	1,54	1,45	1,39	1,35	1,34

d) 100 C°-os bekeverés timföldgyári feltárólúggal

Bekev. idő, perc	0	5	15	60	480	960
Elkülönített lúg						
Al_2O_3 g/l	211,6	213,2	210,8	205,6	209,4	208,1
Sz. Na_2O g/l	232,5	229,4	229,4	232,5	227,8	232,5
K. v. sz.	1,81	1,77	1,79	1,85	1,79	1,83
SiO_2 g/l	6,74	6,08	5,52	3,18	1,12	0,97

e) 140 C°-os feltárás timföldgyári feltárólúggal

Bekev. idő, perc	0	5	15	60	240	480
Elkülönített lúg						
Al_2O_3 g/l	204,0	206,0	202,3	206,0	206,0	205,7
Sz. Na_2O g/l	229,4	229,4	230,9	229,4	229,4	223,2
K. v. sz.	1,85	1,84	1,88	1,84	1,84	1,78
SiO_2 g/l	6,82	2,84	1,52	0,83	0,73	0,52

Üzemi lúgokban valószínűleg az oldatban mindig található jelentős sómennyiség hat ki elsősorban a kovasav oldására és kiválására. A kovasav oldása és kiválása 100 és 140 C°-on egyaránt nagyobbrészt a bekeverés első órájában már lejátszódik, mikor is a SiO_2 oldási sebessége nagyobb, mint a kovasav vegyületek kiválása. Az idő előrehaladásával a kovasav kiválása fokozódik és az üzemi lúgból a folyamat 100 C°-on kb. 7—8 óra után, 140 C°-on 1 óra után gyakorlatilag befejeződik. A kovasavkiválás 16 órai 100 C°-os állás után sem nő lényegesen, amiből arra lehet következtetni, hogy a deszilikálási folyamat, mint ahogy ez a 140 C°-os görbéből is látható, csak a nagyobb hőfoktartományban, a feltárás előrehaladása során fejeződik be teljesen.

Az I és II grafikonokon a vízszintes vonalakkal ábrázolt molviszonyegyenesek a kovasavmeghatározásokkal egyidőben kivett sűrűlúg kauszt. molviszonyának alakulását mutatják. Látható, hogy a vizsgált halimbai bauxit hydrargillit-tartalma gyakorlatilag bekeverés után az első 15 perc alatt oldatba kerül, ezt igazolják a nedvesőrléskor ebből a bauxitfajtából mérhető nagy *előfeltáródás*-értékek is. További lényeges oldódást sem az idő, sem a hőfok bizonyos határig való növelése sem eredményez. A korábbi vizsgálatainkkal (4) megállapított 180 C°-os optimális feltárási hőmérséklet alatt tehát a bauxit bőhmites része nem, ill. csak kismértékben oldható ki.

A II grafikon 140 C°-os kovasavgörbéjének meredek lefutása indokolja a folyamatos feltárás második kb. ezen a hőfokon dolgozó előmelegítőjének gyors szilikátos elrakódását, ha a bekeverés után a zagy az előmelegítőkön keresztül azonnal betáplálásra kerül.

A leírt vizsgálati módszerrel kapott kísérleti eredmények, ill. a lúgban oldódó és kiváló kovasav mennyiségét az időben regisztráló görbék alapján előírhatók azok a feltételek, amelyek betartása szükséges a nátriumszilikát-kiválás folyamatos feltárást zavaró hatásának elkerülésére.

Összefoglalás

Vizsgálatokat végeztünk bauxit lúgos feltárása során jelentkező kovasavoldódás és kiválás körülményeinek tisztázására. A halimbai bauxittal végzett laboratóriumi kísérletek szerint a kovasav oldási és kiválási folyamata a lúgos kezelés első órájában gyakorlatilag lejátszódik, a kiválás teljessé tételéhez azonban hosszabb időtartam, illetve 150 C°-nál nagyobb hőmérséklet szükséges. Oldott sókat tartalmazó timföldgyári feltárólúgban a kovasav oldása nagyobb, kiválása ellenben lassúbb, mint sómentes, ill. csak nátriumalumínátot tartalmazó lúgban. Folyamatos rendszerű feltáráskor kovasavkiválás miatt jelentkező lerakódások a bekevert zagy előzetes pihentetésével elkerülhetők.

IRODALOM

[1] *Vadász E.:* Bauxitföldtan, 11. o., Akadémiai Kiadó 1951.
[2] *H. Ginsberg—K. Wefers:* Zur Konstitution des beim alkalischen Aufschluss von SiO_2- haltigen Bauxiten nach dem Bayer-Verfahren auftretenden Natrium-alumínium-silicates. Angew. Chem. (69. évf. 1957.) 22. sz. 712. o.
[3] *Lányi B.:* Bauxitfeltárás kisméretű autoklávban. Bányászati és Kohászati Lapok, 1950. 11. sz. 259. o.
[4] *Bogárdi E.:* Halimbai bauxit feltárási hőfokviszonyainak tanulmányozása stb. Kohászati Lapok 1956. 5. sz. 225—232. o.

Egyes járulékos bauxitelegyrészek lúgos oldhatóságának vizsgálatáról

BOGÁRDI ENDRE

D. K.: 669.712.031

О испытании растворимости некоторых добавочных составляющих боксита

Über die Prüfung der basischen Lösbarkeit einiger Begleitbestandteile des Bauxitgemisches

About investigations of the basic solubility of some accessory constituents of bauxites

A timföldgyárakban időnként bekövetkező sófeldusulás csökkentése, illetve egyensúlyba hozása szempontjából fontos egyes bauxitelegyrészeknek, mint sóképző komponenseknek tanulmányozása, hogy feltárás során miként viselkednek, vagyis fontos annak tisztázása, hogy a bauxitban található kísérő alkatrészekből nyomás alatt való lúgos kezeléskor nátriumsók alakjában milyen mennyiség kerül az üzemi lúgba. E kérdésre vonatkozóan a szakirodalomban [1], [2], [3] csak közelítő, illetve — minden további megfontolás nélkül — fel nem használható adatok találhatók. Nincsenek erre vonatkozó közelebbi utalások a járulékos bauxitalkatrészekkel és timföldgyári sóleválasztással foglalkozó közleményekben sem [4], [5], [6]. Szükségesnek mutatkozott tehát olyan vizsgálati módszerrel méréseket végezni, amellyel a sóképző alkatrészek oldatbajutása pontosan megállapítható. Vizsgálataink elsősorban az általában legnagyobb problémát jelentő karbonát okozta szódásodás mértékének megállapítására terjedtek ki, fontosnak láttuk azonban a lúgszennyezésen felül, a hasznosításra is szóbajövő elemekre vonatkozó mérések elvégzését is.

1. A beoldódás vizsgálati módszere

Ismeretes, hogy bauxitok lúgos feltárása során a járulékos alkatrészek megosztva, vagy a feltárólúgba kerülnek, vagy oldhatatlanul a vörösiszapban maradnak. A feltárásra rendszerint használt, már szennyezett üzemi lúgoldatból nem lehetséges a szennyezéseket kismértékben növelő alkatrészeket biztosan kimutatni, illetve a szennyezések növekedésének mértékét megállapítani. Célszerűbb olyan könnyebben keresztülvihető vizsgálati módszerrel dolgozni, amellyel az egyes alkotók oldatbajutásának mértékét a vörösiszapban kötve visszamaradó anyagmennyiségek pontosan keresztülvihető analizíséből állapítjuk meg, gondosan ügyelve azonban arra, hogy a lúgoldatot erősen magába záró vörösiszapból a szennyezések vízoldható nátronvegyületeit a leggondosabban eltávolítsuk.

A bauxit karbonát, vanádium, foszfor és fluor tartalmának adott összetételű feltárólúggal végzett feltárásakor lehetséges beoldódás mértékének vizsgálatára következő módszerrel dolgoztunk:

A 0,2 mm lyukbőségű szitán átporított vizsgálandó bauxitot, 1,65 kauszt. molviszonyra 250 ml-nyi feltárólúggal kevertük, majd a feltárást 3 óra időtartammal 177 C° = 7 atü, 182 C° = 8 atü, 210 C° = 15 atü hőfokon, ill. nyomáson végeztük. Feltárásra a laboratóriumunkban e célra rendszeresített 370 ml űrtartalmú 25 atm. nyomást álló acélbombák szolgáltak, amelyeket egyidőben tudtunk azonos hőfokon olajfürdőben forgatni. A bombából kiürített feltárt zagyot 1 liter forrásban levő deszt. vízzel kevertük el, majd az iszap leülepedése után a tiszta lúgot leöntöttük. A keverést és dekantálást ugyancsak 1—1 liter forróvízzel még kétszer megismételtük. A vörösiszapzagyot ezután 11 cm átmérőjű Macherey & Nagel CO. gyártmányú Nr. 640 m jelzésű megnedvesített szűrőpapírral ellátott nutsszűrőre vittük. A kezdetben finomeloszlású vörösiszapot is tartalmazó szűrletet a nutsra visszatöltöttük, majd a szűrőn levő iszapot egymásután

100—100 ml-nyi forróvízzel háromszor kimostuk. A szárazon mintegy 26—28 g-nyi vörösiszap ily módon való szűrése és mosása kb. 2,5 órát vett igénybe. Az így jó közelítéssel kvantitatív elkülönített iszapot nuts-szűrővel együtt kiszárítottuk és lemértük. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a kapott vörösiszap a leghuzamosabb idejű *agyonmosás* ellenére is jelentős mennyiségben tartalmazott oldható nátriumhidroxidot, ill. abból szárítás folytán keletkezett szódát, ami a vörösiszapban maradt alkatrészek vizsgálatát, különösen a kötött CO_2 tartalom megállapítását meghamisítja. A frissen keletkezett nedves vörösiszapból, annak erős folyadékmagábazáró tulajdonsága miatt, az oldható Na_2O tartalmat ily módon semmiképp sem tudtuk 0,15—0,20% alá szorítani. A bezárt nátron, ill. szódatartalmat csakis úgy tudtuk a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges elfogadható érték alá csökkenteni, hogy a szárított vörösiszapot 0,08 mm lyukbőségű szitán való átporítás után huzamos ideig (3—4 óráig) nagy mennyiségű forrásban levő desztillált vízben (10 g vörösiszapra 2 liter víz) gyorsforgású motorikus keverővel lebegésben, ill. erős áramlásban tartottuk. Az ezúton kolloid finomság állapotába hozott iszapot tartalmazó zagyhoz, a szűrhetőség biztosítására, közvetlenül szűrés előtt 5 g p. a. tisztaságú konyhasót adagoltunk, majd az így bezárt nátriumhidroxid és szóda tartalmától megszabadított iszapot előzőekben leírt átmérőjű nuts-szűrőn és szűrőpapíron újból szűrtük, 100 ml-nyi forróvízzel egyszer mostuk és újból kiszárítottuk. A feltárásra bemért bauxit, ill. feltárás után kapott vörösiszap súlyából, valamint a bauxit- és nátronmentes vörösiszap elemzési adataiból pontosan ki tudtuk számítani a bauxittal bevitt és vörösiszapban maradt, ill. nátriumsó alakjában oldatba került alkotók beoldódásának %-os arányát. A feltárásokat, ill. beoldódás vizsgálatát oldott sóktól mentes szintétikus sűrűlúggal és üzemi szennyezett feltárólúggal végeztük.

2. CO_2 tartalom oldódása, ill. dekausztifikáló hatása

A halimbai előfordulásból származó bauxitok általában mindig tartalmaznak karbonát alakjában CO_2-t. Geológiai vizsgálatok szerint a karbonát ezekben a bauxitféleségekben főtömegében Ca-hoz kötve mint $CaCO_3$ (mészkő) található és a bauxitba felülről beszivárgó vizekből a kőzetrések mentén vált ki. Ezt igazolja a bauxit elemzéskor tapasztalható az az észrevétel, hogy a CaO tartalommal mindig együtt halad a CO_2 érték növekedése is. Különösen nagy a halimba-cseresi bányából származó egyébként igen jó minőségű bauxit $CaCO_3$ tartalma, ami CO_2-ben számítva sokszor a 2%-ot is meghaladja. Vizsgálatainkat ennek megfelelően csekélyebb és dúsabb CO_2 tartalmú halimbai bauxitokkal végeztük el. Előbbi bauxitok mintáját a timföldüzemben feldolgozásra került halimbahatárvölgyi bauxitból, míg utóbbiakat a cseresi bányaüzemből, egy-egy napi termelés helyszíni átlagmintázásából vettük.

a) *Csekély CO_2 tartalmú bauxitok feltárása*

A felhasznált bauxitok összetétele :

	1. sz. üzembe beérk. bauxit	2. sz. üzemi bauxitliszt
izz. veszt.	24,20%	20,49%
Al_2O_3	47,06%	49,92%
SiO_2	3,87%	4,68%
Fe_2O_3	22,00%	21,80%
TiO_2	2,10%	2,10%
CaO	0,40%	0,65%
MgO	0,08%	0,10%
V_2O_5	0,11%	0,12%
P_2O_5	0,10%	0,09%
F	0,12%	0,11%
Cr_2O_3	0,04%	0,03%
CO_2	0,32%	0,46%
modul	12,15	10,66

Feltárásokhoz használt, 99,99-es alumíniummal készült, szennyeződésmentes szintétikus sűrűlúgok, ill. üzemi normál feltárólúg összetétele :

	I. Szint. lúg	II. Szint. lúg	Üzemi sűrűlúg
Al_2O_3	107,0 g/l	110,5 g/l	100,3 g/l
sz. Na_2O	248,0 g/l	248,0 g/l	242,0 g/l
Na_2CO_3	6,5 g/l	3,8 g/l	65,1 g/l
V_2O_5	—	—	1,4 g/l
F	—	—	3,2 g/l
kauszt. v. sz.	3,78	3,7	3,96

A feltárásokból kapott fentiekben leírt előkészítési módszerrel tisztított vörösiszapok CO_2 tartalmát, tekintettel a kis CO_2 mennyiségek pontos mérésére, a még megmaradt egész kismérvű lúgos karbonát zavaró hatásának kiküszöbölésére 0,1 n HCl-el metilvörös indikátorral titrálással kapott CO_2 eredménnyel helyesbítettük. 1 g szárított, porított vörösiszap 100 ml forróvízzel 5 perces rázással készített extraktumát, melyhez közvetlen szűrés előtt 1 g p. a. NaCl-ot is adtunk, 11 cm átmérőjű Schleicher & Schüll gyártmányú Selecta Nr. 589[3] jelzésű szűrőpapíron 4221-es jénai gyorsszűrőtölcséren mosás nélkül leszűrtük. A tiszta szűrletet 3 csepp metilvörös indikátorral 0,1 *n* HCl-el átmeneti színre titráltuk, a felszabaduló szénsavat két perces forralással kiűztük, majd lehűlés után a megsárgult oldatot újból átmeneti színre titráltuk. 1 ml 0,1 *n* HCl 2,2 mg CO_2-t jelent, melyet %-ra számítottunk át. Ezeket a karbonátértékeket, mint *lúgos CO_2% korrekciót* az összes CO_2 eredményből levonásba helyeztük. A bauxit és vörösiszap CO_2 meghatározásokat 5 g anyagbemérésből az ismert organikus elemző készülékben [7] végeztük. A savas bontásból kiforralással kapott CO_2 gázt, a kis mennyiségű CO_2-re való tekintettel konc. kénsavas és foszforpentoxidos szárítás után nátronmeszes U-csövekben fogtuk fel és súlyszaporulatukat analitikai mérlegen mértük. A kapott eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Csekély CO_2-tartalmú bauxitok feltárásának elemzése

Bauxit jele	1	2	2	2
Feltáró lúg	II. szint	I. szint	I. szint	Üzemi
Feltárási hőfok, C°	177	177	210	177
Bemért bauxit, g	68,2	71,0	71,0	67,1
Bemért bauxit CO_2 %	0,32	0,46	0,46	0,46
Kapott vörösiszap, g	26,8	28,0	28,0	26,3
Kapott vörösiszap, CO_2 %	0,30	0,36	0,35	0,51
Lúgos CO_2 % korrekció	0,11	0,14	0,15	0,17
Összes CO_2-ből beold. %	76,7	81,3	82,8	72,7

2. táblázat

CO_2-ben dús bauxitok feltárásának elemzése

Bauxit jele	3	4	4
Feltáró lúg	Üzemi	II. szint	Üzemi
Feltárási hőfok, C°	182	177	177
Bemért bauxit, g	67,7	64,5	65,2
Bemért bauxit, CO_2 %	1,00	2,48	2,48
Kapott vörösiszap, g	29,0	23,5	22,6
Kapott vörösiszap, CO_2 %	1,02	3,37	4,43
Lúgos CO_2 % korrekció	0,10	0,16	0,13
Összes CO_2-ből beoldódott %	60,5	50,6	44,0

b) *CO_2-ban dús bauxitok feltárása*

Az előző összetételű lúgokkal történt feltárásokhoz alábbi összetételű, 110 C°-on szárított halimba-cseresi ércmintákat használtuk :

	3 sz. cseresi lejtakna	4 sz. cseresi kitermelt készl.
izz. veszt.	12,87%	13,51%
Al_2O_3	53,85%	55,04%
SiO_2	4,51%	2,43%
Fe_2O_3	24,25%	23,20%
TiO_2	2,70%	2,70%
CaO	1,14%	2,42%
MgO	0,08%	0,10%
CO_2	1,00%	2,48%
egyéb	0,60%	0,60%
modul	11,95	22,65

Feltárási és számítási eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

A különböző CO_2 tartalmú bauxitok feltárásából számított eredményekből látható, hogy a CO_2 beoldódás, ill. ezzel együttjáró dekausztifikáló hatás a CO_2 tartalom és a sűrűlúg összetétel szerint változó. 1% CO_2 tartalom alatt kb. kétszeres a beoldódás, mint 2% feletti CO_2-nél. Szódatartalmú üzemi sűrűlúggal a beoldódás a tiszta lúghoz képest 5—10%-kal csökken.

A CO_2-ben dús bauxitokkal észlelhető csökkent dekausztifikáló hatás arra enged következtetni, hogy a leírt feltárási körülmények között és koncentrációk mellett a dekausztifikálás csak bizonyos egyensúlyi állapot eléréséig haladhat és a többi szennyezőkhöz hasonlóan CO_2-vel sem következik be teljes mértékű beoldódás. Növekvő CO_2 tartalmú bauxitban a benne levő összes CO_2-re vonatkoztatott dekausztifikálási % csökkenő tendenciájú. A dekausztifikálás mértékéről célszerű tehát esetenként, ill. bauxitfajtánként végzett vizsgálattal meggyőződni.

A beoldódási % ismeretében a feldolgozásra kerülő bauxit CO_2 tartalmának lúgszódásító hatása könnyen kiszámítható. Minden oldódott CO_2 kg-ja 1,4 kg Na_2O dekausztifikálásával 2,4 kg Na_2CO_3-at képez.

3. A vanádium-beoldódás mértéke

Bauxit vanádiumtartalmának fokozott jelentősége van a timföldminőség, valamint lúgsókból való vanádium-kinyerés szempontjából. A beoldódás mértékének pontos ismerete előbbi tekintetben nélkülözhetetlen a körfolyamatból kiveendő vanádiummennyiség kiszámításához és ezzel összefüggően a lúgsókból kapható vanádium mennyiség maximális mértékének megállapításához. Irodalmi adatok szerint Bayer-eljáráskor a bauxit vanádiumtartalmának kb. $^1/_3$-a kerül oldatba. A feltárásokból rendelkezésünkre álló bauxit és különleges módon kezelt vörösiszapminták V_2O_5 tartalmának kolorimetrikus H_2O_2-ös módszerrel végzett analíziséből a CO_2-hoz hasonló módszerű számítással a 3. táblázatban meghatároztuk a halimbai bauxitból különböző hőfokon és lúgösszetétel, valamint adalék mellett maximálisan oldatba jutó vanádium mennyiségét.

A vanádium-beoldódás vizsgálata eddigi adatokkal egyezően, üzemi lúgokra $^1/_3$-os beoldódást állapít meg. A feltárási hőfok növelése, mint ezt a szintétikus vanádiummentes lúggal végzett vizsgálatok eredményei igazolják, nem befolyásolja lényegesen az oldódást. Vanádium kioldása *dr. Gedeon Tihamér* szerint a feltáráskor adagolt erélyes oxidálószerekkel (Na_2O_2, $K_2S_2O_8$ stb.) fokozható [8]. Közölt beoldódás vizsgálati módszerrel végzett kísérletünk a bauxitban található, egyes szerzők szerint porfirin-kötésűnek tartott vaná-

3. táblázat

A halimbai bauxitból maximálisan oldatba jutó vanádium

Bauxit jele	2	2	2	2	2	2
Feltáró lúg	II. szint	II. szint	Üzemi	Üzemi	Üzemi	Üzemi
Feltárási hőfok, C°	177	210	177	177	177	210
Bemért bauxit, g	71,0	69,0	67,0	67,0	67,0	67,0
Bemért bauxit, V_2O_5 %	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Kapott vörösiszap, g	28,0	27,0	26,0	26,0	26,0	25,5
Kapott vörösiszap, V_2O_5 %	0,19	0,19	0,22	0,17	0,17	0,17
Na_2O_2 adalék, %	—	—	—	5	10	5
Összes V_2O_5-ből beoldódott, %	40,4	40,7	32,1	47,2	47,2	48,2

4. táblázat

A halimbai bauxitból az oldatba jutó P mennyisége

Bauxit jele	2	2	2	2
Feltáró lúg	II. szint	II. szint	II. szint	II. szint
Feltárási hőfok, C°	182	182	182	182
Bemért bauxit, g	60,5	60,5	60,5	60,5
Bemért bauxit, P_2O_5 %	0,09	0,09	0,09	0,09
Kapott vörösiszap, g	25,4	27,1	29,0	28,7
Kapott vörösiszap, P_2O_5 %	0,08	0,09	0,11	0,011
Adalék CaO % mint Ca (OH_2)	—	2,0	4,0	—
Égetett dolomit, %	—	—	—	4,0
Összes P_2O_5-ből beoldódott %	63,5	61,1	46,2	42,5

dium ezúton lehetséges megbontási lehetőségét és oldhatóság növelését számszerűen mutatja.

Mint érdekességet megemlítjük, hogy a lefolytatott kísérletsorozat alkalmával megvizsgáltuk a krómbeoldás mértékét is. Üzemi lúgokra ez 0% volt, míg szennyezésmentes szint. lúgra 177 C°-on 8%, 210 C°-on 26%-os oldódást észleltünk.

4. A foszfor-beoldódás mértéke

A bauxit foszfortartalmának, mint késztermék-minőséget befolyásoló nemkívánatos szennyezőnek fontos szerepe van a timföldgyártás folyamán és a foszforoldódás pontos mértékének ismerete ugyancsak elengedhetetlenül szükséges az üzemmenet irányításához. A foszfortartalom oldódására vonatkozóan irodalmi adatok [1], [3] tájékoztató közlést nyújtanak és ezek szerint a foszfortartalom $^1/_3$—$^1/_2$ arányban oldódik a lúgos feltárás folyamán. A foszfor beoldódás bauxit fajtánként változhat, ezért az előzőekben leírt pontos vizsgálati és számítási módszerrel meghatároztuk a P_2O_5 beoldódás halimbai bauxitra érvényes számadatait is. A foszfortartalomnak mint értékesítésre nem szóbajövő szennyezésnek a feltárással egyidőben valamiféle szelektív leválasztása célszerű volna. Alábbi 4. táblázat erre vonatkozóan is tartalmaz néhány adatot, sajnos nem kielégítő eredménnyel, minthogy az adalékok elégtelen foszforlekötés mellett egyéb káros mellékhatásokat is okoztak (pl. kihozatalromlást).

5. Fluortartalom beoldódása

Ismeretes, hogy magyar bauxitok mindig tartalmaznak 0,10—0,14% fluort. Ez a fluormennyiség a többi bauxit-előfordulásban ismert 0,01—0,02% F-tartalomhoz képest jelentős mérvű és a timföldgyártás technikájában különösen a lúgszennyezés szempontjából nem elhanyagolható. A magyar bauxitok e sajátságából eredő lúgszennyezés a hazai timföldgyárak körfolyamatában külön figyelmet érdemel. Fulda-Ginsberg: Tonerde u. Aluminium 14. o. magyar bauxitokkal kapcsolatban már szintén említi e jelenséget és a lúgba került NaF-et, különösen mint a lúgbepárlásban komoly zavarokat okozó szennyezést jelöli meg. A bepárlócső elrakódása, mint azt korábbi vizsgálataink szintén igazolták, elsősorban a lúgok megengedettnél dúsabb F-tartalmára vezethető vissza. A hazai timföldgyárak sűrűlúgjának F-tartalma állandóan 3—4 g/l körül mozog.

5. táblázat

A halimbai bauxitból az oldatba jutott F mennyisége

Bauxit jele	2	2	2
Feltáró lúg	II. szint	II. szint	Üzemi
Feltárási hőfok, C°	177	177	177
Bemért bauxit, g	69,0	69,0	69,0
Bemért bauxit, F %	0,11	0,11	0,11
Kapott vörösiszap, g	27,0	27,0	27,0
Kapott vörösiszap, F %	0,026	0,022	0,027
Összes F-ből beoldódott, %	91,0	93,5	91,0

A bauxittal bekerülő fluormennyiség beoldódási mértékére irodalomban adatok nem találhatók. A Fémipari Kutató Intézet egyik jelentése [9] erre vonatkozóan közelítő számadatot említ ; az ugyanott található CO_2-re vonatkozó adattal együtt, ez azonban saját vizsgálatainkkal nem egyezik.

A bauxit CO_2-tartalom hatásának vizsgálatával egyidejűleg az 1. fejezetben lefektetett módszerek szerint a fluorbeoldódás mértékét is megvizsgáltuk. A felhasznált minták a CO_2 vizsgálat 2*a*) bauxitjaival és feltárólúgjaival azonosak. A fluortartalmat 5 g bauxit, ill. vörösiszap bemérésből Willard—Winter szerinti desztillációs módszerrel és thóriumnitrátos titrálással elemeztük. A feltárt bauxit és különleges mosással lúgmentesített vörösiszap F-tartalmának meghatározásával az elvégzett számításokból az 5. táblázatban található eredményeket kaptuk.

A fluorbeoldódásra vonatkozó, a többi szennyezésekkel szemben nagy beoldódási %-ot mutató eredmények magyarázzák az üzemi lúgok és az abból kiválasztott lúgsók állandó dús fluortartalmát. Szennyeződésmentes szintétikus lúg és üzemi feltárólúg között beoldódás tekintetében alig tapasztalható eltérés.

Összefoglalás

A timföldgyárakban feldolgozásra kerülő bauxit egyes sóképzés és timföldszennyezés, illetve hasznosítás szempontjából fontos járulékos alkotóinak lúgos feltárás hatására bekövetkező oldódásának megállapítására vizsgálatokat végeztünk. Az oldódás mértékének pontos meghatározására módszert dolgoztunk ki. A vizsgált bauxitra vonatkozó mérési eredményeket következőkben összegezzük : A CO_2 tartalom oldódása a CO_2%-os mennyiségének és a karbonátos ásvány összetételének függvényében változik. Az üzemi lúgba beoldódó és egyúttal dekausztifikáló CO_2 mennyisége 1% CO_2 tartalomig a bauxitban levő összes CO_2-nek kb. 60—75%-a, 2%-nál nagyobb CO_2 tartalom mellett pedig kb. 45%-a. A vanádium beoldódása üzemi körülmények között 30—33 százalékos, míg a foszfortartalom oldhatósága ennek közel kétszerese. Vanádium oldódását a feltárási hőfok növelése lényegesen nem változtatja, feltárás közben erélyes oxidálás pl. Na_2O_2 adagolásakor azonban az oldódás fokozódik. A fluortartalom, mint legjobban oldható járulékos alkatrész, feltáráskor 90%-ban nátriumsóvá alakul.

IRODALOM

[1] *Fulda—Ginsberg :* Tonerde und Aluminium I., Walter de Gruyter Berlin 1951.
[2] *V. A. Mazelj :* Timföldgyártás. Nehézipari Kiadó 1953.
[3] *T. G. Pearson :* The chemical Background of the Aluminium Industry.
[4] *Máriássy Mihály :* Magyarországi bauxitok tulajdonságai a timföldgyártás szempontjából. Kohászati Lapok 1952. 10. sz.
[5] *Máriássy Mihály :* Timföldgyári sóleválasztó módszerek összehasonlító vizsgálata. Kohászati Lapok 1957. 3. sz.
[6] *Juhász Ádám :* A ballaszt-sók eltávolításáról a Bayer-rendszerű timföldgyártásban. Kohászati Lapok, 1958. 4. sz.
[7] *dr. Lányi Béla :* Szervesanyag-meghatározó készülék. Alumínium 1949. 9. sz.
[8] *dr. Gedeon Tihamér :* Adatok a bauxit vanádiumtartalmának földvegytanához. Kohászati Lapok 1955. 5. sz.
[9] Fémipari Kutató Intézet : Ballasztsók kiválasztása üzemi aluminátlúgokból. 0211/6/058. sz. zárójelentés 1956.

Egyesületi hír

Az Egyesület inotai csoportja és az Inotai Alumíniumkohó közös rendezésben f. hó 16-án ankétot tartott az alumíniumelektrolizáló kádak anódproblémái tárgyában. A mintegy 40 főnyi résztvevő soraiban helyet foglaltak a NIM Színesfémipari Főosztály vezetői, a Fémipari Kutató Intézet és Alumíniumipari Tervező Intézet és a testvér üzemek szakemberei. Az alábbi előadásokat hallgatták meg.

Az ankét vitaindító előadását *Sejteri Vjekoszláv* tartotta „felsőtüskés anódproblémák és anódikus kísérletek címmel". Az ankét jelentős anyagát a Fémipari Kutató Intézet részéről négy előadó ismertette üzemi és laboratóriumi vizsgálatok, elsősorban a felsőtüskés anódokról. Ezt követte Molnár Imre előadása „gondolatok felsőtüskés alumíniumelektrolizáló kádakról szerzett irodalmi értesülések" címmel.

A közel egynapos ankét során igen sokoldalú fejtegetések hangzottak el az előadók részéről. Így pl. az anódmassza minőségi problémáit, az áram eloszlását az anódban, az anódszövet kialakítását különös tekintettel a tüskehúzási rendszer és annak ágyazási vizsgálódására, valamint ezekkel kapcsolatos jövőbeni kísérletek lefolytatását és üzemszerű bevezetését.

Az előadások elhangzása után az ankét résztvevői az üzemben folyó kísérleteket tekintették meg.

A délután lefolyt vita során a szakemberek megjegyzései és hozzászólásai révén számos nyitott és vitatott kérdés tisztázódott és a hozzászólások a jövőre vonatkozóan igen nagy előrehaladás kezdeményezőivé válhatnak. *Németh Lajos*

Az NDK-ból *Schilling, Werner* min. helyettes és *Dönau, Wilhelm* a Stalin Eisenhüttenkombinát főmérnöke *Szeless László* az OMBKE Vaskohászati tagozata elnökének kíséretében meglátogatták szept. 10-én a Dunai Vasművet. A Vasmű megtekintése után *Dönau, W.* főmérnök színes filmvetítéssel egybekötött ismertető előadást tartott a Stalinstadt-i Kohászati Kombinátról. Különös figyelmet érdemelt a Stalinstadt-i habsalakgyártó üzem és az automatizált salakidomtégla gyártó üzemről szóló ismertetés. Egy habosító tálcán 1—1 műszakban mintegy 500 t kohósalakot habosítanak. A habsalakot levegővel való hűtés után törik és 0—3, 3—7, 7—15, 15—30 mm-es frakciókra osztályozzák. Idomtégla gyártásra a 3 mm feletti frakciókat használják homokkal és kohósalak cementtel, mint kötőanyaggal keverve. Formázó automatával műszakonként 16 000 db jóminőségű idomtéglát gyártanak, melyből egy 8 db normáltéglának felel meg. *Hauszner Ernő*

Porkohászati úton készített Al-Fe alapú hőálló huzalok[1]

NAGY ENDRE
Vasipari Kutató Intézet

D. K. : 621.76 : 669.018.4-426

Изготовление путём порошковой металлургии теплостойких проволок на основе алюминий-железо

Pulvermetallurgisch hergestellte Wärmebeständige-Drähte auf Al-FeBasis

Powder metallurgically manufactured wires on the Al-Fe base

A nehéziparban a legkülönbözőbb célokra használt kis és közepes hőmérsékletű elektromos kemencékben (pl. edző-, lágyító-, temperáló-, zsugorítókemencék stb.), továbbá a könnyűiparban, a legváltozatosabb háztartási készülékekben (pl. főzőlapok, villanyvasalók, vízmelegítők, kávéfőzők, hajszárítók stb.), egyáltalán mindenütt, ahol elektromos úton előállított hőre van szükség és a kívánt hőmérséklet a kb. 1200 C°-ot nem haladja meg, hőálló huzalokat használnak.

Ezek a (részben belföldön előállított, részben pedig külföldről behozott) hőálló huzalok összetétel szempontjából a következő három főcsoportra oszthatók :

1. Krómnikkel huzalok kb. 1150 C°-ig terjedő huzalhőmérsékletre. Jellemző összetételük : 20% Cr, 80% Ni.

2. Króm—nikkel—vas huzalok kb. 1100 C° huzalhőmérsékletig, főleg kéntartalmú kemenceatmoszférában, melyre ezek a huzalok kevésbé érzékenyek. Jellemző összetételük : 20% Cr, 35% Ni, 45% Fe.

3. Króm—alumínium—vas huzalok kb. 1300 C° huzalhőmérsékletig. Jellemző összetételük : 30% Cr, 5% Al, 65% Fe.

A fentiekből látható, hogy még belföldi előállítással is az eddigi összetételű huzalok jelentős mennyiségű importfém — főleg króm és nikkel, némelykor adalékként molibdén, kobalt, cérium stb. — behoztalát teszik szükségessé.

Már néhány évtizede ismeretes, hogy a vas hőállóságát alumínium adagolásával javítani lehet. *Ziegler, N. A.* kísérletei szerint [1] már 1—2% Al adagolása 900—1100 C° hőmérséklethatárok között kb. egyharmadára csökkenti a revésedés okozta súlyveszteséget. *Portevin, Prétet* és *Jolivet* megállapításai [2] szerint 8% Al-ot tartalmazó vas hőállósága erősen megközelíti a vele együtt vizsgált 20% Cr, 80% Ni-tartalmú ötvözetét. Hasonló megfigyelésre jutott *Haussmann, A.* [3] is.

Első pillanatra különösnek tűnik fel, hogyha két ilyen olcsó és nagy mennyiségben rendelkezésre álló fém ötvözetének ilyen kíváló hőálló tulajdonsága van, akkor miért nem használják ki ezt a tényt gyakorlatilag is? Ennek oka az, hogy a folyékony acélgyártással előállított Al—Fe ötvözetek durvakristályosak és ridegek. Kovácsolásuk, hengerlésük, huzásuk dróttá 5% alumíniumtartalom felett nagy nehézségekbe ütközik [4].

A pormetullurgiai eljárás rohamos térfoglalása ezen a területen is új lehetőségeket hozott. Ily módon ugyanis az alkotók megfelelő szemcsenagyságú porításával, keverésével, sajtolásával és gondosan vezetett zsugorításával olyan négyzet keresztmetszetű, pálcaalakú testek állíthatók elő, melyekben lényeges kristálynövekedés nem áll elő, s ezek már kovácsolhatók, hengerelhetők és dróthuzással is megmunkálhatók.

1945-ös kiadású BIOS Report-ban [5] olvasunk először arról, hogy Németországban a háború okozta nikkel- és krómhiány miatt kísérleteztek vas-alumínium alapú hőálló huzalok pormetallurgiai előállításával, a keverésre és a zsugorítás hőmérsékletére megadott adatok azonban tévesek. *Kieffer—Hotop* „Sintereisen—Sinterstahl" c. könyvében [6] közli, hogy a Metallwerk Plansee-nek sikerült az így előállított huzalokat 0,6, sőt 0,4 mm átmérőjűre lehúzni, s ezek a huzalok élettartam szempontjából vetekedtek a 80% Ni, 20% Cr összetételű hőálló huzalokkal.

Minthogy fontos, hogy az importfémek behozatalát a lehető legkisebb mértékre csökkentsük, hőálló huzalok pedig az iparban igen sok célra szükségesek, fenti szakirodalmi tanulmányokra támaszkodva kezdtük meg a vas—alumínium alapú hőálló huzalok előállítására kísérleteinket.

Nyilvánvaló volt, hogy a fémporok készítésére szolgáló alapanyagoknak igen tisztáknak, főleg C-, P-, S- és O_2-től menteseknek kell lenniök. Vasból csak Armco-, elektrolit-, vagy karbonilvaspor, alumíniumból pedig legalább 99,8%-os tisztaságú tömbösített alumínium jöhet számításba. Amint azt az előzetes, „Alni" pormágnesek készítésével kapcsolatos kísérletek mutatták, a vasporhoz közvetlenül alumíniumport keverni teljesen céltalan, mivel az alumínium és a vas olvadáspontja között több mint 800 C° a különbség, az alumínium túl hamar jut folyékony fázisba és még tisztított H_2 védőgáz alatt is oxidálódik, miközben kivonja a védőgázból az utolsó O_2 nyomokat. Az Al olvadáspontja alatt pedig a diffúziósebesség olyan kicsi, hogy a zsugorításhoz gyakorlatilag elviselhetetlenül hosszú idő szükséges.

Az Alni pormágnesekre kikísérletezett és bevált 49% Al, 51% Fe összetételű ötvözetpor használata ehhez a kísérlethez is a következő három szempontból látszott előnyösnek :

1. 49% Al és 51% Fe összetételű ötvözet Al_2Fe vegyületnek felel meg, ez pedig rendkívül rideg és könnyen porítható.

2. Ilyen ötvözetpor alakjában az Al sokkal kevésbé oxidálódik.

3. Az ötvözet olvadáspontja 1170 C°, melynél csak kevéssel nagyobb zsugorítási hőmérsékleten a diffúziósebesség gyakorlatilag már elég nagy.

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozat egyik dolgozata

Megjegyezzük még, hogy getteranyag céljaira egy nagyobb, 1380 C° olvadáspontú, 20% Al, 80% Fe összetételű ötvözetporra is szükség volt. Az oxidáció lehető teljes kiküszöbölése céljából ugyanis ilyen összetételű porba ágyazva zsugorítottuk a sajtolt pálcákat. A getterhez használt alapanyagokkal szemben támasztott minőségi követelmények sokkal enyhébbek, mint a huzalanyagra. Közönséges lágyvas és 98% tisztaságú tömbalumínium erre a célra megfelelőnek bizonyult.

Az elmondottak alapján a hőálló huzal kísérleti előállításának munkamenete a következő :

1. 49% Al, 51% Fe összetételű ötvözetpor készítése,
2. 20% Al, 80% Fe összetételű getterpor készítése,
3. vaspor készítése,
4. az alkotók összemérése és elkeverése,
5. pálcasajtolás billenő présszerszámban,
6. pálcák fedett csónakokba helyezése getterporba ágyazva,
7. zsugorítás,
8. fajsúlymérés,
9. zsugorított pálcák előkovácsolása hidegen,
10. durvakovácsolás melegen,
11. finomkovácsolás melegen,
12. dróthúzás közbenső lágyításokkal,
13. ellenállás és élettartam vizsgálatok hidegen és melegen.

Az előállítást részleteiben az alábbiakban közöljük :

1. Ötvözetpor készítése 49% Al, 51% Fe összetétellel

A felhasznált svéd vas összetétele : 0,03% C, 0,09% Si, 0,06% Mn, 0,02% P és 0,035% S. Az alumíniumtömb 99,9%-os tisztaságú. Laboratóriumi középfrekvenciás kemencében 4 kg-os adagokat állítottunk elő.

Bemérés : 2040 g svéd vas
2000 g tömbalumínium
4040 g

Az alumíniumból 1960 g helyett a kiégés miatt 2000 g-ot vettünk. Az első kísérletkor először az Al-t olvasztottuk meg és ebbe az olvadékba kriolitos fedősó alatt adagoltuk kis részletekben a vasat. Ez a módszer nem bizonyult megfelelőnek, mert a tuskó inhomogén volt. A vegyvizsgálat szerint a tuskó felső része 23,9%, alsó része pedig 81,10% vasat tartalmazott.

A későbbi olvasztások során megömlesztett vasba adagoltuk az alumíniumot, s a teljes feloldódás után kokillába öntöttük. Ily módon megfelelően homogén tuskókhoz jutottunk. Pl. a *H-1* jelű tuskónk vegyvizsgálata a következő eredményt adta : 47,94% Al, 50,86% Fe, 0,025% Si, 0,010% Al_2O_3.

A tuskóról a salakos részt leütöttük, az oxidos felületet leköszörültük, majd kalapáccsal 0—5 mm-es darabokra törtük, amelyet azután vibrációs malomban 10 mm-es acélgolyókkal tovább őröltünk. 4 óra őrlés után az őrleményt 0,075 mm lyukbőségű szitán átszitáltuk, s a fennmaradó részt újból 4 óráig őröltük. A harmadik 4 órás őrlés után az anyagnak több mint 95%-a átment a 0,075-ös szitán. Az őrléseket és szitálásokat azért végeztük így egymás után, mert nem akartunk túl finom részecskéket kapni, melyek túl gyorsan oxdiálódhatnának. A kész port légmentesen elzárva N_2 atmoszféra alatt tartottuk.

2. 20% Al, 80% Fe összetételű getterpor készítése

A tuskót azonos módon készítettük, mint az 1. alatti ötvözetport.

Bemérés : 3200 g lágyvas
840 g 98%-os tömbalumínium
4040 g

A tuskó rideg volt, de kalapáccsal nehezebben volt törhető, mint a 49—51%-os ötvözet. Megtisztítás után a tuskót elforgácsoltuk, s a forgácsot vibrációs malomban őröltük, és végül 0,075-ös szitán átszitáltuk.

Nehogy a getterpor zsugorítás közben rásüljön a pálcákra, a getterport 30 súlyszázalék 1500 C°-on H_2-ben izzított és utána szitált alumíniumoxid porral keverőgépen 4 óráig kevertük.

3. Vaspor készítése

Hőálló huzalok készítése szempontjából a legolcsóbb a Hametag-eljárással nyert vaspor, melyet — a C-nek lehető teljes eltávolítása céljából — először nedves H_2-ben, utána pedig az oxidok eltávolítása céljából száraz, tisztított H_2-ben izzítunk. Minthogy Hametag-vaspor kellő időben nem állott rendelkezésünkre, kísérleteinket elektrolitikus úton előállított — és karbonilvasporokkal végeztük.

A felhasznált elektrolitvaspor elemzése a következő volt : 0,03% C, 0,04% Si, 0,03% Mn, 0,02% P és 0,04% S.

Szállított állapotban a szemcsenagyság eloszlására szitaelemzéssel az 1. táblázatban látható értékeket kaptuk.

1. táblázat

Szitaelemzés alapján a szemcsenagyság eloszlása

Szita felső bősége	Szita alsó bősége	Frakció súly
mm		%
—	0,30	0,5
0,30	0,20	24,7
0,20	0,15	41,5
0,15	0,10	14,2
0,10	0,06	9,5
0,06	—	9,5

Céljainkra ez a szemcsenagyság-eloszlás durva volt, ezért a nyers port vibrációs malomban 10 mm∅-jű acélgolyókkal, közbenső szitálással 2×4 óráig őröltük. Jellemző az elektrolízis alatt felvett hidrogén okozta ridegségre, hogy a 2×4 órás őrlés után a por 98%-a átment a 0,075-ös szitán.

Az elektrolitvaspor oxigéntartalma meglehetősen nagy, 2,4% volt. Ezt az oxigéntartalmat 0,3% alá kellett szorítanunk, mert különben zsu-

gorítás közben káros mennyiségű Al_2O_3 keletkezik. Ez három lépésben, 800 C°-on tisztított H_2-ben való redukálással sikerült. Az első redukció után 2,4%-ról kb. 1,1%-ra, a második után kb. 1,1%-ról kb. 0,5%-ra, a harmadik után 0,50%-ról kb. 0,25%-ra csökkent az O_2-tartalom. Ezeket az értékeket tisztított H_2-ben 1200 C°-on bekövetkező súlyveszteségből állapítottuk meg.

Redukálás után a kissé összesült elektrolitvasport porítottuk és 0,075 mm-es szitán újból átszitáltuk.

Az előállításmód folytán a karbonilvaspor tisztább volt, lényegében csak 0,02 C-t, 0,3% O_2-t tartalmazott. Ezt a port csak 2 óráig 450 C°-on tisztított H_2-ben redukáltuk. Nagyobb hőmérsékleten ugyanis rendkívül finom (0—15μ) szemcsenagyságeloszlása miatt annyira összesül, hogy csaknem lehetetlen porítani. Utolsó műveletként a 450 C°-os redukció alatt kissé összesült karbonilvasport porítottuk és 0,075-ös szitán szitáltuk.

4. Az alkotók összemérése és elkeverése

Az ötvözet tervezett összetétele a következő volt: 10% Al, 89,5% Fe, 0,5% TiH_2. A titánhidridet abból a célból adagoltuk, hogy zsugorodás alatt a TiH_2 hidrogénjét atomárisan adja le, amikor is a jelenlevő, vagy éppen keletkező Al_2O_3-at legalább részben redukálni képes.

Valamennyi anyag 0,075 mm alá szitálva állt rendelkezésünkre és az elemzések figyelembevételével 500 g-os keverékeket készítettünk.

104,0 g H-*1* jelű ötvözetpor (47,94% Al + 50,86% Fe, lásd 1. pont 3. bekezdést)
2,5 g TiH_2
393,5 g vaspor
500,0 g keverék

Az összemért port először kézzel, majd golyósmalomban golyók nélkül, keverőszárnnyal 20 óráig kevertük.

Éppen úgy mint a mágnesporoknál, a golyókkal való összeőrlés itt sem előnyös, mert a golyók eséséből származó ütések keményítik a szemcséket, és így a porkeverék rosszabbul préselhető.

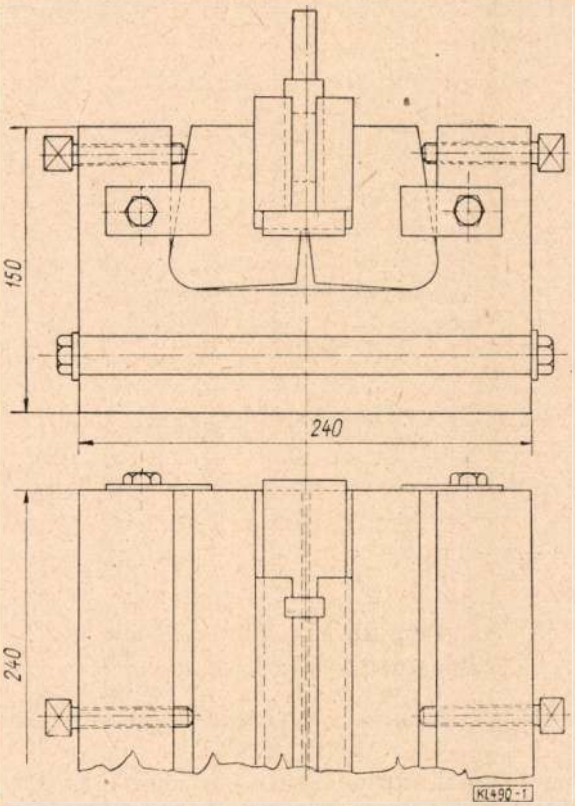
5. Pálcasajtolás billenő présszerszámban

Azért, hogy megfelelően zsugorodó pálcát kapjunk, a hőálló huzal porkeverékét legalább 6 t/cm² nyomással kell sajtolni.

Első kísérletként 57 g porkeveréket mértünk be és 12,15 cm² felületre 60 t nyomást adtunk, ami 4,94 t/cm² fajlagos nyomásnak felel meg. Hat pálcát préseltünk ily módon, s a préselt darabok fajsúlya átlagosan 4,22 g/cm³-nek adódott. Sajnos az így préselt darabok zsugorodása nem volt elegendő, porozitásuk 21—22% volt, ami lehetetlenné tette a melegkovácsolást, mert a pálcák a pórusokon keresztül mélyen oxidálódtak.

Nagyobb présnyomásra volt tehát szükség, nagyobb présnyomásokkal pedig újabb nehézségek léptek fel. A 110×11×11 mm-es, tehát aránylag hosszú és keskeny préselt pálcákat törés vagy repedés nélkül nehezen lehetett kivenni a szerszámból. Megoldást az 1. ábrában bemutatott billenő présszerszám elkészítése hozott. Ennek a szerszámnak jellegzetessége, hogy a felső bélyegre ható nyomás tartja zárva préselés alatt a szerszám oldallapjait, s a nyomás megszűnése után az oldallapok szétbillennek, hogy a préselt darab oldalirányban terjeszkedhessen.

Ebben a szerszámban még 6,5 t/cm² fajlagos nyomással is kifogástalan pálcákat tudtunk préselni.



1. ábra. A pálcák préselésére használt billenő szerszám vázlata

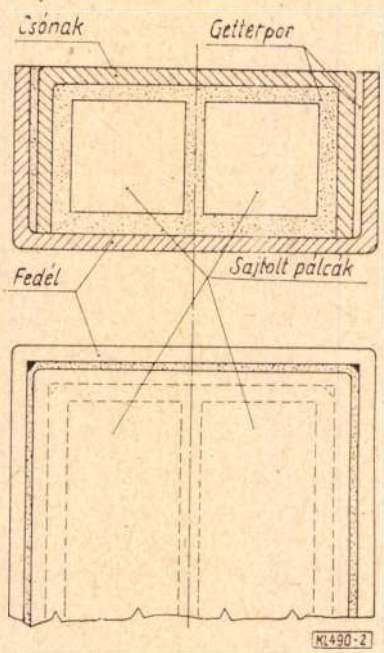
Eljárásunk a következő volt: 70,2 g porkeveréket mértünk ki, ezt a porsúrlódás csökkentése céljából kevés benzines kámforoldattal megnedvesítve és elkeverve, egyenletesen elosztva betöltöttük a szerszámba. Betöltés előtt a billenő présszerszám két oldalcsavarját meghúztuk. Betöltés után behelyeztük a felső bélyeget, és kb. 10 t-val préseltünk. Ekkor nyomás alatt meglazítottuk az oldalcsavarokat, mert a bélyegre ható nyomás ettől kezdve már zárva tartja a szerszám oldallapjait. Ezután a nyomást 60″ alatt 75 t-ra fokoztuk, a teljes nyomást 30″-ig rajta hagytuk, majd újabb 30″ alatt a nyomást teljesen megszüntettük és a préselt pálcát óvatosan kivettük. Egy pálca préselése a beméréstől a kivételig 8 percig tartott.

A préselt felület 109,8×11,08 mm = 12,13 cm². A legnagyobb présnyomás 75 t, a fajlagos nyomás 6,2 t/cm². A préselés magassága 11,1 mm, a köbtartalom 13,50 cm³. Ebbe a térfogatba 70,2 g anyagot préseltünk, a préselt pálca fajsúlya 5,2 g/cm³.

6. Pálcák fedett csónakokba helyezése getter porba ágyazva

Mint említettük, alumíniumtartalmú ötvözetek oxidációmentes zsugorítása kényes feladat, mert az alumínium 1300 C° körüli zsugorítási hőmérsékleten a védőgázban még nyomokban jelenlevő O_2-vel is Al_2O_3-má alakul át.

Ennek a nagy reakcióképességnek ellensúlyozására háromféle intézkedést tettünk : 1. a védőgázt a később leírt módon tisztítottuk, 2. a keverékhez titánhidridet adagoltunk, 3. a pálcákat fedett csónakokban getterporba ágyaztuk, mely megfelelő eredményt a következő eljárással adott (2. ábra).



2. ábra. A zsugorításra szolgáló fedett csónak és benne a pálcák elhelyezése

1,5 mm vastag lágyvaslemezből 112×23×13 mm belméretű csónakokat és 116×27×15 mm belméretű csónakfedőket készítettünk. A csónak fenekét kb. 1 mm vastagon a már leírt módon alumíniumoxiddal összekevert getterporral szórtuk be, a pálcákat pedig egész vékonyan tiszta alumíniumoxidporral hintettük be, hogy zsugorodás közben a getterpor rájuk ne süljön. Egy csónakba két pálcát úgy helyeztünk el, hogy a pálcák és a csónakok belső falai között levő réseket is kitöltöttük getterporral. Ekkor a csónakra ráhelyeztük a fedőt, az egészet átfordítottuk, és a csónak és a csónakfedő közti réseket is kitöltöttük getterporral.

Ily módon a védőgáznak, mielőtt a pálcákat elérné, hosszú úton keresztül getterporral kell érintkeznie, s így a pálcák eléréséig már az O_2 utolsó nyomait is elvesztette.

7. Zsugorítás

Megítélésünk szerint zsugorítási célokra indukciós vákuumkemence lenne a legmegfelelőbb, ennek hiányában a zsugorítást H_2 védőatmoszféra alatt molibdéntekercselésű csőkemencében végeztük.

A védőgázt gondosan tisztítottuk. A palackból nyert H_2-t először 600 C°-ra fűtött rézkontaktusos kemencén vezettük keresztül, ahol a benne levő O_2 vízgőzzé alakult. Ezután a CO és CO_2 eltávolítására KOH-ot tartalmazó csöveken, ezt követőleg pedig a vízgőz eltávolítására a gázt tömény H_2SO_4-en és P_2O_5-ön vezettük át.

Kísérleteink szerint a legkedvezőbb zsugorítási hőmérséklet 1280—1330 C° között van. Fe-Al állapotábra szerint a 49 Al és 51 Fe összetételű ötvözet 1170 C°-on olvad, tehát keverékünkben ezen a hőmérsékleten mint folyósfázis lép fel és olvadáspontnövekedés mellett diffundál a 80%-nyi mennyiségben jelenlevő vasba. 1250 C°-on 4 órai zsugorítás után sem kaptunk megfelelően tömör pálcát. 1350 C° és ennél nagyobb hőmérsékleten a diffúzió és a kristálynövekedés olyan gyors, hogy nehezen lehet jól ellenőrizni a folyamatot, és könnyen durva szemcsézetű anyagot kapunk. Az említett 1280—1330 C° közötti zsugorítási hőmérsékleten a 11×11 mm szelvényű pálcáknak a megfelelő zsugorítási ideje 2—2½ óra.

A jól zsugorított pálcák kalapáccsal megütve csengő hangot adnak, törésfelületük pedig fémesen csillogó. A lineáris zsugorodás mértéke átlagban 5,8%.

8. Fajsúlymérés

Zsugorodás közben a pálcák kissé deformálódnak, úgy meggörbülnek, hogy a valóságos mértékcsökkenést — melyből következtetni lehetne a helyes zsugorításra — nehéz megállapítani. Megfelelőbbnek látszik az a módszer, hogy a pálcák súlyát levegőben és vízben megmérve, kiszámítjuk az elért fajsúlyt és ennek a fajsúlynak szabunk alsó határt.

Kísérleteink alatt találkoztunk 4,40—4,42 g/cm³; teljesen rossz fajsúlyú pálcákkal is, ezeket nem lehetett jól kovácsolni. Tapasztalatunk szerint 5,80 g/cm³ az az alsó határ, amelyen a kovácsolás már nem ütközik nehézségekbe, 5,86 g/cm³ fajsúlyú pálcát jól tudtunk kovácsolni. Azokat a pálcákat, melyeknek fajsúlya esetleg ezt az alsó határt nem éri el, újból kell zsugorítani. A kísérleteink alatt kapott legjobb fajsúly 6,17 g/cm³ volt.

9. Hidegkovácsolás

A zsugorított pálcák átlagban 10,5×10,5 mm keresztmetszetűek és 104 mm hosszúak voltak. Nehogy a melegkovácsoláskor a pórusokon keresztül oxidálódjanak, célszerűnek látszott kismértékű hideg előkovácsolással kezdeni, hogy a felületi pórusok bezáródjanak. Erre a célra nagy forgókovácsológépet használtunk. A négyzet keresztmetszetű rudat a sarkok letörésével két lépésben kovácsoltuk : először 12,5 mm, majd utána 12,0 mm-es nyolc, illetve sokszögre. Nagyobb mértékben hidegen alakítani berepedés veszélye miatt nem lehetett.

10. Durvakovácsolás melegen

Erre a célra ugyancsak a fentebb említett nagy forgó-kovácsológépet használtuk. Tüzifogóba fogva lépésenként először a pálca egyik oldalát,

utána a másik oldalát kovácsoltuk le. A pálcákat gázlángon melegítettük fel 900 C°-ra, s vigyáztunk arra, hogy kovácsolás alatt kb. 750 C° alá ne hűljenek, mert tapasztalat szerint ekkor könnyen berepedeznek, ami teljesen hasznavehetetlenné teszi az anyagot.

A durva melegkovácsolást három lépésben végeztük: 12,0 mm ∅-ről 9,2-re, 9,2-ről 6,8-ra és végül 6,8-ról 5,5 mm ∅-re. A keresztmetszetcsökkenés lépésenként átlag 40% volt.

11. Finomkovácsolás melegen

Az 5,5 mm ∅-re lekovácsolt pálcákat ezután finomkovácsológépre vittük át, ahol a pálcákat a forgókovácsológépek előtt elhelyezett gázlángsorral melegítettük. A gázégőket úgy szabályoztuk, hogy adott és állandó áthaladási sebesség mellett az anyag 850—900 C° hőmérséklet között kerüljön a kovácsoló pofák közé. Ez azt jelentette, hogy minden lépés után, mikor az átmérő csökkent, a lángokat megfelelően kisebbre kellett beállítani.

A finomkovácsolás fokozatai a következők voltak: 4,60, 3,95, 3,50, 2,95, 2,45, 2,15, 1,85, 1,65, 1,50 és 1,37 mm ∅. A keresztmetszetcsökkentés 1,85 mm ∅-ig átlag 30%, ez alatt 20% volt.

12. Dróthúzás

Az 1,37 mm ∅-re kovácsolt huzalt dróthúzógépre vittük át. A dróthúzást hidegen, közbeeső lágyításokkal végeztük. Kísérleteink szerint 850—900 C° a megfelelő lágyítási hőmérséklet. A lágyítás időtartama a szóban forgó huzalkeresztmetszetek mellett 30 perc.

A következő húzási fokozatokkal dolgoztunk: 1,30, 1,22, 1,15, 1,08, 1,00, lágyítás, 0,95, 0,90, 0,85, 0,80, 0,75, lágyítás, 0,70, 0,65, 0,60, 0,55, 0,50, lágyítás, 0,45 és 0,40 mm ∅. A keresztmetszetcsökkenés fokozatonként 10—15%.

Tapasztalataink szerint kb. 10×10 mm keresztmetszetű pálcából, hogy jól át legyen munkálva, legfeljebb 1,2—1,5 mm ∅-jű huzalt lehet készíteni. Ha vastagabb huzalra van szükség, úgy megfelelően nagyobb, 20×20 mm, esetleg 30×30 mm keresztmetszetű zsugorított rúdból kell kiindulni.

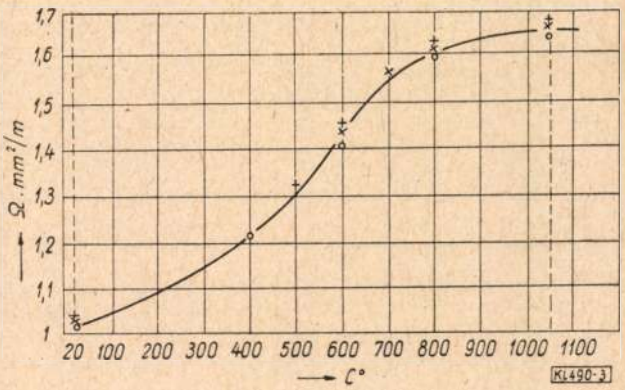
13. A fajlagos ellenállás és az élettartam vizsgálata

A fajlagos ellenállást hideg és meleg állapotban precíziós ohm-mérővel határoztuk meg. A melegállapotú méréskor a vizsgálatra váró tekercseket a kívánt hőfokra porceláncsöves kemencében hevítettük. Ily módon a kívánt hőfokokat ±5 C° pontosságon belül tudtuk tartani.

A mérések eredményeit a 3. ábra tartalmazza.

Az ellenállásértékek nagyságrendje jól beleillik az ismert és leggyakrabban használt hőálló huzalok ellenállásértékei közé, s e tekintetben legjobban a króm-nikkel-vas csoporthoz tartozó anyagokhoz hasonlítanak.

A meleg- és hidegellenállás viszonya azonban még ez utóbbi csoporthoz tartozó anyagoknál is nagyobb. Ez a körülmény nagyobb ipari kemencékre a bekapcsoláskor felvett nagyobb áramerősség miatt sokszor hátrányos lehet, kisebb háztartási készülékekre azonban előnyös, mert a készülékek sokkal rövidebb idő alatt veszik fel az üzemi hőmérsékletet.



3. ábra. 89,5 Fe, 10 Al, 0,5 TiH_2 összetételű huzalok fajlagos ellenállásának változása a hőmérséklet függvényében

A tartós égetési vizsgálatok a következő eredményeket adták: Az 1400 mm hosszú, 0,6 mm ∅-jű huzalt 5 mm ∅-jű magra tekercseltük és ezeket a tekercseket párhuzamosan szabályozható transzformátor szekundér tekercsére kötöttük. A spirálok hőmérsékletét 950 C°-ra állítottuk be, s azok csak levegővel érintkeztek. Az átlagos élettartam 1320 óra volt.

További kísérletben egy ugyancsak 0,6 mm ∅-jű huzalból tekercselt spirált egy nyitott samott főzőlap hornyaiba helyeztünk, és 830 C°-on állandóan égettük. A huzal 1170 óra égés után ment tönkre.

Tartós égetési vizsgálatot végeztünk kísérletképpen ezeken kívül más összetételű porkeverékekkel is (lásd a 2. táblázatot).

2. táblázat

Különféle porkeverék összetétele és a tartós égetés eredménye

Összetétel jele	Elemzés %-ban				Élettartam óra
	Al	TiH_2	Fe	Cr	
A	12	0,5	87,5	—	320
T	10	2,0	88,0	—	1450
C	11	0,5	85,5	3,0	2850
O	10	0,5	89,5	—	3480

A táblázatban levő *O* jelű keveréket összehasonlításképpen iktattuk be.

A keverékből zsugorított pálcákat 5,5 mm ∅-re kovácsoltuk, és ilyen állapotban égettük 1050 C°-on.

A húzott *O* jelű anyag szilárdsági vizsgálata kilágyított állapotban a 3. táblázatban látható eredményeket adta.

Tapasztalataink szerint az Al-Fe alapú hőálló huzalok melegszilárdsága nem éri el a króm-nikkel huzalok melegszilárdságát. Kéntartalmú atmoszférákkal szemben azonban lényegesen érzéketlenebbek, mint az utóbbiak.

3. táblázat

A húzott O jelű anyag szilárdsági vizsgálatának eredményei kilágyított állapotban

∅ mm	Szakító szilárdság, kg/mm²					Nyúlás jeltáv 100 mm %					Keménység *HV* kg/mm²				Hajtogatások száma törésig				
	egyenként				átl.	egyenként				átl.	egyenként			átl.	egyenként				átl.
0,4	80,0	80,0	76,0	80,0	79,0	6,0	4,2	4,4	4,9	4,9	283	245	244	257	6	6	7	6	6,2
0,8	71,0	70,9	68,8	—	70,2	3,0	7,8	3,8	—	4,9	280	288	272	280	7	7	7	6	6,7
1,0	76,0	76,5	75,0	—	75,8	4,5	3,7	6,3	—	4,8	272	272	261	268	6	6	6	6	0,0

Összefoglalás

A Fe-Al alapú ötvözetek 6% Al-tartalom felett olyan kedvező hőálló tulajdonságokkal bírnak, hogy használatuk hőálló huzalok anyagaként is számításba jöhet. Porkohászati úton olyan finom szemcseszerkezettel állíthatjuk elő ezeket az ötvözeteket, hogy képlékeny alakítással is megmunkálhatók.

Mivel az alumínium affinitása az oxigénhez a zsugorítás hőmérsékletén igen nagy, az oxidáció elkerülésére különleges rendszabályokhoz kellett folyamodni. Ilyenek: Al adagolása Fe-Al előötvözet alakjában, kis mennyiségű TiH_2 hozzáadása a porkeverékhez, sajtolt pálcák getterporba ágyazása és a védőgázul szolgáló H_2 gondos tisztítása.

Ebben a tanulmányban részletesen tárgyaljuk a kísérleti előállítás módját a legkedvezőbbnek talált sajtolási, zsugorítási és képlékeny alakítási feltételekkel, és beszámolunk azokról az eredményekről, amelyeket a tartós égetések, a fajlagos ellenállás mérése és a szilárdsági vizsgálatok során nyertünk.

IRODALOM

[1] *Ziegler, N. A.:* Trans. Amer. Inst. Min. Metallurg, Engrs. (100) 1932. 267—271. old.
[2] *Portevin A.—Préter E.—Jolivet H.:* Rev. Mét. (31) 1934. 223. old.
[3] *Haussmann A.:* Stahl und Eisen (51) 1931. 65—67. old.
[4] *Sykes C.—Bampfylde G. M.:* J. Iron Steel Inst. (130) 1934. 389—418. old.
[5] B. I. O. S. Report No. 1569. Further Details of German Powder Metallurgy 46—47. old.
[6] *Kieffer—Hotop:* Sintereisen—Sinterstahl. Wien, Springer Verlag, 1948. 501—505. old.

Bauxitdúsítási kísérletek fizikai módszerekkel

TEMESI SÁNDOR, Vasipari Kutató Intézet

D. K. 622.77 : 622.349

Опыты по обогощению бокситов физическими методами

Bauxitanreicherungs-Versuche mittels physikalischen Methoden

Experiments to concentrate bauxite by employing physical methods

Fejlődő iparunk egyre nagyobb alumínium mennyiséget kíván termelvényeihez. Ez a törekvés különösen akkor válik érthetővé, ha összehasonlítjuk Magyarország fajlagos alumínium felhasználását nagyobb nyugati államokéval. Magyarország bauxitkincse Európában a legnagyobb és világviszonylatban is jelentős. Tehát meg van a lehetőségünk — a nyersanyag oldalról — a timföld és az alumínium termelés fokozására. Azonban nincs az a sok, ami egyszer el ne fogyna. Ez áll a bauxitra is. Szorosabban véve, timföldgyáraink-nak, amelyek a Bayer-eljárás szerint gyártják a timföldet, belátható időn belül nehézségeik lesznek megfelelő mennyiségű és minőségű bauxit beszerzésében. A Bayer-eljárás csak akkor gazdaságos, ha a feldolgozásra kerülő bauxit modulusa, vagyis Al_2O_3/SiO_2 viszonya 11—12 felett van. Ha kisebb a modulus, akkor a marónátron felhasználás megnő, az üzem a többlet ballaszt anyagok kezelése miatt nehézkesebbé válik, csökken a termelékenység stb.

Az eddig elmondottak alapján szükségesnek látszik a gyengébb modulusú bauxitok előkészítése kovasavtartalmának csökkentése céljából. Valóban ez a kérdés eddig már többízben felmerült, de nagyobb méretű kísérletsorozat ilyen irányban még nem volt. *Finkey József* 1938-ban végzett ugyan kísérleteket bauxittal, de akkor a cél az volt, hogy a nagy vasoxid tartalmú bauxitokat előkészítve vasércként használhassák fel [1].

A bauxit modulusának javítására végzett kísérletsorozatot a Vasipari Kutató Intézetben *Visnyovszky László* korábbi kísérletei alapján [2] kezdtük el. Ugyanis *Visnyovszky* már több ízben visszatért a bauxit modulus javításának problémájához, amelyre az a kísérlet adott alapot, amikor — bár vasércként vizsgálta a bauxitot — rájött arra, hogy a vasdús koncentrátumban a SiO_2-tartalom egészen kicsi. *Visnyovszky* kísérletei során a gánti pizolitos bauxitból kiválogatott pizolitokban az Al_2O_3/SiO_2 arány 30—40 felett volt. Ezek alapján feltételezhető volt, hogy a vasdús koncentrátum hasonlóan nagy modulusú.

1. táblázat

A gánti pizolitos és nem pizolitos bauxit elemzése

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	V	TiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Megjegyzés
Gánti I.	23,20	35,44	6,45	0,15	4,57	5,5	Nem pizolitos
Gánti II.	13,92	49,08	6,00	—	2,28	8,18	Pizolitos

Ezért a most végzett kísérleteink során részben mágneses szeparálással, részben fajsúly szerint szétválasztással igyekeztünk — bár vasban dúsabb — jobb modulusú, felhasználható terméket előállítani. A Bayer-rendszerű timföldgyártásban a nagyobb Fe-tartalom különösebb nehézséget nem okoz, sőt a timföldgyárakban végzett megfigyelések szerint a nagyobb Fe-tartalom elősegíti az ülepedést. Ezenkívül nagy előny az, hogy a vörösiszap vasoxid tartalma jelentősen megnő és eléri az 55—60%-ot. Vagyis a vörösiszap jó minőségű vasércként értékesíthető. Ez jelentősen növeli a timföldgyártás gazdaságosságát.

Bauxitokban a kovasav kis része kvarc, nagyobb része kovasavhidrátgél. A kvarc a fizikai dúsításban nem okoz nehézséget, mert mind mágneses, mind fajsúly szerint való szétválasztáskor nagyobb része a meddőben marad. Azonban a kvarc csak legfeljebb 10%-a az összes kovasav tartalomnak. A kovasavhidrátgél aluminiumoxidhidrátgéllel és ferrioxidhidrátgéllel elegyedik a bauxitban. *Finkey* szerint az ilyen elegyet nem, vagy csak kis mértékben lehet fizikai módszerekkel javítani. Ennek ellenére — mint a későbbiekben látni fogjuk — sikerült jelentősen megjavítani a bauxitok modulusát. A dúsítást ugyanis az dönti el, hogy a ferrioxidhidrátgél elsősorban milyen hidrátgéllel van kapcsolatban — alumíniumoxidéval vagy kovasavéval. A különböző bauxitok keletkezésekor a külső feltételek hatással voltak az érc kialakulására. Következésképpen, különböző összetételű bauxitok különbözőképpen reagálnak a dúsításra.

A kísérleteket gánti pizolitos és nem pizolitos bauxitokkal kezdtük. A színre hasonló két bauxit elemzését az 1. táblázat mutatja.

Meg kell jegyeznem, hogy a vizsgált bauxitok megjelölése önkényes, nem azonos a bánya, vagy timföldgyárak jelölésével.

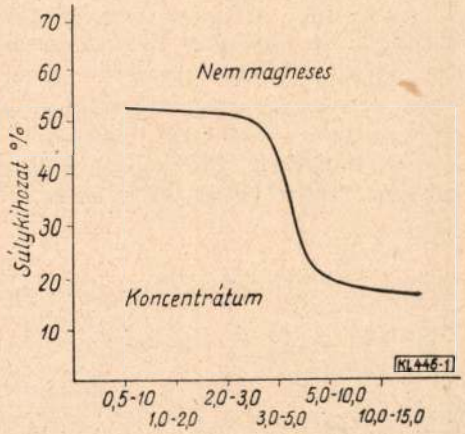
Az első kísérletsorozat célja az optimális pörkölési időtartam és szemnagyság, valamint a szeparátor legkedvezőbb mágneses térerősségének meghatározása volt.

A pörkölést gáztüzelésű forgódobos kemencében végeztük. A redukciót néhány százalék CO biztosította volna, azonban készülék nehézség miatt a redukálást világítógáz atmoszférában végeztük. Minden alkalommal 1 kg bauxitot adunk be a kemencébe, ahol a felmelegítés után állandóan 400 ± 5 C° hőmérsékletet tartottunk. Ezen a hőmérsékleten a bauxit feltárhatósága még nem romlik. A pörkölés optimális időtartama egy óra, amit a továbbiakban pontosan betartottunk.

Az optimális szemnagyság megállapítására a pizolitos bauxitot pofástörőn 15 mm-re törtük és szitán a következő szemnagyságokra osztályoztuk:

a) 0,5— 1,0 mm
b) 1,0— 2,0 mm
c) 2,0— 3,0 mm
d) 3,0— 5,0 mm
e) 5,0—10,0 mm
f) 10,0—15,0 mm

Mindegyik frakciót azonos feltételek mellett pörköltük és szeparáltuk. Az eredményt az 1. ábra mutatja.

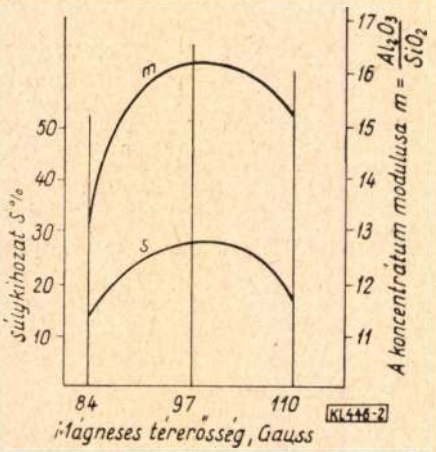


1. ábra. Súlykihozatal %-ban szeparáláskor a pörkölési szemnagyság függvényében

Látható, hogy a 3,0 mm feletti szemnagyságú anyag redukálási lehetősége ugyanazon idő alatt nagymértékben csökken, amit a kihozatal (súly %) bizonyít. Ezek szerint optimálisnak mondható 1 órás pörköléssel a 0,5—3,0 mm-es szemnagyság. A koncentrátum s a meddő vonala 15,0 mm-es szemnagyság után aszimptótikusan közeledik az abszcisszához, ami érthető, hiszen azonos idő alatt és feltételek között a bauxit daraboknak csak a külső rétege redukálódik.

A mágneses szeparálást váltóáramú Visnyovszky-féle mágneses széren végeztük 50, 58 és 66 V feszültséggel gerjesztett mágneses mezőben.[1] A feszültségeknek megfelelően a szeparátor mágneses térerőssége 84, 97 és 110 gauss volt. Az optimális térerősség megállapításakor 1 kg pizolitos bauxitot pörköltünk, amelynek szemnagysága 0—15,0 mm volt. Pörkölés után a bauxitot megtörtük, a 0,5—1,5 mm-es frakciót szitálással különválasztottuk és ezt szeparáltuk. A feladott pörkölt bauxit modulusa megfelelt a nyersének. A koncentrátum és a meddő súlyszázalékát, valamint a koncentrátumban levő Al_2O_3 és SiO_2 viszonyszámát a 2. ábra tünteti fel.

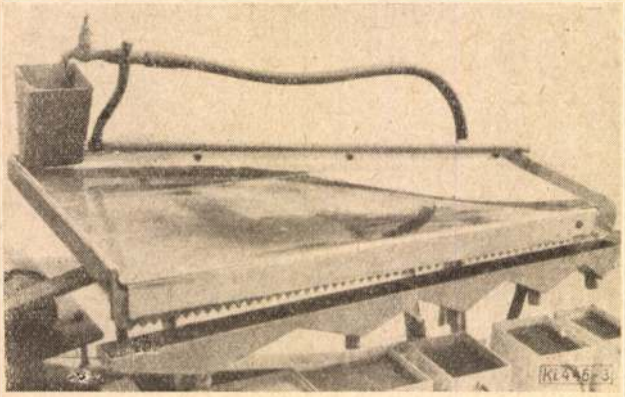
[1] A szér leírása Kohászati Lapok 1959. évf. 1-es számában található.



2. ábra. Súlykihozatal, valamint a koncentrátum modulusa a mágneses térerősség függvényében

Látható, hogy a legkedvezőbb kihozatot és a legjobb modulust a 97 gauss erősségű mágneses mező biztosítja. A kísérletek további részében a mágneses szér térerőssége mindig 97 gauss volt.

Miután az optimális értékeket megállapítottuk, megkezdtük a különböző bauxitok dúsíthatóságának vizsgálatát. Mindegyik bauxit fajtát mágneses szeparáláson kívül széreléssel is dúsítottuk.



3. ábra. Nedvesszér

A szérelést 1000×500 mm lapméretű nedves széren végeztük (3. ábra), amelynek löketszáma minden kísérlet alatt kb. 500/perc, a löket hossza pedig kb. 8 mm volt. A széreléshez feladott nyers bauxit 0,5 mm-nél kisebb szemnagyságú volt.

A Gánti I-es bauxit mágneses szeparálása mindjárt az elején meglepetéssel szolgált, ugyanis függetlenül attól, hogy több mint 23% Fe-ot tartalmaz, mágneses szeparáláskor lényeges modulus javulás nem következett be. Ugyanakkor a Gánti II-es pizolitos bauxit — amelyben csak 14% Fe van — modulusa jól javult.

A Gánti I-es bauxit mágneses dúsítása után a 2. táblázatban látható képet kaptuk.

Ilyen mértékű modulus javítás nem elegendő arra, hogy vele üzemi méretekben érdemes lenne foglalkozni. Az ismételt kísérletek hasonló eredményt adtak.

2. táblázat

A gánti I-es bauxit mágneses dúsításának kísérleti adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Izz. veszt.	Súly %
Feladás (nyers) ...	23,2	35,44	6,45	5,5	—	—
Mágneses termék						
Koncentrátum	30,32	39,39	5,00	8,88	16,51	65,6
Középtermék	22,1	41,95	6,90	6,10	17,30	5,0
Nem mágneses	17,65	47,81	10,25	4,66	18,42	29,4

A Gánti I-es bauxit szérelésével a 3. táblázat szerinti eredményt értük el.

3. táblázat

Gánti I bauxit szérelésével végzett kísérlet adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$
Feladás (nyers) ...	23,2	35,44	6,45	4,57	5,5
Frakció					
1	31,75	29,84	2,70	5,75	11,0
2	31,30	30,6	3,00	3,43	10,2
3	27,20	34,30	4,50	—	7,65
4	20,50	38,88	6,70	—	5,8
5	19,10	39,30	8,60	—	4,56

Az 1-es és a 2-es frakcióban a modulus javulás elég komoly mértékű, azonban a két frakció együttes súlykihozatala nem éri el a 10%-ot sem, tehát ipari vonatkozásban ez a fajta bauxit nem jöhet szóba. Érdekes itt megjegyezni, hogy az 1-es frakciót mágnesesen szeparáltuk. A szeparálás eredményét a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A gánti I bauxit széreléssel nyert 1-es frakciójának mágneses szeparálása

Mágneses termék	Fe	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	*V*
Koncentrátum	42,28	10,0	1,75	28,75	0,18
Nem mágneses	29,02	32,26	3,05	2,86	0,13

Ezenkívül a meddőben 0,13% Zr-ot találtunk. Az elemzés alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a Ti titanomagnetit alakjában van a bauxitban. Későbbi elemzések ezt a véleményt megerősítették, sőt a megvizsgált bauxitok nagyobb részében ugyanez volt az eredmény.

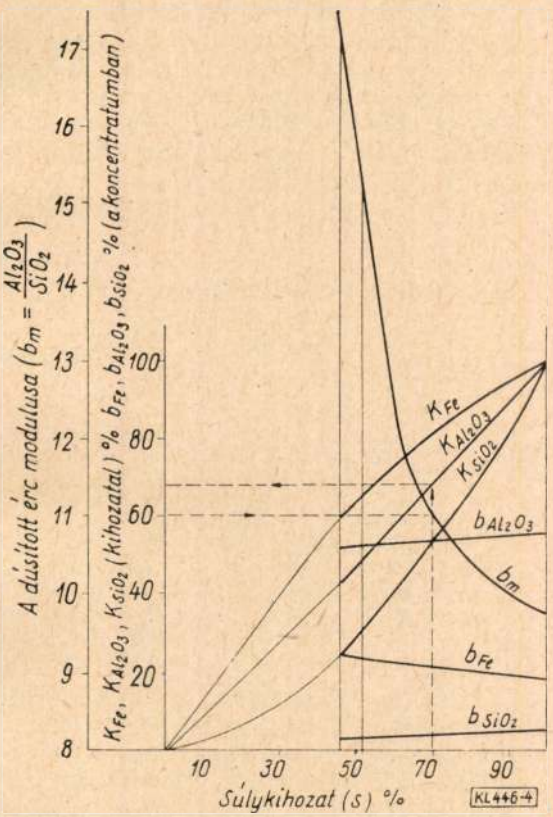
A kísérleteket a Gánti II-es pizolitos bauxittal folytattuk. Az optimális értékek megállapításakor már látható volt, hogy a Gánti II-es bauxit eredményesebben javítható, mint a Gánti I-es.

A következő két elemzés egy sorozat legjobb és leggyengébb eredményét mutatja. A pörkölésben és szeparálásban különbség nem volt, csupán az egyik 1,0—2,0 mm-es szemnagyságra, a másik 10,0—15,0 mm-es szemnagyságra vonatkozik (5. táblázat).

5. táblázat

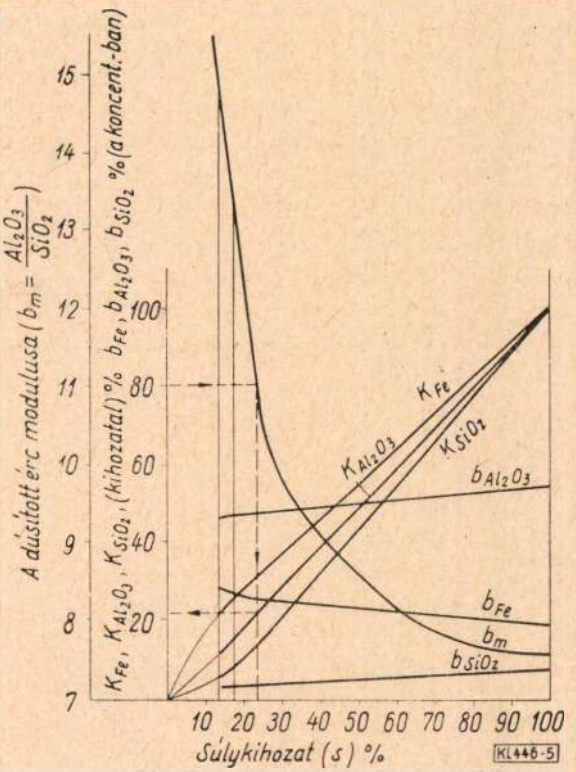
Gánti II-es bauxit mágneses dúsításának adatai

Szemnagyság, mm	Mágneses termék	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
1,0— 2,0	Koncentr.	24,30	51,89	3,0	17,3	45,8
	Közép	17,04	56,10	6,6	8,5	6,0
	Nem mágneses	13,82	58,65	8,1	7,25	48,2
10,0—15,0	Koncentr.	27,93	46,3	3,1	15,0	13,7
	Közép	21,65	53,40	4,9	10,7	4,0
	Nem mágneses	16,75	55,97	8,0	7,0	82,3



4. ábra. 1,0—2,0 mm szemnagyságon pörkölt bauxit mágneses szeparálásának dúsítási görbéje és modulusváltozása

K = fémkihozatal, b_m = a dúsított bauxit modulusa, b_{Fe} = a dúsított bauxit Fe-tartalma, bAl_2O_3 = a dúsított bauxit Al_2O_3-tartalma, $bSiO_2$ = a dúsított bauxit SiO_2-tartalma



5. ábra. 10,0—15,0 mm szemnagyságon pörkölt bauxit mágneses szeparálásának dúsítási görbéje és modulusváltozása

K = fémkihozatal, b_m = a dúsított bauxit modulusa, b_{Fe} = a dúsított bauxit $_{Fe}$-tartalma, bAl_2O_3 = a dúsított bauxit Al_2O_3 = tartalma, $bSiO_2$ = a dúsított barxit SiO_2 tartalma

A két eredményből látható a kisebb szemnagyság előnye. Jelentősen nagyobb mind a súly, mind az Al_2O_3 kihozatal. A 4. és az 5. ábrák az előbbi két kísérlet eredményeit szemléltetik.

A 4. ábrán (a számításokat a 6. táblázatba foglaltam) látható, hogy a timföldgyárak által még elfogadott 11-es modulussal a bauxit kb. 70 súlyszázaléka használható fel kb. 66% Al_2O_3 kihozat mellett. Az 5. ábra (a számításokat a 7. táblázatba foglaltam) szerint ugyanebből a bauxitból kb. 22% Al_2O_3 kihozat mellett csak kb. 24 súlyszázalék hasznosítható 11-es modulussal. Vagyis csak 3,0 mm alá őrölt bauxitot lehet gazdaságosan javítani. Egyébként a 6. ábrán látható az elérhető legjobb alumíniumoxid- és súlykihozat a szemnagyság függvényében.

6. táblázat

Számítások a diagram felépítéséhez (3)

$a_{Fe} = 18,83$, $a_{Al_2O_3} = 55,37$, $a_{SiO_2} = 5,67$

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly %	S %	b_{Fe}	$b_{Al_2O_3}$	b_{SiO_2}	bn	K_{Fe}	$K_{Al_2O_3}$	K_{SiO_2}
Konc.	24,30	51,89	3,0	17,3	45,8	45,8	24,30	51,89	3,0	17,3	59,0	42,9	24,3
Közép	17,04	56,10	6,6	8,5	6,0	51,8	23,5	52,4	3,42	15,3	64,7	49,1	31,3
Meddő	13,82	58,65	8,1	7,25	48,2	100	18,83	55,37	5,67	9,75	100	100	100

$$K = \frac{S \cdot b}{a} \qquad bm = \frac{b_{Al_2O_3}}{b_{SiO_2}}$$

A kísérlet feltételei:

Gánti II-es bauxit 1,0—2,0 mm-es szemnagyságon pörkölve gázatmoszférában és 97 gauss térerősségű szeparátoron szeparálva 0,5—1,0 mm szemnagyságban.

7. táblázat

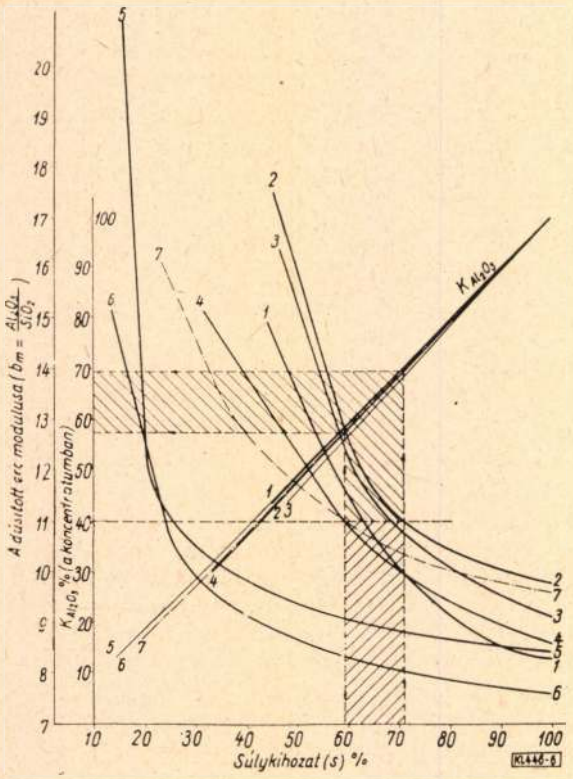
Számítások a diagram felépítéséhez (3)

$A_{Fe} = 18{,}47$, $A_{Al_2O_3} = 54{,}33$, $A_{SiO_2} = 7{,}2$

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly %	S %	b_{Fe}	$b_{Al_2O_3}$	b_{SiO_2}	bm	K_{Fe}	$K_{Al_2O_3}$	K_{SiO_2}
Konc.	27,93	46,53	3,1	15,0	13,7	13,7	27,93	46,53	3,1	15,0	20,7	11,75	5,9
Közép	21,65	52,40	4,9	10,7	4,0	17,7	26,5	47,1	3,5	13,45	25,4	15,3	8,6
Meddő	16,75	55,97	8,0	7,0	82,3	100	18,47	54,33	7,2	7,55	100	100	100

$$K = \frac{S \cdot b}{a} \qquad bm = \frac{b_{Al_2O_3}}{b_{SiO_2}}$$

A kísérlet feltételei:
Gánti II-es bauxit 10,0—15,0 mm-es szemnagyságban pörkölve gázatmoszférában és 97 gauss térerősségű szeparátoron szeparálva 0,5—1,0 mm szemnagyságban.



6. ábra. Gánti II-es bauxitból súly- és Al_2O_3 kihozatal görbéi II-es modulus elérésére

1. 0,5—1,0 mm szemnagyság pörkölve, 2. 1,0—2,0 mm szemnagyság pörkölve, 3. 2,0—3,0 mm szemnagyság pörkölve, 4. 3,0—5,0 mm szemnagyság pörkölve, 5. 5,0—10,0 mm szemnagyság pörkölve, 6. 10,0—15,0 mm szemnagyság pörkölve, 7. 0,0—0,5 mm szemnagyság szérelve

A pörkölési kísérletek befejezése után megkíséreltük fajsúly szerint is szétválasztani a Gánti II-es bauxitot. A kísérletet a fentebb leírt széren végeztük. Mivel először végeztünk bauxit szérelést, meglepődve tapasztaltuk, hogy a bauxitot milyen könnyű fajsúly szerint szétválasztani, eltekintve attól, hogy a bauxit alkotók fajsúlya között nincs nagy különbség.

A szérelés eredményét a 8. táblázat mutatja.

8. táblázat

A gánti II-es bauxit szérelésének adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %	Izz. veszt.
Feladás (nyers)	13,92	49,08	6,0	8,18	—	—
Frakció						
1	31,14	35,19	2,7	13,0	0,5	9,22
2	28,63	41,44	2,9	14,3	2,3	9,37
3	19,69	50,87	3,0	16,95	16,9	10,80
4	16,06	56,10	6,0	9,35	46,0	10,71
5	10,61	59,29	7,2	8,23	21,2	11,40
5a	9,77	58,52	7,1	8,26	13,1	11,76

A 7. ábrán (számításokat a 9. táblázatba foglaltam), amelyet a fenti szérelési adatok alapján rajzoltunk meg, leolvasható, hogy 11-es modulussal kb. 60% súlykihozat mellett kb. 58% Al_2O_3 kihozat érhető el. Ez valamivel gyengébb eredmény, mint ami mágneses szeparálással elérhető. A 6. ábrán ez látszik is, ahová összehasonlítás céljából berajzoltuk a szérelés eredményét is.

9. táblázat

Számítások a diagram felépítéséhez (3)

$A_{Fe} = 15{,}05$, $A_{Al_2O_3} = 55{,}55$, $A_{SiO_2} = 5{,}80$

Frakció	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly %	S %	b_{Fe}	$b_{Al_2O_3}$	b_{SiO_2}	bm	K_{Fe}	$K_{Al_2O_3}$	K_{SiO_2}
I.	31,14	35,19	2,7	13,0	0,5	0,5	31,14	35,19	2,7	13,0	1,03	0,3	0,23
II.	28,63	41,44	2,9	14,3	2,3	2,8	29,1	40,3	2,86	14,1	5,4	2,03	1,37
III.	19,69	50,87	3,0	16,95	16,9	19,7	21,0	49,4	2,99	16,5	27,5	16,6	10,1
IV.	16,06	56,10	6,0	9,35	46,0	65,7	17,55	54,1	5,1	10,6	76,6	64,0	57,8
V.	10,61	59,29	7,2	8,23	21,2	86,9	15,85	55,1	5,60	9,85	91,5	86,0	84,0
V/a	9,77	58,52	7,1	8,26	13,1	100	15,05	55,55	5,80	9,57	100	100	100

$$K = \frac{S \cdot b}{a} \qquad bm = \frac{b_{Al_2O_3}}{b_{SiO_2}}$$

A kísérlet feltételei:
0,0—0,5 mm szemnagyságú Gánti II-es nyers bauxit szérelve.

Ugyanezt a bauxitot más lökethossz és löketszám beállítással is széreltük, ahol a szemnagyság is nagyobb. A szérelés eredménye a 10. táblázatból vehető ki.

10. táblázat

1 mm alatti szemnagyság szérelésének adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Izz. veszt.
Feladás	13,92	49,08	6,0	0,18	—
Frakció					
2	30,4	36,97	1,45	25,5	8,90
3	20,0	50,87	2,80	18,2	11,83
4	11,6	58,27	5,70	10,2	13,89
5	10,9	57,28	7,80	7,35	11,30

A 2-es frakció modulusa háromszor nagyobb a bauxit eredeti modulusánál, mégis ilyen mérvű javítás nem gazdaságos, mivel 1-es frakció egyáltalán nem keletkezett, a 2-es és a 3-as frakciók együttes súlyszázaléka pedig 5,0 alatt marad. 11-es modulussal ilyen nagyfokú javítás esetén a bauxitnak legfeljebb 45 súlyszázaléka és az Al_2O_3-nak kb. 40%-a nyerhető ki. Tehát helyesebb kisebb fokú modulus javítást elérni, viszont nagyobb Al_2O_3 mennyiséget feldolgozni.

A gánti bauxitok után megvizsgáltunk néhány iszkaszentgyörgyi bauxitot, amelyeknek összetételét a 11. táblázatba foglaltam.

11. táblázat

Iszkaszentgyörgyi bauxit vizsgálatának adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Megjegyzés
I 1	14,1	45,65	15,6	2,93	Pizolitos
I 2	14,38	43,86	18,7	2,34	Pizolitos
I 3	17,31	45,14	9,3	4,86	Lila
I 4	10,2	46,0	10,8	4,26	Szürke
I 5	18,0	43,4	12,1	3,59	Lila
I 6	12,9	52,8	5,5	9,61	Sárga

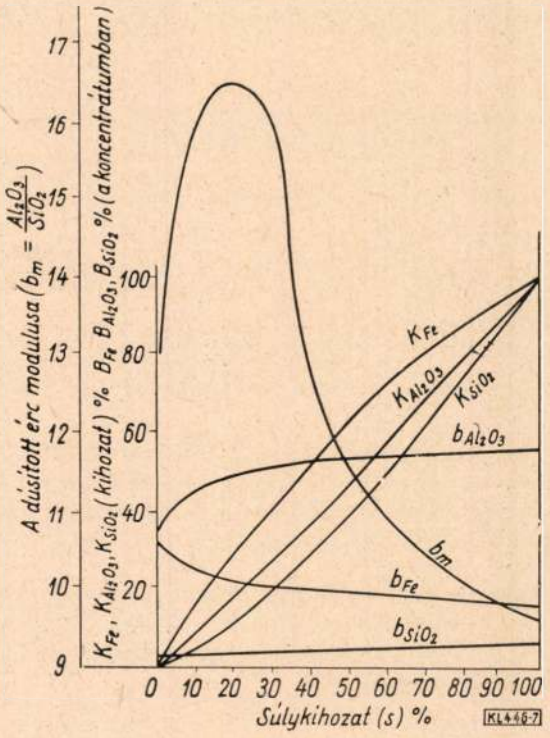
Annak érdekében, hogy megállapíthassuk az iszkaszentgyörgyi pizolitos bauxitok természetét, az I 1 és I 2-es típusú bauxitokból kézzel kiválogattunk nagy mennyiségű pizolitot. A pizolitok egy részéről a külső kérget lebontottuk és különkülön elemeztettük meg az egész pizolitokat, a külső héját és a belső részt. Meglepő eredményt kaptunk (12. táblázat).

12. táblázat

Kézzel válogatott iszkaszentgyörgyi pizolitos bauxitok adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3
I 1-es egész pizolit	32,54	31,24	8,5	3,68
I 1-es pizolit héj	32,17	30,73	8,4	3,66
I 1-es pizolit közép	34,21	32,39	8,7	3,72
I 2-es egész pizolit	34,56	27,80	7,2	3,86

Ezek az eredmények annál inkább meglepőek, mert eddig a pizolitokról általában mint vasban dús és kovavasban szegényekről tudtunk. *Finkey*



7. ábra. 0,0—0,5 mm szemnagyságon szérelt bauxit dúsítási görbéje és modulusváltozása

K = fémkihozatal, b_m = a dúsított bauxit modulusa, b_{Fe} = a dúsított bauxit Fe-tartalma, bAl_2O_3 = a dúsított bauxit Al_2O_3-tartalma, $bSiO_2$ = a dúsított bauxit SiO_2-tartalma

1938-ban végzett kutatásai ezt mutatták, és ezt bizonyította *Visnyovszky* kísérlete, amikor is a gánti bauxitból kiszedett pizolitokat elemezték. Az elemzések szerint a kovasav mennyisége mindenkor 1,0 alatt maradt és a modulus gyakran elérte a 60-at is.

Kristályosodás szempontjából, ami érvényes a pizolitokra, nagyjából érvényes az egész bauxitra is. Ezt a feltevésünket bizonyítják kísérleteink is. Továbbá, azokban a bauxitokban, amelyeknek pizolitjaiban a ferrioxidhidrátgél túlnyomórészt aluminiumoxidhidrátgéllel kristályosodott — mint a gánti is — a modulus könnyen javítható mágneses pörkölés és szeparálás segítségével. Kísérleteink erre nézve is határozott képet nyujtanak.

Az iszkaszentgyörgy I1-es 0—4,0 mm szemnagyságú bauxit pörkölése és szeparálása után a 13. táblázatban levő összetételt kaptuk.

13. táblázat

Iszkaszentgyörgyi I 1 és 0—4,0 mm-es bauxit elemzésének adatai pörkölés és szeparálás után

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
Feladás	14,10	45,65	15,6	2,93	—
Mágneses termék					
Koncentrátum	20,59	43,86	13,0	3,37	12,5
Közép	14,10	48,57	16,6	2,96	5,0
Nem mágneses	12,23	49,73	17,8	2,79	82,5

A modulus javításra nézve teljesen hasonló képet mutat az I 2-es bauxit elemzése (14. táblázat).

14. táblázat

Iszkaszentgyörgyi I 2-es bauxit elemzésének adatai pörkölés és szeparálás után

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
Feladás	14,38	43,86	18,7	2,34	—
Mágneses termék					
Koncentrátum	17,40	48,45	13,5	3,59	26,8
Közép	13,66	48,32	15,6	3,1	4,4
Nem mágneses	12,51	42,43	20,1	2,11	68,8

Hogy miért nincs komolyabb mérvű dúsulás és hogy az iszkaszentgyörgyi bauxitok merőben más jelleg szerint kristályosodtak ki, mint a gántiak, arra a szérelési eredmények mutatnak rá legjobban.

Az I 1-es, 0—0,5 mm szemnagyságú bauxit szérelési eredménye (a szérelés feltételei teljesen azonosok a gánti bauxitok szérelésével) a 15. táblázatban látható.

15. táblázat

Iszkaszentgyörgyi I 1-es, 0—0,5 mm-es szemnagyságú bauxit szérelési adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
Feladás ...	14,1	45,65	15,6	2,93	—
Frakció :					
1	27,54	22,95	22,5	1,02	0,82
2	21,79	29,84	23,3	1,28	1,65
3	17,88	38,25	18,7	2,04	8,26
4	13,97	45,52	15,5	2,94	41,30
5	11,17	46,66	17,1	2,73	31,40
5a	11,03	46,54	17,6	2,65	16,57

Teljesen hasonló képet mutat az I 2-es bauxit, az előbbivel megegyező feltételek között végzett szérelése (16. táblázat).

16. táblázat

Iszkaszentgyörgyi I 2-es, 0—0,5 mm-es szemnagyságú bauxit szérelési adatai

	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
Feladás ...	14,38	43,86	18,7	2,34	—
Fakció					
1	25,56	23,08	28,8	0,8	1,54
2	20,67	31,24	26,9	1,16	2,06
3	18,43	39,53	21,3	1,85	9,20
4	13,97	45,26	17,1	2,65	37,20
5	11,17	48,20	18,1	2,67	31,00
5a	10,89	50,36	18,2	2,77	19,00

Ha összehasonlítjuk az I 1 és az I 2-es bauxitok szérelési eredményeit a gántival, fontos különbséget vehetünk észre. Addig, amíg a gánti pizolitos bauxit szérelésekor a SiO_2 értéke állandóan növekszik a Fe csökkenésével szemben, addig az iszkaszentgyörgyi pizolitos bauxitokban a SiO_2 párhuzamosan csökken a Fe-mal. Vagyis ez azt bizonyítja, hogy a gánti bauxitok ferrioxidhidrátgélje elsősorban alumíniumoxidhidrátgéllel kristályosodott ki együtt, viszont az iszkaszentgyörgyiben elsősorban kovasavhidrátgéllel. Ez megakadályozza mind a mágneses, mind a fajsúly szerinti szétválasztást, különösen akkor, ha figyelembe vesszük azt is, hogy az iszkaszentgyörgyi bauxitok kovasav tartalma lényegesen nagyobb, mint a gántiaké.

Az I3—I6 bauxitokkal végzett kísérletek hasonló eredményeket mutattak.

Érdekes különbség még a gánti és iszkaszentgyörgyi bauxitok szérelési eredményei között az is, hogy amíg a gánti bauxitok modulusának javulása a vasdús, nagy fajsúlyú 1 és 2-es, s esetleg a 3-as frakciókban van, addig az iszkaszentgyörgyieké a könnyebb, 3, 4 és 5-ös frakciókban jelentkezik. Ez a jelenség, valamint a pizolitok összetétele arra enged következtetni, hogy az iszkaszentgyörgyi bauxitokban a kovasav egy része vasszilikátgél alakjában van jelen. Ez utóbbinak fajsúly alapján való kiválasztása az ismertetett módszerrel tökéletesen nem végezhető el. Feltételeztük, hogy ha a vasszilikátgélt hőkezeléssel megbontjuk, a dúsíthatóság megjavul.

A vasszilikát felbonthatóságának vizsgálatára az I1-es bauxitot nagy hőfokon pörköltük. Oxidáló atmoszférájú forgódobos kemencében 900 C°-ra hevítettük fel, majd az előzőkkel megegyező körülmények között széreltük.

A szérelés eredményét a 17. táblázat mutatja.

17. táblázat

Iszkaszentgyörgyi I 1-es 900 C°-on hevített bauxit szérelésének eredményei

Frakció	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
1	37,7	29,6	14,9	1,99	0,5
2	33,5	32,1	16,4	1,96	3,4
3	21,0	47,5	18,6	2,55	12,7
4	16,6	50,9	19,7	2,58	80,5
5	15,0	51,9	20,1	2,58	2,9

Összehasonlítva az I1-es nyers (15. táblázat) és nagy hőfokon pörkölt bauxit szérelési eredményeit, a következőket állapíthatjuk meg : 900 C°-on a vasszilikát nagy része felbomlott és valószínűleg alumíniumszilikát keletkezett, ezért a vasdús nehezebb frakció (1, 2-es) elszegényedik SiO_2-ben. A kis fajsúlyú frakciókban viszont kovasav dúsulás mutatkozik. Megismételtük ezt a kísérletet a Gánti I bauxittal, amely kis hőfokú pörköléskor mágneses szeparálással és széreléssel csak jelentéktelenül dúsult. A nagy hőfokú pörkölés és szérelés után sikerült elérni lényeges modulus javulást. A gánti bauxitban tehát a vasszilikát felbomlása élesebben jelentkezett. A szérelés eredménye a 18. táblázatban látható.

Ha ezt az eredményt összehasonlítjuk a Gánti I-es nyers bauxit szérelési adataival (3. táblázat), láthatjuk, hogy lényeges változás nem a modulus javulásban van, hanem a dúsított frakciók mennyi-

18. táblázat

Gántibauxit nagy hőmérsékletű pörkölése után végzett szérelés adatai

Frakció	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Súly, %
1	38,40	33,47	3,0	11,15	6,60
2	31,70	36,62	3,4	10,8	32,3
3	28,63	47,06	7,5	6,29	36,6
4	23,04	50,21	9,4	5,25	20,9
5	26,81	49,68	8,0	6,22	3,6

ségében. Míg a nyers széreléskor az 1-es és 2-es frakciók együttes mennyisége 10%-nál kevesebb volt, itt viszont 38,9%.

A nagy hőmérsékletű pörkölést természetesen nem azért végeztük, hogy ipari felhasználásának lehetőségeit vizsgáljuk. Ugyanis ilyen nagy hőmérsékleten olyan alumínium vegyületek keletkeznek, amelyeket nem lehet a Bayer-eljárás szerint feltárni. A kísérlet egyedüli célja csak a vasszilikátok jelenlétének kimutatása volt, ami — mint az eredmények mutatják — sikerült is.

A kísérletek befejezéséül a dúsított Gánti II bauxitokkal feltárási kísérleteket végeztünk.

A feltárandó bauxitok összetételét mutatja a 19. táblázat.

19. táblázat

Feltárásra előkészített Gánti II bauxitok összetétele

Frakció	Fe	Al_2O_3	SiO_2	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	Megjegyzés
1	20,81	52,28	2,00	13,0	Szérelt
2	25,42	53,04	3,50	15,15	Pörkölt és szeparált
3	24,44	52,91	4,50	11,80	Pörkölt és szeparált
4	16,76	52,66	6,40	8,23	Nyers

Feltárás után a vörösiszapok összetételét a 20. táblázat mutatja.

A feltárási kísérleteket *Magyarosi István* végezte.

20. táblázat

Gánti II bauxitok összetétele feltárás után

Frakció	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	Izz. veszt.
1	58,1	11,97	8,63	5,49	9,39
2	64,4	13,88	5,22	3,32	6,19
3	53,3	15,73	9,17	4,44	8,26
4	45,0	15,67	12,58	7,90	12,49

Tehát látható, hogy a fenti módszerekkel dúsított bauxitok jól feltárhatók, kevés a marónátron veszteség, különösen a pörkölt és szeparált bauxitban. A vörösiszapok jó minőségű vasércadalékként hasznosíthatók.

Összefoglalás

A fizikai módszerekkel elvégzett modulus javítás eredményeiből a következők állapíthatók meg :

1. Egyes bauxit fajták modulusa — mint például a gántiak — az általunk megvizsgált fizikai módszerekkel javítható.

2. A modulus javítás alapfeltétele az, hogy a bauxitban a ferrioxidhidrátgél elsősorban alumíniumoxidhidrátgéllel legyen kristályosodva.

3. Ha a kovasav vasszilikát alakban van jelen, a bauxitot timföldgyártásra alkalmassá tenni nem lehet, mert a vasszilikát szétbontásához nagy hőmérséklet szükséges, ami viszont a feltárást lerontja.

4. Az előkészítés eredményeként a megfelelő típusú, alacsony modulusú bauxitok 60-70%-a hasznosítható, aminek jelentős gazdasági eredményei lehetnek.

5. A javított modulusú bauxitokból keletkező vörösiszap mint jó minőségű vasércadalék használható fel — ez jelentősen növeli az előkészítés gazdaságosságát.

IRODALOM

[1] *Finkey J.:* Redukált bauxitok mágneses szeparációja. Kohászati Lapok, 1939. 10. szám.
[2] *Visnyovszky L.:* A bauxit mint vasiparunk nyersanyaga, Bányászati-Kohászati Lapok, 1951. 6. szám.
[3] *Tarján G.:* Ércelőkészítéstan.

MŰSZAKI ESEMÉNYNAPTÁR

November

5. 80 éve (1879) halt meg MAXWELL Clerk James angol fizikus (szül. 1831), a kinetikus gázelmélet és az elektromágneses fényelmélet megalapítója.
15. 40 éve (1919) halt meg Mihail Oszipovics DOLIVO-DOBROWOLSZKI orosz elektrotechnikus (szül. 1862) az energiaátvitel egyik úttörője.
16. 25 éve (1934) halt meg LINDE Karl német mérnök (szül. 1842), a levegő csepfolyósítójának feltalálója.
17. 90 éve (1869) nyilt meg 10 évi építés után a Szuezi Csatorna. (Építette Ferdinánd Lesseps 160 km hosszúságban.)
18. 170 éve (1789) született Luis Jacques Mandé DAGUERRE francia festő (megh. 1851), a fényképezés feltalálója.
19. 120 éve (1839) született SKODA, Emil cseh iparos, a Skoda Művek alapítója.
20. 110 éve (1849) nyilt meg a Lánchid.
10 éve (1949) nyitották meg újjáépítve.
27. 120 éve (1839) született HOFMANN Károly magyar geológus (megh. 1891), Bunsen munkatársa.

Az összeállított eseménynaptár nem teljes. Az eseményekkel kapcsolatos szakirodalom megtalálható az Országos Műszaki Könyvtár szakanyagában (Bp. VIII. Múzeum utca 17.)
Tájékoztatást ad : Pap János (VIII. Múzeum utca 17. Tel.: 336—209)

Rézkiválás lágyacélokban[1]

CSEPIGA ZOLTÁN

DK: 669.14.046.548.4 : 669.3

Выделение меди в мягких железах

Kupfer-Ausscheidungen in Weichstählen

Copper precipitation in soft carbon steels

I. Bevezetés

A rézkiválással kapcsolatban vizsgálatokat végeztünk annak felderítésére, hogy a szabványos gőzcsövek acélanyagában, huzamosabb idő után kiváló rézfázisnak milyen hatása van a mechanikai tulajdonságokra. Ezenkívül igyekeztünk meghatározni a vasból végbemenő rézkiválás törvényszerűségeit is.

Ismeretes, hogy a lágyacélokban a ferrit szobahőmérséklettől egészen 600 C°-ig 0,20—0,25 Cu-ot tud oldatban tartani. Ha a Cu-tartalom ezt az értéket meghaladja, akkor lassú lefolyású rézkiválasztással kell számolni, ennek során a ferrithatárok mentén valamilyen rézdús fázis jelenik meg. A rézkiválás következtében egyrészt nő az acél keménysége és szilárdsága, azaz ridegedés következik be, másrészt a kristályhatárok mentén elhelyezkedő bizonyos mennyiségű Cu-fázis repedést idézhet elő.

Irodalmi összefoglalás

A réz kiválásos keményedésével a kutatók már a múlt század végétől foglalkoztak.

Az eddig a jelenség lefolyásáról nyilvánosságra hozott adatok mégsem mutatnak egyértelmű képet. Legtöbbször utalásokat találunk részben a réztartalmú acélok néhány tulajdonságaira, részben némely technikai tulajdonságra gyakorolt hatására.

A századforduló táján mutatta ki *Holzer*, hogy 3—4% Cu az acél rugalmassági határát növeli. Ugyancsak erre az időre tehetők *Colby* kísérletei, amelyeknek alapján — az előbbiekkel egyezően 0,5% körüli Cu-tartalmú acélból állítottak elő nagyobb igénybevételt bíró gépalkatrészeket. Ezt megelőzően kerültek nyilvánosságra *Savot*, majd *Budelius* megállapításai a réznek arról a hatásáról, hogy rontja a kovácshegeszthetőséget és hogy bizonyos koncentráción felül a kovácsoláskor vöröstörékenységet okoz. Ezeknek a technológiai tulajdonságoknak megállapítása után a század első felében *Stead*, *Wigham*, *Burgess*, *Aston*, *Müller* a kiválási folyamatokkal és a keményedés problémájával kapcsolatban egyes területeken használt acélokkal kísérleteket végeztek. Megállapításaikból nem szűrhető le általánosítás. *Cornelius* 1940-ben foglalta össze „*Kupfer im technischen Eisen*" c. könyvében azokat az adatokat és megállapításokat, amelyek eddig rendelkezésre álltak. *Cornelius* az előbbieken kívül *Kinnear*, *Lorig*, *Smith*, *Palmer*, *Buchholtz*, *Köster* és *Nehl* kísérleteiről tájékoztat. A legutóbbi időben pedig a kísérletek inkább a kiválásos keményedés törvényszerűségeinek megállapításait célozták. Ilyen irányú kísérleteket végeztek: *Cottrel*, *Bilby*, *Herper*, *Wart*, *Zener* és *Wepner*, akik egymástól eltérő módon, bonyolult matematikával állapították meg a folyamatra vonatkozó egyenleteiket. Az egyenleteknek ipari használata egyelőre erősen kétségbe vonható, mivel csak erősen korlátozott feltételek mellett érvényesek.

Az irodalomban található kísérletekre vonatkozó megállapítások a következőkben foglalhatók össze:

A réz, mint elkerülhetetlen kísérő elem, az ércekből kerül a nyersvasba és így az acélba. Ma már az acélgyártás betétanyagai 0,2—0,3% Cu-ot tartalmaznak. Ez a rézmennyiség a legtöbb felhasználás területén nem zavar. Ezért figyelemre sem méltatják. Egyedül olyan helyeken kell számításba venni, ahol huzamosabb idő alatt bekövetkező kiválásos keményedésnek, vagy a kristályhatárok mentén képződött rézhártya miatt interkrisztallin korróziónak kellemetlen következményei léphetnek fel. 1926-ban *Kinnear* 0,5—5,0% Cu-tartalmú acélok edzése után megeresztéssel kísérletezett. 540 C° felett keménységnövekedést észlelt, amelyet a növekvő C-tartalom mindenkor csökkentett. Később *Lorig*, majd *Smith* és *Palmer* az előbbiekkel összhangban megállapították, hogy 0,1%, vagy ennél kisebb C-tartalom 1 C°/perc lehűlési sebességgel is okoz ugyan túltelítettséget, amely a rákövetkező megeresztéskor kiválással együtt járó keményedést okoz. A keményedés feltétele: Cu = 0,35% volt. Ugyancsak az ő megállapításuk volt az is, hogy a legintenzívebb a kiválás 0,6% Cu-tartalom felett, ez 1,5% Cu-tartalomig figyelhető meg. Ha ennél nagyobb a Cu-tartalom, akkor kiválás nincs, mert a koaguláció miatt a kiválás keményítő hatását egyéb fellépő jelenségek eltakarják. Ezért *Nehl* a ferritben való maximális Cu-oldóképesség határát 1,4%-ban adta meg.

Buchholtz és *Köster* 5% Cu-tartalmú próbákon egyrészt az edzési hőmérséklet hatását vizsgálták a keményedésre, másrészt különböző hőmérsékletű megeresztéskor az elektromos vezetőképesség és koercitív erő változását mérték. Az edzés hőmérsékletét 600—900 C° között 50 C°-onként változtatták. Az átalakulás hőmérséklete alatt — tehát 600—700 C°-ig — az edzés hőmérsékletein csekély mértékű keményedést tapasztaltak. 750 C°-os és ennél nagyobb hőmérsékletű edzések után már jelentős volt a keménység növekedése és a keménység csúcsai az előbbieknél kisebb megeresztési hőmérsékletek után jelentkeztek.

Ebből a tényből arra következtettek, hogy az ausztenitnek ferrit-perlitté átalakulását kísérő feszültségek növelik a Cu-telítettség határát. Természetesen ezenkívül az az egyszerű tény is fennáll, hogy az ausztenitnek jóval nagyobb a Cu oldóképessége, mint a ferritnek. Mivel kis széntartalmú acélokról van szó, az edzés miatt a gyors átalakulás a szövet túlnyomó többségét kitevő erősen túltelített ferritet ad.

Az elektromos tulajdonságokra vonatkozóan megállapították, hogy a megeresztéskor fellépő kiválások folyamata következtében az elektromos vezetőképesség mindig nő, a koercitív erő viszont csökken. Ezek a változások a megeresztés idejének első két-három órájában elérik a maximumot és a 15. óra után már gyakorlatilag nem változnak.

Igen jelentősek *Nehl* kísérletei az edzést követő megeresztések után következő keménységnövekedés jelenségek tisztázására. Kísérleteit 0,1% C- és 1,0% Cu-tartalmú próbákon végezte. Eredményeit összefoglaló diagram görbereregéből a következők állapíthatók meg:

1. 450 C° alatt még 150 órás megeresztés után sincs keményedés,

2. 450 C° felett jelentős a keménységnövekedés és az idő függvényében megrajzolt görbék maximumot adnak,

3. a keménységi maximumok és a hozzájuk tartozó megeresztés ideje a hőmérséklet növekedésével csökken.

Mivel diffúziós folyamattal van dolgunk, természetes, hogy minél nagyobb a megeresztés hőmérséklete, annál rövidebb idő alatt nő meg a keménység a hőmérsékletre jellemző maximális értékre. Arra vonatkozóan viszont nem ad magyarázatot, hogy az egyes hőmérsékletekre jellemző maximumok miért csökkennek a megeresztés hőmérsékletének növekedésével.

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozatok egyik dolgozata.

Kísérleteiből logikusan azt következtethetjük, hogy el nem hanyagolható jelentősége van — bár lágyacélról van szó — a megeresztéssel járó kilágyulásnak is. Ugyanis állandó lévén a Cu-tartalom és így a ferrit telítettsége, a kivált Cu mennyiségének egyensúlyi állapotban mindig azonosnak kellene lennie, csak a megeresztés feltételeitől függően az egyensúly eléréséhez szükséges paraméterek, a hőmérséklet és az idő változik és ezért a keménység maximumának is különbözőnek kellene lenni. A maximumoknak a hőmérséklet függvényében mutatkozó csökkenését tehát a megeresztést kísérő lágyulás, illetve a szegregációt követő rácsfeszültségek csökkenése magyarázza. Ez a kettős hatás mintegy lerontja a rézkiválásból származó keménységnövekedést. A maximumok után a keménységcsökkenést feltételezhetően a Cu koagulációja és újraoldódása okozza.

Célkitűzés

Ebben a dolgozatban foglalt kísérleti munka célja az volt, hogy az α vasból való rézkiválás folyamatának törvényszerűségeit megvilágítsa. A kísérlet első részének célja volt ezenkívül még az is, hogy a nagynyomású gőzvezetéki csövek réztartalmú acélanyagára vonatkozóan üzemben is használható adatokat nyerjünk a réz kiválásos keményedésével létrejött ridegedésről és esetleges törést is okozó keményedés természetéről.

A kísérleteink leírása

I. A kísérlet első részében azokat az eredményeket foglaltuk össze, amelyeket a réz-kiválás során mért mechanikai értékek alapján kaptunk.

Az első kísérletsorozathoz használt acélok a Cu Mo 38, 47-es szabványos acél összetételével voltak közel azonosak, csak a Cu és Mn tartalmat változtattuk. Ennek megfelelően egy 200 kg-os adagot készítettünk indukciós kemencében és négyfelé osztottuk.

Az egyes adagok összetétele az 1. táblázatban látható.

1. táblázat

Négyfelé osztott adag összetétele

	I.	II.	III.	IV.
C	0,12	0,12	0,12	0,12
Si	0,23	0,38	0,15	0,15
Mn	0,33	0,31	0,64	0,66
S	0,022	0,023	0,023	0,023
P	0,009	0,009	0,011	0,010
Mo	0,32	0,35	0,35	0,36
Cu	0,22	0,64	0,62	0,85

Az 50 kg-os tuskókat hántolás után (1200 C°-on) 22 mm Ø-jű rudakká kovácsoltuk. Kovácsolás után — azonos szövetszerkezet elérése céljából — mind a négy adagot 900 C°-on 5 órás izzítás után normalizáltuk. Normalizálás után a próbákat vízben edzettük azzal a céllal, hogy a réz teljes mennyisége oldatban maradjon és csak a megeresztéskor váljon ki.

A próbákat azután öregítő hőkezelésnek vetettük alá 350, 400, 450 és 500 C°-on való megeresztéssel 2, 4, 8 és 24 órás hőbentartással, majd a próbákon szakító- és ütőmunka vizsgálatokat végeztünk.

Mechanikai értékek az idő függvényében

A réz kiválás folyamatát, mint belső szerkezeti változást, normalizálás és edzés után megeresztésekkel hoztuk létre. Az egyes hőmérsékleteken a kísérleti idő alatt lejátszódó rézkiválás mértékét a szokványos mechanikai értékkel mértük. A kiválásos keményedésre ezek szerint a σ_F és σ_B növekedése, valamint a δ_{10}, ψ és α_K csökkenése mutat. Az idő függvényében mindenütt keményedésnek kellett volna mutatkoznia. Azonban figyelembe kell vennünk azt a tényt is, hogy a rézkiválás okozta keményedéssel egyidejűleg az edzés következtében keményebbé vált perlites alapanyag kilágyulása is bekövetkezik és így a két folyamat egymást fedi. Akkor is feltételezhető a rézkiválás, ha az idő függvényében nem mutatkozik szembetűnő keményedés, esetleg az egyes mechanikai jelzőszámok állandó értéket mutatnak. Az egyes adagok mechanikai értékei a következőket mutatták :

Az I. adag, — kevés Mo tartalmú lágyacél, normális Mn (0,33%) és Cu (0,22%) tartalommal — az edzést követő különböző hőmérsékletű megeresztések után átlagosan 48 kg/mm² folyáshatárt és 62 kg/mm² szakítószilárdságot mutat. Ezek az értékek az idő függvényében, a kilágyulás helyett, közel állandó értéken maradnak, ezért csak nagyon kismértékű rézkiválás tételezhető fel. Ez teljes összhangban van azzal, hogy az acél csekély réztartalma a ferrit rézoldóképessége körül van, tehát ez a rézmennyiség zömében oldatban maradt.

A II. adag — amely a szokásos Mn tartalom mellett 0,65% Cu-t tartalmaz és így az előbbi adaghoz képest háromszoros réztartalmú — kiválásos keményedését sokkal több adat bizonyítja. A szilárdság (σ_B, σ_F) 350 és 400 C°-on állandó, míg 450 és 500 C°-on a szilárdság és folyás-határ határozottan nő. Ugyanígy keményedést mutat a szívósság is (δ_{10} és ψ) ezek az idő függvényében csökkennek. A II. adagnak tehát — 0,65% Cu-tartalma miatt — a kiválásos keményedése kimutatható és mindegyik meghaladja a megeresztésből származó kilágyulást.

A III. adag az előbbivel azonos réztartalmú, csak a Mn mennyiségét növeltük — az előbbihez képest — a kétszeresére. Ennek a vizsgálatnak fő célja annak megállapítása volt, hogy vajon a Mn csökkenti-e és milyen mértékben a kiválásos keményedést.

Ha a két adagot összehasonlítjuk és a szilárdság változását az idő függvényében figyeljük, akkor megállapíthatjuk, hogy a Mn-tartalom növekedése miatt — függetlenül a megeresztés alatt lejátszódó kettős belső folyamattól — növekedett az acél szilárdsága és csökkent a nyúlása és kontrakciója. A III. adag szilárdságának növekedése is közel azonos mértékben és módon jelentkezik. A Mn-nak a kiválásos keményedést csökkentő hatása legfeljebb csak abban mutatkozik, hogy a nyúlás és kontrakció csökkenés kisebb mértékű.

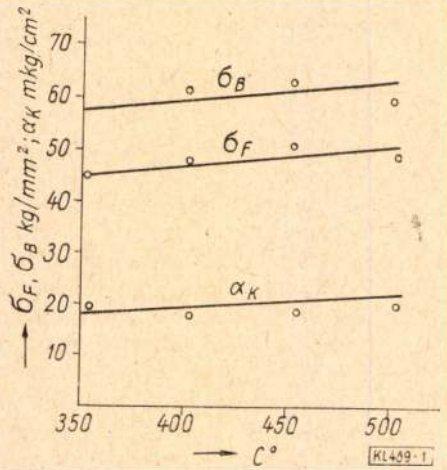
A IV. adagban, amely a növelt Mn-tartalom mellett a kísérlethez használt legnagyobb réz-

tartalmú (0,85%) adag, ugyancsak tapasztalható a rézkiválás. Ennek mértéke azonban nem nagyobb a III. adagnak kiválásos keményedésénél. Ez a körülmény is feltehetően arra mutat, hogy a Mn csak kismértékben csökkenti a Cu kiválásos keményedést.

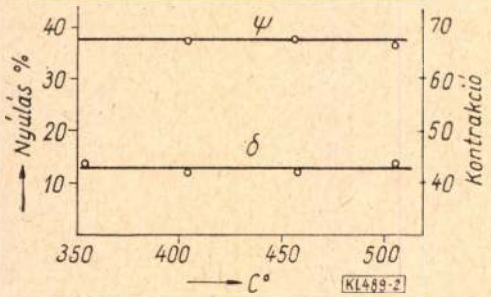
Mechanikai értékek a hőmérséklet függvényében

A megeresztési hőmérséklet — a réz kiválásos keményedésre gyakorolt — hatásának vizsgálatához a 24 órás hőkezelés után kapott szakító- és ütőmunka értékeket választottuk.

A hőmérséklet emelkedésével 0,31—0,33% Mn-nal jelentősebb keményedés csak a 0,65% réztartalmú II. adagban van. Erre mutat a σ_B és σ_F növekedése, míg a szívósság közel állandó értéken marad (1. és 2. ábra).



1. ábra. Szilárdsági értékek változása a hőmérséklet függvényében



2. ábra. Nyúlás és kontrakció változása a hőmérséklet függvényében

A hőmérséklet függvényében tehát kimutatható a réz kiválásos keményedése (24 órás hőbentartás után), ha a réztartalom meghaladja a 0,22%-ot.

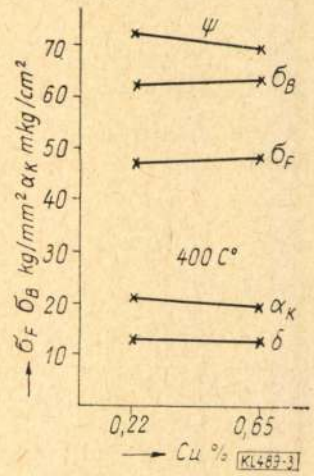
A α_k értékét vizsgálva (1. ábra) azt tapasztalhatjuk, hogy a Mn-tartalom növekedésével a kiválásos keményedés hatása nem mutatkozik.

Mechanikai értékek a koncentráció függvényében

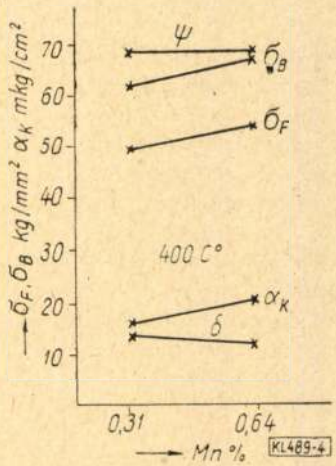
A kiválásos keményedés és a Mn hatásának vizsgálatához a 24 órai hőkezelés után kapott értékeket választottuk. A jelenségeket három esetre vizsgáltuk.

a) állandó Mn-tartalom (0,31—0,33%) mellett a Cu koncentráció változása (0,22—0,65%) (3. ábra).

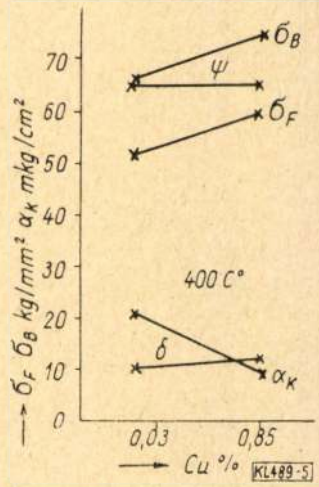
b) állandó és nagyobb Cu-tartalom (0,64—0,65%) mellett a Mn koncentráció változása (0,31—0,64%) (4. ábra).



3. ábra. Szilárdsági értékek változása a réztartalom függvényében



4. ábra. Szilárdsági értékek változása a mangántartalom függvényében



5. ábra. Szilárdsági értékek változása a réztartalom függvényében

c) állandó és nagyobb Mn-tartalom (0,64—0,65%) (5. ábra).

A 400 C°-os hőkezelés után kapott ábrákon mutatjuk be az összefüggéseket.

A Cu-tartalomnak 0,22%-ról—0,65%-ra való növekedésével (3. ábra) 24 órás hőkezelés után 400 C° felett kimutatható a kiválásos keményedés. Ha a Cu-tartalom tovább nő, 0,63%-ról—0,85%-ra (4. ábra) egyértelmű keményedés állapítható meg. Ha a Cu-tartalom állandó és a Mn-tartalmat változtatjuk 0,31%-ról—0,64%-ra (5. ábra), akkor a Mn 24 órás hőkezelés után — a réz kiválása miatt — nem befolyásolja a σ_F és σ_B-nek a növekedését és a vele együttjáró koncentráció-csökkenésen sem változtat. Viszont a Mn-tartalomnak kétszeresre való növelése az ütőmunka értékét növeli. Az a körülmény, hogy a szilárdság növekedésével a szívósság is fokozódik, arra vall, hogy a Mn az ütőmunka értékét 350 C° felett végrehajtott hőkezeléskor jobban növeli, mint amilyen csökkentő hatást a rézkiválás okoz.

II. A mesterséges öregítési kísérletekkel kapott eredmények csak tájékoztató jellegűek, a kiválásos folyamat törvényszerűségeinek meghatározására nem alkalmasak. Az üzem számára azonban hasznosak, mivel a próbákkal az üzemi körülményeket hoztuk létre és a méréseket is az üzemben szokásos szilárdsági vizsgálatokkal végeztük. A réz kiválásos keményedését eddig ugyanúgy, mint az irodalomban a mechanikai értékek változása alapján vizsgáltuk. Talán éppen a vizsgálat módja az oka annak, hogy nem találták még meg eddig a folyamat törvényszerűségeit. A mi vizsgálataink is azt mutatták — mind azt az előzőkből is látjuk, — hogy több tényező együttes jelenléte miatt (rézkiválás okozta keményedés, hőkezelés okozta szövetszerkezet-változás, Mn ötvözés) az ismert szilárdsági módszerekkel a rézkiválás okozta keményedést egyértelműen bizonyítani nem lehet. Ezért kíséreltük meg mágneses mérésekkel olyan módszerekhez folyamodni, melyek jobban lehetővé teszik az egyidőben meglevő tényezők közül egyiknek, a rézkiválásnak hatását külön vizsgálni.

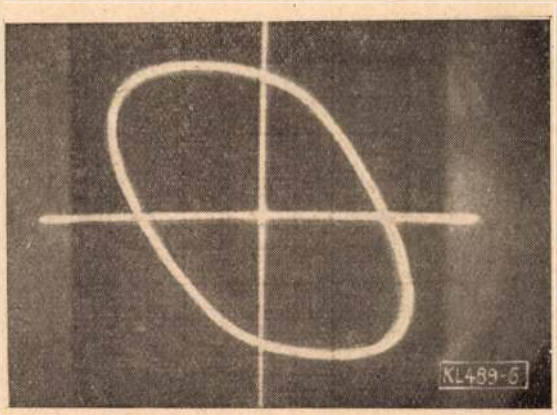
A kísérletek második részében a Cu-kiválás törvényszerűségeinek megállapítása céljából mágneses méréseket végeztünk.

A mágneses méréseknek lehetőségét biztosította az, hogy az ötvözet mágneses tulajdonságai a legparányibb belső hatásokra is érzékenyen reagálnak, ha a szövet heterogénné válik. A szegregáció során kivált fázis mennyiségével az ötvözet wattveszteségi területe is nő, vagyis mágnesesen keményedik.

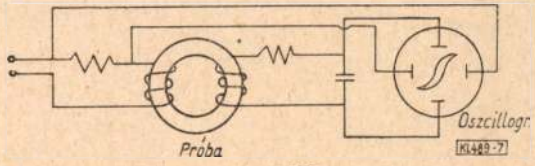
A mérésekhez ferrográfot használtunk, amely gyűrűpróbával közvetlenül lerajzolja az ötvözet wattveszteségének területét (6. ábra).

Azért nem kaptunk szabályos hiszterézisgörbét, mert a gyűrű tömör és így az örvényáramok miatt a hiszterézisgörbe eltorzul. A ferrográf kapcsolási rajzát a 7. ábra mutatja.

A mérésekhez állandó 25 oersted gerjesztést használtunk, mely a vízszintes tengelyen (6. ábra) 20 mm-t jelentett. Ezenkívül számítottuk a függőleges tengelyen jelentkező maximális telítettségi értéket (*B*max.) és a wattveszteség-területek nagyságát mm²-ben mértük. A torzult hiszterézisgörbéket a ferrograf milliméteres beosztású ernyőjén kaptuk meg úgy, hogy azok állandóan 40×40 mm²-es négyzetet érintőlegesen töltöttek ki. Az 1600 mm²-es négyzet területének megfelelő wattveszteségi értéket a kísérleti adatokból (H = 25 Oe ; és *B*max.) számítottuk, amelyből a kísérleti görbe által bezárt terület wattvesztességét, illetve a próba strukturális állapotának megfelelő mágneses teljesítményt kaptuk meg. Ezeket a mágneses értékeket határoztuk meg a különbözőképpen hőkezelt próbákon.



6. ábra. A ferrográf által lerajzolt wattveszteségi terület



7. ábra. A ferrográf kapcsolási rajza

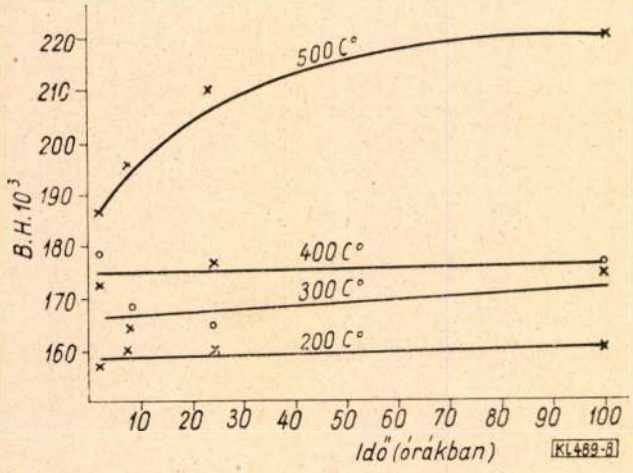
A próbák acélanyaga négyféle acélanyagból készült (2. táblázat).

2. táblázat

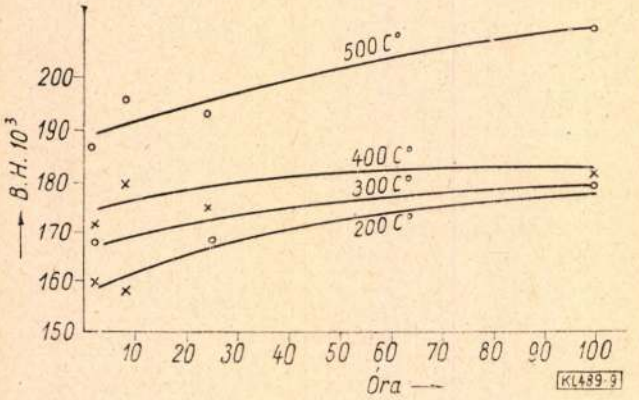
A próbák négy acéladagjának elemzése

	I.	II.	III.	IV.
C	0,10	0,09	0,10	0,10
Si	0,17	0,17	0,15	0,11
Mn	0,44	0,42	0,40	0,38
S	0,003	0,003	0,008	0,002
P	0,008	0,008	0,008	0,009
Cu	0,06	0,25	0,52	0,92

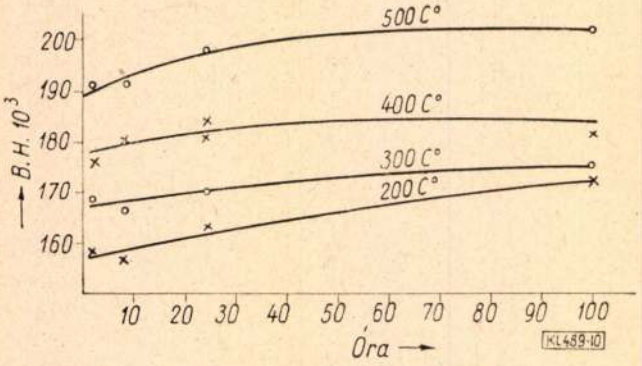
A próbákat kovácsolás után 900 C°-on 5 óráig azonos szövetszerkezet elérése céljából normalizáltuk. A kísérleti hőkezelés edzésből és különböző hőmérsékletű és idejű megeresztésből állt. 750 C°-ról vízben edzettünk, a megeresztések hőmérsékletei : 200, 300, 400, 500 C°, minden hőmérsékleten 2, 8, 24 és 100 órás hőmérsékleten való tartással. A kísérleti hőkezelés után kapott mágneses értékeket ($B \cdot H$ szorzat) ábrákban mutatjuk be.



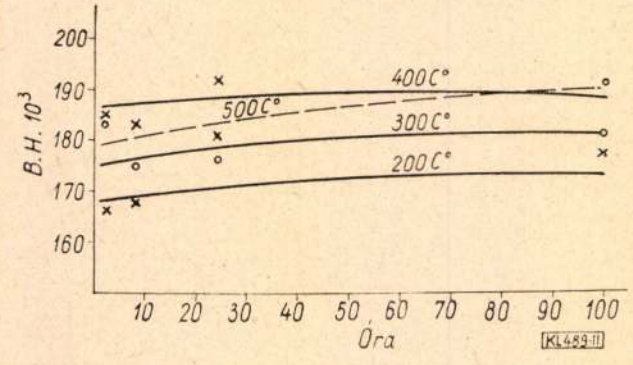
8. ábra. B·H változása az idő függvényében (I. adag)



9. ábra. B·H változása az idő függvényében (II. adag)



10. ábra. B·H változása az idő függvényében (III. adag)



11. ábra. B·H változása az idő függvényében (IV. adag)

A rézkiválás folyamatának tanulmányozására a különböző hőkezelések után mért mágneses értékeket és azok változásait vizsgáltuk az idő, a hőmérséklet és a koncentráció függvényében. Összehasonlítási alapul mindenkor az edzettpróbák mágneses értékei szolgáltak. Edzés után a ferritben kényszer-oldásban tartott Cu a 3. táblázatban foglalt mágneses értékeket adta.

3. táblázat

A ferritben kényszer-oldásban tartott Cu-os acélmágneses értékei

Adag	I.	II.	III.	IV.
$B \cdot H =$	$BH = 112 \cdot 10^3$	$123 \cdot 10^3$	$148 \cdot 10^3$	$74 \cdot 10^3$

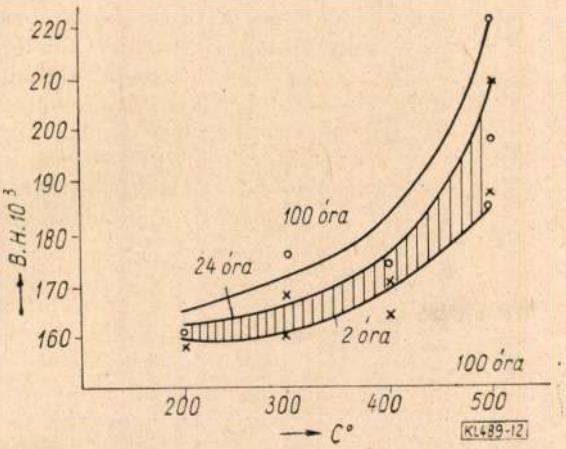
A réz kiválása túltelített szilárd oldatból (α Fe-ból) szegregációs folyamat eredménye, amely a szövet inhomogénitásának növekedését okozza. A mért mágneses értékek a szövet homogénitásának változását igen érzékenyen követik : a heterogénitás növekedésével (amelyet még mikroszkópon sem lehet észlelni) nő a $B \cdot H$ szorzat. A szegregáció másik kísérő jelensége a túltelített szilárd oldat feszültségcsökkenése, amelyet a $B \cdot H$ szorzat csökkenése mutat. Ezek szerint ugyanazon folyamat alatt a szövet fokozatos heterogénné válása a mágneses értéket növeli, a feszültségek csökkenése viszont csökkenti. A következőkben összefoglaljuk a kísérleti megfigyeléseket.

Idő függvény

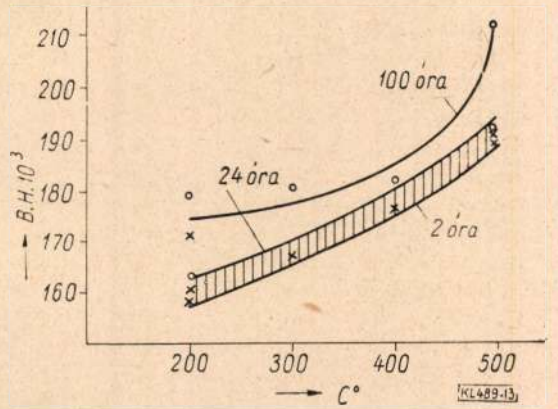
A 8., 9., 10. és 11. ábrák a $B \cdot H$ értékek változását mutatják az idő függvényében, különböző hőmérsékleten. Látható, hogy az időben fokozódó rézkiválás a mágneses értékek növekedését okozza, egyértelműen azzal, hogy hosszabb idő alatt több Cu válik ki és így a szövet heterogénitása nő. A rézkiválás jellege kisebb hőmérsékleteken közel lineáris, nagyobb hőmérsékleteken lapos parabola. Az is nyilvánvaló, hogy nagyobb hőmérsékleteken nagyobb mágneses értékeken fut a görbe. Egyedül a IV. adag tér el ettől, ennek az 500 C°-os görbéje a 400 C°-os alá esik vissza. Ugyancsak a megállapításoktól való eltérésnek számít az is, hogy az I. adag az 500 C°-os görbéje jóval felette halad a többinek

Az előbbinek az a magyarázata, hogy a kiinduló nagy réztartalom miatt (0,95%) a kivált réz koagulál, kisebb helyre koncentrálódik és így bár nagyobb mérvű a rézkiválás, a szövet inhomogenitása mégis csökken. Ez csak a IV. adaggal mutatkozott, amelynek a túltelítettségéből származó feszültségei a legnagyobbak voltak. A feszülségnek 500 C°-on bekövetkező csökkenése nagyobb mértékben csökkentette a $B \cdot H$ értékét, mint amennyire a kiválás növelte és így az eredő értékek csökkenést mutatnak.

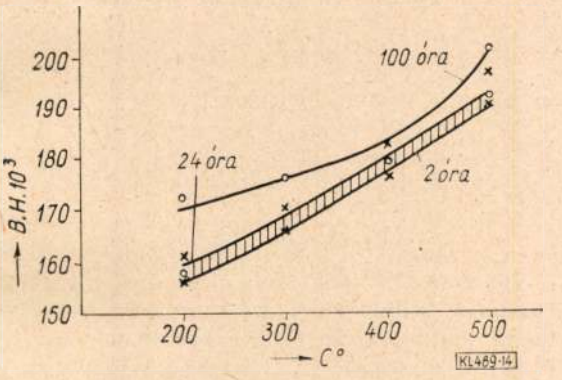
Az I. adag 500 C°-os görbéjének kiugrása nem magyarázható a réz kiválásával, mivel ebben réz gyakorlatilag nincsen, illetve oldatban van, tehát kiválásra nem képes. Az viszont feltételezhető,



12. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében (I. adag)



13. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében (II. adag)



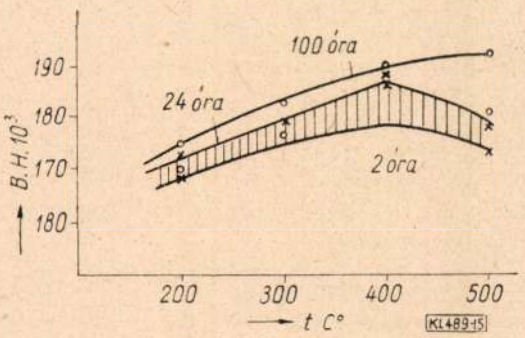
14. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében (III. adag)

hogy az egyensúlyban levő szilárd oldatban, amelynek feszültségmentes rácsszerkezete van, a megeresztés alatt nem volt feszültségcsökkenés, amely lerontotta volna az egyéb ötvözők, nevezetesen a N, C, O kiválásából származó $B \cdot H$ értékek növekedését.

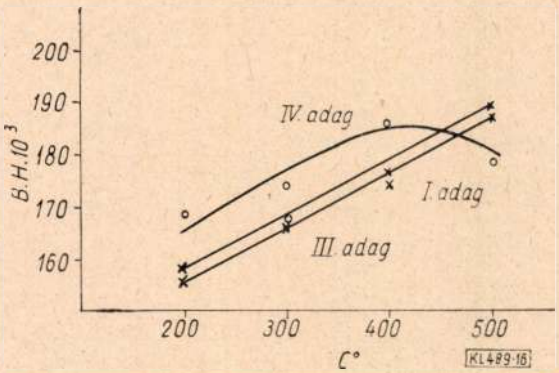
Hőmérséklet függvény

Lényegében a fenti következtetések vonhatók le a 12., 13., 14. és 15. ábrákból is.

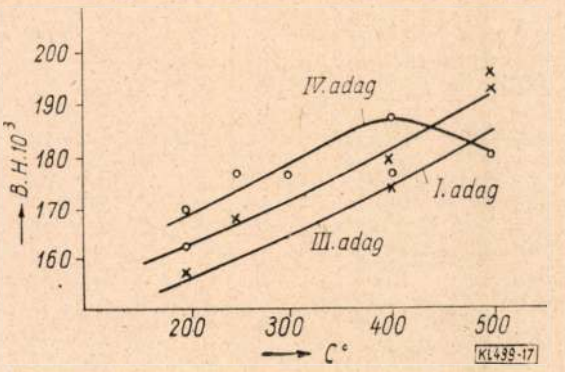
Nagyobb hőmérsékleten és hosszabb idő után több a kivált réz mennyisége, kivétel a IV. adag,



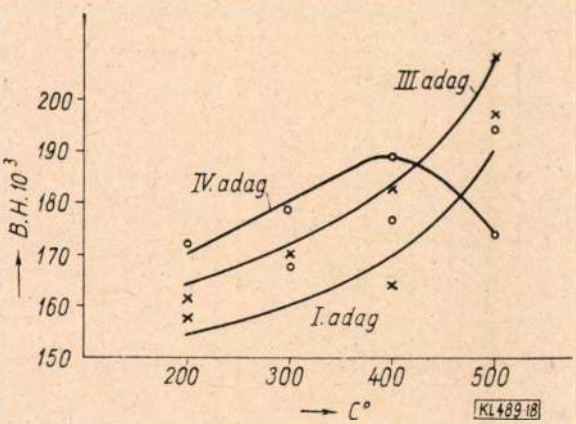
15. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében (IV. adag)



16. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében 2 órás hőkezelés után



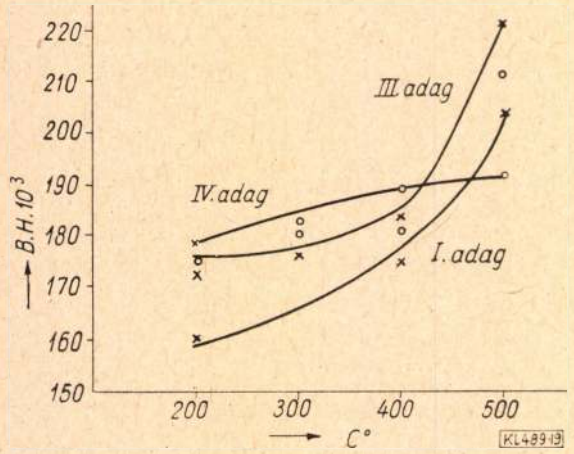
17. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében 8 órás kezelés után



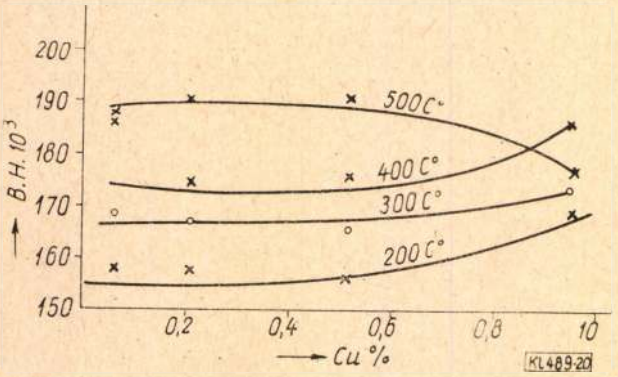
18. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében 24 órás hőkezelés után

amelyben az előbbiekben már említett koaguláció miatt a heterogénitás foka csökken. Ezt a visszaesést 400 C°-on még 2 órás hőkezelés után is jól lehet észlelni. 100 óra után viszont nincs visszaesés, csak kisebb mértékű emelkedés. Ez arra mutat, hogy a legnagyobb réztartalomból 500 C°-on 100 óra után olyan sok a kivált réz mennyisége, hogy a helyileg koncentrált koagulált réz is növeli az inhomogénitást.

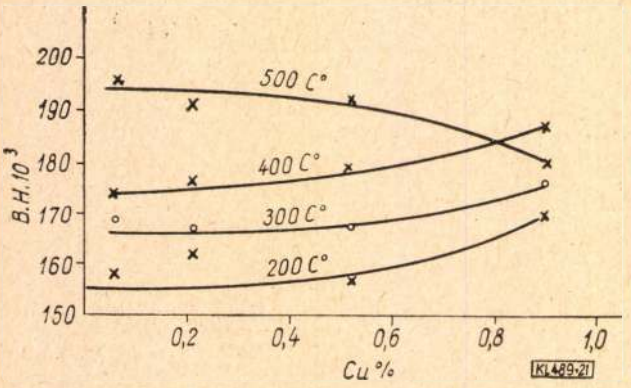
A 16., 17., 18. és 19. ábrákban az egyes adagokat hasonlítottuk össze egymással, különböző ideig tartó hőkezelések után. Ezekből is látható az



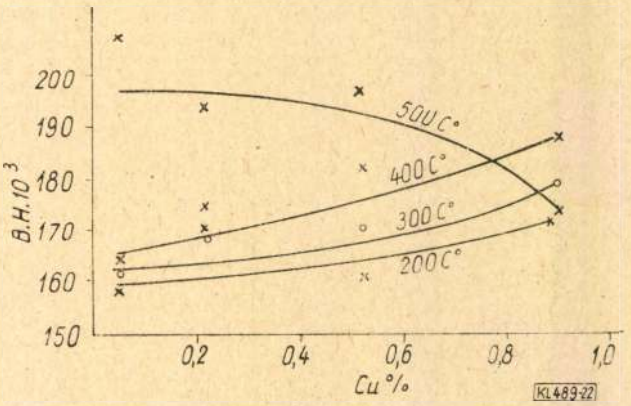
19. ábra. B·H változása a hőmérséklet függvényében 100 órás hőkezelés után



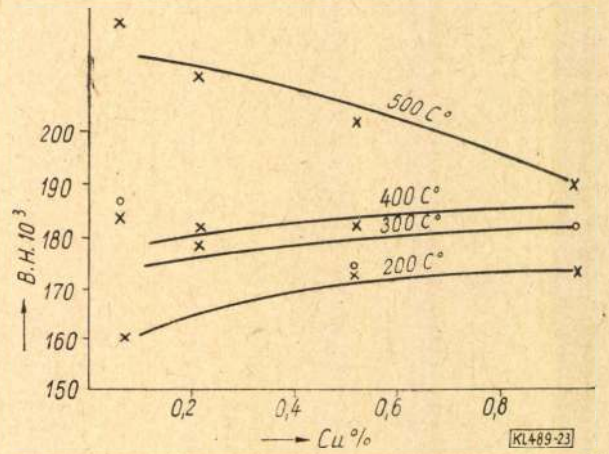
20. ábra. B·H változása a réztartalom függvényében 2 órás hőkezelés után



21. ábra. B·H változása a réztartalom függvényében 8 órás hőkezelés után



22. ábra. B·H változása a réztartalom függvényében 24 órás hőkezelés után



23. ábra. B·H változása a réztartalom függvényében 100 órás hőkezelés után

első három adagban lefolyó szegregáció azonos jellege és a IV. adag eltérő viselkedése.

Megállapítható, hogy 0,5% réztartalomig a rézkiválás zavartalanul folyik, a vizsgált hőmérsékleten 100 óráig, 0,9% réztartalomból pedig a rézkiválás koagulációval kombinálva jelentkezik.

Koncentráció függvény

Ha megrajzoljuk az alábbi kísérleti pontok alapján a rézkiválás koncentráció függvényét kapjuk a 20., 21., 22. és 23. ábrákat.

400 C°-ig növekvő réztartalmak felé növekvő $B \cdot H$ értékeket kaptunk. 500 C°-on azonban a szövet homogenizálására következtethetünk a görbék eséséből, amely még — különösen hosszabb ideig tartó hőkezelések után — a kisebb réztartalmú acélokban is végbemegy.

A kísérleti adatok feldolgozása

Az eddigi megállapításokból az következik, hogy a hőmérséklet és az idő függvényében állandóan nő a kivált réz mennyisége. Kivételt képeznek az I. és IV. adagok. Az I. adagon mért mágneses értékekből a rézkiválás törvényszerűségeire nem következtethetünk, mert gyakorlatilag rézmentesnek tekintettük. A IV. adagban pedig a nagy réztartalom miatt a rézkiválással együttjáró

koaguláció olyan mértékben befolyásolta a vizsgált folyamatot, hogy a rézkiválás törvényszerűségének megállapításához egyelőre nem vettük figyelembe.

Felmerült az a gondolat, hogy a II. és III. adagra összefüggést keressünk a rézkiválás mértéke és a két főparaméter az idő és hőmérséklet között. Abból indultunk ki, hogy a rézkiválás mértékére jellemző mágneses érték a $B \cdot H$ szorzat, amelyet M-el jelölünk, valamilyen F függvénye a hőmérsékletnek, az időnek és a koncentrációnak.

$$M = F\,(t \cdot i \cdot c)$$

A következő feltételekkel egyszerüsítjük a felírt M függvényt:

1. A c független változót állandónak tételezzük fel, az I. és IV. adag ($c = 0{,}06\%$ és $c = 0{,}95\%$) elhagyásával és a II. és III. adag összevonásával. Ezen utóbbiakban csak a kiinduló réztartalom változik ($c = 0{,}25\%$ és $c = 0{,}52\%$), de ugyanaz a folyamat játszódik le egyéb folyamatok zavaró hatása nélkül.

2. Bevezetünk egy új tényezőt, a kiválási vagy szegregációs tényezőt, K, amely az időnek és a hőmérsékletnek valamilyen — a későbbiekben meghatározott függvénye. Tehát a kísérleti pontok alapján megkeressük az összefüggést a hőmérséklet és idő között, vagyis összevonjuk a két független változót egy paraméterben és így az eredeti M függvényt leegyszerűsítjük egy-egy változós függvénnyé.

A hőmérséklet és idő közötti összefüggést az ugyanazon mágneses értékekben M tartozó t és i értékek alapján határoztuk meg a II. és III. adagra. Ezt az összefüggést a 24. ábra mutatja. Látható, hogy az ugyanazon M-hez tartozó kísérleti pontok az első 30 órában 1—1 jellemző egyenes mellett csoportosulnak. A pontoknak bizonyos szóródása fennáll de az összefüggés jellegzetességét jól mutatják. A 100 órás pontok ebből az egyszerű és így a törvényszerűséget csak közelítően meghatározó összefüggésből kiesnek és ezért el is hagytuk őket.

A lineáris összefüggésből az látható, hogy a szegregációnak ugyanaz a mértéke érhető el kisebb hőmérsékleten hosszabb idő után, mint nagyobb hőmérsékleten rövidebb idő alatt. Vagy ugyanazon idő alatt mindig nagyobb hőmérsékletre van szükség a nagyobb mértékű rézkiváláshoz. Az egyenesek párhuzamosságából pedig az következik, hogy a szegregációs folyamatban az idő és hőmérséklet azonos jellegű összefüggést mutat, amelyet matematikailag azzal érzékeltethetünk, hogy a hőmérséklet és idő összefüggését magában foglaló paraméter P lesz az egyenesek egyenletében a hajlásszög tangense.

Az egyenesek egyenletének általános alakja a következő:

$$i = P\,t + K$$

A P minden vizsgált M-ra nézve állandó és a folyamatban az összetartozó hőmérséklet és idő összefüggésének állandó jellegét mutatja.

Az M értékek kizárólag csak a K-tól, a szegregációs tényezőtől függenek, amely az idő tengelyből levágott darabokat jelenti.

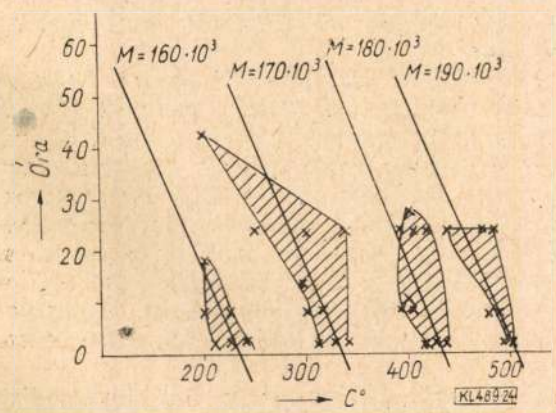
A K szegregációs tényezőnek fizikai tartalmat adva megállapíthatjuk, hogy 0 C°-hoz, illetőleg gyakorlatilag a szobahőmérséklethez tartó időt jelenti. Tehát ahhoz, hogy a tárgyalt folyamat M-nek megfelelő mértékben lejátszódjék, szobahőmérsékleten K órányi időre van szükség.

A négy egyenlet a következő:

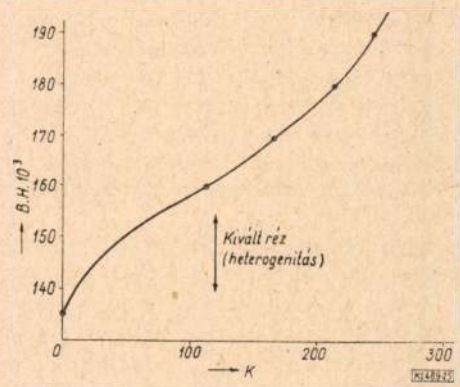
$M = 160 \cdot 10^3$ ..... $i = 0{,}49\ t + 113$
$M = 170 \cdot 10^3$ ..... $i = 0{,}49\ t + 165$
$M = 180 \cdot 10^3$ ..... $i = 0{,}49\ t + 214$
$M = 190 \cdot 10^3$ ..... $i = 0{,}49\ t + 246$

A rézkiválás folyamatát egyetlen görbével ábrázolhatjuk, ha a K függvényében adjuk meg a mágneses értékeket (25. ábra).

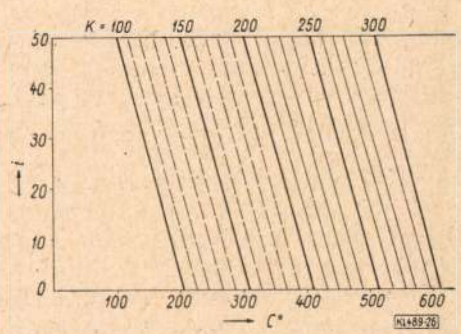
A folyamatot leíró görbét kiegészítettük még az edzett állapotot képviselő ponttal.



24. ábra. Az idő és hőmérséklet összefüggése különböző mértékű rézkiválás után



25. ábra. $B \cdot H$ változása a K függvényében



26. ábra. Az idő és hőmérséklet összefüggése rézkiváláskor

A II. adag edzés után $M = 123 \cdot 10^3$-t, a III. pedig $148 \cdot 10^3$ értéket adott. A kettő átlaga: $135 \cdot 10^3$. Ezt tekinthetjük 0 pontnak, amely a kiválási folyamat alapértéke, minden mágneses mérőszámot ehhez viszonyítunk. Mivel ennél a pontnál kiválás még nincsen, a $K = 0$-hoz tartozik. A görbe alakja a folyamat diffúziós jellegét mutatja.

A 26. ábra arra szolgál, hogy az egyes K, illetve M értékhez tartozó hőmérséklet és idő értékeket vissza tudjuk keresni.

Összefoglalás

A dolgozat a réz kiválási folyamatával foglalkozik. A különböző hőmérsékleteken különböző idők alatt lejátszódó folyamat eredményeképpen kapott szilárdsági értékeken kívül közli a kiválás mértéke és a kiválási tényező közötti összefüggést. Meghatározza a kiválási tényező, azonkívül az idő és hőmérséklet-összefüggést magában foglaló paraméter függvényeit. Ezek ismeretében elvileg tisztázza a rézkiválás folymatának jellemzőit és iparilag használható adatokat ad a különböző feltételek mellett lejátszódó folyamat után kapott szilárdsági értékekre.

IRODALOM

1. *Dr. Cornelius, H.:* Kupfer im technischen Eisen.
2. *Dr. Verő J.:* Általános Metallográfia I—II.
3. *Gudcov, H. T.:* Metallovegyenyije i termicseszkaja obrabotka sztali i csuguna.
4. *Krainer, H.—Ebner—Krainer, E—Storek:* Untersuchungen über den Anlassvorgang niedrigleigerter Werkzeugstahle mit etwa 1% C, (Radex Rundschau Heft 5/6. 1957.)
5. *Kontorovics, U. E.:* Termicseszkaja obrabotka sztali i csuguna.

TETTAMANTI JENŐ

1883—1959

aranydiplomás gépészmérnök, ny. egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora

1883. aug. 14-én született Budapesten. Középiskoláit a Horánszky-utcai főreálban végezte s érettségi után gépészmérnök hallgatónak iratkozott be a Műegyetemen, hol 1905-ben nyert oklevelet.

Tanulmányait szűkös anyagi viszonyok közt, csaknem saját erejéből végezte, mivel atyja, Tettamanti Károly szerény keresetű művezető volt, ki alig tudta biztosítani fia taníttatását. Így Tettamanti elemista korától kezdve az oklevél megszerzéséig házitanítóskodott, majd mint egyetemi hallgató a nyári vakációkban a Ganz Vagongyár műhelyében dolgozott s így szerzett pénzéből fedezte a tanulás költségeit, sőt segítette olykor szüleit is.

Az oklevél megszerzése után mint vártüzér Budapesten és Krakkóban leszolgálta önkéntesi évét s 1907-ben a Ganz Vagongyár szolgálatába lépett. Mint kezdő mérnök a gyár gázmotor szerkesztési osztályán dolgozott, melynek rövidesen vezető főmérnöke lett. Ebben a beosztásban végezte a gyár villamosközpontjának gázturbinákkal való átépítését s az összes üzemek és műhelyek egyenáramról háromfázisú forgóáramra való átszerelését. 1910-ben a gyár villamos központjának addigi kézitüzelésű kazánjait láncrostélyokkal szerelte fel s vezette be elsőnek az országban a salgótarjáni szenet az önműködő rostélytüzeléshez.

Üzemi elfoglaltsága mellett azonnal bekapcsolódott a Közlekedésügyi Minisztérium ipari osztálya által 1906 őszén életrehívott munkástovábbképzés megszervezésébe. Ez elsőízben a Budapesti Ipariskolában vette kezdetét 1909-től 1913-ig, azonban már a Fővárosi Iparirajziskola hároméves munkástovábbképző tanfolyamát is vezette s ezirányú tevékenységét később, mint egyetemi tanár Sopronban is folytatta. Itt 1920-ban megszervezte az iskolán kívüli munkástanfolyamokat. Pesten egyébként állandó műszaki rovatvezetője volt a Molnárok Lapjának, melyben 1907-től 1913-ig a dolgozók számára mintegy 150 kisebb-nagyobb ismertető és tanácsadó műszaki cikket írt.

Minden szakmai és pedagógusi adottsága meg volt tehát, hogy amikor Farbaki Gyula (1870—1911) tragikus halála következtében az ottani II. számú bányagéptani tanszék vezető nélkül maradt, a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola őt hívta meg a tanszékre. Tettamanti 1913. szeptemberében kezdte meg a Főiskolán előadásait s folytatta 39 évig, 1952. jún. 1-én Budapestre történt áthelyezéséig.

1913-ban megkezdett selmeci előadásait az első világháború miatt meg kellett szakítania, s 1914. aug. 1-től 1918. szept. 30-ig mint tüzérfőhadnagy nagyrészt az olasz harctéren teljesített szolgálatot.

1919-ben az időközben Sopronba helyezett Főiskolán folytatta előadásait, melynek 1924-től 1926-ig rektora, 1930-tól 1952-ig pedig a Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karok központi nagykönyvtárának igazgatója volt. Mint ilyen szerkesztette 1930-tól 1950-ig a többnyelvű „Közlemények"-et, melyeknek útján Európa csaknem összes tudományos műszaki intézetével és 1940-ben már a Szovjetunióval is kapcsolatot teremtett s hírnevet szerzett az egykori soproni Alma Máternek.

Tettamanti gépészmérnök volt ugyan, élete teljes munkásságát azonban hazai bányászatunk szolgálatába állította s e téren széleskörű és meg-

becsülhetetlen értékű, tudományos munkásságot fejtett ki.

Így 1920—21-ben, mint kormányszakértő dolgozott Bécsben az első világháború beruházásainak felszámolását végző bizottságban. 1920-tól 1926-ig Sopron műszaki szakértője volt, mint ilyen vezette a város villamos erőművének korszerűsítését és átépítését. 1923-ban a Pénzügyminisztérium megbízásából a komlói kincstári bányászat villamos központját szervezte. 1925—1931. években Finkey József főiskolai tanárral a Recski Ércbánya flotálóművének telepítését és berendezését irányította. 1926—28-as években Budapesten újonnan felállított állami pénzverő gépiberendezéseinek átvételét és felülvizsgálatát végezte. 1933-ban a hazai bányászat műszaki statisztikájának feldolgozására tett javaslatot, mit az Országos Statisztikai Tanács teljes egészében elfogadott s azóta az idevonatkozó adatokat az általa lefektetett módon vezetjük. Ezzel egyidőben elsőnek dolgozta fel hazai bányászatunk energiagazdálkodásának egész területét. Az 1940-es években Tatabánya és Petőfibánya gépészeti berendezéseit korszerűsítette, 1950-ben a pécsi Széchenyi, — 1952-ben a zobáki aknák szállítóberendezéseivel kapcsolatban szakértősködött.

1952. július 1-ével 40 éves tanári működése után, egyetemi tanári címének és jellegének meghagyása mellett Sopronból a budapesti Bányatervező Intézethez helyezték át, különleges munkakörrel. Az itt töltött hét év alatt tervezte meg bányászatunk öt legnagyobb kompresszor telepét, Komlón, Tatabányán, Pécs—Szabolcson. Ez utóbbi országunk legnagyobb dugattyús kompresszor központja, mely elsőként van szinkron motorokkal meghajtva. 1955-ben hivatalos kiküldetésben a lengyelországi mélyaknák vízmentesítését tanulmányozta, ugyanaz évben a bányászat kiváló dolgozója lett s aranyoklevelet nyert a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1957. nov. 1-én 51 évi megszakítás nélküli munka után nyugalomba vonult, mely alkalomból a Munka Érdeméremmel tüntette ki kormányzatunk.

E sokrétű tevékenysége mellett Tattamanti fiatal kora óta, de különösen mint egyetemi tanár, széleskörű tudományos kutató munkát fejtett ki, különösen a bányaszállítógépek, a bányavízmentesítő telepek és bányák energiagazdálkodása területén. Tanulmányait hazai és külföldi szaklapokban publikálta s „Nagynyomású centrifugális szivattyúk és bányavízmentesítő telepek" című két kiadást ért szakkönyve alapvető és egyedülálló szakirodalmunkban.

Minden műszaki és tudományos munkája mellett mégis mint pedagógus tett legnagyobb szolgálatot bányászatunknak.

Magas szinten tartott előadásai s a vizsgákon támasztott követelményei a szakmájáért rajongó mérnök és tanár alaposságát tükrözték, ki minden időben mélyen átérezte hivatása felelősségét, azt, hogy a lehetőségig jeles felkészültségű, öntudatos mérnököket adjon az üzemeknek.

Ez vezette 40 éves tanárkodása teljes ideje alatt s ezzel szerzett tiszteletet, szeretetet és megbecsülést tanítványainak hosszú sorában, ahogy az aug. 21-én bekövetkezett halálával kapcsolatban Dorogon történt temetésén is megnyilatkozott, amikor nagy veszteségünket mélyen átérezve, őszinte tisztelettel álltuk körül sírját s mondtunk utolsó „Jó szerencsét!" a példás professzornak és nemes barátnak : Tettamanti Jenőnek.

Faller Jenő

Ajkai alumíniumkohászati Ankét

Az OMBKE és az Ajkai Timföldgyár- és Alumíniumkohó közös rendezésében 1959. június 19, 20 és 21-én Ajkán megtartott „Alumíniumkohászatunk 10 éves fejlődésének gazdasági értékelése és a műszaki továbbfejlesztés további lehetőségei" tárgyú ankéton 13 előadás és 16 hozzászólás keretében a magyar alumíniumipar összes jelentős kérdéséről — különös tekintettel a gazdaságos alumíniumkohászatra — kiértékelés és irányjelző javaslat hangzott el. Az *előadásokat és hozzászólásokat a Nehézipari Minisztérium, a Fémipari Kutató Intézet, az Alumíniumkohók illetékes szakemberei tartották.*

Az ankétot *Kocsis József* NIM Színesfémipari Főosztály vezetője nyitotta meg. A következőkben az elmúlt 10 év eredményeit elméleti vonatkozásban tárgyaló előadást hallottunk *Becker Ervintől.* Ezt követően az utolsó 10 év fejlődésének gazdasági értékelését és a fejlődés távlati lehetőségeit tartalmazó előadást tartott *Timár Vilmos,* a NIM Színesfémipari Főosztály vezetőjének helyettese. A továbbiakban előadásokat hallottunk a villamosenergia ,a timföld, a kohászati segédanyagok alumínium-önköltséget befolyásoló szerepéről, valamint a felsoroltak jövőben várható lehetőségeiről.

Az ankéton különös érdeklődést keltettek a hazai kohók 10 éves eredményeinek beszámolóit jelentő előadások, melyeket *Pálovits Pál, Sejteri Vjekoszláv* és *Molnár Imre* tartottak. A beszámoló keretén belül minden üzem képviselője ismertette műszaki kollektívájuk véleményét, üzemük továbbfejlesztési kérdéseiről. Az ankét keretén belül sok szó esett az alumíniumkohászat gépesítéséről és automatizálásáról, valamint ezek továbbfejlesztési lehetőségeiről és terveiről. Az alumíniumkohászati szakemberek körében meglepetésként hatott *dr. Sattler Tamás* közgazdaságtudományi kandidátus előadása a gazdaságos alumíniumkohászati segédanyagok importról, melynek keretén belül rendkívül érdekes és megfontolandó javaslatok hangzottak el az importanyag biztosításának lehetőségeiről.

Az ankéton több, mint 100 érdekelt szakember vett részt. Az előadások utáni szünetek szabad vitája is sok szempontott vetett fel, főleg a gazdaságos alumíniumkohászatot érintő kérdések megoldására. Az ankét *dr. Marschek Zoltán* Timföldgyár- és Alumíniumkohó igazgatójának zárszavával ért véget.

Nagy Péter

Indukciós hevítés létjogosultsága süllyesztékes kovácsiparunkban

TERÉNY ALADÁR

DK: 621.365.5 : 621.73.034

Возможность применения индукционного нагрева при ковке в штампах

Die Berechtigkeit der Induktionsglühung in der heimischen Gesenkschmiede-Industrie

Reason for the existence of induction-heating in the home drop-forging industry

Gépgyártásunk fejlesztése — főként a gépjármű és a dieselesítés — fokozott igényeket támaszt a kovácsolt alkatrészek tiszta felületű, jó minőségű, gazdaságos és anyagtakarékos gyártásával szemben. A fokozódó sorozatok darabszámának növekedése a korszerűbb kovácsoló eljárások bevezetését és ezzel párhuzamosan a revementes, illetve reveszegény hevítés megoldását követeli.

A korszerű, többüregű kovácsolás tisztább felületű, jó minőségű kovácsdarabokat biztosít, mert a hevítéskor keletkező primér reve a nyitott előüregekben lepereg, s a kész üregbe gyakorlatilag revementes darab kerül. Az egy meleget igénylő kovácsolási mód egyik — hazai gépparkkal is könnyen megvalósítható — módja a Gép 1957. évi okt. számában már ismertetett szinkron kovácsolás.

A legújabb és hazai vonalon is bevezetés előtt álló kovácsolási mód a mechanikus gyorskovácsoló sajtók (Maxima-prések) segélyével fog megvalósulni. Míg a kalapács-kovácsoláskor, a gyors ütésekkel az előüregekben a primér reve hatásosan eltávolítható, addig a mechanikus sajtókkal kevés az olyan technikai fogás, mely a revét a darabról eltávolítja. Ez a körülmény revementes hevítés nélkül kétségessé tenné az egyébként leggazdaságosabb és legkorszerűbb gépek használatát. Szükséges tehát olyan hevítési mód, mely reveszegény, vagy revementes nyersanyagot szolgáltat a kovácsoláshoz.

A gáz-, vagy olajtüzelésű kovácskemencék védőgázas atmoszférája — a lithiumgőzös hevítésen kívül, melynek megvalósítása hazai vonalon még igen sok akadályba ütközik — csak tokos munkaterű kemencékben képzelhető el. A nagy izzítási hőfok miatt a tokos kemence gazdaságtalan és rossz hatásfokú.

A hydraulikus revétlenítés — bár hazai eredményei már vannak — gyakorlatilag nem biztosít tökéletes revementességet, s a 3—4%-nyi reveveszteséget sem küszöböli ki.

Fejlettebb ipari államokban, a kényes és nagy sorozatú gépalkatrészeket korszerű, főleg Maxima-présekkel kovácsolják és éppen ezért majdnem kizárólag elektromos indukciós hevítéssel dolgoznak.

A Maxima-prések beruházásával a tervbevett korszerű kovácsolás bevezetése nálunk is időszerűvé teszi az indukciós hevítés tanulmányozását. Jelen közlemény célja az, hogy szakembereinknek közelebbről bemutassa az indukciós hevítés lényegét, előnyeit, néhány külföldön már bevezetett és üzemben lévő berendezést, végül ezek gazdaságosságát.

Az induktorba bevezetett váltakozó áram a vezető körül mágneses mezőt létesít. A mágneses mező térerőssége az áramerősséggel arányos. Ha a tekercsbe a hevítendő acélt elhelyezzük, abban örvényáram indukálódik, melynek sűrűsége a betét belseje felé exponenciális függvény szerint csökken. A hevítés alapelve tehát az, hogy a betét felületén bizonyos mélységig indukált örvényáramok Joule-hővé alakulnak és a betétet felmelegítik. A behatolás mélységének képlete :

$$p = 5030 \sqrt{\frac{\varrho}{\mu f}}$$

ahol p = a behatolási mélység cm-ben,
ϱ = a vezető fajlagos ellenállása ohm cm-ben,
μ = a vezető relatív permeabilitása,
f = a váltakozó áram frekvenciája Hz-ben.

A képlet azt mutatja, hogy a behatolás mélysége egyenes arányban áll a vezető fajlagos ellenállásának, ϱ-nak és fordított arányban a hevítéshez használt frekvenciának, f-nek a négyzetgyökével. Ebből mindjárt két törvényszerűség következik. Minél vastagabb a hevítendő nyersanyag, annál kisebb frekvenciával kell dolgozni, hogy a behatolási mélységet növeljük, s így minél kevesebb időre legyen szükség a darab magjában a hőkiegyenlítéshez.

A másik törvényszerűség az acél emelkedő hőmérsékletével kapcsolatos ellenállás növekedéséből adódik, mely közvetve a reveképződésre bír befolyással. A hevítéskor képződő reve mennyiségére *Kapitov* állította fel a következő képletet :

$$\omega = 6{,}3 \sqrt{\tau} \cdot e^{-\frac{9000}{T}}$$

ahol ω = a képződő reve mennyisége g/cm²-ben,
τ = a hevítési idő percekben,
T = a hevítés abszolút hőfokban.

A képletből látható, hogy a képződő revemennyiség arányos a hevítési idővel és hőfokkal.

Az egyenletből meghatározható az erős reveképződés alsó hőfokhatára. Ha a τ időt 60 percnek, a reveszegény állapotot ω-t 0,025 g/cm²-nek (0,05 mm revevastagság) vesszük fel, akkor az egyenletből $T = 1181$ K°, azaz $1181 - 273 = 909$ C° az intenzív reveképződés alsó hőfokhatára. Ez a hőmérséklet a 1250 C°-os kovácsolási hőmérsékletnek több mint $^2/_3$ része. Miután azonban az indukciós felmelegedés *hőfok-idő* görbéje éppen az előbb említett és a hőfok emelkedésével növekvő ellenállás miatt exponenciális függvény, a 900 C°-tól a kovácsolás hőmérsékletéig terjedő izzítási idő — amikor már az intenzív reveképződés fellép — a teljes hevítési időnek nem az $^1/_3$-a, hanem kb. az

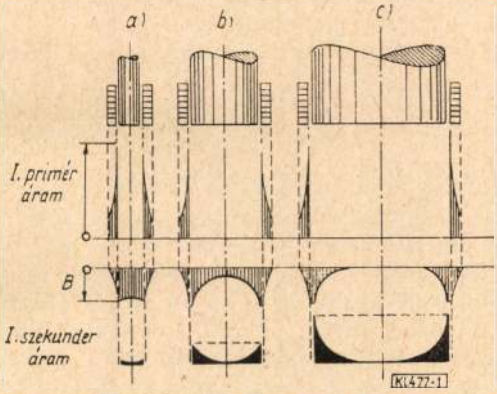
$^1/_2$-e. Így, bár az indukciós hevítés sokszorta rövidebb a lángkemencében való hevítésnél — és elmarad a füstgázok oxidáló, sőt ezek kéntartalma miatt a szulfatizáló hatása is —, mégis számolni kell a levegő oxigénjének behatása folytán bizonyos kis mennyiségű revével. Így a szabad induktorban végzett hevítés nem teljesen revementes, hanem erősen reveszegény hevítésnek minősíthető. (A 10. ábrán látható, hogy indukciós hevítéskor könnyen használható védőgáz, ha teljesen revementes darabokra van szükség.)

Az elmélet és a tapasztalat az indukciós hevítésnek következő gyakorlati feltételeit szabja meg :

1. A használt frekvencia gondos megválasztása.
2. A hevítési idő pontos meghatározása.
3. A gazdaságos elektromos kapcsolat a generátor és az induktor, továbbá az induktor és a munkadarab között.

1. A frekvencia gondos megválasztása

A frekvenciát úgy kell megválasztani, hogy a darab belsejébe a hőt az induktor legkisebb áramveszteség mellett adja le. Ennek megvilágítására szolgáljon az 1. ábrán feltüntetett kísérlet. Ha há-



1. ábra. Az indukált szekundér áram behatolási mélysége a darabvastagság függvényében

I prim — primáram függőleges vonatkozás)
I sec. — szekundér áram (fekete mező) B — mágneses mező (függőleges vonatkozás)

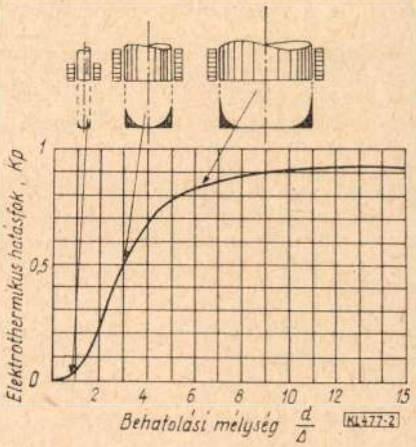
rom különféle átmérőjű darabot azonos térerősségű és frekvenciájú mágneses mezőbe helyezünk, akkor :

Az *első esetben* a túlságosan kis átmérőjű (*a* jelű) anyagban az indukált szekunder áram, *I sec.* nem fejlődik ki.

A *második esetben* a nagyobb átmérőjű (*b* jelű) anyagban a szekunder áram bizonyos behatolása észlelhető már, de a primér veszteségek nagyok és nem hanyagolhatók el.

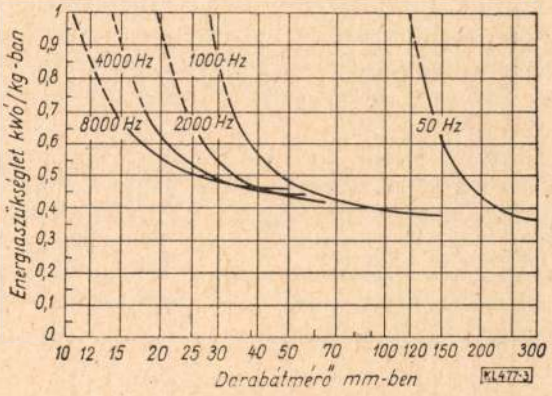
Harmadik esetben megfelelő átmérőjű (*c* jelű) anyagban a szekunder áram eléri a primér áram értékét és így a teljes mágneses mezőt a darabba koncentrálja. Az átmérő további növelése, vagy a frekvencia változtatása már nem jelenti az elektrotermikus hatásfok további javulását.

Bár a gyakorlatban ezt az ideális állapotot megvalósítani a legtöbbször nem lehetséges, mégis



2. ábra. K_p — elektrothermikus hatásfok a $\frac{d}{\Delta}$ függvényében

törekedni kell annak megközelítésére. A 2. ábrán az elektrotermikus hatásfok K_p növekedése látható, a darabátmérő d és a behatolási mélység Δ hányadosainak, $\frac{d}{\Delta}$-nak a függvényében. A darabátmérő növelésével az elektrotermikus hatásfok ugyan nem csökken, de a darab belseje felé már vezetéssel terjed a hő, ami a hevítési idő és a felületi hőveszteségek növekedésével, végső fokon pedig az összhatásfok csökkenésével jár.



3. ábra. Indukciós hevítés energiaszükséglete kovácsolási hőre való hevítéskor a darabvastagság és a frekvencia függvényében

A 3. ábra diagramja a hevítés energiaszükségletét (kWó/kg betét) mutatja, különféle darabátmérő és frekvencia mellett. A szakadozottan jelölt görberész a kevésbé gazdaságos, a folytatólagos vonallal jelölt rész pedig a gazdaságos határértékeket jelöli. A diagram világosan mutatja, hogy a darabátmérő növelésével a frekvenciát csökkenteni kell. 12 mm-nél kisebb darabátmérőhöz már a forgógenerátorokkal előállítható max. 8—10 000 Hz váltóáram nem gazdaságos. Ez esetben nagy frekvenciájú, csöves generátorokat kell használni. A kovácsiparban azonban általában ennél vastagabb a kiinduló nyersanyag, ezért a forgógenerátorok használhatók.

A frekvencia gondos megválasztásának szükségességére utal az a tény, is, hogy a 3. ábra szerint 1000 Hz-cel igen gazdaságosan hevíthető 40—150 mm vastag anyag, de 40 helyett 30 mm vastag anyag hevítéséhez már közel kétszer annyi energia szükséges.

Az acél kovácsolási hőre való hevítéséhez az anyagvastagságnak gyakorlatilag megfelelő gazdaságos frekvenciát az 1. táblázat tartalmazza :

1. táblázat

A gazdaságos frekvencia és anyagvastagság összefüggése

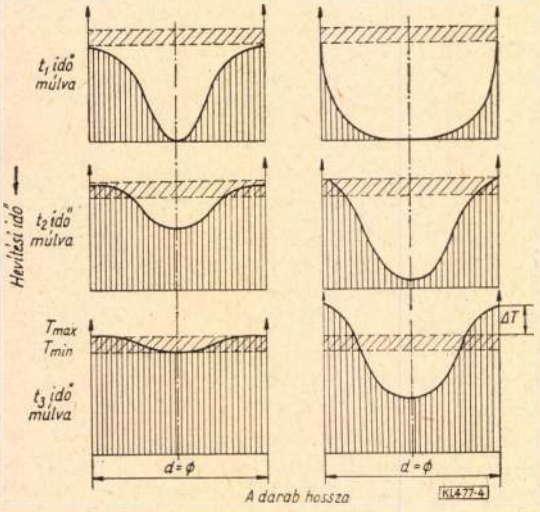
Frekvencia Hz-ben	Hevítendő darab vastagsága mm-ben
50	150—500
500	80—260
1 000	50—180
2 000	35—120
4 000	22— 70
8 000	16— 60
10 000	15— 55

Ha igen vastag darabokat kell hevíteni, akkor a hálózat 50 frekvenciás árama is használható. 150 mm vastagság alatt azonban ez a frekvencia már nem felel meg. A 3. ábra szerint is ez a frekvencia csak 150 mm vastagság fölött gazdaságos.

2. A hevítési idő

Az indukciós hevítés ideje általában igen gyors. A darab belsejében megfelelő hőkiegyenlítés érdekében, valamint a felület túlhevítésének elkerülésére, bizonyos törvényszerűségeket figyelembe kell venni.

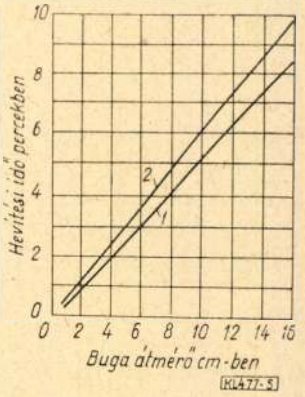
Mint már láttuk, az örvény áramok behatolási mélysége az anyagátmérőn kívül a frekvenciától, az anyag fajlagos ellenállásától és permeabilitásától függ. A hőnek az anyagban való gyors és egyenletes eloszlása viszont az anyag hővezetőképességétől függ. Ezek a tényezők határozzák meg a szükséges hevítési időt.



4. ábra. Hőfokeloszlás körszelvényű darabban a hevítés három időszakában

A 4. ábra baloldalán a darabátmérőhöz helyesen megválasztott frekvencia és hevítési idő, a jobboldalán túl nagy frekvenciára vagy túl gyors hevítéskor láthatjuk a hőeloszlást, a hevítési idő három szakaszában.

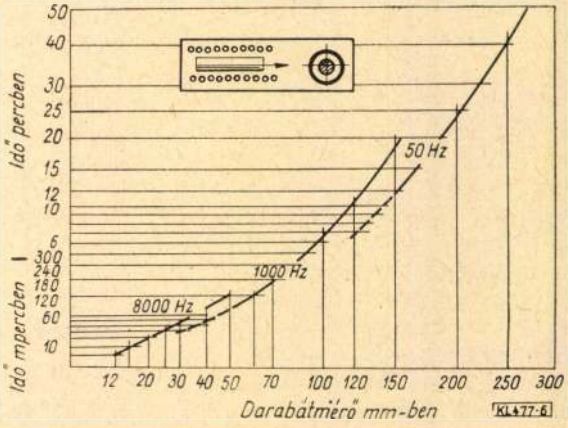
Ha a ferdén vonalkázott mező jelenti a darab egyes keresztmetszeteiben a megengedhető hőfokeltérést, akkor látjuk, hogy a baloldali rajzon, bár a betét felülete kezdetben (t_1 idő múlva) hamar megközelíti az előírt hőfokhatárt, mégis a további hevítés folyamán (t_2 idő múlva) a felületi hőveszteség folytán már lassan nő a hőfoka, ami a belső részek hőkiegyenlítését könnyíti meg, úgyhogy a hevítés befejezésekor (t_3 idő múlva) a darab teljes keresztmetszetében a megengedhető hőfokhatáron belül van.



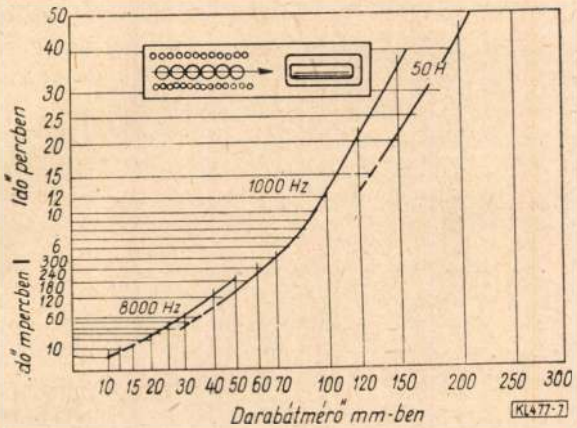
5. ábra. Célszerű hevítési idő gyakorlati adatok alapján a darabátmérő függvényében. 1. szénacél, 2. ötvözöttacél

A jobboldali kép — amint fent már említettük — a túl nagy frekvencia, vagy túl gyors hevítés következményeit mutatja. A hevítés már nem egyenletes és ha a darab belsejében meg akarjuk közelíteni a kívánt hőmérsékletet, akkor a felületet túl kell hevíteni, sőt az már el is ég. A használt áramerősséggel a hevítési sebességet tehát úgy kell szabályozni, hogy a darab belső és külső rétegei lehetőleg egyszerre érjék el a kovácsolási hőfokot.

Helyesen választott frekvencia mellett a darabátmérőnek megfelelő célszerű hevítési időket szén- és ötvözött-acélra vonatkozóan, gyakorlati



6. ábra. A darab hossztengelyével párhuzamos irányú mezőben mozgatott darabok legrövidebb hevítési ideje a darabátmérő és a frekvencia függvényében



7. ábra. A darab hossztengelyére merőleges mezőben mozgatott darabok legrövidebb hevítési ideje a darabátmérő és frekvencia függvényében

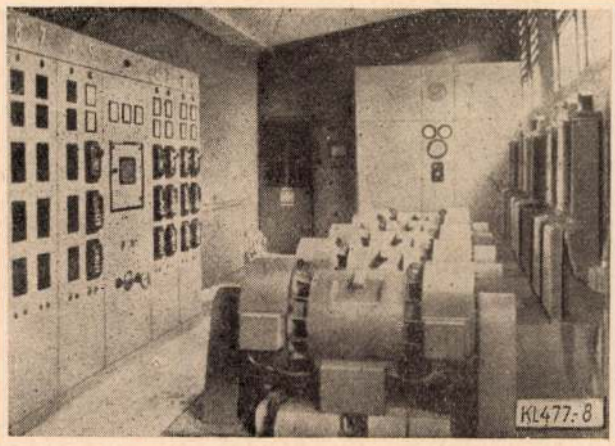
adatok alapján felvett 5. ábra diagramja szemlélteti. A 6. és 7. ábra diagramjai automata indukciós berendezésekre a tengely irányára párhuzamos és arra keresztirányú mezőben mozgatott darabok javasolt hevítési idejét adják. Miután az örvényáramok tengelyirányú hevítéskor a darab egész felületén, míg a keresztirányú hevítéskor csak a felületnek két érintőleges részén fejlődnek ki, az előbbi esetben a hevítési idő rövidebb. Mindamellett bizonyos automata hevítő berendezésekben — egyéb előnyök érdekében — a darabot keresztirányban mozgatják. A két diagram felvilágosítást nyújt arra is, hogy bizonyos átmérőjű darabból egy induktor óránként hány — kovácsolási hőfokra hevített — darabot szolgáltat. Ennek megfelelően kell az induktorok számát a kovácsolás üteméhez megszabni és a melegalakítógépen a gyártási sebességet az induktor meleganyag szolgáltatásával összehangolni. Ez az összehangolás biztosítja az indukciós hevítésnek egyik nagy gazdasági előnyét, a szubjektív tényezőktől függetlenített, ütemezett gyártást.

3. A gazdaságos elektromos kapcsolat

A gazdaságos elektromos kapcsolat a generátor és induktor között megkívánja, hogy azokat lehetőleg közel telepítsék egymáshoz és azonos frekvencia mellett több generátoregység álljon rendelkezésre, a mi által a terhelésnek megfelelő számban lehessen őket a hálózatra párhuzamosan kapcsolni. Az induktor és a darab között a veszteségek csökkentése érdekében ne legyen túl nagy légrés, tehát a darabméreteknek megfelelően az induktorok megfelelő méretskálája álljon rendelkezésre. A 8. ábrán egy középfrekvenciás generátortelep látható 5 db párhuzamosan köthető 8000 Hz egyenként 80 kW-os generátorral.

Az indukciós hevítés előnyei

Egyenletes, ütemezett gyártási sebesség, mely az indukciós hevítőberendezés hőfok vagy időrelével való felszerelése által teljesen automatizálható.



8. ábra. Középfrekvenciás generátortelep párhuzamosan köthető egységekkel

A leégés vesztesége 3—4%-ról 0,5%-ra csökken a reveszegény hevítés révén. Védőgázzal a revevesztesség úgyszólván teljesen megszüntethető.

A hevítési idő lerövidítése, mely a lángkemencében való hevítésnek csak elenyészően kis része. Elmarad a kemence felfűtés ideje, az azzal járó hőenergia megtakarítható. Az indukciós berendezés percek alatt üzemkész állapotba helyezhető az előkészülés energiaveszteségе nélkül. Itt nyilvánul meg a két műszakos üzem gazdaságosságának további előnye, ugyanis a gépkarbantartás, szerszámcsere stb. a harmadik műszakban végezhető, s így a termelő műszakban nem okoznak termeléskiesést. A süllyesztékes kovácsüzemeink három műszakos üzemét főleg a lángkemencék jobb hőkihasználása indokolja, mely előny indukciós hevítéskor elmarad.

Munkaerő megtakarítás, mert nem kell külön kemencekezelő, salakozó és fűtésszabályozó személyzet.

Helymegtakarítás az üzemben. Ugyanolyan teljesítményű indukciós hevítőberendezés a lángkemence területének kb. csak egyötöd részét foglalja el és helye a kovácsolás kívánalmainak megfelelően változtatható.

Könnyebb munkakörülmények, egészségesebb műhelylevegő. Nincsen kicsapódó füstgáz, a műhelylégtér nem szennyeződik, nincs szükség költséges szellőzőberendezésekre.

Jelentős megtakarítás a süllyesztékacélban. A reveszegény, illetve revementes hevítés 2—3-szorosára emeli a süllyesztéküreg élettartamát. A mechanikus gyorskovácssajtók munkájához, különösen a folytatásos sajtoláshoz, elengedhetetlen a revementesen izzított nyersanyag, mely csak indukciós hevítéssel biztosítható.

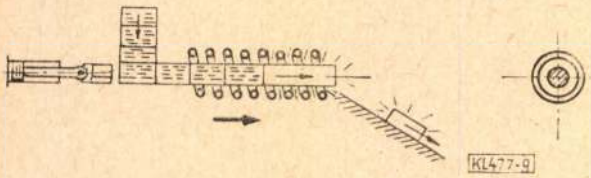
A süllyesztékes darabok revementesek és sima felületűek.

Jól szabályozható egyenletes kovácsolási hőfok következtében egyenletes minőség és pontos mérettartás lehetőségeit adja meg a hevítés vonalán. A berendezés felszerelhető olyan szabályozó készülékkel is, mely a kovácsológép üzemzavara alatt a hosszabb ideig benntartott munkadarab

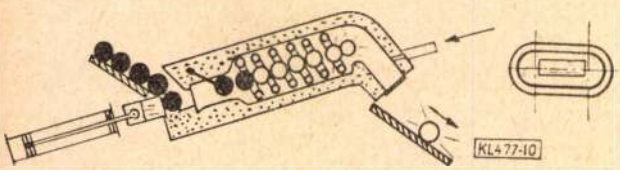
túlhevítését megakadályozza és azt kihúzásig a beállított kovácsolási hőfokon tartja.

Az indukciós berendezés felhasználása a süllyesztékes kovácsiparban igen sokoldalú.

Leggyakoribb a négyzet, vagy körszelvényű darabolt anyag sorozathevítése. Erre a célra teljesen automatikus tengely (9. ábra), vagy keresztirányú (10. ábra) hevítő induktorokat használnak. Az utóbbi védőgázzal teljesen revementesen melegít.

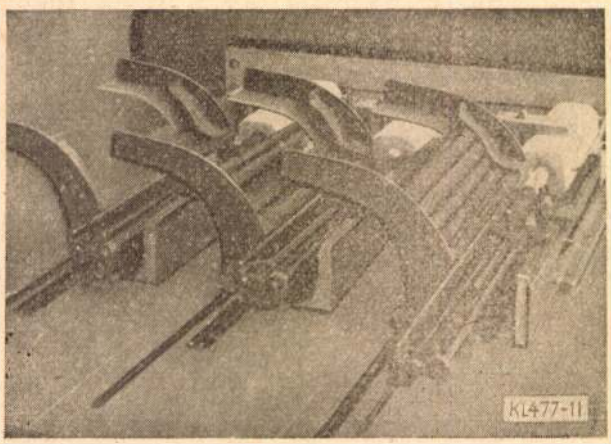


9. ábra. Automatikus adagolású induktor vázlata a darab hossztengelyével párhuzamos irányú mezőben mozgatott darabokkal



10. ábra. Automatikus adagolású védőgázzal kombinált induktor vázlata a darab hossztengelyére merőleges mezőben mozgatott darabokkal

Gyakran előfordul, hogy a darabolt anyagnak csak az egyik részét kell hevíteni (pl. fejduzzasztás céljából), melyre a jelenlegi gyakorlat szerint kézi adagolású rés- vagy szemes-kemence szolgál. Nagysorozatgyártáskor rendkívül nagy teljesítményt és a süllyesztékszerszámok messzemenő kímélését jelenti egy 3 induktoros automata adagolású indukciós hevítőberendezés, melynek adagoló szerkezete az induktorokkal a 11. ábrán látható. A gép teljesen automatikusan melegít, csupán a három rekesz folyamatos feltöltése szükséges. A felhevített végű darabok a gép oldalán elhelyezett kieső vályún át a beállított ütemben gurulnak ki a dolgozó kezeügyébe.



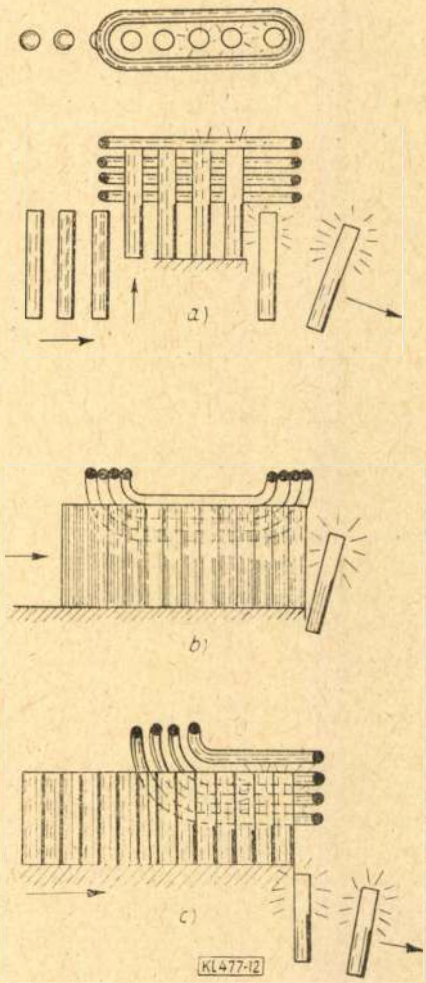
11. ábra. Darabvég hevítő automata három induktorral, 8000 Hz, 80 kW teljesítménnyel

A géptípusnak két változata van és pedig:

	I	II
Beépített teljesítmény, kW .	80	32
Frekvencia, Hz	8000	8000
Teljesítmény, db/óra	150—250	250
Darab átmérő mm	25—30	14—17
Hevített darabhossz mm ..	80—300	60—100
Teljes darabhossz mm.....	210—660	150—450
Hevítési hőfok	1250 C°	1250 C°

Az induktorok a hevítendő anyag hosszának és átmérőjének megfelelően cserélhetők.

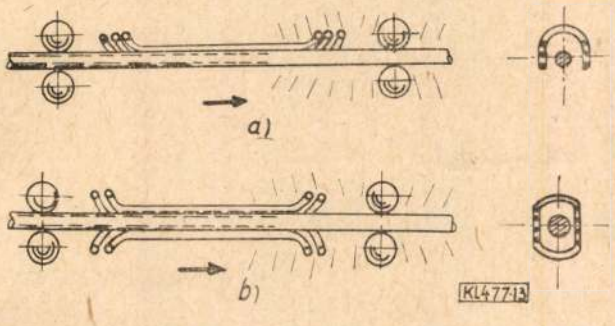
A darabvégek hevítésére egyszerűbb megoldású, de kevésbé jó hatásfokú automatikus berendezések is vannak, melyeken a darabvégek az induktor mágneses mezőjében tovahaladva melegszenek fel. Ilyen változatokat ábrázol a 12. ábra *a*, *b* és *c* képe. Ezek közül az *a* változat egy oválisan kiképzett induktor, ahol a darabokat az induktor elején beemeljük, a végén kiejtjük. A *b* változat két végén nyitott, alagútinduktor, melyen a darabok végig haladnak, a *c* változat a bejárati oldalon nyitott alagútinduktort mutat.



12. ábra. Darabvég hevítő alagútinduktorok különböző kivitelének elvi vázlatai

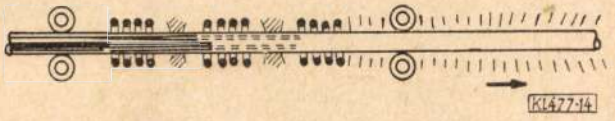
A gyorsjáratú nagyteljesítményű kovácsológépeket — ilyenek a csavaranya sajtók és a kis golyóscsapágygyűrűk gyártására is alkalmas Ha-

tebur-automata — folyamatosan kell a felhevített rúdanyaggal ellátni. Erre a célra szolgálhatnak a hosszirányú egyes vagy kettős alagútinduktorok, melyeket a 13. ábra *a* és *b* képe szemléltet.

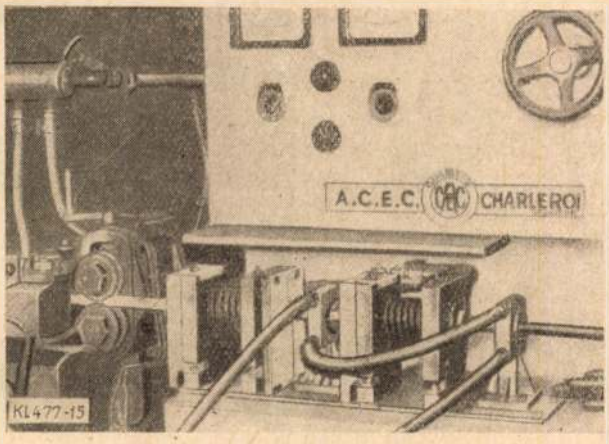


13. ábra. Rúdanyag folyamatos hevítésére szolgáló egyes és kettős alagútinduktorok vázlata

Ugyanezt a feladatot jobb hatásfokkal oldja meg a több egymásmögé helyezett induktortekercs, melyek fokozatosan hevítik a rudat kovácsolási hőre. Az elvi vázlatát a 14. ábrán, tényleges kivite-



14. ábra. Folyamatos rúdhevítő induktor elvi vázlata tekercsekkel



15. ábra. Folyamatos rúdhevítő automata induktora

lének hevítő részét a 15. ábrán láthatjuk. A beszerzés alatt álló Hatebur golyóscsapágygyűrű gyorskovácsológép ilyen hevítő berendezést kap. A gyorskovácsológép óránként 3—4000 db golyóscsapágygyűrűt kovácsol.

Végül még néhány szót az indukciós hevítés gazdaságosságáról. A gazdaságosságról teljesen hű képhez a beruházási költségeket is teljes mértékben figyelembe kell venni. Az indukciós hevítés számottevő beruházási költséggel jár, egy új üzem létesítéskor azonban ezzel szemben áll a gázgenerátortelep beruházási költsége, a gázkemencékhez szükséges nagyobb üzemi terület, szellőzőberendezés, csővezetékek, kémények stb. költsége. E közlemény terjedelme nem ad módot ilyen nagyarányú költségszámításokra, s így alábbiakban csupán egy meglévő üzem egyik süllyesztékes kovácsológépének indukciós hevítésre való átalakításából eredő megtakarítást fogom felvett és becsült adatokkal levezetni.

Egy kétműszakban dolgozó, 200 kg/ó (960 t/év) teljesítményű süllyesztékes kovácsológép egy tonna kovácsdarabra eső költségét mutatom be, anyag, produktív munkabér és hőenergián kívül felmerülő egyéb regie-költségek nélkül (feltételezve mindkét esethez ugyanazon teljesítményt és a fel nem vett tételek változatlan voltát).

a) Elektromos indukciós hevítéskor

1 tonna betét elektromos energia költsége (550 kWó/-t, 0,55 Ft/kWó)	363 Ft/t
1 db indukciós berendezés költsége 800 000 Ft, 10 évi amortizáció mellett	83 Ft/t
Az indukciós berendezés üzemfenntartása 1 fő 9 Ft/ó	60 Ft/t
Revevesztesség 0,5%, 8 Ft/kg acélbugaár mellett	40 Ft/t
Szerszámhányad 15 kg/tonna készáru és 60 Ft/kg szerszámár	900 Ft/t
Összes változó költség :	1446 Ft/t

b) Generátorgázzal fűtött kemencével való hevítéskor

1 tonna betét generátor gáz költsége $\frac{1{,}8\times10^6\ \text{Kcal/tonna betét, 18 fill/100 cal}\ 1{,}8\times10^6-0{,}18}{10^3}$ = ...	324 Ft/t
A berendezés amortizációja 1 db 1,5 m^2 gázkemence tartozékokkal 200 000 Ft, 5 évi amortizációval	42 Ft/t
Kemencekezelő (3 kemencénél 1 fő)	20 Ft/t
Revevesztesség 3% 8 Ft/kg ..	240 Ft/t
Szerszámhányad (30 kg/t készáru, 60 Ft/kg szerszámár) .	1800 Ft/t
Összes változó költség :	2426 Ft/t

A tonnánként mutatkozó, közel 1000 Ft különbözet 900 t-s termelés mellett évi kb. 900 000 Ft megtakarítást mutat. Ehhez járul még további előnyként az ütemezett gyártás jobb gépkihasználásából származó nagyobb termelékenység, a selejt csökkenése, a gázkemence felfűtési költség elmaradása.

Nem volt célom a gazdaságosság további fejtegetése, csupán szerettem volna megvilágítani az indukciós melegítés néhány előnyét és eloszlatni azt a tévhitet, mely szerint az indukciós hevítés

hazai viszonyaink között túl drága és így számításba sem vehető.

A Maxima-sajtók termelésbe állításával előtérbe nyomul kovácsiparunk korszerűsítése, melyhez a tiszta, revementes és jó minőségű hevítés, jelenlegi körülmények között csak elektromos úton érhető el. Legyen ez a közlemény első lépés ahoz, hogy az irányító hatóságunk és szakembereink figyelmét felhívjam e korszerű hevítés bevezetésének tovább el nem odázható kérdésére.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Beji Szabó: Indukciós kemencék (Mérnöki Továbbképző Intézet 1954).

Baffray: Le chanffage par induction. Ateliers de constructions electrique de Charleroi (1959. évi közlemény és katalógus).

Pörkölt ércek mágneses vizsgálata[1]

SZOMBATFALVY ÁRPÁD

D. K.: 621.317.49 : 622.792

Магнитное исследование обожённых руд

Magnetische Prüfung gerösteter Erze

Magnetic testing method of roasted ores

A vasércdúsító művekben rendszeresen használt eljárás a mágneses szeparálás, ami abból áll, hogy a pörkölt és aprított ércet mágneses erőtéren vezetik keresztül. Itt kiválasztják az érc vastartalmú, mágnesezhető részeit, amit azután kohósítással dolgoznak fel. A pörkölés akkor eredményes, ha az ércnek közel 100%-át sikerül mágnesezhetővé átalakítani. A folyamat körülményei (hőmérséklet, idő, atmoszféra) ezt számottevően befolyásolják, ezért a legkedvezőbb pörkölési viszonyok elérésére kell törekedni. Ennek előfeltétele az állandó ellenőrzés.

A pörkölés ellenőrzésére olyan vizsgálati eljárás szükséges, amelynek segítségével üzemi viszonyok között megállapítható, hogy a pörkölt érc milyen mértékben mágnesezhető. Ezáltal lehetővé válik a pörkölés körülményeinek üzem közben való céltudatos szabályozása és a nem megfelelően pörkölt érc ismételt pörkölése.

A következőkben ismertetett kutatás célja olyan vizsgálati eljárás kidolgozása volt, amellyel a pörkölés üzemi viszonyok között gyorsan, lehetőleg egyszerű berendezéssel, különleges szakképzett személyzet nélkül ellenőrizhető.

Kísérleteink fizikai alapja az, hogy ferromágneses részecskéket tartalmazó keverék fajlagos mágneses intenzitása arányos a ferromágneses fázis, azaz a mágneses szeparátoron leválasztható anyag mennyiségével. Ezért a pörkölt érc minőségének jellemzésére a mágneses intenzitás számértéke igen alkalmasnak látszik.

A Lengyel Kohászati Kutató Intézet hasonló célra a *Lange H.* által kidolgozott mágneses mérleget használta [1], [2]. Előnye ennek, hogy segítségével a fajlagos telítési mágneses intenzitás cgs egységben, vagy gauss-ban számszerűen meghatározható. Ez azonban drága, bonyolult berendezés, a mérés elég körülményes, ennélfogva üzemi ellenőrzésre nem találtuk megfelelőnek.

A rendelkezésünkre álló módszerek és készülékek között a Siemens gyártmányú FO-731 típusú *Ferrograph*-ot választottuk, amelynek katódsugárcső-ernyőjén kirajzolva látható a próbatest hiszterézisgörbéje. E görbe alapján több mágneses tulajdonság állapítható meg, így az anyag mágneses intenzitása is. Ennek számszerű meghatározása körülményesebb, ezért méréseink során egy vele arányos mérőszámot vezettünk be, amit M-mel jelölünk. Ez — arányos lévén a mágneses intenzitással — szintén felhasználható bizonyos mágneses tulajdonságok és anyagok összehasonlítására.

A téma kidolgozása során azt vizsgáltuk, hogy van-e összefüggés az általunk megállapított M mágneses számérték és a mágneses szeparátoron leválasztott érc mennyisége között. Az elvégzett mérések alapján bebizonyosodott, hogy a két mennyiség között jól definiálható összefüggés van.

A mérési eljárás

Méréseink folyamán a *Ferrograph*-ot úgy állítottuk be, hogy a vízszintes kitérés mindvégig 0 volt. Az oszcilloszkóp ernyőjén függőleges vonalat kaptunk, amelynek hossza arányos a próbatest mágneses intenzitásával; így az anyag egyetlen mérőszámmal: a vonal y hosszával jellemezhető.

Az ércmintákat 8 mm átmérőjű, egyik végükön beforrasztott üvegcsőbe töltöttük (próbacső), és így helyeztük be a készülék mérőfejébe. Mindig maximális gerjesztéssel mértünk.

Az ércminták fajlagos mágneses intenzitásának jellemzésére a következő képletet vezettük be:

$$M = \frac{y}{e \cdot G}$$

ahol y a próbacső behelyezése után a katódsugárcső ernyőjén megjelenő függőleges vonal hossza mm-ben,
e a készülék erősítési tényezője,
G a próbaanyag súlya g-ban.

Ezek szerint M az érc súlyegységre eső mágneses intenzitással arányos szám, amely megfelelőnek látszik egyes ércminták összehasonlítására. E számmal jellemezhető a szeparátoron kiválasztható anyag mennyisége.

Kísérleteink során nyolc különböző eredetű és különbözőképpen pörkölt ércet vizsgáltunk:

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt cikksorozat egyik dolgozata.

1. svéd magnetit,
2. szovjet hematit,
3. kínai magnetit,
4. vasszivacs,
5. rudabányai sziderit 600 C°-on pörkölve,
6. rudabányai sziderit 600 C°-on oxidáló atmoszférában pörkölve,
7. rudabányai sziderit 750 C°-on pörkölve,
8. rudabányai sziderit 500 C°-on pörkölve.

Az egyes ércporok finomsága és szemcseeloszlása tág határok között változott.

Mérési eredmények

A kitűzött cél elérésére több méréssorozatot végeztünk, melyek egyes lépései a következők :

Tájékoztató mérések

Az egyes ércminták összehasonlítására és M-értékük közelítő meghatározására előkísérletet végeztünk : az őrleményeket próbacsőbe töltöttük, és erélyes ütögetéssel igyekeztünk azonos mértékben tömöríteni. A próbaanyag térfogata valamennyi csőben azonos volt. Az így előkészített próbákat a készülék mérőtekercsébe helyeztük, különböző érzékenységi fokozaton mértük az y értékeket és kiszámítottuk a hozzájuk tartozó M-értékeket. A mérési eredményeket az 1. táblázat tartalmazza. Ennek adataiból a következőket állapítottuk meg :

Az egyes ércminták között nagyok a különbségek : az M-értékek 0,35—85 között változnak, tehát három nagyságrendnyi intervallumra terjednek.

Különféle mérési fokozatokon mérve, az egyes próbák M-értéke kissé különbözik egymástól. A különbségek részben mérési hibából erednek, az egyéb okokat pedig további vizsgálatokkal igyekeztünk kideríteni.

A szemcsenagyság szerepe

Ismeretes, hogy a szemcsék mérete általában hatással van a mágneses tulajdonságokra. A második méréssorozattal azt kívántuk tisztázni, hogy az őrlemény szemcséinek mérete mennyiben befolyásolja az eredményeket. Évégből az őrleményeket DIN-szitasoron osztályoztuk és a különböző finomságú porokat külön-külön vizsgáltuk. E mérések alapján a következőket állapítottuk meg :

Ha a szemcsefinomság 46—270 között van, az M-érték a szemcsemérettől függetlennek tekinthető. Ettől eltérő méretű szemcsék hatását nem vizsgáltuk, mert a kísérleti anyagban mennyiségük elhanyagolható volt, másrészt az iparilag előállított őrlemény szemcsefinomsága is nagyrészt az említett határok között van.

Később a harmadik méréssorozatból kitűnt, hogy az eredményt a próbacsőben levő anyag fajtérfogata is befolyásolja ; így a különböző finomságúra őrölt, azonos minőségű ércporok mérésekor észlelt különbségek elsősorban a különböző fajtérfogatnak tulajdoníthatók, nem pedig a különböző szemcseméretnek.

A próbaanyag fajtérfogatának szerepe

A fajtérfogat hatásának vizsgálatára meghatározott súlyú ércporokat töltöttünk próbacsövekbe. Ezeket különböző hosszú ideig ráztuk és ütögettük, így fokozatosan egyre jobban tömörítettük. Időközönként, különböző mérvű tömörítés után mértük az M értékeket. A mérési eredményekből levont következtetés :

A próbacsőbe lazán beszórt ércpor M-je függvénye a fajtérfogatnak. Néhány ütögetéssel az anyag már annyira tömöríthető, hogy a mágneses mérőszám független a fajtérfogattól.

1. táblázat

Az előkísérletek mérési adatai

A próba		$e = 1.10^{0}$		$e = 5 \cdot 10^{-1}$		$e = 2 \cdot 10^{-1}$		$e = 1 \cdot 10^{-1}$		$e = 5 \cdot 10^{-2}$		Átlag
jele	súlya, g	y	M	y	M	y	M	y	M	y	M	M
1	19,0	10	0,53	4	0,42	2	0,53					0,49
2	12,7	4	0,33	2	0,30							0,31
3	12,4	44	3,56	20	3,22	10	4,02	5	4,03			3,78
4	13,7									58	85,0	85,00
5	10,5	24	2,29	10	1,91	4	1,91					2,03
6	12,5	60	4,80	30	4,8	12	4,8	6	4,8			4,80
7	10,2					70	34,4	32	31,6	16	31,6	32,50
8	11,9			50	8,4	21	8,8	10	8,4	5	8,4	8,50

A próbaanyag mennyiségének hatása

Az utolsó kísérletsorozattal a próbaanyag mennyiségének hatását vizsgáltuk. Az ismertetett többi változó állandó értéken való tartásával különböző mennyiségű ércport töltöttünk a próbacsőbe, és meghatároztuk az azoknak megfelelő M értéket. A mérési adatokból megállapítható, hogy :

az M érték függ a vizsgált próbaanyag mennyiségétől. A mérési eredmények csak akkor hasonlíthatók össze, ha a próbaanyag mennyiségét állandó értéken tartjuk. Nagyobb mennyiségű vizsgálati anyaggal kisebb a mérési pontatlanság és jobb átlagértékeket kapunk.

Az ércőrlemény mágnesezhetőségére jellemző mérőszám tehát a következő módon határozható meg : a vizsgálandó anyagot átszitáljuk és a 140—270 szemcsefinomságú porból bizonyos mennyiséget, kb. 8 mm belső átmérőjű, egyik végén beforrasztott üvegcsőbe töltünk. Az üvegcsövet néhányszor (mintegy 15-ször) könnyedén megütögetjük, hogy a szemcsék megfelelő mértékben tömörödjenek. Ebben az állapotban az ércoszlop 200 mm hosszúságú legyen. Megmérjük az ércminta súlyát, majd az ismertetett

$$M = \frac{y}{e \cdot G}$$

képletből kiszámítjuk az érc M értékét.

Az eredmények kiértékelése

A különbözőképpen pörkölt rudabányai sziderítekből kb. 1 kg mennyiséget mágneses szeparátoron átengedtünk, hogy kiválasszuk a mágnesezhető részüket. A kiválasztott mennyiséget, valamint az előző pont alapján meghatározott M értéküket a 2. táblázat tünteti fel.

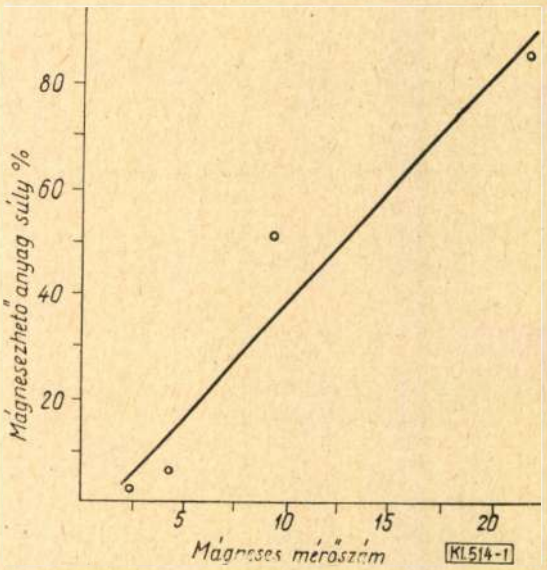
2. táblázat

A rudabányai sziderit mágneses mérőszáma és ferromágneses alkotója

A próba jele	M	Mágneses szeparátor kiválasztott mennyiség %
5	2,22	2,10
6	3,90	5,42
7	22,80	87,00
8	8,50	51,50

A szeparátoron kiválasztott ércmennyiség és az M közötti összefüggést az 1. ábrán tüntettük fel. Ez azt bizonyítja, hogy az általunk bevezetett M mágneses mérőszám arányos a szeparátoron leválasztott ércmennyiséggel, tehát az eljárás megfelel a pörkölés ellenőrzésére. Az iparban végzendő vizsgálatokhoz is felhasználható az 1 FO-731 típusú Ferrograph, azonban erre a célra ennél jóval egyszerűbb és olcsóbb célkészüléket is lehet építeni.

Az előbb közölt nyolc ércfajtából az első négyet ebből a vizsgálatból kizártuk, mert a kutatás célja a rudabányai vasércek vizsgálata volt, méréseinket ezekre korlátoztuk, más összetételű érceket csupán az előkísérletekhez használtunk.



1. ábra. A méréssel meghatározott mágneses mérőszám, M, és a mágneses szeparátoron leválasztott ércmennyiség közötti összefüggés

Összefoglalás

A mágneses szeparálással dúsított vasércek pörkölése akkor eredményes, ha pörköléssel az érc vastartalmú alkotóját nagy százalékban sikerül mágnesezhetővé alakítani. Az optimális viszonyok beállítására a pörkölést gyakran kell ellenőrizni. Vizsgálati eljárást dolgoztunk ki, amely abból áll, hogy a megőrölt ércmintát egyik végén beforrasztott üvegcsőbe töltjük és a Siemens-gyártmányú 1 FO-731 típusú *Ferrograph* mérőtekercsébe helyezzük. A katódsugárcső ernyőjén lemért kitérés, az erősítési tényező és a minta súlya alapján kiszámítható egy mérőszám, amely jellemző az őrlemény mágneses tulajdonságaira és arányos a mágneses szeparátoron leválasztható ferromágneses anyag %-os mennyiségével.

IRODALOM

[1] *Kozlowski, L.—Siewierski, I.:* Mágneses elemzés céljára szolgáló mérleg. A Lengyel Kohászati Kutató Intézet kiadványa. 1953.

[2] *Luyken, W.—Kracher, L.:* Über die magnetischen Eigenschaften natürlicher und künstlicher Eisen-Sauerstoff-Verbindungen

EGYETEMI HÍREK

A Művelődésügyi Minisztérium utasítása alapján hozott határozat szerint a Kohómérnöki Karon működő *három kémiai Tanszéket* (Általános kémiai, Alkalmazott kémiai és Kohászati kémiai Tanszék) *egy tanszékké vonták össze*, Kémiai Tanszék elnevezéssel.

Sulcz Ferenc egyetemi adjunktust a Művelődésügyi Minisztérium ez év szeptember 1-től a Kohómérnöki Kar dékánhelyettesévé nevezte ki.

Nagy Lajos, a Kémiai Tanszék tanársegéde ez év július 1-én egyetemi adjunktusi kinevezést nyert.

Megjelent szlovák nyelven *dr. Horváth Zoltán:* Fémkohászati folyamatok termodinamikai számításai c. könyv, „Termodynamické vypočty kovohutnych procesov" címen, a pozsonyi és prágai Műszaki Könyvkiadó közös kiadásában.

Ez év szeptember 1-től *Mikó József* vas- és fémkohómérnök, mint teljes állású dékáni titkár végzi az azzal járó teendőket.

A *csehszlovák-magyar kulturális kapcsolatok* alapján létrejött csere-termelési gyakorlati egyezmény keretében augusztus 9.—szeptember 9. között. a kassai Műszaki Főiskola 1 oktatója és 4 hallgatója egyetemünk vendégeként a hazai kohászati üzemekben termelési gyakorlaton volt.

Gyors módszer vas- és mangán meghatározására, szilikátokból, ércekből, kőzetekből, salakokból, tűzállóanyagokból és fémekből[1]

Dr. SAJÓ ISTVÁN

D. K. : 545 : 546.72+546.71 : 549.6+543.6+669.046. 58+546.319

Быстрый метод для определения железа и марганца из силикатов, руд, пород, шлаков, огнеупорных материалов и металлов

Schnellverfahren zur Bestimmung von Eisen und Mangan aus Silikaten, Erzen, Gesteinen, Schlacken, Feuerbeständigen-Materialen und Metallen

Rapid method for determining the iron and manganese content of silicates, ores, rocks, slags, fireresisting materials and metals

A meghatározás elve

A vas(III) igen stabil komplexet képez az EDTE-vel.[2] A vas(III)-nak ezt a reakcióját megfelelő indokátorok használata mellett igen jól lehet értékesíteni a vas gyors meghatározására[1]. A meghatározás optimális pH-ja 2 körül van, amikor is az általában előforduló kísérő alkotók, így kalcium, magnézium, titán, alumínium, mangán nem zavarják a titrálást.

Kísérleteink szerint magasabb pH-n kb. 6 és 7 között már nemcsak a vas, hanem a mangán is mennyiségileg reagál az EDTE-vel [2]. Ennek a megfigyelésünknek alapján módszert dolgoztunk ki a vas és mangán együttes meghatározására. A vas és mangán együttes meghatározása során úgy járunk el, hogy először a vasat titráljuk 2-es pH körül szulfoszalicilsav indikátor jelenlétében, majd a vas titrálása után az oldat pH-ját 6-ra állítjuk be, az oldathoz nátriumfluoridot adunk az esetleges jelenlevő alumínium, titán és kalcium zavaróhatásának kiküszöbölésére, majd a vanádium komplexonát és difenilkarbazonát indikátor hozzáadása után titráljuk a mangántartalmat.

A vanádium komplexonát difenilkarbazon indikátor rendszer lényege az, hogy a vanádium (V) EDTE-vel komplexbe lép és ebből a komplexből a vanádiumot csaknem minden ion, így pl. a mangán, cink, réz, kadmium stb. kiszorítja [3]. A vanádium (V) a komplexből kiszorulván megfelelő indikátorokkal élénk színváltozást ad. Ilyen indikátor pl. a difenilkarbazid, difenilkarbazon stb. A vizsgálandó oldathoz indikátor gyanánt difenilkarbazon alkoholos oldatát és olyan vanádium (V) oldatot adunk, melyben előzőleg a vanádiumot ekvivalens mennyiségű EDTE-vel komplexbe vittük. Az oldatban levő mangán a vanádiumot a komplexből kiszorítja és az a jelenlevő difenilkarbaziddal intenzív színváltozást hoz létre. A végpont jelzés igen éles színtelenből vörösbe csap át. Az indikátor színátcsapásának kontrasztosabbá tételére az oldathoz néhány csepp 1%-os metilénkék oldatot adagolunk titrálás előtt. A módszer igen jól használható 2%-tól 60% közötti mangántartalom meghatározására.

Indikátor készítése

1. *Vanádium komplexonát készítése*

12,7 g ammoniummetavanadátot továbbá 37,2 g EDTE-t + 5 g nátronlúgot 500 ml vízben oldunk, majd oldódás után 1 literre töltjük.

2. *Difenilkarbazon oldat készítése*

0,5 g difenilkarbazont 100 ml alkoholban oldunk.

3. *Metilénkék oldat készítése*

1 g metilénkéket 1000 ml vízben oldunk.

Ha 2%-nál kisebb a mangántartalom, akkor a mangánt Procter—Schmith módszerrel határozzuk meg. Ekkor a törzsoldatból az aliquot részt levéve az oldathoz 10 ml foszforsavat és 20 ml 1,4 fajsúlyú kénsavat adva a kénsav füstök megjelenéséig pároljuk az oldatot, hogy a jelenlevő kloridokat eltávolítsuk. (Közvetlenül savban oldható anyagokat — ahol nem szükséges kloridtartalmú törzsoldatból dolgoznunk — kénsavban vagy salétromsavban oldjuk és ilyenkor a kénsav füstig való bepárlása elmarad.) A kloridok elűzése után az oldatot vízzel óvatosan felhígítjuk, majd a szokásos módon ezüstnitrát jelenlétében ammóniumperszulfáttal a mangánt permanganáttá oxidáljuk és arzénes savval titráljuk.

A meghatározás gyakorlati módja

A törzsoldatból 0,2 g bemérésnek megfelelő aliquot részt levéve az oldathoz 10 ml 1·2-es fajsúlyú salétromsavat adva felforraljuk az oldatot, hogy az esetleg jelenlevő vas(II)-t vas(III)-má oxidáljuk. Ha az oldatban a vas már eleve vas(III) alakban van jelen, úgy ez a lépés elmaradhat. A próbaoldathoz az oxidáció befejeződése után 5 ml jégecetet adunk bürettából, majd ammóniumhidroxiddal a ferriacetát színének megjelenéséig az oldatot semlegesítjük. Ekkor az oldathoz 10 ml 5%-os szulfoszalicilsav oldatot adva a vasat 60—70 C° között 0,05 molos EDTE mérőoldattal titráljuk. Az oldat színe barnásvörösből világos sárgába csap át. (Sok titán jelenlétében narancssárga.) A vas titrálása után az oldatot lehűtjük. Lehűlés után az oldat térfogatát desztillált vízzel 200 ml-re egészítjük ki. Ekkor az oldathoz 30 ml telített semleges nátriumfluorid oldatot adunk és bürettából 5,5 ml 0,91 fajsúlyú ammóniát. Az ammónia hozzáadása után 1—2 csepp metilénkéket, továbbá 2 ml vanádium komplexonátot és 1 ml difenilkarbazont adva az oldathoz titráljuk a mangántartalmat 0,05 molos EDTE mérőoldattal, amíg az oldat színe violából a zöldbe csap át.

1 ml 0,05 molos EDTE mérőoldat 2,746 mangánt mér.

1 ml 0,05 molos EDTE mérőoldat 2,795 vasat mér.

A meghatározáshoz az ammónia és ecetsav adagolását szigorúan be kell tartani, miután puffer adagolása nélkül így állítható be a titrálás optimális pH-ja.

[1] A Vasipari Kutató Intézet 10 éves fennállása alkalmából közölt sorozat egyik dolgozata

[2] EDTE = etilén-diamin-tetra-ecetsav

IRODALOM

[1] *Schwarzenbach G.* und *Willi A.*: Helv. 34, 528, 1951
[2] *Sajó István*: Magy. Kém. Foly. 61, 196, 1955.

Könyvismertetés

Q 24-Eisenspektrum von 4555 Å bis 2227 Å. A vasnak a Zeiss Q 24 spektrográffal felvett 14 db fényképezett színképtáblára szétosztott ív- és szikraszínképe 62 elem berajzolt elemzővonalával és az ehhez tartozó hullámhosszúság táblázatok 46 oldal terjedelemben. *VEB* **Carl Zeiss**, *Jena* **1958.** *kiadása.* Forgalomba hozza *VEB* **Gustav Fischer Verlag**, Jena. Műbőrkötésű táskában 83,90 DM.

A fenti színképtáblák az alkalmazott színképelemzéssel foglalkozók által jól ismert „**Gössler-***színképtáblák*"-nak a korszerűen kiegészített és javított mása. 7 színképatlasz a vasnak az ív-, 7 pedig a vasnak a minőségi elemzések elvégzésére alkalmas *szikra*-színképet úgy ábrázolja, hogy ezeken a jelenleg gyakorlati szempontból legfontosabb 62 elemnek a szükségszerint kevesebb, illetve több elemzővonalának a pontos helye jól látható. A színképen való tájékozódást a színképek fölé rajzolt hullámhosszúság beosztás rendkívül megkönnyíti. Ezen beosztás továbbá lehetővé teszi, hogy a rövid és közepes hullámhosszúságú ibolyántúli színképtartományban a vasvonalak hullámhosszúsága ± 1 Å pontossággal közvetlenül becsülhető. Így a színképen bizonyos hullámhosszúságú vasvonalak könnyen és gyorsan felismerhetők. Az elemzővonalaknak a bejelölése pedig lehetővé teszi, hogy egyszerűbb minőségű elemzések során a minták kivetített színképén az egyes jelenlevő elemek egyszerűen *leolvashatók*, azaz a jelenlétük hullámhosszúság mérések, illetve megfelelő táblázatok nélkül is megállapítható. Bizonyos elemek jelenléte pedig a mellékelt színképvonal táblázatok segítségével könnyen és gyorsan megállapíthatók.

Az ismertetett vasszínképtáblák nem kizárólag a *Zeiss Q 24 spektrográffal* készített színképek vizsgálatára alkalmasak. A színkép vonalak azonosításakor ugyanis nem okvetlenül szükséges, hogy a kivetített és az atlaszon levő színkép teljes hosszúságukban fedésben legyenek. Elegendő, ha csak az elemzővonalak közvetlen közelében levő színképszakaszok megegyezőek. Így az ismertetett vasszínkép-táblák nem csak a Zeiss Q 24 spektrográffal megközelítőleg megegyező teljesítményű készülékekkel készített színképek vizsgálatára használhatók, hanem lényegesen eltérő diszperziójukra is megfelelőek, ha a színképvetítő nagyítását esetleg előtétlencsével kellően megváltoztatjuk.

Az új kiadás és *Gössler-színképtáblák* között több igen célszerű kiegészítésen kívül az a lényeges különbség, hogy az első 62 elem, míg az utóbbi csak 56 elem kimutatására alkalmas. A bejelölt elemző vonalak száma pedig 197-ről 260-ra úgy növekedett, hogy a színképtáblák továbbra is jól áttekinthetők. A különbséget emellett nem kizárólag az új kiadásban figyelembe vett 6, jelenleg technikai szempontból is fontos ritkaföldfém elemző vonalai képezik. Ennek megfelelően az új kiadás használata ritkábban ad alkalmat tévedésre.

Az ismertetett vas-színképtábla kiállítása kifogástalan. A keresett színképtábla kiválasztását pedig rendkívül megkönnyíti a célszerűen elkészített karton készenléti tok. Így a táblák használata rendkívül ajánlható mindazon színképelemző laboratóriumok részére, amelyekben a minták kvalitatív vizsgálatát gyorsan kell elvégezni. *Mika J.*

Lapszemle

A szovjet alumíniumkohászat gyakorlatából. A szovjet alumíniumkohászatban az utóbbi időben *salakozás nélküli* kemence kezelési technika kezd elterjedni. Az urali alumíniumkohó üzemi újságjának 1958. novemberi száma teljes oldalt szentel e témának és két cikkben ismerteti az urali alumíniumgyár és a dnyeprovszki alumíniumkohó tapasztalatait. Mivel a salakozás nélküli kemencekezelés egyrészt a lehetséges fluorsó és munkaerő megtakarítás miatt, másrészt a kemencekezelés gépesítésének továbbfejlesztése szempontjából hazai viszonyaink között is érdeklődésre tarthat számot, kivonatosan ismertetem a cikkeket.

Az első cikkben *Bikov* és *Kolencsic*, az urali alumíniumkohó vezetői többek között azt közlik, hogy az utóbbi időkig csarnokaikban a szénsalak eltávolítása az elektrolit felületéről a művelet utasításban előírt kemencekezelés során kötelező művelet volt. Az eltávolított salakot összetörték, majd átrostálták. A 95—97% elektrolitot tartalmazó nagyobb darabokat visszaadagolták a kemencékbe, az átrostált apró szemcséket pedig, melyek 60—65% kriolitot és kb. 10% timföldet tartalmaztak, a kriolit visszanyerése céljából flotálás útján dolgozták fel. A feldolgozás során az elektrolittartalom 10—15%-a véglegesen elveszett és hányóra került.

A cikk megjelenése előtt mintegy négy hónappal az üzem egyik kemencekezelő brigádjával új technikát próbáltak ki, melynek lényege a rendszeres salakeltávolítás megszüntetése. A brigád eddigi munkája bebizonyította, hogy az új technikával teljesen kielégítő üzemvitel lehetséges.

Ismeretes, hogy a $CO_2 + C = 2CO$ reakció egyensúlya 900 C° feletti hőmérsékleten majdnem kizárólag a reakcióegyenlet jobboldalán szereplő termék, tehát a CO képződésének kedvez. Ez a körülmény használható fel az elektrolit felszínén levő szénsalak kiégetésére.

A szénsalak a kemence üzeme alatt főleg a kád két végén, a rövid oldalakon gyűlik össze, melyek — a kisebb méretű gázkiválás következtében — nyugodtabban dolgoznak. A szénsalak széntartalma a rövid oldalakon lassabban ég, sőt itt a salak nagyobb halmokba áll össze, ami tartósan nem engedhető meg. Az anód hosszú oldalai mentén a kemence élénkebben dolgozik, az elektrolit az anód aljáról távozó gázok hatására élénkebb mozgásban van. Ennek következtében a szénsalakot a rövid oldalakról a hosszú oldalakra kell terelni, ahol a legintenzívebb a széndioxidot tartalmazó anódgáz távozása. Eközben nem szabad megfeledkezni az anód aljának speciális szerszámmal való *meghúzásá*-ról, a sarkoknál az esetleg összegyűlt szénsalak- vagy anóddarabok eltávolításáról.

Ugyancsak fontos, hogy a gázoknak az elektrolitréteg alól való kiáramlását megfelelően irányítsuk. Mivel egy kémiai reakció annál teljesebb mértékben játszódik le, minél gyorsabban távolítjuk el a reakció termékeit, az adott esetben annál teljesebben használhatjuk fel a széndioxidot a salak kiégetésére, minél jobb viszonyokat teremtünk a keletkező szénmonoxid eltávolításához. Ezért célszerű a kemence 1—1 hosszú oldalán az elektrolit-kéregben két gázlyukat képezni, és annak rendszeres tisztításáról gondoskodni. Nyilvánvalóan célszerű a gázlyukakat az anód sarkaitól nem messze (50—70 cm távolságra) kiképezni és a szénsalakot a gázlyukak között elhelyezni. Ekkor az anód közepe és a gázlyukak között közlekedő gáz nagyobb mennyiségben és hosszabban érintkezik a szénsalakkal, és így teljesebben játszódik le a reakció.

Az anódkezelőknek az új eljárás bevezetése során figyelmesebben és gondosabban kell végezni munkájukat, tiszta állapotban kell tartani az anódot, nem szabad anódmasszafolyást megengedni stb. Az anódkezelők jó munkájától nagymértékben függ az új technika további sorsa.

Jelenleg az üzemben az új eljárás szerint nyolc kemencekezelő brigád (80 kemence) dolgozik, de a többi brigádban is harmad-negyedannyi salakot szednek le az új technika megismerése óta, mint azelőtt. Négy hónap az elektrolízisben a végleges következtetések

levonására nem nagy időszak, azonban az új kezelési módszerre legelőször áttért két brigád eredményei azt mutatják, hogy az új eljárás eredményes lehet. A kettő közül az egyik brigád az utolsó negyedévben az adott kádszériában a legkisebb fluorsó fogyasztást érte el. A brigád egyéb mutatói is jók és a versenymozgalomban szilárdan tartja az első helyet.

A cikkírók megemlítik, hogy a változtatott technikának természetesen még számos, nem világos, további munkát igénylő részlete van, melyek tisztázására a továbbiakban kerül sor.

A másik cikkben *Mihajlik T.*, a dnyeprovszki alumíniumkohó elektrolízis üzemének vezetője többek között azt írja, hogy jelenleg általában a salak eltávolítás a kemencekezelők munkaidejének kb. 35%-át veszi igénybe. A művelet gépesítésére szerinte nincs kilátás, mivel a gépnek az elektrolit felületén közel 1000 C° hőmérsékleten kellene dolgoznia, és ennek megoldása rendkívül nehéz feladat.

Felmerült a salak vegyi úton való eltávolítása. Ennek ellenőrzésére 1957. évben három kemencén kísérleteket végeztek a szénsalak széntartalmának külön e célra a kemencébe táplált oxigénnel való elégetésére. A kísérletek 1957 szeptembertől 1958 márciusig tartottak, ez idő alatt a kísérleti kemencékről nem szedtek salakot. Az elektrolit széntartalma — a többi kemencével megegyezően — mégsem lépte túl a 0,08—0,2%-os határértéket. A kísérlet legnagyobb eredménye azonban abból a megfigyelésből ered, hogy a felhasznált oxigén mennyisége többszöri ellenőrzés során bebizonyíthatóan nem állt arányban a ténylegesen elégett szén mennyiségével. Ebből arra következtettek, hogy a szén elégésének reakciójában a befújt oxigénen kívül az eljárásnak az oxigénje, azaz az elektrolízis során keletkező széndioxid is résztvesz. E feltevés ellenőrzésére két kísérleti kemencén 1958 május, június időszakban megszüntették a salakozást, de oxigént nem fújtak be. A két kemence ezalatt az időszak alatt teljesen szabályosan dolgozott. A fontosabb részletek tisztázása céljából 1958. júliustól 10 kemencén, majd szeptember 1-től további 10 kemencén szüntették meg a salakozást. Mindkét kísérleti brigád kemencéinek felét három naponként, a másik felét tíz naponként egyszer engedték anódeffektusra.

A kísérletek a cikk közléséig teljes sikerrel folytak, egy kemencén sem volt rendellenesség észlelhető. A salak nem halmozódott össze, a hőfokviszonyok normálisak maradtak. A végkövetkeztetésekről még korai lenne beszélni, azonban már most látszik, hogy a kísérletek eredményességének egyik legfontosabb feltétele a megfelelő elektrolit összetétel. Így pl. az egyik kemence, amelyben 2,89 elektrolit-mol arányt tartanak (olvadéktitrálásos módszerrel meghatározva), teljesen kedvező körülmények között dolgozik, habár 1958 április 30-a óta egyszer sem szedtek róla salakot. Megfigyelhető, hogy savanyú fürdőjű kemencéken (2,3—2,4 molviszony), amelyekről utoljára 1958 június 30-án szedtek salakot, a salak nehezebben ég ki. Romlanak a salak kiégési viszonyai a lúgos (3,0 molviszony) elektrolit összetételű kemencékben is.

Az ismertetett technikai változás kidolgozásának nemcsak az eljárás tökéletesítése és a kohászok munkájának megkönnyítése következtében van jelentősége, hanem azért is, mert megteremti az előfeltételeket a kemencék folyamatos timföldadagolásához, azaz az eljárás további tökéletesítéséhez, — fejezi be cikkét Mihajlik, T.

Megjegyzendő, hogy a fenti tapasztalatokat kizárólag oldaltüskés kemencék üzemével szerezték. Nyilvánvaló azonban, hogy a szénsalak megfelelő elhelyezésével (a gázégő közelében) valamint a kemence gondos, jó takarásával függőleges tüskéjű kemencéken is jelentős mennyiségű szénsalak égethető ki az elektrolit felszínén. A cikkek nem foglalkoznak részletesebben a szénsalak-képződés csökkentésének problémájával. Az e területen való haladás ugyancsak megkönnyítené a haladó technika változatának szélesmérvű, gyors és az összes kemencetípusokat felölelő elterjedését.

Balázs Endre

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: *Kutas Andor*

Libériában Limba környékén, kb. 260 km-re Buchanan kikötőtől négy év előtt nagy mennyiségű, átlagban 65% vasat tartalmazó ércet találtak. Vállalat létesült, amelyben Libéria 50%-os, a Betlehen Steel Corp. 25%-os és svéd cégek 25%-os részesedést vállaltak. A vállalat elkészítette a terveket, amelyek szerint 1962—1963. évben 10 millió tonna érckapacitással megindul a termelés. Megállapodtak abban, hogy a kitermelt érc 25%-át a Betlehem Steel Corp. veszi át, a többit a piacon fogják elhelyezni. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959. 10. sz.

Gaburban (Francia—Aquator Afrikában) nagy mennyiségű vasércet tártak fel, amelynek kitermelését tervezik. Az eddigi kutatások a Borka hegységben kb. 200 millió tonna vasérc jelenlétét állapították meg. Az érc minősége jó, kb. 60% Fe-t tartalmaz. Csak igen nagy költséggel lesz szállítható. 700 km vasútat és megfelelő kikötőt kell építeni. A költségek olyan nagyok, hogy az eddig feltárt 200 millió t vasérc nem tudná fedezni a szükséges beruházásokat. *K. A.*
Ch. Ztg. 1959. 10. sz.

Bulgáriában, Kremikovciben új acélgyár épül a harmadik ötéves tervben. Az új gyárhoz külszíni ércbánya, egy ércelőkészítő és darabosító, továbbá egy kokszoló és vegyimű is tartozik. Teljes kiépítés után a gyár kb. 1 millió tonna acélt fog gyártani. Az ötéves terv végére az első lépcsőben évi 1 millió tonna ércet fognak bányászni és 350 000 tonna kokszot termelni. 1964-ig üzembe kerül a saját erőmű. A kohászati üzemek termelésében 300 000 tonna nyersvas, 450 000 tonna folyékonyacél és 300 000 tonna hengerelt áru szerepel. *Á. F.*
St. u. E. 1959. 15. sz.

Új Foundlandban nagy vasérc telepeket fedeztek fel melyeknek korszerű kiaknázására a kormány terveket dolgoztatott ki. Miután az országnak vasipara nincs, az ércet koncentrátummá szándékoznak feldolgozni. Ezeknek a terveknek realizálása után az ország a világ legnagyobb vasérc termelője lesz, évenként nyolcvanmillió tonna vasérckoncentrátumot fognak termelni. *K. A.*
(Ch. Ztg. 1959. 10. sz.)

Az USA-ban Maine államban nagy kiterjedésű Ce-érctelepet tártak fel. A ritka érc két okból jelentős. Részben mert a feltárt ércvagyon igen nagy, részben pedig az érc fémtartalma az eddigi fúrási eredmények alapján eléri a negyvenkét százalékot, amiért is feldolgozása igen gazdaságosnak igérkezik. *K. A.*
(Ch. Ztg. 1959. 10. sz.)

Az „Union Uranoxyd du **Haut-Katanga**" leszállította az első sárga uránoxydot, amelynek tisztasága felülmúl minden eddigit.

A **North Bergen N. J.**-ben „National Beryllium Corp." hosszas kísérletezések után nagy tisztaságú berylliumoxidot állított elő. Ez a tiszta termék 2200 C°-ot elbír, elektronikus és nukleáris célra előnyösen használható. *K. A.*
(Ch. Markt. 1959. 11. sz.)

NSZK-ban az alumíniumfólia felhasználása 1957-ről 1958-ra 700 tonnával, 17 300 tonnára emelkedett. Az elmúlt évben az ország fejkvotája alumíniumfóliában 330 g volt. Európa főfogyasztó országaiban pedig Svájcban 370 g, Angliában 350 g, Franciaországban 260 g és Olaszországban 80 g volt. Amíg Európában a főfogyasztó helyeken 300 g az évi fejkvóta, addig az USA-ban 540 g, aminek magyarázata az, hogy ott csomagolásra nagy mennyiségben használják. *K. A.*
(Ch. Ind. 1959. 6. sz.)

Mexikóban, Gomez Palacio-ban épül az ország első ferromangán kohója, 10 millió peso beruházással. Terv szerint ez év végén a kohó felveszi üzemét. Gomez, Palacio közelében sok mangánércbánya van, úgy ez, valamint az a körülmény, hogy a közelben több feldolgozó üzem van, a telepítés helyességét igazolja. Későbbi időpontban vasszilícium, vaskróm, vaswolfram, vasnikkel előállítása is tervbe van véve. *K. A.*
(Ch. Ind. 1959. 7. sz.)

NSZK-ban a nem-nemes fémek termelésében a folyó évben ismét kisebbszerű növekedés jelentkezik, a felhasználás az utóbbi három évben a következőképpen alakult: (az összeállítás alumíniumra, ólomra, rézre zinkre, ónra, nikkelre 1000 t-ban vonatkozik)

1224,8 1266,4 1323,0

A termelés nem fedezte a szükségletet, ezért behozatallal pótolták. *K. A.*
(Ch. Ing. Techn. 5. sz.)

Az olasz vas és acélpiac. Olaszországnak nincs szénbázisa, ércelőfordulásai korlátolt hozamuak — a kis terjedelmű ércmezői az Alpok déli lábainál, Elba és Szardinia szigetén fekszenek — így az alapanyagokban behozatalra szorul. A második világháború előtt kereken évi 2 millió t volt a nyersacél termelése. Ez a mennyiség erősebb iparosításra nem elegendő, ezért még akkor — bár megfelelő nyersanyagbázis nélkül merész volt — egy acélgyártó nagyipar fejlesztését vették tervbe. Mivel ilyen merész tervre magántőke nem vállakozott, ezért a már 1936-ban alapított állami vállalat Iri (Istitutitó Ricostruzione Industriale) egy leányvállalatot hívott életre Finsider néven (Societa Finanziaria Sidergica), melynek feladata a kohászat fejlesztése.

A kohászat fejlesztése a háború miatt megakadt s csak 1949-ben indult meg erőteljesebben, amikor a Marshall-segély keretében s azóta is megfelelő hiteleket kaptak. Olaszország bár hijjával van a nyersanyagoknak, ma már mégis egy versenyképes acéliparral rendelkezik, mely a háború előttinek a háromszorosa. Az 1. táblázat 1953 óta mutatja az olaszországi termelés évi adatait.

1. táblázat

Nyersvas és folyékonyacél termelés 1000 t-ban

Év	Nyersvas	Folyékony acél
1953	1254	3500
1954	1298	4207
1955	1677	5395
1956	1935	5911
1957	2138	6787
1958	2107	6265
1959 I. félév	1018	3148

A nyersvas-acélarány átlagban 1 : 3 hoz, tehát elég kedvezőtlen arány. A világ nyersvastermelői között. Olaszország a 15., a folyékonyacél termelésben a 8. helyen áll.

Az acéltermelésből 1958-ban martin-acél 57,6%-ot, az elektro-acél 37,1%-ot, a konverter-acél 5,3%-ot tett ki. Az elektro részesedés feltűnően nagy. Ugyanez a szám Franciaországban 8,68%, NSZK-ban 6,64%, Angliában 5,75%.

Mivel Olaszország nyersanyagbázis hiányában mindig behozatalra szorul, azért a gyárait a tenger mellé telepíti. Így a Cornigliano-mű Genuában, a Bagnoli-mű Nápolyban, a Piombino-mű Livornoban települt. Az érc és szén szállítását egy állami hajózási vállalat látja el, mely így állandó ingadozás mentes fuvarköltséget biztosít.

A nagyolvasztó nagy kokszfogyasztó, ez okozza azt, hogy a nagyolvasztók száma az acéltermeléshez képest kicsi. Mindössze 11 nagyolvasztójuk van s abból is üzemben 8—9 van.

Az acélgyártásban nagy az ócskavasarány, amit rendszeresen importból kell fedezni. Az ócskavas arány Olaszországban 1 t acélra 772 kg, Angliában 530 kg, USA-ban 470 kg, az NSZK-ban 430 kg, Franciaországban 362, Belgiumban 207 kg.

Olaszország szükséglete ócskavasban évi 5 millió tonnánál is több. Ebből kb. 2 millió t a belső felhozatal, a többit importálja éspedig az NSZK-ból, Franciaországból és az USA-ból.

A legtöbb acéltermelő országban a SM-kemencéket kokszgázzal fűtik. Olaszország a SM-kemencéit földgázzal járatja. Földgázban Olaszország gazdag. Európai gazdasági egységen belül a földgáz előfordulásnak 80%-a Olaszországra esik. 1958-ban a termelés 5,177 milliárd m^3-re rugott, amiből az acélgyártás 699 millió m^3-t fogyasztott. A kemencék 70%-át földgázzal 30%-át olajjal fűtik. A földgáz fűtőértéke 11 500 kcal/m^3-rel igen nagy.

A nyersvas szűkének ellensúlyozására főként Olaszország északi részében elektromos nagyolvasztók terjedtek el. Az elektromos nagyolvasztót villamos energia fűti, amelyet fehéráramként termelnek. Az ércelegyet elsősorban 54% Fe-tartalmú piritpörk és hazai érből állítják össze. A redukciós munkát főként 400 kg/t nyersvas mennyiségű gázkoksz végzi. Ezek a üzemek nagyszámban csak májustól szeptember végéig dolgoznak, mivel ekkor van elegendő olcsó fehéráramuk. A nyersvasuk 7,6%-a származik az elektromos nagyolvasztókból. Ez a termelésük a közeli években még növekedni fog.

A művek készáru profilja durva mértékben el van osztva. Cornigliano-mű lényegében fínomlemezeket gyárt, míg a Genuai Ilva-acélmű, valamint a Bagnoli és a Piombino gyárak idomacélt gyártanak.

Az évi kb. 7 millió t folyékony acélból az öt legnagyobb gyár 2/3-dal részesedik, míg a maradó 1/3 termelés kb. 60 kisebb vállalat között oszlik meg. Ezek a kisebb vállalatok a jövőben, a nyersanyagbázis hiányában a versenyt nem fogják bírni s számuk valószínűleg fokozatosan tetemesen csökkeni fog.

A Földközi-tenger mellett épült Cornigliano a szakkörök egybehangzó véleménye szerint a világ egyik legszebb vasgyára. A terepet amelyre épült 7 millió m^3 föld és 280 000 m^3 beton felhordásával hódították el a tengertől, melynek feneke néhol 18 m-t is elért. A termelés 1953-ban indult meg, 1958-ban 616 000 t nyersvasat, 1 millió t folyékony acélt és 930 000 t hengerelt árut termeltek. A további fejlődésben 1960-ban 1,2 és 1965-ben 1,6 millió t folyékony acélt szándékoznak termelni. A műben két nagyolvasztó á napi 750 t-ás termeléssel dolgozik, ehhez épül 1961-ig egy 1500 t napi termelésű újabb nagyolvasztó. A nagyolvasztót kiszolgáló kokszoló három kemence csoportból áll. A SM-acélműben hat kemence dolgozik. A hengermű egy reverzáló duo blocksorból, egy reverzáló quartó univerzálsorból, egy hat állványos folytatólagos széles szalagsorból, egy finomlemezgyártó hideg quarto állványból áll. A műben van egy Sendzimir-rendszerű cinkező és egy elektromos ónozó berendezés.

A milánói „Acciaire e Ferriere Lombarde Falck" művek, mely magánkézben van, szélesen kiterjedő programmal egyike a legnagyobb olasz vasgyáraknak. A gyárhoz a Vulcano Unione, Concordia és Vobarna gyártelepek tartoznak. A termelvényeik nyersvas, SM-acél, elektroacél és a hengerelt acél széles skálája. Évi folyékonyacél termelése kb. 650 000 t.

Az olaszok legnagyobb csőgyára Dalminében van, mely állami tulajdon. Termelése kb. évi 500 000 t cső. Telepei vannak Florenziában és Nápolyban is, ahol kiterjedt hegesztett és műanyag csöveket gyárt.

Olaszország legnagyobb gyára a „Fiat Societa per Azioni" művek Torinoban. Az évi 650 000 t folyékony acél termelésből mindenféle féltermény és készáru készül, amilyent csak az autógyára megkíván. Fiát kohászati gyárában két elektromos nagyolvasztó, hatkemencés SM-acélmű, három á 60 t-ás elektrokemmence, egy 1200 mm-es meleg és hideg lemezsora van, mely utóbbi Sendzimir rendszerű. Ezenfelül saját szükségletre csövet s drótot is gyárt.

(St. u. E. 1959. 17. sz.) *Á. F.*

Fémkohászati folyóiratfigyelő

1. Ércelőkészítés

Verhovszkij—Sohin : **Nagyfajsúlyú, mozgó közegben eső szemcsék végsebességének meghatározása.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 1—4. o. Az eljárás szuszpenziókban és valódi oldatokban végzett mérésekre egyaránt használható.

Gerstenberger, G.: **Ércelőkészítő üzemek automatizálása.** Neue Hütte, 2. évf. 7. sz. 1958. júl. 389—398. o.

Kun B.: **A gyöngyösoroszi ércbányászat műszaki és gazdaságossági problémái.** Bányászati L., 91. évf. 6. sz. 1958. jún. 373—380. o.

Pandelescu, C.: **Az úsztató-ülepítő eljárás használati lehetőségének vizsgálata a Román Népköztársaság egy komplex szulfidércének előzetes dúsítására.** Revue Métallurgie Roumaine, 3. köt. 2. sz. 1958. 85—111. o.

Dobrescu, L.: **Ásványi anyagok ülepítéssel való dúsíthatóságára vonatkozó elméleti vizsgálatok.** Studii si Cercetari de Metallurgie, 3. évf. 4. sz. 1958. 505—530.

Tarján G.: **A hidrociklonban kialakuló nehézszuszpenzióról.** Bányászati L. 91. évf. 6. sz. 1958. jún. 361—366 o.

Kurumcsin—Nikitin stb.: **Hidrociklon használata pörkölt cinkszínporok osztályozására.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 68—70 o.

Ferrara, G.: **A hidrociklonos elválasztásról.** Industria Mineraria, 9. évf. 5. sz. 1958. máj. 257—265. o.

Ciborowski—Wronski : **Nátriumszulfát redukciója fluidizálással.** Przem. Chemiczny, 37. köt. 8. sz. 1958. aug. 520—522. o.

Reznik, I. D.: **A távozó gázok nedvességtartalmának mérése oxidos nikkelércek zsugorításakor.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 75—76. o.

2. Kemencék, tüzelő- és tűzállóanyagok

Blecher, F.: **Hőkicserélődés kokszkemencék regenerátoraiban.** Brennstoff-Ch., 39. köt. 15/16. sz. 1958. aug. 20. 240—252. o.

Henry—Blaive : **Fémkötések ipari vákuum előállítására.** Le Vide, 13. évf. 75. sz. 1958. máj.—jún. 172—175. o.

Wright, E. C.: **Villamos kemencék tűzállóanyagai.** Metal Progr., 73. köt. 5. sz. 1958. máj. 87—88. o.

Wolf—Ritzmann : **A gázatmoszféra hatása a dikalciumszilikátot tartalmazó klinker zsugorítási intervallumára.** Chemie- Ing. Techn. 30. évf. 8. sz. 1958. aug. 516—520. o.

Fioro, F.: **A grafit.** Industria Mineraria, 8. évf. 10. sz. 1957. okt. 687—690. o.

Weber, W.: **Áramlás- és hőtechnikai mérő- és szabályozó műszerek a hannoveri vásáron.** VDI-Z., 100. köt. 21. sz. 1958. júl. 21. 969—972. o.

3. Bauxit, timföldgyártás

Komaniec, M. F.: **A bauxit ásványi összetételének és szerkezeti sajátosságainak hatása a Bayer-eljárás szerinti feldolgozáskor.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 50—53. o.

Bagó F.: **A termelési veszteségek csökkentésének helyes iránya és gyakorlati módszere a bauxitbányászatban.** Bányászati L., 91. évf. 7. sz. 1958. júl. 467—475. o.

Mucsai—Soliom : **Hőcserélők hidraulikus ellenállásának számítása.** Energia és Atomtechnika, 11. évf. 7—8. sz. 1958. júl.—aug. 452—456. o.

A folyamatos timföldgyártás technikája Franciaországban. J. Four Électr., 63. évf. 3. sz. 1958. máj.—jún. 89—91. o.

Saalfeld, H.: **Gamma-Al_2O_3 szerkezeti kérdései.** Fortschr. Mineralogie, 36. köt. 1. sz. 1958. jún. 72—73. o.

Strankmüller, J.: **Lauta-massza helyettesítése.** Freiberger Forschungsh., A 103, 1958. 10—33. o.

Budnyikov—Gorskov : **A kalciumhidroszulfoaluminát és a kalciumhidroszulfoferrit stabilitásáról** MTA Kémiai O. Közl., 10. köt. 2. sz. 1958. 145—156. o.

Ohmori—Sanbongi : **Al_2O_3 aktivitása a CaO-SiO_2-Al_2O_3 rendszer salakjaiban.** J. Japan Inst. Metals, 22. évf. 6. sz. 1958. jún. 316—320. o.

Newkirk—Aliferis : **Nátriumkarbonát száradása és bomlása.** Anal. Chem., 30. köt. 5. sz. 1958. máj. 982—984. o.

Hostálek, Z.: **Nátriumkarbonát kausztifikálásának konverziós görbéje.** Collection CSR, 23. köt. 8. sz. 1958. aug. 1451—1455. o.

4. Általános kohászat

Pratt, J. N.: **Bevezetés a kohászati termodinamikába.** J. Birmingham Metallurg. Soc., 38. köt. 2. sz. 1958. jún. 56—75. o.

Folyékony fémek felületi feszültsége. Metal Progr., 72. köt. 1. sz. 1958. júl. 178—182. o.

Geller, R.: **Fémek gáztalanítása vákuumban.** Le Vide, 13. évf. 74. sz. 1958. márc.—ápr. 71—76. o.

Androssow L.: **Elektrolitok viszkozitásáról.** Z. Elektrochemie. 62. kötet 5. sz. 1958. 608—615. o.

Scott, F.: **Rádióizotópok felhasználása a kohászatban.** Metal Treatment, 25. köt. 153. sz. 1958. jún. 227—232. o.

5. Alumíniumkohászat

Stern—Holmes : **Az alumínium elektrolizáló kádak anódján lefolyó hőreakciók mechanizmusa.** J. Electrochem. Soc. 105. köt. 8. sz. 1958. aug. 478—483. o.

Rubin, B. L.: **Az áram és a mágneses erőtér kölcsönhatásának közelítő vizsgálata alumínium-elektrolízisben.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 53—56. o.

Bockman—Wleügel : **Elektromágneses erők nagyméretű alumínium elektrolizáló kádakban.** J. Electrochem. Soc., 105. köt. 7. sz. 1958. júl. 417—420. o.

Bronstein—Bredig : **Alkálifémeknek halogénsóinak olvadékában mért villamos vezetőképesség.** JACS., 80. köt. 9. sz. 1958. máj. 5. 2077—2081. o.

Bloom—Bockris—Richards—Taylor : **Néhány egyszerű elektrolit-olvadék gőznyomása és párolgási hője.** JACS 80. köt. 9. sz. 1958. máj. 5. 2044—2046. o.

Niederkorn, I.: **A katód- és az anódáram sűrűségének hatása a kriolitos alumínium elektrolízis áramhatásfokára.** Studii si Cercetări de Metalurgia, 3. évf. 3. sz. 1958. 319—344. o. A műkriolit gyártása. J. Four Électr. 63. évf. 3. sz. 1958. máj.—jún. 91. o.

Gupalo, I. P.: **Szükséges-e az alumínium elektrolizáló kádak anódjának tetejéről gázelszívás ?** Cvetnüe Metallü, 31. köt. 4. sz. 1958. ápr. 53—57. o.

Bugarev—Zseleznov—Sindel'man : **Megjegyzések az alumínium-elektrolizis termelékenység-növelésének kérdéséhez.** Cvetnüe Metallü, 31. köt. 4. sz. 1958. ápr. 49—52. o.

Ferrend, L.: **Duplex-kemencék alumíniumnak elektrolízissel való raffinálására.** Alumínium, 34. évf. 6. sz. 1958. jún. 158 A. o.

Ginsberg—Lattey—Neunzig : **Erftal, egy új fényesíthető kohóalumínium-féleség.** Metall, 12. évf. 6. sz. 1958. jún. 497—501. o.

6. Ólom- cink- és ónkohászat

Rodjakin, V. V.: **A salakkal távozó fémveszteségek az aknáskemencében való ólom-olvasztáskor.** Cvetnüe Metallü, 31. köt. 8. sz. 1958. aug. 21—24. o.

Pelzel, E.: **Folyékony ólom és fémoxidok közötti reakció egyensúlyok.** Erzmetall, 11. köt. 6. sz. 1958. jún. 247—252. o.

Schmidt—Fischer—Ebeling : **A stolbergi ólomkohó új, nyomás alatt zsugorító berendezése.** Erzmetall, 11. köt. 7. sz. 1958. júl. 301—310. o.

King, E. G.: **Ólomszeszkvioxid, vörös és sárga ólommonoxid hőkapacitása és entrópiája 298. 15 K°-on.** JACS., 80. köt. 10. sz. 1958. máj. 20. 2400—2401. o.

Kaiser, W. F.: **Cink.** Pro-Metall, 11. évf. 64. sz. 1958. aug. 11—23. o.

Lupu—Grigoru—Radu : **Cinkszulfid oxidációs mechanizmusának és kinetikájának vizsgálata.** Studii di Cercetări de Metalurgia, 3. évf. 4. sz. 1958. 477—490. o.

Spandau—Klanberg : **Cink- és kadmiumszulfid gőznyomásának vizsgálata.** Z. anorg. Chemie, 295. köt. 5—6. sz. 1958. júl. 309—315.

Kadmium kinyerése elektrolit cink üzemek hulladékából. Engng. Ming. J., 159. köt. 6. a. sz. 1958. jún. 15. 84. o.

Kersanszkij—Ovcsarenko : **Elektrotermikus eljárás az ezüsthab cinktartalmának illósítására.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 4. sz. 1958. ápr. 34—43. o.

7. Réz- és nikkelkohászat

Rogel'berg—Spicsineckij : **A kis kéntartalmú nikkel plaszticitása és a nikkelnek olvasztásakor a kéntelenítésével kapcsolatos kérdések.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 7. sz. 1958. júl. 61—65. o.

Rotinjan, A. L.: **Az elektrolitikus nikkelgyártás tapasztalatai.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 7. sz. 1958. júl. 23—30. o.

9. Ritka fémek kohászata

Mori, K.: **Titándús salakok villamos vezetőképessége.** J. Japan Inst. Metals, 22. köt. 3. sz. 1958. márc. 144—148. p.

Schäfer—Wartenpfuhl—Weise : **Titán** (III)-**oxyklorid.** Z. anorg. Chemie, 295. köt. 3—4. sz. 1958. jún. 268—280. o.

Titántetraklorid hidrogénes redukciójával előállított tiszta titántriklorid-por. C/EN., 35. köt. 40. sz. 1957. okt. 7. 61. o.

Häusler, W.: **Titántetraklorid redukciója nátrium-cink olvadékkal.** Z. Metallkde. 49. köt. 4. sz. 1958. ápr. 206—209. o.

Nowikow—Brenner : **Az olvadék fürdőtérfogatának meghatározása titánnak olvasztásakor ívkemencében.** Z. Metallkde. 49. köt. 4. sz. 1958. ápr. 199—201. o.

Titán előállítása elektrolízissel. Metal Progr., 73. köt. 5. sz. 1958. máj. 192—195. o.

Porro, G.: **Szelén.** Industria Mineraria, 9. évf. 7. sz. 1958. júl. 385—392. o.

Aries—Sachs : **Nagyon tiszta szilicium előállítása és felhasználása.** Chimie e Industrie, 80 köt. 1. sz. 1958. júl. 14—17. o.

Lübke, A.: **Germánium.** Metall, 12. évf. 7. sz. 1958. júl. 653—656. o.

Spandau—Klanberg: **Germániumszulfidok termikus tulajdonságai.** Z. anorg. Chemie, 295. köt. 5—6. sz. 1958. júl. 291—299. o.

Sujishi—Keith : **Germániumtetraklorid reakciói litiumalumíniumhidridekkel.** JACS., 80. köt. 16. sz. 1958. aug. 20. 4138—4140. o. Germanátok előállítási módszere.

Kiss I.: **Az U^{235} dúsításának ipari módszerei.** Energia és Atomtechnika, 11. évf. 7—8. sz. 1958. júl.—aug. 466—473. o.

Az

alumíniumfólia

felhasználás világszerte egyre nagyobb tért hódít

Gyártja a

Kőbányai Könnyűfémmű fóliaüzeme

sima, mintázott, színes, színes-mintázott, impregnált és kasirozott kivitelben

fólia az élelmiszeripar, a csomagolástechnika, a járműipar, a híradástechnika, az építészet szolgálatában

Részletes felvilágosítást nyújt a

KŐBÁNYAI KÖNNYŰFÉMMŰ
(Budapest, X., Cserkesz utca 42.)
műszaki osztálya (telefon : 148—865)
és anyag- áruforgalmi osztálya (telefon: 149—021)

Cliffors—Bullwinketl—McClaine—Noble : **Urán (VI) oldószeres extrakciója karbonátos oldatokból.** JACS., 80. köt. 12. sz. 1958. jún. 20. 2959—2961. o.

Cepelák—Maly—Machácek : **Uranilnitrát extrakciója dietiléterrel.** Collection, 23, köt. 6. sz. 1958. aug. 1509—1514. o.

Brodsky, M.: **Néhány uránkinyerési módszer.** Énergie Nucl. 2. köt. 2. sz. 1958. ápr.—jún. 110—115. o.

Matijevic—Pavkovic : **Uranilfoszfát és nátrium-uranát koagulációjáról.** Kolloid-Z., 159. köt. 1. sz. 1958. júl. 1—7. o.

Huttl, J. B.: **U_3O_8 karbonátos kilúgzás.** Engng. Ming. J., 159. köt. 7. sz. 1958. júl. 86—92. o.

Wolf, H.: **A nemesfémek kutatása és ipari felhasználásuk.** Metall, 12. évf. 7. sz. 1958. júl. 585—598. o.

Cüb, P. P.: **A higanykatódos elektrolízis a színesés ritkafémek előállításakor.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 1958. aug. 40—45. o.

Ritkafémek korszerű előállítása. Chemische Technik, 9. évf. 10. sz. 1957. okt. 607—608. o.

Benes, J.: **Vanádiumpentoxid leválasztása alkalikus kilúgzás után.** Chemicky Prum., 8. köt. 7. sz. 1958. júl. 350—352. o.

Savarese, M. L.: **Mangán.** Industria Mineraria, 9. évf. 5. sz. 1958. máj. 267—272. o.

Chilton, C. H.: **Nagyon tiszta mangán előállítása elektrolízissel.** Chem. Engng., 65. köt. 10. sz. 1958. máj. 19. 136—139. o.

Baum, H.: **Wolfrám.** Metall. 12. évf. 7. sz. 1958. júl. 652—653. o.

Miller, G. I.: **Tantál, nióbium és berillium.** Metal Ind., 92. köt. 25. sz. 1958. jún. 20. 507—509. o.

Berillium. Metal Treatmant, 251 köt. 155. sz. 1958. aug. 313. o.

99,8%-os tisztaságú elektrolit-kobalt. Engng. Ming. J., 159. köt. 6a. 1958. jún. 15. 72. o.

A cinkelektrolízis kobalttartalmú hulladékából előállított elektrolitkobalt. J. Four Électr. 63. évf. 3. sz. 1958. máj.—jún. 96—97. o.

10. Munkavédelem

Kay, K.: **1956—57. levegőtisztítással foglalkozó cikkeinek áttekintése.** I/EC., 50. köt. 8. sz. 1958. aug. 1175—1180. o. 261 bibliogr. a szállópor-leválasztással és a szennyezett levegő tisztításával kapcsolatban.

Pára és por leválasztása gázokból. Metal Ind. 93. köt. 7. sz. 1958. aug. 15. 134—135.

Plotnickij, I. S.: **Az elektromos porleválasztók feszültségének automatikus szabályozása.** Cvetnüe Metallü, 31. évf. 8. sz. 45—50. o.

Néhány egyszerű összefüggés spektroszkópiai állandók között[1]

Számításaim során azt találtam, hogy a spektroszkópiai alapállandók a Bohr és Sommerfeld formulákból kiindulva az alábbi egyszerű formára hozhatók:

Rydberg állandó:

$$R_\infty = K^2 \cdot \frac{3\pi}{(4\pi^2)^6 \cdot \lambda_0} = 1{,}09737311 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{cm}^{-1}$$

Finomstruktúra állandó:

$$K \cdot \frac{2\pi}{(3\pi^2)^2} = \frac{1}{137{,}0422}$$

Univerzális állandó:

$$p_0 = \frac{e^2}{a \cdot l_0^4 \cdot \pi} = 1{,}956 \cdot 10^{-32}$$

$$K = \frac{a}{b}$$

$$a = \left[\frac{4}{3}\left(\frac{8^2}{8^2-1} - \frac{1}{8}\right)\right]$$

$$b = \frac{4}{3}\,\frac{8-1}{8}$$

$\lambda_0 = 1{,}321313637$ (a proton Compton-féle hullámhossza)

$$l_0 = \sqrt{K} \cdot \lambda_0$$

Dr. Sajó István

[1] Dr. Sajó István kérésére közöljük az állandókat. *Szerkesztő*

KOHÁSZATI LAPOK

Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki Könyvkiadó. Budapest. V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Megjelenik: 1480 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084

49956 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest. V. Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest. V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850.) vagy bármely postahivatalnál.

Előfizetési díj: egész évre 144.—Ft, egyesületi tagoknak 96.—Ft. Egyes szám ára: 12.—Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)

Fontosabb ipari alapanyagok és energiahordozók termelése 1958. IV. negyedévben és 1958-ban összesen

Alapanyagok és energiahordozók	Időszak	Országok														
		Magyarország	Szovjetunió	Csehszlovákia	Lengyelország	Német Dem. Köztárs.	Anglia	Ausztria	Belgium	Franciaország	Jugoszlávia	Német Szöv. Közt.	Olaszország	Svédország	Törökország	Egyesült Államok
Kőszén 1000 t	Október ..	233		2 171	8 580	245	176 602[2]	13,7	2 331	5 328	111	13 197	59	31	331	37 798
	November	221		2 278	7 999	247	18 029	13,2	1 937	4 722	100	11 965	52	27	332	32 644
	December	221		2 143	7 783	238	21 042[3]	11,8	2 196	4 736	110	11 563	58	28	347	37 808
	IV. n. év	675		6 592	24 362	730	56 673	38,7	6 464	14 786	321	36 725	169	86	1010	108 250
	Havi átlag	225	41 900[1]	2 197	8 121	243	18 891	12,9	2 155	4 929	107	12 242	56	29	337	36 083
	Év összesen	**2 626**	**496 800**	**25 795**	**94 982**	**2 904**	**219 277**	**141'0**	**27 062**	**57 721**	**1 207**	**149 003**	**722**	**317**	—	**385 282**
Barnaszén és lignit 1000 t	Október	1 900		4 871	710	18 482		573		209	1 673	8 166	65		148[5]	
	November	1 796		4 786	756	18 242		534		191	1 597	7 640	105		142	
	December	1 785		4 448	724	18 290		526		201	1 822	8 129	126		171	
	IV. n. év	5 481		14 105	2 190	55 014		1 633		601	5 092	23 935	296		461	
	Havi átlag	1 827		4 702	730	18 338		544		200	1 697	7 978	99		154	
	Év összesen	**21 615**		**56 838**	**7 539**	**214 969**		**6 494**		**2 318**	**17 880**	**93 487**	**646**			
Földgáz millió m³	Október	30			32			78		110	3,7	30	483			14 727[6]
	November	30			32			88		127	3,8	33	462			17 117
	December	32			36			102		138	4,9	33	527			23 003
	IV. n. év	92			100			268		375	12,4	96	1 472			54 847
	Havi átlag	31			33			89		125	4,1	32	491			18 282
	Év összesen	**376**			**384**			**819**		**1 054**	**46,1**	—	**5 180**			**210 436**
Kőolaj 1000 t	Október	75			14,5			233		119	39	389	142		29,2	29 231
	November	73			14,1			226		116	37	380	97		28,1	28 314
	December	74			14,6			230		122	38	401	153		29,8	29 894
	IV. n. év	222			43,2			689		357	114	1 170	392		87,1	87 439
	Havi átlag	74	9 800[1]		14,4			230		119	38	390	131		29,0	29 146
	Év összesen	**829**	**112 800**		**175,0**			**2 836**		**1 390**	**461**	**4 432**	**1 535**		**328,0**	**330 933**
Vasérc 1000 t	Október	25[7]		246	198[8]	120	1 494[3]	294	11,5	5 390	180	1 085	95	1 555	43[9]	8 714
	November	25		247	184	129	1 175	260	11,8	4 759	189	1 032	107	1 494	37	4 042
	December	26		221	177	133	1 367[3]	246	12,9	4 857	165	1 012	102	1 307	47	3 091
	IV. n. év	76		714	559	382	4 036	800	36,2	15 015	534	3 129	304	4 356	127	15 847
	Havi átlag	25	7 600[1]	238	186	127	1 345	267	12,1	5 005	178	1 043	101	1 452	42	5 282
	Év összesen	**305**	**88 800**	**2 799**	**2 172**	**1 506**	**14 848**	**3 411**	**123,0**	**59 456**	**1 997**	**12 641**	**1 292**	**18 598**	**520**	**69 059**
Nyersvas 1000 t	Október	95		319	326	159	1 229[3]	129	500	1 081	65	1 655	178	116[3]	18,7	5 328
	November	92		329	342	152	951	129	448	1 003	69	1 578	165	100	18,0	5 394
	December	92		334	373	162	1 132[3]	132	469	1 010	71	1 532	168	99	14,5	5 509
	IV. n. év	279		982	1 041	473	3 312	390	1 417	3 094	205	4 765	511	315	51,2	16 231
	Havi átlag	93	3 400	327	347	158	1 104	130	472	1 031	68	1 588	170	105	17,1	5 410
	Év összesen	**1 101**	**39 600**	**3 774**	**3 865**	**1 775**	**13 188**	**1 819**	**5 518**	**12 143**	**781**	**19 847**	**2 164**	**1 300**	**231,0**	**52 414**
Acél 1000 t	Október	135		488	495	264[10]	1 847[3]	196	541	1 333	99	2 195	559	263[3]	15,5	7 999
	November	140		472	488	260	1 430	185	462	1 160	91	2 049	508	211	16,0	7 756
	December	138		464	514	278	1 566[3]	188	499	1 206	107	1 945	506	192	15,6	7 902
	IV. n. év	413		1 424	1 497	802	4 843	569	1 502	3 699	297	6 189	1 573	666	47,1	23 657
	Havi átlag	138	4 700[1]	475	499	267	1 614	190	501	1 233	99	2 063	524	222	15,7	7 886
	Év összesen	**1 628**	**55 200**	**5 510**	**5 633**	**3 045**	**19 854**	**2 386**	**6 041**	**14 605**	**1 115**	**26 238**	**6 267**	**2 394**	**160,0**	**77 242**
Villamos energia, millió kWó	Október	582		1 789	2 180	3 104	8 565[3]	1 025	1 111	5 490	658	8 734	3 863	2 635	206[11]	62 416
	November	590		1 844	2 282	3 142	9 110	966	1 042	5 430	675	8 636	3 616	2 834	200	60 875
	December	596		1 844	2 382	3 258	10 186	933	1 164	5 790	699	—	3 836	2 987	—	66 324
	IV. n. év	1 768		5 477	6 844	9 504	27 861	2 924	3 317	16 710	2 032	—	11 315	8 456	—	189 615
	Havi átlag	589	19 800[1]	1 826	2 281	3 168	9 287	975	1 106	5 570	677	—	3 772	2 819	—	63 205
	Év összesen	**6 477**	**232 800**	**19 620**	**23 943**	**34 873**	**98 426**	**10 990**	**12 517**	**59 427**	**7 356**	—	**44 303**	**30 416**	—	**724 013**

[1] A Szovjetunióra vonatkozó IV. n. évi adatok 1958. II. félévének havi átlagai. A kőszéntermelés adata magában foglalja a barnaszén- és lignittermelést is.
[2] Észak-Irország nélkül.
[3] 5 heti termelés, a többi hónap adata: 4 heti termelés.
[4] A barnaszén-termeléssel együtt (részaránya kevesebb, mint 1%).
[5] Csak az állami bányák termelése (az egész termelésnek kb. 80%-a).
[6] Az egész termelésnek kb. csak 58—67%-át fedő adat.
[7] Csak a barnavasérc-termelés.
[8] Pirittel együtt.
[9] Csak az állami bányák termelése (1957-ben az össztermelésnek kb. 44%-a).
[10] Acélöntvény nélkül.
[11] Az egész termelésnek kb. csak 90%-át fedő adat.

A MISKOLCI NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM IPARGAZDASÁGTAN TANSZÉKÉNEK KÖZLEMÉNYE

(Összeállították: Szunyogh Zoltán adjunktus és Varga Jenő tanársegéd).

KOHÁSZATI lapok

92. ÉVFOLYAM

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

12. SZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

KOHÁSZATI LAPOK 14. (92.) ÉVFOLYAM 12. SZ. 533—588 OLD. BUDAPEST, 1959. DECEMBER

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE TAGJÁNAK LAPJA

Szerkesztőség: Budapest, V., Szabadság-tér 17. III. em. 306. Tel.: 127-084, 318-926

Венгерский Журнал Металлургии

Ungarische Zeitschrift für Hüttenwesen · Hungarian Journal of Metallurgy

Revue Hongroise de Metallurgie · Rivista Ungherese de Metallurgia

Főszerkesztő:

ÁRKOS FRIGYES

Szerkesztő:

VARGA FERENC

Szerkesztőbizottság:

BARCI MÁTYÁS
BARTHA LAJOS
CHAPÓ ELEK
DENIFLÉE SÁNDOR
DOBOS GYÖRGY DR.
DOMONY ANDRÁS DR.
HORVÁTH ZOLTÁN DR
KEMÉNY KORNÉL
KŐRÖS BÉLA DR.
KUTAS ANDOR
KÜSZTEL ALFRÉD
NAGY ZOLTÁN
PILISSY LAJOS
SÁFÁR LÁSZLÓ
SELMECZI BÉLA
SZAKÁL PÁL
SZELESS LÁSZLÓ
TIMÁR VILMOS
VÉCSEY BÉLA

Felelős kiadó:

SOLT SÁNDOR

MEGJELENIK HAVONKÉNT

TARTALOM

Üdvözöljük a 10 éves Nehézipari Műszaki Egyetemet 533

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 10 éves évfordulója 534

Az Egyesületnek a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállásának jubileuma alkalmából tartott választmányi ülése 546

Dr. Horváth Zoltán: A fémkohászattan oktatásának és a Fémkohászattani Tanszéknek története 556

Farkas Ottó: A Vaskohászattani Tanszék története 562

Dr. Verő József: Acél gáztalanítása vákuumban 569

Egyesületi hír 583

Műszaki és gazdasági hírek 584

Vaskohászati folyóiratfigyelő 585

ÖNTÖDE:

Nagy Zoltán: Lehűlési feszültségek keletkezése az acélöntvényekben 269

Rutkowski, Krzysztof: Rézszegény sárgarezek hőkezelése 274

Sturm József: Kokillába öntött, megmunkálható vasöntvények gyártását befolyásoló tényezők 283

Lapszemle 298

Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank 61.770

KIADJA A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Kiadóhivatal: Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. · Telefon: 113-450

Egyévi előfizetés: 144.— Ft. Egyesületi tagoknak: 96.— Ft. Egyes példányok ára: 12,— Ft

KOHÁSZATI LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA

XIV. évfolyam (XCII) **12. szám** 1959. december

Üdvözöljük a 10 éves Nehézipari Műszaki Egyetemet

Ez év szeptember 10- és 12-e között ünnepelte a Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállását. A „Mi Egyetemünk" felirás állt mindenütt a falakon, a feliratokon, ahol csak az Egyetemen igen szép számmal összegyült ünneplők megfordultak.

Az ország második műszaki egyetemére büszkék az oktatók s a diákok. A magáénak vallja joggal Miskolc városa, az egész ország, a magyar nép. Teljes joggal vallják magukénak a nagy közösségen belül a közvetlen közel állók, a magyar bánya- és kohómérnökök.

A jubileumi ünnepségek alkalmával kiadott emlékérem mindkét oldalának képe

A magyar bánya- és kohómérnök képzés két és negyed évszázada indult el Selmeczbányán, s útja Sopronon át Miskolcra, az ország legnagyobb bánya- és acélipari vidékére vezet. Miként az anya anya marad, bármerre is veti jó, vagy rossz sora, akként a bánya- és kohómérnököket nevelő „Alma Mater", a gyermekeit tudással tápláló, a tudáson át boldogulást adó iskola bárhol is kap otthont, a „mi Alma Materünk marad",

Ez az Alma Mater olyan új otthont kapott, amelyre büszke lehet Népünk, Pártunk, Kormányunk, hogy ilyen jól felszerelt s még helybőségben felszerelhető egyetemet adott a nehézipart tanuló új mérnök generációnak.

Amit a bányász- és kohász-mérnökök éveken át, évtizedeken át s több ízben megkíséreltek, de sem a ferencjózsefi-, sem a horthysta időkben meghallgatásra nem talált, nem kaptak maguknak önálló műszaki egyetemet, azt kérés nélkül, kilincselés, kérvényezés nélkül a népi demokrácia megteremtette.

Selmecbányán ma négy épület őrzi még a főiskolai oktatás emlékét. A négy épületből a város közepén levő Fritz-ház a legrégibb. Az már kb. másfélszáz éve állt az oktatás szolgálatában. A másik háromból elsőnek épült erdészeti épületet 1892-ben, a bányászatit 1899-ben, a kémiai épülettömböt pedig 1912-ben állitották az oktatás szolgálatába. A ferencjózsefi idők kormányainak több mint két évtizedre volt szüksége, hogy a négy épületet magábafoglaló egyetemből hármat megépítsen. A demokratikus rendszer az egyetem részére alig 10 év alatt egy sor épületet varázsolt elő.

A sok szép, tágas épület a Nehézipari Műszaki Egyetemé és most a bánya- és kohómérnök társadalom, az egyetem tanári, oktatói karán, s az új nevelkedő mérnökgeneráción, azaz mindannyiunkon a sor, hogy az új Egyetemről a jövendő olyan mérnökei kerüljenek ki, akik szakmájukat szeretik, hazájukat szeretik, akik az átplántált tudást világszinten tartják, a bányászatot, kohászatot és annak tudományát szívvel lélekkel fejlesztik, forró hazaszeretettel építik országunkat s országunkban mindannyiunk boldogulását, a szocializmust.

Ezeknek a gondolatoknak feljegyzésével szeretettel köszöntjük a jubiláló Egyetemet s kívánunk eredményekben és sikerekben gazdag nevelő munkát. *Jó szerencsét*

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 10 éves fordulója

Szeptember 10—12-én ünnepelte a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 10 éves jubileumát. A Dudujka festői völgyében elterülő korszerű „*Egyetemváros*" ünnepi díszben fogadta a nagyszámú hazai és külföldi vendéget. Szeptember 10-én de. 11 óra 15 perckor az Egyetem zsúfolásig megtelt aulájában ünnepélyes külsőségek között kezdődtek meg a jubileumi ünnepségek.

Ünnepi megnyitó

Az ünnepi megnyitón megjelent *Kállai Gyula*, az MSZMP Központi Bizottságának titkára, államminiszter, *Orbán László*, az MSZMP Központi Bizottsága tudományos és kulturális osztályának vezetője, *Prieszol József*, a Központi Bizottság tagja, a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei pártbizottság első titkára, *Molnár János*, a művelődésügyi miniszter helyettese, *Koval Pál*, a miskolci városi pártbizottság első titkára, *Fekete László* a Miskolc Városi Tanács VB elnöke. A külföldi egyetemek képviseletében prof. ing. *Bahr Johannes*, a Freibergi Akadémia rektorának képviselője, prof. ing. *Doktor, Alexander* a kassai Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának dékánja, prof. dr. ing. habil *Giessmann*, a magdeburgi Nehézgépészeti Főiskola rektora, prof. dr. *Kolbenheyer, Tibor*, a kassai Műszaki Egyetem rektora, doc. dr. inz. *Oberc, Andrzej* a krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia prorektora, prof. *Samujlo, Julian* a krakói Bányászati és Kohászati Akadémia Bányamérnöki Karának dékánhelyettese, ing. *Szuttor, Norbert*, a kassai Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karának dékánhelyettese, dipl. ing. *Zöllner, Paul* az eislebeni Bányászati és Kohászati Műszaki Főiskola docense. A hazai egyetemek képviseletében dr. *Bihari Ottó*, a pécsi Tudományegyetem dékánja, dr. *Csűrös Zoltán*, a Budapesti Műszaki Egyetem rektora, dr. *Kiss Albert*, a gödöllői Agrártudományi Egyetem rektorhelyettese, dr. *Nyíri Antal*, a Szegedi Tudományegyetem rektorhelyettese, dr. *Rados Kornél*, az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem rektora, dr. *Rapcsák András* a debreceni Kossuth Lajos Tudomány Egyetem rektorhelyettese, dr. *Straub Gyula* dékánhelyettes, a veszprémi Vegyipari Egyetem képviseletében. Bányáink, vasgyáraink, gépgyáraink sok idős s fiatal vezető állású mérnöke az egyetem oktatói és dolgozói, nagyszámú hallgatóság és az egyetem volt hallgatói közül több mint 500 ifjú mérnök.

A megnyitó ünnep elnöki emelvényének egy része Sályi István rektor beszéde alatt

Az ünnepély megnyitása után dr. *Sályi István* rektor tartott ünnepi beszédet. A megjelentek üdvözlése után beszédét így kezdte. „A krónikásnak ma az a feladata, hogy röviden és híven beszámoljon a Nehézipari Műszaki Egyetem első tíz éves történetének legfontosabb mozzanatairól". Majd azt fejtegette, hogy az egyetem életében tíz év legfeljebb annyi, mint egy ember életében 1 év, nem lehet tőle világraszóló eredményeket várni, nem lehet még olyan eseményeket felsorakoztatni, amelyet a késő utókor is számon fog tartani.

Ezután az Egyetem születésének körülményeire tért rá. „Egyetemünk története azon a napon kezdődik, amikor az 1949. évi XXIII. tc. kimondotta, hogy *Miskolcon Nehézipari Műszaki Egyetemet kell létesíteni, amely bánya- és kohómérnöki karra, valamint gépészmérnöki karra tagozódik.* Az 1949. évi XXIII. tc. ugyanakkor úgy intézkedett, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem bánya-, és kohó- és erdőmérnöki karának bánya- és kohómérnöki osztályát az 1949/50. tanévtől kezdve fokozatosan meg kell szüntetni."

Ezután ismertette a törvényjavaslatot, mely szerint a műszaki felső oktatás nem elégíti ki a korszerű igényeket s hangsúlyozta, hogy az új egyetem a Nehézipari Műszaki Egyetem a bánya- és kohómérnökök képzésének fokozását fogja szolgálni. Az indokolás rámutatott arra is, hogy „*Miskolcnak a Nehézipari Műszaki Egyetem székhelyéül történt megválasztása lehetővé fogja tenni a felsősokú műszaki szakképzésnek és a borsodi iparvidék nehéziparának gyümölcsöző együttműködését is*".

A törvény maradéktalan végrehajtása késlekedett. 1955-ben egy törvényerejű rendelet értelmében a földmérő mérnöki kart is odacsatolták. Ez azonban nem valósult meg. Az 1959. évi 21. sz. törvényerejű rendelet a bányamérnöki kar átköltözésére ez év szeptemberi végső határidőt tűzte ki, s egyúttal úgy rendelkezett, hogy az egyetemen *csak három kar lesz, éspedig bányamérnöki, kohómérnöki és gépészmérnöki.*

Dr. *Sályi István* rektor bejelentette, hogy az „1959. évi 21. sz. törvényerejű rendelet *végrehajtása* — reánk vonatkozó minden részében — *maradéktalanul megtörtént.* A Nehézipari Műszaki Egyetem bányamérnöki és földmérnöki karának soproni működése megszűnt. *A bányamérnöki kar valamennyi tanszéke átköltözött Miskolcra:* és a

kar néhány nap múlva, a tanév indulásakor idevárja mind az öt bányász évfolyam hallgatóit.

Tíz év óta elsőízben történik, hogy egyetemünk minden kara együtt ünnepel. *Ebből az alkalomból szívem egész melegével köszöntöm a bányamérnöki kart*". Majd így folytatta : „*Az a kiemelkedő szerep, amelyet a bányászok a műszaki felsőoktatásban immár közel kétszáz év óta betöltenek, biztosíték arra, hogy a bányamérnöki kar a Nehézipari Műszaki Egyetemnek itt Miskolcon is sziklaszilárd pillére lesz.* Meggyőződéssel hiszem, hogy a három kar testvéri összefogása és erőik egyesítése nyomán egyetemünk életének *szép jövőt és Jó Szerencsét* igérő új szakasza kezdődik". Tovább haladva kijelentette, hogy az alapító törvény végrehajtása miért késett erről talán senkisem tudna számot adni. De megemlítette, hogy a : „*Második magyar műszaki egyetem* létesítéséről már a század elején, az első világháborút megelőzően is *sok tervezgetés folyt.* Ezek a tervek a vesztett háború után, az akkori viszonyok között persze nem valósulhattak meg. A második műegyetem gondolata hosszú ideig — mint hamu alatt a parázs — csak szunnyadt a mérnökök tudatában".

Ezután arról beszélt *Sályi István* rektor, hogy a szunnyadó gondolat valósággá vállhatott a felszabadulás után, a nehézipar fejlődése ezt parancsolólag írta elő. Az egyetem életében is bebizonyosodott, hogy az élet általános és objektív törvényei érvényesülnek. Az aggályoskodó és bizakodó nézetek ellentétéből az *Alma Mater megerősödve került ki, s most már együttesen dolgozhat a három kar a felső oktatás felvirágoztatásán.*

„Boldog volnék — mondta hangsúlyozva a rektor — *ha a három kart ebben a munkában az a nemes bajtársi szellem fűzné egymáshoz, amely a bányászoknak, a kohászoknak régi-régi Selmecbányáról származó hagyománya, és egyik legszebb, legtiszteletreméltóbb erénye.* Ilyen bajtársi légkörben valóban lehet vállvetve küzdeni a közös nagy eszményekért".

Ezután rátért az egyetem építésgondjaira, nehézségeire, majd arról beszélt, hogy az egyetem alapítása arra az időre esett, amikor országszerte célul az oktatás korszerűsítését tűzték ki. Ez a cél az egyetemre is vonatkozott. „Mert hiszen műszaki egyetemen az oktatás csak akkor tekinthető valóban korszerűnek, ha nem csak az elméleti, de a gyakorlati oktatás és ennek eszközei, a laboratóriumok és a műhelyek felszerelése is lépést tud tartani a technika és a műszaki tudományok fejlődésével. Már pedig a két világháború közötti időben erre nálunk sohasem jutott pénz".

Az oktatás hatásfokát is meg kellett javítani. Erre szolgált *a hiányos magyar nyelvű műszaki könyvek tömeges kiadása. A könyvek nívójának emelése.* Az oktatás kérdéseiről az Egyetemen az évek során sok és termékeny vita folyt. Az oktatásban sok munkát, küzdelmet vittek bele, de az eredmény sajnos nem állt arányban a befektetett munkával. A beiratkozott 5366 diákból ma is diák még 945, más egyetemre távozott 682. Záradékolt 1874, kik közül oklevelet szerzett 1640. A diákok zöme (több mint 50%-a) hitt az oktatóknak és belátta, hogy az oklevélért, a tudásért érdemes öt éven át teljes erőbevetéssel dolgozni. *Az egyetemről kikerült mérnökök nagy része megállja az életben a helyét.* Az erről kapott értesítések jó érzéssel töltik el. „Nagyon hiányos volna az egyetemünk munkájáról vázolt kép, ha nem szólnék röviden arról az együttműködésről is, amely *a borsodi iparvidék nehézipara és egyetemünk között kialakult.* E kapcsolat fejlődésének általános irányvonala arról tanuskodik, hogy évről évre jelentősen bővül az egymás kölcsönös segítését célzó együttműködés terjedelme". Ezután az egyetemi építkezésekről emlékezett meg *Sályi* rektor : „A Dudujka lábánál tíz év alatt nőtt ki a földből az Egyetemváros, ahol ma az egyetem müködik, és több mint kétezer ember dolgozik. Az eddig elkészült épületeknek kereken 83 000 m^2 az alapterülete és 330 000 légköbméter a térfogata.

Az építészeknek sok volt a gondjuk, a feladatok folyton változtak, alakultak, s sokszor kellett az újabb terveket az építés alatt levő épületekhez igazítani. „A tanulmányi épületcsoport mai féligkész állapotában torz alkotás nyugtalanító benyomását kelti a legtöbb szemlélőben. Én bízom abban, hogy a hivatott építőművész keze rövidesen gyönyörű harmóniában fogja feloldani mindazt, amit ma bántó disszonanciának érzünk".

Ezután befejezésül megköszönte Miskolc városának, hogy a Nehézipari Műszaki Egyetemnek otthont adott, megköszönte a tervezőknek és építőknek becsületes és odaadó munkájukat s a következő szavakkal fejezte be a mély hatást keltő ünnepi beszédet : „*Meghatottan hajtom meg fejemet dolgozó népünk előtt. Az ő áldozatkészsége, a szocializmus építésében soha el nem lankadó lekesedése teremtette meg egyetemünk megvalósításának minden feltételét.*

A második és további évtizedek küszöbén állva, a magam és minden munkatársam nevében igérem, hogy a *jövőben is lelkesen és megingathatatlan optimizmussal, hűségesen fogunk tovább dolgozni egyetemünkért, a mérnökképzésért, a műszaki tudományok fejlesztéséért, hazánk építéséért és népünk felemelkedéséért.*

Fogadjuk, hogy e nagy feladatok megoldásában *egyetemünk mindhárom kara vállvetve fog egymás mellett küzdeni.* Ennek megerősítésére, a három kar barátságának megpecsételésére és új otthonában nem régen megérkező Bányamérnöki Kar köszöntésére *csendüljön most fel mindannyiunk ajkán a bányászhimnusz ünnepélyes dallama*". A vasgyári zenekar eljátszotta ezután a bányászhimnuszt, amit az ünneplő közönség állva hallgatott végig.

A bányászhimnusz elhangzása után *Kállai Gyula* elvtárs üdvözlőbeszédét a következőképpen kezdte meg : „*A Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottsága és a forradalmi munkás-paraszt kormány nevében meleg szeretettel üdvözlöm a fennállása tizedik évfordulóját ünneplő miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tanárait, hallgatóit és dolgozóit*".

Kállai Gyula államminiszter beszél

Egy oktatási intézmény életében tíz év rövid idő, mégis „e tíz év alatt elsősorban a miskolci egyetemi oktatók áldozatkész munkája nyomán a Nehézipari Egyetem polgárjogot nyert a magyar felsőoktatás rendszerében, *híre, neve országunk határain túl is eljutott*".

„*Ez az egyetem — fiatal kora ellenére eredményesen folytatja a több évszázados magyar felsőoktatás és különösen a régi Selmeci Bányászati Akadémia több mint 200 éves hagyományait.* Az egyetem soproni *bányamérnöki részlegének idei egyesítése* a miskolci kohó- és gépgyártó mérnöki részleggel *azt is jelenti, hogy az időtálló hagyományokat szélesebb alapon, eredményesebben illeszthetik be a szocialista szakemberképzés mai rendszerébe.*

A tizedik forduló arra az időre esik, amikor a dolgozó nép eredményesen harcol a szocializmus építésének meggyorsításáért. Pártunk most készül hetedik kongresszusára. A három éves terv sikeres határidő előtti teljesítése után az ötéves tervvel „*lerakjuk a szocializmus alapjait. A szocializmus építésének meggyorsítása, a szocializmus gyorsabb ütemű felépítése egyre több egyetemi végzettségű szakembert követel*" állapította meg *Kállai Gyula.*

Az értelmiség előtt álló lehetőségek nőnek, ezért az egyetemek alapvető feladatai is növekednek. Érthető, ha a párt Központi Bizottsága és a kormány élénk figyelemmel kíséri az egyetemek munkáját, mert a „szocialista társadalmi rendszernek nem akármilyen mérnökökre' orvosokra, pedagógusokra, nem akármilyen szakemberekre, hanem kommunista szakemberekre van szüksége, "mondta *Kállai Gyula*, majd folytatta, hogy a szakembereket a nép szolgálatába kell állítani, *a nép útja az értelmiség felemelkedésének útja.* Ezért „arra kell nevelni a hallgatókat, hogy együtt éljenek és dolgozzanak a magyar munkásosztállyal, parasztsággal és értelmiséggel." Ezután arra tért ki *Kállai Gyula*, hogy a nemzetközi feszültség enyhül, a kedvező békés légkörben a Szovjetunió idő előtt teljesíti hét éves tervét s fejlődésében eléri, sőt sok területen el is hagyja az Amerikai Egyesült Államokat. „A két rendszer gazdasági versenye azonban nem merül ki a Szovjetunió és az Amerikai Egyesült Államok versenyével. A szocialista világrendszer országai, közöttük hazánk is versenyben áll a kapitalizmus világrendszerével. A két rendszer gazdasági versenye, a két rendszer értelmiségének versenyét is jelenti. „ Ahhoz, hogy az értelmiség fel tudja használni a szocialista társadalmi rendszer előnyeit, támogassa a szocializmus társadalmi rendszerét, munkájában használja fel „a marxizmus-leninizmus világnézetét. A magyar műszaki értelmiség tekintélye a világban ma is jelentős. További hazai és nemzetközi sikereket akkor érhet el, ha még szorosabbra fűzi kapcsolatait a szocializmussal, ha — a magyar munkásosztállyal vállvetve, még nagyobb erőfeszítéssel vesz részt a szocialista Magyarország felépítésében".

Kállai Gyula azzal fejezte be beszédét, hogy az egyetem dolgozóinak és hallgatóinak az új tanévben fokozott sikeres munkát kíván.

Beszéde után átnyújtotta a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa által adományozott kitüntetéseket az egyetem tanárainak.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa *Munka Érdemrenddel* tüntette ki dr. *Sályi István* rektort, egyetemi tanárt.

A *Szocialista Munkáért Érdemérem* kitüntetést kapták : *Simon Sándor* egyetemi docens, az egyetemi pártbizottság titkára, dr. *Horváth Zoltán* dékán, egyetemi tanár, *Horváth János* személyzeti osztályvezető, *Kordoss József* egyetemi tanár, *Esztó Péter* egyetemi tanár.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa *Munka Érdemrenddel* tüntette ki *Molnár László* adjunktust, rektori titkárt és *Csömöri Béla* tanulmányi osztályvezetőt.

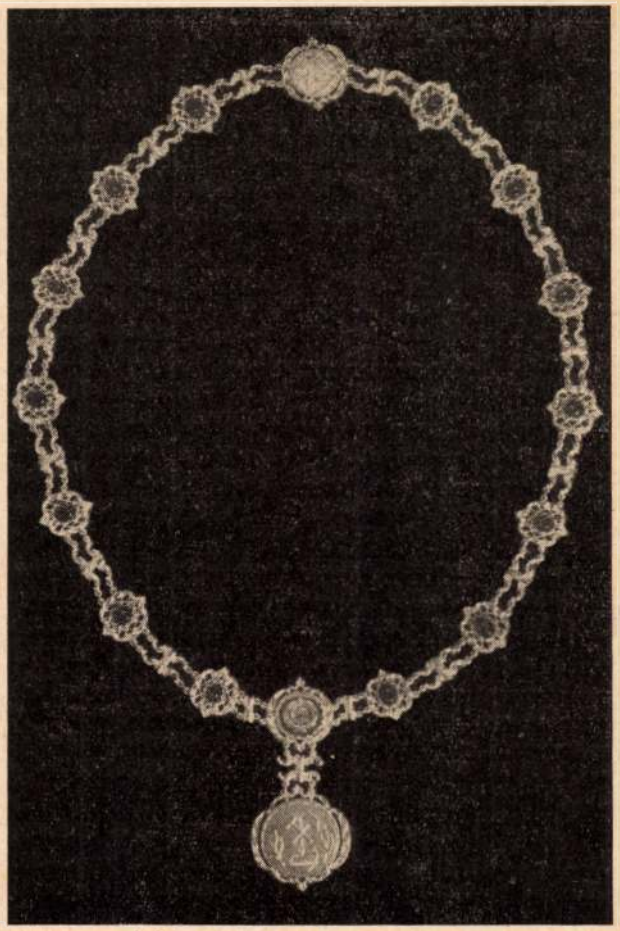
Kállai Gyula elvtárs beszéde után *Molnár János* művelődésügyi miniszterhelyettes emelkedett szólásra, aki a minisztérium nevében köszöntötte a jubiláló egyetemet. Majd átadta az egyetemi jelvényeket a következő szavak kíséretében : „*E jelvény mindenkori viselőit emlékeztesse arra, hogy a szocializmust építő ország korszakában a munkásosztály megbecsülését jelenti. Emlékeztesse őket, hogy munkájuk a nép munkájának szolgálata.* Ezennel átadom dr. *Sályi István* rektornak, dr. *Horváth Zoltán* dékánnak, dr. *Petrich Géza* dékánnak és *Falk Richard* dékánnak az egyetemi jelvényeket a rektori és dékáni láncokat".

A jelvények átadása után *Prieszol József*, a Központi Bizottság tagja, a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Pártbizottság első titkára szólalt fel.

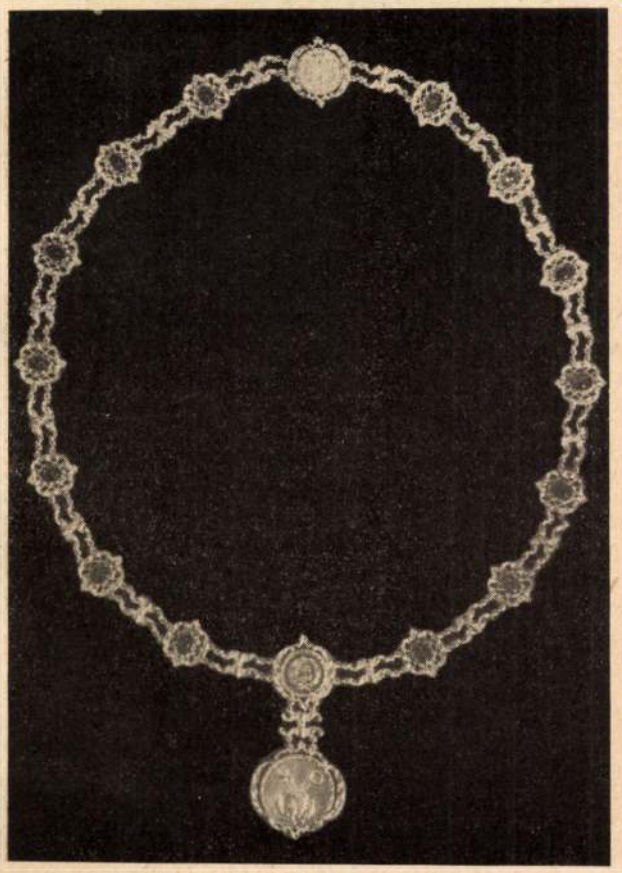
A Megyei Pártbizottság és a Városi Pártbizottság nevében meleg szeretettel köszöntötte az ünnepség alkalmából az egyetem tanári karát és dolgozóit. Felemlítette a sok nehézséget, mely az első tíz évben az egyetem munkájában, az építésben volt. Majd meleg szavakkal szólt a Sopronból átköltözött Bányamérnöki Karhoz s azt igérte a város nevében, „*mindent el fognak követni, hogy a soproni kedves környezetet, a meghitt ismert utcákat, barátokat, ismerősöket őszinte szeretetükkel és igyekezettel felejtessék*, hogy pótolni tudják azt a hiányt, amit az átköltözés magával hozott".

Prieszol József felszólalása után a baráti országok egyetemeinek megjelent képviselői tolmácsolták egyetemük üdvözletét.

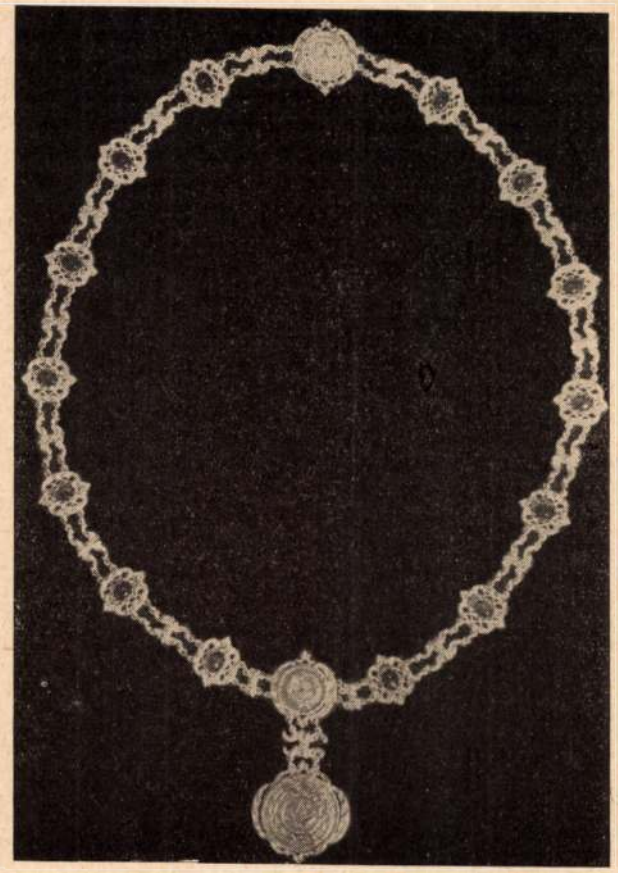
A Nehézipari Műszaki Egyetem rektori lánca



A bányamérnöki kar dékáni lánca



Kohómérnöki kar dékáni lánca



A gépészmérnöki kar dékáni lánca

A baráti országok egyetemeit képviselő vendégek felszólalása

Dr. habil *Giessmann* prof. a *magdeburgi Műszaki Egyetem* rektora az 1953-ban alapított egyetem tanácsa, tantestülete és ifjúsága üdvözletét és jókívánságait tolmácsolta. Egyúttal átnyújtotta dr. *Sályi István* rektornak az egyetemük ajándékát.

A *kassai Műszaki Egyetem* üdvözletét dr. *Kolbenheyer, Tibor* rektor hozta el. Azt mondotta, hogy két valóban testvéri ország közel települt egyeteme hasonló feladatokkal azonos célokért, hasonló nehézségekkel küzd. A két egyetem személyzetének, diákjainak látogatása már eddig is sok értékes tanulsággal szolgált. Szeretnék ha az egyetemek között fennálló *kapcsolatot, a jövőben ha csak lehet még szorosabbá, még közvetlenebbé tennék, még testvériebbek* lennének.

A *krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia* Tanácsa és *Olszak* professzor, rektor üdvözletét tolmácsolta, dr. *Oberc, Andrzej* professzor. Beszédében hangsúlyozta, hogy a lengyel és magyar nép évszázadok óta testvéri barátságban él együtt, feladatunk, hogy ezt a barátságot ápoljuk és mélyítsük. *A krakkói egyetem a soproni egyetemmel szoros barátságot tartott.* Az egyetemnek a jövőre sok sikert kívánt.

Bahr, Johannes mérnök, professzor a *freibergi Akadémia* képviseletében szólalt fel. Az egyetemnek a rektoruk nevében szerencsekívánatait fejezte ki. Most már *együtt látja a Bányamérnöki Kart a Kohómérnöki Karral,* ez *természetes is, hiszen világszerte a két kar össze van forrva.* A freibergi Bányászati és Kohászati Napok most már évről évre szorosabbá fűzik a két oktatóintézet munkáját. Ezt az összefűződést érzik azon is, hogy a magyarok mindig nagy számmal számolnak be a kongresszusukon a tudományos eredményeikről. Befejezésül azt kérte, hogy a *miskolci egyetem őrizze meg a jövőben is a szoros kapcsolatokat a freibergi egyetemmel.*

A magyar egyetemek küldötteinek felszólalása

A magyar társegyetemek részéről elsőnek dr. *Rados Kornél,* az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem rektora köszöntötte a jubiláló Egyetemet.

A veszprémi Vegyipari Egyetem nevében dr. *Straub Gyula* tanszékvezető egyetemi tanár üdvözölte a miskolci egyetemet. Utalt arra, hogy bár mértékeiben kisebbek, ugyanazokon a nehézségeken és örömökön mentek át mint a miskolciak, mégis a miskolci egyetem kiáradó lendülete nekik is erőt adott. Kívánja, hogy a kezdeti sikerek az évek folyamán megsokszorozódjanak, s „a régi selmeci — most soproni Bányamérnöki Karnak átköltözésével a százados hagyományokat újakkal össze kapcsolva érjenek el minél több sikert."

A *debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem* nevében dr. *Rapcsák András,* a *Szegedi Tudományegyetem részéről* dr. *Nyíri Antal* szólaltak fel.

A 600 évvel ezelőtt alapított *Pécsi Tudományegyetem* jókívánságait dr. *Bihari Ottó* dékán tolmácsolta. A *Gödöllői Agrártudományi Egyetem* rektorhelyettese, dr. *Kiss Albert* a műszaki és mezőgazdasági termelés egymásrautaltságára mutatott rá, majd az egyetemük jókívánságainak adott kifejezést.

Dr. *Csűrös Zoltán* a *Budapesti Műszaki Egyetem* rektora beszédét azzal kezdte, hogy „Az idősebb testvér jogán szólhatnék, *ha nem jutna eszembe hogy a fiatalabb testvér Kara, sőt Kara-i idősebbek az idősebb testvér jogán szereplő Budapesti Műszaki Egyetemnél*". Megállapította, hogy a kassai, freibergi, magdeburgi, krakkói egyetemek képviselői elismerik az egyetemet, mi is itthon elismerhetjük, hogy nemzetközi sikereket ért el. Annak a reményének adott kifejezést hogy a Párt és Kormányzat útmutatásai nyomán megnyilvánuló feladatoknak teljesítésében együtt lesznek.

Az ünnepség első része dr. *Sályi István* rektor zárszavaival ért véget.

A délelőtti ünnepséget az egyetemen közös ünnepi ebéd követte.

A Nyilvános Egyetemi Tanácsülés

Az ünnepi délután 16 órakor a II. sz. előadóteremben nyilvános Egyetemi Tanácsüléssel kezdődött. A II. előadóterem is zsúfolásig megtelt az ünneplő közönséggel. Dr. *Sályi István* rektor, ünnepélyes csendben nyitotta meg a tanácsülést. *Üdvözölte a tanácsban első ízben résztvevő Bányamérnöki Kar dékánját s a Kar képviselőit.*

A rektori Tanácsülésen Sályi István rektor beszél

A tanácsülés keretében zajlott le *Burghardt József* okleveles fémkohómérnök részére adományozott aranydiploma ünnepélyes átadása. Dr. *Sályi István* rektor *Burghardt* munkásságát a következőkben méltatta.

Selmecbányán, 1908. október 17-én szerezte meg fémkohómérnöki oklevelét. Végzés után a Fémkohászattani tanszéken volt tanársegéd, majd 1910—17-ig a Selmeci Kohónál dolgozott. 1917-ig a körmöcbányai Pénzverőnél teljesített szolgálatot. A budapesti Pénzverő felállításakor és

üzembehelyezésével igen értékes munkát végzett. Ő tervezte meg a Pénzverő öntődéjét, melynek üzemvezetője lett. Ugyancsak ő tervezte a Pénzverő villamos nemesfém választó üzemét. *Burghardt* tervezte és állította fel a hamispénznyilvántartó osztályt, hatásos módszert dolgozott ki a fémpénz hamisítás leküzdésére. 1941-ben a Főfémjelző Hivatal vezetője lett. Innen vonult 1942-ben nyugalomba. Nyugdíjazása után 1943-ban kapott megbízást 300 t ezüst-réz ötvözet választására. Feladatát saját tervezésű berendezéssel sikeresen oldotta meg. 1952—54-ig a Kohóipari Tervező Iroda szakértőjeként a Metallochémia nagytétényi kohótelepén felállított konverter üzemet megtervezte. Végül kiemelte dr. *Sályi* rektor *Burghardt József* szerény emberi magatartását, mellyel nagy megbecsülést szerzett mind a fizikai dolgozók, mind a magyar kohómérnökök nagy családja előtt.

Burghardt József az aranydiploma átvétele után elfogódott hangon mondott köszönetet, kiemelve, hogy ma amikor a mérnökök alkotási képességeiknek a szocializmus építésében bőséges területe adódott, érdemes tanulni, szépet és nagyot alkotni.

Dr. *Sályi István* rektor méltató szavai után, *Molnár János* miniszterhelyettes *Ajtai Aladár* okl. gépészmérnöknek, valamint *Kim-Jan-Dzin* és *Jang-Dze-Ren* okleveles vaskohómérnöknek átadta a Művelődésügyi Miniszter által adományozott Tanulmányi Érdemérem kitüntetést.

Ezután az egyetem rektora jubileumi emléklapot és érmet adott át annak a 69 dolgozónak, aki 10 éve teljesít az egyetemen szolgálatot. Végül pedig 216 oktató és dolgozó kapott jutalmat.

A jubileumi központi kiállítás megnyitása

A kitűzött program szerint 17 órakor nyitotta meg *Simon Sándor* docens, az egyetemi pártbizottság titkára a jubileumi kiállítást.

Simon Sándor docens bejelentette, hogy a délelőtti ünnepség után nem kíván krónikát adni a 10 év történetéről, hanem a kiállítás „az egyetemi élet egy-egy jellemző állomását, mozzanatát igyekszik elénk varázsolni. A műszaki felsőoktatás történetéből készült első tabló arról tanuskodik, hogy egyetemünket a népi demokrácia szülte, s mindazok, akik ehhez az intézményhez tartozunk, *magunkénak tudjuk a történelmi múlt haladó vonásait*, azok tovább fejlesztőjének kötelezzük magunkat".

Majd *Simon Sándor* közölte, hogy a kiállítás, az építkezésekről, a tanulmányutakról, a könyvállományról, az egyetem kulturális, sport és szakszervezeti életéről ad tájékoztatást.

Azután így folytatta : „Arra kérünk mindenkit, aki most bepillantást nyert munkánkba, hogy segítse, támogassa fiatal intézményünk továbbfejlődését, legyen segítségünkre abban, hogy a Nehézipari Műszaki Egyetem teljessé épüljön s maradék nélkül megoldhassa a reá váró feladatokat".

A kiállítás művészi tablókon ismertette az Egyetem 10 éves működésének sokrétűségét, a fejlődését és a fejlődés kiemelkedő állomásait. A központi kiállításon kívül a Kohómérnöki Kar tanszékei külön kiállításon mutatták be a Kar közel kétszáz éves fenállásának egyes részleteit és a legutolsó 10 év alatt végzett munkáját.

A kiállítás megnyitásakor a jelenlevők egy része

Az ünnepségek ideje alatt került bemutatásra a Bányamérnöki- és Kohómérnöki Kar fejlődéstörténeti kiállítása, valamint az Egyetemi fotokiállítás is.

A Kohómérnöki Kar tanszéki kiállításai

A kiállításokon megtalálható volt a Tanszékek történetének dokumentációs anyaga, az oktatásra használt könyvek, jegyzetek, a demonstrációs eszközök, modellek, a hallgatók tevékenységeként az évközi feladatok jegyzőkönyvei, a pályamunkák, termelési gyakorlatok, diplomatervek legszebb példányai. Az oktatási munka mellett a tanszékek kiállításai tükrözték a tanszékeken folyó tudo-

A kohászati tanszékek épületének bejáratában levő bányász és kohász szobor

mányos munkát, melynek tapasztalatait, végső következtetéseit, a különféle magyar és külföldi folyóiratokban megjelent cikkek és számos magyar és idegennyelvű könyv foglalta össze.

Az *Általános Kémiai és az Alkalmazott Kémiai Tanszékek* kiállításai bemutatták a hallgatók sokrétű műszeres gyakorlatait. A látogató képet nyert a Tanszékek irodalmi tevékenységéről is. A *Kohászati Kémiai Tanszéken* az ott tervezett és készített szikragerjesztők és egyéb berendezéseken kívül a gondosan kivitelezett üvegtechnikai munkák ragadták meg a látogatók figyelmét. A tanszékvezető több könyve közül külföldön és idehaza egyaránt nagy feltűnést és elimerést keltett a német nyelven megjelent „Die Methoden der Mikromassanalyse" c. könyve. Érdekes volt a kiállításnak az analitikai mérlegek fejlődését bemutató része is.

A *Tüzeléstani tanszék* kiállítását az oktatási segédeszközök és modellek tették látványossá. A Tanszék irodalmi tevékenységét a tanszékvezető több könyve és a tanszék oktatóinak tollából megjelent számos cikk dokumentálta.

A *Metallográfiai Tanszéken* készült műszerek és berendezések közül a figyelmes szemlélő számára azonnal szembetűnt a tanszék oktatói által tervezett és készített dilatométer, melynek segítségével a gyorsabb hőmérséklet- és hosszváltozások regisztrálására is lehetőség nyílik és ezáltal alkalmas gyorsan átalakuló acélok C-görbéjének felvételére is. Az elmélyült tudományos munka több évtizedes tapasztalatait és eredményeit rögzítették a tanszékvezetőnek az utóbbi tíz esztendőben megjelent és több kiadást megért „A fémes anyagok mechanikai vizsgálata" és „Metallográfia" c. könyvei, a számos cikk és értekezés, továbbá a most készülő Vaskohászati Encyklopédia IX. kötetének itt látható első kefelenyomatai.

A *Vaskohászattani Tanszék* kiállítása oktatási profiljának megfelelően három téma, a nyersvasgyártás, az acélgyártás és az öntészet témája köré csoportosult. Ezt a három témát szövi át az izotópok kohászati alkalmazásának témája. Bemutatta az oktatásban felhasznált irodalmat, a tanszék oktatói által írt számos könyvet és publikációt. A hallgatók munkájaként megtalálhatók voltak az évközi feladatok, termelési gyakorlatok, pályamunkák, diplomatervek.

A Fémkohászattani Tanszék kiállításának bő anyaga az itt folyó munka széles skáláját tárta a látogató elé. A kiállítás anyagából néhányat kiemelve, az oktatómunka dokumentumai és demonstrációs eszközei mellett meg kell említeni a Tanszék által készített berendezéseket, az ipari és külföldi kapcsolatokat bemutató kiállítási anyagot és végül ki kell emelni a Tanszékvezetőnek a kohászati folyamatok termodinamikai vizsgálatával kapcsolatos tudományos munkájára és rendkívül termékeny irodalmi tevékenységére utaló magyar és idegennyelvű cikkek, tankönyvek és szakkönyvek gazdagságát.

A *Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék* kiállítása az oktató és kutató munkát gondos összeállításban, finom mértéktartással, ízléses kivitelben mutatta be. A hallgatók munkájának dokumentumai, az oktatást szolgáló különféle modellek és egyéb segédeszközök mellett kiemelkedtek a Tanszék kitűnően szervezett kutató és tudományos munkájának bizonyítékaként azok a tudományos értekezések, cikkek és több nyelven kiadott könyvek, melyek az utóbbi tíz esztendőben jelentek meg. A kiállítás kitűnően dokumentálta, hogy a Tanszék, mely külön kutató részleggel is rendelkezik a tanszékvezető irányítása mellett és az ő hatékony közreműködésével a fémek képlékeny alakításának elméleti kérdéseiben nemzetközileg is elismert eredményeket ért el.

A Kohómérnöki Kar tanszékeinek kiállítása értékes anyagot tárt a látogató elé és híven tükrözte azt az áldozatos munkát, melyet az egyes tanszékek oktatói a magyar kohómérnökképzés színvonalának emelése és a kohászati tudományok művelése terén végeznek.

Miskolc Megyei Jogú Városi Tanács Végrehajtó Bizottságának fogadása a Városi Tanács nagytermében

Este 8 órakor kezdődő fogadáson *Fekete László* vb. elnök köszöntötte a megjelenteket, az egyetem rektorát, professzorait, tanári karát, a külföldi vendégeket. A fogadáson beszédet mondott dr. *Zambó János* Kossuth-díjas egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora, rektor helyettes. A Sopronból átköltözött Bányamérnöki Kar nevében köszönetet mondott a kedves fogadtatásért.

Az egybegyűlt ünneplők a késői órákig maradtak együtt.

A tudományos ülésszak megnyitása

Az ünnepségek második napján a tudományos ülésszakot az I. sz. előadóteremben dr *Zambó János* Kossuth-díjas egyetemi tanár, tudományos rektorhelyettes nyitotta meg. A hatalmas I. sz. előadóterem zsúfolásig megtelt.

A teremben dr. *Geleji Sándor* kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár, akadémikus tartott előadást. *„A Bánya-, Kohó- és Gépészmérnök-Kar tudományos munkássága az elmúlt 10 év alatt"* címmel.

Geleji Sándor előadása elején kifejtette, hogy rövidlátó az a felfogás, mely szerint olyan kis országban mint a mienk nincs szükség kutatásra, a mások, a nagyok kész eredményeit átvehetjük. Kijelentte, hogy *„ez a felfogás azonban rövidlátó és helytelen"*.

„Egy ország jólétének alapját a természeti kincsek és az emberi munka adják. E kettő közül nekünk *bőségesen csak a dolgozó népünk munkaereje és műszaki alkotó képessége áll rendelkezésre"*.

A továbbiakban kifejtette, hogy életnívónk emelkedése éppen természeti kincsekben való szegénységünk miatt az ipar felé tolódott el. Ma már a mezőgazdaság az export értéknek csak mintegy 25—35%-át szolgáltatja. Az ipari export megköveteli, hogy versenyképesek legyünk. Majd így folytatja: „Márpedig, *ha lemondanánk a*

A tudományos ülésszak megnyitásakor jelenlevő közönség egy része

saját műszaki tudományos kutatásról és csak a mások kutatási eredményei alapján kívánnánk dolgozni, akkor mindig mások után kullognánk, lemaradnánk a versenyben".

Ezután megállapította, hogy a tudományos kutatásnak két fajtáját különböztetjük meg, éspedig: amíg a célkutatást az ipari kutatóintézetekben folytatják, addig az alapkutatás elsősorban a műszaki felső iskolák feladata. Kijelentése azonban nem zárja ki azt, hogy egyes esetekben ettől eltérjenek. Már a múlt század végén is születtek a műszaki főiskolákon kutató laboratóriumok. A fiatal mérnöknek is fel kell arra készülnie, hogy a műszaki problémákkal megbirkózhassék.

Majd *Geleji Sándor* professzor így folytatta: „Emellett a műszaki főiskolák hallgatóságának tervszerű bevezetése a kutatásba egy rendkívül fontos kérdést is megold — *a tehetségek kiválasztását és fejlesztését*. A Nehézipari Műszaki Egyetemet Pártunk és Kormányunk úgy szervezte meg, hogy az oktatásnak és kutatásnak közös otthona legyen".

Ezután *Geleji* kijelentette, hogy bár az építkezések nincsenek befejezve, a Kohómérnöki Kar máris tágasabban van elhelyezve, mint Sopronban volt. A Gépészmérnöki Kar, egy új műhelycsarnokot fog kapni. A Bányamérnöki Kar hasonlóan jól lesz elhelyezve.

A Kohómérnöki Kar tanszékei egy közös épületben vannak összevonva s aránylag jól felszereltek s ez az együttes egy kohászati alapkutatási intézetnek tekinthető".

Geleji Sándor professzor ezután rátért az egyes tanszékek 10 év alatt végzett munkájára. A felsorolásból a hallgatóság meggyőződhetett arról, hogy valamennyi tanszéken kimagasló kutatási eredményeket értek el. Az előadásból mindenki érezte — amint azt *Geleji* professzor hangsúlyozta is — hogy „az egyes tanszékeken együttes kollektív munka folyik".

Az egyetemen folyó tudományos munka eredményei, könyvekben, folyóiratokban, évkönyvekben kerültek a műszakiak nyilvánossága elé. Sok tanulmány a „Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Közleményei"-ben jelent meg. A kutatómunka egy jórésze a Magyar Tudományos Akadémia folyóirataiban került közzétételre. Az Egyetemről kikerült közlések száma jelentős, 73 könyv és 644 szakcikk jelent meg az elmúlt 10 év alatt.

Geleji Sándor professzor előadását a következő szavakkal fejezte be: „Mindazt azonban, amit eddig az Egyetem a kutatás vonalán produkált, csak kezdetnek tekintjük. Az Egyetem megszervezése, elhelyezése, üzembe helyezése sok időt vett igénybe. Amint mondottam, a felszerelés még kiegészítésre szorul, de még a tudományos munka megszervezése sem tökéletes, és nincs még megfelelő számú, magas kvalítású tudományos kutatónk sem. Arra törekszünk azonban, hogy a következő években a hiányosságok megszűnjenek, és reméljük, hogy közben felnevelhetünk egy olyan kutatógárdát, amely a legmagasabb követelményeket is kielégíti. Ha mindezt elértük, akkor elérjük célunkat, azt, hogy a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem fejlődése során mind jelentősebb tényezőjévé váljék a szocialista Magyarország építésének".

Az ülésszak megnyitása után tudományos előadások következtek.

A Bányamérnöki Karon, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közreműködésével dr. Zambó János Kossuth-díjas egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora elnökletével, *Dr. Tarján Gusztáv* kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár, akadémikus, az „*Osztályozó és dúsító hidrociklonok néhány elméleti kérdéséről*" tartott előadást. Előadását hozzászólások követték. Az előadás rövid kivonata a következő.

A közegáramlás sebességének érintőleges, sugárirányú és tengelyirányú összetevője a hidrociklonban és ezek viszonylagos nagysága. A konstans érintőleges, sugárirányú és tengelyirányú sebességek, és ezen belül a zéró tengelyirányú és sugárirányú sebességek kb. helyzete a ciklonban. — A zéró tengelyirányú sebesség helye választja el egymástól a ciklon két kifolyó nyílásán távozó közeget; az itt egyensúlyban keringő szemek adják az osztályozás határszemnagyságát, s az itt kialakuló szuszpenzió fajsúly a dúsító ciklonok szeparálási fajsúlya.

A belépő csőben mérhető nyomás és sebesség eltérő lehet a ciklon kerületén (r_1 sugáron) jelentkező, nyomástól és sebességtől, de $H_s + H_v \cong$ konstans hol $H_s = p/\gamma$, $H_v = vt^2/2g$. $dp = \frac{\gamma}{g}\frac{v^2}{r}dr$; itt $v_t\, r^n = v_{t1}\, r^n =$ konst; γ a közegfajsúly lehet r_1 és r_0 (a ciklon kifolyó nyílásának sugara) között konstans, vagy r-rel változhat, pl. $1/r_1$-től $\bar{r}$-ig $\gamma_1 =$ = konst, $\bar{r}$-től r_0-ig lineárisan csökken γ_0-ra; vagy $2/r_1$-től r_0-ig lineárisan csökken γ_1-ről γ_0-ra. Az integrálást $\int_{p_1}^{0} dp$ elvégezve, és

$$b = \sqrt{\frac{H_{v1}}{H_{s1}}} = \frac{v_{t1}}{\sqrt{2gp_1/\gamma_1}}$$

$a = r_1/r_0$, $x = r_1/r$, $k = \gamma_1/\gamma_0$ jelöléseket bevezetve 1. esetben

$$\frac{1}{b^2} = \frac{x^{2n}-1}{n} + \frac{(a^{2n}-x^{2n})(a-kx}{n(a-x)k} + \frac{2(a^{2n-1}-x^{2n-1})ax(k-1)}{(2n-1)(a-x)k}$$ egyenletre,

2. esetben

$$\frac{1}{b^2} = \frac{(a^{2n}-1)(a-k)}{n(n-1)k} + \frac{2(a^{2n}-a)(k-1)}{(2n-1)(a-1)}$$ egyen-

letre, $\gamma = \text{konst}$ esetben

$$\frac{1}{b^2} = \frac{a^{2n} - 1}{n}$$

egyenletre jutunk. $a = \text{konst}$ esetén b növekedésével n csökken. n elméletileg -1 és $+1$ között, a gyakorlatban 0 és $+1$ között változhat. A belépő cső átmérőjének és a ciklon kúpszögének növekedésével n nő, a ciklon hengeres része hosszának növelésével n csökken, a belépő nyomás, vagy a kivezető nyílások valamelyikének növelésével n nem, vagy csak kissé változik.

A ciklonban egyensúlyban keringő szemcsenagyságra különböző Reynolds-féle számok mellett érvényes egyenletek :

$$Re < 1 \text{ (Stokes) } d = \sqrt{\frac{18\,\eta\,g\,r\,v_v}{(\delta - \gamma)\,v_t^2}};$$

$$Re = 30 - 300 \text{ (Allen) } d = \left(\frac{15\sqrt{g\,\eta\,\gamma}\,r\,v_r^{3/2}}{2\,(\delta - \gamma)\,v_t^2}\right)^{2/3};$$

$$Re = x \text{ (Newton) } d = \frac{3\,c\,\gamma\,r\,v_r^2}{4\,(\delta - \gamma)\,v_t^2},$$

hol $c = f(Re)$; $\left(Re > 800\text{-nál } c \cong 0{,}43,\ \frac{3c}{4} \cong 0{,}32\right)$.

A 0 tengelyirányú sebesség helyén érvényes átlagos r, vj, vt, γ és η értéket kell behelyettesíteni az egyenletekbe. A kapott d érték helyessége ellenőrzendő a $Re = \frac{d\,v_r\,\gamma}{\eta\,g}$ Reynolds-számmal.

A ciklonban „stabilis" nehézszuszpenzió alakul ki, ha a 0 tengelyirányú sebesség vonalán a ciklon csúcsa felé haladva fokozatosan nagyobb szemcsenagyságok vannak egyensúlyban. Erre a tompaszögű ciklonokban van meg inkább a lehetőség, ahol a ciklonkúp alkotója és a 0 tengelyirányú sebesség vonala által bezárt szög is nagy. Az optimális fél-kupszögre 53—62° közötti érték adódik. Ilyen ciklonokban nehézszuszpenzió bevezetése nélkül, a feladás iszapszemcséiből is kialakulhat „stagnáló" nehézszuszpenzió.

A *Kohómérnöki Karon az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közreműködésével, Szele Mihály* egyetemi tanár elnökletével tartottak előadást. *Dr. Verő József* kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár, akadémikus *„Az acél gáztalanítása vákuumban"* címmel tartotta meg előadását. Az előadást a Kohászati Lapok jelen számában külön helyen közöljük.

Az előadáshoz *Horváth Aurél* kohómérnök és *Sziklavári János* kohómérnök szólt hozzá.

A gépészmérnöki karon a Gépipari Tudományos Egyesület közreműködésével, Kordoss József egyetemi tanár elnökletével, *Bálint Lajos* egyetemi docens *„A technológiailag helyes szerkesztés elvei"* címmel tartott előadást, amit hozzászólások követtek. Az előadás vázlata a következő.

Az előadó kifejti, hogy a korszerű konstrukció, a szerkezeti helyességen túl, ki kell elégítse a formahelyesség és a technológiai helyesség követelményeit is. Rávilágít arra, hogy elavult az a felfogás, mely szerint a műveletterező választ a kész konstrukció alapján a munkamódok közül, és ma már a szerkesztőnek is át kell gondolnia és össze kell hasonlítania azokat a munkameneteket, amelyekkel az alkatrészek gyárthatók és összeszerelhetők, és szerkezeteit a gyártás és a gazdaságosság kívánta követelményeknek megfelelően kell kialakítania. Tárgy- és ismeretkörök szerint csoportosítja azokat a feladatokat, amelyeket a szerkesztőnek meg kell oldania szerkesztési munkájának technikai vizsgálata során. Ismerteti a munka- és időtanulmányok és mozdulattanulmányok eredményeinek hasznosítását a szerkesztésben ; számítási módszereket ad a gazdaságossági elemzésekhez, így : az önköltség, a kritikus darabszám, a készülékezés és szerszámozás gazdaságossága kiszámításához, a célgépek használatának gazdaságossági vizsgálatához ; rámutat a technikailag helyes szerkesztések példatárának és a típus-műveletterv gyűjtemények hasznosságára ; szempontokat ad a szerkesztési bázisok technikailag helyes megválasztásához ; útmutatást ad a munkadarab szerszámgépen való helyzetmeghatározásának és a bázismegválasztási hibának figyelembevételére szerkesztéskor. Részletesen foglalkozik a méretpontosság és az érdesség összefüggésével. *H. Moll* és *Djacsenko* eredményeinek felhasználásával olyan diagramokat szerkeszt, amelyek segítségével megállapítható az egyes megmunkálásokkal gazdaságosan biztosítható méretpontosság és érdesség, valamint, hogy milyen érdességet kell koordinálni adott mérettűréshez és fordítva. Továbbá az előadó tárgyalja a szűk tűrések betartása valószínűségének ellenőrzését és a nyersdarabok méreteinek számítását. Végül rámutat arra, hogy nem minden esetben legcélszerűbb a méretláncokat a teljes cserélhetőség elvén megoldani és megadja, milyen részleges cserélhetőség a legalkalmasabb.

Ez átfogó téma tárgyalásában az előadó egyes kérdésekre konkrét megoldásokat adott, más kérdésekben — az előadás keretén belül — csak feladat-kijelölésre, példákra, illetőleg a problémák feltárására szorítkozhatott.

Szoboravatási ünnepség

A tudományos előadások után a közönség a kohómérnöki karok épületébe vonult át, ahol a karok nagynevű volt professzorainak szobrait avatták fel. A szoboravatáson a volt professzorok közvetlen családtagjai is a kegyeletes ünnepségre összegyűltek között voltak.

A kohógéptani és képlékeny alakítási Tanszék előterében *Herrmann Emil* és *Pattantyús Á. Imre* szobra nyert elhelyezést.

dr. Geleji Sándor professzor a következő avatóbeszéddel leplezte le a *Pattantyús Á. Imre* szobrát:

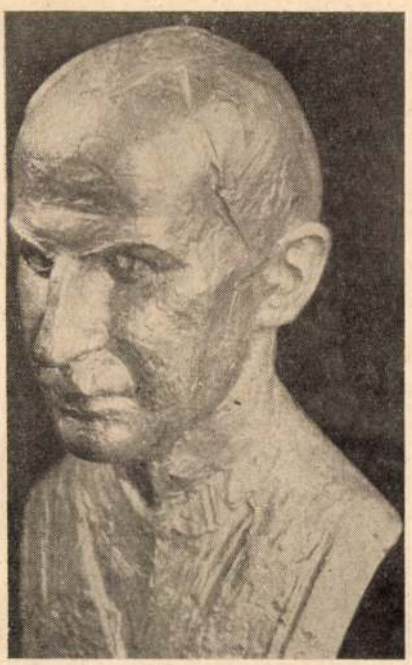
„Tisztelt Ünneplő Közönség !

A Kohógéptani Tanszéket 1872-ben alapították. Első professzora *Farbaky István* volt. Őt követték időrendben *Herrmann Emil, Herrmann Miksa, Láng Károly, Kápolnai Pauer Viktor, Pattantyús Ábrahám Imre*, majd 1945-ig *Ulbrich Hugó*.

A tanszék professzorai majdnem mind jelentős tudományos és gyakorlati eredményekkel dicsekedhettek. *Farbaky* a Schenek és Farbaky-féle gyakorlatilag első használható elemakkumulátor feltalálója volt, *Herrmann Emil* a mechanika és szilárdságtan, de főleg a műszaki termodinamika terén végzett igen jelentős és önálló kutatásokat. *Herrmann Miksa* volt, aki először állított fel elméletet a hengerlési erők kiszámítására, *Láng Károly* volt, aki először foglalta írásba a Kohógéptan tárgyat, és aki a Herrmann-féle hengerlési elméletet továbbfejlesztette, *Pattantyús Á Imre* pedig *Cotel Ernő* professzorral együtt a Puppe-féle kísérletekre támaszkodva kidolgozott egy eljárást, amelynek segítségével az alakos üreg munkafogyasztása először volt számítás útján meghatározható.

Az Egyetem e professzorok közül *Herrmann Emilnek* már régebben szobrot állított, most *Pattantyús Ábrahám Imre* szobrát leplezzük le. *Pattantyús Imrét* 1924-ben nevezték ki a Kohógéptani Tanszék tanárává. A tanszéket 1934-ig vezette, majd onnan a Győri Wagongyár élére került. 1949-ben ismét egyetemünkön működött, ahol az Általános Géptant adta elő, majd 1951-től ő lett a Kohászati Elektrotechnika tanára. A Kohászati Elektrotechnika új tárgy volt az egyetemen, és ő teremtette meg ennek a tárgynak az előadásait.

Pattantyús Imréről mint emberről és kollégáról, és mint tanárról csak a legmelegebb érzéssel tudok megemlékezni. Páratlan jó ember volt, a legjobb kolléga, kitűnő tanár és tudós.



Pattantyús Ábrahám Imre professzor szobra

Pattantyús Imre szobra figyelmeztessen mindenkit, aki a jövőben előtte elmegy, hogy itt egy tiszta, igaz embernek és egy kiváló professzornak az emlékét őrizzük, akinek emberi értékei példaképpen állhatnak mindenki előtt."

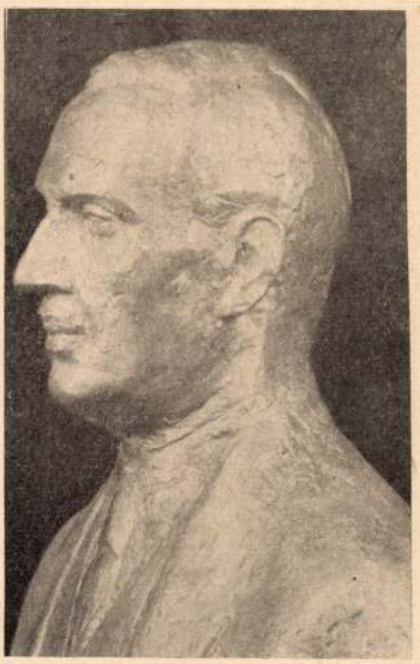
A szobrot takaró lepel eltávolítása után az ünneplők a Vaskohászattani Tanszék előterébe vonultak át.

*

A Vaskohászati Tanszék előtérben felállított *Kerpely Antal* és *Cotel Ernő* szobránál *Szele Mihály* professzor tartott avató beszédet.

„Hagyományos és nemes szokás a magyar kohászatban a hála megnyilvánulásának jeleként nagyjainknak szobrot emelni s azt a legméltóbb helyen, a legfelsőbb kohászati képzés hajlékában elhelyezni. A magyar vaskohászat két reprezentáns személyiségének *Kerpely Antalnak* és *Cotel Ernőnek* szobrait avatjuk ma itt, két nagynevű vaskohászét, akinek nevét országunk határain kívül is jól ismerték és becsülték.

Kerpely Antal szobrát, melyet neves bányászok szobrával együtt az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagsága közadakozásával készített, elsőízben 1914. május 17-én a selmecbányai Főiskola aulájában állították fel. Az Egyesület a szobrokat Selmecről elhozatta és a Főiskolának 1927. szeptember 25-én újból átadta. A Nehézipari Műszaki Egyetem a hagyományok tiszteletében *Cotel Ernő* szobrát elkészíttette s a nagynevű elöd szobrával együtt kegyelettel itt a Vaskohászati tanszéken helyezte el.



Cotel Ernő professzor szobra

Kerpely-ről *dr. Barlai Béla* volt főiskolai tanár és rektor első szoboravató beszédében megállapította, hogy a modern nagyüzemi vasipar megteremtője. Mintaképe volt azoknak, akik személyi segítség nélkül önmaguk teremtenek magukból embert, akik munkával szereznek maguknak becsületet, hírnevet.

A gépipar hatalmas fejlődését a múlt század elején Európa-szerte a vaskohászat fellendülése követte. A külföldhöz mérten megkésve a magyar ipar is nagy fejlődésnek indult s *Kerpely*nek érdeme, hogy idejében felismerte az ipar szükségleteit, az addig mesterségszerűen folytatott magyar vaskohászatnak nagyipari kereteket adott, egyúttal pedig magyarrá tette. Meggyőződéssel hirdette, hogy a fejlődés megköveteli elméletileg képzett mérnökök nevelését, s 13 esztendei tanári működése alatt nemcsak kiváló szakembereket nevelt, hanem az általa szervezett vaskohászati tanszéket a főiskola egyik legjobb tanszékévé fejlesztette. Tudományos munkássága európai hírű volt s természetes, hogy a magyar szakemberek nyomdokain haladtak. Egy évtizeden át ő a magyar vaskohász tájékoztatta a külföldet is, a kohászat fejlődéséről. Kitűnő tanár volt, aki nemcsak ragyogó előadásokban adta át tudását, de egyénenként is foglalkozott hallgatóival. 13 évi tanári munkásságának rendkívül gazdag mara-

dandó irodalmi eredménye volt. Hazája kohászatának fejlődése érdekében vállalta az állami gyárak igazgatói tisztét, hogy ezzel az egész magyar kohászatnak a gyakorlatban szolgálhasson. Nagy ember volt, akinek tudományos és gyakorlati művei megóvják az enyészettől emlékét, aki soha sem akart ragyogni, hanem használni és szolgálni a nemzet javára.

Ide Miskolcra tért szobra legyen mintakép, a vaskohászatnak az ő szellemében való művelésére, az ő munkássága legyen példa ifjúságunknak, hogyan lehet és kell meggyőződéssel és tudással cselekedni a hazáért és népért.

Kerpely munkásságát az ő szellemében a vaskohászati tanszéken *Soltz Vilmos*, majd *dr. Barlai Béla*, illetve *Balázs István* folytatta. 1922-ben a tanszékre a Főiskola *Cotel Ernőt* hívta meg, aki addig 22 évet töltött gyakorlati munkában. Ebből 10 esztendeig működött a kaláni vas- és acélgyárban, előbb mint az acélmű vezetője, majd az egész gyár műszaki vezetője, Korompán 1912—1922 közt dolgozott. 1903-ban szerezte meg kohómérnöki oklevelét, államvizsgai dolgozatául az 1900—1903 években végzett diósgyőri gyakorlati munkájának témáját, ötvözött nemesacélok gyártását választotta. Dolgozata a Bányászati és Kohászati Lapokban is megjelent.

Már Kalánban is kitűnt kezdeményező, kutató és szervező munkájával s később korompai működése alatt, 1913—1920 között igen sokat foglalkozott a kohászat egyéb kérdései mellett előszeretettel a hengerlés elméletével. Ennek eredményeként 1918-ban jelent meg első nagyobb, hengerléstárgyú cikke. 1922-ben ugyancsak hengerléstárgyú művével nyerte el a Magyar Mérnök és Építészegylet pályadíját.

A vaskohászati tanszéknek 23 éven át volt vezetője. Ezen idő alatt számos könyve, értekezése, cikke jelent meg. A 30-as években adta ki három, elismerést keltett munkáját a nyersvasgyártásról, Martin-acélgyártásról és a hengerlés elméletéről. A hengerlés alapelvei c. könyve három német kiadást ért el és forrásmunkája volt sok számottevő szerzőnek bel- és külföldön egyaránt. Állásfoglalása a nagyolvasztók profiljának fejlődéséről a párizsi kohászati kongresszuson a 30-as években nagy figyelmet keltett szakkörökben. A Bányászati és Kohászati Lapokban 17, külföldön számos cikke jelent meg. Tolla a szó legszorosabb értelmében hirtelen halálával esett ki kezéből.

A főiskolának 1930—1932-ben rektora volt. Kitűnő tanár, akinek előadását a pontosság és szabatosság jellemezte. Felfogása szerint a szakmai alapoknak megismertetésén felül a hallgatók egyéniségének, rátermettségének kialakítása volt főcélja az oktatásban. „Egy öreg kohász emlékezései" című 1947-ben megjelent cikkében kihangsúlyozta, hogy a túlzott gyakorlati oktatás a főiskolán nem feltétlen szükségesség, sokkal fontosabb, hogy a tanár egyéniség legyen, aki tárgyát úgy adja át hallgatóinak, hogy azok azt ne csak megértsék, hanem meg is szeressék. Szerinte a gyakorlati életbe kerülő fiatal mérnöknek az élet amúgy is tálalja a megoldandó feladatokat.

Cotel Ernő ténylegesen egyéniség volt, aki a kohászati felsőoktatás ügyét nem csupán tanár korában viselte szívén. Már az 1900-as évek elején napilapban írt cikkében is sürgette többedmagával a főiskolának egyetemi rangra emelését. Ezért később tanársága idején is következetesen kiállt még a legfelsőbb fórumok előtt is.

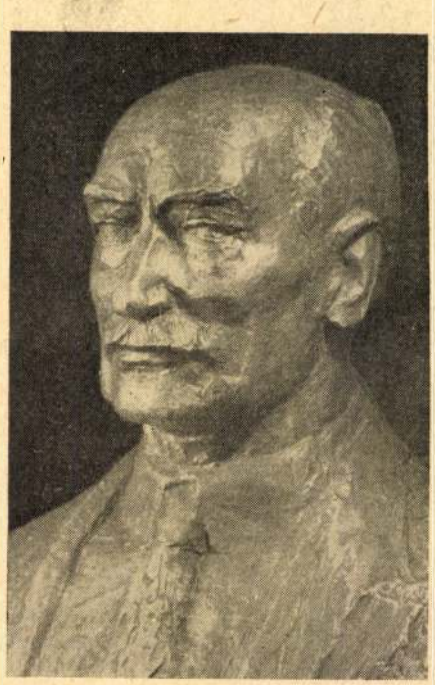
Szobra itt a Vaskohászati tanszéken hírdetni fogja oktatónak és tanítványoknak egyaránt élete példáját, melyet követni s munkáját a nép érdekében folytatni, az utódok szent kötelezettsége.

A most felavatott szobrok új díszei épülő és szépülő Egyetemünknek. A majdnem 90 esztendős vaskohászati tanszék két nagyjának emléke legyen serkentés — buzdítás az oktatóknak és tanítványoknak egyaránt — azon tanárokéval együtt, akik ugyancsak nagyot alkottak, de szobruk még nincs jelen."

Az ünneplő hallgatóság ezután a Fémkohászati Tanszék előterébe vonult át, ahol *Széki János* szobrát *Dr. Horváth Zoltán* egyetemi tanár a következő szavak kíséretében leplezte le:

„Mélyen tisztelt Ünneplő Közönség!

A szoborleleplező ünnepség befejező részében most néhai *dr. Széki János* szobra előtt állunk, aki emberi nagyságával, munkás és áldozatos életével, nemzetközileg is elismert nagy tudásával kiérdemelte, hogy az utókor szoborban örökítse meg emlékét.



Széki János professzor szobra

Széki János 1879-ben született Szadán. Az Őt nevelő, Domonyban lakó nagyszüleitől 4 éven át télen-nyáron gyalog járt be az aszódi gimnáziumba és közben az ácsmesterség képesítésével rendelkező nagyapja által bérelt föld megművelésében is segédkezett. Később a pozsonyi líceumban a taníttatásával járó kiadásokat az iskola anyagi támogatásából és diáktársai oktatásáért kapott

pénzből fedezte. Az érettségi bizonyítvány megszerzése után 1898 őszén a budapesti József Műegyetemre iratkozott be gépészmérnök hallgatónak. Megtakarított pénze azonban még az első félév vége előtt elfogyott, reményeivel ellentétben mellékfoglalkozást sem tudott szerezni, úgyhogy kénytelen volt a műegyetemi tanulmányait abbahagyni. Ezután szülőfalujában, a községi irodában segédkezett. Itt egy bányaesküdttől tudta meg, hogy a Pénzügyminisztérium a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémián az 1899/1900-as tanévtől kezdve a fémkohászati szakra iratkozó, jó előmenetelű hallgatók részére 6 db évi 600 koronás ösztöndíjat rendszeresít. Ennek az ösztöndíjnak az elnyerésében reménykedve iratkozott be 1899 őszén Selmecbányán fémkohásznak. Az ösztöndíjat valóban megkapta és tanulmányi eredményei alapján diplomájának megszerzéséig meg is tartotta.

Az akadémiai tanulmányok elvégzése után 1902-ben a Kapnikbányai Fémkohó és Lugzóműben, majd az Alsófernezelyi Fémkohóban és a vele kapcsolatos próbaházban gyakornokoskodott. Az államvizsgát 1904-ben letéve a Zalatnai Vegyelemző Hivatalhoz, azután a Zalatnai Fémkohóhoz került. Itt 1913 végéig működött. Közben belés külföldi tanulmányútjai során megismerte a kénsavgyártás akkori állását és gyűjtött ismereteit felhasználva, a vezetése alatt álló üzemágak közül többet korszerűsített. Ugyanebben a kohóban és időben megismerkedett a tovalapátoló kemencében való pörköléssel, a Piltz-féle aknáskemencében való olvasztással, a dúsólom leűzésével. A zalatnai kohóban eltöltött szolgálata utolsó évében még az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Zalatna és vidéke osztályának titkári tisztségét is viselte.

1913. dec. 9-én a Pénzügyminisztérium a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola Fémkohászattani Tanszékére nevezte ki rendkívüli tanárrá. Az 1923/24. tanévben a közben Sopronba költözködött Főiskola Kohómérnöki Osztályának, majd a Főiskolának a József Nádor Műegyetembe való beolvasztása után az 1936/37. tanévben a Bánya- Kohó- és Erdőmérnöki Karnak dékáni tisztségét töltötte be.

A Fémkohászattani Tanszéket egészen 1952-ben bekövetkezett haláláig, tehát 39 éven át vezette és ez alatt az idő alatt a hozzá kerülő ifjúságot szakismeretre, kötelességteljesítésre, a szakma szeretetére és emberségre tanította. Hallgatóinak és munkatársainak mindig iparkodott széleskörű és elmélyült tudásának kincsestárából a lehető legtöbbet átadni. Mindig korszerű és a gyakorlat követelményeinek megfelelő előadásokat tartott. Igen értékes adottsága volt, hogy a legbonyolultabb problémákat is kézzelfoghatóan tudta magyarázni. Előadásaira mindig lelkiismeretesen készült. Az éjfél a legtöbbször még a szakkönyvek között találta. Az újtól és a haladótól sohasem idegenkedett, sőt ennek mindig a leglelkesebb hívei közé tartozott. Így például 68 éves korában kezdett oroszul tanulni és már 70 éves volt, amikor a termodinamikával kezdett intenzívebben foglalkozni.

Környezetét saját életének példájával iparkodott nevelni. A tanszéki munkát határtalanul szerette. Amíg egészséges volt, minden nap — még a legnagyobb ünnepeken is — bennt volt a tanszéken.

Közvetlenségéért, segítőképességéért beosztottjai és hallgatói mind nagyon szerették. Bármilyen problémával nyugodtan lehetett hozzá fordulni. Mindenkor időt és fáradságot nem kímélve segített. Sohasem volt dogmatikus. Vele mindig lehetett vitatkozni és a megfelelő bizonyítékokkal alátámasztott ellenérveket készséggel fogadta el. Mindent elkövetett, hogy a Vele érintkezőket nevelje és szakmai továbbfejlődésüket elősegítse. Szociális érzéke rendkívüli módon fejlett volt. Ezt bizonyítja a Segélyező Egylet elnöki tisztségében kifejtett több évtizedes áldásos működése is.

Azonban nemcsak mint tanár tartozott a legkiválóbbak közé, hanem mint tudós is nagy volt. A poralakú félkoksznak darabos házi tüzelőszerré való átalakításával kapcsolatban végzett laboratóriumi kísérletei és elgondolásai, valamint ezekre vonatkozó magyar, osztrák, német és jugoszláv szabadalmai Dorogon a szénlepárló üzemben kerültek megvalósításra. A recski érc gazdaságos feldolgozásának lehetőségeit majdnem 40 éven át kutatta. Ezzel kapcsolatban is sok szabadalmat jelentett be. Tanártársával, néhai *dr. Romwalter Alfréd*dal együtt foglalkozott a hazai vasban dús bauxitok feldolgozásának problémájával. Megírta a magyar fémkohászat fejlődésének történetét.

Igen sokat kísérletezett a csúcsomi, antimonban dús színporral, a Németországban félüzemi méretekben lefolytatott eredményes kísérletek alapján a kidolgozott eljárásra szabadalmi igényt jelentett be. Ezt a munkamódot külföldön ma is sok helyen használják. A Nagybánya vidékén található, aranytartalmú piritszínporok feldolgozására is több, szabadalmazott eljárást dolgozott ki. Érdemeinek méltó elismeréséül a Tudományos Minősítő Bizottság 1952 nyarán a műszaki tudományok doktorának ismerte el, még ugyanebben az évben az Elnöki Tanács a Népköztársasági Érdemrend V. fokozatával tüntette ki.

Eredményeire a külföld is felfigyelt és megfelelően értékelte azokat. Így pl. Őt kérték fel a „Gmelin's Handbuch" antimonkötetének a megírására. Ez igen nagy kitüntetés, mert ilyen feladatokkal a témakörnek a világ leginkább elismert szaktekintélyét szokták megbízni. Ő ezt a munkát betegsége miatt már nem vállalhatta, talán ezért nem is dicsekedett el az Őt ért megtiszteltetéssel.

És most *dr. Széki János* szobráról hulljon le a lepel. Vele szemtől szembe állva ígérjük, hogy előzőleg ismertetett emberi tulajdonságai, kiváló oktatói működése és fáradságot nem ismerő kutatói tevékenysége alapján örök példaképünknek tekintjük és ifjúságunk elé is példaképnek állítjuk.

Jó szerencsét!"

Az ünneplő közönség a beszédek elhangzása után még hosszú percekig maradt együtt s szeretettel beszélgetett a volt professzoraik életéről.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület kibővített választmányi ülése

Az ünnepség következő programja Egyesületünk soronkövetkező — ünnepi — választmányi ülése volt. Egyesületünk történetét végiglapozva a felszabadulás óta ez volt az első Budapesten kívül vidéken tartott választmányi ülés. Délután 3 órakor az I. sz. előadóteremben gyülekeztek a bányász-kohászok és sok nem egyesületi tag vendég is. A választmányi ülésről lapunkban külön helyen számolnunk be.

Ünnepi hangverseny a miskolci Zeneiskola dísztermében

Az ünnepségek sorába szervesen illeszkedett be a Zeneiskola dísztermében a Miskolci Filharmonikus Zenekarnak a második nap este 8 órakor megkezdett ünnepi hangversenye. A díszterem a kifejezés szószerinti értelmezésében zsúfolásig megtelt, ott voltak Miskolc megyei és városi pártbizottság- és a város vezetői, az Egyetem tanári kara, a külföldi vendégek stb.

A jubileumi ünnepségnek méltó befejezése volt az ez alkalomra műsorra tűzött Brahms: Akadémiai ünnepi nyitánya, Kodály: Háry szvitje és Bethoven: ötödik szimfóniája.

A közönség *Súlyok Tamás* karmestert és a zenekart rokonszenvvel fogadta. A műsor sikerét bizonyították a nehezen szűnő tapsok, melyet a lelkesedő közönség csak akkor hagyott abba, amikor *Súlyok Tamás* már a Háry szvit ismétlését vezényelte.

Üzemlátogatások, városnézés

Az ünnepségek harmadik napján reggel 9 órakor üzemlátogatások következtek. A bányászok megnézték a lyukóvölgyi bányát, a kohászok meglátogatták a Garadna völgyében levő újmassai vasolvasztó kohót, majd a Lenin Kohászati Műveket és a vasgyári vendégházban elhelyezett szép Kohászati Múzeumot, a gépészek a Dimávag Gépgyárat és a miskolci Pamutfonó üzemét.

Délután az ünnep közönsége Miskolc város nevezetességeit, érdekességeit és műemlékeit nézte meg. A körséta sok hívet szerzett Miskolcnak.

Este a társaság a Szinva mellett Újdiósgyőrben épült Hámor étteremben búcsúvacsorával zárta az ünnepségeket.

Az ünnepi napok befejezése után, a jubileumi kiállítást négy napra a miskolci Nevelők Házában „10 éves a Nehézipari Műszaki Egyetem" címen helyezték el, hogy a nagyszámú érdeklődőnek továbbra is rendelkezésére álljon.

A Posta a jubileum tiszteletére „10 éves a Nehézipari Műszaki Egyetem 1949—1959, Miskolc-Egyetemváros 1959. IX. 10" felírású emlékbélyegzővel látta el az Egyetemen az ünnepség alatt feladott küldeményeket.

Akik az ünnepségeken résztvettünk, egy szép emlékkel lettünk gazdagabbak s abban a tudatban tértünk mindennapi munkánkhoz haza, *hogy a két és negyedszázados Alma Mater, korszerű, új otthont kapott s az új bányász-kohász-mérnök generáció nevelése, képzésének fejlődése töretlenül fog tovább felfelé ívelni.* *Á. F.*

Az Egyesületnek a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállásának jubileuma alkalmából tartott választmányi ülése

Egyesületünk Elnöksége, annak látható igazolására, hogy a Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 67 éves fennállása alatt a bányászokat és kohászokat képező legfelső iskolával szoros szellemi és érzelmi kapcsolatban van, elhatározta, hogy az esedékes választmányi ülését a Nehézipari Műszaki Egyetem fennállásának 10 éves jubileuma idején, az ünnepség keretében Miskolcon tartja. Az Egyetem vezetősége az Elnökség tervét örömmel fogadta s az ünnepség programjában erre helyet és időt biztosított.

Így került sor ez év szept. 11-én délután 3 órakor Miskolcon az I. sz. előadóteremben a kibővített választmányi ülésre.

Az ülést *Szele Mihály* elnök nyitotta meg. Napirend előtt üdvözölte a Nehézipari Műszaki Egyetem rektorát, a tanári karát, a pártbizottságát, az oktatókat, a megjelent hallgatókat és a választmány valamint az Egyesület tagjait.

Az üdvözlés után az elnöki megnyitóra került sor, mely a következőképpen hangzott.

„Tisztelt Választmány, kedves Vendégeink!

Legelőször egy kedves kötelességemnek teszek eleget. Szívem meleg szeretetével üdvözlöm körünkben *Esztó Péter* választmányi tagtársunkat, aki nem rég töltötte be egyesületi tagságának 50. esztendejét. Az Egyesület nevében továbbra is jó egészséget, erőt kívánok neki.

Tisztelt Választmány, kedves Vendégeink!

Az immár 67 esztendős Egyesületünk életében a közgyűléseket és választmányi üléseket szívesen kötöttük össze nevezetes eseményekkel és történésekkel. Ezek az ünnepi megnyilvánulások mindig hosszabb időre szabták meg tevékenységét, élénkítették életét. Jellegében és tartalmában fontos választmányi ülésre ültünk ma is össze, amikor a Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállását ünnepli, s a *Bányamérnöki Karnak Miskolcra érkezésével helyileg újra együtt van az Egyesületünkben képviselt szakmák felsőoktatása.* A magyarországi bányászati és kohászati szakoktatás — *egy év*

híján 225 éves, — a felsőoktatás, — négy esztendő híján 200 éves — történetének fontos állomása ez.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek fennállása óta elválaszthatatlan, folytonos kapcsolata volt és van azzal az intézménnyel, amely tagjait nevelte. Az Egyesület munkája célkitűzésében, de társadalmi jellegében is folytatója volt annak az oktató, nevelő, művelő munkának, amely az Akadémián, Főiskolán és Egyetemen folyt és folyik. Ma is ez a kapcsolat hozott ide bennünket. *Dokumentálni kívánjuk, hogy együtt élünk a jövendő tagjainkat nevelő Egyetemmel, egyesületi tevékenységünkkel támogatjuk, kiegészítjük munkáját.* Egyesületünk a bánya és kohómérnököket nevelő Főiskolát és Egyetemet mindig *a közel kettőszáz esztendős Akadémia utódjának, nemes hagyományai ápolójának tekintette, s azt vallotta, hogy korántsem a földrajzi elhelyezése*, hanem a szakok, a karok élete az alkotó munka, a tudományágak folyamatos művelése jelenti a hagyományt, az utódlást.

Tisztelt Választmány, kedves Vendégeink!

Az 1868-ban megindított Bányászati és Kohászati Lapok és az 1892-ben alapított Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület jóval fiatalabb, mint az 1735-ben alapított s 1763-ban akadémiai rangra emelt felsőoktatási intézmény. A XIX. század elején jelentkeztek azok az első törekvések, — legalábbis jelenlegi ismereteink szerint, — melyeknek célja volt a gyakorlatban működő bányászok és kohászok továbbképzését szolgálni. Az erdélyi származású Szentkirályi Zsigmond már 1840 körül megállapította, hogy ‚a bányászati akadémiák, legyenek azok bármily célirányosan rendezve, önmagukban csak előkészületül szolgálhatnak.' A törekvés olyan szakfolyóirat megteremtésére irányult, amely alkalmas lehetett a haladás ismertetésére. Számos magyar szakember, részint az „Östereichische Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift" hasábjain, részben a selmecbányai, leobeni és přibrami akadémiák közös évkönyveiben közölte szakcikkeit — természetesen német nyelven —, amint hogy 1870-ig német volt a selmeci Akadémia előadási nyelve is.

A szabadságharcot követő évek kényszerű csendje után, 1868-ban Péch Antal a Bányászati és Kohászati Lapokat bőséges célkitűzéssel indítja el. Ez utóbbiból érzékelhető, hogy az akkori bányászati és kohászati szaktársadalom mennyire érezte *egy olyan szaklapnak és társadalmi egyesületnek a hiányát, ahol az Akadémián szerzett ismereteit bővíthette és a gyakorlatban szerzett tudását továbbadhatta volna. Az Akadémiával a lapnak évről évre erősödő kapcsolata volt*, ez a kapcsolat *Kerpely Antalnak* akadémiai tanárrá való kinevezésével érte el csúcspontját, 1870. december végével a lap *a selmecbányai Akadémia tulajdonába ment át*, s *Kerpely* főszerkesztésében az Akadémia Közlönye lett. Ebben a minőségben természetesen bőven foglalkozik az Akadémia szervezeti, oktatási ügyeivel. *Kerpelynek* 1881-ben való távozása után *Farbaky István* főszerkesztése alatt sem változott a Lap iránya és tartalma. Az Egyesület formai megalapításáig a Bányászati és Kohászati Lapok jelentették a szakmának magyar nyelvű fórumát. Ezen túlmenően igen nagy érdemük, hogy az 1868-ig kizárólagosan német szaknyelv helyett a magyar szaknyelvet megteremtették. Nem kis munka volt a gyakorlatban megrögződött német szakkifejezéseket magyarral pótolni s azokat a gyakorlatban igen sok ellenkezés legyőzésével elterjeszteni. Eredménye a magyar bányászati és kohászati szaknyelv megteremtése és kifinomítása volt.

Kerpely szerkesztői munkája nyomán a Lap színvonala erősen emelkedett. Európai hírű szakember, aki nemcsak a maga munkájáról írt, hanem „Lapszemle" és „Könyvismertetés" rovatokban tájékoztatta olvasóit a külföldi irodalomról és „Különféle" c. rovatban pedig a külföldön használatba került új eljárásokról. Kézenfekvő, hogy ezzel az Akadémia tanári karát és a gyakorlatban működő szakembereket is élénkebb tevékenységre sarkallta. A cikkek aránylag rövidek voltak, a lap terjedelméhez igazodnak. *Kerpely*nek csak egy-két nagy munkáját tartalmazták, így pl. a vasúti sínkérdést.

Kétségtelen, hogy a kapcsolat az Akadémia és a lap olvasói, az Akadémia volt tanítványai között egyre erősödött.

Negyedszázaddal a Bányászati és Kohászati Lapok alapítása után 1892-*ben alakult meg az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület.* De csak a formai megalakulás késett 25 évet. Már 1869-ben, tehát a Lapok alapítása utáni évben az egyesület megalakítására vonatkozó kívánság nyomtatásban jelent meg. Nem is ez volt az első ilyen irányú megnyilatkozás. Már az 1840-es években is voltak törekvések valamilyen társadalmi egyesület megteremtésére. Komolyabb lépést jelentett ezirányban *Kerpely*-nek felhívása 1880-ban. Ezt követően *Farbaky István* és sok neves szakember fáradhatatlanul küzdött az Egyesület megalapításáért. Néhány év múlva 1887-ben megalakult *a Bányászati és Kohászati Irodalompártoló Egyesület*, a mai Egyesület elődje, majd maga az Egyesület 1892. június 27-én, amikor Selmecen az Akadémia erdészeti épületét avatták fel ünnepi keretek között. Említésre érdemes *Farbaky* érvelése, hogy a „Közlöny-nek országos tekintélyű közvetítőre és képviselőre' van szüksége. A képviselő a megalakítandó Egyesület, a közlöny a „Bányászati és Kohászati Lapok" volt.

A Lap alapítása és az Egyesület megalakulása közt eltelt hosszú időnek többféle oka lehetett. Az egyik feltételezhetően az, hogy a szakemberek szétszórtan, az Alma Mater-től nagy távolságban a kapcsolatot a laphoz, illetve a közlönyhöz nehezen találhatták meg. Bizonyos, hogy a német oktatás és szaknyelv erős nyomokat hagyott a gondolkodásban és lelkekben s csak nehezen találták meg a közeledést a magyarrá váló szaknyelven át. De igen lényeges okról is meggyőződhetünk. Voltak ugyanis, még hozzá erős többségben olyanok, akik az Egyesületet nem kívánták a bánya és kohótulajdonosok, és részvénytársaságok érdekképviseleti társaságává tenni s igen határozottan harcoltak a tiszta erkölcsi alapon felépített, a

műszaki haladást szolgáló Egyesületért. Figyelemreméltó az a kiállás, amellyel *Péch Antal* és sokan mások, bizonyára sokszor kenyerük kockáztatásával védték álláspontjukat.

Az Egyesület székhelye *egyelőre Selmecbánya maradt*, aminek oka az lehetett, hogy az Akadémia tanári kara adta a szellemi gerincet, amelyre az Egyesület, működésének kezdetén támaszkodhatott. 1892-ben a Lap az újonnan megalakult Egyesület birtokába került. Ettől kezdve megjelölése, *'Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és a magyar kir. Bányászati Akadémia közlönye.'* Hosszú időn át az Akadémia tanárai voltak az Egyesület felső tisztségviselői és a BKL szerkesztőbizottságának kezdetben kizárólag, később is túlnyomó részében tanár tagjai voltak.

Az Akadémia és az Egyesület, valamint annak lapja közt a szoros kapcsolat 1892 után nemcsak abban állt fenn, *hogy a lap az Akadémiának és az Egyesületnek is közlönye volt.* Alig van az Egyesületnek választmányi ülési jegyzőkönyve, amelyben az Akadémia fejlesztési, és szervezeti kérdései ne szerepelnének. *Már* 1894-*ben*, amikor a přibrami és leobeni bányászati akadémiákat főiskolákká nyilvánították, *elhangzott a lapban az első javaslat az Akadémiának a Műszaki Egyetemmel való egyenlősítésére*, arra hivatkozva, hogy színvonalban a két intézmény, — tehát az Akadémia és a Műegyetem — közt nincsen különbség. Tapasztalat, elméleti és *főleg gyakorlati oktatás szempontjából az akkori vélemények szerint az Akadémia állt az élen.* Az 1897. évi rimaszombati egyesületi közgyűlésen ugyanezt már nagyobb plénumban tették szóvá.

Az Egyesület tevékenységének eredményeként 1894. április 8-án intézkedett a kormány az Akadémia igazgatóságánál, hogy az oklevelek szövegében az addig használt bányász vagy kohász kifejezés helyett, az államvizsgázó jelölt okleveles bánya-, illetőleg okleveles kohómérnökké nyilváníttassék.

Az Akadémia és az Egyesület kapcsolatában nevezetes esemény volt az 1900-ban Selmecen, a nagy központi, fehér vagy *bányászati palota felavatása alkalmából tartott közgyűlés*, melyet a felavatott épület aulájában tartottak. Érdekes megemlíteni, hogy a monumentális épület 1898—1899-ben épült és belső berendezésével és felszerelésével együtt kb. 730 000 koronába került.

Az Egyesületi élet első 10 esztendejének jellegzetessége a számos vidéki osztálynak igen élénk kezdeményező tevékenysége és élénk egyesületi élete. *Számos javaslat, köztük az Akadémia helyzetének megjavítására vonatkozó, vidékről indult ki.* Ez, az Egyesület *székhelyének 1903. január 1-ével Budapestre* való átköltözése után is folytatódott. Itt bővebb programmal indította el munkáját, *a programnak élén szerepelt az Akadémiának egyetemmé való fejlesztése.* A fővárosban tevékenykedő központ a vidéki osztályokkal versengve harcolt a programjában foglalt célkitűzésekért.

Az Akadémia, ill. Főiskola ügye 1905-*ben élénk vitát indított az Egyesületben, az Akadémiának régi székhelyéről Budapestre való áthelyezése* és a Főiskola szervezeti kérdése ügyében. A Főiskola ugyan továbbra is Selmecen maradt, de a központ és vidéki osztályok az oktatás és az oktatói kar helyzetének megjavítását sürgették. Az Egyesület a kérdést a következő években is szívósan felszínen és ébren tartotta, mégis átmeneti megoldás csak évtizedekkel később született.

Közben igen sok javaslat merült fel, *így 1912-ben a Műegyetemmel való egyenrangúsítása, 1921-ben a Műegyetemhez való kapcsolása, illetve Miskolcon vagy Budán önálló egyetem alakjában való letelepítésére.*

A Főiskola és az Egyesület kapcsolatának egy igen kedves epizódjáról szeretnék közbevetőleg megemlékezni. Az Egyesület tagjai a magyar bányászat és kohászat nagyjai emlékének illő megörökítéséről soha nem felejtkeztek el. Az Egyesület készítette el s ajándékozta az Akadémiának 1910-ben *Cséti Ottó* mellszobrát, 1914. május 15-én *Péch Antal*, id. *Litschauer Lajos, Kerpely Antal, Zsigmondy Vilmos* szobrát. *Farbaky István* akkori elnök átadó beszédében ezeket az emlékeket „azon szellemi kötelékek zálogának" tekintette, *„mely az Egyesületet az ugyanazon magasztos cél felé törekvő Főiskolával örök időkre összefogja."* 1938. novemberében az Egyesület *Szent-Iványi Gyula* mellszobrát ajándékozta a Főiskolának. *Ezek közül néhány itt Miskolcon az Egyetem új szobraival együtt újra áll és hirdeti Egyesületünk és a Műszaki Egyetemünk szoros kapcsolatát*, ösztönzést adva ifjúságunknak nagyjaink példájának követésére. Az első világháborút követő időszakban a Főiskola és az Egyesület életében fontos események zajlottak le. Az Egyesület a Sopronba került Főiskolának — mivel ennak berendezése alig volt — segítségére sietett berendezés megszerzésével, hogy a bánya és kohómérnökoktatás és a tanszékek kutatómunkája rendes mederben folyhasson. Az 1927. évi 35. közgyűlés Sopronban újra felvetette a Főiskola régi problémáit, amellett az Egyesület síkra szállt a karoknak szétosztása nélküli együttmaradása mellett. *Az egyenrangúsítás kérdésében a múltnál kifejezettebb módon foglalt állást, hangsúlyozva, hogy Európa második legrégibb műszaki főiskolája*, melynek szervezete külföldi főiskolák részére mintául szolgált s *tanulmányrendjében azonos a műegyetemmel és külföldi főiskolákkal*, nem rendelkezik pl. doktorrá avatás és magántanári képesítés jogával. Ez a kérdés, mely az Egyesület legfőbb programpontja volt, 1932-ben végre megoldást nyert, a főiskola az említett jogokat megkapta. Az első doktorráavatás 1933. május 22-én volt, s az elsők között *Verő József* jelenlegi alenökünket negyedmagával akkor avatták. *Az Egyesület örömének és a Főiskola iránti tiszteletének kifejezéséül magáravállalta a rektori és dékáni láncoknak elkészítését.* Ezek elkészültek ugyan, de használatba nem kerültek, mert *az akkori kormány 1933-ban a Főiskola három karát, azoknak Sopronban való együtthagyása és egy karrá való egyesítése mellett a Műegyetemhez csatolta.* Az önálló és egyetemi rangra emelt Főiskola nem valósult meg, de az *Egyesület továbbra közvetlenül a Bánya és Kohómérnöki Karral tartotta a kapacsolatot.* Szavát hallatta a karok fejlesztéséért, a tanszékeknek a haladás

érdekében való bővítéséért, az oktatói kar létszámának emeléséért. Tevékenyen résztvett a soproni nagysikerű nyári egyetemek és továbbképző tanfolyamok megszervezésében.

Tisztelt Választmány, kedves Vendégeink!

1945-ben, felszabadulásunkat követően Egyesületünk rendkívüli méretekben fejlődött. Az egyesületi munka lényege, a műszaki tudomány ápolása és fejlesztése megmaradt ugyan, de a módja és kerete jelentősen változott. Míg a kapitalista időkben tagjai féltve őrködtek azon, hogy a műszaki tudományok ápolója, fejlesztője maradjon és ne legyen vállalatok érdekeltsége, kiszolgálója, érdekeik képviselője, addig *a szocialista országépítés és iparfejlesztés megkövetelte és követeli, hogy most már egyedül a nép javát szolgáló iparágak fejlődésének irányításában Egyesületünk, szellemi potenciáljával résztvegyen.* Ilyen tevékenysége mind jobban kiterjedt, terebélyesedett a módosított alapszabályaiban is kifejezésre jutott. *A most tárgyalásra kerülő alapszabály tervezet még kifejezettebben hangsúlyozza ezt.* A Párt és Kormány nagymérvű támogatásával az egyes szakosztályok munkája kiszélesedett, s ennek következménye Lapunk bővülése, majd 1953-tól már két lapnak a múlthoz viszonyított sokszoros tartalmi megnövekedése.

A sok és szerteágazó szakmai feladat mellett Egyesületünk a felső és középfokú oktatás kérdéseivel sem szünt meg foglalkozni. A tanmenetekhez hozzászólt, javaslatokat adott. *A Főiskolának Műszaki Egyetemmé való fejlődése Egyesületünkben nagy örömet váltott ki, mert népidemokráciánk tagjainak régi álmát váltotta valósággá.* Az Egyesületbe tömörült szakembereink mindig vallották, hogy egyesületi munkájukban a Főiskolán szerzett tudást fejlesztik tovább s azt saját munkájukkal és tapasztalatik továbbadásával kiegészítik. *Az Egyetem az az Alma Mater, amelyhez vissza-visszatérnek, ahol mindig tanulhatnak, de amelynek életét tovább viszik a gyakorlatban.* A mai ünnepi alkalom is ilyen visszatérés.

Az Egyesület mindenkori törekvése az volt, hogy a Főiskola, majd az Egyetem fejlődjön, élete felfelé íveljen, s ha közben a kritikát is igénybe vette, csakis a javítani, a segíteni akarás vezette. Tagjaink szeretik szakmájukat; a szakma szeretete felső tanulmányaik közben lett sajátjuk, érthető, hogy a felső oktatás iránti érdeklődésük végeredményben szakmájuk fejlődését kívánja szolgálni.

A technika jelenlegi, soha nem tapasztalt rohamos fejlődésében az összefonódásnak még fokozottabb jelentősége és súlya van. A műszaki fejlődést egyformán szolgálja az Egyetem oktató és kutatómunkája, s a gyakorlatban dolgozó mérnöknek a haladást előmozdító üzemi tevékenysége. A magyar bányászatnak és kohászatnak fejlődésében nagy elődeink óriási munkát végeztek. Egyetemünk elődjének, a selmeci Akadémiának tanárai; *Jacquin, Mikovinyi, Kerpely, Farbaky* és sokan mások európai hírt szereztek a magyar tudománynak, az Akadémiának és iparnak. Utódaik, Egyetemünk tanárainak nagy része folytatta és folytatja példájukat, külföldön is elismert és méltányolt tudományos munkájával. *A magyarországi bányászat és kohászat közel kettőszázéves felsőoktatásában fennálló folyamatosság jogosítja fel Egyesületünket arra, hogy* — mint bevezetőmben kihangsúlyoztam — *a Nehézipari Műszaki Egyetemet az ősi Akadémia utódjának, munkája folytatójának tekintse.* Az ősi Akadémia, majd Főiskola nemes hagyományai, eredményei példát mutatnak az Egyesület tagságának és az Egyetem oktatóinak és ifjúságának. *Ez vezette Egyesületünket most ide, hogy tisztelettel adózzék az Egyetemnek, az ősi Akadémia munkája folytatójának.* Erősíteni akarja a régi kapcsolatokat, hogy azok a közös cél, a szakmák fejlődése érdekében termékenyek legyenek. *Az utóbbi években megindult kiterjedtebb együttműködés ennek örvendetes kezdete.*

A mai alkalmat szeretném egy javaslat megtételére felhasználni. A régi borsod- gömöri, majd borsodi osztály, az Egyesület múltjában mindig kezdeményező, tevékeny szerepet vitt. Országunknak ezen a legnagyobb iparvidékén a bányászatnak és kohászatnak vezető szerepe van. Szeretnénk, ha a borsodi osztály ugyanolyan tevékenyen munkálkodna, mint elődei, s a borsodi iparvidék műszaki kérdéseinek megoldásában, de országos kérdésekben is kezdeményezően hallatná szavát. *Vannak itt csoportjaink* — de lehetne több is, — *ezeket egy Borsodi* (Központi) *Osztály foghatná össze, így nagyobb lenne súlya, eredményesebb a munkája.* Ennek a Borsodi Osztálynak központja csakis ide, a szellemi központba kívánkozik, amely *egyúttal az Egyetem csoportja lenne.* Az Elnökség nem kívánja ezt semmiféle módon erőltetni, itt élő tagtársaink elhatározásán múlik, megoldják-e, és hogyan oldják meg. Célkitűzésében egyetlen szempont lehet irányadó, az anyaegyesület célkitűzésének megfelelő munkával a szocializmus építése — a nép érdekében.

Befejezésül engedjék meg, hogy az Egyesület elnöksége, és választmánya nevében vendéglátó Egyetemünknek az ünnepi évforduló *alkalmából ősi köszöntéssel, termékeny életet, növekedést és virágzást kívánjak.*

Vivat, crescat, floreat Universitas.

Az elnöki megnyitó után *Szele Mihály* elnök *Martos Ferenc* főtitkárnak adta át a szót, ki a következőkben számol be az Egyesület életéről.

„Tisztelt Választmány,
Tisztelt Tagtársak,
Igen tisztelet Vendégeink!

Egyesületünk ezt megelőző választmányi ülését f. év február hó 6-án tartottuk Budapesten. Az azóta eltelt rövid néhány hónap alatt sajnos ismét igen sok kiváló tagtársunknak kellett elmondani az utolsó jó szerencsét. — Adózzunk kegyelettel:

Heutschy Kálmán okl. bányamérnök, a bányászat kiváló dolgozója,

Hibbey-Hosztyák Albert aranydiplomás bányamérnök,

Kerpely Kálmán okl. vaskohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa,

Laczfalvy Ferenc dr., okl. bányamérnök,

Seyler Lajos okl. bányaménök,

Tettamanti Jenő okl. gépészmérnök, a műszaki tudományok doktora, ny. egyetemi tanár,

Vajk Árpád dr., az Egyesület volt jogtanácsosa emlékének egy perces néma felállással.

Tisztelt Választmány!

A ma itt Önök elé terjesztendő jelentésem a február elején megtartott választmányi ülés óta, tehát tulajdonképpen az idei első félévben végzett tevékenységünkről fog vázlatos képet adni. A már igen szerteágazó központi és vidéki munka eredményeinek, vagy hibáinak részletesebb elemzésére ma nem vállalkozhatom, mert ez igen megnövelné jelentésem anyagát. Igyekezni fogok mégis — a lehetőségeken belül — átfogó képet adni Önöknek az elmúlt időszakról. Jelentésem végső fokon az Elnökség és a Szakosztályok vezetőségének munkáját — de legalább is e munka fontosabb mozzanatait — tükrözi.

Az egyesületi munka alapvető irányát, a tárgyi időszakban is, az 1958. májusában megtartott Közgyűlés határozatai szabták meg. Az időközben nyilvánosságra hozott Párt- vagy Kormányhatározatok — így elsősorban az MSzMP—KB-nak nagyjelentőségű márciusi határozata — a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Tervhivatal, vagy a MTESz Egyesületünket is érintő intézkedései, vagy javaslatai csak még jobban megalapozták, kiegésztették, illetve még helyesebb irányba terelték e közgyűlési határozatok alapján folytatott tevékenységünket.

Mint ismeretes az 1958. évi közgyűlés kötelességünkké tette, hogy mindenképpen segítsük a bányamérnökképzés földrajzi egységének helyreállítását. Ennek megtörténtével most már *az egységes Egyetem fejlődésének hathatós támogatását fogjuk egyik elsőrendű feladatunknak tekinteni, hogy ne csorbuljon, de új tartalommal bővülve, egyre gazdagabbá váljék az a szeretet és megbecsülés, amelyet a magyar bányászok és kohászok Alma Mater-ük irányában immár közel két és egynegyed évszázada táplálnak, s amely vonzalom úgy mint eddig, ezután is egyik jelentős tényezője lesz a népükhöz és hivatásukhoz hű bánya- és kohómérnököknek.*

Néhány szót a további közgyűlési határozatok végrehajtásáról.

Az új alapszabálytervezet itt fekszik Önök előtt, Bubics György tagtársunk által vezetett munkabizottság minden elismerést megérdemlő munkájának eredményeképpen. A szövegét már megkapták és most Önökre hárul a feladat véleményt mondani róla, hogy megjegyzéseik figyelembevételével majd a következő közgyűlés elé terjeszthessük a javított szöveget.

A bányamérnök továbbképzés tematikája elkészült; több vidéki csoportunk területén avattunk műszaki klubbot; érezhetően — ha nem is kielégítően — nőtt a fiatal mérnökök aktivitása. Erőnkhöz mérten anyagi hozzájárulással támogattuk a bányászat-történeti bibliográfia és az akadémiai munkaközösség egyéb nagyjelentőségű történelmi kiadványainak előkészítését, az ehhez szükséges könyvtári és levéltári kutatómunkát. Várjuk vidéki csoportjaink hozzászólását a nyelvművelő bizottság által *kiküldött bányászati szógyűjteményhez.*

Egyelőre ennyit, de jelentésem még további részleteket is fog tartalmazni a közgyűlési határozatok folyamatos végrehajtásáról.

Egyesületünknek ez év első felében hat nagyobb szabású rendezvénye volt.

Az Öntödei Napok-ról, mind nemzetközi viszhangja, mind hazai eredményessége miatt kissé részletesebben kell megemlékezni. Ezt a nemzetközi konferenciát 1959. április 6—7-én tartottuk meg, 21 külföldi szakember részvételével, akik közül hét fő a Német Demokratikus Köztársaság, öt fő a Lengyel Népköztársaság, két-két fő a Szovjetunió, Ausztria és az Egyesült Arab Köztársaság, míg egy-egy szakember a Német Szövetségi Köztársaság, Jugoszlávia, illetve Anglia öntőiparát képviselte, a mintegy 300 belföldi résztvevő mellett. A 16 magyar előadáson kívül, 12 külföldi szerző által benyújtott előadás is elhangzott. Az élénk érdeklődést a több mint 130 jelentősebb hozzászólás is tükrözi. Ennyit a statisztikáról. *Értékelve a konferencia eredményességét elmondhatjuk, hogy az erkölcsi haszon mellett már jelentkezik a gazdaságilag objektíven értékelhető anyagi haszon* is. Így pl. *Czikel* freibergi professzor, az acélöntvények tülyukacsosságát tárgyaló előadásával; *Csiszár Miklós*, illetve *Marienbach* moszkvai professzor pedig a nagyszilárdságú öntöttvasak, s az ezek előállításához szükséges kupoló kemencék üzemvitelét ismertető előadásokkal járultak hozzá diesel-gyártásunk néhány öntvényproblémájának megoldásához. *Tóth András, Kálmán Lajos, Rácz Ottó* és *Sturm, Joseph* (Freiberg) különböző formázástechnikai probléma ismertetésével nyújtottak hasznos támogatást egy magas színvonalú műszaki tapasztalatcsere számára, amelyet az üzemlátogatások során főleg a vízüveges formázással kapcsolatban, több gyakorlati kérdéssel is kiegészítettek.

Szpaszkij moszkvai professzor előadása és tanácsai nyomán kimagasló jelentőségű újítás bevezetésének előkészítése van folyamatban, amely szerint könnyűfémet felületileg aktív anyagon keresztül szűrve tisztítanak. A jelenlevő öntőszakemberek a konferencia eredményességéről nyilván sokkal többet is el tudnának mondani, én még csak annyit kívánok megemlíteni, hogy *a külföldi szaksajtó is bőven foglalkozott ezzel a nemzetközi rendezvényünkkel*, melynek eredményes lebonyolításáért elismerés illeti az öntödei szakosztály vezetőit, a csepeli csoport tagjait, de az Egyesület titkárságának munkatársait is.

Az első félévben további négy tanácskozás (ankét) megtartása került sorra. Ezek:

1. A február 20—21-én Komlón megtartott *„Műszaki Fejlesztési Ankét"*, melynek célja volt a komlói üzemek problémáinak ismertetése és

ezek megoldására javaslatok kialakítása. Az előadók főleg a korszerű vágat- és fejtésbiztosítás, gépi jövesztés és rakodás tárgyköréből vették témáikat. Az ankét eredményeként bizottságok alakultak, amelyek új technikai utasításokat dolgoztak ki és szorgalmazták az ankét tanulságainak megvalósítását.

2. Május 7-én a Magyar Hidrológiai Társasággal együtt tartottuk Budapesten a *„Mélységi Víz-ankét"*-ot. Ennek célja az volt, hogy ráirányítsa az illetékes főhatóságok figyelmét arra a nem kedvező helyzetre, amely a mélységi vizek — közöttük a termál- és gyógyvizek — termelése és a velük való gazdálkodás terén fennáll. Az ankét szervezeti, oktatási és műszaki-gazdasági kérdések sürgős megoldására tett a kormányzat felé javaslatokat.

3. Június hó 19-én *„Bányagépesítési Ankét"*-ot rendeztünk a Magyar Tudományos Akadémián. A vitabevezető előadást *Czottner Sándor* nehézipari miniszter tartotta. A vitában hazánk minden e terén számottevő intézménye és szakembere részt vett. Az ankéton kidomborodott az eddig meglehetősen figyelmen kívül hagyott gazdaságosság és mindenki előtt világossá vált, hogy a dolgozók további megkímélése céljából bevezetésre tervezett csökkentett-munkaidő mellett a termelés és teljesítmény megtartása, illetve további növelése most már valóban csak nagyon megfontolt, gondosan előkészített műszaki fejlesztés után valósítható meg. Az ankét javaslatait a NIM figyelembe vette a felső vezetés részére nemrég készített gépesítési irányelvek kidolgozása során.

4. Június 19—20—21-én Ajkán tartottuk meg *Alumíniumkohászatunk 10 éves fejlődésének gazdasági értékelése és a műszaki fejlesztés további lehetőségei tárgyú ankétunkat.* A 14 előadás és a számos hozzászólás teljes képet adott a hazai Alumíniumkohászat helyzetéről. Az eddigi üzemi tapasztalatok értékelése alapján felvázolható volt a további fejlesztés célszerű iránya, de ennek lehetőségei is. A műszaki-gazdasági komplex vizsgálatok kimutatták a hazai timföldgyártás eredményességét, a kádbélések élettartamának növelési lehetőségeit. A gépesítés szintjének elemzése során meg lehetett állapítani, hogy jövőben a fejlesztés irányának meghatározása során az automatikára kell terelni a figyelmet.

Bár nem neveztük konferenciának, vagy ankétnak, de itt a nagy rendezvények sorában kell megemlíteni *Lévárdy Ferencnek*, a nehézipari miniszter első helyettesének június 5-én megtartott előadását, amelyet az egész ország bányászatának több mint 300 képviselője előtt mondott el. *Az előadás a magyar bányászat második ötéves tervének fő célkitűzéseit ismertette.* Ezzel az előadással, illetve az abban közölt irányelvek és számszerű adatok ismertetésével kívántunk hozzájárulni ahhoz, hogy a széles műszaki közvélemény megismerhesse a Párt és a Kormány gazdaság-politikáját, s ezzel elősegíthessük az eszmék anyagi erővé válásának folyamatát. Ezen a téren az Egyesületre még számos további feladat megoldása hárul. Idő hiányában ezeket itt nem sorolhatom fel, de a Bányászati Lapok 8. számának hasábjain közölt ismertetést szakosztályaink munkatervének elkészítéséhez „kötelező irodalom"-ként kell ajánlanunk.

Ezek voltak az első félév nagyrendezvényei. Ezeken kívül Budapesten és vidéken a Szakosztályok összejövetelein elhangzott még 163 előadás. A magyar előadókon kívül szovjet, lengyel, kelet- és nyugatnémet, angol, osztrák és svájci előadók is szerepeltek az Egyesületben.

Tanulságos lehet az előadások témaszerinti statisztikája. Így az ipar időszerű műszaki-tudományos kérdéseivel az előadók 40%-a foglalkozott, a távlati fejlesztéssel 9%, míg egyéb témákról (tanulmányúti beszámolók stb.) 51% beszélt. Vagy más szempontból: 13%-a az előadásoknak a termelés, illetve a gyártmányfejlesztés különböző problémáival foglalkozott; 25%-a műszaki témával, s csak 5%-a üzemvitellel s még ennél is kevesebb — mindössze 4% — a gazdaságossággal.

Igaz, hogy néhány esztendővel ezelőtt a gazdaságos termelés, vagy gyártás sokrétű — és tegyük hozzá — nagy felkészültséget, széles látókört igénylő problémája úgyszólván teljesen kisiklott a műszakiak látóköréből, ma azonban ezek a témák 6—7 előadásnál jóval többet követelnek meg, mert *holnapi fejlődésünk mértéke a ma termelésének gazdaságossága.* S ez senki számára sem lehet közömbös.

Lényegesen többet kell tehát a termelés eljárásainak különböző fázisait, vagy annak egészét műszaki és gazdasági szempontból is elemző témán itt ismertetni, mert nem csak új típusú mérnökközgazdászainknak kell tudni gondolkodni sima, vagy devizaforint-ban is, hanem — bizonyos mértékig — minden jó műszakinak.

Munkabizottságainkat talán éppen csak felsorolom. Tevékenységük ismertetésére aligha lenne idő. Legfeljebb egyet említek közülük részletesebben meg, azért mert mégis jellemezni szeretném Egyesületünknek ezt az egyik legfontosabb működési módját.

A Nehézipari Minisztérium Szinesfémipari Főosztályának ismételt felkérésére és megbízásából Fémkohászati Szakosztályunk újabb munkabizottságot létesített. A tavaly elkészült — *az alumíniumfogyasztás távlati tervé*-vel foglalkozó — munkabizottsági jelentést ugyanis, *mind az alumíniumipar felettes hatósága, mind az alumínium készáruk nagyobb részét előállító KGM, mind a távlati tervek elkészítésével foglalkozó Országos Tervhivatal, irányító munkájukhoz és különböző nemzetközi tárgyalások előkészítéséhez alapul fogadták el.*

A tavalyi eredményes munkabizottsági tevékenység folytatásaként, a Szinesfémkohászat ez évben életrehívott új *munkabizottságának a bővítés alatt álló Székesfehérvári Könnyűfémmű sajtolt termékeivel szemben a felhasználó iparágak részéről jelenleg támasztott és a jövőben jelentkező igényeket kell felmérnie.* Ezen túlmenően javaslatot kell tenni újabb, gazdaságosabb, exportképes könnyűfém gyártmányokra. A munkabizottság a legkülönbözőbb iparágakban (járműgyártás,

építészet, mezőgazdasági gépészet stb.) működő 25 kíváló szakember bevonásával *dr. Domony András, dr. Buray Zoltán* és *Varga István* tagtársaink vezetésével jelentésének első nyers fogalmazványát már elkészítette. Az őszi hónapokban sor kerül a jelentés átadására és annak széleskörű megvitatására.

Ez a fajta tevékenység jelenti egyébként a legszorosabb, legproduktivabb kapcsolatot az iparral, illetve annak felső vezetésével és így vesz részt Egyesületünk az iparfejlesztés kialakításában, a távlati tervezésben, leginkább olyan határterületeken, ahol több iparág találkozása, vagy több főhatóság érdekeltsége miatt, rendszerint nehéz koordinációs feladatokat kell megoldani.

Hasonló céllal hívtuk életre a *Könnyűfémek használata a bányászatban elnevezésű vegyes munkabizottságunkat (Dr. Jávor Alajos* vezetésével), amely azonban még nem jutott túl a munka megkezdésének első nehézségein.

A bányászati Oktatási Munkabizottság Vezetője *Székely Lóránd* kialakította a mérnöktovábbképzés tematikáját, javaslatokat dolgozott ki mérnök-közgazdász-technikus képzésre, fiatal mérnökök munkába állítására stb.

Brikett-gyártási Munkabizottságunk (vezette *Tóth József)* az iparág távlati fejlesztési tervét társadalmi bizottságként kezdte el kidolgozni, de közben a BÁTI keretében működő hivatalos szervvé alakult át, ami nem gyengíti, de aláhúzza egyesületi kezdeményezéseink eredményességét.

Bentonit Munkabizottságunk (vezeti *Rácz Ottó)* ismét megkezdte működését. A *Vízüveges Munkabizottság* (vezeti *Szy Géza)* különböző üzemekben igyekszik elősegíteni a korszerű formázás-technika bevezetését és elterjesztését. *Héjformázási Munkabizottságunkat* átvette a Vasas Szakszervezet és most ennek keretében működik. Koksz-bizottságunk (vezeti *Hollósi Béla)* a gazdaságos kokszfelhasználás feltételeivel foglalkozik.

A *Nemesacél Munkabizottság* az iparvezetés megrendelése alapján a vegyipari acél hazai gyártási eljárásának kialakításával s az erre alkalmas üzemek kijelölésével foglalkozik (vezetője *Mester István).* Egy másik *vaskohászati munkabizottság* pedig a *hengersorok mechanizálásának és automatizálásának* lehetőségeit dolgozza ki (vezeti *Szeless László).*

Az olajbányászat terén jelenleg nincsenek működő munkabizottságok.

Külföldi kacsolatainkról már közvetve szóltam (Öntödei Napok, előadások). Más alkalommal már azt is bejelentettem, hogy Egyesületünk ismét tagja lett az Öntödei Egyesületek Nemzetközi Szövetségének. Ezzel kapcsolatban részt veszünk a nemzetközi öntödei szótár-bizottság munkájában és részt fogunk venni a Szövetség madridi kongresszusán.

Négy fővel képviseltettük magunkat a Freibergi Akadémia XI. Tudományos ülésszakán kilenc egyesületi tagot küldhettünk Lipcsébe, ötöt Poznanba, kettőt Krakkóba és 26-an vehettek részt a hatnapos selmeci öregdiák találkozón.

Külön kell szólnom az egyesületi szervezésben elért eredményeinkről. — Amíg 1957. májusában a fizető taglétszám 1150 fő, 1958. májusában már 1650 fő volt, addig ez év hasonló időszakában 2020 fő a fizető egyesületi tagok száma; 1958-hoz viszonyítva a létszámnövekedés 22,5%. A Bányászati Lapok ma már közel 2600 példányban, a Kohászati Lapok több mint 1530 példányban és külön az Öntöde kb. 800 példányban jelenik meg. Ez a havonta szétküldött mintegy összesen 5000 lappéldány — amelyből kb. 600 db külföldre is eljut — testesíti meg Egyesületünk alkotóképességének legjelentősebb dokumentumait.

Itt említem meg, hogy a több mint 6000 kötetből álló könyvtár rendezése lényegében befejeződött; Bóday Gábor és Küstel Alfréd tagársaink áldozatkész és nagy szakértelemmel végzett munkája nyomán most már könnyen hozzáférhető módon *tagtársainknak* — a könyvtári szabályzat szerint — *rendelkezésre áll.*

Vaskohászati Szakosztályunkon belül megalakult a *Kohászati Anyagvizsgáló Csoport, Mester István* tagtársunk vezetésével; a Bányászati Szakosztály keretében pedig új *vidéki csoportok alakultak Várpalotán, Putnokon és Oroszlányban.* A helyi trösztök áldozatkész segítségével műszaki *klubbokat avathattunk Tatabányán és Miskolcon* is. A Tatabánya-i helyi csoport Műszaki Élet Tatabányán címmel jól szerkesztett lap kiadását is elindította. Központi lapjaink hasábjain egyre színesebb és gazdagabb tartalommal jelentkezik az Egyesületi Hírek rovata, amely tükrözi azt a lényeges változást, amely az utóbbi években az egyesületi vidéki munka terén végbement. Köszönet jár ezért vidéki csoport-titkárainknak is, de nem különben az illetékes trösztök igazgatóinak és a helyi szervek vezetőinek, akik erkölcsi, politikai és jelentős anyagi támogatást adtak ezen a téren.

Az ipar által nyújtott anyagi támogatás jellemzésére jogi tagsági díjak alakulásáról a következőket jelenthetem a t. Választmánynak.

A július hó 31-i állapotnak megfelelően ez évi összes bevételünk 346 000 Ft, kiadásunk 269 000 Ft, melyből 36,7%-ot fenntartásunkra, 44,5%-ot dologi jellegű, 13,3%-ot személyi jellegű költségekre, 3,3%-ot külföldi kiküldetésekre és 2,2%-ot jutalmazásra fordítottunk. Az év végén egyébként a Számvizsgáló Bizottság fogja gazdálkodásunkat részletesen is átvizsgálni, amiről a közgyűlésnek, annak idején jelentést is fog tenni.

Végezetül lássuk melyek a közeljövő legfontosabb egyesületi feladatai? Tömören: az egyesületi társadalmi munka tervszerűségének jelentős fokozása és anyagi erőnk még nagyobb hatásfokkal való felhasználása.

Az ipar előtt álló feladatok a műszaki fejlesztés, minőségjavítás és főleg a gazdaságos termelés terén, alapjaiban meghatározzák a Szakosztályok munkaprogramját. *El kell most már jutni oda* — a szervezés terén elért eredményekre támaszkodva, — hogy egy-egy esztendő, de legalább is *egy-egy félév szakosztályi programját részleteiben is, még a tárgyi időszakot megelőzően áttekinthessük, s annak közérdekű anyagát* (pl. köz-

ponti és vidéki előadások) *esetleg a lapokban is meghirdethessük.*

• Az eddiginél nagyobb szerepet kell biztosítani a szakmai pályázatok mozgósító hatásának és az egy-egy, vagy egyszerre több szakosztály tagságát érintő tanácskozásoknak, konferenciáknak. Nagyon aktuális lehetne már pl. egy — lehetőleg nemzetközi jellegű — bányászati konferencia.

Be kell fejeznünk az alapszabály kidolgozását a hozzátartozó ügyrendi függelékkel együtt (fegyelmi bizottság, könyvtár, lapszerkesztés stb.) és az egész anyagot a következő — sorrendben 58. — közgyűlés elé kell terjeszteni, amelyet még ez év végén, legkésőbb jövő év elején Budapesten kell megtartani.

Tisztelt Választmány, kedves Vendégeink !

Hazánk dolgozó társadalma jelentős eseményre készül: alig néhány hét mulva összeül a Pártkongresszus, hogy meghatározza politikai, gadasági és kulturális életünk fejlődésének irányvonalait és kijelölje legfontosabb feladatainkat. Nem kétséges, hogy ezek megoldásában Egyesületünkre is fontos szerep vár. Az alkotó műszaki közvélemény alakítása, a magas színvonalú szakmai tapasztalatcsere szervezése, a helyes műszaki propaganda és továbbképzés, a távlati tervek egyes részleteinek kidolgozásában való közreműködés, s az ilyen tervek társadalmi bírálata számos lehetőség arra, hogy *az Egyesület hatékonyan hozzájárulhasson az egyre szebb, gazdagabb és műveltebb Magyarország új arculatának kialakításához, s az ehhez elengedhetetlenül szükséges korszerű bányászat és kohászat megteremtéséhez.*

Ez kell legyen a mi feladatunk, mert nem is lehetne más!

Kérem a t. Választmányt jelentésemet elfogadni sziveskedjék."

A főtitkári beszámoló elhangzása tán, *Domony András* választmányi tag szólalt fel.

Bejelentette a választmánynak, hogy a Fémkohászati Szakosztály által létrehívott alumínium készáru fogyasztás távlati terveinek kidolgozására alakult Munkabizottság zárójelentését az illetékes hatóságokhoz beterjesztette és a jelentést az O. T. és a KGM az alumínium félgyártmány fejlesztés tervezéséhez figyelembe vette.

Egyúttal bejelentette, hogy a *magyar alumínium félgyártmány gyártás 30, a félkész gyártmány gyártása 25 éves lesz, 1961-ben.* A székesfehérvári Présmű bővítése 1961-ben indul meg. Ezért azt javasolta, hogy Egyesületünk 1961-ben rendezzen Székesfehérvárott egy széleskörű esetleg nemzetközi alumínium készáru-, illetve félkészáru-gyártó konferenciát.

A következő felszólaló *Hegedüs Ferenc* az Olajbányászati Szakosztály elnöke volt. Azt kérte a választmánytól, hogy a kőolaj és a földgáz egyre növekvő jelentőségére való tekintettel foglalkozzon az Egyesület keretén belül egy önálló olaj-földgáz szaklap megindításával.

Stoll Lóránd választmányi tag helyeselte az elnöki megnyitóban elhangzott javaslatot egy Borsodi Osztály megalakítására. Jelenleg Borsodban 7 csoportja van az Egyesületnek. *A helyi csoportok egymásról keveset tudnak, helyes lenne, ha esetleg félévenként közös gondjaik megbeszélésére egy összefogó osztály keretében találkoznának.* Javasolta, hogy az Egyetemi Csoport hívja meg a többi csoport vezetőségét egy megbeszélésre, ahol a javaslatot megvitatnák.

Szász József az Öntödei Szakosztály elnöke bejelentette, hogy az Öntödei Szakosztály által rendezett kongresszus sikerét bizonyítja, hogy a *„Foundry Trade Journal", „Die Giesserei"* és a *„La Fonderia Italiana"* nevű öntödei szaklapok több számban is foglalkoztak a kongresszussal.

Reményi Viktor tagtársunk javasolta, hogy a borsodi csoportok október közepe táján találkozzanak s a megbeszélésen az Egyetem vezetősége is vegyen részt.

A választmány a Borsodi Osztály alakítására vonatkozó javaslatokat a Borsodi Csoportokra és az Egyetemi Csoportra bizta.

Domony András javaslatát az alumínium félkész- és készgyártmányra vonatkozólag, valamint Hegedüs Ferenc az olaj-földgáz bányászati külön lapra szóló javaslatát kitárgyalásra és megfontolásra az Elnökség elé utalta.

Ezután *Bubics György* tagtársunk az alapszabály-módosító Bizottság munkájáról számolt be.

A választmányi tagok a javaslatot írásban kapták meg s azért röviden csak azokat az alapelveket és forrásokat ismertette, amelyet a Bizottság a munkájához felhasznált. A felsorolásban szerepeltek a Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1955. évi ez irányú törvényerejű rendelete, az Egyesület 1885. évi, 1905., 1939. és 1949. évi alapszabályok és módosítások.

Az elvekből szószerint a következőket tartották szemelőtt:

„a) Lehetőleg mindent átmenteni az Egyesület haladó hagyományaiból.

b) Az egyesületi demokráciát biztosító olyan alaptörvényt alkotni, amely előmozdítja Egyesületünkre — mint a MTESZ tagegyesületére — háruló feladatok és célkitűzések megvalósítását.

c) Olyan szabályokat alkotni, amelyek lehetőleg világosan és egyértelműen határozzák meg az Egyesület szervezetét, az intéző szervek feladatait és hatáskörét, valamint a tagok jogait és kötelességeit, továbbá az Egyesület ügymenetére is egységes szellemű útmutatást adnak.

d) Szentesíteni az egyesületi életnek az utóbbi években kialakult formáját, de mintegy évtizednyi időre biztosítva ugyan a fejlődés lehetőségét, gátat vetni az ötletszerű és az Egyesület illetékes intéző szerveinek jóváhagyását nélkülöző változtatásoknak.

e) Az alapszabályok tartalmazzanak minden elvi jelentőségű kérdésben kellő mélységig terjedő intézkedéseket, de az egyes részletek végrehajtási utasítás jellegű függelékben történő szabályozásával biztosítsák — szükség esetén — a részletek egyszerűbb eljárással való módosítását".

Bubics György bizottsági elnök ezután bejelentette, hogy ez év tavaszán 20 egyesületi tagnak hozzászólásra megküldték a nyers terve-

zetet. A kapott válaszok alapján ez év június 12-én az Elnökség megtárgyalta a javaslatot, mely a kívánt változtatásokkal került a választmány elé. Nehogy olyan javaslat kerüljön elfogadásra, amelyet az illetékes hatóság elutasíthatna. a javaslatot megmutatta *dr. Szöllősy László*nak, a MTA-nak, azaz a felügyeleti szerv jogtanácsosának és a MTESZ főtitkárságának.

Végül még megemlítette *Bubics György*, hogy az Elnökséggel egyetértő véleménye szerint az alapszabályhoz annak szellemében függelékeket kell majd csatolni, mely egyes részeket részletesebben fog taglalni, mint az az alapszabályokban felvethetők.

Ilyenek :

„*a)* A tagfelvételi eljárás és tagnyilvántartás szabályai,

b) A tisztújítás eljárási szabályai,

c) Fegyelmi szabályzat,

d) Könyvtári szabályzat,

e) Szerkesztő-bizottságok működési szabályzata,

f) Ügyviteli utasítás a titkárság részére".

A függelék elkészítését a könyvtáros, a felelős szerkesztők stb. bevonásával az alapszabály módosító bizottság tekinti további feladatának. A függeléket oly időben szándékoznak elkészíteni, hogy az a közgyűlés elé legyen terjeszthető.

Ezután *Szele Mihály* elnök az alapszabály javaslat felett a vitát megnyitotta.

Péczeli Antal tagtársunk, az Egyesület elnevezésének német és orosz nyelvű szövegezésére tett javaslatot. Majd részletesen kifejtette arra vonatkozó véleményét, hogy az új tagok felvételekor a „feddhetetlen jellem"-re és a „megfelelő műveltség"-re vonatkozó kikötés nehézséget fog jelenteni s ehelyett más közhasználtabb kifejezést javasolt. További hozzászólásában kérte, hogy az alapszabályban a bányászati és kohászati szakmai nyelv védelmének, fejlesztésének és művelésének érdekében egy bizottság működését biztosítsuk. Javaslatát egyúttal részletesen megindokolta.

A következő felszólaló *Reményi Viktor* tagtársunk szóvátette, hogy a helyi csoportok működését és pénzkezelését is szabályozni kellene.

Bocsánczy János választmányi tag javasolta, hogy az alapszabályt egészítsük ki azzal, hogy több vidéki csoport egy vidéki osztályban tömörülhet.

Szentpéteri Ernő tagtársunk kérte, hogy az Alapszabályban levő kitételt, mely szerint az „erkölcsileg megbélyegző jogerős bírói ítélet" csak fegyelmi vizsgálat közbenjöttével legyen a tagmivoltra kihatással. Javaslatát részletesen megindokolta.

Egyesületi érmek átadása

A Választmánynak — ezután Szele Mihály elnök bejelentette, hogy az Érembizottság javaslata alapján az Elnökség két egyesületi érem oda ítélést határozta el.

A *Zorkóczy emlékérem* — amelyet az Egyesületi munka jutalmazására alapítottak — adományozására *Dániel Lajosnét* tartotta méltónak. Az érmet *Szele Mihály* elnök a következő szavak kíséretében nyújtotta át :

„Dániel Lajosné, de talán szólíthatjuk Őt itt ezen az ünnepi választmányi ülésünkön is úgy, ahogyan neve fogalammá vált közöttünk — tehát : kedves Anna!

Tíz esztendőt töltött el az Egyesület szolgálatában, s most amikor Tőle itt a bányászok és kohászok színe előtt, ha csak formailag is, de elbúcsúzunk, szerettük volna összefoglalni e tíz esztendő történetének a nevéhez fűződő szakaszait, eredményeit. Hangsúlyozom, csak formai ez a búcsú, hiszen Annánk, bár nyugdíjas, azért reméljük továbbra is a miénk marad, mert eddig valóban ott élt a bányászok és kohászok között, abban az Egyesületben, amelyet mi sokan már-már alig tudtunk elképzelni Nélküle. Élete, munkája az elmúlt évtizedben nem összeforrott az Egyesülettel — ez gyenge hasonlat — de eggyé azonosult azzal. Ezért van az, hogy nehéz még csak mozaikszerűen is áttekinteni munkáját, Egyesületünkért tíz esztendő alatt hozott önfeláldozó tevékenységét.

Dániel Lajosné a Zarkóczy-emlékérem tulajdonosa

A tíz esztendő kezdete még valahol a Lónyay-utca tájékán van, egyszerű, szerény, szűk keretek között ; a jelent pedig — külsőleg — a Szabadság téri nemesveretű otthon jelenti. Ma minden egyesületi tag könnyen le tudja mérni azt a hatalmas fejlődést, amit e tíz esztendő alatt megtettünk, de most azt szeretnénk, ha ezzel együtt azt is mindenki megértené, hogy ebben a fejlődésben, az elért eredményekben Dánielné, Anna munkája is benne van és nem is kis mértékben. Benne van az Egyesületben eltöltött napi 10—12, vagy több órája, sok-sok energiája ; szíve és lelke. Mert Anna kis családja mellett, minden tudását, szeretetét nagy családjának : Egyesületének adta, s ezért van az, hogy Őt oly sok bányász és kohász zárta igazán és őszintén szívébe.

Nem könnyű évtized van mögötte. Tanulnia is kellett, de Ő fáradhatatlan volt : bányásztechnikumi előadásokat hallgatott. Sok szervezeti kérdést kellett a tíz év alatt megoldania, sokat kellett tenni az új típusú egyesületi munka tartalmának kialakításában és igen gyakran járt el — nem kötelességként, hanem ügyszeretetből — bányász-kohász tagtársaink ügyes-bajos dolgaiban is. Mindenütt ott volt, ahol az egyesületi élet zajlott : ott láthattuk őt az előadások, kongresszusok szervezésében, személyi javaslatok helyes elbírálásakor, a munkabizottságban és általában mindenütt, ahol kitűnő politikai érzékével, szervező és segítőkészségével öregbíthette Egyesületünk hírnevét. Igen sokat tett annak érdekében, hogy megőrizhessük haladó hagyományainkat, s ezeket kívülállók is helyesen értékeljék. Mindig egyesületi érdekeket képviselt.

Nemcsak szerette, de tisztelte az Egyesületet, amelynek egyébként teljes jogú tagja volt, s ma is az. Fogadja mindezért az Elnökség és a tagság elismerését, hálás köszönetét s ennek talán legméltóbb kifejezőjét a Zorkóczy emlékérmet."

A Mikovinyi emlékéremre Temesszentandrási Guidó választmányi tagot találták méltónak. *Temesszentandrási* halaszthatatlan tárgyalásai miatt nem lehet jelen s azért az érmet a következő ülésen fogjuk átadni, jelentette be *Szele Mihály* elnök s egyúttal az érem odaitélésének indokát is ismertette.

„Temesszentandrási Guidó több mint 20 éve dolgozik az Ózdi Kohászati Üzemekben mint hengerműi mérnök, majd üzemvezető s közel egy évtizede mint vállalati főmérnök.

Temesszentandrási Guidó a Mikovinyi-emlékérem tulajdonosa

Munkásságához az üzemi eredmények hosszú sora fűződik. A háború pusztításai után a durvahengermű újraindítása, a termelés gyors felfejlesztése, lerombolt Duna-hídjaink hengerelt anyag szükségletének előteremtése jórészt az Ő fáradhatatlan és szívós munkájának köszönhető. Kormányzatunk ezt a kimagaslóan eredményes tevékenységet azzal honorálta, hogy az első Kossuth-díjasok sorába emelte.

Főmérnökségének idejében céltudatos és koncepciózus munkával látott hozzá az ózdi gyár fokozatos korszerűsítésének előkészítéséhez és megvalósításához. Főbb állomásai a fejlesztési programnak a nagyolvasztók átépítése korszerű automatizált egységekre, az acélmű most folyó rekonstrukciója, a durva- és finomhengerművekben megépített új melegítőberendezések, majd a soron következő blokksori villamosítás, a drótsor modernizálása stb.

Az üzemek fejlesztésén kívül következetes és tervszerű intézkedésekkel egyre javította a termelés műszaki-gazdasági mutatószámait, amelyek közül nem egy országos viszonylatban ma is élenjáró. A KGST hengerműi szekciója az ózdi durvahengerművet az elavult berendezésekkel is kiváló eredményeket biztosító üzemek példájaként jellemezte. 1958-ban elnyerték a SZOT és a MT vándorzászlóját, jelenleg pedig a Kongresszusi versenyben az első helyen állnak.

Temesszentandrási Guidó széleslátókörű kohászati szaktudásába, biztoskezű szervezőképességébe gyökerező eddigi életművét kívánja jutalmazni Egyesületünk a Mikoviny emlékéremmel

Pályázat, indítványok

Ajtay Zoltán egyesületi tag javasolta, hogy a bányászat egyes szakterületein pályadíjakat tűzzünk ki s egyúttal a kitüzendő feladatokra javaslatot is tett.

Határozatok

A választmány a következő határozatokat fogadta el s azok gyakorlati kidolgozását és végrehajtását az Elnökségre bízta.

1. A szakosztályok és csoportok féléves munkatervét és költségvetését oly időben kell elkészíteni, hogy azok alkalmas módon meghirdethetők legyenek.

2. Pályazatokat kell kiírni megfelelő összegű pályadíjakkal jelentős feladatok — közöttük határterületek is — megoldásával kapcsolatos dolgozatok elkészítésére.

3. Az 1960. évre nemzetközi jellegű konferenciákat kell előkészíteni.

4. Az alapszabály javaslat végleges szövege az elhangzott javaslatok mérlegelésével rögzítendő és a függelékeket ki kell dolgozni.

5. Az 58. közgyűlést 1960. január 31-ig meg kell tartani.

Á. F.

DENIFLÉE SÁNDOR

okleveles vaskohómérnök, 48 év óta egyesületünk tagja, választmányi tag, szerkesztőbizottsági tag, kohászatunk egyik legnagyobb tudású, kiváló mérnöke, élete 70. évében november hó 28-án hirtelen meghalt. December hó 5-én délután 3 órakor a Farkasrétí temető ravatalozójából sok barátja, kartársa, tisztelője kísérte el utolsó útjára.

A fémkohászattan oktatásának és a Fémkohászattani Tanszéknek története

Dr. HORVÁTH ZOLTÁN egyetemi tanár

A kohászat fejlődésével mindig több és több szakemberre volt szükség és a kohóknak ezt az állandóan növekedő többlet-szakemberigényé tüzemi neveléssel már nem lehetett kielégíteni. Ekkor gondoltak arra, hogy a kohász szakembereket az államok által létesített iskolákban intézményesen neveljék. Ilyen kívánalmak után *alapították Selmecbányán 1735-ben* a *Bányatisztképző Iskolát*, amelynek keretében olyan szakembereket képeztek, akik a mai értelemben vett bányászatnak és kohászatnak, elsősorban a gyakorlati ismereteit sajátították el a két éves képzési idő alatt. Ebben az iskolában *Mikoviny Sámuel* professzor a téli hónapokban közölte a hallgatókkal az elméleti ismereteket, a téli és nyári hónapokban pedig a *Mikoviny* irányítása alatt működő mesterek a gyakorlati ismereteket sajátíttatták el a leendő szakemberekkel. Így pl. tudomásunk van arról, hogy 1735—1749-ig *Heuppel* kohómester az ércolvasztást, *Schmidt* próbamester pedig a próbamesterséget tanította ([1] 11. o.). A rendelkezésünkre álló hiányos adatokból azt lehetett megállapítani, hogy 1749-ben *Schmidtet Weidacher Mihály* próbamester ([2] 4. o.) váltotta fel az oktatásban.

Mivel a kohászat fejlődésével a Bányatisztképző Iskolán megvalósított, elsősorban gyakorlati irányú képzés nem felelt meg a követelményeknek, azért *1763-ban Mária Terézia* ugyancsak Selmecbányán *Bányászati Felsőoktatási Intézményt* alapított, amelyiket *1770-ben Akadémia* rangra emelt és *Bányászati Akadémia* címmel ruházott fel. Ennek a felsőoktatási intézménynek első tanszéke az *„Ásványtan, kémia, kohászat"* elnevezésű tanszék volt. Ez a tanszék egészen *1840-ig* ([3] 26. o., [5] 34. o., [4] 12. o.) a kémia mellett az ásványtant és kohászattant is oktatta, *1840-től 1866-ig a kémia és kohászattan* oktatásával foglalkozott, az utóbb említett időpontban azután kohászati és kémlészeti, valamint kémiai tanszékre különült el ([5] 65. o.). Az *1866*-ban létesített *Kohászati és kémlészeti* tanszék keretéből *1870-ben vált ki* a *„Fémkohászattani"* tanszék.

Az „Ásványtan, kémia, kohászat", ill. a „Kémia és kohászat" elnevezésű tanszék keretén belül mindvégig igen nagy fontosságot tulajdonítottak a kohászatnak és ezen belül a fémkohászattannak az oktatására. Ezt nemcsak a kohászattannak az oktatására fordított óraszám mutatja, hanem ezt bizonyítják a ránk maradt jegyzetek, könyvek, a tanszékvezetők tollából megjelent cikkek és azok a kutatási témák is, amelyekkel a tanszékvezetők foglalkoztak. Így pl. *Jacquin Miklós József*, az „Ásványtan, kémia, kohászat" elnevezésű tanszék első tanára, aki *1763—1769-ig* vezette a tanszéket, előadásainak vezérfonalául *Gellertnek* „Anfangsgründe zur mettallurgischen Chimie" c. könyvét használta. Kutatásai közben pedig mészégetéssel is foglalkozott az akkori tudomány állásához mérten igen magas színvonalon. Róla érdemes még megjegyezni, hogy nálunk Magyarországon elsőként végzett 1768-ban kőszénlepárlási kísérleteket.

A tanszék vezetésében *Scopoli János Antal* lett az utódja, aki *1769—1779-ig* volt a tanszék vezetője. *Anfangsgrunde der Metallurgie* ([5] 30. o.) címen könyvet is írt, amely könyv 218 oldal terjedelemben 20 réztáblával 1789-ben jelent meg Mannheimben.

Az Ásványtan, kémia kohászat elnevezésű tanszék harmadik vezetője, *Rupprecht Antal, 1790—1792-ig* vezette a tanszéket. Az akkori időben nagyon időszerű tellur-problémával foglalkozott és *Jacquin* híres tanítványával *Müller Ferenccel* folytatott vitája közben fedezte fel utóbbi a tellurt. *Rupprecht* az 1780-as évek végefelé a *földek fémesítésére* irányuló redukciós kísérleteket végzett az általa épített kitűnő olvasztókemencében. Ezek közben sikerült neki platinát és mangánt előállítani. Ezek a redukciós kísérletek abban az időben igen nagy feltűnést keltettek. Ugyancsak *Rupprecht* együtt dolgozott *Born Ignáczcal* az ezüstércek foncsorítással való feldolgozásában. *Rupprecht* vezette a Selmecen létesített és világhírűvé vált amalgámozó üzemet és ő tovább is fejlesztette *Born Ignácz* eljárását.

A kémiai folyamatokat nálunk *Rupprecht* jelölte először jelekkel 1781-ben.

Rupprecht utóda *Patzier Mihály Ignácz* négykötetes munkát írt *Anleitung zur metallurgischen Chemie* ([5] 31. o.) címen. Ez az 1805-ben Budán megjelent könyv *Patzier* előadásainak anyagát tartalmazza. Ebből is megállapítható, hogy az előadásokban a kohászatnak a tárgyalása jelentős helyet foglalt el.

Dr. Wehrle Alajos, aki 1820—1835-ig vezette az Ásványtan, kémia, kohászat elnevezésű tanszéket, 1841-ben Bécsben *Lehrbuch der Probier- und Hüttenkunde als Leitfaden für akademische Vorlesungen* címen kétkötetes könyvet jelentetett meg, amely 1844-ben Bécsben második kiadásban is megjelent ([3] 64. o., [5] 54. o.).

Az előzőleg felsorolt néhány adat is szemléltetően mutatja, hogy a kémia oktatásának keretében milyen jelentős helyet foglalt el a kohászat-

1. táblázat

Az Ásványtan, kémia, kohászat, illetve 1840-től a Kémia és kohászat elnevezésű tanszék tanszékvezetői a különféle időkben ([4] 114. és 115. o., [25] 8., 27. és 30. o.)

Név	Működés ideje	Megjegyzés
Jacquin Miklós József	1763—1769	Bécsben lett egyetemi tanár
Scopoli János Antal	1769—1779	A páviai egyetemen lett egyetemi tanár
Rupprecht Antal	1779—1791	Selmecen végzett
Patzier Mihály Ignácz	1791—1811	
Höring Mihály	1811—1820	
Dr. Wehrle Alajos	1820—1835	Bécsben volt rk. tanár
Ertl József	1835—1837	(Megbízott)
Dr. Bachmann József	1837—1851	(1846-ig megbízott) [5] 51. o.
Hauch Antal	1851—1857	
Curter Ignácz	1857—1866	[5] 71. o.

nak az ismertetése. A továbbiakban az 1. táblázatban közöljük az Ásványtan, kémia, kohászat, ill. a Kémia és kohászat elnevezésű tanszék tanszékvezetőinek nevét és működési idejét.

2. táblázat

Az Ásványtan, kémia, kohászat, illetve a Kémia és kohászat elnevezésű tanszék tanársegédeinek neve és működési ideje [4] 116. o.

Név	Működési idő	Megjegyzés
Kowarcz Károly		
Pauliny Gusztáv	1829—?	[5] 51. o.
Ertl József		
Richter György		
Janikovits Benjamin	1840—1843	
Szolcsányi János	1843—1846	
Kachelmann Willibald	1846—1848	
Divald Gyula	1848—1850	[5] 71. o.
Curter Ignácz	1850—1852	Příbramban helyettes titkár lett
Nonner József	1852—1853	
Mrazek Venczel	1853—1856	Příbramban a kohászat tanára lett
Méhes Rezső	1856—1863	
Helmer Károly	1863—1865	Brünnben lett egyetemi tanár

A 2. táblázatban az „Ásványtan, kémia, kohászat", ill. a „Kémia és kohászat" elnevezésű tanszék tanársegédeinek nevét és működési idejét soroljuk fel.

Ebben a korszakban 1763—1846-ig a kohászattant és így a fémkohászattant is a második évfolyamban oktatták a *Kémia és kémlészet*, ill. a *Gyakorlati kohászat* c. tárgyak keretén belül ([3] 25. o.). Valószínűleg az előbb említett 2 tárgyból hetenként 2—2 óra előadást tartottak és ezekhez az előadásokhoz hetenként legalább 8—8 óra gyakorlat tartozott ([5] 10. és 23. o.).

1846—1860-ig a kohászatot és így a fémkohászatot is a *„Próbatan és kohászat"* c. tárgy keretében a nyolcadik félévben oktatták heti 10 óra előadás és legalább 10 óra gyakorlat tartása mellett ([5] 43. o.).

1860-ban Általános kohászat és *Speciális kohászat* c. tárgyakat vezették be. Az előzőnek az oktatására az ötödik és hatodik félévben 3—3 óra, a speciális kohászati ismeretek közlésére pedig a nyolcadik félévben 10 óra előadást fordítottak. Azt, hogy ezekhez az előadásokhoz tartozott-e gyakorlat, és ha igen, mennyi, a rendelkezésre álló adatokból nem sikerült kinyomozni.

1860—1872-ig a kohászatot 3 tárgy keretében oktatták. Ezek a következők voltak : *Kohászattan*, *Kohótelepek tervezése* és *Kémlészet*. Ezeket a tárgyakat az egész negyedik éven át adták elő, éspedig a Kohászattant heti 7,5 óra előadás, a Kohótelepek tervezésé-t heti 2 óra gyakorlat, a Kémlészet-et pedig heti 2 óra előadás keretében. A képzéshez ebben az időben szervesen hozzátartozott az, hogy a IV. évesek hetenként Selmechez közel fekvő kohókat tekintettek meg ([5] 68. o.).

Azt, hogy a Kémia és kohászat elnevezésű tanszéken milyen fontosnak tartották a kohászattannak az oktatását, talán az bizonyítja legjobban, hogy amikor 1866-ban önálló *Kohászati és kémlészeti tanszéket* alapítottak, ennek az új tanszéknek első tanára az a *Curter Ignácz* lett, aki előzőleg 1857-től a Kémia és kohászat elnevezésű tanszéket vezette. *Curter Ignácz*, 1850—1852-ig a Kémia és Kohászati tanszéken volt tanársegéd, 1852-ben a Přibram-i egyetemen helyettes tanári minőségben működött és 1857-ben került vissza újra a Bányászati és Erdészeti Akadémiához. Sajnos *Curter Ignácz* az újabban létesített kohászati tanszéket csak egy évig vezethette. Így 1867—1868-ig a tanszék vezetésével *Richter Róbert* professzort bízták meg, aki 1866-ban a Kémiai tanszékre volt kinevezve. *Richter Róbert*-nek a „Kohászati és kémlészeti" tanszék ügyeinek intézésében *Paulini Sándor* tanársegéd segédkezett.

1868-ban a Kohászati és kémlészeti tanszék vezetését *Kerpely Antal* vette át. Ő 1881-ig volt a Bányászati- és Erdészeti Akadémia tanára, a Kohászati és kémlészeti tanszéknek 1870-ben történt kettéválása után azonban a Vaskohászattani Tanszéket választotta.

Az 1870-ben szervezett Fémkohászati Tanszékre 1870. május 28-án nevezték ki *Schréder Rezső* főbányatanácsost tanszékvezető egyetemi tanárrá ([6]).

Schréder Rezső 1826. április 16-án Besztercebányán született. Iparos szülei az elemi iskola elvégzése után először a besztercebányai, később a váci középiskolában taníttatták. Középiskoláinak elvégzése után a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémiára iratkozott be és annak elvégzése után 1850-ben gyakornok-jelöltnek nevezték ki a kohászati szakon való próbaszolgálatra. 1851-ben a bányagyakornoki minőségben alkalmazták. 1853-ban először a szomolnoki Főbánya Hivatalhoz kohóellenőrré és foncsorlási számvevővé, majd a besztercebányai ezüstkohóhoz ellenőrré nevezték ki. 1854-ben a *feketeréz amalgámozásával* bízták meg és ennek a feladatnak olyan mértékben tett eleget, hogy 1856-ban rendeletben köszönték meg sikeres munkáját. Ezek közben a kísérletek közben *Schréder Rezső* az ezüsttartalmú rézérceket először lángkemencében klórozólag pörkölte, majd az érc ezüsttartalmát vas jelenlétében végzett foncsorítással nyerte ki.

1857-ben a zsarnóczai kohóhoz nevezték ki ellenőrré. Itteni működése alatt 1859-ben a *dús ólom előállítása és feldolgozása* során elért kimagasló eredményeiért a kohóüzem vezetésével bízták meg. 1861-ben a zsarnóczai kohó gondnoka lett és itt működött egészen 1870-ig, amikoris, mint már említettük, a Fémkohászati Tanszék rendes tanára lett.

A tanszéken 2 évig a *Fémkohászattan*, *Fémkohótelepek tervezése*, ill. *Fémkémlészet* c. tárgyakat adta elő. 1872—1876-ig a 4. szemeszterben a vas- és fémkohászoknak az Általános kohászattan, fűtőkészülékek, tüzelőanyagok és szénítés elmélete c. tárgyat adta elő heti 3 óra előadás keretében. Az 5. félévben a fémkohászoknak a Fémkohászat, foncsorozás és lúgzás c. tárgyból heti 6 órában, a Kohótelepek tervezése és szerkezete c. tárgyból pedig heti 2 órában tartott előadásokat. Az utóbbi tárgyhoz hetenként 6 óra gyakorlat is csatlakozott. A 6. szemeszterben a fémkohászok részére a Fémkohászat, foncsorozás és lúgzás c. tárgyból heti 5 órában, a Kohótelepek tervezése és szerkezete c. tárgyból pedig heti 2 órában tartott előadásokat. Az utóbb említett tárgyhoz ebben a félévben is tartozott heti 6 óra gyakorlat.

Érdekes megemlíteni, hogy ebben az időszakban, tehát 1872 és 1876 között a Fémkohászati Tanszék mellett még egy „Fémkohászati enciklopédiai és öntészeti" tanszék is működött. Ennek a megszűnése után módosultak a Fémkohászati Tanszék tárgyai, úgyhogy 1876-tól egészen 1895-ig ez a tanszék az 5. félévben a bányászok részére Fémkohászat enciklopédiája c. tárgyat heti 4 órában, a fémkohászok részére a Fémkohászat, foncsorozás és lúgzás c. tárgyat heti 6 órában, a Kohótelepek tervezése és szerkezete c. tárgyat heti 2 órában, a Fémkémlészet nedves és száraz úton elnevezésű tárgyat heti 3 órában adta elő. A Kohótelepek tervezése és szerkezete c. tárgyból hetenként még 6 óra gyakorlatot is tartottak. A fémkohászokat a 6. félévben ez a tanszék a Fémkohászat, foncsorozás és lúgozás c. tárgyból hetenként 5 óra előadás, a Kohótelepek tervezése és szerkezete c. tárgyból heti 2 óra előadás és 6 óra gyakorlat, a Kémlészet nedves és száraz úton c. tárgyból heti 3 óra előadás, a Pénzverészet, fémjelzés és beváltás c. tárgyból pedig heti 3 óra előadás keretében foglalkoztatta.

Sajnos *Schréder Rezső* a 80-as években igen gyakran betegeskedett, úgyhogy 1887. október 1-én nyugalomba is vonult. Nyugalomba vonulása után azonban még félévig tartotta az előadásokat az utolsó szemeszter anyagából azonban már nem vizsgáztathatott, mert betegsége nagyon súlyosra fordult és 1888. április 14-én meg is halt.

Schréder Rezső kiesése után az előadások megtartásával 1888-ban az egész tavaszi félévben és a rákövetkező tanév őszi félévének elején *Ürmössy Kálmánt*, a Fémkohászati Tanszék tanársegédjét bízták meg.

1888 novemberében nevezték ki a tanszékre *Schelle Róbertet* ([7]). Ő 1851. április 11-én Poprádfelkán született. Középiskoláit Szepesiglón végezte és ezeknek a tanulmányoknak a befejezése után 1869-ben Magyarország akkori legmodernebb fémkohójában, Istvánhutában helyezkedett el, ahol egy éven keresztül elsősorban vegyészeti munkálatokat végzett. 1870-ben a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémiára iratkozott be és itt olyan kíváló hallgatónak bizonyult, hogy *dr. Schenek István*, a Kémiai Tanszék professzora engedélyt adott neki arra, hogy szabadidejében a tanszék laboratóriumában dolgozzék. Az Akadémia elvégzése után 1874-ben a Selmecbányai Bányakerület Vegyelemző Hivatalához került, majd még ugyanezen év őszén Bécsbe a hadmérnöki csapatokhoz egyéves önkéntesi katonai szolgálatra hívták be. Ez alatt az idő alatt a bécsi Műegyetemen az Általános és elemző vegytan a Kémiai technológia és az Ásványtan c. előadásokat hallgatta. Egyéves önkéntesi szolgálatának letelte után 2 és ½ éven keresztül *dr. Schenek István* professzor tanársegédje volt. Innen a körmöczbányai Pénzverőhöz került, mint aranyválasztó ellenőr. 1878. őszén a selmecbányai kohónál lett ellenőrző kohótiszt. 1881-ben a selmecbányai bányakerület vegyelemzőjének nevezték ki. Itteni működése alatt az aranyidai ércek kvantitatív elemzésére európaszerte ismertté és használatossá vált klórral való *feltárókészüléket* állított össze. Új eljárását a Bányászati és Kohászati Lapokban és több németországi szaklapban is ismertette. Kísérleteket végzett továbbá a zsarnóczai kohó salakjának vasra való feldolgozásával, próbálkozott a *réznek* ezüsttelenítésével és *elektrolitos raffinálásával*. 1887. őszén hivatalos tanulmányútra a *heidelbergi* és az *aacheni* egyetemre küldték ki és ezeken a helyeken a kémiában és a kohászatban elméleti és gyakorlati tanulmányokat folytatott. A heidelbergi egyetemen *Bunsen* kísérleti kémiai előadásait hallgatta és elemző kémiai gyakorlatokon vett részt, ezenkívül hallgatta *Kopp* Elméleti kémia és *Schmidt* Kémiai technológia c. előadásait is. *Bunsen tanársegédi állást is ajánlott fel neki*, ő azonban ezt nem fogadta el, hanem előre megtervezett programja szerint az aacheni Műegyetemre ment, ahol *Classennél* a Fémek vegytanát, *Michaelisnél* az Organikus kémiát, *Dürrernél* az Általános kohászatot és *Neumannál* a Gázelemzést hallgatta. Az Aachenben töltött idő alatt minden szabad idejében *Classen* laboratóriumában dolgozott és elsősorban az elektrolízissel foglalkozott. Önálló munkát végzett az *ónnak elektroanalitikai meghatározásával* kapcsolatban és az erre vonatkozó tanulmányokat *Classennel* együtt közölte a *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* c. kiadványban. Ugyanitt ismertette az akkumulátorok elektroanalitikában való alkalmazásának a lehetőségeit. Heidelbergi és aacheni tartózkodása alatt tanulmányozta a környékbeli vegyigyárakat, a Rajna-menti és belgiumi kémiai gyárakat és kohókat. 1888. augusztusában hazájába visszatérve útközben meglátogatta a rajnai-westfáliai, harzi, szászországi, csehországi, tiroli, karinthiai, krajnai és steieri fémkohókat és ezekről a tanulmányokról a Bányászati és Kohászati Lapokban számolt be.

1888 novemberében a Fémkohászati Tanszék rendes tanárává nevezték ki. Itt ugyanazokat az előadásokat tartotta és ugyanazokat a gyakorlatokat irányította, mint elődje: *Schréder Rezső*, ezek mellett azonban tudományos munkát is végzett. Elsősorban a selmeci fémkohóban termelt *tellurnak a finomításával* foglalkozott és sikerült neki ezüstfehér színű tellurt előállítani.

A minisztérium megbízásából *felülvizsgálta a zalatnai fémkohó üzemét* és az ennek eredményeként összeállított szakvélemény nagymértékben hozzájárult a zalatnai fémkohó fejlődéséhez.

1892-ben *dr. Schenek István* professzor nyugalombavonulása után a Fémkohászati Tanszéket a Kémiai Tanszékkel cserélte fel. Itt munkássága a kor igényeinek megfelelő kémiai laboratórium létesítésére irányult és felsőbb támogatással sikerült is neki korszerű, az akkori idők minden igényeinek megfelelő új épületben elhelyezett laboratóriumot szerveznie. A Kémiai Tanszéket 1916-ig vezette. Akkor nyugalomba vonult és 1925. július 31-én halt meg.

1892-ben Schelle Róbertnek a Kémiai Tanszékre való kinevezésével megüresedett Fémkohászattani Tanszékre *Mály Sándort* nevezték ki ([8]). Ő 1848. december 9-én Zsombolyán született. Középiskoláit Szegeden végezte és ezeknek a befejezése után

1869-ben a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémián az erdészeti szakra iratkozott be. Az első félév végén azonban bányásznak iratkozott át. Tanulmányainak az 1873. évben való befejezése után leszolgálta az önkéntesi évet, majd 1874-ben a Kapnikbányai Kohóhivatalhoz, 1876-ban pedig Ravaszpatakra osztották be. Az utóbbi helyen a foncsorozó művet vezette. 1877-ben Zalatnára nevezték ki, ahol 1885—1889-ig, mint a vegyelemző hivatal főnöke működött. 1889-ben a Selmecbányai Vegyelemző Hivatalhoz került és itt működött egészen 1892-ig, amikor a Fémkohászattani Tanszékre nevezték ki. A tanszéket csak két évig vezethette, mert 1894. júniusában a Pénzügyminisztériumba rendelték be. 1905-ben a Pézügyminisztérium Bányászati Főosztályának vezetésével bízták meg és ilyen minőségben dolgozott 1913. végén bekövetkezett nyugdíjbavonulásáig. Ez alatt az idő alatt igen sok segítséget nyújtott a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémiának, ill. a Bányászati és Erdészeti Főiskolának. Segítségnyújtása következtében épült fel a Selmecbányán a vaskohászati kísérleti laboratórium, az ércelőkészítési laboratórium, az új kémiai laboratórium stb. Nyugalombavonulása után csendes visszavonultságban élt 1929. november 13-án bekövetkezett haláláig.

1894-ben a *Mály Sándor* távozásával megüresedett Fémkohászattani Tanszékre *Faller Károlyt* nevezték ki ([9]). Ő 1857-ben Selmecbányán született. Középiskoláit Selmecbányán és Kassán végezte, majd 1875-ben a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémiának Fémkohászati szakára iratkozott be. 1878-ban, tanulmányainak befejezése után a horgospataki kohóhoz nevezték ki gyakornoknak. A következő évben Kassán szolgálta le önkéntesi évét, majd Nagybányára visszakerülve, a kapniki kohóban működött. 1881-ben Budapestre kerül a Főfémjelző Hivatalhoz, 1882-ben pedig a selmeci kohónál lett kohótiszt és kémlész. Még 1882-ben a selmeci *Bányaiskolához* a kohászat tanárának nevezték ki. Ilyen minőségben 9 évet szolgált. 1891-ben azután a selmeci ezüstkohóhoz kohótisztté léptették elő, majd a következő évben a tajói kohó főtisztévé léptették elő. 1893-ban a selmeci Vegyelemző Hivatalhoz került, 1894-ben pedig rövid ideig Aranyidán a Foncsorozó Művet vezette. Még 1894-ben került Selmecbányára a Bányászati és Erdészeti Akadémia Fémkohászattani Tanszékére.

Szakismereteinek gyarapítására négy alkalommal volt hosszabb időre külföldi tanulmányúton. Ezek közben igen sok tapasztalatot, ismeretet gyűjtött és ezeket közzé is tette. Legnagyobb műve *A fémkohászattan kézikönyve* című monográfia. Ennek I. kötete 1896-ban, a II. 1898-ban, a III. 1902-ben, a IV. pedig 1904-ben jelent meg Selmecbányán. Ez a könyv hosszú időn keresztül volt a fémkohászok segédeszköze. Értékességére jellemző, hogy idősebb fémkohászaink még ma is haszonnal forgatják. Jó ideig ez volt az egyetlen magyarnyelvű fémkohászati munka.

Faller Károly 1913. május 30-án halt meg Budapesten. Életében a már említett négy kötetes könyve mellett sok cikkben tette közzé ismereteit és az akkoriban kialakuló új tudományágnak, a *metallográfiának* egyik első és igen lelkes híve volt. Sok dolgozata jelent meg ebben a tárgykörben és nagy érdeme, hogy Magyarországon elsőként próbálta a metallográfiai módszereket a fémkohászatban lejátszódó jelenségek magyarázatára felhasználni.

Faller Károly 1895 és 1904 között a fémkohászok részére az 5. félévben fémkohászattanból heti 7 óra előadás és 4 óra gyakorlat, fémkémlészettanból heti 4 óra előadás és 14 óra gyakorlat pénzverésből pedig heti 3 óra előadás keretében tartott foglalkozásokat. Ugyanezen időszakban a fémkohászok a 6. félévben a fémkohászattant heti öt óra előadás és 2 óra gyakorlat, a fémkémlészettant pedig heti 2 óra előadás és 16 óra gyakorlat keretében hallgatták.

1904-től egészen 1934-ig a fémkohászattani tanszék fémkohászattanból az 5. félévben heti 2 óra előadás, a 6-ban 4 óra előadás és 6 óra gyakorlat a 7-ben 3 óra előadás és 6 óra gyakorlat, a 8-ban pedig 2 óra előadás és 6 óra gyakorlat, a fémkohászati elemzések tűzi úton című tárgyból a 7. félévben heti 1 óra előadás és 4 óra gyakorlat, a fémkohászati kísérletek című tárgyból pedig a 8. szemeszterben heti 4 óra gyakorlat keretében foglalkoztatta a hallgatókat.

Faller Károlytól 1913 decemberében *Széki János* vette át a Fémkohászattani Tanszék vezetését ([10]). *Széki János* 1879. március 30-án született Szadán (Pest m.). Gimnáziumi tanulmányait Aszódon és Pozsonyban végezte. Az érettségi letétele után 1898 őszén a budapesti József Műegyetemre iratkozott be gépészmérnökhallgatónak. Fél év múlva anyagi okok miatt meg kellett szakítani tanulmányait és ezeket 1899 őszén tudta csak folytatni Selmecbányán. Itt mint fémkohómérnök iratkozott be az Akadémiára és tanulmányainak elvégzése után 1902-ben lépett az állam szolgálatába. A Kapnikbányai Fémkohóban és Lugzóműben, azután az Alsóferenzelyi Állami Fémkohóban és a vele kapcsolatos próbaházban való gyakornokoskodása után az államvizsgát letéve, a zalatnai Vegyelemző Hivatalhoz, majd a Zalatnai Kohóhoz került. Itt működött egészen 1913. végéig.

1913. decemberében nevezték ki a Fémkohászattani Tanszékre. Az 1923/24. tanévben a közben Sopronba költözködött Főiskola Kohómérnök Osztályának, majd a Főiskolának a József Nádor Műegyetembe való beolvasztását követően az 1936/37. tanévben a Bánya-, Kohó és Erdőmérnöki Kar *dékáni* tisztségét töltötte be.

Széki János egyetemi tanári oktatói működése mellett nagymértékű tudományos munkát is végzett. A poralakú *félkoksznak* darabos házi tüzelőszerré való átalakításával kapcsolatban végzett laboratóriumi kísérletei és elgondolásai, Dorogon a szénlepárló üzemben kerültek megvalósításra. A *recski érc* gazdaságos felhasználásával majdnem 40 évig foglalkozott. Tanártársával, dr. *Romwalter Alfréddal* együtt foglalkozott a hazai *vasban dús bauxitok* feldolgozásának problémájával. Megírta

a magyar fémkohászat fejlődésének történetét. Igen sokat kísérletezett a *csucsomi* aranyban dús *antimonszin*-porral. A Németországban félüzemi méretekben lefolytatott kísérletek alapján kidolgozott eljárásra szabadalmi igényt jelentett be. A Nagybánya vidékén található *aranytartalmú piritszinporok* feldolgozására is több szabadalmazott eljárást dolgozott ki.

A Fémkohászattani Tanszék *Széki János* vezetésével 1934-ig a már említett előadásokat és gyakorlatokat tartotta. 1934-től 1949-ig a kohómérnökhallgatóknak fémkohászattanból az 5. félévben hetenként 2 óra előadást és 2 óra gyakorlat, a 6.-ban 3 óra előadás és 4 óra gyakorlat, a 7.-ben 3 óra előadás és 2 óra gyakorlat, a 8-ban 2 óra előadás és 3 óra gyakorlat, fémkémlészettanból pedig a 9. félévben hetenként 1 óra előadás és 4 óra gyakorlat volt. Az 1949. utáni oktatásról az 5. táblázat tájékoztat. Ebből az állapítható meg, hogy ez elég sokrétű volt és időről időre igen sokat változott.

Széki János 1952. november 14-én hunyt el Budapesten. A halála következtében megüresedett Fémkohászattani Tanszékre *dr. Horváth Zoltánt* nevezték ki, aki 1952. óta vezeti az időközben (1952-ben) Miskolcra települt tanszéket.

3. táblázat

A „Kohászati és kémlészeti (1866—1870), illetve a Fémkohászattani Tanszék" tanszékvezetői a különféle időkben

Név	Működési idő	Megjegyzés
Curter Ignácz	1866—1867	
Richter Róbert	1867—1868	A Kémiai tanszék vezetője
(Paulini Sándor ts.)	(1867—1868)	
Kerpely Antal	1868—1870	A Vaskohászattani tanszék vezetője lett
Schréder Rezső	1870—1888	
Schelle Róbert	1888—1892	A Kémiai tanszék vezetője lett
Mály Sándor	1892—1894	
Faller Károly	1894—1913	
Dr. Széki János	1913—1952	
Dr. Horváth Zoltán	1952—	

A 3. táblázatban a Kohászati és kémiai, ill. a Fémkohászattani tanszék vezetőinek a nevét és működési idejét foglaltuk össze, a 4. táblázat pedig a Kohászati és kémlészeti ill. a Fémkohászattani tanszék tanársegédeinek, adjunktusainak, docenseinek nevét és működési idejét tartalmazza.

Különösen a 4. táblázatból lehet kiolvasni, hogy a tanszék a felszabadulás után rohamos fejlődésnek indult, és ez a fejlődés nemcsak abból állott, hogy a tanszék oktatóinak a létszáma megnövekedett, hanem elsősorban abból, hogy megváltoztak a tanszék által oktatott tárgyak és a korszerű követelményeknek megfelelően megváltozott ezeknek a belső tartalma is. Szeretném kiemelni az először Általános kohászattan és Elektrokémia, azután Elméleti kohászattan I. és II. címen futó tárgyak bevezetését. Ennek a kohászati szaktárgyakat alapozó elméleti tárgynak a tantervbe való beiktatását dr. *Széki János* javaslatára a kohásztanszékek 1950-ben határozták el.

Magának a fémkohászattanak az oktatása is lényegesen megváltozott. *Dr. Széki Jánosnak* igen

4. táblázat

A Kohászati és Kémlészeti, illetve a Fémkohászattani Tanszék tanársegédeinek, adjunktusainak és docenseinek neve és működési ideje

Név	Működési idő	Beosztás
Reitzner Miksa	1872—1875	Tanársegéd
Wieszner Ottó	1875—1877	Tanársegéd
Hoensch Szilárd	1878—1880	Tanársegéd
Golian Pál	1880—1883	Tanársegéd
Heim Nándor	1883—1886	Tanársegéd
Ürmössy Kálmán	1886—1889	Tanársegéd
Kováts Károly	1889—1891	Tanársegéd
Farbaky Gyula [23]	1892—1894	Tanársegéd. A II. sz. Géptani tanszék vezetője lett
Neuschwendtner Ferenc [11]	1895—1896	Tanársegéd
Altnéder Ferenc [12], [13]	1898—1901	Tanársegéd
Solt Béla [14]	1901—1904	Az Építéstani tanszék vezetője lett
Dr. Schleicher Aladár [15]	1904—1905	A Fémtechnológiai tanszék vezetője lett
Ponner János [16] [17]	1905—1908	Tanársegéd
Krepelka Ferenc [18]	1908—1909	Tanársegéd
Burghardt József [19], [20]	1909—1910	Tanársegéd
Grillusz Jenő [21]	1910—1915	Tanársegéd
Krutkovszky Károly [22]	1915—1927	Tanársegéd
	1927—1942	Adjunktus
Dr. Verő József	1934—1939	Adjunktus
	1939—1943	Int. tanár. A Metallográfiai tanszék vezetője lett
Dr. Horváth Zoltán	1944—1946	Tanársegéd
	1946—1949	Adjunktus
	1949—1953	Int. tanár, illetve docens
Sejteri Vjekoszláv	1949—1950	Tanársegéd
Fekete László	1950—1952	Tanársegéd
	1952—1958	Adjunktus
Wieder Nándor	1951—	Tud. munkatárs
Dedinszky Imre	1951—1953	Tanársegéd
Horváth Antal	1951—1953	Tanársegéd
Burnóczky Lajos	1952—	Tanársegéd
Nagy Péter	1952—1953	Tanársegéd
Fogarasi Béla	1953—1955	Tanársegéd
Wéber József	1953—1957	Tanársegéd
	1957—	Tud. munkatárs
Riedl István	1956—	Tanársegéd
Várhegyi Győző	1957-ben	Adjunktus
Szabó Miklós	1957-ben	Tud. munkatárs

nagy érdeme, hogy az előadásokat mindenkor a legszigorúbb mértéket is megütő színvonalon tartotta és a felszabadulás után fokozatosan iparkodott a hazai követelményekre is messzemenő figyelemmel lenni. Ennek a törekvésének tudható be, hogy a fémkohászattan keretében ma már a legfontosabb a timföldgyártásnak és az alumíniumkohászatnak az oktatása és az oktatásban még azok a fémek játszanak nagyobb szerepet, amelyeknek a kohászata nálunk Magyarországon is folyik. Átalakult az egyes fémek kohászatának a tárgyalásmódja is, amennyiben ma már minden fém előadása során a legkorszerűbb elméleti ismeretekkel is felruházzuk a hallgatókat és természetesen ezzel párhuzamosan a megfelelő gyakorlati ismereteket is közöljük.

A felszabadulás után és különösen az utóbbi 10 évben nagy erőfeszítéseket tett a tanszék, hogy a gyakorlati oktatás nívóját növelje. Ezek az erőfeszítések bizonyos eredményekkel is jártak, úgyhogy gyakorlati oktatásunk az adott körülmények között elég korszerűnek mondható. Ennek ellenére ezzel nem vagyunk megelégedve és arra törekszünk, hogy az adott körülmények megfelelő megváltoztatásával a gyakorlati oktatás nívóját is olyan mértékben növeljük, amilyen mértékben az elméleti oktatás nívója növekedett.

Az 1955/56. tanév II. félévétől kezdve levelező hallgatókat is oktattunk az Elméleti kohászattan c. tárgyból. Az ezzel kapcsolatos tennivalókat *Wéber József* látja el.

A tanszék közreműködik a termelési gyakorlatok megszervezésében, lebonyolításában és kiértékelésében. Mint szaktanszék, diplomatervező feladatokat adunk ki és a hallgatók részére minden évben pályamunkákat írunk ki. A tanszék mellett tudományos diákkör is működött és az ebben dolgozók szép eredményeket értek el.

A Fémkohászattani Tanszék már a felszabadulás előtt is tekintélyes tudományos munkát végzett. Ez a munka azonban csak a felszabadulás után vált szervezetté. A Magyar Tudományos Akadémia irányította és támogatta a tanszéken folyó kutatásokat és ez a munka 1958. óta az Akadémiai Kohászati Munkaközösség keretében folyik. Még azt kell megjegyezni, hogy amint a 4. táblázatból is kitűnik, a tanszéken a Magyar Tudományos Akadémia által fizetett tudományos munkatársak is dolgoznak, akiknek a tevékenysége nagymértékben hozzájárul a tanszéken folyó kutatási munkák eredményességéhez.

A Fémkohászattani Tanszéknek az iparral való kapcsolatai is sokat erősödtek a felszabadulás után. Ma már minden fémkohászati üzemmel szoros kapcsolatot tartunk, ami nemcsak abban nyilvánul meg, hogy a tanszék dolgozói időnként ezekben az üzemekben előadásokat tartanak, hanem a tanszék üzemi problémák megoldásával is foglalkozik, az üzemek műszaki tanácsain való részvétel közben segítséget nyújtunk az üzemeknek a továbbfejlődéshez, az üzemek viszont lehetőséget nyújtanak nekünk arra, hogy kísérleteket nagylaboratóriumi, vagy félüzemi méretekben az üzemekben végezhessük el. Biztosítják a kutatáshoz és az oktatáshoz szükséges anyagokat és időről időre modellek készítésével és gyűjteménydarabok átengedésével segítik a tanszék oktatómunkáját. Örvendetes, hogy ez a kapcsolat az utóbbi időben a vaskohászati üzemekre is kiterjedt és ezek közül is a Dunai Vasművel a legszorosabb.

A minisztériumokkal és a kutató intézetekkel is bensőséges a kapcsolatunk. A Nehézipari Minisztérium Műszaki Tanácsa ülésein, a Fémipari Kutató Intézet Tudományos ülésein mód nyilik arra, hogy a tanszék tájékozódjék az ipar és a fémkohászati kutatás jelenlegi helyzetéről és az elért eredményekkel és a további célkitűzésekkel kapcsolatban ilyen alkalmakkor véleményünket is nyilváníthatjuk.

Külföldi egyetemek hasonló tanszékeivel is sikerült összeköttetést szereznünk és ma már elmondhatjuk, hogy szoros kapcsolatunk a freibergi Bergakademie, a kassai Műszaki Egyetem, a krakkói Bányászati és Kohászati Akadémia, a moszkvai Színesfémkutató Intézet és a bukaresti Műszaki Egyetem fémkohászattani tanszékével.

A tanszék a KGST keretében a különféle fémkohászati bizottságok munkájában való közreműködés közben iparkodik tájékozódni a Szovjetunió és a baráti államok fémkohászatának helyzetéről és fejlődési irányairól, és ezeken az üléseken iparkodunk elősegíteni a KGST bizottságok jó munkáját.

Az eddig elmondottakból az derül ki, hogy a tanszék különösen a felszabadulás óta eltelt időben óriási mértékben fejlődött. Természetszerűleg a fejlődés jelenlegi fokával még nem vagyunk megelégedve. Oktatás vonalán célszerű lenne a jövő feladataira is felkészülni. Erre azonban a jelenlegi létszámkeret csak korlátozott lehetőséget biztosít. Szükséges lenne a segéderők létszámának a növelése is, így ugyanis a nagyobb képzettséggel rendelkező tanszéki dolgozók munkáját sokkal hasznosabbá lehetne tenni. Végezetül kívánatos lenne a Tanszék gépi berendezéseinek és műszereinek a legkorszerűbb eszközökkel való kiegészítése. Tudjuk, hogy a Kormányzatunk részéről megvan a készség ezeknek az igényeknek a kielégítésére és mindaddig türelmesen várunk, amíg gazdasági lehetőségeink a még kívánatos fejlődést lehetővé nem teszik.

IRODALOM

[1] *Dr. Mihalovits János:* Az első Bányatisztképző Iskola. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának Könyvkiadó Alapja, Sopron, 1938.
[2] *Dr. Proszt János:* A selmeci Bányászati Akadémia, mint a kémiai tudományos kutatás bölcsője hazánkban. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának Könyvkiadó Alapja. Sopron, 1938.
[3] *Dr. Mihalovits János:* A selmeci Bányászati Akadémia alapítása és fejlődése 1846-ig. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának Könyvkiadó Alapja. Sopron, 1938.
[4] *Pauer János:* A selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia története. Joerges Ágost özvegye és Fia Könyvnyomója. Selmeczbánya, 1896.
[5] *Prof. G. Faller:* Die Geschichte und die jetzigen Verhältnisse der Schemnitzer Berg- und Forstakademie.
[6] Bányászati és Kohászati Lapok. XX. évf. 1888. 9. sz.
[7] Bányászati és Kohászati Lapok. LVIII. évf. 1925. 17. sz.
[8] Bányászati és Kohászati Lapok. LXII. évf. 1929. 503. és 509—512. o.
[9] Bányászati és Kohászati Lapok. XLIV. évf. 1913. 721—723. o., 1896. 254. o.
[10] Kohászati Lapok. Alumínium 1953. 22. o.
[11] Bányászati és Kohászati Lapok. 1896. 384. o.
[12] Bányászati és Kohászati lapok. 1898. 333. o.
[13] Bányászati és Kohászati Lapok. 1901. 153. o.
[14] Kohászati Lapok. 1958. 482. o.
[15] Bányászati és Kohászati Lapok. 1905/II. 608. o.
[16] Bányászati és Kohászati Lapok. 1905/I. 519. o.
[17] Bányászati és Kohászati Lapok. 1908/I. 350. o.
[18] Bányászati és Kohászati Lapok. 1908. 418. o.
[19] Bányászati és Kohászati Lapok. 1909/II. 524. o.
[20] Bányászati és Kohászati Lapok. 1910/I. 334. o.
[21] Bányászati és Kohászati Lapok. 1910/II. 519. o.
[22] Bányászati és Kohászati Lapok. 1942. 117. o.
[23] Bányászati és Kohászati Lapok. 1911/II. 644. o.

A Vaskohászattani Tanszék története

FARKAS OTTÓ, egyetemi adjunktus

A szervezett kohászképzés kezdetét hazánkban az 1735-ben *Selmecbányán* alapított *Bányatisztképző Szakiskolán* megindult bányászszakember-képzés jelentette. Az ezt megelőző idők kohászoktatása egyéni jellegű volt. A tanulni vágyó ifjú valamelyik kohó szolgálatába állt és ott sajátította el a kohászat műveléséhez szükséges ismereteket. A selmecbányai Bányatisztképző Szakiskola gyakorlati bányatiszteket képzett, s így a jelöltek a fémek előállításának és további feldolgozásának csak a már jól bevált gyakorlati módjait ismerték meg. Bár az intézet hosszú időn át így is tökéletesen megfelelt célkitűzéseinek, a pusztán gyakorlati jellegű oktatás a fejlődést már nem szolgálta kellőképpen. Ezért a Bányászati Szakiskolát 1763-ban Bányászati és Kohászati Felsőoktatási Intézménnyé változtatták, mely egyben a kohászat oktatásának elméleti kémiai alapokra való helyezését is jelentette. Ekkor állították fel az első tanszéket „*Ásványtan, Kémia, Kohászat*" néven, mely a később megalakult *Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék* magvát már magában foglalta. A vaskohászattant a kohászaton belül a Tanszék tanárai ; *Jacquin Miklós József*, *Scopoli János Antal* és *Rupprecht Antal* a kor híres kémikusai, majd *Patzier Mihály Ignác*, *Hőring Mihály*, *dr. Wehrle Lajos*, *Ertl József* és *dr. Bachmann József* oktatták. Az Ásványtan, Kémia, Kohászat Tanszék 1840-ben oszlott két részre, s a kohászattan előadásait ettől kezdve a *Kémia és Kohászat Tanszék* látta el, melynek első tanára *dr. Bachmann József* volt. *Bachmannt Hauch Antal*, majd *Curter Ignác* követte a tanári székben. A kémiát 1866-ban választották el a Tanszéktől, s így önálló *Kohászati és Kémlészeti Tanszék* létesült. *Curter* 1867-ig volt a kohászattan tanára, utána *Paulinyi Sándor* s részben *Richter Róbert* látták el a tanári teendőket. 1868-ban, *Kerpely Antal* kapott ideiglenes megbízást a Kohászati és Kémlészeti Tanszék tanári állásának betöltésére, kinek személyében, — több évi gyakorlati- és szakirodalmi sikerek után, — nagyhírű, kiváló magyar kohászegyéniség került a Tanszékre.

A *Vaskohászat* és *Vasgyártás* Tanszék megalakulását megelőző időszak felsorolásszerű áttekintése mutatja, hogy az előd Tanszékhez tartozó tantárgyak ismeretanyagának állandó bővülése időközben szükségszerűvé tette a korábban több tárgyat magában foglaló Tanszék többszöri kettéválását. *Kerpely* ideiglenes tanári működése idején pedig, már érlelődött egy külön, — csak vaskohászati tárgyakat oktató tanszék felállításának gondolata is.

1871-ben felvetődik külön fémkohászati és külön vaskohászati és vasgyártási ágazat alapításának szükségessége, melyet *Farbaky István* rendes tanár *A selmecbányai magy. kir. Bányászati és Erdészeti Akadémia szervezési javaslata* c. — a Bányászati és Kohászati Lapok 1871. évf. 10. sz.-ban megjelent — memorandumában javasol. Ugyanezen évf. 12. és 13. számában közli a felállítandó Vaskohászati Szakiskola tantervét. A 14. sz.-ban a négy évfolyam szükségességét indokolja, a 22. és 23. számban pedig a vaskohászattanra külön tanár, illetve tanszék beállítását tartja szükségesnek.

Ilyen előzmények után, az 1872. szept. 12-én kelt hírdetményben (BKL 1872. szept. 17) közlik, hogy 1872. aug. 15-én az új szervezet királyi jóváhagyásra került. Még ez évben elkülönítik egymástól a bányász- és kohászképzést, sőt a kohászati képzésen belül külön Vaskohászati Szakiskolát létesítenek. Ezzel egyidőben az oktatás időtartamát 4 évről 3 évre csökkentik. Megalakul a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék, mely jellegére nézve a mai Vaskohászattani Tanszéktől csak elnevezésben különbözik. A szervezeti jóváhagyás alapján, 1872. aug. 16-án, *id. Kerpely Antalt*, a vas- és fémkohászattan ideiglenes előadóját az újonnan alakult Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék rendes tanárává kinevezik, s így a mai Vaskohászattani Tanszék megalapítójának tekintjük.

A Tanszék akkori helyiségei alkalmatlan és elégtelen — magánépületekben bérelt helyiségekben voltak bezsúfolva (a Tanszék gyűjteménye pl. 1871-ben a bányabírósági épületben kapott helyet). Bár a nehézségek nagyok voltak mégis 1872—1875. között a Tanszék mind oktatási, mind tudományos munka tekintetében igen nagyot fejlődött, melynek alapján ezt az időszakot a Tanszék aranykoraként emlegetik.

A Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék megalakulásától, 1872-től kezdve, az addigi német nyelv helyett magyar lett a tanítás nyelve. A kohász társadalmon belül a Tanszéknek is egyik fő feladata a magyar kohász szaknyelv, s a magyar nyelvű kohász szakirodalom megteremtése volt. Az irodalmi munkát nehezítette az, hogy a magyar kohászati szakirodalmat olvasók száma nagyon csekély volt, s így a művek megjelentetésére alig akadt vállalkozó kiadó. Később a Pénzügyminisztérium tudományos könyvek és lapok kiadása — rovatot nyitott költségvetésében, s ezzel a kiadások költségeinek nagyrészét fedezte.

Az első magyar nyelvű kohászati tankönyv a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszéken készült, *id. Kerpely Antal : A Vaskohászat gyakorlati s elméleti kézikönyve* címmel két kötetben, mely Selmecbányán 1873-ban, illetve 1874-ben jelent meg. Kerpely a mű köteteihez külön kétkötetes rajztáblát készített. A könyv I. részében feldolgozza *a vaskövek, a vasnak vegyei, a salak, tüzelőanyagok, a tüzelőanyagok előkészítése és tűzálló anyagok* anyagát, míg a II. rész a *vasolvasztást, a vasöntést, a kovácsvasgyártást, az acélgyártást, az egyes vasfajtáknak árucikkeké történő feldolgozását* (hengerlés, csőgyártás stb.) ismerteti.

A vaskohászattan a 3. évfolyamon két tárgyban került előadásra. A Vaskohászat, vas- és acél-

gyártás c. tárgyat két féléven hallgatták heti 5 óra előadásban, gyakorlati óra nélkül. A Vaskohók és gyártelepek tervezése c. tárgyat mindkét félévben 2+4 órában oktatta a Tanszék. Gyakorlati oktatásként, ezeken kívül, minden évben egy vagy két nagyobb üzemi kirándulást tettek. A Vasöntészetet 1876-ig a Fémkohászati enciklopédia, Vasöntészet Tanszék adta elő.

1876-tól az új programnak megfelelően a Tanszéken Vaskohászat, Vaskohótelepek tervezése és rajzolása, Vaskémlészet, Vasöntészet c. tárgyak kerültek előadásra.

A Fémkohászattani Tanszéken 1876-ban a tanári állás megüresedése folytán 1876/77. tanévtől kezdve ideiglenesen a vaskohászati enciklopédia és a tüzeléstan előadására is *Kerpely* kapott megbízást.

Az előadott tudományágak közül a legújabb a vaskohótelepek tervezése volt, melynek alapjait *Kerpely* az 1873—1884. között megjelent, hét nagyalakú ábráskötetből álló *Die Anlage und Einrichtung der Eisenhütten* c. művében fektette le. A 800 oldalas mű, a vaskohászati tudományok nemzetközi szakköreinek is felkeltette az érdeklődését.

Számos kutatómunkája közben is tapasztalta, hogy a kémiai elemzések nagy szolgálatot tesznek a kohászatnak. Ezért javasolta, hogy a jövőben olyan szakembereket kell nevelni, akik „a kohót illető elemzéseket is képesek véghez vinni". Az ő javaslata nyomán, azóta nyer a kohómérnök ilyen értelmű kiképzést.

Kerpely tisztában volt azzal, hogy jó és korszerű oktató munkát csak a Tanszékhez tartozó szakterület ápolásával és művelésével végezhet. Ennek megfelelően nagy fontosságot tulajdonított a tudományos kutató munkának. A Tanszék első és nagyjelentőségű ilyen tevékenységét 1872—1876 között *Kerpely Antal* a kir. magy. Természettudományi Társulat megbízásában, *„a vas és legfőbb vegyületei és öntvényei physikai és chemiai tulajdonságainak megvizsgálásával, elméleti és gyakorlati szempontból, különös tekintettel a magyarországi nyerstermékekre"* feladatban végezte. A munka — melyet 1877-ben *Magyarország vaskövei és vasterményei* címmel a kir. magy. Természettudományi Társulat kiadásában adott közre — első részében *a magyarországi vasköveknek és az olvasztásukra való anyagoknak vegyalkatát* vizsgálva, összesen 83 anyag teljes elemzését, míg a második részben *magyarországi vasgyártmányok és melléktermények* vizsgálata során 28 nyersvas, 15 kovácsvas, 4 acél- és 8 nagyolvasztósalak, összesen 55 kohótermék elemzését végezte el. Mindezekhez a már meglevő adatokat munkájába felvette. A vas és legfőbb ötvözeteinek szilárdsági vizsgálatait elvégezte. Mindezek alapján útmutatást adott az egyes nyersvasfajták acéllá történő feldolgozásához. Ő maga is végzett besszemerezési kísérleteket a tanszéki laboratóriumban, mely az elemzési lehetőségek mellett besszemer-kohóval, hozzátartozó kupoló-kemencével és fúvóberendezéssel is el volt látva. Sőt ezen *vas-kérdés* megbízatása előtt a vasfajták szövettani tanulmányozásával is foglalkozott, s mikroszkópiai felvételeket készített vasszemcsékről. Minden bizonnyal *Kerpely* foglalkozott először hazánkban metallográfiával. Ő talált összefüggést a vas kémiai alkata és szilárdsági tulajdonsága között.

Szilárdsági vizsgálatokhoz a Tanszéken berendezés nem volt, ezért azt a budapesti mechanikai laboratóriumban végezték el.

*Kerpely*nek ezt a tudományos kutató munkáját a Magyar Tudományos Akadémia kitüntette, s addigi tudományos és irodalmi munkájának elismeréséül 1877-ben tagjává választotta.

1877-ben, akadémiai székfoglaló keretében mutatja be *A vas kémiai alkata és keménysége közötti összefüggések* c. munkáját és ismerteti egyik prágai egyetemi tanárral együtt szerkesztett elektromágneses keménységmérő műszerét.

1877-ben jelenik meg *A vaspályasinek tulajdonságaira vonatkozó kísérletek és tanulmányok* c. könyve Selmecbányán, magyarul, 1878-ban pedig Lipcsében, németül.

1878-ban a vasúti sinek keménységének mérésére az egész világon úttörőnek számító módszert dolgozott ki.

Irodalmi művei között legnagyobb az általa indított és egyetemi tanársága alatt, majd állami vasgyári vezérigazgatói tisztségében is szerkesztett, Lipcsében évenként megjelent *Bericht über die Fortschritte der Eisenhütten-Technik* c. évkönyv-sorozat, melyben 20 éven át tájékoztatta a világot a vaskohászat helyzetéről és fejlődéséről. Ez a megbizatás volt *Kerpely* legnagyobb külföldi megtiszteltetése.

Kisebb művei főleg a *Bányászati és Kohászati Lapokban*, a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönyében, és a *Berg- und Hüttenmännische Zeitung* hasábjain jelentek meg.

A nyári szünidőkben sem pihent, hanem külföldi és hazai tanulmányutakat tett, s a szerzett gazdag tapasztalatokat az oktatásban gyümölcsöztette, s az irodalomban közreadta.

Kerpely, — s nevével a Tanszék is — mind a szakember-képzés, mind a tudományos szakirodalom területén nagy hírnévre tett szert. Kortársa volt a freibergi Bányászati Akadémia kiváló kohász tanárának, *Ledebur*, *Adolfnak*, — egymást ismerték és megbecsülték. Nagyértékű értekezései és könyvei nevét az egész világon ismertté tették. Meghívták a freibergi Bányászati Akadémia Vaskohászattani Tanszékének tanári állására. Ő azonban nem vállalta, s továbbra is hazája vaskohászatának szolgálatában maradt. Tanári működésének 13 éve alatt nagy buzgalommal és odaadással dolgozott a hazai kohásznevelés új alapokra helyezésén, az elméleti és gyakorlati oktatás alapossá tételén, illetve kifejlesztésén. Ő nevelte a hazai vaskohászszakember tudományosan megindokolt cselekvésre képes új nemzedékét, melynek tagjai külföldön is hírnevet szereztek. Mint egész életében, — tanársága alatt is *tanult, tanított, kutatott és alkotott.*

Alkotó tanszéki munkájában tanársegédei segítették :

1872—1873. *Dérer Mihály,*
1873—1875. *Wodicska Antal,*
1875—1878. *Wanschada Károly,*
1876—1879. *Jónásch Antal,*
1878—1880. *Schréder Gyula,*
1879—1881. *Probstner Alfréd.*

Kerpely örökbecsű munkásságának itt csak a tanári működésével kapcsolatban kifejtett tevékenységeit említettem. Tudnunk kell azonban, hogy a hazai vasgyárak gazdaságossá tétele, az akkori új iparágak meghonosítása, s hazánk vaskohászatának korszerű alapokra helyezése, valamint az egész világ kohászatára termékenyítőleg ható, sok tekintetben úttörő hatalmas irodalmi munkássága alapján *Kerpely* a hazai kohászat külföldön is ismert és megbecsült kiváló vezéregyénisége, s a kohászat legnagyobb hazai kiválósága volt.

Kerpely Antalt a pénzügyminisztérium 1881. évi rendeletével az elavult felszerelésű állami vasgyárak rendbehozása céljából, központi vasműigazgatóvá nevezte ki, s ezzel a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszéktől megvált.

A Tanszék ideiglenes betöltésére 1881-ben *Soltz Vilmos* tiszolci vasműfelügyelőt rendelték ki, s az igazgatóság ajánlatára még ebben az évben rendes tanárrá kinevezték.

A Tanszék gyűjteményének bővítésére, a berendezés korszerűsítésére és egyéb felszerelések beszerzésére több évi megszorítás után csak 1882-től kezdtek a viszonyok jobbra fordulni, de kielégítők azután sem voltak. A Tanszéknek, a célnak nem megfelelő magánépületekben való elhelyezése nem szolgálta kellőképpen a Tanszék fejlődését. Mindinkább nyilvánvalóvá vált, hogy az Akadémia csak úgy töltheti be maradéktalanul hivatását, ha új épületet biztosítanak számára. Az 1887-ben engedélyezett építkezés eredményeképpen 1892-ben adták át rendeltetésének az új épületet. A Tanszék gyűjteménye és laboratóriuma azonban továbbra is a bányabíróság épületében volt elhelyezve, melyet részben a Kerpely által beszerzett, részben pedig az 1882. évtől kezdve történt gyűjtemény-kiegészítések képeztek.

Soltz Vilmos 1889-ben lett I. osztályú tanár. A Tanszék fejlesztése mellett az Akadémia ügyeivel is foglalkozott. 1892-ben *Farbaky István* nyugdíjba vonulásával őt bízták meg az igazgatói teendők ellátásával, s az új épület felavatási ünnepségén, 1892-ben már ő mondta az ünnepi beszédet.

Tudományos és *irodalmi munkássága a Bányászati és Kohászati Lapok*-ban, valamint a *Dingler's Polytechnisches Journal*-ban megjelent több munkájában jut kifejezésre.

1894. április 8-tól nevezték az Akadémián végzetteket okl. kohász helyett, okl. kohómérnöknek. Az ezzel kapcsolatosan 1895-ben rendeletileg jóváhagyott új akadémiai rendszabályzat szerint továbbra is 3 éves oktatás keretében, a Tanszék *a Vaskohászattan* (V. fé.-ben 9+8, VI. fél.-ben 6+2 órában) és a *Vaskémlészet* (VI. fé.-ben 2+12 órában) c. tárgyakat adta elő. A Vaskohászat c. tárgy minden bizonnyal a vaskohótelepek tervezését és az öntészetet is magába foglalta.

A tantárgyak nagy óraszámú gyakorlatait nagyrészt a Tanszék tanársegédei tartották, részben a Tanszéken, részben pedig a közeli kohóüzemekben. *Soltz*, tanári működése alatt, a következő tanársegédek voltak a Tanszéken :

1881—1882. *Haag Arnót,*
1882—1885. *Tannenberg Géza,*
1884—1886. *Tetmajer László,*
1886—1889. *Hamrak Adolf,*
1887—1890. *Ferjentsik Miklós,*
1889—1890. *Beck Károly,*
1891—1893. *Zorkóczy Samú,*
1893—1895. *Niemczik E. Géza,*
1895—1899. *Csáthy Árpád*
(valószínűleg).

Soltz Vilmos 1901-ben meghalt. Az előadó nélkül maradt Tanszék teendőinek ideiglenes ellátásával a Pénzügyminisztérium 1901. őszén helyettesként *Barlai Bélát*, a kudsiri állami vasgyár mérnökgyakornokát bízta meg. Barlai nemcsak 7 éves szakmai gyakorlatát, hanem az időközben kibővült elméleti tudását is a vaskohászattan oktatásának szolgálatába állította. Tanszékrejövetele előtt már foglalkozott a kémiával s főleg annak vaskohászati vonatkozásaival, valamint a tüzeléstannal, melynek alapján a kolozsvári Tudomány Egyetem 1902-ben — egy évi előadói működés után — a kémia doktorává avatta. 1903-ban nevezték ki adjunktussá, majd 1904-ben rendkívüli tanárrá. A Tanszék rendes tanára volt 1906-tól kezdve mint II. osztályú tanár, majd a szabályszerű tíz évi szolgálat után 1916-ban lett I. osztályú tanár.

Tanári működésének kezdete abba az időbe esik, amikor a *fizikai-kémiát* és a *metallográfiát* egyre fokozottabban kezdik a vaskohászat területén használni. *Barlai* mindjárt felismeri ennek óriási jelentőségét, s arra törekszik, hogy hallgatóinak a szakterületben előforduló problémák megértéséhez és megoldásához szükséges elméleti tudása a kor színvonalán álljon. Ennek szellemében írja meg az eredetileg 5 kötetre tervezett sorozat első két kötetét. A *Vaskohászat kézikönyve I. A vas metallurgiai chémiája és a vaskohászati salakok* címmel (1909), illetve a *Vaskohászat kézikönyve II. Tüzeléstan* (1912) címmel. Az első egyben az első metallográfiai tankönyv is, s *Kerpely* könyve után a második magyar nyelvű vaskohászattani könyv.

Barlai tisztában volt azzal, hogy a magasszínvonalú elméleti oktatásnak a kísérletek végzésére szolgáló laboratóriumi munkával kell párosulnia. A Tanszék korábbi berendezései többnyire tönkre mentek, csak gyűjteménye volt, s akkori laboratóriuma semmiképp sem felelt meg a kor követelményeinek. Ezért 1905-ben egy Vaskohászati kísérleti laboratóriumról nyújtott be tervezetet a Főiskola tanácsa elé. A tervezetben metallográfiai kutatásra alkalmas berendezések és anyagvizsgáló gépek is szerepeltek, mert nyilvánvalóvá vált, hogy az elemző kémia-, bár hathatós segítőtársa a metallurgiának — már nem képes a

vasiparban felmerülő összes jelenségek tudományos megismeréséhez vezetni. A kísérleti laboratórium munkaprogramjában tehát metallográfiai vizsgálatok is szerepeltek. *Barlai* a kísérletezéssel a hallgatókat a rendszeres műszaki gondolkodás elsajátítására akarta nevelni. A terv megvalósítását a Pénzügyminisztérium lehetővé tette. A laboratóriumot úgy rendezték be, hogy tanári kutató munkára is alkalmas volt.

A Vaskohászati Kísérleti Laboratórium Európa akkor legmodernebb ilyen létesítményei közé tartozott. A bányászati palota udvarán 562 m^2 beépített területen villamos központ, anyagvizsgáló gépek, metallográfiai készülékek, tüzelőanyagok vizsgálatára szolgáló berendezések, vegyműhely, sötétkamra, kemencék, öntőde és kovácsműhely volt elhelyezve. Rendelkezésre álltak ezenkívül az összes mérő- és ellenőrzőműszerek, melyek a kísérletekhez szükségesek, de az üzemekben is használatosak. A nagyobb elektromos kemencék a tűzbiztos pincében kaptak helyet.

Eredetileg *Barlai* vaskohászati pavilont tervezett nagyobb szabású épülettel, melynek emeletén lettek volna elhelyezve a tanterem, rajzterem és gyűjtemény, földszintjén pedig a kémlészeti és kísérleti laboratórium. Mivel azonban a kísérleti laboratórium egymagában is sokba került, a kémlészeti laboratórium, a gyűjtemény, az előadó és rajzterem megmaradtak régi helyükön, a bányászati palota első emeletén.

A kísérleti laboratórium 1908-ban lett kész. *Barlai*, a *m. kir. Bányászati és Erdészeti Főiskola Vaskohászati Kísérleti Laboratórium* címmel, 1913-ban adta ki a laboratórium teljes berendezését, a kísérleti eszközök kezelését, s az egyes kísérletek munkamódját ismertető írását.

A tanszék tananyaga *Barlai* ideiglenes előadói tevékenysége alatt az 1895-ben érvényesített tanterv szerint a 3. év *I. félévében vaskohászat és öntészet, vaskohótelepek tervezése, a II. félévben vaskohászat II. rész, vaskohótelepek tervezése, vaskémlészet és tüzeléstan volt.*

1904-ben a Bányászati és Erdészeti Akadémiának, *Bányászati és Erdészeti Főiskolává* történt változtatásával egyidőben, az addig Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék, *Vaskohászattani Tanszék* elnevezést kapott, mely azóta változatlan. Az ezzel kapcsolatosan életbelépő új tanmenet értelmében a tanítási idő ismét 4 év lett. *A Vaskohászattan* az V. félévben heti 5+4, a VI. félévben 5+6, a VIII. félévben 4+1 órában, a *Vaskémlészet* a VII. félévben 2+6, az *Öntészet* szintén a VII. félévben 2+2 órában került előadásra.

Barlai sok külföldi tanulmányutat tett, melyek tanári működésére is termékenyítő hatással voltak. Ő kezdte hazánkban a fizikai-kémiát és a metallográfiát a Vaskohászattanban használni. Előadásait az egyszerűség, a logikus folyamatosság, a szabatosság és a magyarosság jellemezte.

Korábban említett könyvein kívül számos tudományos dolgozata jelent meg, főleg a Bányászati és Kohászati Lapokban, s több cikket írt a Főiskolának Selmecbányáról történő elköltöztetéséről, valamint külföldi útjainak tapasztalatairól.

Az 1912/13—1913/14. tanévekben ő volt a Főiskola rektora.

Csáthy Árpád tanársegéd valószínűleg 1899-ben történő távozása után a Tanszék tanársegéd nélkül volt 1903-ig. *Barlai* 1903-ban meghívta *Balázs István* vaskohómérnököt a Tanszékre, aki azt elfogadta, s a zólyombrézói állami vasgyárban töltött pár hónapos gyakorlati ideje után helyettes tanársegéd, 1904-ben kinevezett tanársegéd, majd 1908-ban adjunktus lett. Ezzel egyidőben megbízást kapott a *Vaskohászati enciklopédia* c. tárgy előadására. Ebben az időben végzett tudományos munkáját a Bányászati és Kohászati Lapokban megjelent több dolgozata bizonyítja.

A főiskolának 1919-ben Selmecbányáról bekövetkezett elköltözésével a Vaskohászattani Tanszék is történetének legválságosabb helyzetébe került. A *Dr. Barlai Béla* által létesített, — Európában is a legmodernebbek közé tartozó Vaskohászati Kísérleti Laboratórium egyetlen anyagvizsgáló gép kivételével, mind odaveszett.

A Főiskolának Sopronba való áthelyezésekor, a Vaskohászattani Tanszék vezetésében is változás történt.

Dr. Barlai Béla már 1918-ban végzetes betegségben szenvedett, de a Főiskola új székhelyére mégis elindult. Budapestre érve azonban betegsége kórházba szólítja, ahol hosszas betegeskedés után, 1921. november 20-án, 51 éves korában, tanárságának 20. évében meghalt.

Az átköltözéssel egyidőben, — 1919-ben —, a Főiskola Tanácsa *Balázs Istvánt*, a Tanszék adjunktusát bízta meg a tanári teendők ellátásával. Ebben a beosztásban mint bányatanácsos adjunktus 1920-ig, majd főbányatanácsossá történt kinevezése után mint tanszékvezető helyettes tanár látta el a Vaskohászattani Tanszék összes tanári teendőit, tanársegéd nélkül.

Sopronban, egy üres laktanya, — a Károly-laktanya — termeiben, az oktatás legelemibb követelményeitől megfosztva, felszerelés és fűtőanyag hiányában kezdte meg a Tanszék működését. *Balázs*, a nehéz körülmények ellenére, odaadó, fáradságos munkával megteremtette az oktatás alapfeltételeit.

A nélkülözésekkel és primitív körülmények között dolgozó Tanszék legsürgősebb hiányainak pótlására csak az 1922—23. évi költségvetés juttatott először nagyobb összeget.

1923-ban kapta meg az ez évben Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolának elnevezett intézmény a volt Honvédfőreáliskolát székhelyül. Új helyére költözött a Vaskohászattani Tanszék is. Az ekkor életbe lépő új tanterv értelmében *a tüzeléstant és anyagvizsgálatot* különválasztották a Vaskohászattani tanszéktől, s az újonnan megalakult *Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék* feladatává tették.

Balázs István 1923. május 14-én vált meg a Vaskohászattani Tanszék kötelékéből és átvette az újonnan felállított Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék vezetését.

Az előadó nélkül maradt Vaskohászattani Tanszékre *Cotel Ernő* vasgyári igazgatót nevezték

ki 1923. március 31-én nyilv. r. tanárrá, s ugyancsak ebben az évben *Kiss Ignác* végzett kohómérnökhallgatót tanársegéddé.

Cotel kinevezésekor a Vaskohászattani Tanszék csaknem teljesen felszerelés nélkül állt, csekély gyűjteményétől eltekintve. *Cotel* a kohómérnökképzés tekintetében legfontosabbnak tartotta, hogy a hallgató rendszeres tudományt, kristálytiszta alapelveket és gondolkozni tudást tanuljon. Ezért legfőbb feladatának tekintette, hogy a szakterület új kutatási eredményeit magába foglaló és arra épülő tankönyveket és szakkönyveket írjon. A Tanszék laboratóriumának kérdése így csak másodrendű volt.

Az érvényben levő tanterv szerint *Cotel* adta elő a Vaskohászattan I. és II. részét, a Vas- és acélöntészetet, a Hengerlés-Kovácsolást, valamint a Vasgyári telepek tervezése c. tárgyakat. Az ezekkel kapcsolatosan megjelent könyvei a következők :

A Hengerlés alapelvei, 1928., A Nyersvasgyártás alapelvei, 1933., A Martin-acélgyártás, 1937.

Az oktató munka eredményességének növelése érdekében szükséges laboratóriumi kísérleti lehetőség sajnos nem volt meg, mert — mint azt *Tettamanti Jenő* prorektor 1925/26. tanévről szóló beszámolójában említi, — *a Vaskohászati Kísérleti Intézet oly mértékű felszerelése, hogy az oktatói és kutatói munka az 1919-ben Selmecbányán otthagyotthoz hasonló keretben folyjon, több évi visszatérő beruházási hitelre volna szükség.*

A Vaskohászattani Tanszék *Cotel* tanárságának kezdetén laboratórium hiányában tehát csak elméleti témákkal foglalkozhatott.

1926-ban *Cotelt A kovácsolható vas gyártása s a vasipari hengerlés* c. tárgykörből a minisztérium műegyetemi magántanárrá képesítette.

A különböző bánya- és kohóvállalatok, tudományos szervek és részben a kormány anyagi támogatása révén a Vaskohászattani Tanszéken is lehetővé vált, hogy a Selmecbányáról való átköltözéskor odaveszett laboratórium bizonyos mértékben felszerelésre és berendezésre kerüljön. 1934-ben a Tanszéknek szegényes öntészeti-, metallurgiai-, hengerlési-, és mikroszkópiai laboratóriuma, azonkívül mechanikai műhelye és gyűjteménye volt, bár a *Barlai* által létesített kísérleti laboratóriumot ez korántsem érte el. Minden esetre, ha csekély mértékben is, de lehetővé vált, hogy az oktatás a gyakorlattal szorosabb kapcsolatban legyen, s az oktatás mellett tudományos munkát is végezzenek a Tanszék akkori oktatói.

1928-ban *Kiss Ignác*, a Tanszék addigi tanársegéde a Matematikai Tanszékre került, a Vaskohászattani Tanszék tanársegéde pedig *Diószeghy Dániel*, a Matematikai Tanszék addigi tanársegéde lett.

Az oktatási munka mellett egyre több kutatási munkát is végzett a Tanszék elsősorban a vasércek pörkölése, a formázóhomokok tulajdonságainak vizsgálata, vas- és acélanyagok keménységi viszonyainak vizsgálata, a hengerlés kísérő jelenségeinek vizsgálata és különféle tüzelési kísérletek terén.

A kutatások eredményeit a Tanszék akkor számos megjelent dolgozata tartalmazza.

1924—25. tanévben dékán, az 1930/31. és 1931/32. tanévekben pedig a Főiskola rektora volt. 1934-ben, mikor a Főiskolát egyetemi rangra emelve a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemhez csatolták, megkapta egy. ny. r. tanári kinevezését.

Tanársegédét, *Diószeghy Dánielt*, 1936-ban nevezték ki adjunktussá. 1938-ban *Balázs István* eltávozásával *Diószeghy* vette át a Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék vezetését, de 1943. június 8-ig adjunktusként a Vaskohászattani Tanszék ilyen természetű munkáit is ellátta, sőt az ezt követő időkben az előadásokat helyettesként is ő tartotta.

1944-ben *Hammer Ferenc* személyében új tanársegéd került a Tanszékre, s a gyakorlati órákat átvette.

1944 végén *Cotel Ernő* nyugalomba vonult, s ezzel megvált a Tanszéktől. A Vaskohászattani Tanszék feladatainak elvégzésére, a közben doktorrá avatott *Diószeghy Dániel* kapott megbízást, aki a Tüzeléstan és Anyagvizsgálat Tanszék teendőinek ellátása mellett ezt a munkakört 1946. végéig töltötte be.

A háborús időszak, valamint az a körülmény, hogy *Diószeghy* egyetlen tanársegédével, a korábban említett *Hammer Ferenccel* két Tanszék tennivalóit volt hivatva ellátni, a Tanszék életében csak fejlődés nélküli átmenetet jelenthetett.

1946. szeptember 1-én *Zsák Viktor*, a Magyar Waggon és Gépgyár győri öntőtelepeinek üzemvezetője és üzemvezető helyettes igazgatója, mint helyettes tanár vette át a Tanszéket, majd 1947. augusztus 6-án kapott egy. nyilv. r. tanári kinevezést a Vaskohászattani Tanszékre.

A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának 1934—1949-ig érvényben levő tanterve szerint — tehát *Zsák Viktor* tanárságának első éveiben is —, a Vaskohászattant az V. félévben 5+4, a VI. félévben 4+4 órában, a Vas-, acél- és fémöntést a VII. félévben 2+4, a VIII. félévben 2+2 órában oktatta a Tanszék, a négy és féléves kohómérnökképzés keretein belül.

Zsák Viktor hosszú külföldi és hazai üzemi gyakorlat alatt szerzett bőséges gyakorlati tudását állította a vaskohász-képzés szolgálatába. Előadásait jegyzet alakjában a hallgatóság rendelkezésére bocsátotta. Jegyzetet készített a *Nyersvasgyártás*, az *Acélgyártás* és a *Vas-, acél- és fémöntés* c. tárgyakból, majd a technológus kohómérnök-képzés megindulásával, a részükre előadott *Vaskohászati enciklopédia* c. tárgyból is.

A Tanszék laboratóriumi berendezése az 1934-re bizonyos mértékig felszerelt laboratóriumhoz képest, szinte semminek volt mondható. A Tanszéknek csak szegényes gyűjteménye volt. Az időközben megalakult Tüzeléstan és Anyagvizsgálat, majd Kohógéptani Tanszékek a szakterületükhöz tartozó berendezéseket magukhoz vették, s a megmaradt kisebb kemencéket stb. az idő vasfoga tette tönkre. A Tanszék ilyen irányú

fejlesztését a háború utáni pénzügyi helyzet, valamint a Tanszék rendelkezésére álló kevés helyiség gátolták. A Tanszékhez akkor egy tanári szoba, előszobával, egy adjunktusi szoba, egy közösen használt előadóterem, valamint kisméretű laboratóriumi helyiség és egy, a gyűjtemény, valamint a rajzok tárolására alig alkalmas hivatalsegédi szoba tartozott.

Az öntészetben akkor már mindjobban elterjedt és eredményesen használt homokvizsgálatok céljaira Zsák Svájcból egy teljesen komplett Georg—Fischer-féle homokvizsgáló berendezést szerzett be 1950-ben, s ezzel lehetővé tette ilyen vonatkozású öntészeti gyakorlatok tartását. Kétségtelen, hogy az addig bizonyos értelemben mesterségnek tartott öntészet oktatásának felkarolása, *Zsák Viktor* érdeme.

1949-ben, a nehézipar fokozott fejlesztése már szükségessé tette a felsőfokú műszaki képzés kereteinek bővítését, s második műszaki egyetem felállítását. Az ebben az évben létrehozott Nehézipari Műszaki Egyetemet, ipari és bányászati hagyományokra épülve, a hazai nehézipar központjában, Miskolcon állították fel. Az új egyetem 3 fakultása közül a bánya- és kohómérnöki kar Sopronból jött át, míg a gépészmérnöki kart és a földmérőmérnöki kart újonnan szervezték.

A kohómérnöki kar tanszékeinek átköltözése során 1952-ben, — amikor Sopronban az utolsó kohász évfolyam is befejezte tanulmányait — a Vaskohászattani Tanszék is Miskolcra költözött. Ezzel egyidőben megvált a Tanszéktől *Hammer Ferenc*, s nyertek tanársegédi kinevezést a Tanszékre *Csabalik Gyula* és *Farkas Ottó*, akik ebben az évben szereztek oklevelet.

1952 nyara, a Tanszék átköltözésével telt el, s szeptemberben már Miskolcon kezdődött a Vaskohászattan oktatása. A Tanszék végleges helyének épülete akkor még nem volt kész, s így az első három évben ideiglenes helyen, de már biztatóbb körülmények között végezte munkáját.

Zsák Viktor, az Egyetem mind soproni, mind miskolci székhelye idején Győrben lakott, s rokkantsága ellenére tette meg minden héten a hosszú utat.

Az 1949/50-ben életbelépő új tantervnek megfelelően, 4 éves oktatás keretein belül a Vaskohászattant a VII. félévben 5+4, a VIII. félévben 6+4 órában, a Vas-, acél- és fémöntést pedig a VII. félévben 3+2, a VIII. félévben 2+2 órában adta elő a Tanszék. A laboratórium hiánya következtében a gyakorlatok nagyrészt tantermiek voltak, de az új környezet adta lehetőségeket kihasználva, — elsősorban a diósgyőri Lenin Kohászati Művekben —, több üzemlátogatást tettek a Tanszék oktatói és hallgatói.

A fokozott anyagi támogatás mellett lassan kezdetét vette egy tanszéki laboratórium felállítása. A vaskohászati laboratóriumnak gerincét képező vas- és acélolvasztásra alkalmas kemencék beszerzésének nehézsége, valamint az a körülmény, hogy a Vaskohászattani Tanszék — ellentétben a többi szaktanszékkel — nem rendelkezett (ma sem rendelkezik) szakmunkaerővel, ez a laboratórium megvalósítását nagymértékben lassította.

Zsák tanszéki és oktatómunkája mellett, több jegyzetén kívül, irodalmi munkásságot is fejtett ki. Ő írta a Vaskohászati Enciklopédia sorozatban megjelenő első kötet, a *Vaskohászat nyersanyagai* c. művet (1954). Az Ő szerkesztésében jelent meg *Az acélgyártás időszerű kérdései* c. könyv, melyben több fejezet szerzője. Számos dolgozata jelent meg a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményeiben, valamint a Bányászati és Kohászati Lapokban. Több mű szakmai lektorálását végezte és számos szakelőadást tartott.

A Diósgyőrben létesített *Műszaki Főiskolának a Nehézipari Műszaki Egyetem Esti Tagozatává* történt átszervezése után, 1953-ban, a Vaskohászattani Tanszék is bekapcsolódott a szakmérnökök képzésébe, ahol a Nyersvasgyártás, Acélgyártás, Vas-, acél- és fémöntészet, Vaskohászati enciklopédia és Öntészeti enciklopédia tárgyakat adta elő, s ezeket levelező formában ma is oktatja.

Közben a Vaskohászattani Tanszék végleges helyének laboratóriumi szárnya épült, s 1955-re beköltözhető állapotba jutott. *Zsák Viktor* még megvárta a Tanszék átköltözését, de egészségi állapota miatt 1955. augusztus 31-én, 9 éves tanári működése után, 66 éves korában, saját kérésére nyugalomba vonult. A Kohómérnöki Karral és a Tanszékkel még ma is tartja a kapcsolatot.

A Vaskohászattani Tanszék ideiglenes vezetésére *Simon Sándor* kapott docensi minőségben megbízást 1955. június 16-án, aki abban az évben a Szovjetunióban fejezte be aspirantúráját, s nyert kandidátusi címet.

Az 1955/56. tanévet már végleges helyén kezdte a Tanszék. A négyemeletes épület második emeletén bútorzattal berendezett és laboratóriumi helyiségekkel ellátott tágas hely állt a Tanszék rendelkezésére.

Az ezt követő időszakra a Tanszék oktatói létszámának nagymértékű növekedése, s a gyakori személyi változások jellemzők.

Az év július 1-én új tanársegédet kapott a Tanszék, a Szovjetunióban diplomát szerzett *Oláh Ferenc* személyében, aki az öntészeti gyakorlatok vezetését volt hivatva ellátni. Nem egészen egy évi tényked és után azonban a Lenin Kohászati Művekbe távozott, 1956. március 9-én.

A Tanszék vezetését *Simon Sándor* 1956. február 1-ig látta el. Ekkor nevezték ki egyetemi tanárrá *Szele Mihályt*, a Vasipari Kutató Intézet helyettes igazgatóját. *Szele Mihály*, igazgató helyettesi állását megtartva, másodállásban vállalta a Vaskohászattani Tanszék vezetését, s ily minőségben vezeti jelenleg is. A tanszékvezető-helyettesi teendőket *Simon Sándor* docens látta és látja el.

1956. május 1-én *Bódi Dezső* nyert gyakornoki kinevezést a Tanszékre, az eltávozott *Oláh Ferenc* munkakörének betöltésére.

Ugyanebben az évben, 1956-ban, saját kérésére helyezték át *Vereskői János* adjunktust. az Alkalmazott Kémia Tanszékről a Vaskohászattani Tanszékre, az öntészeti gyakorlatok vezetésére.

A Vaskohászattani Tanszék által előadott tárgyak anyagának állandó bővülése, valamint az egyes szakcsoportokhoz tartozó nagyterjedelmű ismeretanyag szükségessé tette, hogy az addig *Zsák Viktor* által egyszemélyben előadott tantárgyak mindegyikét külön tanár adja elő. Ennek érdekében kaptak másodállású egyetemi tanári kinevezést 1956. július 1-én *Budinszky Tibor*, 1956. augusztus 1-én pedig *Balsay István*, a Kohó és Gépipari Minisztérium Vaskohászati Igazgatóságának főmérnöke.

1956-tól kezdve a *Nyersvasgyártást Szele Mihály*, *az Acélgyártást Balsay István*, *a Vas-, acél- és fémöntészetet Budinszky Tibor*, majd 1957-től a *Vas- és fémkohászattan* I. c. tárgyat *Simon Sándor* adták elő. *Zsák Viktor* nyugalomba vonulása és az új előadók kinevezése között eltelt szemeszterekben a Nyersvasgyártást és a *Vas- és acélgyártás* c. tárgyak *előadásait Farkas Ottó*, *az Acélgyártás és a Vas-, acél- és fémöntés* c. tárgyak *előadásait* pedig *Csabalik Gyula* tartották, természetesen a tárgyakhoz tartozó gyakorlatokkal együtt.

Az 1955-től 1957-ig érvényes négy és fél éves oktatás tantervének megfelelően a Vaskohászattan a VII. félévben 3+0, a VIII. félévben 3+3, a IX. félévben 4+4 órában, a Vas-, acél- és fémöntészet a VII. félévben 2+3, a VIII. félévben 4+6, a IX. félévben 4+6 órában, a Vas- és acélgyártás pedig a VI. félévben 3+0 órában nyert oktatást.

Budinszky Tibor, 1956 december 31-én, kivált az Egyetem kötelékéből. A Vas-, acél- és fémöntészet előadásainak megtartására 1957-ben *Varga Ferenc*, a Vasipari Kutató Intézet osztályvezetője kapott meghívott előadói megbízást. Ugyanebben az évben, június 1-én nyert a Tanszékre *Szegfű Irén* kohómérnök (később *Szarka Zoltánné*) gyakornoki kinevezést, s *Bódi Dezső* pedig az apci Fémtermia Vállalathoz távozott.

1957-ben a kohómérnökképzés idejét 5 évben állapították meg. Az ezzel kapcsolatos 10 féléves tanterv alapján a Vaskohászattant a VII. félévben 4+0, a VIII. félévben 4+5, a IX. félévben 4+4, a Vas-, acél- és fémöntészetet a VII. félévben 2+0, a VIII. félévben 2+2, a IX. félévben 4+4, s a Vas- és fémkohászattan I. részt pedig (a technológus kohómérnök hallgatók részére) a VI. félévben 3+0, heti óraszámban adta, s jelenleg is így adja elő a Tanszék. 1958-tól kezdve *Simon Sándor* Izotópok használata a kohászatban címmel új, fakultatív tárgyat ad elő.

A Vaskohászattani Tanszék végleges helyére való átköltözésével megkezdődött a laboratóriumok berendezése, felszerelése. *Simon Sándor*, aki a Szovjetunióban az izotópok kohászati használata terén szerzett ismereteket, nagy lendülettel fogott a tanszéki izotóp laboratórium felállításához. Majd 1957-ben, amikor a Tanszék megkapta a szint nyugati felében lévő helyiségeket is, fejlődésnek indult a nyersvasgyártás és az öntészeti laboratórium s ezzel együtt a tanszéki műhely is.

Jelenleg a Tanszék egy üzemképes, korszerű berendezésekkel és műszerekkel jól felszerelt izotóp laboratóriummal rendelkezik, mely mind oktató, mind kutató jellegű kísérletek végzésére alkalmas, s a sugárvédelmi előírásoknak megfelelően laboratóriumokból, „Geiger—Müller" mérőhelyiségből, öltözőből és zuhanyozóból áll. Az izotóp laboratórium 50 mC aktivitásra, nyitott radioaktív izotópok felhasználására épült.

Van a Tanszéknek egy fejlődőben lévő nyersvasgyártás laboratóriuma, mely jelenleg is több, tárgyhoz tartozó kísérletet (pl. vas-salak reakciók vizsgálata, vasércek redukálhatóságának vizsgálata stb.) elvégzésére ad lehetőséget.

A Tanszék egy, több helyiségből álló, öntészeti laboratóriummal is rendelkezik, melyben komplett „Georg—Fischer" homoklaboratóriumi berendezéssel ellátott külön tanári kutató laboratórium, egy 3 garnitúra homoklaboratóriumi berendezéssel felszerelt hallgatói laboratórium, s egy részben felszerelt formázóhelyiség nyert elhelyezést.

A Tanszék birtokában van egy — a soproni vasöntődétől kapott — 150 kg befogadóképességű villamosív kemence, mely megfelelő hely hiányában még nincs felállítva.

A tanszéki műhely eszterga-, fúró-, köszörű stb. gépekkel, valamint a szükséges kéziszerszámokkal rendelkezik.

Az izotóplaboratóriumi gyakorlatok, valamint kísérletek és kutatások elvégzésére 1958. szeptember 1-én *Szarka Gyula* gyakornoki beosztást, 1959. február 5-én pedig *Benkő Gyuláné*, akadémiai státuszban tudományos munkatársi beosztást kapott.

Varga Ferenc 1958 nyarán megvált a Vaskohászattani Tanszéktől. A Vas-, acél- és fémöntészet c. tárgy előadásaira 1959. januárjában *Nándori Gyula*, a Vasipari Kutató Intézet tudományos munkatársa nyert megbízást másodállású adjunktusi minőségben.

A kutató munka és a laboratóriumi gyakorlatok további kiterjesztése érdekében a Tanszék jövő terveiben első helyet foglal el a már meglévő laboratóriumok továbbfejlesztése, illetve üzembehelyezése, s a hiányzó acélgyártás laboratórium felállítása. Az őszi félévben, *Farkas Ottó* előadásában, sor kerül az eddig elő nem adott, de már szükségessé vált *Ferroötvözetek gyártása* c. tárgy oktatására is. A Tanszéket érintő egyéb távlati tervek, valamint a jelenleg ott folyó s egyre lendületesebb munka a Tanszék további fejlődésének biztos alapjai.

Az 1872-ben alapított, — jelenleg Vaskohászattani Tanszék 87 éves történetében voltak eredményekben gazdag és kevésbé eredményes időszakok, mert egy Tanszék fejlettsége és sikerei a Tanszék vezetését betöltő tanár felkészültsége és rátermettsége mellett gazdasági és szervezési viszonyoktól is függnek. Nagy elismeréssel kell adóznunk azoknak a tanároknak, akik a Tanszék felállításának és fejlesztésének úttörő, nehéz munkáját végezték, de azoknak is, akik nehezebb időkben, kedvezőtlen körülmények között nagy odaadással állították képességeiket a Tanszék szolgálatába.

Remélhetőleg ez a tanulmány hozzájárul a nagy elődök méltó emlékének megőrzéséhez, s az utódokat további odaadó és elmélyült munkára buzdítja.

FORRÁSMUNKÁK

[1] *Dr. Proszt János:* A selmeci Bányászati Akadémia, mint a kémiai tudományos kutatás bölcsője hazánkban. Sopron, 1938.

[2] *Dr. Mihalovits János:* Az első bányatisztképző iskola alapítása Magyarországon. Sopron, 1938.

[3] *Dr. Mihalovits János:* A selmeci Bányászati Akadémia alapítása és fejlődése 1846-ig. Sopron, 1938.

[4] *Pauer József:* A selmecbányai magy. kir. Bányászati és Erdészeti Akadémia története. Selmecbánya, 1896.

[5] *Faller Gusztáv:* Gedenkbuch zur hundertjärigen Gründung der königl. ungarischen Berg- und Forst-Akademie in Schemnitz. Schemnitz, 1871.

[6] *Faller Jenő:* Százkilencven éves bányászati és kohászati felsőoktatásunk. Kohászati Lapok, 1954. 11. sz.

[7] A magy. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola története és mai szervezete. Emlékirat, 1934.

[8] *Farbaky István:* A selmeczbányai magy. kir. Bányászakadémia szervezési javaslata. Cikksorozat. Bányászati és Kohászati Lapok, 1871. 8., 10., 12., 13., 14., 22. és 23. számai.

[9] A selmeczbányai magy. kir. Bányászati és Erdészeti Akadémiáról. (Cikksorozat szerző megnevezése nélkül). Bányászati és Kohászati Lapok, 1876.

[10] Hirdetmény. Bányászati és Kohászati Lapok 1872. 17. sz.

[11] *Kerpely Antal:* Magyarország vaskövei és vasterményei. Budapest, 1877.

[12] *Kerpely Antal:* A vaskohászat gyakorlati és elméleti kézikönyve I. kötet. Selmeczbánya 1873., II. kötet Selmeczbánya 1874.

[13] Krassai lovag Kerpely Antal önéletrajza. Bányászati és Kohászati Lapok, 1916. 18, illetve 19. sz.

[14] *Claus A. és társai:* Vaskohászati enciklopédia VI. kötet, Nyersvasgyártás. Budapest, 1955.

[15] *Andreics János:* Bányászati Akadémiánk reorganizációjáról. Bányászati és Kohászati Lapok, 1903. 7. sz.

[16] *Dr. Barlai Béla:* A vaskohászat kézikönyve I. Selmeczbánya, 1909.

[17] *Dr. Barlai Béla:* A magy. kir. Bányászati és Erdészeti Főiskola Vaskohászati Kísérleti laboratóriuma. Selmeczbánya, 1913.

[18] *Széki János:* Dr. Barlai Béla. Bányászati és Kohászati Lapok, 1922. 1. sz.

[19] *Vajk Péter:* Cotel Ernő. Kohászati Lapok, 1954. 12. sz.

[20] A magy. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Évkönyvei.

[21] A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Évkönyvei.

[22] A Bányászati és Kohászati Lapok „Akadémiai Ügyek", „Hirek a Főiskoláról", „Főiskolai Ügyek" és „Szakoktatás" c. rovatai.

Acél gáztalanítása vákuumban[1]

Dr. VERŐ JÓZSEF

DK : 669,18 : 621,52

Удаление газа из стали под вакуюмом.

Entgasung von Stahl im Vakuum.

Vacuum degassing of steel.

Szerkezeti acéljainknak azok a hibái, amelyek feldolgozás közben nehézségeket, használat közben meghibásodást, törést, esetleg súlyos szerencsétlenséget okoznak, mind többé-kevésbé szoros összefüggésben vannak az acél gáztartalmával. Több évtizedes fáradságos és költséges vizsgálatok eredményeiből ma már megbízhatóan tudjuk, hogy az acél minősége annál jobb, minél kisebb mennyiségre sikerül szorítani, még az öntés és a kristályosodás előtt, a folyékony acél hidrogén, nitrogén és oxigén tartalmát [1], [8], [10], [14]. A gázok okozta hibák mindig annál súlyosabbak, minél nagyobb méretű öntött vagy alakított acéldarabról van szó. Ezért ma, amikor egyre nagyobb befogadóképességű kemencéket helyezünk üzembe, egyre nagyobb méretű tuskókat öntünk, hogy azokból nagyméretű géprészeket alakítsunk ki, egyre inkább szükséges és sürgető feladat a folyékony acél gáztartalmának csökkentése és a gázok okozta hibák kiküszöbölése. Olyan módszerek szükségesek, amelyekkel nagy mennyiségű, sok tonnányi acélt gáztalaníthatunk a kívánt mértékben.

Nyilván ez az oka annak, hogy az utóbbi néhány évben világszerte sokat foglalkoznak azokkal a lehetőségekkel, amelyek a hagyományos módszerekkel gyártott acélnál kisebb gáztartalmú, különleges célokra pedig gázoktól lényegében mentes vasötvözetek olvasztását, készítését lehetővé tennék. Számos kísérleti, félüzemi, de a termelésben résztvevő üzemi berendezés készült el; ezeknek a berendezéseknek, valamint a bennük készült acél minőségének leírását számos közleményben megtaláljuk. A most kialakuló és még ezután kialakítandó berendezésekben végbemenő gáztalanodás folyamatainak elvi vizsgálata még nem történt meg, csak elvétve akad egy-egy utalás [14], amely váratlannak látszó jelenségeket és eredményeket a gázos fémolvadékban ható sztatikai erőknek vagy esetleg kinetikai okoknak tulajdonít. Kétségtelen azonban, hogy a gáztalanító berendezések és módszerek kifejlesztésekor az elvi összefüggések ismerete felesleges próbálgatásoktól menthet meg bennünket.

[1] Elhangzott a Nehézipari Műszaki Egyetem 10 éves fennállásának ünnepén tartott tudományos ülésszak alkalmával, a Kohómérnöki karon, az OMBKE közreműködésével tartott előadáson.

Az előadás anyaga lényeges részében megegyezik a szerzőnek Moszkvában, a Baikov Intézetnek 1958. júliusában tartott vákuum-metallurgiai konferenciáján elhangzott előadásával, de figyelembe veszi az azóta megjelent fontosabb közleményeket is.

A Kohászati Munkaközösség 7. számú közleménye.

A következőkben a gázoknak olvadt fémekben való viselkedését szabályozó ismert törvényekből kiindulva a vákuumberendezésekben várható jelenségeket először elméleti alapon világítom meg, aztán összehasonlítom az elvi következtetéseket a kísérleti és üzemi eredményekkel. Végső eredményképpen arra mutathatok rá, milyen irányban kell keresnünk a leghatásosabb, leggyorsabb és egyben legolcsóbb gáztalanító módszert.

A fejtegetéseimben felhasznált adatok mindig ötvözetlen acélra vonatkoznak. Az elvi összefüggések és a belőlük vont következtetések természetesen más fémekre és ötvözetekre is érvényesek.

A gázok oldódásának törvényei

A hagyományos módszerekkel készült acélban mindig megtalálható gázok közül a hidrogén és a nitrogén a *Sieverts*-törvénynek megfelelő módon okkludálódó kétatomos gáz. Olvadt vasban, lágy acélban a cm³/kg-ban kifejezett mennyiségük

$$\log [H] = -\frac{1610}{T} + 3{,}368 + 0{,}5 \cdot \log p_{H_2} \quad (1)$$

$$\log [N] = -\frac{1611}{T} + 3{,}183 + 0{,}5 \cdot \log p_{N_2} \quad (2)$$

ahol p_{H_2}, p_{N_2} a kérdéses gáz parciális nyomása az olvadékkal érintkező gáztérben. Ha p_{H_2}, p_{N_2} egy at, akkor a képletek jobboldalán a harmadik tag 0-vá lesz ; [H]-nek és [N]-nek ezt az egy at nyomáson oldódó mennyiségét szoktuk az okklúziós görbében feltüntetni. Ezt az értéket a következőkben általában C-vel, meghatározott gázra vonatkozóan pedig C_H-nak, C_N-nek jelöljük.

A színvas az oxigént is okkludálja, olvadt FeO alatt a színvas oldott oxigén tartalma súlyszázalékban a

$$\log [O] = -\frac{6320}{T} + 2{,}734 \quad 3)$$

képlet szerint változik a hőmérséklettel. CaO-t vagy SiO_2-t is tartalmazó salakréteggel borított vas kevesebb oxigént old. Karbont is tartalmazó vasötvözet oxigén tartalmát azonban nem az oldódás törvénye, hanem a

$$C + O \rightleftharpoons CO$$

reakció egyensúlya határozza meg, amelyet [7] nyomán a

$$\log \frac{[C] \cdot [O]}{p_{CO}} = -\frac{2890}{T} - 1{,}078 \quad (4)$$

kifejezéssel jellemezhetünk ; ebbe a képletbe [C]-t és [O]-t súlyszázalékban, p_{CO}-t pedig at-ban kell helyettesítenünk. A felírt összefüggés csak ötvözetlen acélra érvényes, amely számottevő mennyiségű mangánt, szilíciumot, alumíniumot vagy más dezoxidáló elemet nem tartalmaz. Ha a p_{CO} nyomás egy at-nál több, akkor az olvadék felszínén CO-buborékok jelennek meg, az olvadék fő.

A felírt összefüggések értelmében az acélgyártás szokásos hőmérsékletén, 1600—1650 C°-on oldódó hidrogén, nitrogén és oxigén mennyiségét az *1. táblázatban* foglaltam össze ; az oldódó mennyiségeket háromféleképpen is közlöm, az átszámítás adataival együtt. A táblázat első részében az egy at p_{H_2}, p_{N_2} és p_{CO} nyomáshoz tartozó értékeket találjuk, a második részben a szokásos módon gyártott ötvözetlen lágy acél gáztartalmát, a harmadik részben pedig azokat a mennyiségeket, ameddig azokat szerkezeti acélban csökkentenünk kívánatos volna. A nitrogénből és oxigénből a hidrogénhez képest sokat tűrhetünk meg az acélban, ami a térfogatszázalékos mennyiségek összehasonlításából tűnik ki, ennek az az oka, hogy a nitrogént és oxigént ötvözőelemekkel is ártalmatlanabbá tehetjük, bár kétségtelen, hogy az eltávolításuk jobb megoldás volna.

A gáztalanodás mechanizmusa

A három gáz oldódásának mértéke az (1), (2), (4) képletek értelmében a p_{H_2}, p_{N_2}, illetve a p_{CO} nyomástól is függ ; ezeknek a parciális nyomásoknak 0 értéket adva, tehát teljes (abszolút) vákuumban mind a három gázból 0 mennyiség maradna oldva, az olvadék teljesen gáztalanodnék. A nyomásnak ezt a hatását értékesítjük a vákuumban végzett gáztalanítás módszereinek használatakor.

Az (1), (2), (4) képletek mind egyensúlyi gáztartalmat határoznak meg ; ha számíthatnánk arra, hogy az olvadék és a gáztér között nyomásegyensúly létrejön, akkor a *2. táblázatban* feltüntetett végső gáztartalom adódnék az első rovatban megnevezett vákuumban. A gáztér nyomásán mindig p_{H_2}, p_{N_2}, illetve p_{CO} nyomást kell értenünk, vagyis a feltüntetett értékek szigorúan véve akkor érvényesek, ha a vákuumtérben levő olvadékból csak hidrogén vagy csak nitrogén, vagy csak CO szabadul fel. Ha az olvadék két vagy háromféle gázt is tartalmaz és gáz valamenynyiből szabadul fel, akkor a gáztér nyomása a $p_{H_2} + p_{N_2} + p_{CO}$ résznyomások összege, az oldva

1. táblázat

Vasban, lágy acélban 1600 C°-on oldódó gázok mennyisége, lágy acél szokásos, valamint megtűrhető gáztartalma

Oldódó gáz	1600 C°-on oldódik belőle			Szokásos mennyiség			Megtűrhető mennyiség		
	súly%	cm³/kg	térf. %	súly%	cm³/kg	térf. %	súly%	cm³/kg	térf. %
H	$28 \cdot 10^{-4}$	320	250	$3 \sim 9 \cdot 10^{-4}$	40 ~ 100	30 ~ 80	$< 1 \cdot 10^{-4}$	< 10	< 8
N	$260 \cdot 10^{-4}$	210	165	$10 \sim 300 \cdot 10^{-4}$	8 ~ 200	5 ~ 150	$< 50 \cdot 10^{-4}$	< 40	< 30
O	$240 \cdot 10^{-4}$	170	130	$300 \sim 380 \cdot 10^{-4}$	220 ~ 270	170 ~ 200	$< 50 \cdot 10^{-4}$	< 35	< 30

2. táblázat

Az egyensúlyi gáztartalom összefüggése a vákuum nagyságával

A gáztér nyomása		1600 C°-os vas (ötvözetlen acél) egyensúlyi								
		[H]-tartalma			[N]-tartalma			[O]-tartalma*		
at	torr	súly %	cm³/kg	térf. %	súly %	cm³/kg	térf. %	súly %	cm³/kg	térf. %
1	760	$28 \cdot 10^{-4}$	320	250	$260 \cdot 10^{-4}$	210	165	$240 \cdot 10^{-4}$	168	130
0,1	76	$9 \cdot 10^{-4}$	103	78	$83 \cdot 10^{-4}$	67	52	$24 \cdot 10^{-4}$	17	13
1,10	7,6	$2{,}8 \cdot 10^{-4}$	32	25	$26 \cdot 10^{-4}$	21	16,5	$2{,}4 \cdot 10^{-4}$	1,7	1,3
10	0,76	$9 \cdot 10^{-5}$	10,3	8	$8{,}3 \cdot 10^{-4}$	6,7	5,2	$2{,}4 \cdot 10^{-6}$	0,17	0,13
10	$7{,}6 \cdot 10^{-2}$	$2{,}8 \cdot 10^{-5}$	3,2	2,5	$2{,}6 \cdot 10^{-4}$	2,1	1,7	$2{,}4 \cdot 10^{-6}$	0,02	0,01
10	$7{,}6 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10C^{6}$	1,0	0,8	$0{,}83 \cdot 10^{-4}$	0,7	0,5	$2{,}4 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
10	$7{,}6 \cdot 10^{-4}$	$2{,}8 \cdot 10^{-6}$	0,3	0,25	$2{,}6 \cdot 10^{-5}$	0,2	0,2	$2{,}4 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
10	$7{,}6 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-7}$	0,1	0,08	$0{,}83 \cdot 10^{-5}$	0,07	0,05	$2{,}4 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$

* Ha a C-tartalom 0,1%.

maradó hidrogén, nitrogén és oxigén pedig csak egy része lesz a táblázatban feltüntetett értéknek. A táblázatból arra következtethetünk, hogy 10^{-3} at $\simeq$ 1 torr nagyságú vákuumban már kielégítő gáztalanodáshoz juthatnánk.

A gáztalanodás folyamatának időszükséglete dönti el, hogy ezt a kívánatos jó eredményt a valóságban elérhetjük-e vagy sem. Tudjuk, hogy az egyensúly sokszor csak nagyon hosszú idő alatt jön létre. Ezért az olvadék gáztalanodásának mechanizmusát is vizsgálat alá kell vennünk, elsősorban időszükséglet szempontjából. Oldott gázok felszabadulása és eltávozása vákuumban tartott fémolvadékból kétféleképpen mehet végbe : buborékok képződésével és felemelkedésével, valamint a felszín felé irányuló diffúzióval.

A buborékok képződésének időszükségletét számítanunk nem lehet, elvi nehézségek miatt. Az eleinte bizonyára nagyon apró, mondhatjuk csíraméretű buborékokban a felületi feszültség olyan nagy nyomást fejtene ki, hogy újból meg kellene semmisülniük ; a buborékok képződésében ezért szekundér okoknak, örvénylő mozgás keltette depressziónak és a kemence vagy tégely falának, az olvadékban lebegő szilárd részeknek közreműködését szokás feltételezni. A buborékok képződésének időszükséglete a felemelkedés időszükségletével nagyságrendben megegyezőnek tekinthető.

A buborékok emelkedésének sebessége *Stokes* képletéből pontosan kiszámítható, ha abba a folyékony vasra érvényes adatokat behelyettesítjük. Az olvadt vas fajsúlya 7 g/cm³, a gázbuboréké 0 g/cm³, tehát $\Delta s = 7$ g/cm³, viszkozitása $\eta = 0{,}025$ g/cm, sec; $g = 981$ cm/sec²; ezekkel az 1 mm átmérőjű, tehát $r = 0{,}05$ cm méretű buborék emelkedésének sebessége

$$v = \frac{2\,g}{9\,\eta} \cdot \Delta s \cdot r^2 =$$

$$= \frac{2 \cdot 981}{9 \cdot 0{,}025} \cdot 7 \cdot 0{,}05^2 = 152 \text{ cm/sec}$$

Már apró buborék is nagyon gyorsan emelkedik, nagyobbak még gyorsabban szállnak fel, hogy az olvadék felszínét áttörve, a gáztérbe átlépjenek. A buborékok képződésével járó gáztalanodás tehát gyors, kevés időt igénylő folyamat és az volna a kívánatos, hogy az olvadékból eltávolítandó gáznak minél nagyobb részét ilyen módon szabadítsuk fel.

A diffúziós gáztalanodás sebességét legfeljebb nagyságrendi pontossággal számítjuk ki, a hidrogén és nitrogén diffúziós tényezőjét ugyanis csak a vas olvadáspontjánál kisebb hőmérsékleten ismerjük [4], [11], annak olvadt vasra érvényes értékét legfeljebb becsülhetjük. A kristályos vasban felfigyelt diffúziójuk alapján az olvadáspont hőmérsékletén, de még szilárd állapotban a hidrogén diffúziós tényezője 10^{-3} cm²/sec-nak, a nitrogéné pedig 10^{-4} cm²/sec-nak extrapolálható ; olvadt állapotban a diffúziós tényező nagyobb, de valószínűen legfeljebb egy nagyságrenddel. A gáztalanítás hőmérsékletén ezért a hidrogén diffúziós tényezője $D_H = a \cdot 10^{-3}$ cm²/sec-nak, a nitrogéné pedig $D_N = b \cdot 10^{-4}$ cm²/sec-nak vehető, ahol a és b egynél nagyobb, de 10-nél valószínűen kisebb számok.

A diffúziós gáztalanodás ütemét olyan $F = 1$ cm² keresztmetszetű függőleges olvadékoszlopon kell vizsgálnunk, amelynek h magassága az olvadék teljes mélységével egyenlő. Ez a h mélység a néhány kg befogadó képességű laboratóriumi kemencékben 5—20 cm, félüzemi és üzemi vákuumkemencékben ennél is több. Kerekszámú méretként legyen $h = 10$ cm. Az olvadékoszlop térfogata ekkor 10 cm³, súlya $s = 7$ g/cm³-rel számítva 70 g, összes hidrogén tartalma pedig a szokásos 50 cm³/kg-mal számítva $70 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 3{,}5$ cm³. Nitrogén tartalmát az 1. táblázat nyomán ugyanekkorának vehetjük.

Fick első törvénye értelmében az olvadékoszlopban felfelé diffundáló gáz dG mennyisége di idő alatt

$$dG = -D \cdot \frac{dc}{dh} \cdot F \cdot di \qquad (5)$$

ahol dc/dh a diffúzió irányában fennálló koncentráció grádiens, a negatív előjel azt jelenti, hogy a diffúzió irányában a koncentráció csökken. A koncentráció grádiens nagyságát illetően előreláthatóan mindig feltételezésre leszünk utalva, mert alig képzelhető, hogy olvadékból különböző h mélységben úgy vehetünk próbát, hogy a gáztartalom változását meghatározhassuk. Azt tehetjük, hogy a gáztalanodás első gyors szakaszának, a buborékok képződésének végén fennálló, lehető legnagyobb koncentráció grádiensből indulunk ki. Így a diffúziós gáztalanodás sebességének valami legnagyobb, időszükségletének pedig legkisebb értékét számíthatjuk ki. A valóságban ezeknél bizonyára kedvezőtlenebb érték érvényes.

A buborékok képződésének részleteit később tárgyalom ; most csak a 2. ábrára hivatkozom. Eszerint a buborékok képződésének végén, teljes vákuumban az olvadék felszínén a hidrogén tartalom 0, 4 cm mélységben pedig az eredeti 50 cm³/kg. A koncentrációt a Fick-féle képletbe dimenziótlan értékként kell behelyettesítenünk, hogy dG-t cm³-ben kaphassuk. Egy kg olvadt vas 143 cm³ térfogatú, ha tehát a cm³/kg-ban kifejezett hidrogén vagy nitrogén tartalmat 143-mal elosztjuk, akkor ezeknek a gázoknak mennyiségét cm³/cm³-ben, dimenziótlan értékként kapjuk.

A már említett adatokkal a legkedvezőbb koncentráció grádiens ezek szerint

$$\frac{dc}{dh} = \frac{0 - 50}{4 \cdot 143} = -0{,}087 \text{ cm}^{-1}$$

Az $F = 1$ cm² keresztmetszetű oszlopban felfelé diffundáló hidrogén mennyisége 1 sec alatt

$$\frac{d[\text{H}]}{di} = -(a \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}) \cdot 1 \text{ cm}^2 \cdot (-0{,}087 \text{ cm}^{-1}) = 8{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot a \text{ cm}^3/\text{sec},$$

a nitrogéné pedig

$$\frac{d[\text{N}]}{di} = -(b \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}) \cdot 1 \text{ cm}^2 \cdot (-0{,}087 \text{ cm}^{-1}) = 8{,}7 \cdot b \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{sec}$$

A $h = 10$ cm magas olvadékoszlop kezdeti 3,5 cm³-nyi hidrogén tartalma ezek szerint

$$i_{\text{H}} = \frac{3{,}5}{8{,}7 \cdot a \cdot 10^{-5}} = \frac{0{,}4}{a} \cdot 10^5 \text{ sec} = \frac{11}{a} \text{ óra}$$

nitrogén tartalma pedig

$$i_{\text{N}} = \frac{3{,}5}{8{,}7 \cdot b \cdot 10^{-6}} = \frac{4}{b} \cdot 10^5 \text{ sec} = \frac{110}{b} \text{ óra}$$

alatt diffundálhatna a felszínre, hogy ott a gáztérbe átlépjen. a-nak és b-nek valószínű értékét figyelembe véve, a szokásos gáztartalmú vasolvadék hidrogéntelenedése néhány óráig, nitrogéntelenedése pedig néhányszor tíz óráig tartana. Ha az olvadék a felvett $h = 10$ cm-nél mélyebb, akkor a gáztalanodás még hosszabb időt kíván.

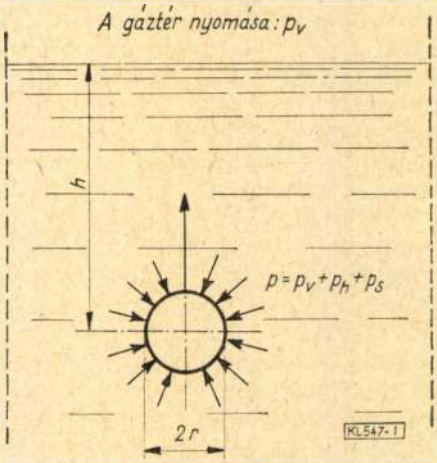
A diffúziós gáztalanodás időszükséglete a valóságban a kiszámított értéknél mindenképpen nagyobb, nemcsak azért, mert a koncentráció grádienst a valószínű legnagyobb értékkel vettük számításba. A gáztalanodás előrehaladtával ugyanis a kezdeti koncentráció grádiens feltétlenül csökken, evvel pedig a gáztalanodás meglassul, sőt a gáztalanodás vége felé a koncentráció grádiens mennyisége 0-hoz közeledik.

A diffúziós gáztalanodás sebességének további vizsgálata nélkül is megállapítható, hogy ez a mechanizmus hosszú időt kíván, olyan hosszút, amennyit a gáztalanításra nem áldozhatunk, ha a drága üzemű vákuumkemencéinket gazdaságosan kívánjuk üzemben tartani. További lényeges következtetés, hogy a szóba jövő rövidebb idő, néhány perc, legfeljebb fél óra alatt a gáztalanodás csak akkor lehet kielégítő, ha olyan körülményeket teremtünk, hogy az eltávolítandó gáz mennyiség lényegében buborékként szabadulhasson fel. Ezért részletesebb vizsgálat alá kell vennünk a buborékok képződésének feltételeit és körülményeit.

A buborékok képződésének körülményei

Vas- vagy bármilyen más fémolvadékban lebegő vagy mozgó gázbuborékot az olvadékkal érintkező gáztérnek kell tekintenünk, amelyben a gázra kiszámítható nyomás hat. A buborékot alkotó gáz és az olvadék között feltehetően fennáll a nyomásegyensúly, hiszen a buborék a térfogatához képest nagy felületen érintkezik az olvadékkal. A buborékba zárt gázra ható nyomás ennélfogva annak megfelelő hányadát újra vissza kényszerítheti az olvadékba, elég nagy nyomás pedig a buborék teljes feloldódását is okozhatja.

Az olvadékban a felszíntől h cm mélységben ható nyomás három részből adódik össze *(1. ábra)*:



1. ábra. Fémolvadékban lebegő gázbuborékra ható nyomás kiszámításához

az olvadék feletti gáztérnek p_v nyomásából, a p_h hidrosztatikai nyomásból és a felületi feszültségből eredő p_s nyomásból. A figyelembe veendő teljes p nyomás tehát

$$p = p_v + p_h + p_s \qquad (6)$$

A gáztér p_v nyomása vákuumban végzett gáztalanításkor 1 kg/cm²-nél vagy 760 torr-nál kisebb. A p_h hidrosztatikai nyomás a cm-ben mért h mélységnek és a g/cm³-ben számított s fajsúlynak szorzata ; az olvadt vasnak $s = 7$ g/cm³ értékével

$$p_h = h \cdot s = 7 \cdot h \text{ g/cm}^2 = 7 \cdot 10^{-3} \cdot h \text{ kg/cm}^2 \qquad (7)$$

A felületi feszültségből eredő nyomás

$$p_s = \frac{2\sigma}{r} \qquad (8)$$

ahol σ az olvadék felületi feszültsége, r pedig a buborék sugara. Az olvadt vas felületi feszültségét $\sigma = 1500$ din/cm-nek mérték, így tehát

$$p_s = \frac{2 \cdot 1500}{r} \text{ din/cm}^2 = \frac{2 \cdot 1500}{981 \cdot 10^3 \cdot r} \text{ kg/cm}^2 \qquad (8/a)$$

A felületi feszültség okozta nyomás úgy növeli meg a buborék belső nyomását, mintha az h_s cm-rel mélyebben lebegne az olvadékban ; ezt a h_s többlet mélységet az olvadt vasnak $s = 7$ g/cm^3 fajsúlyával

$$h_s = \frac{p_s}{s} = \frac{2 \cdot 1500}{981 \cdot 10^3 \cdot r \cdot 7 \cdot 10^{-3}} = \frac{0{,}436}{r} \text{ cm-} \qquad (9)$$

nek számítható ki. Egy mm átmérőjű, tehát $r = 0{,}05$ cm sugarú buborékra nézve

$$h_s = \frac{0{,}436}{0{,}05} = 8{,}7 \text{ cm}$$

az ilyen buborékban akkora a belső nyomás, mintha a valóságos helyzeténél 8,7 cm-rel mélyebben lebegne az olvadékban.

A h cm mélységben úszó buborékban a gáztartalmának oldódását és felszabadulását szabályozó teljes nyomás

$$p = p_v + p_h + p_s = p_v + 7 \cdot 10^{-3} (h + h_s) \qquad (10)$$

A Sieverts-féle törvény értelmében a p nyomású gáztérrel érintkező olvadék $C \cdot \sqrt{p}$ mennyiségű kétatomos gázt — hidrogént, nitrogént — okkludál, ha C-vel ugyanezeknek a gázoknak egy at nyomáson oldódó mennyiségét jelöljük, az olvadék teljes G oldott gáztartalmából az oldódó, illetve oldva maradó mennyiséget levonva, megkapjuk azt a B mennyiséget, amely buborékként felszabadulhat :

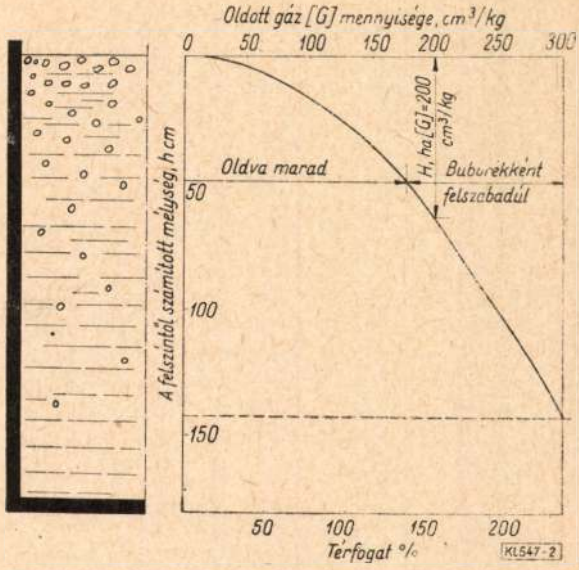
$$B = G - C \cdot \sqrt{p} =$$

$$= G - C \cdot \sqrt{p_v + 7 \cdot 10^{-3} (h + h_s)} \qquad (11)$$

Az egyenlet jobboldala az első pillantásra is elárulja, hogy még $p_v = 0$ nyomáson, tehát teljes vákuumban sem szabadulhat fel az oldott gáz teljes mennyisége buborék alakjában. Az is könnyen megállapítható, hogy a gyökjel alatti összegnek már akkor is $\sim 10^{-2}$ at értéke van, ha $p_v = 0$ és $h + h_s = 1$ cm, ez pedig azt jelenti, hogy p_v-t, a vákuumtér nyomását úgyszólván hiába csökkentjük 10^{-3} at ~ 1 torr-nál kisebb értékre, a buborékok képződésének mértéke még a legfelső 1 cm-nyi olvadékrétegben is alig-alig nő ; gyors gáztalanodásra a hidrosztatikai nyomás és a felületi feszültség hatása alatt álló olvadékban még jó vákuum létesítésekor sem számíthatunk. Az olvadék mélyebb részében a vákuum nagyságának hatása még jobban elenyészik.

Csupán a hidrosztatikai nyomásnak a buborékként felszabaduló okkludált gáz mennyiségére gyakorolt hatását, tehát a

$$B = G - C \cdot \sqrt{7 \cdot 10^{-3} \cdot h}$$



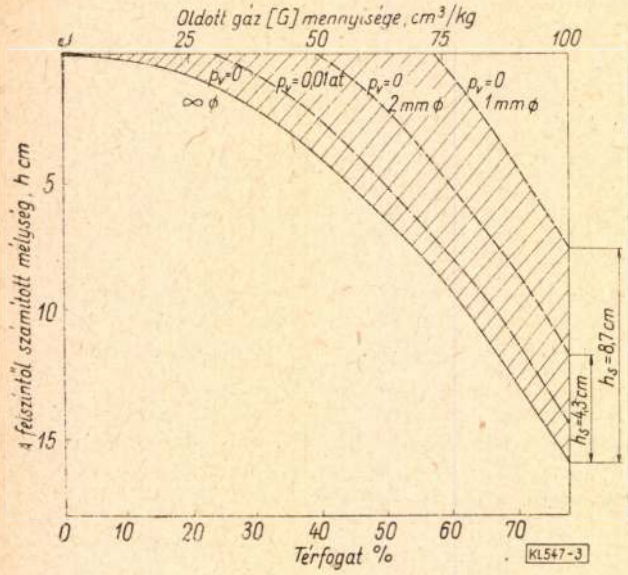
2. ábra. A hidrosztatikai nyomás hatása a vasolvadékban oldva maradó okkludált kétatomos gázok mennyiségére

összefüggést a *2. ábra* tünteti fel. Az olvadék kezdeti G gáztartalmát az abszcisszán 300 cm^3/kg-ig ábrázoltam. A parabola a G gáztartalmat minden h mélységben két részre osztja : a baloldali rész az oldva maradó, a jobboldali a felszabaduló mennyiséget jelenti, úgy amint $h = 50$ cm mélységre vonatkozóan fel is tüntettem. Az is leolvasható, hogy minden kezdeti G gáztartalomhoz tartozik egy h mélység, amelyben a buborékként felszabaduló gáz mennyisége 0 lesz. Ebben a mélységben, amelyet a

$$B = 0 = G - C \cdot \sqrt{7 \cdot 10^{-3} \cdot h}$$

összefüggésből ki is számíthatunk, a buborékok képződése véget ér (pl. a $G = 200$ cm^3/kg kezdeti gáztartalomhoz tartozó mélység $H = 64$ cm az ábrában).

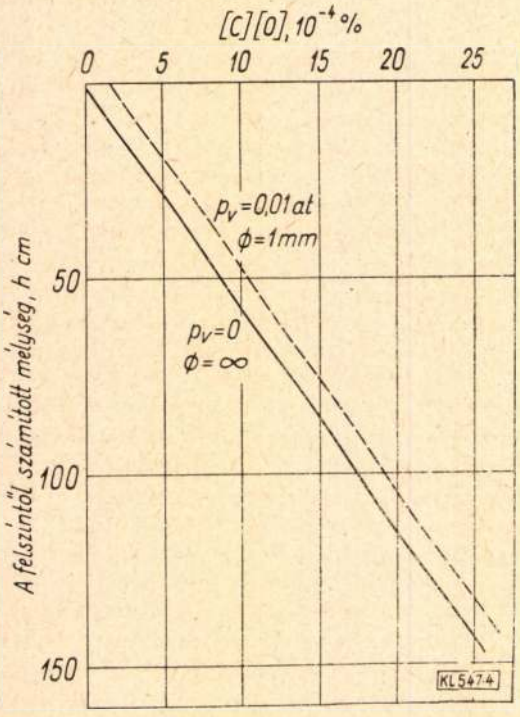
A *2. ábra* görbéje $p_v = 0$ és $p_s = 0$ értékekre, tehát teljes vákuumra és végtelen nagy buborékokra érvényes. A *3. ábrában* ugyanezt a görbét $G = 100$ cm^3/kg-ig nagyobb léptékben összehasonlításul mégegyszer megrajzoltam. Ebben az ábrában ezenkívül feltüntettem a $p_v = 0{,}01$ at $= 7{,}6$ torr vákuumtér nyomáshoz, valamint az 1 és 2 mm átmérőjű buborékokban a felületi feszültségből eredő nyomáshoz tartozó görbéket is. A p_v és p_s nyomásrészek növekedése, tehát a vákuum romlása és a buborékok méretének csökkenése a buborékként felszabaduló okkludált gáz mennyiségét és a buborékok képződésének mélységét egyaránt csökkenti. A lényeges, amit a *3. ábrából* leolvashatunk, hogy a felületi feszültség következtében az olvadék felszínén is csak akkor képződhetik 1 mm-es buborék, ha az olvadék G gáztartalma legalább 75 cm^3/kg, 2 mm-es buborék pedig akkor, ha G legalább 50 cm^3/kg volt. Az utóbbi érték megegyezik az acél szokásos átlagos hidrogén tartalmával, 75 cm^3/kg-nyi hidrogén pedig az átlagosnál gázosabb acélban található. A két okkludálható gáznak, a hidrogénnek és nitrogénnek



3. ábra. A gáztér nyomásának és a felületi feszültségnek figyelembe vétele a buborékként felszabaduló okkludált kétatomos gázok mennyiségének kiszámításakor

együttes mennyisége rendszerint az említett két érték közé esik.

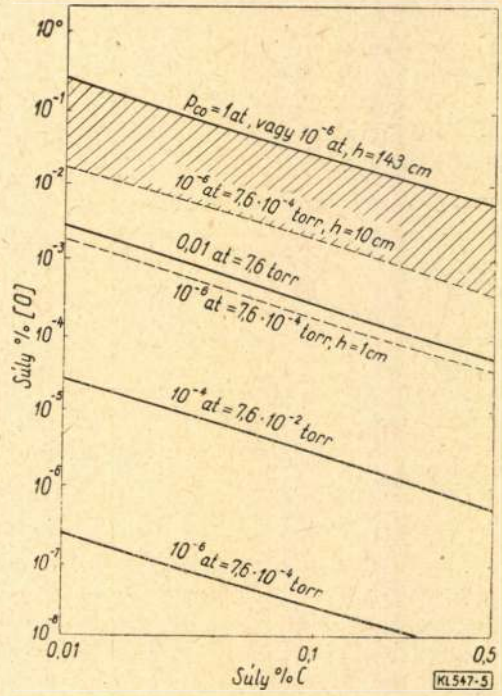
Ebből az következik, hogy a szokásos gáztartalmú vasötvözetek olvadékának csupán legfelső vékony, 1—2 cm mély rétegében lehetséges buborékok képződése és gyors gáztalanodás, feltéve, hogy a fejlődő buborékok 1 mm-nél nagyobb átmérőjűek. Az olvadékban fejlődő buborékok nagyságát illetően adatokat nem találtam; feltételezhetjük, hogy az átmérőjük 1 mm és végtelen közt változhatik; ekkor a buborékok képződésének és felemelkedésének végén az olvadék felső rétegében az okkludált gázok mennyiségét



4. ábra. A hidrosztatikai nyomás hatása a CO buborékok képződésére és az oldatban maradó oxigén mennyiségére

valami vonal ábrázolja, amely a sraffozott területben halad. Csak okkludált gázokat tartalmazó vasolvadékban ezek a gázok legfeljebb 5—8 cm mélységig alkothatnak buborékokat, az ilyen alakban felszabaduló és gyorsan eltávozó gáz mennyisége az eredeti gáztartalomnak legfeljebb 20—25 százaléka lehet, ha pedig az olvadék 10 cm-nél mélyebb, akkor még ennél is kevesebb.

A CO buborékok képződését a [C]·[O] szorzat és a buborékokban fennálló p_{CO} nyomás szabályozza. Minthogy a CO fejlődés lehetősége magával a p_{CO} nyomással és nem annak négyzetgyökével arányos, a CO fejlődés mértéke a mélység felé, főként pedig a felszín közelében kevésbé csökken, mint az okkludált gázok buborékjainak térfogata. A p_v és p_s nyomás is kevésbé erősen hat, amint az a *4. ábráról* kitűnik. Ennek következtében O-nel telített, karbon tartalmú vasolvadéknak legalább a felső néhány cm-nyi rétegében jelentős mértékű CO-buborék képződésre számíthatunk.



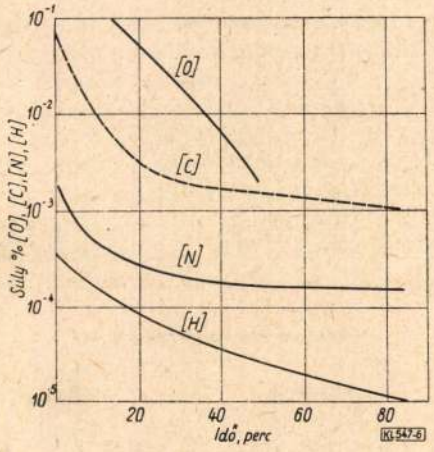
5. ábra. Az egyensúlyi C—O vonalak helyzete a gáztér nyomásának, a hidrosztatikai nyomásnak és a felületi feszültségnek figyelembevételével

A vákuumtér nyomásának, p_v-nek célszerű értékét illetően fontos következtetés vonható az *5. ábrából*, amelyben az egyensúlyi helyzetet az acélgyártás hőmérsékletén jellemző $[C]\cdot[O] = p_{CO}\cdot 24\cdot 10^{-4}$ összefüggést logaritmusos koordináta rendszerben tüntettem fel 10^{-6} — 1 at nyomásra vonatkozóan, négy teljesen kihúzott vonallal. Ezek a vonalak a megfelelő nyomású vákuumban levő olvadék felszínére érvényesek. 1 cm-nyire a felszín alatt a vákuumtér nyomásához még $7\cdot 10^{-3}$ at hidrosztatikai nyomás is járul; ez a nyomás a fel nem szabaduló, tehát oldatban maradó oxigén mennyiségét több nagyságrenddel megnöveli, amint azt a $p_v = 10^{-6}$, at, $h = 1$ cm

feliratú vonal helyzete elárulja. Más szóval, már 1 cm-nyire a felszín alatt 10^{-6} at vákuumban a CO buborékok képződése csak olyan mértékű, mint megközelítően 10^{-2} at nyomású vákuumban, az olvadék felszínén, vagyis négy nagyságrenddel növelve a vákuumot, csak a felszíni 1 cm vastag rétegben lesz jobb a gáztalanodás.

1 mm átmérőjű buborékokban a felületi feszültség akkora nyomást kelt, mint a 8,7 cm mély vasolvadék hidrosztatikai nyomása ; 1 cm mélyen a felszín alatt az 1 mm-es buborékban tehát akkora a nyomás, mint a felszíntől megközelítően 10 cm mélységben. Az erre vonatkozó $p_v = 10^{-6}$ at, $h = 10$ cm vonal azt mutatja, hogy nagyon jó vákuumban már közvetlenül a felszín alatt csak olyan mértékű gáztalanodás várható, mint a felszínen megközelítően 0,1 at = 76 torr vákuumban. Jó vákuum létesítése tehát a CO fejlődést is csupán az olvadék felső, sekély rétegében javítja meg, 1 cm-t meghaladó mélységben majdnem mindegy, 0,1 at vagy 10^{-6} at vákuumot létesítünk-e.

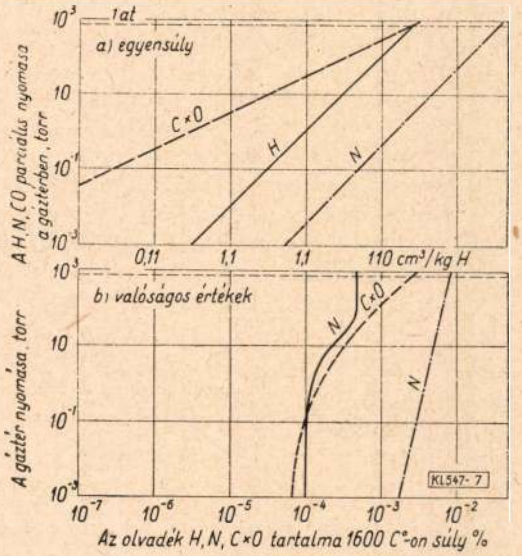
Mindebből az következik, hogy vákuumban tartott olvadékból az okkludált gázok, a hidrogén és a nitrogén is, meg a CO-ként felszabaduló oxigén is a hidrosztatikai nyomás és a felületi feszültség következtében az olvadéknak csupán vékony felszíni rétegéből, az olvadék tömegének kis részéből szabadul fel buborékok alakjában ; az így felszabaduló és gyorsan eltávozó gáz mennyisége az olvadék kezdeti gáztartalmának csupán töredék része, úgyhogy a gáztalanítás nagyobb részét a hosszú időt kívánó diffúziós mechanizmussal kell lebonyolítani, akkor is, ha a vákuum nagyon jó, 10^{-3} — 10^{-4} torr nagyságú. Ezt a következtetést a következő kísérleti eredmények teljesen igazolják.



6. ábra. Kistömegű vasolvadék gáztalanodásának időbeli lefolyása 10^{-3} torr vákuumban [6]

A *6. ábrában* 10^{-4} torr vákuumban olvadt állapotban tartott néhány kg-nyi lágy acél hidrogén, nitrogén és oxigén tartalmának időbeli változását tüntettem fel [6] nyomán. A hidrogén tartalom 90 perc alatt csökkent a kezdeti $4 \cdot 10^{-4}$ százalék = 45 cm³/kg-ról 10^{-5} % = 1,1 cm³/kg-ra ; az egyensúlyi érték 10^{-6} % = 0,1 cm³/kg volna, ennek eléréséhez több órára lett volna szükség. A nitrogén tartalom csökkenése még lassúbb, különösen az első 20 perc elteltével ; a nitrogén tartalom egyensúlyi értéke három nagyságrenddel kevesebb volna, mint amennyi 90 percnyi vákuumkezelés után még maradt. Az oxigén tartalom eleinte gyorsan csökken, még pedig a karbon-tartalommal párhuzamosan ; az első óra elteltével, amikor az olvadék oxigén tartalma már csekély, a tégely falát kezdi redukálni és újból vesz fel oxigént. Végeredményben az olvadék legkisebb oxigén tartalma is néhány nagyságrenddel több, mint amennyi egyensúlyi állapotban lehetne.

Kis tömegű és ennélfogva nem nagy mélységű vasolvadék jó vákuumban nyugodtan állva csak lassan gáztalanodik, úgyhogy másfél órai vákuumkezelés után is a hidrogénből egy, a nitrogénből három, az oxigénből pedig három-négy nagyságrenddel többet tartalmaz, mint amennyi az egyensúlyi érték.

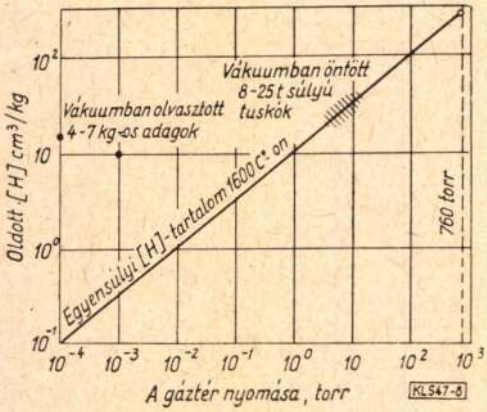


7. ábra. Vasolvadék egyensúlyi gáztartalma, valamint vákuumban olvasztott vas végső gáztartalma [14]

A *7. ábra* ezt az eredményt sok vákuumolvasztás alapján, a három gázra vonatkozóan összesíti [14]. Az ábra felső részében az olvadék hidrogén és nitrogén tartalmát, valamint a [C]·[O] szorzat nagyságát egyensúlyi állapotban, a gáztérben ható p_{H_2}, p_{N_2}, illetve p_{CO} nyomás függvényeképpen tünteti fel, az alsó rész pedig az ordinátán feltüntetett vákuumban legalább egy óra hosszat tartott vasolvadék végső gáztartalmát. A hidrogén tartalom és a [C]·[O] szorzat nagysága körülbelül 1 torr nyomásig csökken, ennél jobb vákuumban számottevő változás már nincsen. A nitrogén tartalom a vákuum javulásával állandóan csökken ugyan, de sokkal kisebb mértékben, mint amennyire azt az egyensúly az ábra felső része értelmében megkívánná.

A vákuumban végzett olvasztás és az olvadéknak vákuumban elég hosszú ideig való tartása végeredményben rosszul gáztalanít és az 1 torrnál jobb vákuum, amelynek megvalósítása és fenntartása költséges felszerelést kíván, már nem javít az eredményen észrevehető módon. Ennek

oka az elméleti fejtegetések alapján, a gyors gáztalanodást okozó buborék képződésnek az olvadék felszíni rétegére korlátozott volta és a diffúziós gáztalanodás lassúsága. Gyakorlati következtetésként pedig azt kell megállapítanunk, hogy eredményes gyors gáztalanítás céljából a buborékok képződését kell minél nagyobb mértékben lehetővé tennünk, az olvadékot tehát a folyamatot gátló hidrosztatikai nyomástól kell mentesítenünk. Ez vagy úgy valósítható meg, hogy a gáztalanítandó olvadékot sekély, legfeljebb 1 cm mély rétegben szétterítjük, vagy úgy, hogy az olvadékot a vákuumban legalább rövid ideig szabadon esni engedjük, más szóval vákuumban öntjük. Az első megoldás körülményes, nagyobb mennyiségű acéllal nem is valósítható meg. Vákuumban való öntéskor a sugár az esés ideje alatt a hidrosztatikai nyomástól teljesen mentesül, a felületi feszültségtől azonban nem ; a hidrosztatikai nyomás már 10 cm mély, kicsiny súlyú acéltömegben is nagyobb, mint a felületi feszültség okozta nyomás. Emiatt a sugárban képződő buborékok térfogata megnő, evvel pedig a felületi feszültség hatása is kisebb lesz, úgyhogy a buborékok még nőnek, sőt fel is robbannak. A szétpukkanó buborékok az olvadék sugarát legyezőszerűen, mintegy 45—60 fokos szögben szétterítik. Jellemző, hogy az öntősugárnak ez a szétterülése vákuumban olvasztott és ugyanolyan vákuumban öntött adagokon is bekövetkezik.



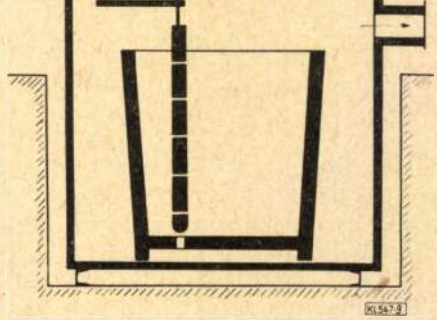
8. ábra. Vákuumban olvasztott, valamint légköri nyomáson olvasztott, de vákuumban öntött acél hidrogén tartalma a gáztér nyomásának függvényében [13]

Az öntősugár viselkedéséből arra következtethetünk, hogy a vákuumban öntött vas, acél visszamaradó gáztartalma az egyensúly kívánta értékű lesz. Ez a *8. ábrából* ki is tűnik [13] ; a ferde vonal folyékony lágy acél egyensúlyi hidrogén tartalmát ábrázolja az olvasztás szokásos hőmérsékletén a gáztér nyomásának függvényeképpen. Az ábra baloldalán két fekete pont 10^{-3} — 10^{-4} torr vákuumban mintegy 1 óra hosszat tartott néhány kg-os vasolvadék végső hidrogén tartalmát ábrázolja, mely az egyensúlyi értéket két nagyságrenddel meghaladó nagyságú. A vonalkázott ellipszis alakú terület 10 torr körüli vákuumban öntött 8—25 t-s acéltuskók hidrogén tartalmát jelenti. Ezeknek anyagát légköri nyomáson, üzemi kemencékben olvasztották, a vákuum csak a sugárra hatott, a mintegy 1 m-nyi szabad esés ideje alatt. A vonalkázott terület az egyensúlyi hidrogén tartalmat feltüntető vonalra esik, annak jeléül, hogy a szabad esés rövid ideje alatt a nyomásegyensúly létrejött. Érdemes összehasonlítani, hogy a jó vákuumban óra hosszat tartott olvadék végső hidrogén tartalma megközelítően ugyanakkora, mint a négy-öt nagyságrenddel rosszabb vákuumban, sugárban egy-két másodpercig gáztalanított tuskóé.

Az eredményes gáztalanítás céljából tehát nem annyira a jó, 10^{-3} — 10^{-4} torr-nyi vákuum a lényeges, hanem az, hogy az olvadékot legalább rövid időre mentesítsük a buborékok képződését gátló hidrosztatikai nyomástól. Szerkezeti acél 10 torr körüli vákuumban is kellőképpen gáztalanodik annyira, amennyire a gázok okozta hibák kiküszöbölése érdekében kívánatos. Jobb vákuum akkor lehet szükséges, amikor a gázok mennyiségét az 1. táblázatban említett határ alá kell szorítanunk, például hőálló ötvözetek, valamint különleges mágneses tulajdonságú ötvözetek olvasztásakor ; ezeket a jó vákuumban nemcsak olvasztanunk, hanem öntenünk is kell.

A gáztalanító vákuumberendezések és néhány jellemző eredmény

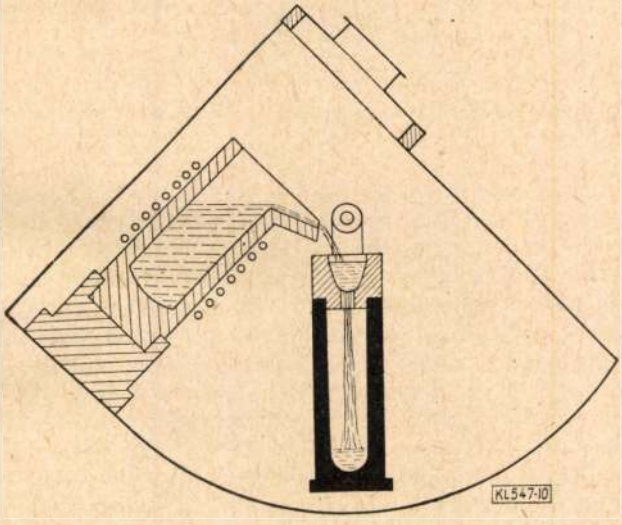
Egyszerűen megvalósíthatónak látszik az a megoldás, hogy valami szokásos kemencében olvasztott acélt üstbe csapolva, az üsttel együtt vákuumkamrába állítjuk, negyed—fél óráig vákuumban tartjuk, aztán a kamrából kiemelve, elvégezzük az öntést *(9. ábra)*. Ily megoldást 20—25 t befogadó képességű üsttel valósítottak meg [10]. Több gyenge oldala van. A vákuumkamrának a kezelendő acél tömegéhez képest nagynak kell lennie, hiszen az üstöt a szerelvényeivel együtt kell befogadnia. A vákuumszivattyúnak is aránylag nagy teljesítményűnek kell lennie, egyrészt a kamra nagy térfogata miatt, főként azonban azért, hogy az üst beállítása után az evakuálás ne tartson sokáig, különben a hűlés korlátozta idő alatt a vákuum nem hathat elég hosszú ideig. Legnagyobb hátránya, hogy a gáztalanítandó olvadék nagyon mély rétegben a vákuumban csak áll ; ennek következtében csak erősen gázos olvadék gáztalanodhatik számottevő mértékben. Evvel a



9. ábra. Üstbe csapolt acél gáztalanítására használt vákuumkamra vázlata [10]

módszerrel ezért lényegében csak konverter acélt kezelnek [10a].

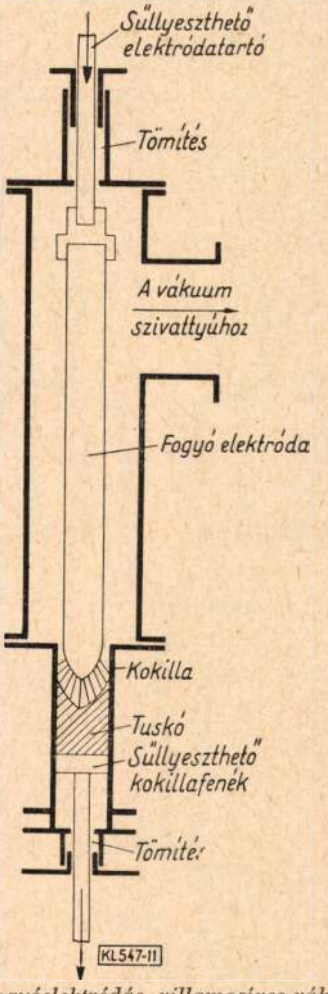
Másik megoldás az, hogy az olvasztó kemencét szereljük vákuumkamrába. A kemence mindig nagyfrekvenciás. A vákuumkamra szükséges mérete és a vákuumszivattyúk teljesítménye az ilyen berendezés befogadó képességét mintegy 1,5, legfeljebb 2 t-ban korlátozza. Nagyobb tömegű olvadék gáztalanítására tehát nem jöhet szóba. A kemencében az olvadék állandó mozgásban van, állandóan újabb, még gázos anyag kerül a felszínre és a vákuummal érintkezésbe. Emiatt a nagyfrekvenciás vákuumkemencében a gáztalanodás nagyobb mértékű, mint az üstben, kielégítőnek azonban nem mondható. A végső gáztartalom az elvi fejtegetések során már említett értékeket éri el (vö. a 6. és 7. ábrát). Jobb gáztalanítás céljából az olvadék mozgását, örvénylését elektromágnesesen erősíteni is szokták. Olyan nagyfrekvenciás vákuumkemence, amelyben csak olvasztanunk lehet, ma már alig van, valamennyit vákuumban való öntésre is alkalmassá teszik *(10. ábra)*. Az ilyen berendezések befogadó képessége



10. ábra. Öntésre is alkalmas nagyfrekvenciás vákuumkemence

szintén legfeljebb 1,5—2 t, legtöbbjük ennél is lényegesen kisebb. Bennük a vákuum 10^{-3} — 10^{-4} torr-nyi. Olvasztás közben az adag ilyen kemencében oxigént, hidrogént, nitrogént egyáltalán nem vehet fel (legfeljebb a tégely falából), tehát csak az adag alkotórészeinek gáztartalmát kell eltávolítanunk. Öntéskor a nyomásegyensúly pontosan beállítható, a végső gáztartalom ennek megfelelően nagyon kicsiny. Külön előnye, hogy olyan metallurgiai műveleteket is végrehajthatunk benne, amelyek légköri nyomáson dolgozó kemencében nem valósíthatók meg (például vas dezoxidálása hidrogénnel). A berendezés maga és az üzeme is elég drága, ezért olyan különleges, főként híradástechnikai és hőálló anyagok olvasztására és öntésére használják, amelyekből kis mennyiség készül és amelyeknek gázoktól lehetőleg teljesen mentesnek kell lenniük.

Ugyanebbe a csoportba tartozó berendezés a fogyóelektródás kemence *(11. ábra)*. Az evakuált kemencetér függőleges cső, ebbe felülről nyúlik be a megolvasztandó és gáztalanítandó anyag, rúdalakú elektródaként. Az elektródát vákuumtömítésen át felfelé kivezetett rúd tartja, amelyet a kemence tetején elhelyezett mechanizmus lefelé süllyeszt. A kemencetér lefelé kokillában folyta-

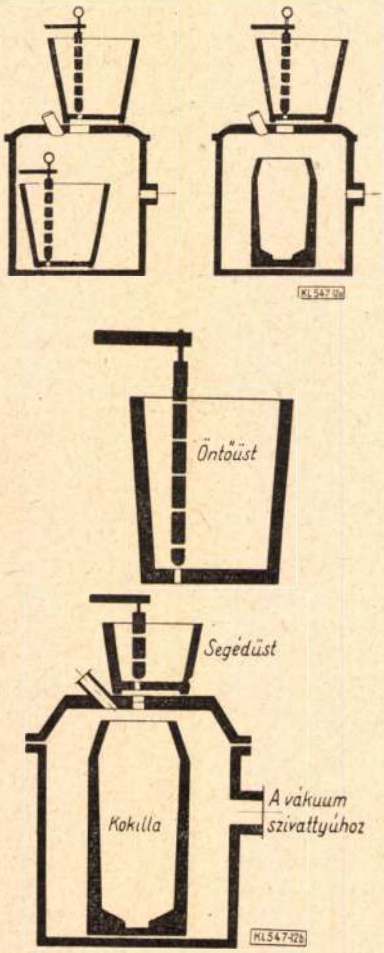


11. ábra. A fogyóelektródás villamosíves vákuumkemence vázlata [10]

tódik, amelyet hasonló módon lehet süllyeszteni, mint a felső elektródát. Az elektróda vagy légköri nyomáson olvasztott és öntött, vagy porból sajtolt. Az elektróda és a kokillában levő anyag között húzott ív az elektróda anyagát cseppenkint olvasztja meg, a csepp azután rövid utat tesz meg vákuumban, a gáztalanodás a csepp esése közben megy végbe, érthető okokból egészen a nyomásegyensúly létrejöttéig. A vákuum 10^{-3} torrnál jobb, ennek megfelelően a végső gáztartalom nagyon csekély. A legnagyobb ilyen rendszerű berendezésekben 2—2,5 t-s tuskó készíthető. A kemence üzeme nagyon drága, az olvasztás hosszú ideig tart. Főleg olyan fémek és ötvözetek feldolgozására használatos, amelyek nagyon reakcióképesek, oxigénnel, nitrogénnel vagy hidrogénnel olvadt állapotban érintkezésbe nem hozhatók és ezenkívül értékesek is. Ilyen anyagok például a titán, a cirkon, a tantál, a molibdén.

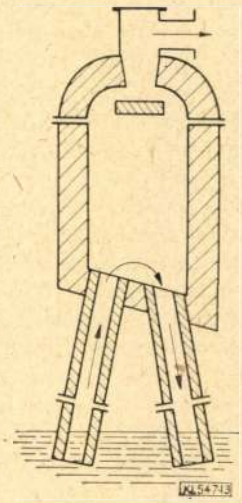
Nagy tömegű olvadéknak, elsősorban acélfajtáknak gyors és olcsó gáztalanítására mintegy 1955. óta az a módszer terjedt el a legjobban, amellyel az acélt Siemens—Martin- vagy elektrokemencében olvasztják és aztán vákuumban öntik. A gáztalanodás a sugárnak a vákuumkamrában való esése alatt megy végbe. Ezt a módszert a Szovjetunióban [10], Csehszlovákiában [2], [3], Németországban [14], az Egyesült Államokban [9] kevés kísérletezés után nagyüzemi méretekben fejlesztették ki és három-négy év óta a termelésben rendszeresen használják. A kísérleti berendezések egy-két t-sak, a legnagyobb üzemi berendezés 250 t acél kezelésére készült.

A berendezésnek több változatát írták le. Valamennyinek közös része a lemezből hegesztett, leemelhető fedelű vákuumkamra *(12a* és *12b ábra)*. A gáztalanítandó acéllal megtöltött üstöt



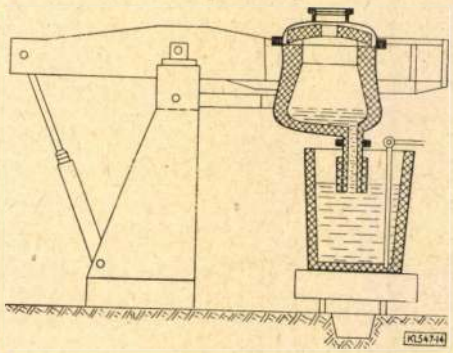
12. ábra. Légköri nyomáson olvasztott acélnak vákuumban való öntésére használt berendezések vázlata [13], [9]

vagy közvetlenül a kamrára állítják vagy pedig, ha nagyobb adag öntéséről van szó, a kamrára egy 8—15 t befogadó képességű segédüstöt (csikóüstöt) állítanak, hogy a nagy üst súlya a kamrát össze ne roppantsa. A kamra fedelén, az üst öntőnyílása alatt, alumíniumlemezzel elzárható nyílás van ; a kamra öntés előtt, előre evakuálható, az öntés kezdetén az acélsugár az alumíniumlemezt átszakítja. Az üst alsó pereme és a kamra fedele légzáróan, hőálló tömítőanyagból (például neopren-ből) készült gyűrű közbeiktatásával csatlakozik egymáshoz. Ugyanilyen tömítés van a kamra hengeres része és fedele között is. A vákuumkamrába vagy a kokillát állítjuk, ekkor egy kamrában csak egy tuskó önthető. Beállítható a kamrába egy második üst, hogy abból, gáztalanítás után második öntéssel több tuskót önthessünk. Ennek az utóbbi módszernek használhatóságát a kétszeri öntéssel járó nagy hőveszteség nyilván erősen korlátozza. A kamrában a vákuum 1—10 torr értékű.



13. ábra. Folyamatosan gáztalanító, szivornyás berendezés [12]

Legújabban bonyolultabb gáztalanító berendezéseket is leírtak ; ilyen a *13. ábrában* bemutatott szifon-rendszerű gáztalanító kamra. Az üstbe csapolt acélba egy evakuálható kamrából lefelé nyúló két csövet süllyesztenek. A vákuum hatására az acél a csövekben felemelkedik. Az egyik csőbe valamilyen közömbös gázt bocsátanak egy szűkebb nyíláson, hogy ennek a gáznak a buborékjai a csőben levő acéloszlop súlyát csökkentsék. A mesterségesen előidézett fajsúlykülönbség következtében az acél a baloldali csövön felemelkedik a kamrába, a jobboldali csövön pedig visszafolyik az üstbe. A gáztalanodás az acélnak a kamrán való átáramlása közben megy végbe. Ilyen berendezésben a gáztalanítandó acél a hidrosztatikai nyomástól nem teljesen mentesül, gáztalanodás bizonyára kevésbé tökéletes, mint az öntősugáré. Az adag kezelése, gáztalanítása és öntése jóval hosszabb ideig tart, mint a *12. ábra* szerinti berende-



14. ábra. Acél gáztalanítására javasolt vákuum-lopó [5]

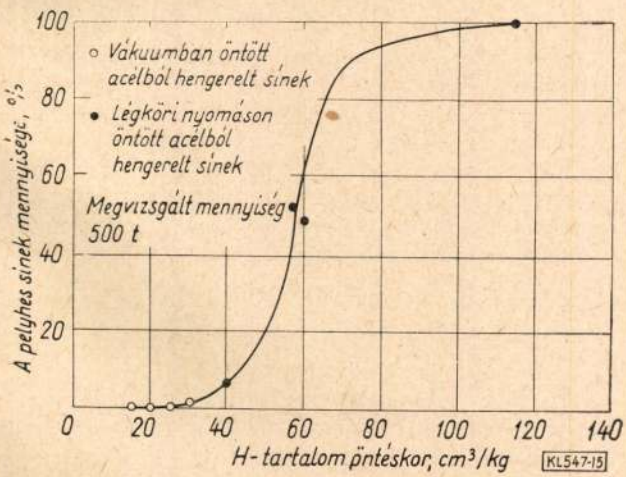
3. táblázat

Vákuumos gáztalanító módszerek hatásossága

Gáztalanítás módja	A vákuumtér nyomása torr	Az elérhető végső gáztartalom			A gáztalanodás mértéke az eredeti gáztartalom %-ában		
		[H], cm³/kg	[N] súly%	[O] súly%	H	N	O
Üstben állva	10—100	20—40	0,005—0,025	<0,01	10—30	0—20	30—50
Vákuumban olvasztott	10^{-2}—10^{-4}	10—20	<0,01	<0,01	50—70	40—60	>90
Vákuumban olvasztott és öntött	10^{-2}—10^{-4}	<1	<0,005	<0,005	>90	>80	>80
Fogyó elektródás kemencében átolvasztott	10^{-3}—10^{-4}	<1	<0,002	<0,002	>90	>80	>90
Légköri nyomáson olvasztott vákuumban öntött	0,1—10	10—20	<0,005	<0,005	50—75	10—30	60—80

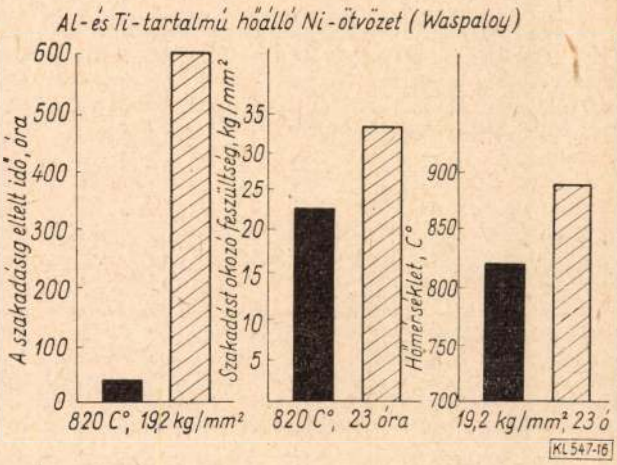
zésben. A nagyobb hőveszteségre való tekintettel fel is merült annak szükségessége, hogy az acélt gáztalanítás közben még fűtsék. Nem valószínű, hogy ez és a hozzá hasonló egyéb gáztalanító berendezések, köztük a *14. ábra* szerinti vákuumlopó is, elterjednek, mert bonyolultabbak, drágábbak és körülményesebbek mint a vákuumban végzett öntés.

A gáztalanító berendezésekben elérhető eredményről, a végső gáztartalomról és a gáztalanodás mértékéről a *3. táblázat* ad összefoglaló áttekintést, általában üzemi adatok alapján. Az adatok sajnálatos módon nem egyforma minőségű és állapotú acélfajtákra vonatkoznak, ezért az összehasonlításuk csak némi fenntartással lehetséges. Az üstben végbemenő gáztalanodás példájaként felhasznált acél ötvözetlen és nem dezoxidált Bessemer-acél, a többi gyengén ötvözött Siemens—Martin- vagy elektro-acél, amelyeket dezoxidálás után öntöttek vákuumban. A dezoxidálószerek a CO fejlődés lehetőségét és evvel az egész gáztalanodást jelentősen megváltoztatják. A táblázat adatai arra elegendők, hogy a vákuumöntésnek, illetve a sugárban végzett gáztalanításnak, mint kétségtelenül legolcsóbb és legegyszerűbb módszernek szerkezeti acél kezelésére való alkalmasságát bizonyítsák.



15. ábra. Vasúti sínek pelyhességének mértéke a felhasznált folyékony acél hidrogén tartalmának függvényében [14]

A gáztartalom csökkenésénél természetesen többet mondana az acél tulajdonságainak javulását jellemző adatok felsorolása. Az idevágó nagytömegű adatból a *15.* és *16. ábra* nyomán a pely-



16. ábra. Légköri nyomáson (fekete oszlopok) és korszerű vákuum kemencében (vonalkázott oszlopok) olvasztott hőálló nikkelötvözet terhelhetőségének és élettartamának összehasonlítása [1]

hesség gyakoriságának csökkenését, valamint egy erősen ötvözött hőálló acélfajta terhelhetőségének és élettartamának növekedését említem meg. A *15. ábrában* különböző hidrogén tartalmú acélból hengerelt 500 t vasúti sín pelyhességének a még folyékony állapotban meghatározott hidrogén tartalommal való összefüggését mutatom be. A 100 cm³/kg-nál nagyobb hidrogén tartalmú acélból készült sínek mind pelyhesek voltak, a 60 cm³/kg hidrogén tartalmúaknak kereken a fele, a 40 cm³/kg hidrogén tartalmúaknak pedig 6—7%-a volt pelyhes. Az ugyanúgy olvasztott, de a *12. ábra* szerinti berendezésben, vákuumban öntött tuskókból hengerelt, 15—30 cm³/kg hidrogén tartalmú sínek között pelyhes alig akadt.

A *16. ábra* szerint a vákuumban öntött hőálló ötvözet vagy hosszabb idő múltán szakad, vagy nagyobb terheléssel, vagy nagyobb hőmérsékleten használható, mint a légköri nyomáson olvasztott, egyébként hasonló összetételű ötvözet. A különb-

ség főleg az oxigén tartalom csökkenésének következménye.

Szerkezeti anyagaink, köztük az acélfajták gáztalanításával három-négy év alatt, a kohászat fejlődésének történetében szokatlanul rövid idő alatt nagyon figyelemre méltó eredmények születtek és a módszer a termelő üzemekben is gyorsan meghonosodott. A vákuumban gáztalanított acél mennyisége évenként már százezer tonnányi. A gáztalanítás módszereinek gyors terjedése és az az általános érdeklődés, amely világszerte feléje irányul, arra mutat, hogy a vákuumkezelés kényesebb célra szánt acélok kikészítésének rövidesen olyan általánosan használt művelete lesz, mint például a dezoxidálás. És ha a legutóbbi pár év eredményeinek irányában egy pillantást vetünk a jövőbe, felcsillan a remény, hogy rövidesen csak rossz emlék lesz szerkezeti anyagainknak néhány súlyos betegsége, mint például a pelyhesség, a nem fémes zárványok és egyéb szennyező anyagok helyi dúsulása.

Horváth Aurél főmérnök, Dunai-Vasmű

Verő professzor előadásában a Fick-féle I. törvény alapján, tehát állandó koncentrációgradiens feltételezésével, a 10 cm magasságú, 1 cm² keresztmetszetű vasolvadék 3,5 cm³-nyi H_2-tartalmának vákuumban való teljes eltávolítására

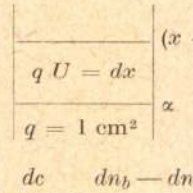
$$i_H = \frac{11}{a} \text{ óra}$$

időtartamot számított, ahol az a tényező a $D = a \cdot 10^{-3}$ cm² sec^{-1} nagyságrendű diffúziós tényező koefficiense, feltéve, hogy $1 < a < 10$.

A diffúziós gáztalanítás időszükséglete azonban, amint az előadás is utalt rá, a valóságban ennél nagyságrendekkel nagyobb, mert a Fick-féle I. törvény alapjául szolgáló idealizált viszonyoktól eltérőleg a koncentrációgradiens nem állandó, hanem még ugyanazon szelvényben is időről időre változik.

Hozzászólásom célja annak megközelítő kiszámítása, hogy a diffúziós gáztalanítás időtartama milyen nagyságrendűnek adódik, ha a koncentrációnak az időtől való függését, tehát a koncentrációgradiens változását is figyelembe vesszük.

Ha a számítást $q = 1$ m² keresztmetszetű és a diffúzió irányában fekvő x és $(x + dx)$ helyzetű szelvényekkel határolt, tehát dx nagyságú térfogatelemre vonatkoztatjuk, akkor az időegységre eső koncentrációváltozást a térfogatelembe bediffundált (dn_b), illetőleg onnan diffúzió útján eltávozott mólok (dn_k) különbségének és a térfogatnak viszonybaállításával a *Fick-féle* I. törvény alapján a következő alakban kapjuk:



$$\frac{dc}{di} = \frac{dn_b - dn_k}{dx} = \frac{1}{dx}\left[-D\left(\frac{dc}{dx}\right)_x + D\left(\frac{dc}{dx}\right)_{(x+dx)}\right] \quad (1)$$

Az $(x + dx)$ helyzetű szelvényben fennálló koncentrációgradiens az x szelvényben fennálló koncentrációgradiensnek, valamint a dx távolságon a gradiensben bekövetkezett változásnak algebrai összegével egyenlő, azaz

$$\left(\frac{dc}{dx}\right)_{(x+dx)} = \left[\frac{dc}{dx} + \frac{d\left(\frac{dc}{dx}\right)}{dx}dx\right] - \frac{dc}{dx}\left[\frac{dc}{dx} + \frac{d^2c}{dx^2}dx\right] \quad (2)$$

Ezzel a helyettesítéssel a koncentrációnak az idővel való változását kifejező ismert Fick-féle II. törvényt a következő alakban kapjuk:

$$\frac{dc}{di} = \frac{1}{dx}\left[-D\left(\frac{dc}{dx}\right) + D\left(\frac{dc}{dx}\right) + \left(D\frac{d^2c}{dx^2}\right)dx\right] = D\frac{d^2c}{dx^2} \quad (3)$$

Ha ezt a másodrendű differenciálegyenletet olyan feltételek mellett oldjuk meg, hogy amíg $i = 0$, addig $x = 0$ és $c = c_o$, ahol c_o a diffúzió kezdetén az $x = 0$ szelvényben fennálló kezdeti koncentrációt jelöli, akkor a következő eredményhez jutunk:

$$\frac{c}{c_o} = \frac{e^{-\frac{x^2}{4Di}}}{\sqrt{\pi Di}}W(x) \quad (4)$$

A (4) egyenlet az ismert Gauss-féle valószínűségi görbék egyenlete. Mivel egyrészt annak valószínűsége, hogy adott részecske az $x = 0$ helyzetű szelvényből az x és $(x + dx)$ helyzetű szelvények közti térbe juthat, a koncentrációval arányos, másrészt a részecskék mozgásával lejátszódó diffúzió jelensége a közepes szabad úthosszal függ össze, a (4) egyenletet x^2-tel szorozva és 0 és ∞ határok közt integrálva az összes részecskék szabad úthossza középértékének négyzetét, $(\overline{\Delta x})^2$-t kapjuk, azaz:

$$(\overline{\Delta x})^2 = \int_0^\infty x^2 W(x)\,dx = \int_0^\infty x^2 (\pi Di)^{-\frac{1}{2}} \cdot e^{-\frac{x^2}{4Di}}dx \quad (5)$$

Az integrálás végrehajtása után:

$$(\overline{\Delta x})^2 = 2\,Di \quad (6)$$

ahonnan a keresett időtartam:

$$i = \frac{(\overline{\Delta x})^2}{2\,D} \quad (7)$$

Egyetlen részecske közepes szabad úthossza $(\overline{\Delta x_1})$ az az ismert

$$\overline{\Delta x_1} = \frac{1}{\pi\sqrt{2}\cdot n \cdot d^2} \quad (8)$$

képlet szerint, ahol n az egy cm³-ben foglalt részecskék száma, d egyetlen molekula átmérője, azaz $d = 2{,}3 \cdot 10^{-8}$ cm, a következő értéknek adódik:

$$\overline{\Delta x_1} = \frac{1 \cdot 2{,}2412 \cdot 10^4}{\sqrt{2} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot (2{,}3)^2 \cdot (10^{-8})^2 \cdot 3{,}14} = 1{,}58 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

Egyetlen részecske közepes szabad úthosszának négyzete tehát:

$$(\overline{\Delta x_1})^2 = (1{,}58 \cdot 10^{-5})^2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$$

Az előadásban közölt számítás során megadott vas-

mennyiségben 3,5 m³-nyi H_2-gáz van oldva. Ez megfelel

$$N_1 = \frac{3{,}5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}{2{,}2412 \cdot 10^4} = 9{,}55 \cdot 10^{19}$$ számú H_2-molekulának.

Ily módon tehát:

$$(\overline{\Delta x})^2 = (\overline{\Delta x_1})^2 \cdot N_1 = 2{,}5.10^{-10} \cdot 9{,}55 \cdot 10^{19} = 2{,}4 \cdot 10^{10} \text{ cm}^2$$

A diffúzióhoz szükséges időtartam tehát:

$$i = \frac{(\overline{\Delta x})^2}{2\,D} = \frac{2{,}40 \cdot 10^{10}}{2 \cdot a \cdot 10^{-3}} = \frac{12}{a}\,10^6 \text{ sec} = \frac{3{,}33}{a}\,10^3 \text{ óra}$$

A diffúzió gáztalanításhoz szükséges időtartam tehát valóban nagyságrendekkel nagyobb a Fick I. törvényből számítottnál.

Ez az első pillanatra meglepően hosszú időtartam érthetővé válik, ha meggondoljuk, hogy a koncentrációgrádiens és ezzel a diffúzió hajtóereje a diffúzió előrehaladtával rohamosan csökken és ezzel a folyamatot elnyújtja, sőt az előbb-utóbb beálló egyensúly következtében elvileg végtelenül hosszú idejűvé teszi.

Fentiekben nem számoltunk az atomok vagy molekulák közti erőhatásokkal. Márpedig ezek igen nagy mértékben okai annak, hogy a diffúzióban a részecskék mozgása nem rendezetlen, mint a hőokozta mozgásban, hanem olyan irányított mozgás, amelyben a ΔG csökkenését jelentő irányok a valószínűbbek.

A részecskék közti kölcsönös erőhatások következtében nemcsak a diffúzió időtartama, de a diffúziós tényező is a koncentráció függvénye, amit azonban a Fick-féle II. törvény sem vesz figyelembe és így a belőle kiszámított időtartam-érték valószínűleg eltér a valóságtól.

Sziklavári János főmérnök LKM

Amint az előadásból is kitűnt: a vákuumban való gyártással, vagy vákuumban való kezeléssel, előállított acélban kevesebb gáz és záródmány van ami a különféle acélok más és más — a felhasználáskor legjobban kihasználható — tulajdonságaira kedvező hatással van. A diósgyőri gyártási programban állandóan találunk néhány olyan acélfajtát, amelyre a vákuumozás kiemelkedő jó eredményt hozhat. A nálunk gyártott szerkezeti acélok közül pl. nehézséget okoznak a krómmal és nikkellel ötvözött, különleges igénybevételnek alávetett gépalkatrészek acéljai, amelyektől nagy szilárdság mellett, nagy szívósságot követelünk. Az ilyen acélokat a bennük levő gázok gyakran rideggé, vagy pelyhessé teszik. Vákuumkezeléssel azonban a gáztartalom annyira csökkenthető, hogy már kárt nem okoznak. A nagyméretű (egészen 50 tonna súlyig terjedő) kovácstuskókat is kívánatos vákuumozott acélból gyártani. Egyrészt a jobb kovácsolhatóság érdekében, másrészt az ezekből készült nagyméretű gépalkatrészek kedvezőbb mechanikai értékének biztosítására.

Diósgyőrben nagy mennyiségű savállóacél gyártása is szerepel a programban. A vákuumban kezelt savállóacélokról tudjuk, hogy kristályközi korrózióra kevésbé hajlamosak, sőt vákuumban gyártva stabilizátorok nélkül is kitűnő minőségű saválló acélt kapunk. A hőálló-ötvözetek vákuumozása tartósságnövekedéssel jár. Az ilyenfajta acélok is nagy mennyiségben találhatók programunkban.

A vákuumozott acélok záródmány szegénységét golyóscsapágy, tengely, kazánlemez, hajólemez, valamint az abroncs gyártmányainkhoz kell hasznosítani.

Megemlítem még a síneket, amelyek vákuumozott acélból pehelymentesek és szívósabbak, ezért nagyobb karbontartalommal gyárthatók, ez viszont kopásállóságukat megnöveli.

Transzformátoracélt ugyan Diósgyőrben nem gyártunk, mégis meg kell említenem a vákuum szerepét annak gyártásában is. A vákuumozott transzformátoracél 10—20%-kal kisebb wattveszteségű, ami villamosenergia megtakarításban igen nagy jelentésű. Tudomásom szerint a borsodnádasdiak foglalkoznak is gyártmányaik vákuumozásának megoldásával.

A csillapítatlan acélok vákuumozása hozhat még újat és nagy gazdasági megtakarítást. A szovjet kohászok kísérletei szerint ugyanis vákuummal csillapítatlan acélból is homogén szerkezetű és kitűnő kihozatalú tuskókat lehet gyártani.

Az acél vákuumban való gyártására, illetve a kemencéből kicsapolt acél vákuumozásra szolgáló különféle berendezések között ma még nem sok olyan szerkezet akad, amely ipari méretekben vákuumozásra kiforrott megoldás. Kisebb mértékben vonatkozik ez még az elvi kivitelre is, de sokkal inkább a vákuumot előállító berendezésre. Ez utóbbi érthető is, hiszen a kényes üzemi vákuumszivattyúknak szennyezett, forró gázokat nagy mennyiségben kell elszívniok, amit manapság még igen komplikált és drága szerkezetekkel oldanak meg.

Az indukciós- és elektromos ív-vákuumkemencék egyelőre csak kis mennyiségű acél gyártására alkalmasak és túlságosan bonyolult berendezések ahhoz, hogy őket nagyüzemi termelőegységnek használják.

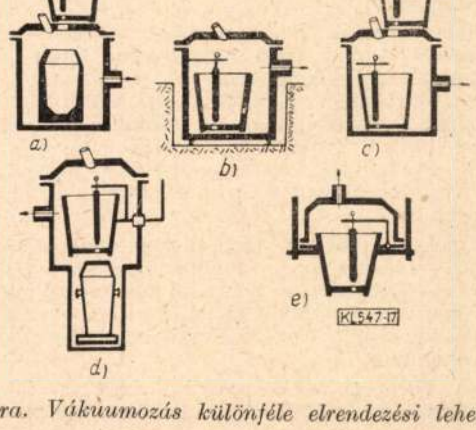
Néhány év óta már a diósgyőri fejlesztési tervben indukciós-vákuumkemence beszerzése, vagy a meglevő 300 kg-os kemence vákuumkemencévé való átalakítása szerepel. Ebből híradástechnikai és ellenállás-huzal alapanyagot kívánunk gyártani; de ha a Vasipari Kutató Intézet ezekből az anyagokból a hazai iparnak elegendő mennyiséget tud adni, akkor mi egyelőre lemondunk a vákuumkemencéről.

Sokkal sürgetőbb nálunk a különféle egyéb kemencében legyártott acélok vákuumkezelésére alkalmas berendezés létesítése. Erre többfajta elvi megoldást ismerünk, amelyeket az előadás is bemutatott. A gyakorlatban legcélszerűbb szerkezet kiválasztása és főleg annak kivitelezése azonban vita tárgyát képezi.

A kivitelezésre kerülő megoldástól elsősorban azt várjuk, hogy a vákuumozás egyszerűen illeszkedjék be a szokásos munkarendbe. Ne kívánjon sok többletmunkát, ne tartson hosszú ideig. Az össz-idő szükséglet az acél — vákuumozás során bekövetkező — lehűlése miatt igen lényeges, mert a kemencében túlhevítéssel csak korlátozott mértékig biztosíthatunk az acél részére hőmérséklet tartalékot. A vákuumozás közben való melegítés viszont túl bonyolult szerkezetet kíván. Nem közömbös az sem, hogy a vákuumozás mennyi időre veszi igénybe az öntődarut, azonkívül kíván-e a szokásostól eltérő szerkezetű csapoló vagy öntő berendezéseket.

Az említett gondon kívül Diósgyőrben még az elhelyezés is megoldandó, mert akár a Martin acélműben, akár az elektroacélműben építünk vákuumozó berendezést, mindkét öntőcsarnokban helyszűke miatt elhelyezési nehézségeink vannak.

A berendezés megválasztásakor azonban döntő szempont, hogy a legjobb eredményt biztosítsa. A kü-



17. ábra. Vákuumozás különféle elrendezési lehetőségei

lönféle eljárások nem mindig egyező eredményeinek megítélésében valóban nagy segítségünkre van a vákuumozás elméletének megismerése.

Tekintsük át mégegyszer az előadásban megismert vákuumozó berendezéseket, némi kiegészítéssel. A 17. ábrán tüntettem fel a szóbajöhető megoldásokat.

a) vákuumban való öntés,
b) üstben vákuumozás kamrás kivitelben,
c) átöntés közben vákuumozás,
d) üstben vákuumozás kokillával egybeépített kamrában,
e) üstben vákuumozás daruvákuumozó berendezésben.

Egyéb vákuumozó eljárások — amelyek közül a kétágú szifon rendszerű megoldást az előadásban is láttuk — véleményem szerint még sok-sok kísérletet kíván ahhoz, hogy biztonságos üzemet nyújtsanak, emiatt ezeket Diósgyőrben egyelőre nem vesszük számításba.

Kétségtelen, hogy legegyszerűbben a vákuumban való öntés (17*a* ábra) valósítható meg, hiszen ehhez a munkafolyamathoz semminemű többlet időre nincs szükség, az acélt a szokásos hőmérsékleten csapolhatjuk, a kokillát a vákuumtérben már a csapolás előtt elhelyezhetjük és az öntés megkezdéséig a kamrában megfelelő vákuumot előállíthatunk. A helyszükséglet is aránylag a legkisebb, mert a kokilla részére minden képen alapterületet kell biztosítani, tehát többlet területet csak a kamra falazata és a szivattyúberendezés jelent. Ha ehhez hozzávesszük, hogy az elméleti számítások alapján az öntősugár a vákuumtérben megfelelő mértékig gáztalanodik, akkor máris eldöntöttnek vehetnénk a vákuumozás gyakorlati megoldását.

A vákuumban való öntésnek azonban — véleményem szerint — komoly hátránya, hogy a kokillában emelkedő acél nem nyugodt, hanem a folytatódó gáztalanodás következtében forrásban van, ami felfröccsenést okozhat és ezzel romlik a tuskó felülete. Az ilyen hiba a kisebb méretű tuskók feldolgozásakor zavarokat okozhat. A kisebb tuskók vákuumöntésekor a felületre is kinyúló hólyagokkal találkozunk, ami annak a következménye, hogy az aránylag kis acéltömeghez képest nagy hűtőfelület miatt gyorsan dermedő acélkéreg magába zárja a felszabaduló gázokat. Kísérlet dolga eldönteni, hogy melyik az a legkisebb súlyú tuskó, amelyet még zavarmentesen lehet vákuumban önteni. A kisebb tuskóknak vákuumban való öntése egyelőre azért sem jöhet szóba, mert egy üstből 10—12 tuskó leöntése egy beömléssel ma még komoly gondot jelent, a több beömlős rendszer pedig bonyolulttá teszi a berendezést és nagy kamratérfogatot kíván.

Az üstben a vákuumozás két módszere ismert. Az együstös eljárásban (17*b* ábra) az acéllal telt üstöt be kell helyezni vákuumkamrába, a kamrát le kell zárni és ezután lehet a vákuumozást megkezdeni. Az átöntéses eljáráshoz (17*c* ábra) az előmelegített üst a csapolás idejére már a kamrában van és a kamra vákuum alatt áll, amikor a csapóló üstből az öntést megkezdik. A kamrába az üstbehelyezés, a kamrafedés és az elővákuumozás időszükséglete ekkor tehát elmarad. Némi hátrányt jelent, hogy átöntés közben az acél jobban lehűl és valamivel nagyobb hőmérsékleten kell csapolni. Ezzel szemben a sugárban való vákuumozás sokkal jobb hatásfokkal hasznosítható. Az együstös eljárásnak még az is hátránya, hogy vákuumozás közben a salaktakaró alatt legtöbbször igen heves CO fővés van, amely salak-, illetve acélfröccsenéssel jár. A felfröccsenés annál nagyobb, minél nagyobb a vákuum, azért a vákuum nagysága korlátozott, vagy csak nem egészen feltöltött üsttel végezhető az öntés.

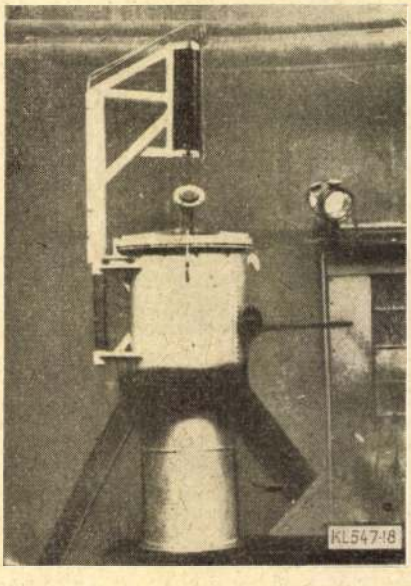
Sajnos az üstben vákuumozás átöntéssel csak nagyobb — 4—5 tonna befogadóképesség felett — üstökkel végezhető, mert kisebb acélmennyiség csak erős túlhevítés után bírja ki az átöntést. Az ilyen kis befogadó képességű üstökkel csak együstös vákuumozásról lehet szó.

Egy ötvözött acélt gyártó acélműben általában egészen kis kapacitású kemence is akad, így pl. nálunk egy 300 kg-os indukciós kemence. Ebben legtöbbször olyan gyártmányok készülnek, amelyekre a vákuumozás különösen indokolt. Az ilyen kis kemencékkel legnehezebb a megoldás, mert pl. 300 kg-os acéltömeg túl kevés ahhoz, hogy több percen keresztül befagyás veszélye nélkül vákuumkezelésnek vessük alá. 300 kg-os üsttel átöntésről szó sem lehet, az üstben való vákuumozás együstös eljárással is nehezen valósítható meg, mert a vákuumkamrába való behelyezés, a vákuumozás, a vákuumkamrából való kiemelés és az öntési helyhez való szállítás időszükséglete elegendő hőtartalékkal már nem biztosítható. Az ilyen kis tuskóknak vákuumban való öntése pedig — előzetesen nem vákuumozott acélból — a felületi hibák miatt nem célszerű. Ezekre az üstökre olyan vákuumkamrát kell építeni, amelyben az üst alatt nyer elhelyezést a kokilla is és az üstben való rövid ideig tartó, de nagy teljesítményű vákuumozás után helyben atmoszferikus nyomáson önthetünk. Így időt takarítunk meg és aránylag elfogadható mértékű vákuumozást hajthatunk végre.

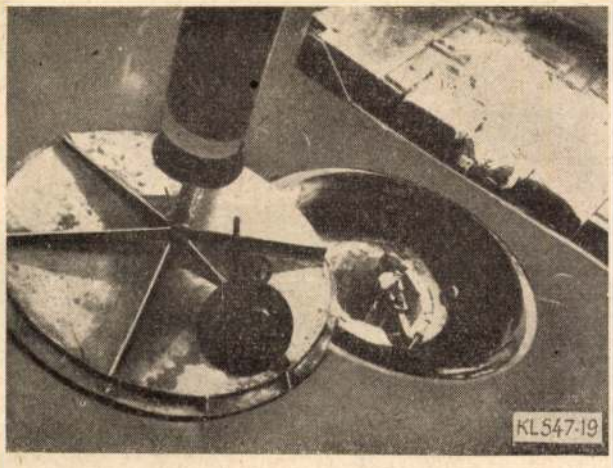
Diósgyőrben még ez évben az Elektróacélmű öntőcsarnokában egy vákuumozó berendezés építését megkezdjük. Ez alkalmas lesz a nagyobb tuskóknak vákuumban való öntésére, az átöntéses vákuumozásra és az együstös vákuumozásra egyaránt.

Az Elektróacélműben megépítendő vákuumkamra előiskolája az elmúlt év végén üzembehelyezett kísérleti vákuumberendezés, amely rövidesen a 300 kg-os indukciós kemence üzemi berendezése lesz. Ennek a vákuumkamrának elvi vázlata a 17*d* ábrán látható: a vákuumkamrában az üstön kívül a kokilla is elhelyezést nyert. A vákuum előállítására és fönntartására BSNL típusú 175 m³/óra teljesítményű vákuumszivattyút állítunk be, eddig 10—20 mm higanyoszlop nyomással dolgoztunk. A berendezés alkalmas $5 \cdot 10^{-2}$ higanyoszlop vég-vákuum előállítására is. A vákuumkamráról két felvételt a 18. és 19. ábrákon mutatunk be. Ezzel a berendezéssel többféle kísérletet végeztünk szerszámacélok, saválló acélok, CrNi szerkezeti acélok vákuumozásával és a várt eredményeket meg is kaptuk. Összehasonlítást a saválló acélokra a Strausz-próba, a szerkezeti acélokra a keresztirányú ütőmunka jelentette. Az acélgyártáson kívül C szegény FeCr előállításra és nyersvas vákuumban való kéntelenítésre végeztünk kísérletet. A FeCr-ot 0,17 C-ról 0,05 C-ra dekarbonizáltuk, míg a nyersvas 0,112% S-tartalma 0,018%-ra csökkent.

Az elektroacélműben ez évben szerzett tapasztalatok alapján fogunk építeni a Martin-acélműben is



18. ábra. A diósgyőri vákuumozó berendezés fényképe oldalról



19. ábra. A diósgyőri vákuumozó berendezés fényképe felülről, nyitott fedéllel

vákuumozó berendezést. Jövőre egy daruvákuumozó berendezés építését kezdjük el, a folyamatos öntőmű vákuumozott acéllal való ellátására.

A 17*e* ábrán még egy vákuumozó berendezést vázoltam fel, amely tulajdonképpen egyszerű üstvákuumozó sapka. Az ilyenfajta megoldásoknak előnye az lehet, hogy az öntődarura szerelhető és a csapolástól kiemelt üstre mechanikusan ráhelyezhető. Az üst a darun tartva vákuumozható öntés előtt és öntés közben. A vákuum mértékével természetesen igazodni kell az öntés sebességéhez.

IRODALOM

[1] *Darmara—Huntington—Machlin:* Indukciós olvasztás vákuumban. J. Iron Steel Inst., 191 (1959) 266. old.

[2] *Eminger, Zd.:* Acélnak vákuumban való öntése a kohászati gyakorlatban. Neue Hütte, 2 (1957) 590. old.

[3] *Eminger—Kinsky:* Acélnak vákuumban való öntésében elért kísérleti eredmények. Hutn. Listy, 11 (1956) 345. old.

[4] *Fast—Verrijp:* A nitrogén diffúziója vasban. J. Iron Steel Inst., 176 (1954) 24. old.

[5] *Harders—Knüppel—Brotzmann:* Kovácsolásra és hengerlésre szánt acéloknak vákuumlopóval végzett gáztalanításának alapelvei. St. u. E., 79 (1959) 267. old.

[6] *Moore, J. A.:* Gáztalanítás vákuumolvasztással. Metals Progress, 63 (1953) 102. old.

[7] *Phragmén—Kalling:* A hőmérséklet hatása a karbon-oxigén egyensúlyra folyékony vasban. Jernk. Ann., 123 (1939) 199. old.

[8] *Slaughter, E. L.:* A hidrogén hatása az acél tulajdonságaira. J. of. Metals, 8 (1956) 430. old.

[9] *Stoll, J. A.:* Nagy kovácsdarabok anyagának vákuumban való öntése. J. Iron Steel Inst. 191 (1959) 67. old.

[10] *Szamarin, M. A.:* A hidrogén magatartása acélban. St. u. E., 78 (1958) 50. old.

[10*a*] *Szamarin—Novik—Zsukanov:* Bessemer-acél vákuum kezelése. Sztal, (1958) 231. old.

[11] *Taxhet, A.:* A hidrogén magatartása acélban. St. u. E., 78 (1958) 50.

[12] *Thielmann—Maas:* Acél gáztalanítása körfolyamatban végzett művelettel. St. u. E., 79 (1959) 276. old.

[13] *Tix, A.:* Acélnak vákuumban végzett üzemszerű gáztalanítása nagy kovácstuskók öntésekor. St. u. E., 76 (1956) 61. old.

[14] *Tix—Bandel—Coupette—Sickbert:* Acélnak vákuumban való gáztalanítása a Bochumer Verein módszerével. J. Iron Steel Inst., 191 (1959) 260. old.

[15] *Verő, J.:* Fémolvadékok gáztalanításának elmélete. Acta Technica, 1 (1950) 15. old.

Egyesületi hír

Elnökségünk okt. hó 16-án ülést tartott, melynek programja elsősorban a miskolci választmányi ülés határozatainak megbeszélése volt.

Az ülést *Szele Mihály* elnök nyitotta meg, majd *Martos Ferenc* főtitkár ismertette a miskolci választmányi ülés határozatait.

A határozatok végrehajtásának részleteit s miként-jét megvitatás után *Martos Ferenc* főtitkár rögzítette, éspedig

1. az egyesületi munka tervszerűségének biztosítására a szakosztályok és azok csoportjai nov. 20-ig állítsák össze és tárgyalják ki a jövő évi programot éspedig a kimagasló rendezvényeket az egész évre, míg a kisebb megmozdulásokat féléves távlatban.

2. ki kell alakítani nov. 20-ig az egyesülethez méltó pályázati feladatokat, amelyeket még kitűzés előtt bemutatunk az illetékes kormányzati szerveknek.

3. A bányásznap megünneplésére 1960-ban kerül tizedszer sor. Erre az alkalomra egy reprezentatív nemzetközi konferenciát kell szervezni. Ezen a szén, olaj, bauxit bányászat, esetleg a csatlakozó fémkohászat időszerű problémáit kell előtérbe helyezni. A konferencia megszervezésére az elnökség *Tót Miklós* bányamérnököt kérte fel.

A már korábbi elnökségi ülésen elhatározott 1960. évi kovács-kongresszus előkészítését folytatni kell.

4. Az alapszabály függelék munkája folyamatban van, a könyvtárszabályzat elkészült.

5. A tisztújító közgyűlést 1960. január 31-ig kell megtartani. A közgyűlés 2 napos legyen, valószínűleg január 15—16-án. Az első napon előadások, a szakosztályi ülések, este társas összejövetel, a második nap délelőtt lesz a közgyűlés. A közgyűlés küldöttközgyűlésként hívandó össze, amelyen azonban minden tag résztvehet. Az elnökség felhívta a szakosztályokat és a vidéki csoportokat, hogy küldöttként megfelelő számú fiatal egyesületi tag kijelölését segítsék elő.

6. Az elnökség részletes megvitatás után akként döntött, hogy a szakosztályok előadásokat csak előzetes megvitatás és értékelés alapján jutalmazzanak. Az előadások szövegét a könyvtár részére át kell adni.

7. Az Országos Erdészeti Egyesülettel együtt közösen meg kell szervezni a csehszlovákiai volt selmeci diákok látogatását.

Végül Latinák István, a Kovács-tagozat titkára beszámolt az 1960. évi kovácskonferencia állásáról.

Az elnökség még több apróbb időszerű problémát beszélt meg, melyek között szerepelt bel- és külföldi tapasztalatcsere és tanulmányút szervezése.

Műszaki és gazdasági hírek

Rovatvezető: KUTAS ANDOR

Nagy darabszámú megnövelt befogadóképességű alumínium-vagonok

Az utóbbi időben a szaksajtó cikkeinek gyérülése arra mutatott, mintha a könnyűfémből készült sínjárművek gyártása terén bizonyos visszaesés mutatkozott volna. Valószínűleg ennek egyik jelentős oka az lehetett, hogy a már forgalomban levő vasúti kocsikkal, vagonokkal a vasutak tapasztalatokat akartak szerezni, a további rendelés előtt. Ennek a feltevésnek helyességét igazolja, hogy az egyik vasúti szaklap, az Angliában megjelenő The Locomotive, Railway Carriage & Wagon Review 1959 szeptemberi számában az alábbi közölt hír jelent meg:

Az Észak-Amerikában levő Déli Vasút (Southern Railway, USA) 1240 darab, görgős csapágyas gondola- és fedett teherkocsit rendelt meg, mindegyiket 100 tonna hordképességgel és ezekből 1205 darabot acélalvázra épített alumínium-szekrénnyel. A rendelést a Pullman Inc. és a Magor Car Corporation gyáraknak adták ki, amihez 18 700 000 lb (8500 tonna) alumíniumot szállított a Reynolds Metals Company. Ezt a rendelést *a vasúti szállításban az alumínium sok előnyének és gazdaságosságának bevezetésére úttörő lépésnek* szánták. Ez lesz az alumíniumnak Észak-Amerikában teherszállításra az első nagymérvű felhasználása. Némely vasút, mint Roberval & Saguenay, Canadian National, Baltimore & Ohio és Rock Island vasutak már korábban üzembe helyeztek ilyeneket, de főként bemutató vagy kísérlet céljaira. A Kanadai Állami Vasút (CNR) jelentette, hogy nagy rendelést adott alumíniumszerkezetű hűtőkocsikra. Az új Déli Vasút-i (SR) kocsik önköltsége nagyobb lesz, mint a hasonló típusú szokásos vagonoké, azonban ez meg fog térülni a nagyobb hordképesség és a kisebb önsúly révén. Az új szénszállító vagonokból három 60 000 dollárba fog kerülni, de 13 tonnával több árut képes szállítani és amellett 43,5 tonnával kisebb súlyt jelent a vonatban, mint négy szokásos 70 tonnás acélkocsi, melyeknek ára 50 000 dollár. *Baránszky-Jób Imre*

Nagytisztaságú titán előállítása:

Schlossberger, F. V. szerint titántetrachloridot fémmagneziummal briketteze, 500—800 C° között izzítva, erősen reakcióképes, nagy tisztaságú titánport nyerhetünk. *K. A.*

Angew. Ch. 1959. 15/16. sz.

Amerikai gazdasági körök a jelenlegi irányzat ellenére, az alumíniumfelhasználás növekedésével számítanak. Ennek eredményeképpen az alumíniumkohók kapacitását 1960. év végéig 20%-kal megemelik. *K. A.*

Alumínium, 1959. 5. sz.

A **Szovjetunió** alumínium termelését 1965-re 1,57 millió t-ra fogja megnövelni. *K. A.*

Alumínium, 1959. 5. sz.

Ausztráliának bauxit termelése 1958 első félévében 2082 t volt. A bauxit behozatal ugyanezen időszakban 26 391 t, az alumíniumé pedig 6832 t. *K. A.*

Alumínium, 1959. 5. sz.

Anglia bauxit behozatala 1958-ban az előző évhez képest valamivel csökkent, amit az alanti két adat szemléltet:

1957. 360 131 t, 1958. 355 777 t

K. A.

Alumínium, 1959. 5. sz.

Olaszország bauxit termelése 1958. év január—szeptemberig 216 686 t volt. Kohóalumíniumot ugyanezen időszakban 47 517 t-t termeltek. *K. A.*

Alumínium, 1959. 5. sz.

Kínában, Kweiyang-ban az elmúlt év augusztusában megkezdett alumíniumkohó építkezése — amely az országban a második lesz —, ez évben elkészült, az üzemet megkezdte, s remélik, hogy a folyó évre tervezett 20 000 t alumíniumot teljesíteni fogják. 1962-re a termelést 100 000—120 000 t-ra fogják növelni.

K. A.

Alumínium, 1959. 6. sz.

NSzK-ban, Rheinfeldenben az alumíniumkohó fluorgáza a környező gazdaságokban olyan nagy károkat okozott, hogy a hatóságok átmenetileg a termelés redukálására, s megfelelő elnyelhető berendezések megépítésére kötelezték a gyárat. Megfelelő elnyeletó berendezések megépítésével el is érték a károk nagymérvű csökkentését, a hatóságok ennek következményeképpen a termelés redukálásának egy részét hatályon kívül helyezte. Remélik, hogy a berendezések tökéletesítésével el fogják érni, hogy a gazdasági károk teljesen meg fognak szűnni. *K. A.*

Alumínium, 1959. 6. sz.

Nyugat-Szibériában 1000—3000 m mélységben együttesen legalább 3 millió négyzetkilométer felületű (nagysága megközelítően egyezik India nagyságával) forróvizű oceánokat állapítottak meg. A víz hőmérséklete 40 és 120 C° között váltakozik. A legújabb megállapítások szerint a víz mennyisége több tizezer köbkilométer. Ipari téren és lakások fűtésére fogják hasznosítani. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 11. sz.

Kanadában Új-Foundland kormánya nagy vasérc telepek kitermelésére két vállalatnak adott engedélyt. Ennek értelmében ez a két társaság, az Iron Ore Co of Canada és a Wabush Iron Ore Co Labrador vidékén vasérckoncentrátum előállítására telepet épít, amelynek kapacitása évi 8 millió t lesz. Ezzel a létesítménnyel az ország a vasérctermelés élvonalába kerül.

K. A.

Ch. Ztg. 1959. 11. sz.

A **Nickel Co of Canada**, a világ legnagyobb nikkeltermelő vallalata, eddig csak Ontario vidékén termelt s dolgozott fel nikkelércet. 1956-ban Manitoba vidékén (Közép-Kanada) kutatásokat végeztek nikkelére után, s ezek olyan eredménnyel jártak, olyan mennyiségű és minőségű ércet találtak, hogy megkezdték ezen vidéken egy nikkelfinomító építését. A telep kapacitása évi 34 000 t lesz, az építkezést olyan ütemben végzik, hogy 1960-ban már megindul a termelés, s egy további év múlva el fogják érni a tervezett kapacitást. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 11. sz.

Finnországban, Kolari vidékén nagy mennyiségű vasércet találtak, amely óvatos becslés szerint legalább 54 millió t. Az előfordulás részben hematit, részben pedig mágneses vasérc. A telep megközelítésére azonban előbb vasutat kell építeni, s miután a minőség váltakozó, ércdúsítót fognak építeni. Terv szerint évenként 1,6 millió t-t fognak termelni. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 12. sz.

Fülöp-szigetekhez tartozó **Nanoc** szigeten nagy vasérc telepeket tártak fel, amelyek minősége és mennyisége a következő:

104 millió t	47,55% vas	0,75% nikkel
26 millió t	43,36% vas	1,48% nikkel
13 millió t	14,91% vas	1,70% nikkel

Az ércek kobaltot is tartalmaznak. Próbaüzemekben a nikkel 90%-át, s a kobalt 80%-át sikerült kitermelni. A kormány napi 2000 t érc feldolgozását készíti elő azzal, hogy 6000 t-ra való felfejlődés lehetséges legyen. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 12. sz.

Norvégiában Norsk Hydro Európa legnagyobb magnézium termelője, kapacitását évi 9000 t-ról 13 500 t-ra emeli. 1960 első felében már jelentkezni fog a többtermelés. A termelés növelésének szükségességét főleg az autóipar nagyarányú fejlődésével indokolják. *K. A.*

Ch. Ztg. 1959. 12. sz.

Japánban 1958-ban a timföld-termelés 221 794 t volt, a kivitel pedig ugyanakkor 51 142 t. Kohóalumínium kivitele 1958-ban az egész évben 4536 t volt. *K. A.*

Alumínium, 1959. 7. sz.

Kanadában az Alcan kingstoni alumíniumkohója kapacitását, a szükséglet növekedésének megfelelően 10 000 sh t-val megemeli. A bővítés költsége két millió dollár. *K. A.*

Alumínium, 1959. 7. sz.

Mexikóban, Vera Cruz államban rövidesen megkezdik az első alumíniumkohó építését. A költségekre tizenöt millió dollárt irányoztak elő. *K. A.*

Alumínium, 1959. 7. sz.

Norvégiában az állami Ardal og Sunndalswerk A/S 1958-ban 71 540 t kohóalumíniumot termelt. Ez eddig a legnagyobb mennyiség amit elértek. *K. A.*

Alumínium, 1959. 7. sz.

Vaskohászati folyóiratfigyelő

1. Történeti és általános vonatkozások

Ritz, J. M.: **Fogadalmi áldozatok vasból.** Stahl und Eisen, 1959. Június 25. 934—940. old.

Gilles, J. W.: **Friedrich Harkort második öntöttvas-köpenyes kohója.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 948—949. old.

2. Tűzálló- és tüzelőanyagok. Tüzelések

Carlson, J. W.: **Csapolónyílások.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. május, 478—483. old.

Stebel, F.: **Acélöntő üstök döngölése.** Hutnik (Praha), 1959. április, 129—132. old.

Perch—Russel: **A szén előmelegítése kokszolás előtt.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. június. 591—597. old.

Brisse, A. H.: **A kokszkemence termelékenységének meghatározása a szénbetét jellemzőiből.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. április, 376—383. old.

Spichal, B.: **Az alakos koksz elmélete és gyártása.** Hutnické Listy, 1959. június. 473—476. old.

A Szovjetunióban új eljárást dolgoztak ki a kohókoksz gyártására. Abból a feltevésből indulnak ki, hogy a szén képlékeny állapotát azok az anyagok okozzák, amelyek a szénben a hőmérséklet hatására folyékony állapotba mennek át, és finoman oszlanak el a szilárdan maradt részecskék között. Ennek az elméletnek kihasználására félüzemi szinten alakos kokszot gyártottak, a cikk ezt a kísérletet ismerteti.

Urinszon, A. I.: **Nagynyomású földgáz használata SM-kemencék tüzelésére.** Sztal, 1959. június. 504—508. old.

Nagy kalóriaértékű földgáznak olaj helyett SM-kemencék tüzelésére való használata lehetővé teszi a kemence termelékenységének növelését, és a nyersvas minőségében is lehet némi javulást elérni a gyártási költségek egyidejű csökkentése mellett.

3. Energiagazdálkodás

Glinkov, M. S.—Glinkov, G. M.: **Nagy SM-kemencék néhány hőtechnikai kérdése.** Sztal', 1959. június. 568—572. old.

Pavlov—Pervov: **A nagyolvasztó gáztisztítójában cirkuláló víz tisztítása ferromangán olvasztásakor.** Sztal'. 1959. június. 574—575. old.

Hansen—Jeschar: **Elégés egyidejű hőátvitellel.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. június. 329—335. old. ; július, 397—405. old.

1. rész. Matematikai levezetések. 2. rész. Az elmélet és a kísérleti eredmények összehasonlítása.

4. Ércelőkészítés

Sarov—Bazilevics stb. : **Magnetitkoncentrátumokból készült pelletek gyártástechnikája és tulajdonságai.** Sztal', 1959. június. 577—583. old.

Duda, J.: **Fokozott bázisosságú zsugorítványok hatása a nagyolvasztó termelékenységére.** Hutnik (Praha) 1959. június, 205—208. old.

Dickens—Esche—Willems: **Hozzászólás a vasércek és zsugorítványok kohósíthatóságának megítéléséhez.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 905—917. old.

Az ércek terhelt állapotban való tűzállóságának vizsgálata. A lágyulási hőmérséklet meghatározása terhelés alatt mikroszkóppal. Redukálási vizsgálatok áramló gázokban.

McMahan, J. S.: **Tapasztalatok magánjáró eleggyel.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. július, 695—705. old.

Alapvető fogalmakat közöl a kemencének előkészített elegyekkel való működéséről. Tárgyalja a magánjáró elegy fejlődését és ismerteti a végzett üzemi kísérletek eredményeit.

Schürmann—Heynert—Beer: **Vasércek és zsugorítványok redukálási kísérletei, különös tekintettel a disszociált karbon képződésére és a szénsav és vegyileg kötött víz kiűzésére.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 917—926. old.

5. Nyersvasgyártás

Winters, Ch.: **9 m átmérőjű nagyolvasztó.** Stahl und Eisen, 1959. június 12. 880—881. old.

Koval', I. F.: **A nagyolvasztó szélhőmérsékletének hatása az oxidáló zóna nagyságára.** Sztal', 1959. június, 497—500. old.

Cserepivszkij—Szkrebcov: **A betétanyagok mozgása és a nagyolvasztó optimális működési feltételei.** Sztal', 1958. 676—683. old.

Coutant, J.: **Nagyolvasztószél szabályozása.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. április, 396—398. old.

Kordabnev, I. L.: **Nagyolvasztó-szerelvények tökéletesebb működése.** Sztal', 1959. augusztus. 684—687. old.

Görgen, R.: **Az 1 t nyersvasra eső érc-, mészkő- és kokszszükségletet előzetes kiszámítása, figyelembe véve az anyag és az üzem hatásait.** Archív für das Eisenhüttenwesen, 1959. július. 381—390. old.

F. Wesemann kokszszámítási módszere alapján eljárást dolgoztak ki az egy tonna nyersvashoz szükséges érc-, koksz- és mészmennyiség kiszámítására, figyelembe véve az anyagösszetételen kívül az illető érc kohósításakor várható üzemi adatokat.

Potebnja—Litvinova: **Elsődleges salak képződése a nagyolvasztóban magánjáró elegy használatakor.** Sztal', 1959. június. 485—494. old.

Az elsődleges alakok képződése a szénpohaövben befejeződik és a salak összetétele lényegesen állandóbb, mint mikor a nagyolvasztó nyers ércel dolgozik. Az elegy bázisosságának fokozásával a salakképződési övet szűkíteni lehet, ami a kohó olvasztási sebességét növeli.

Bichler, A.: **A fajlagos kokszfogyasztás és a nagyolvasztóban végzett olvasztás intenzitása közötti összefüggés kutatása.** Hutnické Listy, 1959. június, 476—478. old.

A cikk kínai kutatások eredményeit ismerteti, amelyek alapján a kínai kohászok lényegesen javítani tudták a nagyolvasztók műszaki-gazdasági mutatószámait.

A kén és a szilícium eltávolítása folyékony nyersvasból. Metal Progress, 1959. május, 91—94. old.

Emerick, H. B.: **A nagytisztaságú oxigén szerepe a metallurgiai folyamatokban.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. május, 463—477. old.

Oxigénes széldúsítás a nagyolvasztóban. Oxigén használata a vasérc közvetlen redukálására, a folyékony vas előfinomítására, lángdúsításra SM-kemencékben, finomító reakciók gyorsítására. Oxigén az elektromos olvasztásban, Bessemer-konverterben, bázisos oxigénes olvasztás.

Új oxigénes finomítómű Brymbo-ban. Iron and Steel, 1959. június, 327—331. old.

A kétmillió font beruházással készült új üzemben a nagyolvasztóból csapolt folyékony nyersvasat finomítják és adagolják közvetlenül ívfényes kemencékbe.

6. Acélgyártás

Efimov, L. M.: **Félig nyugtatott acél gyártása.** Hutnik (Praha), 1959. márc. 74—78. old.

Galey—Beaujard stb.: **A fürdő hőmérsékletének mérése és írása a Thomas-konverterben a konverter nyílásán át, felhasználása a bázisos szélfrissítés tanulmányozására.** Revue de Métallurgie, 1959. július, 69—99. old.

Becvar, J.: **Az LD-eljárás módosítása Thomas-nyersvas olvasztásához.** Hutnik (Praha), 1959. június, 185—189. old.

Cuscoleca—Rösner: **Az LD-eljárás fejlődése és mai helyzete.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. június, 147—153. old.

Az eljárás fejlődése az úttörő osztrák üzemekben. A konverterek bélése. Az eljárással gyártott acélfajták áttekintése. Az eljárással Ausztrián kívül szerzett tapasztalatok. Mészpor befúvatás az oxigénsugárral a P-tartalom csökkentésére.

Lifšic, S. I.: **Különleges acélfajták gyártása felső fúvatású oxigénes konverterekben.** Hutnik (Praha), 1959. május, 145—148. old.

Woznica, W.: **Az oxigénes finomítás hatása a fémbetét költségeire rozsda- és hőálló acélok gyártásában.** Hutnik (Katovice), 1959. július—augusztus, 267—271. old.

Trentini—Vassiere—Allard: **Megjegyzések az OLP-eljárásról.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. június, 143—147. old.

Az OLP (oxigén-mészpor) eljárás ipari szinten is kifejlődött az IRSID évek óta folyó kutatásai alapján. Az eljárás Bessemer-nyersvasakkal igen gyors foszfortalanítást eredményez C jelenlétében, és jó gazdasági feltételek mellett lehet vele ként, foszfort és nitrogént csak igen kis mennyiségben tartalmazó acélt gyártani.

Makaev—Nagovicün stb.: **15 tonnás ipari méretű kísérleti forgókemence acélolvasztásra.** Sztal', 1959. augusztus, 689—694. old.

Speith—Ende: **A bázisos SM-kemencében végzett kéntelenítés fizikai-kémiai alapjai.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 926—933. old.

Michalowski—Mikulski: **Kísérlet a SM-kemence termelékenysége, egységnyi hőfelhasználása és a kemence túlterheltsége közötti összefüggés meghatározására.** Hutnik (Katowice), 1959. február, 58—63. old.

Mikulski—Michalowski: **Változások a SM-kemence teljesítményében és fajlagos hőfelhasználásában a javítások közötti időszakban.** Hutnik (Katowice), 1959. július—augusztus, 271—276. o.

Mocek, J.: **Kéntelenítés bázisos SM-kemencében.** Hutnické Listy, 1959. május, 405—409. old.

Az irodalomban közölt eredményeket kísérleti olvasztások segítségével dolgozták át. A bázisosság mellett a salakok folyékonysága is fontos feltétele a kéntelenítésnek. A SM-salakokban levő vasoxid hatása csak mint folyósító lényeges.

Ende—Bardenhauer: **Gyors eljárás a SM-salakok bázisosságának meghatározására.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. július, 391—396. old.

Az eljárás alkalmas az olvasztás közben folyamatosan végzett ellenőrző vizsgálatok elvégzésére. A meghatározás a salakpor vizes szuszpenziójának elektromos ellenállás-méréséből áll, és 6 perc alatt ad eredményt. Más salakok vizsgálatára is alkalmas.

Rezin—Kocsnev stb.: **A fürdő indukciós keverése villamosív acélolvasztó kemencékben.** Sztal', 1959. augusztus, 713—714. old.

Poboril, F.—Zezulova, M.: **Ausztenites krómmangán acélok ötvözése nitrogénnel.** Sztal', 1959. július, 617—625. old.

A korábbi kutatások anyagának gondos tanulmányozásával és a szükséges kísérletek elvégzésével megfelelő eljárást tudtak kidolgozni olyan nitrogénes ausztenites Cr-Mn-acél gyártására, amely a tuskók jó szövetszerkezetét biztosítja.

Efimov—Szabiev: **Lemeztuskók optimális öntési sebessége és öntési hőmérséklete.** Sztal', 1959. augusztus, 694—700. old.

Lorisa, E. A.: **Minőségi szempontok vákuum-villamosív olvasztáskor.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. június, 601—607. old.

Child—Harris: **Acélok vákuumolvasztása.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. április 384—392. old.

Radzwicki, K.: **A vákuumöntés hatása nagy nikkeltartalmú acéltuskók szövetszerkezetére és forgácsolhatóságára.** Hutnik (Katowice), 1959. július—augusztus, 262—267. old.

7. Porkohászat

Rutkowski—Bryanarski: **A por rugalmas alakváltozása sajtolás alatt.** Hutnik (Katowice), 1959. április, 154—158. old.

Klever—Radloff: **Wolframtrioxid porok felületi aktivitásának vizsgálata.** Neue Hütte, 1959. június, 323—328. old.

A különféle módokon előállított WO_3-próbatestek adszorpcióképességének mérésére külön erre a célra szerkesztett készüléket használtak. A mérési eredményeket Brunauer, Emmett és Teller módszerével értékelték.

8. Acélok képlékeny alakítása

Wusatowski, Z.: **A hengerlés problémái.** Hutnik (Katowice), 1959. július—augusztus, 289—296. old.

Volf, Z.: **Hideg tuskók hevítése.** Hutnik (Praha), 1959. július, 234—238. old.

Kugalenko — Melesko — Kovünev: **Durvalemezek függőleges hengermű sorokon való hengerlésének sajátosságai.** Sztal', 1959. június, 532—538. old.

Klasterka, J.: **Hengerlés függőleges hengerállványokkal.** Hutnik (Praha), 1959. június, 199—204. old.

Emicke, O.: **A hengerekre ható nyomás és a hengercsapágyak tartóssága meleg- és hideg hengerművekben.** Hutnik (Katowice), 1959. március, 93—98. old.

Grosse—Gottwald: **A karbon, mangán, króm, nikkel és molibdén hatása az acélok szabad szélesedésére.** Stahl und Eisen, 1959. június 12. 855—866. old.

Billigmann—Lenze—Schönert: **Az alakítási fok mérése utánhengerléskor.** Stahl und Eisen, 1959. július 9. 977—989. o.

Geleji S.: **Nyomatékok és teljesítmények hengerléskor.** Hutnik (Katowice), 1959. március 105—113. old.

Jonca—Rabalski: **A nyomás és a forgató nyomaték kérdése meleg hengerlés alatt.** Hutnik (Katowice), 1959. március, 113—121. old.

Kolbaba, J.: **A gépi idő kiszámítása pilger-sorokon.** Hutnik (Praha), 1959. július, 227—231. old.

Sevakin és munkatársai: **A hideg csőhengerművek termelékenységének növelése és a szerszámok élettartama.** Hutnik (Praha), 1959. július, 218—221. old.

Juretzek, G.: **Kis fogyással végrehajtott hidegalakítás és megfelelő hőkezelés hatása melegen hengerelt transzformátorlemezek energiaveszteségére.** Hutnik (Katowice), 1959. március, 98—105. old.

Garber, S.: **Lágyacél szalagok revésedésének fő szempontjai.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. június, 153—160. old.

Krivoseev—Pudnickij: **A kopásállóság fokozása folyamatos finomlemez hengersorok hengerein.** Sztal', 1959. július, 629—636. old.

Krüzsanovszkij—Molotkov stb.: **Acélhengerek szilárdságának növelése felrakó hegesztéssel.** Sztal, 1959. augusztus, 716—720. old.

Zaszuha—Silov: **Lemezhengerek meleg profilozásának tökéletesítése.** Sztal', 1959. augusztus, 721—723. old.

Favre, A. E.: **Kovácsolás óriási méretű sajtókkal.** Metal Progress, 1959. július, 76—79. old.

Trisevszkij, I. Sz.—Klepanda, V. V.—Orlov, A. V.: **Erősen kopásálló betétek huzalhengersorok vezetőihez.** Sztal', 1959. ápr. 342—344. old.

Csekmarev, A. P.—Dinnik, A. A. stb.: **A legnagyobb behúzási szögek csövek hengerlésekor.** Sztal', 1959. máj. 444—447. old.

Plackovszkij, O. A.—Korobocskin, I. Ju.—Kirvalidze, N. Sz.: **Újdonságok az erősen ötvözött csövek gyártásában.** Sztal', 1959. máj. 436—441. old.

Rubinstejn, I. B.: **Gépek a csomagban hengerelt lemezek különválasztásához.** Sztal', 1959. ápr. 344—347. old.

Dohrn, W.—Robra, H.: **Hidraulikus sajtók vezérlése.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16. 500—514. old.

9. Hőkezelés

Sejnoha, R.—Smid, V.: **Normalizált fúrócsövek mechanikai tulajdonságainak tökéletesítése megfelelő hőkezeléssel.** Hutnik (Praha), 1959. márc. 84—86. old.

Pohle, H. J.: **Szalaglágyítás kamrás körkemencében.** Stahl und Eisen, 1959. márc 19. 361—362. old.

Sturrock, A. G.: **A folyamatos működésű kemence tökéletesíti a lágyítást.** Metal Progress, 1959. máj. 103—105. old.

Diman, W. C.: **Védőatmoszférák automatikus szabályozása.** Metal Progress, 1959. ápr. 79—83. old.

Belorucsev, L. V.—Svacskin, A. K.: **Ipari nitrogén védőatmoszférák acél hőkezeléséhez.** Sztal', 1959. ápr. 354—360. old.

Az oxigéngyártás melléktermékeként kapott iparilag tiszta nitrogén használatát ajánlja. A nagy C-tartalmú acélok oxidációjának és dekarbonizálásának megakadályozására a nitrogént disszociált ammóniagázzal kezelik.

Tovpenec, E. Sz.—Goncsarenko, N. I. stb.: **Armatúraacélok mechanikai tulajdonságainak javítása hőkezelés útján.** Sztal', 1959. ápr. 364—367. old.

Graham, L. W.—Axon, H. J.: **Az ausztenitesítő kezelés hatása az alsó hőfoktartományban végbemenő bainitképződésre ötvözetlen acélban.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. ápr. 361—365. old.

Sachs, K.—Jay, G. T. F.: **Nagy C- és nagy Cr-tartalmú süllyesztékacélok elhúzódása.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. ápr. 353—360. old.

A szerszámacélok hőkezelésekor való elhúzódása a makroszerkezettel, különösen a karbideloszlással függ össze. Főleg a karbidok iránya és szemcsenagysága a döntő. Az elhúzódást a kovácsolási eljárás módosításai csak kis mértékben befolyásolják. A szabálytalan karbideloszlás legjobban kis öntvényekben közelíthető meg.

Uhlitzsch, H.: **A hőmérséklet időbeli alakulása hevítéskor és hűtéskor, mint a nagy kovácsdarabok hőkezelésének alapja.** Neue Hütte, 1959. május, 277—287. old.

A hőmérséklet alakulása matematikai számítására közöl képleteket, a képletek felhasználását egy henger és egy tárcsa gyakorlati példáján mutatja be.

Sturrock, A. G.: **A folyamatos működésű kemence tökéletesíti a lágyítást.** Metal Progress, 1959. május, 103—105. old.

Zlatnik, I.: **A hengerek felületi edzése indukciós hevítéssel.** Hutnické Listy, 1959. május, 421—429. old.

Páral—Valenta: **Hengerek középfrekvenciás edzése.** Hutnik, (Praha), 1959. július, 231—232. old.

Holoubek—Otáhal: **A hengerköpeny hőkezelésének hideghengerműi nagy hengerek gyártásában.** Hutnické Listy, 1959. május, 415—421. old.

Hideghengerműi hengerek gyártására a legjobb a nagy C-tartalmú krómmal ötvözött acél, néha vanádium és molibdénötvözést is használnak. A legjobb hőkezelés a 600 C°-on végzett normalizálás és izoterm lágyítás.

11. Acélok tulajdonságai

Telecky, J.: **Szilíciumos acélok melegalakítása.** Hutnik (Praha), 1959. ápr. 121—128. old.

Zamečnik, F.: **Az acélfürdő mangántartalmának hatása a meg nem nyugtatott acélok tulajdonságaira.** Hutnik (Praha), 1959. ápr. 118—121. old.

Opitz, H.—Ostermann, G.: **Az acélok átalakulási viselkedésének hatása a szerszámkopásra az acélok keményfém szerszámmal való forgácsolásakor.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16. 514—522. old.

Ruff, P. E.: **Repülőgépgyártáshoz használt hőálló szerszámacélok.** Metal Progress, 1959. márc. 103—107. old.

Ball, C. J.: **A vas textúrája és mechanikai tulajdonságai.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. márc. 232—236. old.

Barr, W.: **Fejlődés az acéllemezek gyártásában és felhasználásában.** Journal of the Iron and Steel Institute, 1959. június, 109—117. old.

Krisch, A.: **Az acél viselkedése nagy hőmérsékleten.** Stahl und Eisen, 1959. július 23. 1080—1083. old.

Telecky, J.: **Szilíciumacélok meleg alakíthatósága.** Hutnik (Praha), 1959. április, 121—128. old.

Zamecnik, F.: **Az acélfürdő mangántartalmának hatása a nem nyugtatott acélok tulajdonságaira.** Hutnik (Praha), 1959. április, 118—121. old.

Hybek—Solc—Zezulová: **Ausztenites rozsdaálló takarékacélok Cr-Mn-Ni-N ötvözéssel.** Hutnické Listy, 1959. április, 287—297. old.

Irodalmi adatok és saját kutatások alapján dolgozták ki a szerzők ezt az acélfajtát. A kutatási munkák eredményeit két, egyenként 3 tonnás üzemi adaggal ellenőrizték, és ekkor dolgozták ki a műszaki utasításokat is.

Kohn—Strensdoerfer: **Kis arzéntartalom hatása az mélyhúzó acéllemez mechanikai tulajdonságaira.** Revue de Métellurgie, 1959. július, 101—112. old.

Ersova—Kolov: **A gyártási folyamat hatása a hidegen hengerelt transzformátoracél tulajdonságaira.** Sztal', 1959. augusztus, 734—739. old.

Pokorny, R.: **Gyengén ötvözött hőálló acélok gőzturbinákhoz.** Hutnik (Praha), 1959. május, 153—154. old.

12. Korrózió, Felületkezelés

Lüth, A.: **Reveképződés melegen hengerelt finomlemezen.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. február, 71—78. old.

A kutatás fő célja volt módot találni a reve fajtájának megállapítására, valamint keletkezése és az üzemi feltételek közötti összefüggés meghatározására. Számos üzemi megfigyelés szerint a tulajdonképpeni hengerlési feltételek nagyobb hatással vannak a reve összetételére és mennyiségére, mint eddig feltételezték.

A vas és acél korróziója és korrózióvédelme. Irodalmi áttekintés. Stahl und Eisen, 1959. február 19. 216—222. old.; március 5. 307—313. old.

Kocsergin, V. F.—Prosztakov, M. E.—Terszova, A. A.: **Hidegen hengerelt lemezek zsírtalanítása elektrokémiai úton.** Sztal', 1959. március, 252—254. old.

Klement, J. F.—Maersch, R. E.—Tully, P. A.: **A feszültségi korróziós repedés problémájának leküzdése.** Metal Progress, 1959. január, 90—93. old.

Klas, H.—Heim, G.: **Vas és acél korróziójával kapcsolatos ismeretek.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 14. 731—737. old.

Steinrath, H.—Ternes, H.: **Vas és acél korróziójára és korrózóóvédelmére vonatkozó ismeretek.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 437—443. old.

Rausch, W.: **Acélszalag kémiai felületkezelése korrózióvédelem, a bevonatok szilárdságnövelése és szigetelő rétegek képzése céljából.** Stahl und Eisen, 1959. márc. 19. 349—356. old.

Bogojavleszkaja, N. B.—Lipkin, Ja.: **Új módszer erősen ötvözött acélesövek pácolására.** Sztal', 1959. ápr. 347—351. old.

Naumann, F.—Carius, W.: **Acélok törése kénhidrogénes víz hatására.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. ápr. 233—238. old.

Engell, H. J.—Stolica, N. D.: **Passzív ötvözetlen acélelektródák klórionokat tartalmazó kénsavban történő pontkorrózió jának vizsgálata.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. ápr. 239—248. old.

Machu, W.: **Inhibitorok és passziváló anyagok és jelentőségük a korrózióvédelemben.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. márc. 145—152. old.

Baumel—Engell: **Acél korróziója betonban.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. július 417—428. old.

Wild, M.: **A tengervízben történő természetes rozsdásodás kutatása ötvözetlen és ötvözött acélokon.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 940—948. old.

Naumann—Carius: **A vizes kénhidrogénoldatokban lejátszódó korróziós folyamatok jelentősége az acél törése szempontjából.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. május, 283—292. old.

Wiester—Pier: **Cr-Ni-acélok kristályközi korrózió jának vizsgálata 450 és 800 C° közötti hosszantartó igénybevétel után.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. május, 293—297. old.

Peters—Engell: **A reverétegek tapadási szilárdsága acélon.** Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. május, 275—282. old.

Zahn, E. A.: **Az áramlásos bevonatolás mai helyzete.** Metal Progress, 1959. május, 84—86. old.

Szmirnov—Konovalov: **Az ólom szerepe a tűzi cinkezés folyamán.** Sztal', 1959. augusztus, 764—767. old.

Horstmann, D.: **Közbenső és végső lágyítás hatása cinkbevonatok tapadási szilárdságára erősen horganyzott huzalokon.** Stahl und Eisen, 1959. július 9. 1002—1005. old.

13. Üzemgazdaság. Munkavédelem

Hüser, K. H.: **Kohóművek gépesítésének és automatizálásának kritikai áttekintése.** Stahl und Eisen, 1959. január 22. 65—75. old.

Összehasonlítja az egyenletes és ugrásszerű fejlődést. Az 1 tonnára eső munkaszükséglet. Összefüggés a gyártási program és a berendezés között. A költségeket befolyásoló tényezők. Az automatizálás lehetőségei és korlátai.

Miller, J. R.—Kowalsky, W.: **Karbantartás ellenőrzése.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. január, 79—82. 111—113. old.

Koch, K. H.: **A vas- és acélipari vízgazdálkodás fejlődése és feladatai.** Stahl und Eisen, 1959. január 22. 89—94. old.

Vízhűtéses körszelvényű kémény- és ciklonberendezés a konverterfüstgázok portalanítására. Stahl und Eisen, 1959. március 5. 283—290. old.

Köhler, R.: **Az üzemi lárma leküzdése a zajspektrum figyelembe vételével.** Stahl und Eisen, 1959. január 8. 37—41. old.

Zillmer, E.: **Vaskohászati üzemek levegőjének szennyeződés elleni védelme.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 30. 629—634. old.

Sarjant, R. J.: **Acélgyártási eljárások a levegőszennyeződés szempontjából.** Journal of Metals, 1959. máj. 185—190. old.

Guthmann, K.: **A levegő tisztántartásának műszaki irányvonalai.** Stahl und Eisen, 1959. június 25. 949—951. old.

Pinot, M. J.: **A szállítási lehetőségek hatása acélművek telepítésére.** Iron and Coal Trades Review, 1959. február 27. 499—502. old. március 6. 553—556. old.

Weber, L.: **A multimoment műveletelemzés és üzemgazdasági jelentősége.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 29. 802—811. old.

Fuchs, W.: **A személyzet kiválasztásának és a berendezések szerkesztésének jelentősége az ember és a gép együttműködése szempontjából.** Stahl und Eisen, 1959. máj. 29. 811—814. old.

Euchler, W.: **Munkaelőkészítés és teljesítménybérezés karbantartó műhelyben.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 2. 426—430. old.

Stengert, H. J.: **Sínnélküli anyagmozgatás ésszerűsítése kohóművekben.** Stahl und Eisen, 1959. ápr. 16. 522—533. old.

Guthmann, K.: **A nyersvasüstből felszálló barna füst portalanítása.** Stahl und Eisen, 1959. június 12. 881—882. old.

Venturini, J. L.: **Porleválasztó elektrokemencéhez.** Blast Furnace and Steel Plant, 1959. április, 371—375, 383. old.

Tetzner, H.: **Salakrobbanások SM-acélművekben.** Neue Hütte, 1959. június, 352—359. old.

Egy SM-acélműben salakrobbanás történt, amelynek okait nehéz volt megállapítani. Ezért vizsgálták az ilyen események lehetséges okait a salakok eltávolítási eljárásaiban a munkavédelem szempontjából.

Fischer, H.: **Hatékonyabb munkavédelem az emberi teljesítőképesség figyelembevételével tett munkatechnikai javítások útján.** Stahl und Eisen, 1959. június 12. 874—880. old.

14. Gépesítés, automatizálás

Bosch, H.—Waburek, H.: **Gyártásirányítás hengeművekben híradástechnikai és jelzőberendezések[z-]** Stahl und Eisen, 1959. január 8. 23—32. old. [ja]

Warczenski, Z.: **A lengyel kohóipar gépesít[nek]** Hutnik (Katowice), 1959. április, 150—154. old.

Oram, J. E.: **Vas- és acélgyártási eljárások [lak-]matizálása.** Blast Furnace and Steel Plant, július, 716—724. old. [adó]

Ismerteti az automatizálást késleltető ok[ütt] majd a nagyolvasztók, SM-kemencék, zsugorító üze- és mélykemencék automatizálási lehetőségeivel lalkozik.

Levickij, M. P.: **A nagyolvasztói folyamat irá tásának automatizálása a vasredukálási együttha folyamatos gépi számításának segítségével.** Sztal', 1 július, 583—586. old.

Smilwoski—Obdrzálek: **Mélykemencék fűtésének tomatizálása.** Hutnik (Praha), 1959. április, 132—1 old.

Szabiev—Ploscsenko—Mihno: **SM-kemencék sala eltávolítás gépesítése.** Sztal', 1959. június, 521—52 old.

KOHÁSZATI LAPOK
Főszerkesztő: Árkos Frigyes. Felelős kiadó: Solt Sándor
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Megjelenik: 1460 példányban. — Szerkesztőség: V., Szabadság tér 17. III. em. 306. — Telefon: 127-084
50254 - 689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850.) vagy bármely postahivatalnál
Előfizetési díj: egész évre 144.— Ft, egyesületi tagoknak 96.— Ft. Egyes szám ára: 12.— Ft. Megjelenik havonként. Csekkszámlaszám egyéni 61,254, közületi 61,066 (vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára)